

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR TEKNOLOJİLERİNİN MİMARLIKTA**  
**TASARIM GELİŞTİRME AMAÇLI KULLANIMLARI**

Yük. Mim. Fulya ÖZSEL AKİPEK

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında**  
**Hazırlanan**

**DOKTORA TEZİ**

**Tez Savunma Tarihi: 10 Kasım 2004**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Necati İNCEOĞLU (YTÜ)**

**Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Oya PAKDİL (YTÜ)**

**Prof. Dr. Atilla YÜCEL (İTÜ)**

**Prof.Dr. Ahsen ÖZSOY (İTÜ)**

**Doç.Dr. Arzu ERDEM (İTÜ)**



**İSTANBUL, 2004**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	v
ÖNSÖZ.....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Amacı.....	4
1.2 Araştırmanın Kapsamı .....	5
1.3 Araştırmanın Yöntemi .....	6
2. TEZDE KULLANILAN TEMEL TERİM ve KAVRAMLAR .....	7
2.1 Temsil Kavramı ve Mimari Temsil .....	8
2.2 Tasarım Teknolojileri Kavramı ve Dijital Tasarım Teknolojileri .....	9
2.2.1 Parametrik Tasarım; Parametrik Modelleme; Parametrik Geometri .....	13
2.2.2 Türetici Tasarım; Biçim Gramerleri .....	17
2.2.3 Yapay Zeka; Uzman Sistemler; Veri Tabanı; Durum Bazlı Tasarım.....	18
2.2.4 Evrimsel Sistemler; Genetik Algoritma; Kendini Organize Eden sistemler .....	20
2.2.5 Animasyon Teknikleriyle Tasarım .....	22
2.2.6 Diyagram Mimarılığı; Veri Haritası; Veri Eşleme .....	24
2.2.7 Performansa Dayalı Tasarım; Tepkimeli Çevreler .....	25
2.2.8 Bilgisayar Destekli Üretim; Kitlesele Bireyselleştirme .....	26
3. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE TEMSİL .....	29
3.1 Temsil Tekniklerinde Değişimlerin Yaşandığı Eşik Dönemler.....	31
3.2 Mimari Tasarım Sürecinde Temsilin Rolü .....	39
4. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYAR ve DİJİTAL TASARIM TEKNOLOJİLERİ.....	43
4.1 Dijital Tasarım Konulu Uluslar arası Mimarlık Sergileri.....	45
4.1.1 Sergi no:1 _Transarchitectures v2 Sergisi .....	46
4.1.2 Sergi no:2 _Archilab 1999 Sergisi.....	47
4.1.3 Sergi no:3 _Digital-real Sergisi, .....	48
4.1.4 Sergi no:4 _Latent Utopias Sergisi .....	49
4.1.5 Sergi no:5 _Architectures Non-Standard Sergisi.....	50
4.2 Alan Çalışması: Dijital Tasarım Teknolojilerinin Mimari Pratikteki Kullanımları .....	52
4.2.1 Parametrik Tasarım Proje1-2: BMW Pavyonu ve Semper Pavyonu .....	55
4.2.2 Türetici Tasarım Proje 3: Ost/Kuttner Evi .....	65
4.2.3 Yapay Zeka Proje 4: İdibashi Metro İstasyonu .....	70

4.2.4	Evrimsel Sistemler; Kendi Kendini Organize Eden sistemler Proje 5: eifForm.....	75
4.2.5	Animasyon Teknikleriyle Tasarım Proje 6: Presbyterian Kilisesi.....	78
4.2.6	Diyagram Mimarlığı Proje 7-8: Intencities Enstelasyonu ve Yokohama Feribot Terminali.....	81
4.2.7	Performansa Dayalı Tasarım; Tepkimeli Çevreler Proje 9-10: Aegis Hyposurface ve FWP-SWP Pavyonları.....	87
4.2.8	Dijital Üretim Teknolojileri Proje 11: Zoolhof Ofis Blokları.....	93
4.2.9	Proje Verilerinin Değerlendirilmesi .....	99
5.	SONUÇLAR.....	106
	KAYNAKLAR.....	113
	EKLER .....	116
	Ek 1 Proje Verileri Karşılaştırma Tablosu .....	117
	ÖZGEÇMİŞ.....	118



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Dijital tasarım teknolojileri ve ilgili alt kavramlar; kavram haritası.....	12
Şekil 2.2 Waterloo Terminali ve her biri farklı ölçüdeki 36 adet yay benzeri strüktür için kurulan parametrik sistem .....	13
Şekil 2.3 Gaudi'nin Sagrada Famillia Kilisesinin tamamlanması çalışmaları; kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi.....	14
Şekil 2.4 Strüktürel bir sistemin parametrik modellemesi; birimlerin sayısı, eğimi ve yüksekliğiyle ilgili parametreler değiştirildikçe oluşan alternatifler.....	14
Şekil 2.5 Mark Burry' nin Sydney Opera binası kabuk analizi için kurduğu parametrik sistemden örnekler.....	16
Şekil 2.6 Parametrik olarak tanımlanmış bir strüktürel elemanın, parametreleri değiştirildikçe değişen geometrisi.....	16
Şekil 2.7 University of Colorado'da yapılan bir üretici tasarım çalışması. Proje: S. Arnett...17	
Şekil 2.8 a: Path animation, b: Forward-inverse kinematics c: Particle emmissions tekniklerinin tasarım sürecinde kullanımından örnekler.....	23
Şekil 2.9 Future Systems mimari ofisinin 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesi ve kullanılan akışkan dinamiği programı(CFD).....	25
Şekil 2.10 Foster ve ortaklarının GLA Yönetim binası ve tasarım sürecinde kullanılan performans analizi programları.....	26
Şekil 4.1 Transarchitectures v2 Sergisi web sitesi ve sergi mekanından görüntüler.....	46
Şekil 4.2 Archilab 99 sergisi web sitesi.....	48
Şekil 4.3 Digital-real sergisi web sayfası ve sergi katalogu .....	49
Şekil 4.4 Latent Utopias sergisi web sitesi ve sergisi.....	50
Şekil 4.5 Non -Standards sergi planı ve sergiden görüntüler.....	52
Şekil 4.6 Frankfurt Forum Alanı ve BMW Pavyonundan görünüm.....	56
Şekil 4.7 Doppler etkisi simülasyonları.....	57
Şekil 4.8 Forum alanındaki diğer pavyonların birer güç alanı olarak yorumlanması ve Doppler etkisi simülasyonlarıyla birleştirilerek mekanı biçimlendirmesi.....	58
Şekil 4.9 Ana dijital model ve strüktürel sistemdeki çerçeve profillerin biçimlendirilmesi....	59
Şekil 4.10 Strüktürel çerçeve sisteminin geliştirilmesi ve CAD/ CAM teknolojisiyle üretilen maketi.....	59
Şekil 4.11 Uygulama süreci ve BMW pavyonundan görünüm.....	60
Şekil 4.12 Toric sculpture ve Semper pavyonu.....	61
Şekil 4.13 Semper Pavyonu dijital modeli, detayları ve Objectile'in parametrik tasarım teknolojileriyle ürettiği çeşitli mobilya ve paneller.....	62
Şekil 4.14 Philibert De Lorme Pavyonu ve dijital modelin üretim için kodlanması.....	63
Şekil 4.15 Philibert De Lorme Pavyonunun üç kaçış noktasına göre düzenlenmesi ve projective geometry esaslarına göre biçimlendirilen panel.....	64
Şekil 4.16 Ost / Kuttner Apartments iç mekan düzenlemesi.....	66
Şekil 4.17 Mitolojideki Khimera ve chimera kavramının çeşitli alanlardaki örnekleri .....	67
Şekil 4.18 Mekanın dijital modeli.....	67
Şekil 4.19 Profil çaprazlama tekniğiyle oluşturulan strüktürler ve yerleşim planı.....	68
Şekil 4.20 Kesitler ve strüktürel çalışmalar.....	68
Şekil 4.21 CNC tezgahlarında kalıpların oluşturulması ve sonuç strüktürler.....	69
Şekil 4.22 Lidibashi Metrosu sirkülasyon mekanı ve havalandırma kulesi.....	71
Şekil 4.23 Yeraltına atılan tohumun büyüme simülasyonu.....	72
Şekil 4.24 Metro sistemine yeraltından bakış.....	72
Şekil 4.25 Bir ağ sistem içine yoğunlukların yerleştirilmesiyle oluşan sirkülasyon bandı.....	73
Şekil 4.26 Sirkülasyon bandını kapsayan, yoğunluklarla deforme olan strüktürün oluşumu... 73	
Şekil 4.27 Strüktürel prensibi gösteren şema ve lazer streogramla oluşturulan maketler.....	74

Şekil 4.28 CAD/CAM teknolojileriyle biçimlendirilen strüktürler ve uygulama.....	74
Şekil 4.29 eifFORM prototip uygulama.....	76
Şekil 4.30 eifFORM programı strüktür türetme kuralları ve uygulanan prototip.....	77
Şekil 4.31 Presbyterian Kilisesi.....	79
Şekil 4.32 Animasyon tekniğiyle tasarım sürecinde mekanın biçimlenişi.....	80
Şekil 4.33 Dijital modelden uygulamaya, tasarım-üretim süreci.....	80
Şekil 4.34 Etkinlikler sırasında Intencities strüktürlerinin çeşitli kullanımları.....	82
Şekil 4.35 Intencities projesi analiz diyagramları.....	83
Şekil 4.36 Intencities projesi plan, kesit ve modellemeleri.....	83
Şekil 4.37 Yokohama Feribot Terminali.....	84
Şekil 4.38 Maket ve konsept çizimleri.....	85
Şekil 4.39 Diyagramlar ve dijital model.....	85
Şekil 4.40 Sirkülasyon diyagramı, final model, bina boyunca değişen kesitlerden örnekler..	86
Şekil 4.41 Uygulama süreci.....	86
Şekil 4.42 Venedik bienalinde sergilenen Aegis Hyposurface prototipi.....	89
Şekil 4.43 Aegis Hyposurface prototipinin yüzey hareketleri.....	90
Şekil 4.44 Saltwater Pavyonu ve Freshwater Pavyonu.....	90
Şekil 4.45 Saltwater pavyonun tasarım ve uygulama süreci.....	91
Şekil .4.46 Zollhof Blokları.....	94
Şekil .4.47 Kütle maketleriyle başlayan tasarım süreci.....	95
Şekil 4.48 Tasarım sürecinde kullanılan dijital modeller ve pencere prototipi.....	96
Şekil .4.49 Uygulama süreci.....	96
Şekil .4.50. Uygulama süreci, CAD/CAM teknikleriyle kalıpların oluşturulması.....	97

## **ÇİZELGE LİSTESİ**

Çizelge 4.1 Alan çalışması kapsamında incelenen projeler .....	54
Çizelge 4.2 Proje verileri karşılaştırma tablosu.....	98



## ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlarken desteğini esirgemeyen, bana akademisyenlik yolunu açan ve son tez öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum sevgili hocam, Prof. Dr. Necati İnceoğlu' na teşekkür ederim.

Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı üyelerine, lisans ve lisansüstü eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Tartışmalarımızdan beslendiğim N. Kozikoğlu , E. Kendir ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Sevgili eşim Kayıhan Akipek'e yardımı ve desteği için, ablam Funda Özsel'e ve ailelerimize her zaman yanımızda olduklarını hissettirdikleri için teşekkür ederim.



## ÖZET

Bilgisayar mimari tasarım sürecinde çizim ve görselleştirme amacıyla kullanılmaktadır. Ancak 1990'lı yıllardan itibaren dijital tasarım ve üretim tekniklerine dayalı olarak gerçekleştirilen projeler bilgisayarın tasarım geliştirme amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Tezin amacı bilgisayarın tasarım geliştirme amacıyla ne şekillerde kullanılabileceğiyle ilgili bir çerçeve çizmektir. Bilgisayarın tasarım ve üretim amaçlı kullanımları mimarlıkta değişimlere neden olmaktadır. Tezdeki üst hedef bilgisayara dayalı yeni temsil-tasarım ve üretim imkanlarının mimarlığa etkileriyle ilgili ipuçları yakalamaktır.

Tez kapsamında, ilk olarak tez boyunca kullanılan temel terimler açıklanmaktadır; bu bölümde temsil, dijital tasarım teknolojileri, parametrik tasarım, türetici tasarım, yapay zeka, evrimsel sistemler, animasyon teknikleriyle tasarım, diyagram mimarlığı, performans dayalı tasarım, bilgisayar destekli üretim gibi terimlerin açıklaması yer alır. Üçüncü bölümde tasarım ve temsil ilişkisi incelenmektedir. Bu bölüm kapsamında tasarım sürecindeki bilişsel yapı ve mimarlık tarihi boyunca temsil tekniklerinde yaşanan eşik değişimlerin mekan anlayışına olan etkileriyle ilgili araştırmalar yer alır. Bilgisayarın tasarım sürecindeki kullanımının incelendiği dördüncü bölümde bir alan çalışması yapılmıştır. Alan çalışması kapsamında dijital tasarım ve üretim teknolojileriyle gerçekleştirilen projelerle ilgili analizler yer alır. Projelerin seçimi için dijital mimarlık konulu sergilere başvurulmuş ve seçim kriterleri belirlenmiştir. Seçilen on bir proje, tasarım sürecinde kullanılan teknikler ve teknolojiler, konsept, biçim, strüktür, malzeme ve müelliflerin büro profilleri gibi başlıklar altında incelenmiştir. Proje verileri karşılaştırma tablosu olarak isimlendirilen tabloda biraraya getirilen proje verileri tasarım sürecindeki ortak yönelimlerin saptanmasına yardımcı olmuştur. Alan çalışması sonucunda dijital tasarım teknikleriyle ilgili bir sınıflama yapılmış ve tasarım geliştirme sürecinde dijital teknolojilerin kullanımının mekan anlayışına etkileriyle ilgili sonuçlara varılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda tasarım sürecinde kullanılan dijital teknolojilerin sadece yeni temsil araçları olarak görülmemesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Dijital teknolojilerin kullanımı mimari temsil-tasarım-üretim süreçlerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Mimarlıkla ilgili kabul görmüş olan temsil, konsept, biçim, strüktür, bağlam gibi temel kavramlar yeniden sorgulanmakta ve mimar profili bilgi-ustalığına doğru değişim göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** dijital tasarım ve üretim teknolojileri, bilgisayar destekli mimari tasarım, dijital mimarlık, dijital tasarım yöntemleri, mimari temsil



## ABSTRACT

Computers are used as drafting and visualizing devices in architectural design process. Since 1990s' there have been projects that are designed and constructed with digital technologies and these examples support the idea that computers can be used for design development. The objective of the thesis is to define a framework for the uses of digital techniques in design development process. The uses of digital design and manufacturing techniques affect architecture in many ways. The second objective of the thesis is to reveal the affects of digital design technologies on architecture.

The second chapter covers the basic concepts and definitions used in thesis and serves as a glossary; terms such as representation, digital design technologies, parametric design, generative design, artificial intelligence, evolutionary- emergent systems and computer aided manufacturing are defined. The third chapter covers an investigation about design and representation. It covers items such as cognitive processes in design and major changes in representation techniques throughout architectural history. The fourth chapter covers a research about the use of computers in the early design process, and is supported by a field study. The field study is an investigation for identifying different uses of digital design techniques in contemporary architectural practice. International exhibitions have been the basic source for identifying major current examples of digital architecture. Design process of eleven projects participating in these exhibitions are analysed under titles such as; design tools and techniques, concept, form, structure, material and architects' profile . The data collected for each project are gathered in a table as a data base for identifying the different uses of digital technologies in design and pointing out the common trends for spatial understanding.

As a result of the thesis a framework is set for the uses of digital design technologies, its affect on spatial understanding and architecture in general . The research has proved that digital design technologies are not just new tools for architectural representation. Digital technologies have been changing the design process as a whole; representation-design and construction as a continuous process. These changes set the platform to question the basic concepts in architecture such as representation, form and concept relation, structure or context. The architect's profile is getting closer to architect as an information-master.

**Keywords:** digital design and manufacturing technologies, computer aided architectural design, digital architecture, digital design methodology, architectural representation

## 1. GİRİŞ

Günümüz mimarlık ortamında bilgisayar bir temsil aracı olarak kullanılmaktadır, bilgisayarın çizimi hızlandıran ve çizim kalitesine belirli bir standart getiren, üç boyutlu modelleme, animasyon gibi görselleştirme imkanları sunan yardımcı bir araç olarak kullanımı yaygındır. Bilgisayarı yeni bir tasarım ortamı olarak kabul eden bir grup mimar ise bilgisayar teknolojisinin yapısını ve olanaklarını tanımak için disiplinler arası çalışmalar yapmaktadır. Bilgisayarı bir anlamda tasarım ortağı olarak kullanan bu mimarlar, tasarım süreçlerini bilgisayar teknolojileri üzerine kurgulamakta ve teknoloji tabanlı bir tasarım-üretim sürecine geçişin ilk ürünlerini vermektedirler.

Bilgisayar tabanlı teknolojilerle tasarlanan ve üretilen mekanların ilk bakıştaki ortak özelliği farklı biçimlenişleridir; genellikle karmaşık geometrilere sahip, eğrisel ya da geleneksel çizim ortamında geliştirilmesi güç biçimsel kompozisyonlara sahip mekanlardır. Bilgisayar tabanlı tasarım sürecinde, temsillere ve imgeleme dayalı geleneksel tasarım sürecinden farklı olarak, sayısal parametrelere ve algoritmik olarak tanımlanmış ilişkilere dayalı işlemler yürütülür. Böyle bir süreç sonucunda geleneksel temsil teknikleriyle anlatımı ve kurgulanması zor olan biçimlerin üretilmesi mümkündür. Tasarımcılar ürünlerinde bu imkanlardan yararlanarak yaptıkları biçimsel denemelerini dijital üretim teknolojilerinin yardımıyla inşa ortamında gerçekleştirebilmektedirler.

Bu uygulamalar literatürde yeni mimari denemeler olarak yerini alsada bu tip biçimlerin bu derece yaygın ve işlevinden bağımsız olarak kullanılması, tüketim nesnesi haline gelmesi eleştiri konusu olmaktadır. Sadece ürünlere yani tasarlanan ya da uygulanan binalara bakıp eleştirmek yerine bu mekanların tasarım süreçleri incelendiğinde, mimarlıktaki değişimlerin mekan biçimlenişiyle sınırlı olmadığı görülür. Tasarımcıların bir teknoloji aracılığıyla tasarım yapması; tasarım sürecinin tasarımcı- temsil etkileşiminin ötesinde bir dış etkene açılması, tasarımda bilgisayarın bir ortak olarak varlığının kabul edildiğini gösterir. Böyle bir süreci doğru yönlendirmek için bu dış etkeni -bilgisayarı- tanımak ve ardındaki işleyişi anlamak gereklidir. Tasarımda bilgisayarı kullanmak ve onun işleyişini, olanaklarını, sınırlarını kullanarak tasarımın dönüşmesine izin vermek, mekan üzerine yeni bir düşünme modunu gerektirmektedir.

Bilgisayar teknolojilerinin tasarım geliştirme amaçlı kullanımı üzerine -özellikle son on yıldır- kuramsal ve deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım alanında yapay zeka, parametrik tasarım, türetici tasarım, biçim grameri gibi alt inceleme alanları

oluşmuştur. Yapılan akademik çalışmalardan elde edilen bilgiler üniversite-sanayi işbirliği sonucunda mimarlık pratiğine yansımaktadır. Mimari bürolar, bilgisayar programcısı, matematikçi, strüktür tasarımcısı gibi farklı disiplinlerden uzmanlarla birlikte çalışarak, parametrik tasarım, uzman sistemler gibi teknolojilere dayalı ve her proje için yeniden kurgulanan tasarım yöntemleri geliştirmektedirler.

Mimari tasarım ve uygulama sürecine, bilgisayar destekli üretim teknolojisinin katılmasıyla *dosyadan fabrikaya* olarak adlandırılan bir tasarım-üretim süreci kullanılmaya başlamıştır. Dijital ortamda geliştirilen tasarımın üç boyutlu maketi hızlı prototipleme teknikleriyle çıktı olarak alınabilmekte, dijital ortamdaki tasarım bilgileri direkt olarak fabrikaya aktarılmakta ve aktarılan bilgi CAD/CAM teknolojisiyle üretimi yönlendirmektedir: Yapı malzemeleri gelen dijital veriye uygun biçimde kesilir, işlenir ve yerinde montajı yapılır. Bu gibi teknolojik olanaklar mimarlara yeni bir tasarım-üretim sistemine geçişin işaretlerini vermektedir.

Animasyon, parametrik tasarım ve CAD/CAM gibi dijital teknolojilere dayalı tasarım yöntemleriyle tasarım yapan mimarlar, mekanla ilgili yeni söylemler geliştirmektedirler. Yeni bir medya aracılığıyla ve yeni bir tasarım-üretim ilişkisi içinde tasarım yapmanın mekan anlayışında ne gibi değişimlere neden olabileceğini anlamak için, geleneksel tasarım sürecinin temsile dayalı doğası incelenmeli ve bilgisayar tabanlı tasarım süreçleriyle karşılaştırılmalıdır.

Geleneksel mimari tasarım sürecinde temsiller, tasarım sürecinin önemli bir parçasıdır; tasarımcının, tasarım probleminden yola çıkarak çizdiği her çizgi, zihnindeki karmaşık düşüncelerin somutlaşmasını, problemin değerlendirilebilecek hale gelmesini sağlar. Tasarımla ilgili düşünceler temsiller aracılığıyla ifade edildikten sonra kullanılan temsil tekniğinin doğasına uygun olarak gelişmeye başlar; çalışma maketleriyle kütle etütleri, plan çizimleriyle mekanların yatay düzlemde yan yana gelişleri, bağlantıları, kesitlerle mekan içinde alt-üst, iç-dış ilişkiler kurulur. Temsiller aracılığıyla yapılan değişikliklerle ilgili değerlendirmeler yapılır ve en uygun çözüme doğru yönelilir. Temsiller bu süreç içinde tasarımcının vazgeçilmez yardımcısıdır. Geleneksel tasarım sürecinde temsil araçlarının olanakları, sınırları ve kullanılış yöntemleri, tasarımla ilgili kararları yönlendirir. Mimari tasarım, düşünceyle temsiller arasında gidip gelen, etkileşimli bir düşünme şeklidir. Farklı temsil teknik ve araçları mekanla ilgili farklı görme ve kavrama biçimleri sunarlar.

Mimarlık tarihi boyunca temsil tekniklerinde değişimlerin yaşandığı dönemlerde mekanı kavrayışta ya da mekan anlayışında değişimler yaşanmıştır. Birçok mimarlık tarihçisi taş kesimi iim geliştirilen stereometri tekniğini, 15. yüzyılda Rönesans’la birlikte perspektifi, 18.yy.da taşarı geometriyi ve 20.yy.ın başlarında aksonometriyi temsildeki eşik dönemler olarak tarif eder. Bilgisayar teknolojisinin temsil ve taşarım için sunduğu imkanlar mimarlıkta temsil-taşarım-mekan anlayışı ilişkisinde yeni bir eşik döneme gelindiğinin sinyallerini vermektedir. Bilgisayar tabanlı temsil ve taşarım teknolojilerinin mekan anlayışını nasıl etkileyeceğini bugünden söylemek zordur, nkn bu teknolojilerin taşarım sürecinde kullanılması çok yeni ve tartışmalı bir alandır. Bu belirsizliğe rağmen bilgisayar tabanlı taşarım teknolojileriyle çalışan ve mekansal araştırmalar yapan mimarların mekanla ilgili yaklaşımları ve taşarım süreçleri incelenebilir. Bu alandaki söylem ve ürünlerin mimarlıkta yeni bir –izm mi yoksa mimarlık bilgisi açısından paradigmatik bir eşik mi olduğunu ancak zaman gösterebilir.

Dijital teknolojilerin taşarım sürecinde ne şekilde kullanıldığının incelenmesi için tez kapsamında mimari pratikteki uygulamalar incelenmiştir. Bu inceleme sırasında bilgisayar tabanlı tekniklerle taşarım ve üretim yapan mimari büroların projelerinin uluslararası bir sergiler zincirine konu olduğu saptanmıştır. 1997’de Transarchitectures, 1999’da Archilab, 2001’de Digital-real, 2003’de Latent Utopias ve son olarak 2004 Non Standards sergileri tez için önemli inceleme kaynakları olmuşlardır. Bu sergiler aracılığıyla belirlenen mimari büroların, taşarım yöntemleri, konseptleri, araçları, bilgisayar teknolojilerini nasıl kullandıkları bir alan çalışması kapsamında incelenmiştir. Bahsedilen sergiler zincirinde yer alan mimari büroların ve projelerinin seçiminde bazı kriterler belirlenmiştir:

- Seçilen projelerde taşarım teknolojilerinin sadece mimari stil yaratmak için değil mekansal araştırmalar için kullanılıyor olması.
- Taşarım ve üretim teknolojilerinin nasıl kullanıldığıyla ilgili bir ereve çizebilmek için birbirinden farklı ölçeklerde; (kentsel ölçekten dekoratif eleman leğine uzanan bir skalada) , farklı teknolojilerle (parametrik taşarım, yapay zeka, animasyon vb.) taşarlanmış projelerin seçilmesi.
- Seçilecek mimari büroların taşarım süreçleri ve projeleriyle ilgili bilgiye tek bir kaynaktan değil birçok kaynaktan ulaşabilme. Mümkünse bürolarla doğrudan iletişim kurma.

- Sergilere en yoğun katılım Amerika ve Avrupa'dandır. Ama gene de farklı kültürlerin yaklaşımlarında değişiklikler olup olmayacağını saptamak için farklı ülkelerden mimarların seçilmesi.

Alan çalışması kapsamında, bahsedilen kriterlere uygun olan projeler ve mimarların yaklaşımları belirlenen ortak başlıklara göre incelenmiş, elde edilen veriler biraya getirilerek birbiriyle karşılaştırılmış; proje sürecinde kullanılan dijital tasarım teknolojileriyle ilgili bir çerçeve oluşturması ve dijital teknolojilerin mimarlığa etkileriyle ilgili sonuçlara varılması hedeflenmiştir.

Günümüzde, bilgisayarın sunduğu imkanlarla donanabilen insanlar için (sadece ekonomik yönden gelişmiş ülkelerde) , ev-ofis, e-devlet, uzaktan eğitim gibi yeni yaşam modelleri ve bunlara uygun yeni çevreler üretilmektedir. Bilgisayar; verilerin kaydı, depolanması, işlenmesi, iletilmesi gibi birçok işlemi yerine getirebildiğinden yaşamın her alanına girmiş ve bankacılık, müzecilik gibi birçok mesleki alanda değişiklikler yapmıştır. Dijital teknolojiler, pragmatik etkilerinin yanı sıra birçok bilim dalının bilgi tabanında değişimlere neden olmaktadır. Matematik, genetik, fizik gibi birçok dalda yeni araştırmalar yapılmakta ve epistemolojik değişimler yaşanmaktadır. Böyle bir ortamda mimarlığın bu sosyo -kültürel ve epistemolojik değişimin dışında kalması düşünülemez.

### **1.1 Araştırmanın Amacı**

Geleneksel tasarım süreci, görsel düşünceye dayalı, tasarım düşüncesinin temsil ortamında çizim, maket gibi tekniklerle geliştirildiği ve biçimlendiği bir süreçtir; bu süreçte temsiller tasarım düşüncesinin gelişiminde belirleyicidirler. Temsiller, tasarım sürecindeki belirleyiciliklerinin yanı sıra mekana bir gözlük aracılığıyla bakmayı sağlayan ve mekanla ilgili yaklaşımları, tasavvuru etkileyen arayüzlerdir. Mimarlık tarihi boyunca temsil tekniklerinde yaşanan değişimler mekana farklı gözlerle bakmayı sağlamış ve mekan anlayışını etkilemiştir.

Bilgisayarın tasarım sürecine entegre olmasıyla yeni temsil-tasarım ve üretim imkanları doğmuştur. Araştırmadaki üst hedef, tasarım ortamının ve temsil tekniklerinin değiştiği bu eşik dönemde, mekan anlayışında yaşanan değişimlerle ilgili ipuçlarına ulaşmaktır. Bu üst hedef doğrultusunda araştırmanın amacı, bilgisayarın tasarım geliştirme aşamasında ne şekillerde kullanıldığıyla ilgili bir çerçeve çizmektir. Dijital teknolojilerin tasarım amaçlı kullanımlarıyla ilgili bilgi sahibi olmak, bu süreçlerin geleneksel tasarım sürecinden farklı

yanlarının ortaya çıkmasını sağlayacak; yeni bir tasarım ortamı olarak bilgisayarın sunduğu yeni görme ve kavrama biçimlerine ışık tutacaktır.

## 1.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma kapsamında ağırlıklı olarak incelenen konu dijital tasarım teknolojileridir. Mimari tasarım sürecinde tasarım geliştirme amacıyla kullanılan dijital teknolojiler, öncelikle temel tanımlarıyla ve kavram düzeyinde incelenmekte, daha sonra bir alan çalışması kapsamında proje örnekleriyle birlikte ele alınmaktadır.

Tezdeki üst hedef doğrultusunda tasarım sürecindeki bilişsel yapı ve tasarım-temsil ilişkisi bir ön araştırma alanı olarak incelenmektedir. Bu inceleme alanı kapsamında temsil kavramı, temsil tekniklerinin gelişimdeki eşik dönemler, bu eşik dönemlerde mekana yaklaşımdaki değişimler ve tasarım sürecinde temsilin rolü incelenmektedir. Bu ön araştırma geleneksel tasarım sürecinin dijital tasarım süreçleriyle karşılaştırılabilmesi için gerekli olan altyapıyı hazırlamaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım, mimarlık ve bilgisayar bilimlerinin arakesitindeki tüm alanları kapsayan geniş bir araştırma alanıdır. Tez kapsamında bilgisayar destekli tasarım alanı altında bilgisayar destekli tasarımın kısa tarihçesi , dijital tasarım teknolojilerinin sınıflanarak incelenmesi ve bu teknolojilerin mimari pratikteki kullanımlarının örnek projeler aracılığıyla analiz edildiği bir alan çalışması yer almaktadır. Alan çalışması kapsamında yer alacak projelerin seçimi için, dijital mimarlık konulu uluslararası sergiler incelenmiştir. Tez kapsamında 1998 Transarchitectures, 1999 Archilab, 2001 Digital-real, 2003 Latent Utopias ve 2004 Non standards sergileri incenmiş ve bu sergilerde yer alan projeler arasından seçim yapabilmek için kriterler belirlenmiştir.

Alan çalışması kapsamında, seçilen 11 projenin tasarım ve uygulama süreci ayrı ayrı incelenmiş daha sonra tüm projelerin verileri bir tabloda bir araya getirilmiştir (Ek 1) . Proje verileri karşılaştırma tablosunda projeler, proje konusu, tasarım süreci/dijital tasarım teknolojileri, tasarım ürününün özellikleri ve büro profilleri olmak üzere dört grup altında incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda dijital tasarım teknolojilerinin tasarım geliştirme amaçlı kullanımlarıyla ilgili bir çerçeve oluşturulmuş ve bu süreçlerde mekanla ilgili ortak yönelimler ve eğilimler belirlenmiştir.

### 1.3 Araştırmanın Yöntemi

Araştırma sürecinde:

- Araştırmanın hangi kavramlar üzerine kurulacağını belirlenmesi. Bu kavramların araştırma boyunca ne şekilde ele alınacağını belirlenmesi. Araştırmanın kavram haritasının oluşturulması,
- Mimarlıkta temsil konusunun tasarım-temsil-üretim sürecindeki değişimi gösterebilmek amacıyla incelenmesi. Temsil tarihi açısından bakıldığında düşünce-temsil ilişkisindeki değişimlerin mekan anlayışına yansıdığı eşik dönemlerin saptanması,
- Üniversitelerde yapılan kuramsal çalışmalar ve konuyla ilgili bildirilerin incelenmesiyle bilgisayarın tasarım amaçlı olarak kullanımları üzerine bilgilenme,
- Mimarlık pratiğinde bilgisayarın tasarım amaçlı olarak ne şekillerde kullanıldığının incelenmesi,
- Mimarların bilgisayar tabanlı tasarım süreçlerinin ve ürünlerinin sergilendiği bir sergiler dizisinin saptanması. Bu sergilerin orijinal kataloglarından ve web sitelerinden incelenmesi,
- Bu sergilere katılımı olan büroların tasarım süreçlerinin ve ürünlerinin monografilerinden, çeşitli yayınlardan ve web sitelerinden incelenmesi, bürolarla e-posta aracılığıyla direkt temasa geçme,
- Birçok mimari büro ve proje içinden seçim yapabilmek için kriterlerin belirlenmesi,
- Projelerin seçimi ve belirlenen başlıklar açısından incelenmesi
- Proje incelemelerinden elde edilen verilerin organize edilmesi ve tablo haline getirilmesi,
- Proje verileri karşılaştırma tablosundan sonuçlar çıkarabilmek için üretken okuma süreci; tablo haline getirilen verilerin birbirleriyle karşılaştırılması, ilişkilendirilmesi ve yorumlanması,
- Sonuçların değerlendirilmesi yoluna gidilmiştir.

## 2. TEZDE KULLANILAN TEMEL TERİM VE KAVRAMLAR

Bu bölümde tezde kullanılan temel kavramların tez kapsamında nasıl ele alındığı açıklanmaktadır. Bu çalışma, iki temel konu üzerine kuruludur: Mimarlıkta temsil ve dijital tasarım teknolojileri. Bu konular içinde yer alan tanım ve alt kavramlarla ilgili olarak ortak bir dil oluşturabilmek için bu terim ve kavramların tezde nasıl kullanıldıkları başlangıçta tanımlanmalıdır. İleriki bölümlerde birer konu başlığına dönüşen ve detaylı olarak incelenen bu kavramlarla ilgili olarak bu bölümde, tanımlar verilmekte, literatürdeki farklı kullanımları tartışılmakta ve tez strüktürü içinde nasıl kullanıldıkları ön bilgisi verilmektedir.

Bir nesne ya da olgu için kavram oluşturulabilmesi, o nesne ya da olgunun tanımı, özellikleri, örnekleri ve farklı kullanımları üzerine düşünmeyi gerektirir. Kavram tüm bunları kapsayan ama örneklerinin hiçbirine indirgenemeyecek olan zihinsel modeldir. Örneğin mimari temsil kavramından bahsederken sadece mimari çizim akla geliyorsa kavram kısıtlı kalmıştır; temsil kelimesinin diğer alanlarda örneğin tiyatrodan, ya da birini temsil etme anlamındaki farklı kullanımları, tanımı, çeşitli örnekleri (maket, hologram, animasyon vb.) bir arada düşünüldüğünde temsil kavramının oluşmaya başladığından söz edilebilir. Bir şey kavram haline getirilirken o şeyin tanımı, en genel kullanımları, örnekleri, çağrışımları ve ilk anda akla gelmeyen en sınır kullanımlarını kapsayan bir düşünce halkası oluşturulur. Bu halka ne kadar genişse kavram o kadar zengindir. Wilson (1997) bir şeyin kavramından söz ederken, tek tek insanlarda bulunan ve o şeyle ilgili olan farklı kavramların tümüne ve bu kavramların birbiriyle örtüşme derecesine gönderme yaptığımızı belirtir. Aynı kavram, farklı meslek grupları ya da disiplinler tarafından farklı açılardan ele alınıp farklı biçimlerde açıklanabilir.

Tezdeki argüman, tasarımın gerçekleştiği ortamın ve tasarıma yardımcı olan temsil tekniklerinin, tasarım sürecinde belirleyici rol oynadığı; mekanla ilgili görme biçimleri sunarak mekanla ilgili kavrayışları etkilediği ön kabulüne dayanır. Mimarlık tarihi boyunca mekan anlayışıyla ilgili değişimlerin yaşandığı eşik dönemlerde mimari temsil tekniklerinin kullanımında değişimler yaşandığı, ya da yeni temsil tekniklerinin keşfedildiği dönemlerde mekan anlayışında değişimler olduğu saptanmıştır. Temsil teknikleri ve tasarım yöntemleri açısından yeni bir ortam ve imkanlar sunan bilgisayar ortamının bu konuda yeni bir eşik dönem oluşturacağı söylenebilir. Bilgisayar ortamında tasarım sürecine geçişte mekan anlayışında ne gibi değişimlerin yaşanacağını saptamak için yeterli süre geçmemişse de mekanla ilgili ortak yaklaşımlar saptanabilmektedir. Tez kapsamında somut saptamaların yapılabildiği alan, bilgisayar teknolojilerinin tasarım sürecinde nasıl kullanıldığı, tezdeki



tanımıyla dijital tasarım teknolojileridir. Tezde kullanılan temel kavramlarla ilgili yapılan inceleme bu bakış açısına ve tezdeki strüktüre göre düzenlenmiştir.

## 2.1 Temsil Kavramı ve Mimari Temsil

Temsilin kelime anlamı, belirgin özellikleri ile yansıtma, sembolü olma, simgelemedir [1]. Temsilin tezdeki kullanımı tiyatrodaki sergilenen oyun, ya da bir grubun bir kişi tarafından temsil edilmesi gibi yan anlamlarla ilişkili değildir. Ancak temsil kelimesinin tartışılmasında bu yan anlamların faydası olacaktır. Yan anlamlarında temsil, mevcut bir nesnenin, grubun ya da düşüncenin sembolüdür; oysa tasarım sürecinde temsilin zihinde oluşmuş bir tasarım düşüncesini ifade etmesi gerekmez; tasarım düşüncesi temsiller aracılığıyla kurulur ve geliştirilir.

Mimari tasarım sürecinin çeşitli aşamalarında, düşüncenin ortaya konulabilmesi ve geliştirilebilmesi için kullanılan çizim, yazı, maket, bilgisayar ortamında modelleme, animasyon gibi tekniklerin tümü mimarlık literatüründe ‘temsil teknikleri’ olarak ele alınmaktadır. Mimari temsil tekniklerini ‘proje sunum tekniklerine’ indirgeyen yaklaşımlar vardır. Tasarımcı temsiller üretirken düşüncelerini başka bir ortama aktarır ama tasarım burada bitmez, temsillerden edinilen izlenimler ve imgelem düşünceye geri döner. Mimari tasarım temsillerle etkileşimli bir düşünme şeklidir ve temsil tasarımında etkin rol oynar. Bu anlamda ele alındığında, temsil ortamı sadece var olan düşüncenin aktarıldığı değil, düşüncenin oluştuğu platformdur. Bu açıdan bakıldığında temsili bir şeyin sembolü, başka bir biçimde gösterimi gibi ele almak onu daha pasif bir rolde göstermektedir. Geleneksel tasarım süreçlerinde ‘temsil’ kavramı bu anlamda daha zengin bir zihinsel modele karşılık gelmelidir.

İngilizce’de ‘representation’ kelimesi mimari literatürde genellikle ‘temsil’ olarak çevrilmiştir. ‘mimari temsil’ yerine, ‘gösterim’, ‘yeniden-sunum’, ‘anlatım’ ve ‘ifade’ kelimelerinin kullanıldığı örneklere rastlanmıştır.

‘**Gösterim**’ in kelime anlamı görüntülerin gösterici yardımıyla bir yüzeye yansıtılması işi, projeksiyondur. İkinci anlamı sinema, tiyatro gösterileriyle ilgilidir [1]. Tezdeki yaklaşımda ‘temsil’ var olan düşünceyi yansıtma anlamında kullanılmadığı için bu kavram tercih edilmemiştir.

‘**Anlatım**’, bir duyguyu, bir düşünceyi, bir konuyu söz veya yazı ile bildirme olarak tanımlanmıştır ve daha çok söz ve yazıyla ilgili çağrışımları vardır [1].

**‘İfade’**, Anlatım; deyiş; bir duyguyu yüz aracılığıyla anlatan belirtilerin bütünü olarak tanımlanmış ve çağrışımlarının konuya uygun olmadığı düşünülmektedir [1].

**‘Yeniden-sunum’** Türkçe’ ye henüz yaygın olarak girmediği için kullanılmamıştır.

Mimari literatürde ve araştırma yayınlarında yaygın olarak kullanıldığı için kabul edilen ‘temsil’ kavramının tanımı, örnekleri, özellikleri incelenmiştir. Temsil kavramının mimari tasarım süreci açısından ne şekillerde tanımlandığı, nasıl ele alındığı belirlenmiştir. Tezdeki bakış açısına göre temsil kavramı, tasarım sürecinde düşünceyle karar arasındaki arayüzdür. Düşünceyi sadece yansıtmaz, düşünceyi kurar. Tasarım temsil ilişkisinin incelendiği 3. bölümde bu yaklaşımla ilgili kavram ve kuramlara değinilmektedir. Geleneksel tasarım ortamında temsilin tasarımdaki belirleyiciliği ‘temsil’ kavramının düşünsel halkasını genişletmektedir.

Bilgisayar ortamında tasarım süreçlerine geçişle temsil-tasarım-üretim ilişkisinde yeni bir eşik döneme gelinmiştir. Bilgisayarın yeni bir tasarım ortamı olarak kullanılmaya başlamasından sonra ‘temsil’ kavramın karşılığındaki zihinsel modelde değişimler olmalıdır.

Bilgisayar ortamında tasarım süreçlerinde ‘temsil’ kavramı, animasyon, üç boyutlu modelleme gibi yeni örnekleri, tasarım sürecine farklı şekillerde katılımı açısından incelendiğinde ya yerine yeni bir kavramın doğmasını ya da mevcut ‘temsil’ kavramının sınırlarının yeniden tanımlanmasını gerektirmektedir. Ruby, bu değişimi Wittgenstein’in dille ilgili kuramlarından yola çıkarak açıklamaktadır: Temsili dil kuramlarına karşıt olarak Wittgenstein ‘anlamın’ dilde mevcut olan bir öz olmadığını daha çok dilin nasıl kullanıldığıyla ilgili, performansa dayalı bir sonuç olduğunu savunur (Schmal, 2001). Bu yaklaşıma göre mimarlıkta geleneksel anlamda sembol ya da ifade tekniği olarak ele alınan ‘temsil’ kavramı yerine, çeşitli kullanımlarına göre farklı anlamlara gelebilen, düşünceyi kuran, tasarımda aktif rol oynayan bir temsil kavramından bahsedilebilir. Geleneksel tasarım-temsil-üretim sürecinde temsilin belirleyiciliği, bilgisayar ortamında tasarım süreçlerine geçişte yerini tasarım teknolojilerine bırakır; bir anlamda temsillerin nasıl kullanıldığı daha önemli hale gelmektedir.

## **2.2 Tasarım Teknolojileri Kavramı ve Dijital Tasarım Teknolojileri**

Tasarım teknolojileri kavramı, mimarlıkta, tasarım geliştirme amacıyla kullanılan bilgisayar tabanlı teknolojileri kapsar; tasarımın bir teknoloji aracılığıyla yapıldığını vurgular. ‘Tasarım teknolojileri’ kavramı içinde ‘tasarım yöntemleri’ önemli bir alt başlıktır. Tasarım

teknolojilerinin tanımlanması ve sınıflandırılması için, mimarların bilgisayar tasarım için nasıl kullandıklarının ve tasarım yöntemlerinin incelenmesi gerekir.

Tasarım süreçlerini bilgisayarın olanakları üzerine kurgulayan mimarların, sabit bir tasarım yöntemi olduğundan bahsedilemez, tersine her projede problemin gerektirdiği yaklaşıma uygun olan teknolojilerle çalışılır; bir anlamda tasarım süreci tasarlanır. Geleneksel temsil tekniklerinin yardımcı araçlar olarak kullanımı devam etmekte bunun yanı sıra bilgisayarın sayısal ve algoritmik yapısı tasarım stratejilerinin oluşturulmasında, mekanın biçimlenmesinde, genel olarak tasarıma yaklaşımda yeni olasılıklar sunmakta; mekansal araştırmaları desteklemektedir.

Literatürde tasarım teknolojileri kavramı yerine dijital tasarım, dijital mimarlık, bilgisayar ortamında tasarım, bilgisayar ortamında mimarlık gibi terimler kullanılmaktadır. Dijital tasarım ya da dijital mimarlık terimlerindeki 'dijital' kelimesinin Türkçe karşılığı 'sayısal' dır. Ancak terimlerin bu şekilde kullanımı yaygın değildir. Bilgisayar ortamında tasarım ya da bilgisayar destekli tasarım terimleri ise mimarlık ve bilgisayar bilimleri arakesitindeki tüm inceleme alanlarını kapsar. Tez kapsamında odaklanılan alan tasarım sürecinin erken aşamalarında kullanılan ve tasarımı yönlendiren bilgisayar tabanlı teknolojilerdir. Dijital tasarım teknolojileri kavramı bu teknolojileri ve onların çeşitli kullanımlarını kapsar.

Türkçe literatürde, bilgisayar destekli tasarım kapsamında uzman sistemler, biçim gramerleri gibi alt alanlarda yapılan araştırmalara ve dilbilimi, biliş bilimi gibi bilgisayar destekli tasarıma model oluşturan paradigmaların sınıflamalarının yapıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Ancak tasarım teknolojilerini sınıflayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. İngilizce literatürde özellikle 2000'li yıllardan başlayarak bu teknolojileri inceleyen kaynaklar mevcuttur ancak kapsamı genellikle teknoloji tanıtımı ya da teknoloji geliştirme amaçlı yapılan çalışmaları içerir ya da sınıflamaları farklı şekildedir; temsillerle tasarımdan, dijital tasarım teknolojileriyle tasarıma geçişte değişen mekan anlayışı üzerine yapılan inceleme, tezin özgün kurgusunu oluşturur.

Tezde kullanılan temel terim ve kavramların kısa tanımlamasının yapıldığı bu bölümde dijital tasarım teknolojileriyle ilgili bir sınıflama yapılmaktadır; bu sınıflamada yer alan kavramlar, yardımcı terimleriyle birlikte açıklanacaktır. Dijital tasarım teknolojileri, alan çalışması kapsamında, proje örnekleriyle birlikte daha detaylı olarak incelenecektir.

**Dijital Tasarım Teknolojileri Kavramı ve İlgili Alt kavramlar:****-PARAMETRİK TASARIM**

PARAMETRİK GEOMETRİ/ PARAMETRİK MODELLEME

**-TÜRETİCİ TASARIM (Generative Design)**

BİÇİM GRAMERLERİ

**-YAPAY ZEKA**

UZMAN SİSTEMLER/ VERİ TABANI

DURUM BAZLI TASARIM SİSTEMLERİ (Case Based Design and Reasoning/CBD-CBR)

**-EVRİMSEL SİSTEMLER (Evolutionary Systems)**

GENETİK ALGORİTMA

KENDİLİĞİNDEN OLUŞAN/ KENDİSİNİ ORGANİZE OLAN SİSTEMLER (Emergent /  
Self organising systems)**-ANİMASYONLA TASARIM****-DİYAGRAMA DAYALI TASARIM**

DATA EŞLEME VE HARİTALAMA (Mapping)

**-PERFORMANSA DAYALI TASARIM**

TEPKİ VEREN SİSTEMLER (Reactive Architecture)

**-BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ (CAM)**

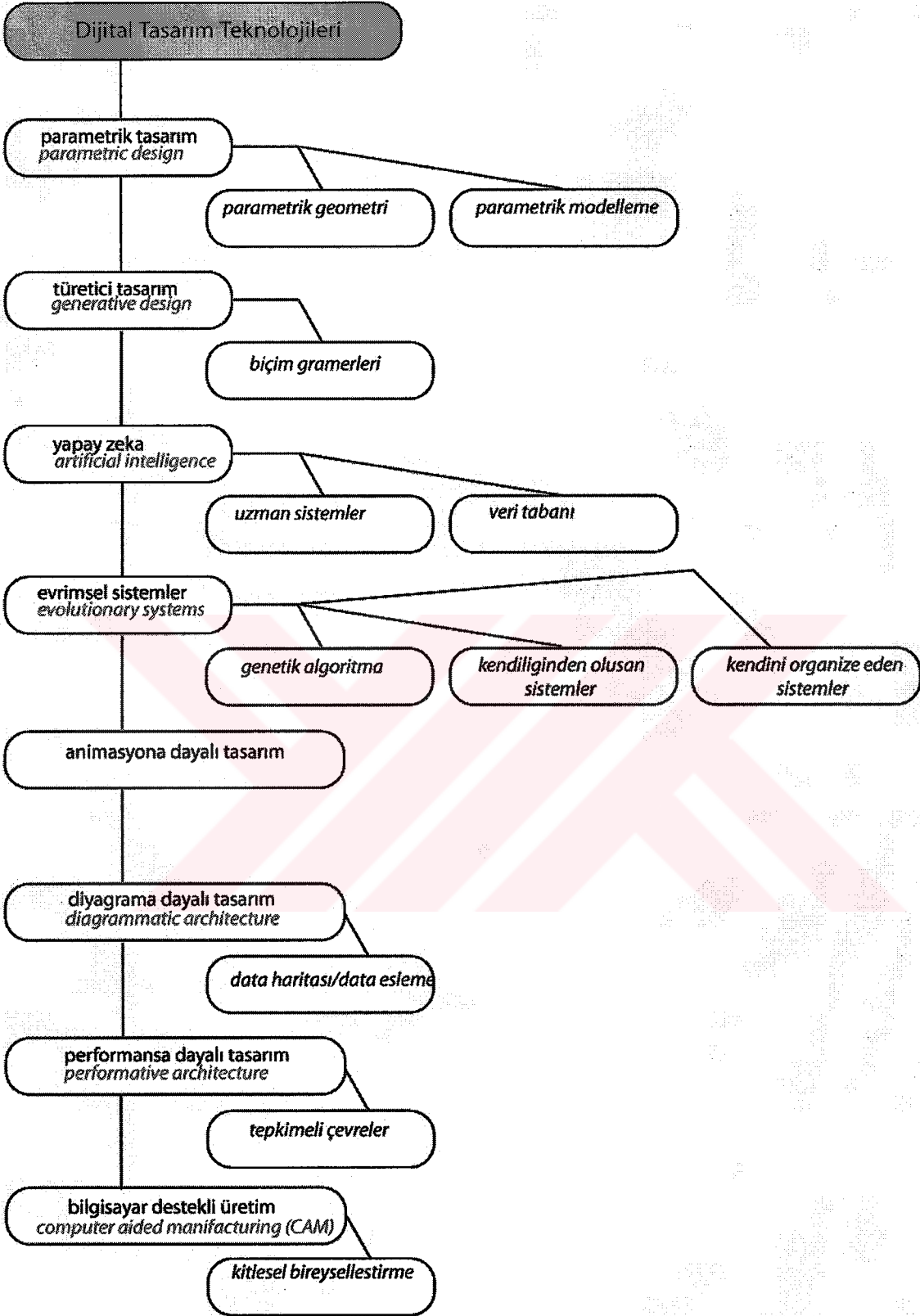
KESME TEKNOLOJİLERİ/ CNC

ÇIKARMAYA DAYALI SİSTEMLER

EKLEMeye DAYALI SİSTEMLER ( Hızlı Prototipleme/ Rapid Prototyping)

BİÇİMLEMeye DAYALI SİSTEMLER (Formative techniques)

KİTLESEL BİREYSELLEŞTİRME (Mass Customization)



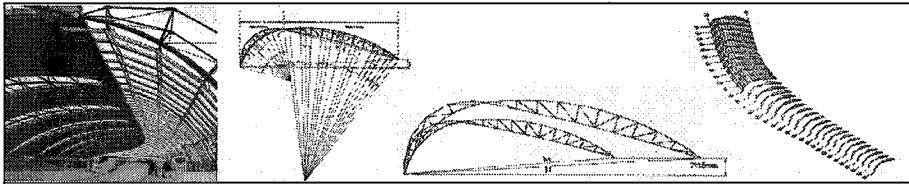
Şekil 2.1 Dijital tasarım teknolojileri ve ilgili alt terimler için oluşturulan kavram haritası

### 2.2.1 Parametrik Tasarım; Parametrik Modelleme; Parametrik Geometri

Türk Dil Kurumu sözlüğü'nde parametre, cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik olarak tanımlanmaktadır [1]. Bilgisayar biliminde parametre, bir dizi komutun, sisteme girilen çeşitli veriler üzerinde işlem yapmasıyla ilgili bir terimdir [2]. Örneğin bir a nesnesine uygulanması için sıralanan üç komut, a yerine girilen değerler için aynı işlem sırasını uygular. Bu sistemde a parametre, a yerine girilen değerler aktüel parametrelerdir.

Parametrik tasarım, tasarımın belirlenen parametreler üzerine kurulmasıyla ilgilidir. Mimari tasarım sürecinde parametrik tasarımın kullanıldığı örneklerde, rüzgar şiddeti, deniz tuzluluk oranı, su miktarı, insan akışındaki yoğunluk gibi çevresel veriler tasarım sürecinde parametreler olarak tanımlanmaktadır. Bilgisayar ortamında kurgulanan sistemde, parametrelere girilen farklı değerler sonucu oluşan değişim, tasarım aşamasında form üretimi için ya da fiziksel mekanda ışık-ses-biçim değişimleri için kullanılır. Parametrik tasarım detay çözümleri ve strüktür tasarımı için de kullanılmaktadır. Tek bir prensip formül oluşturulur; ölçü, açı, kalınlık değişimlerinin gerektiği yerlerde, parametrelerin değerleri değiştirilir ve tek bir prensip detay çözümüne dayalı çeşitli çözümler oluşturulabilir.

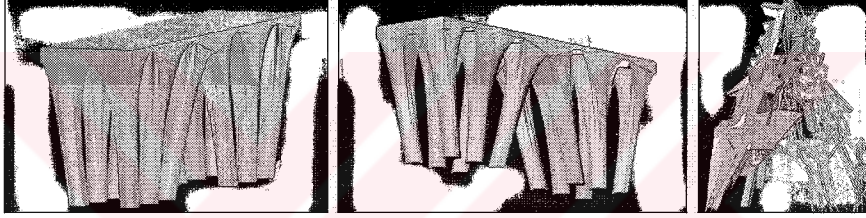
Nicholas Grimshaw ve Ortakları tarafından 1993'te inşa edilen Waterloo Tren İstasyonu'ndaki geniş çatı örtüsü parametrik tasarım teknolojileri ile tasarlanmıştır. Karmaşık bir strüktürel yapıya sahip olan eğrisel çatının, ölçüsü ve biçimi birbirinden farklı olan strüktürel elemanlarının tek tek tasarlanması yerine, tek bir makasın parametrik modeli yapılmış ve bu modelden türeyecek diğer makaslar için tasarım kuralları belirlenmiştir (Szalabaj, 2001). Parametrik tasarımda parametrelerin belirlenmesi tasarımı yönlendirir ve kurulan parametrik modelin aynı biçimsel aileye ait olan diğer olasılıkları parametrelere girilen farklı değerlerle elde edilir. Waterloo Terminali'nde 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.



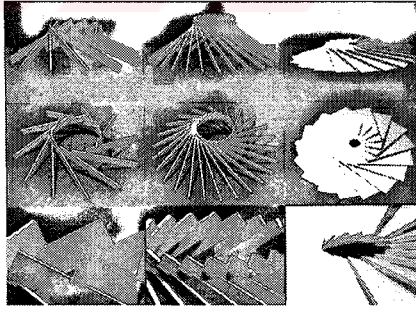
Şekil 2.2 Waterloo Terminali ve her biri farklı ölçüdeki 36 adet yay benzeri strüktür için kurulan parametrik sistem (Kolorevic, 2003)

**Parametrik modelleme**, parameterelere dayalı bir modelleme yöntemidir, parametrik modellemede tasarımı geometrik olarak sınırlayan kuralların belirlenmesi gerekir (Schmal, 2001).

1979'dan beri Gaudi'nin Barselona'daki Sagrada Familia kilisesinin tamamlanması çalışmalarında danışman mimar olarak çalışan Burry, Gaudi'nin tekrarlara dayanmayan, zengin mimari dilini çözümlmek için parametrik modelleme tekniklerini kullanmıştır. Burry (Burry,1999) parametrik tasarımda tasarlananın biçim değil, biçimi düzenleyen parametreler olduğunu vurgular. Parametrik olarak oluşturulmuş bir modelin parametreleri belirlendikten sonra değerleri değiştirildiğinde biçimin tamamında değişiklikler otomatik olarak güncellenir ve bu işlemin grafiksel sonucu ekranda oluşur. Sagrada Famillia Kilisesinin üç kemerli kolonları parametrik modelleme ile bir kez oluşturulduktan sonra, parametre değerleri değiştirilerek birçok türevi elde edilebilmiş ve istenilen sonuca kısa sürede ulaşılabilmektedir.



Şekil 2.3 Gaudi'nin Sagrada Famillia Kilisesinin tamamlanması çalışmaları; kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi (Perella, 2003) (Kolorevic, 2003)



Şekil 2.4 Strüktürel bir sistemin parametrik modellenmesi; birimlerin sayısı, eğimi ve yüksekliğiyle ilgili parametreler değiştirildikçe oluşan alternatifler (Perella, 2003)

Parametrik tasarım ve modelleme programları mühendislik, endüstriyel tasarım ve ulaşım endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu disiplinlerde sonuç ürünün birbiriyle ilişkili alt parçalara ayrılması ve bir sistemin kurulması mümkündür. Monedero, (Monedero, 1997) parametrik tasarımın gelişimi ve sınırlarını incelediği çalışmasında, mimarların tasarımlarının ön çalışmalarında daha çok sezgisel yöntemlerle ilerlediğinden ve böyle bir sistemin

kurulmasının mimarlar için daha güç olduğundan ve yaygınlaşmadığı için hala pahalı bir sistem olduğundan bahsetmektedir.

Tüm bu engellere rağmen disiplinler arası çalışmalar yaparak parametrik tasarım yöntemlerini kullanan mimarların yaptıkları uygulamalar öncü çalışmalar olarak literatürde yerini almakta ve bilgisayar firmaları parametrik işlemlere cevap verebilmek için yeni ürünler geliştirmektedirler.

**Parametrik Geometri-** Monedero, (1997) parametrik tasarım yerine ilişki modelleme (associative modelling), varyasyonlara dayalı tasarım ve sınırlamalara dayalı tasarım kavramlarının da kullanıldığından bahseder. Tekin [3] modern geometrik kavramlar başlığı altında yaptığı bibliyografya derlemesinde birçok farklı kaynaktan bahsedilen Euclid dışı geometrilerin gelişimindeki eşikleri net olarak ortaya koyar. Bu derlemede modern geometrik kavramlar derken kastedilen yalnızca geometri bilgisindeki gelişim değil matematiksel yöntemlere dayalı tasarım yöntemlerinin kullanılmasının, mimari biçim ve mekan organizasyonu ile ilgili düşüncelere etkisi vurgulanmaktadır.

*Euclid*'in M.Ö. 300'de nokta, çizgi ve temel biçimlerle ilgili olarak belirlediği açı, ölçü, alan, uzunluk, oran ilişkileri ve tasarı geometrinin keşfiyle katı objelerin düzlem üzerindeki izdüşümlerinin hesaplanabilmesi, yüzyıllardır, mimarların mekan biçim ve organizasyonlarıyla ilgili temel kaynaklar olmuşlardır. Descartes'ın evrendeki her şeyin konumunun birbirine dik kesişen üçlü doğrultuya göre tanımlanabileceği önermesi günümüzde tüm çizim ve modelleme programlarında kullanılan üçlü koordinat sisteminin temelini oluşturur. Uzay birbirine dik düzlemleri oluşturacak şekilde konumlanan birbirine paralel ışıklardan oluşan bir ızgara sistemiyle tanımlanmaktadır. Objeleri ızgara ya da kafes sistemde x,y,z koordinatlarıyla tarifleme, geometri bilgisinin gelişiminde başka bir önemli eşiktir.

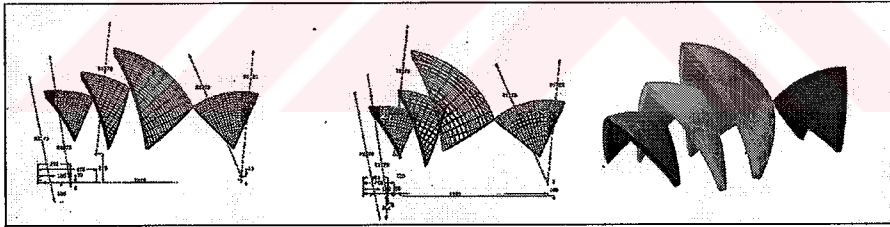
1970'li yıllarda Mandebrot'un evrendeki her şeyin Euclid geometrisiyle açıklanamayacağıyla ilgili görüşleri ve önerdiği *Fraktal Geometri* düzeni bilgisayar destekli tasarım alanındaki birçok çalışmanın temelini hazırlamıştır. Fraktal geometri düzeninde basit bir biçim temel alınır, belirlenen türetme kuralları doğrultusunda tekrar edilerek bir örüntü oluşturulur. Sonuç biçim başlangıçtaki temel biçime benzer, onun karmaşık bir örüntüden oluşan görüntüsüdür. Doğada ağaç, yaprak gibi birçok nesnenin biçimi bu geometrik kurallara göre çözümlenebilir. Biçimlerin belirli kurallara göre tekrarına dayanan zanaat eserleri Fraktal geometri kurallarına göre çözümlenebilmiştir. Fraktal geometriyle ilgili çalışmalar bilgisayar destekli tasarım



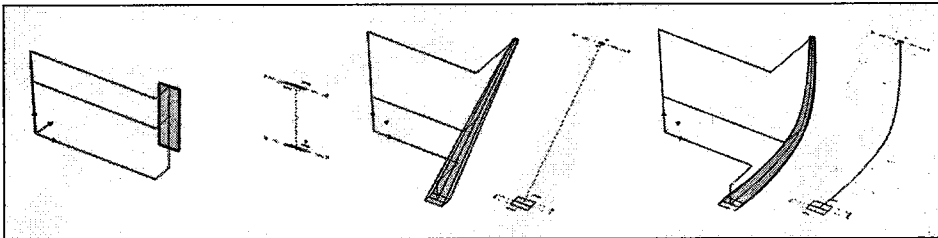
alanında üretici sistemler ve biçim grameri alanlarındaki incelemelere kaynak olan önemli bir eşiktir.

Tezde temsil tekniklerindeki gelişimin anlatıldığı bölümde daha detaylı olarak incelenecek olan Euclid dışı geometrilere bir başka eşik Parametrik Geometridir. 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 uzunlukları da bu değişime göre yenilenir (Penz, 1992).

Parametrik geometriye dayalı bir tasarım sürecinde sınırların belirlenmesi ve parametrelerin sonuç ürünün biçimini istenilen düzeyde çeşitlendirebilecek nitelikte kurgulanması gerekir. Burry parametrik tasarım sürecinde böyle bir sistemin kurulabilmesi için tasarım stratejilerinin belirlenmesi gerektiğini vurgular. Parametrik geometriye dayanan bu sistem bir kez kurulduğunda karmaşık geometrilerin çözümlenmesi ve manipülasyonu geleneksel çizim tekniklerine oranla çok daha kısa sürede gerçekleştirilebilir. Burry'nin Utzon'un tasarladığı Sydney Opera binasının parametrik modelleme teknikleriyle çözümlenmesini yaptığı çalışmada, parametrelerle çalışmanın sağladığı manipülasyon kolaylığı test edilmekte ve ispatlanmaktadır (Burry ve Murray, 1997).



Şekil 2.5 Mark Burry'nin Sydney Opera binasının kabuk analizi için kurduğu parametrik sistemden örnekler (Burry ve Murray, 1997)

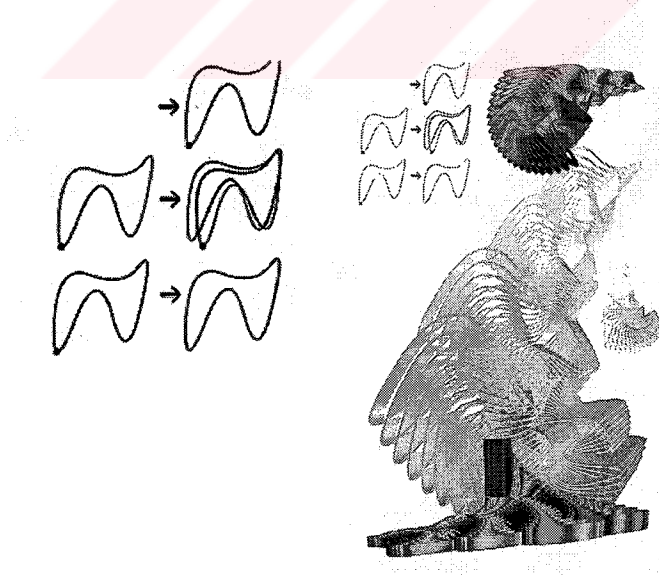


Şekil 2.6 Parametrik olarak tanımlanmış bir strüktürel elemanın, parametreleri değiştirildikçe değişen geometrisi (Kolorevic, 2003)

### 2.2.2 Türetici Tasarım; Biçim Gramerleri

Türetme kelime anlamı olarak, bilinen bazı şeylerden yararlanılarak düşünce gücüyle yeni bir şey bulmak olarak tanımlanmaktadır [1]. Türetici tasarım bilgisayar programı algoritmalarıyla ya da benzer matematiksel ya da mekanik süreçlerle oluşturulan tasarımdır [2]. Bilgisayar ortamında kurulan türetici tasarım sistemlerinde, belirli bir biçim grubundaki elemanların çeşitli kombinasyonlarının belirlenmesine dayalı alternatif çözümler, sistematik olarak araştırılır.

Türetici tasarım modelleri dilbilim kökenli araştırmalara dayalı, gramer tabanlı bilgisayar destekli tasarım modelleridir. Chase [4], Knight, Stiny ve türetici sistemler üzerine çalışan birçok araştırmacı, bu sistemlerin mimarlıkta iki şekilde kullanılabileceğini vurgular: Birincisi belirli bir ortak kurguya ve biçim diline sahip olan tasarımların çözümlenmesinde ve aynı kurguda yeni tasarımların türetilmesinde; ikincisi tutarlı bir biçimsel dile sahip olan yeni tasarımların geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Gramerlere dayalı sistemlerde tasarım alternatiflerinin türetilmesi kullanıcının belirlediği kurallar setine bağlıdır. Bu kurallar setine göre türetilebilecek tüm olası alternatifler ve biçimsel kombinasyonlar bilgisayar tarafından türetilir ve tasarımcı geleneksel temsil ortamında araştıramayacağı sayıda alternatifi değerlendirme imkanına sahip olur.



Şekil 2.7 University of Colorado'da yapılan bir türetici tasarım çalışması. Proje: S. Arnett (Kolorevic, 2003)

**Biçim Gramerleri** biçimlerle aritmetik hesaplamalar yapan algoritmalarıdır. (March ve Stiny, 1984). Biçim Gramerleri formu ya da objeyi oluşturan ilişkiler dizisinin algoritmik tanımlamasını yapan türetici tasarım metodudur [5].

Stiny'nin sınıflamasına göre biçim gramerinde dört bileşen vardır:

-bir dizi *biçim*

-biçimlerin etiketlenmesi için bir dizi *sembol*

-Biçim A'nın biçim B'ye dönüşünü belirleyen *dönüşüm-biçim kuralları*

-İşlemi başlatıcı bir biçim; *başlangıç elemanı* gereklidir. (Radford ve Stevens, 87)

Biçim Gramerleri ve mimarlıktaki uygulamaları üzerine araştırmalar yapan Stiny'nin (March ve Stiny, 1984) tanımına göre, biçim gramerleri tasarım sürecinde iki farklı şekilde kullanılmaktadır. Birinci yaklaşımda amaç belirlenen biçimlere ve bu biçimler arası ilişkilere göre tüm tasarım olasılıklarının oluşturulmasıdır. Bir grup biçim, tasarımdaki belli bir dizi olarak tanımlanır. Bu biçimlerin bir araya gelme kuralları mekansal ilişkiler olarak tanımlanır. Bundan sonraki hedef bu dizideki biçimlerin belirlenen mekansal ilişkilere göre oluşturacakları tasarımların tüm olasılıklarının çıkarılmasıdır. Tümevarım yaklaşımına dayanır. Örneğin Stiny, Froebel'in oyun blokları için geliştirdiği biçim gramerleriyle farklı kompozisyonlar türetebilmiştir.

İkinci yaklaşımda amaç tasarım dili olarak çözümlenebilecek bir mimarın, stilin, çözümlemesinin yapılması ve bu çözümlemeye göre yeni tasarımların türetebilmesidir. Mevcut tasarımların incelenmesi ile başlar; tasarımlardaki temel elemanlar ve tasarım kuralları çıkarılır. Bu aşamadan sonra bu ilkelere dayalı yeni tasarımlar türetebilir. Biçim grameriyle mevcut tasarımlarlar çözümlenebilmekte ve aynı kurgudan türeyen yeni tasarımlar üretebilmektedir. Tümdengelim yaklaşımına dayanır.

Stiny ve Mitchellin Palladio Villaları üzerine kurdukları biçim grameri ile Palladio stilinde yeni villalar türetebilmişlerdir. Ya da Çin'de zanaat eseri olan *ice-ray lattice*' lerin biçim gramerlerini çıkarıp yenilerini bilgisayar aracılığıyla üretmişlerdir.

Knight bu iki yaklaşıma bir üçüncüsünü eklemiş ve mevcut bir stilin analizine dönüştürme kuralları uygulanıp yeni bir stil elde etme yöntemini araştırmaya başlamıştır. (March ve Stiny, 1984)

### 2.2.3 Yapay Zeka; Uzman Sistemler; Veri Tabanı

Biliş bilimi kökenli çalışmalarda tasarım bir bilgi işleme süreci olarak ele alınmıştır. Tasarımcı düşünce ve tasarım sürecindeki zihinsel davranışlar çeşitli bilgi işleme modellerine göre sistematize edilmeye çalışılır. Bilgi işlem kuramı tasarımı, ardışık bir bilgi işleme düzeni ve bunun sonucundaki dönüşümlere dayandırır. Biliş bilimi üzerine kurulan tasarım modellerinde iki tip yaklaşım kullanılır; genel bir başlangıç şemasının probleme özgü bir şemaya dönüştürülmesi veya daha önce çözümlenmiş bir tasarım şemasının dönüştürülmesi. Newel, Shaw ve Simon'ın öncülük ettiği Akın, Eastman ve Oxman gibi araştırmacıların geliştirdiği bilgi işlem kökenli bilgisayar destekli tasarım modelleri, daha sonraları bilgisayar bilimi kökenli olarak geliştirilen uzman sistem, yapay zeka ve veri tabanlı teknolojilerinin altyapısını oluşturmuştur.

**Yapay Zeka**, sözlük anlamı olarak, bilgisayarın ya da diğer makinelerin zeka gerektiren işleri gerçekleştirme becerileri olarak tanımlanmaktadır[6]. Zeka ile kastedilen akıl yürütme, planlama, problem çözme, soyut düşünme, konuşma, öğrenme gibi eylemleri gerçekleştirmeyi sağlayan zihinsel kapasitedir. Yapay zeka bilgisayar bilimlerinin bilgi mühendisliği ile ilişkili bir alt alanıdır. Bu alanda insanın düşünce yapısı model alınmış ve bilgisayarın akıl yürütme, sonuç çıkarma, öğrenme gibi becerileri kazanması üzerinde çalışılmıştır [2]. Zekanın simülasyonu çalışmaları sonuçlanamamışsa da biçimleri algılama, konuşma dilini, el yazısını algılama, oyun, uzman sistemler, bulanık mantık, tasarımda durum bazlı akıl yürütme (CBR), gibi alt alanlarda çalışmalar devam etmektedir.

Kolarevic (2003), tasarım sürecinde otomasyon ve yapay zeka çalışmalarının 1950'lere uzandığını vurgular. Kolarevic'e göre, belirlenen ihtiyaçlar, ilişkiler ve sınırlamalara göre bilgisayarın çözümler üretmesi üzerine birçok program yazılmış ancak bu denemeler fonksiyon ilişkilerini çözümü düzeyinde kalmış ve tasarım dünyasınca kabul görmemiştir. Günümüzde ise bilgisayarlar gelişmiş, bilgisayar grafikleri ve keşfe dayalı arama sistemleri bilgi tabanlı sistemlerle bütünleştirilmiştir. Özellikle karmaşık fonksiyon ilişkileri olan ve planlama için optimum çözümlere gerek olan hastane, kütüphane gibi yapılarda kullanımı olabilecek bir teknolojidir. Tasarım teknolojileriyle geliştirilen projelerin inceleneceği beşinci bölümde bu teknolojilerin çeşitli kullanımına değinilecektir.

**Uzman sistemler** uzmanlık bilgisi gerektiren konularda bilgisayarın çözüm üretmesine dayalı ve bilgi tabanlı sistemlerdir[6]. Uzman sistemler bünyesindeki ana bölümler; uzmanlık bilgisinden derlenmiş bir bilgi tabanı, üretim kuralları (eğer-öyleyse) ve sonuç çıkarma motorudur (kuralların durumlara uygulanmasını sağlar). Sistem bir program arayüzü ile

kullanıcısıyla etkileşime girer ve çeşitli çözümlere ulaşır [2]. Mimarlıktaki uygulamaları için geliştirilen modellere özellikle tez çalışmalarında rastlanmıştır.

**Veri tabanı**, Düzenli bir strüktüre sahip olan veri grubudur [2]. Verinin gerekli ekleme, uyarılma, dönüştürme ya da çıkarma yollarıyla işlenmesine olanak verecek şekilde bir araya gelmesiyle oluşturulan ve bilgisayar ortamında, verinin gerektiğinde kullanımına olanak sağlayacak şekilde kurgulanmış veri saklama sistemleridir. Erdem (1995) tasarım sürecinde işlenebilecek tüm tanım ve özelliklerin, kompozisyon koşullarının, temsil unsurlarının ve tasarım kurallarının bir veri tabanı strüktüründe organize edilebileceği çalışmaların mevcut olduğunu belirtmiştir.

**Durum Bazlı Tasarım (CBD)**, yapay zeka alanında, uzman sistemlerin oluşturulması için kullanılan yöntemlerden biridir. Akıl yürütme mekanizması, sisteme tanımlanan benzer durumlar üzerine kuruludur; eski örnekle sistemde sorgulanan yeni durum arasında karşılaştırmalar yapılarak sonuca varılır. Oxman durum bazlı tasarımın, tasarım düşüncesinin bilgisayar ortamında modellenmesi için uygun bir paradigma olduğunu ancak geleneksel mimari tasarım sürecindeki görsel düşünme yöntemleriyle bütünleştirilmesi gerekliliği üzerinde durmaktadır bu alanda çalışmalar yapmaktadır [7].

#### 2.2.4 Evrimsel Sistemler; Genetik Algoritma; Kendini Organize Eden Sistemler

Evrimsel sistemler, biyolojik büyüme ve biçimlenme konseptlerinin mimari tasarım sürecinde, tasarıma model olarak kullanılmasıyla ilgilidir. Frazer, Evrimsel Mimari isimli kitabında bu süreci şöyle tarif eder: “Mimari konseptler bir dizi üretim kuralları olarak tanımlanır, bu konseptlerin evrimi, gelişimi sayısal olarak şifrelenebilir. Bir dizi üretim kuralı, çok sayıda prototip biçim türetebilir. Bu sonuç ürünler benzeşik bir çevredeki performanslarına bağlı olarak değerlendirilir. Sonuç genellikle beklenmediktir” (Kolarevic, 2003).

**Genetik Algoritma**, evrimsel mimari yaklaşımında temel bir alt kavramdır. Doğada, canlıların oluşumunda ve biçimlenmesinde yönlendirici olan genlerin işlevini bilgisayar ortamında algoritma ve kodlar üstlenir. Bilgisayar ortamındaki genetik algoritmalar, çoğalma, gen geçişi ve mutasyon kurallarının işlendiği kromozom sarmalı benzeri, kural dizili bir yapıya sahiptirler. Bu sarmala parametreler işlenir ve değerleri tasarım süreci boyunca sürekli değişir, Frazer’ın deyimiyle birbirine benzer biçimdeki “yapay organizmalar” oluşturulur ve bu organizmalar belirlenen “güçlülük” kriterlerine uyum gösterip göstermediklerine göre elenirler (Kolarevic, 2003). Seçilen organizma ve onu oluşturan parametreler arası

çaprazlamalar yapılır, mutasyonlar olur ve yeni kuşaklara yararlı ve hayatta kalmayı sağlayan davranışlar aktarılır.

Karl Chu, bir bitki büyüme sürecinin simülasyonun yapıldığı ve dijital modelleme programı haline getirilen kural tabanlı dallanma prosedürlerinden 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, biçimin 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.

### **Kendisini Organize Eden / Kendiliğinden Oluşan Sistemler**

Mimari tasarım sürecinde biyolojik gelişimin ve doğanın tasarıma model olarak alındığı ve tasarım yaklaşımıdır. Karmaşık grup davranışlarını açıklayabilmek için, doğadaki kendi kendini organize eden sistemler, örneğin karıncaların yuva yapma süreci ya da kuş sürülerinin hareketleri incelenmektedir. Meksika’da Santa Fe Enstitüsünde bir grup araştırmacı kendisini organize eden sistemlerin strüktürünü çözümlmek için çalışmalar yapmaktadırlar. (Hadid ve Schumacher, 2003). Bu araştırmalara göre 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. Bu bağlamda ‘sürü akıllı’ (swarm intelligence) olarak anılan ve birbiriyle etkileşim içindeki güçlerin oluşturduğu ağ sistemi olarak tarif edilen bu terim bununla ilişkili olabilecek tüm olgular için kullanılmaya başlamıştır.

Borebau ve Dongo gibi araştırmacılar bu anlayışı bilgisayar ortamında alternatif bir “akıllı” sistem oluşturmak için adapte etmişlerdir (Hadid ve Schumacher, 2003). Bu alternatif sistemde kontrol, önceden programlama ve merkezleşmenin yerine otonomluk, kendiliğinden oluşum ve dağıtılmış fonksiyonlar anlayışı benimsenir.

Kendiliğinden oluşum kavramı, evrenle ilgili bilimsel açıklamalarda yeni bir yaklaşımın ürünüdür. Leich’in belirttiği bu yeni yaklaşımda sistem kavramı, eskiden tarif edildiği gibi önceden belirlenmiş kontrol mekanizmalarına dayalı, alt parçalara bölünüp incelenen, evrensel kurallarla açıklanan bir olgu değildir; çağdaş sistem kavramında kendisini düzenleme, yenilenme, adaptasyon özellikleri esastır (Hadid ve Schumacher, 2003)..

Mimari literatürde “emergent architecture” olarak değinilen kavram, genel olarak biçimsel öngörülere dayanmayan, biçim yerine performansa önem veren, adapte olma, kendisini yeniden düzenleme özelliklerine sahip, program kombinasyonlarına izin veren bir mimari yaklaşımla ilgili olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda mimarinin biçimi kullanıcı, program, bağlam girdilerine göre zaman içine evrimleşerek oluşmaktadır. Bu süreçte tasarımcının rolü belirli bir duyarlılıkla süreci hızlandırmak ve bu öngörüye ve analizlere dayalı bir sistem kurmaktır. Strüktür, tasarımdan ayrı bir sistem olarak algılanmaz; bu anlamda Gaudi’ye ve Gotik mimari anlayışa referansla tasarımın başlangıcında strüktürle birlikte kurgulanan bir biçimlenişten bahsedilir.

### 2.2.5 Animasyon Teknikleriyle Tasarım

Animasyon genel anlamda hareketli görüntü oluşturma tekniğidir; el çizimleri, fotoğraf teknikleri, bilgisayar ortamında iki boyutlu görüntüler, üç boyutlu modeller ya da fiziksel modeller kullanılarak hareketi oluşturacak görüntüler tek tek oluşturulur. Ayrı ayrı oluşturulan kareler saniyede minimum 16 kare gösterildiğinde göz bunu hareketli görüntü olarak algılar [2]. Mimarlıkta üç boyutlu dijital modelin animasyonu genellikle projenin sunumunda mekanın anlatılması için bir temsil tekniği olarak kullanılmaktadır.

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 paradigmanın uzantısı olarak 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 itici gücün bağlam olarak algılandığı aktif bir sanal çevrede biçimlenebilen, topolojik yüzeylerle oluşturulan bir mimariden bahseder. (Lynn, 1999). Lynn’e göre bilgisayar ortamında tasarım, temsil ortamında tasarımdan üç önemli faktör açısından farklılaşmaktadır: topoloji, parametre ve zaman. Böyle bir yaklaşımda zaman ve hareketin tasarıma katılabilmesi için animasyon tekniklerinin bir tasarım teknolojisi olarak tasarım sürecine katılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Lynn’e göre mimari biçim sadece kendi iç ilişkileriyle biçimlenemez, bulunduğu çevrenin ve sosyo-ekonomik bağlamın dinamiklerine cevap vermelidir. Bu yaklaşımda bağlam aktif bir soyut mekana dönüşür; rüzgar, güneş etkileri, yaya ve taşıt akışları, vistalar gibi çevresel faktörler sanal çevrede şiddeti artıp azalan güçler olarak kurgulanır. Bu güç alanları hareketi

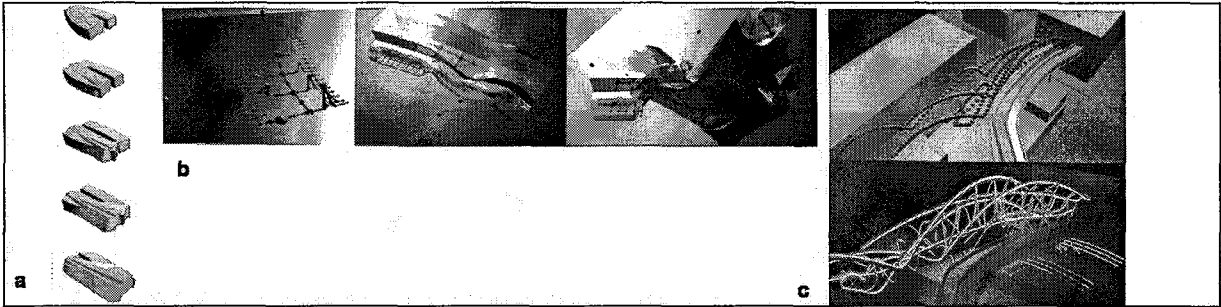
oluşturur ve objenin biçimi zaman içinde bu güçlerin etkisiyle dönüşüme uğrar. Bilgisayar ortamında kurgulanan sanal güçler çevresi, belirlenen zaman dilimi içinde biçimlendirme işlemine katılır. Mekansal ilişkilerin altyapısı, dijital animasyon ortamında kemikler ve eklemlerden oluşan bir iskelet sistemi olarak kurgulanır, belirlenen sınırlamalar altında güç alanları hareketi başlatır; iskelete giydirilen deri ya da bina kabuğu hareketlenmeye bağlı olarak deformasyonlara uğrar. İstenilen performansın sağlandığı karede sistem dondurulabilir ve sonuç biçimin altyapısı hazırlanmış olur. Kolarevic (2003) animasyon tekniklerinin tasarım geliştirme için kullanıldığı yöntemleri sınıflamıştır:

*Keyframe animation* ile biçimdeki belirli değişimler animasyon kurgusunda, belirli karelere yerleştirilir. Bilgisayar bu ana kareler arasına birçok kare ekleyerek istenilen biçimler arasındaki dönüşüm karelerini ve biçimleri oluşturur. Tasarımcı oluşturulan bu ara durumlardan istediğini seçebilir.

*Path animation* ya da belirlenen aksta ilerletme tekniğinde, bir bütünü oluşturan kütlelere ayrı yönde ve biçimde rotalar belirlenebilir. Ana kütle içindeki farklı bileşenlerin bu rotalarda hareketi sağlanır.

*Forward-inverse kinematics* ya da kinematik-ters kinematik yöntemlerinde, iskelet dış güçlere bağlı olarak hareket ettirildiğinde biçimdeki dönüşümler hiyerarşik olarak üst birimden alt birime doğru ya da tersine alt birimden üst birime doğru olur.

*Particle emissions* tekniğinde, tasarım çevresindeki artan azalan güçler birer çekim noktası olarak tariflenir. Parçalar, çekim güçlerinin etkisiyle hareketlenir ve biçimlenir. Parçaların hareketine iskelet ve kabuk giydirilerek çeşitli biçimler elde edilebilir.



Şekil 2.8 a: *Path animation*, b: *Forward-inverse kinematics*, c: *Particle emissions* tekniklerinin tasarım sürecinde kullanımı örnekleri (Kolorevic, 2003)

Animasyonla tasarım yöntemleri ile tek bir kütle içinde, farklı bölgelerde farklı güçlere cevap veren ve dolayısıyla farklı kesitlere sahip olabilen mekanlar tasarlanabilmektedir. Bir yandan



sürekliğini korurken bir yandan biçim değişikliklerine uğrayabilen topolojik yüzeylerle çalışılır. . Daha önceleri film sektöründe, otomobil, gemi, uçak gibi ulaşım araçlarının tasarımında yaygın olarak kullanılan animasyon ve prototipleme teknolojileri mimari tasarım alanında kullanılmaya başlamıştır.

## 2.2.6 Diyagram Mimarlığı; Veri Haritası/ Veri Eşleme

**Diyagram**, sözlük anlamı olarak bir şeyin nasıl çalıştığını, işlediğini, bir bütünün parçaları arasındaki ilişkileri gösteren plan, eskiz, şema gibi çizimlerdir. Matematik terimi olarak cebirsel ve geometrik ilişkileri gösteren grafikler olarak açıklanır[3]. Bilgisayar ortamında tasarım süreçlerinde tasarım stratejisinin oluşturulmasında diyagramlar aktif rol oynamaktadır. Bağlamla ya da programla ilgili veriler, örneğin arsadaki rüzgar gücü, güneşlenme gibi çevresel etkilerin, insan akışı ve yoğunluklar gibi verilerin tasarımdaki belirleyiciliği temsili çizimlerle değil diyagramlarla organize edilir.

Stan Allen'a göre , diyagramların en önemli fonksiyonu mevcut durumu açıklamak değil bunun yanında organizasyonla ilgili olarak düşünmeye yardımcı olmaktır. Bir diyagram kendi başına bir şeyi temsil etmez, elemanlar arasındaki potansiyel ilişkileri ortaya çıkarır; açık uçlu yapısıyla bir tek çözümün değil olası birçok çözümün anahtarıdır. Diyagramlar mevcut durumları temsil etmez, henüz gerçekleşmemiş ama olması beklenen durumları, ilişkileri ortaya çıkarır (Tschumi ve Berman, 2003).

Diyagram mimarlığı tasarım sürecinde diyagramların kullanıldığı her mimari ürünü kapsamaz. Allen'a göre diyagram mimarlığı diyagrama benzer özellikler gösteren bir mimariyi gerektirir; bina programıyla biçimi arasında esnek ilişkilerin olduğu, içinde birçok aktivitenin bina kabuğuyla kısıtlanmadan organize edildiği bir mimari anlayışı gerektirir; Minimum mimari etkiyle maksimum performans etkisinin yaratılmaya çalışıldığı bir mimaridir.

Rashid diyagram mimarlığı ile ilgili olarak Fluxus ve Durumculara referansla mimarinin açık uçlu olmasından, somut ve bitmiş bir ifadesi olmamakla birlikte potansiyel olanı ortaya çıkarma gücünden bahseder. Dijital mimarlık süreçlerindeki genel yaklaşım olan iki boyutlu karmaşık diyagramları üçüncü boyuta kaldırarak bundan bir mimari biçim elde etme çabasını eleştirir (Tschumi ve Berman, 2003)..

**Data Haritasının çıkarılması/ veri eşleme (mapping)**, kelime anlamı olarak bir bölgenin izdüşümünün genellikle yatay bir düzlem üzerindeki temsidir. Bilgisayar bilimlerinde,

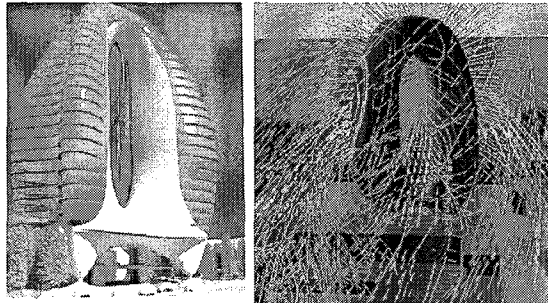
sayısal bir işlemde bir anahtar kelimenin, değeriyle eşlenmesi anlamında kullanılır. Genel olarak bir durumun bileşenlerinin ve ilişkilerinin dizilmesi, haritasının çıkarılmasıyla ilgilidir. Bilgisayar ortamında tasarım süreçlerinde verilerin dizilmesi, farklı diyagramların ve verilerin birbiriyle eşlenmesi, ya da temsillerin verilerle eşlenmesi için kullanılır.

### 2.2.7 Performansa dayalı tasarım; tepki veren mekanlar

Performansa dayalı tasarım, güneş, akustik, rüzgar gibi yapı fiziğiyle ilgili özelliklerin tasarımı yönlendirmesine olanak tanıyan bir tasarım yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda bina performansı binanın sadece yapı fiziğiyle ilgili özellikleriyle sınırlı değildir. Maliyet, strüktür, mekansal ilişkiler, sosyal yaşantıyla ilgili kriterlerin karşılanması da bina performansı olarak ele alınır. Bilgisayar ortamında simülasyon teknikleri, tasarımın ilk aşamalarından itibaren tasarım teknolojileri olarak kullanılır ve mekanın biçimlenişini yönlendirir.

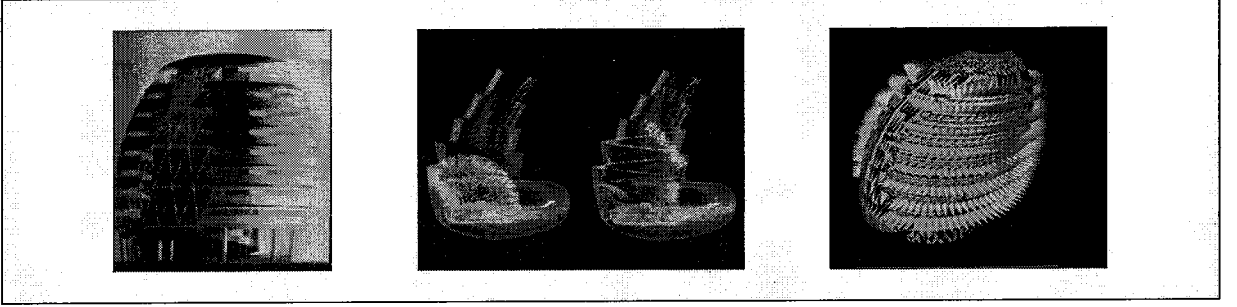
Kolarevic (2003), bilgisayar ortamında performans analizleri için, geometrik modelin birbiriyle ilişkili üçgen birimlere bölünerek (mesh) strüktürel, enerji kullanımıyla ilgili ve akışkan dinamiğiyle ilgili analizlerinin yapılması yöntemi olan *finite element method* yönteminden bahseder. Karmaşık biçimli mekanların performans analizleri bilgisayar ortamında bu gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilmekte ve bilgisayar grafiğindeki gelişmeler bu tekniklerin kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Future Systems mimari ofisi 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesinde çok amaçlı bir binada enerji kullanımı açısından sürdürülebilir bir sistem kurmak için, bilgisayar tabanlı akışkan dinamiği programını kullanmıştır. Cephedeki güneş kırıcılara yerleştirilen fotovoltaiik birimler ve binanın merkezinde geniş bir boşluk açarak bir rüzgar tribünü oluşturulması performansa dayalı tasarım yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Cephenin eğrisel biçimlenişi binanın merkezindeki rüzgar etkisini minimuma indirmiş ve açılan boşlukla rüzgar kanallara ayrılmıştır. Bina kabuğunun optimum performansa uygun biçimlendirilmesi için performansa dayalı tasarım teknolojilerinin kullanımı önemlidir (Kolarevic, 2003).



Şekil 2.9 Future Systems mimari ofisi 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesi ve kullanılan akışkan dinamiği programı(CFD) (Kolorevic, 2003)

Peter Cook ve Colin Fournier'in tasarladığı ve 2003 yılında Graz'da uygulanan Kunsthaus binası, dijital strüktürel analizlerle optimum performansa göre revize edilmiştir. Foster ve ortaklarının GLA Yönetim binası, binanın akustik performansı simülasyon programlarıyla yapılan analizlere göre biçimsel değişikliklere uğramıştır. Yapının eğrisel yüzeyi ve cephe elemanları, yıl içindeki güneşlenme verilerine göre biçimlendirilmiştir.



Şekil 2.10 Foster ve ortaklarının GLA Yönetim binası ve tasarım sürecinde kullanılan performans analizi programları (Kolorevic, 2003)

Bilgisayar teknolojilerini tasarım teknolojileri olarak kullanan bürolar, performans analizlerine dayalı programları sadece tasarımın revize edilmesi için değil, bunun yanı sıra tasarımın erken aşamalarında üretilen bir temel biçimin geliştirilmesi, performansa dayalı parametrelere göre alternatiflerinin türetilmesi için kullanmaktadırlar.

**Tepki veren mekanlar**, çevreden gelen çeşitli verileri algılayarak yüzeyin hareketlenmesi, mekandaki ışık, ses, dijital görüntü özelliklerinin değişmesi gibi tepkiler veren mekanlarla ilgili olarak kullanılan bir kavramdır. Dijital tasarım teknolojilerinin kullanımından önce de bina cephesinde dış etkilere göre değişimlerin olduğu örnekler vardır; örneğin Jean Nouvel'in Arap Enstitüsünde cephedeki birimlerin ışığa duyarlı olarak açılıp kapanması gibi. Bilgisayar teknolojilerinin bina yüzeylerine entegre edilen sensörleri ya da kinetik mekanizmaları programlayabilmesi, ya da mekana gelen veriyi mekandaki hareketlere çevirebilmesi gibi imkanları bu sistemlerin kullanımını yaygınlaştırmaya başlamıştır.

## 2.2.8 Bilgisayar Destekli Üretim; Kitlesele Bireyselleştirme

CAD/CAM kısaltmasıyla kullanımı yaygınlaşan terim literatürde bilgisayar destekli tasarım ve üretim ya da dijital tasarım ve üretim terimleriyle ifade edilmektedir. CAD/CAM teknolojilerinin kullanıldığı tasarım ve üretim sürecinde bilgisayar ortamındaki proje bilgileri

yine bilgisayar ortamında fabrikaya ulaşır. “Dosyadan fabrikaya” olarak isimlendirilen bu süreçte bilgisayar tabanlı sayısal kontrole dayalı üretim teknikleri kullanılır.

Kolarevic (2003) dijital üretim teknolojilerini 4 grupta inceler:

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

**İki boyutlu üretim sistemi**, lazerle, su jetiyle ya da *plasma-arc* teknikleriyle kesimin gerçekleştiği, iki aksta (x-y) hareket eden bir kol ve malzemenin bulunduğu yataktan oluşan bir sistemdir. Lazerle kesim sisteminde kızıl ötesi ışık yüksek basınçlı karbondioksit gazıyla birleştirilir ve kesilecek malzeme yakılarak ya da eritilerek kesilir. Su jetiyle kesimde, basınçlı su malzemeyi aşındıracak partiküllerle birleştirilerek ince bir başlıktan akıtılır ve bu basınç çok hassas, net biçimli bir kesim işleminin yapılmasını sağlar. *Plasma-arc* sisteminde 25 000 fahrenheitta ulaşan yüksek ısı altında gaz plazmaya ve sonra tekrar gazla dönüşerek yüksek ısıyı kesilecek malzemeye yöneltir. Bu tekniklerden hangisinin kullanılacağı malzemenin kalınlığına ve türüne göre değişir.

**Çıkarma işlemine dayalı üretim sistemi**, belirlenen hacmin katı cisimlerden çıkarılmasına dayalı olan ve elektronik, kimyasal ya da mekanik çıkarma tekniklerinin kullanıldığı bir sistemdir. Bu teknikler iki boyutlu kesim tekniklerinin geliştirilmiş halidir ve levhalar yerine belirli bir hacme sahip katı cisimlerin işlenmesini sağlar. İşleme makinelerinin aks sayısı arttıkça kesim yönlerinde ve biçimlerinde esneklik sağlanır. Örneğin üç eksenli işleme aletiyle iç bükey ve pahlı bir kesim yapılamazken aynı işlem dönme akslarının fazlalaştığı dört ya da beş eksenli işleme aletleriyle yapılabilir. İşleme ucunun boyutu ve ölçüleri kesim hassaslığına göre değişir. CNC işleme sistemlerinde bir bilgisayar sistemi kesim işlemlerini kesim aletine aktarır ve sistemin kurulması uzmanlık gerektiren bir süreçtir.

**Ekleme işlemine dayalı üretim sistemlerinde**, işleminin ve çıkarmanın tersine katman ekleyerek üretim yöntemleri kullanılır. Dijital katı model iki boyutlu katmanlara ayrılır; her katmanın bilgisi üretim makinesinin işlem yapacak koluna aktarılır ve katman katman oluşturulur. Bu amaçla geliştiren ilk teknik, sterolitografi tekniğidir. Sterolitografi tekniği sıvı polimerlerin lazer ışığıyla katılaştırılmasına dayalıdır. Lazer ışık demeti, modelin bir kesitini

sıvı polimere işler ve katılaşılan katman üzerine kurulduğu yardımcı platformla aşağı itilir ve diğer katmanın işlenmesine başlanır. Katmanlama işleminden sonra sıvı içindeki cisim platformdan ayrılır ve fazlalıklarından temizlenir. Benzer diğer yöntemlerde katmanlama işlemi, sıvı polimer yerine metal toz eritilerek, seramik tozu yapıştirılarak ya da balmumunu çeşitli işlemlerden geçirerek yapılır. Bu yöntemlerle üretilebilecek prototipin boyutu kısıtlıdır; uzun ve pahalı bir işlemdir. Tasarım sürecinde karmaşık ve eğrisel biçimli maketlerin üretilmesinde ve uygulama sürecinde örneğin çelik birleştirme elemanlarının üretiminde kullanılmaktadır. Daha büyük boyutlu bileşenlerin üretimi için beton spreyleme ya da kontur işleme (contour crafting) gibi teknikler geliştirilmektedir.

**Biçimlendirmeye dayalı üretimde**, malzeme mekanik güçler kullanılarak ve ısı ya da buhar yardımıyla şekillendirilir. Bu yöntemle çelik ya da ahşap gibi elastik malzemelerden oluşan tüp, kiriş benzeri birimler bilgisayardaki verilere uygun biçimde eğilebilir, bükülebilir ya da katlanabilir.

Bu tekniklerle üretilen bileşenler uygulama yerinde geleneksel yöntemlerle ölçme, aplikasyon teknikleriyle yerleştirilmez. Dijital modeldeki bileşenlerin uygulama alanındaki yerleri elektronik araştırma ve lazer pozisyon teknikleriyle bulunur, yerlerine taşınır ve birleştirme işlemi başlar. Gehry'nin Bilbao, Experience Music Project gibi birçok uygulamasında bu sistemler kullanılmıştır.

**Kitlesele bireyselleştirme**, kitle-üretimi paradigmasındaki standartlaşmanın yerine, yine kitle üretiminin ucuzluk avantajını kullanıp, buna ek olarak bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerine dayalı sistemlerle kişiye özel üretim çeşitliliğini sağlamayı ifade eden bir terimdir. Tekstil, giyim, ayakkabı, araba tasarımı ve üretimi gibi çeşitli alanlarda yaygınlaşan ve kişiye özgü tasarım anlamına gelen bu üretim modeli mimarlık için de yeni tasarım ve üretim imkanları sunmaktadır. Kolarevic (2003) CNC ye dayalı üretim süreçleriyle yeni bir seri üretim mantığına geçildiğinden bahseder; Aynı seriye ait ama her biri birbirinden farklılaşabilen serilerin üretimi. CAD/CAM sistemlerinde her biri aynı özellikte ve ölçüdeki birimlerin üretilmesiyle her biri farklı ölçüde ve geometrideki birimlerin üretimi arasında maliyet farkı yoktur.

Dijital tasarım süreçlerinde kullanılan tasarım ve üretim tekniklerinin anlaşılabilmesi için dijital tasarım teknolojileriyle ilgili temel terim ve kavramların bilinmesi gereklidir. Kapsamı belirli bir tez araştırmasında bile açıklanması gereken birçok terimin olması, günümüz mimarının bilgisayarla ilgili temel terimler ve bilgisayarın ardındaki işleyiş konusunda bilgi sahibi olması gerektiğinin göstergesidir.

### 3. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE TEMSİL

Mimari tasarım sürecinde kullanılan temsil teknikleri, tasarım düşüncelerinin zihinden başka bir ortama aktarılıp tarif edilmesini, geliştirilmesini, düzenlenmesini, test edilmesini ve sunumunu sağlayan çizim, maket gibi tekniklerdir. Tasarım düşünceleri geleneksel olarak kağıt üzerinde, iki ya da üç boyulu çizimlerle ve çeşitli malzemelerden yapılan maketlerle temsil edilir. Bilgisayarın çizim, tasarım ve üretim için kullanılmaya başlamasıyla geleneksel temsil tekniklerine, dijital ortamda oluşturulan üç boyutlu modeller, animasyon, bilgisayardaki verilere göre otomatik olarak üretilen hızlı prototipler gibi, teknolojiye dayalı temsil teknikleri eklenmiştir. Fiziksel olguların bilgisayar ortamında canlandırılmasına dayalı simülasyon teknolojileri ve sanal mekanların duyularla algılanmasını sağlayan sanal gerçeklik gibi teknolojiler düşünüldüğünde artık temsil teknolojilerinden bahsetmek mümkündür.

Günümüzde animasyon, üç boyutlu modelleme, gibi dijital temsil tekniklerinin, geleneksel temsillerin bir uzantısı olarak kullanımları yaygındır. Bilgisayar destekli temsiller bilgisayar destekli çizim (CAD) ve bilgisayar grafiği alanının konusudur. 1960'lı yıllarda başlayan tasarımın sistematikleştirilmesi çalışmaları 1970'li yıllarda bilgisayar bilimlerindeki gelişmelerle birleşir ve yeni bir inceleme alanı doğar: Bilgisayar destekli mimari tasarım (CAAD). 1970'li yıllarda bilgisayar destekli tasarım alanındaki incelemeler daha çok bina programları, mekansal ilişkilerin otomatik olarak kurulması, mimari tasarımda bilgi organizasyonu gibi konularla ilgilidir ve akademik çalışmalar kapsamında geliştirilmiştir. 1990'lı yıllardan sonra Frank Gehry gibi öncü mimarların denemeleriyle teorik alandaki bu çalışmalar mimari pratiğe yansımaya başlar. Frank Gehry bilgisayarın tasarım ve uygulama sürecine destek bir teknoloji olarak nasıl kullanılabileceğini Bilbao Müzesi gibi çeşitli projeleriyle gösterir. Bir yandan da Marcos Novak gibi isimler dijital kültüre dayalı bir mimari üretimin söylemini oluşturmaya başlar. 1995'li yıllardan sonra mimari pratikte, dijital teknolojilerin tasarım- üretim amaçlı kullanımlarıyla ilgili Frank Gehry'nin örnek gösterdiği imkanları başka şekillerde kullanan, alternatif tasarım modelleri ortaya çıkmaya başlar. Bilgisayar tabanlı teknolojilerin tasarım geliştirme ve üretim amaçlı kullanımları teorik çalışmalar kadar mimari pratikteki denemeler ve uygulamalarla geliştirilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım ana alanı altında dijital tasarım ve üretim teknolojileri tezin odaklandığı konudur.

Bilgisayarın tasarım geliştirme için kullanıldığı süreçlerde öncelikle tasarım sürecinin tasarımı önemlidir. Belirlenen stratejiye göre Kolarevic'in deyişiyle *dijital strüktür* kurulur (2003).

Dijital strüktür, tasarımın geliştirilmesinde kullanılacak işlemsel altyapıyı hazırlayan bilgi tabanlı tasarım modelidir; ne şekilde oluşturulacağı kavramsal çerçeveye göre belirlenir: Topolojik yüzeyler, hareketli iskelet, yerin güçler alanı olarak tanımlanması, parametrik model gibi örnekler tasarımın gelişiminde temel alınan çeşitli dijital strüktürlerdir. Geleneksel olarak eskizler ve çeşitli görsel temsiller tasarımı başlatır ve tasarım imgeleme ve görsel düşünceye dayalı bir strüktürün üstüne kurulur. Bilgisayar ortamında, görsel araştırmadan önce bilgi tabanlı bir sistem kurulur, sonra bunların temsili olan ana dijital strüktür oluşturulur. Bu aşamadan sonra türetme, parametre değiştirme, güç alanlarına göre biçim değişimini izleme gibi dijital imkanlar sonrasında görsel olarak değerlendirme ve seçimler dünyası yeniden tasarımcının önüne açılır.

Geleneksel tasarım süreci, görsel olarak ifade edilen temsilleri incelemeye ve imgelem kurmaya dayalıdır; tasarım temsillerle etkileşime ve görsel düşünmeye bağlı olarak gelişir. Dijital tasarım, tasarımla ilgili verilerin organize edilmesine, mekansal ilişkilerin sayısal olarak tarif edilebileceği algoritmaların kurulmasına, kuralların belirlenmesine dayalıdır. Dijital tasarım teknolojileri öncelikle bilgi organizasyonuna dayalıdır. Dijital tasarım teknolojilerinin kullanıldığı süreçlerde geleneksel temsil tekniklerinin kullanımı devam etmekte ancak belirleyiciliği azalmaktadır. Tasarım teknolojileri bölümünde daha detaylı olarak incelenecek olan bu gelişmeler mimarlıkta temsil-tasarım-üretim ilişkisinde yeni bir eşik döneme geldiğinin göstergesidir.

Mimari temsil teknikleri tasarıma yardımcı araçlar olarak tanımlansa da bu tanımdaki kısıtlı rolünün ötesinde, mimarlık tarihi boyunca yaşanan birçok değişimin bazen sembolü, bazen de sebebi olmuşlardır. Rönesans'ta gözün görüşüne göre düzenlenen resimsel mekanların kurgulayıcısı olan *perspektif*; Ortaçağda çizilebilenin yerine inşa edilene odaklanmanın göstergesi olan büyük ölçekli *maketler*; mimarın çizim virtüözü olarak tanımlanmasına neden olan Beaux Arts çizimleri; 17. yüzyılda taş kesim geometrisi için geliştirilen *stretotomi*; Modernitede soyut düşüncenin ve aklın organizasyonlarının belirleyici olduğu bir mekan anlayışının sembolü haline gelen *aksonometri*, tasarımın inşa etmeyle özdeşleştirilmesini reddeden *ütopya çizimleri*; 1970'lerde tasarımda hareket ve zaman boyutunun önemini mekan deneyiminin belirleyici olduğunu gösteren *seri eskizler*; soyut düşüncenin tasarıma katkısının göstergesi olan *diyagramlar*; yeni bir eşik olarak görülen dijital mimarının *topolojiye, bilgi tabanlı modellere, simülasyona* dayalı temsilleri; tüm bu gelişmeler temsil-tasarım-üretim ilişkisinin birbirine bağlılığı ve temsilin mekan anlayışındaki etkisi hakkında fikir vermektedir.

Mimarlık tarihi boyunca, geliştirilen farklı temsil teknikleri ya da aynı tekniklerin başka türlü kullanımları mimarın mekana farklı gözlüklerle bakmasını sağlamış, mekanla ilgili kavrayışlarını etkilemiştir. Bilgisayar tabanlı temsil ve tasarım teknikleri mekana farklı bir biçimde bakmaya imkan veren yeni bir gözlüktür. Bilgisayarın temsil-tasarım- üretim için sağladığı olanakların denendiği süreçler, geleneksel temsil-tasarım-üretim sürecine alternatif olabilecek bir sistem önerisidir. Ancak bu sistemlerin yaygın olarak kullanılabilmesinin önünde teknolojinin pahalılığı, yeni bir sistemin öğrenilmesinin güçlüğü ve alışkanlıklardan vazgeçilememesi gibi engeller vardır. Dijital tasarım ve üretimle uğraşan bir grup mimar, bu sistemlerin geliştirilmesi için öncü sayılabilecek, deneysel çalışmalar yapmaktadır. Bu yeni sistemle ilgili bilgi sahibi olabilmek için deneme ortamını kurmak ve uygulamalarını yapmak henüz kolay olmasa da, bu yeni gözlük takılıp yeni bir görme ve kavrama biçimi kazanılabilir.

### 3.1 Temsil Tekniklerinde Değişimlerin Yaşandığı Eşik Dönemler

Bazı eski yerleşimlerin, örneğin piramitlerdeki karmaşık labirentlerin ne tür bir mekansal anlayışla, nasıl inşa edilebildiği gibi sorular bilimin halen üzerinde uğraştığı konulardır. Eski insanın altıncı hisle doğadaki elektriksel güç alanlarını hissedebilmesi sayesinde yemek avı için uzun yolculuklara çıkabildiği, tüm alanı referans noktaları olarak işaretleyip zihinde haritasını çıkardığı, geceleri kıyıya vuran dalgaların sesini dinleyerek adaların işitsel planlarını çıkardıkları gibi spekülasyonlardan bahseden Porter'a göre bilinen en eski çizimlerden biri M.Ö. 2100 yılında Bahari'deki bir Mısır tapınağının önünde yer alan peyzaj planı çizimdir. Kumtaşı üzerine çizilmiştir ve bugün kullanılan plan çizim tekniğine uygundur. Bir düzenleyici olarak birbirini dik kesen *ızgara şeklindeki çizgilerden* yararlanma, *zemin kat plan çizimi* tekniğiyle ifade ve *maket*, bilinen en eski temsil teknikleridir (Porter, 1979). Plan ve ızgara kullanımı, soyutlama becerisinin ilk temsillerden itibaren mevcut olduğunu göstermektedir

Vitruvius, Mimarlık Üzerine On Kitap'ta, yapının plan gösterimi olan *ichnographia*'dan, cephe görünüşünün gösterimi olan *orthographia*'dan ve üç boyutlu bir biçimin düzlem üzerinde gösterimi olarak da *scenographia*'dan söz eder (Vitruvius, çev., S.Güven, 1990). Skenografi Yunan tiyatrolarında sahne düzeninde derinliğin temsiline dayalı bir teknikti ve 4. yüzyılda kullanılmaktaydı. Bu bilgilere göre Antik Çağ'da geometri bilgisi perspektif çizime olanak verecek düzeydedir ancak mekanda derinliğin ifadesi, mekanın düzenlenmesinde belirleyici olmadığından tiyatroların tasarımı dışında kullanımı yaygınlaşmamıştır.



Vitruvius'tan edindiğimiz bilgilere göre antik dönem mimarlığı düzen, düzenleme, armoni oran, uygunluk ve ekonomiye dayanır. Bu tanımda bahsedilen düzen, armoni ve oran bir yapının kendi öğeleri arasındaki ve yapının tümüyle ilişkisindeki uyumla ilgilidir. Bu oranların düzenlenmesinde insan vücudundaki oranlar model olarak kullanılır. Vitruvius "Oran olmadan hiçbir tapınağının tasarım ilkeleri belirlenemez; yani öğeler arasında tıpkı fiziği düzgün bir erkekte olduğu gibi belirgin bir ilişki bulunmalıdır" sözlerinden antik mimaride oran uygunluğuna verilen önem anlaşılmaktadır.

Antikitenin ifade biçimleri olan *yer planı*, yapıların ana hatlarını belirlemeye, *görünüş*, tasarlanan yapının ön cephesinde oranların düzgünlüğünü göstermeye, *perspektif*, kenarları geriye doğru uzaklaşıp dairenin merkezinde birleşen bir cepheyi resmetmek için kullanılan teknikler olarak tarif edilir. Porter'a göre Yunan tapınaklarının tasarım ve inşası sürecinde görselleştirme, tapınağın yerleştiği alandaki konumuyla ilişkisini göstermek ve incelemek amacıyla değil tapınağı oluşturan mimari elemanların düzgün bir şekilde tekrar edilebilmesi; kendi içindeki oranlarının düzenlenmesi gibi amaçlarla kullanılıyordu (Porter, 1979). Yunan tapınaklarının bulunduğu yerden yükseltilmesi; bulunduğu ortam verilerinden izole olması ve yapının oranlarına verilen önem ile kullanılan temsil teknikleri karşılaştırıldığında, temsil araçlarının kullanımıyla dönemin mekan anlayışı arasındaki paralellik saptanabilmektedir.

Antik dönemin mimarlığını yönlendiren insan oranlarına uygunluk, geometrik ilkelere uyum ve mimari temsil için kullanılan ve mekanın derinliğini ifade eden temel perspektif bilgisi Ortaçağ'ın mimari üretim ortamı için belirleyiciliğini kaybeder. Mimari çizimi bir ön temsil ortamına taşımak için var olan bilgi Ortaçağ'da mevcuttur ve farklı amaçlarla kullanılır ancak mimari üretim için ön şart değildir. Ortaçağ mimarı mevcut mimarileri inceleyip edindiği bilgileri yeni uygulamalarına uyarlar ve genellikle ahşap maketlerle işverene binanın temsilini sunardı. Gotik mimarinin son dönemlerine doğru maket, strüktürle ilgili denemeler yapma amaçlı kullanıldı (Porter, 1979).

Ortaçağ mimarı gerçek inşa ortamını tasarım ortamı olarak kullanmıştır. İnşa edilmiş binalar onun için yeni yapımları için gözden geçirilip yeniden kullanacağı kaynaklar, adeta bire bir ölçekli maketlerdir. Ortaçağ'da çizim tekniklerinin, binanın tüm planının çizimi için değil ancak bölgesel çözümler için kullanıldığı bilinmektedir; ancak gizlilik ve çizim malzemelerinin dönüştürülüp tekrar kullanılması gibi nedenlerle günümüze ulaşmadığı saptanmıştır. Porter'dan edinilen bilgilere göre Ortaçağ'da strüktürel testler ve sunum için kullanılan maketler Rönesans'ta kütle-boşluk oranlarının incelenebilmesi gibi amaçlarla; tasarım amaçlı olarak kullanılmaya başlamıştır. Brunelleschi'nin 1:12 ölçekli çalışma

maketleri, Michalengelo'nun Roma'daki St. Peters Kilisesinin kubbe tasarımı için, önce kilden maketlerle çalışıp, detaylar için plan ve kesitlerle çalıştıktan sonra gerçekleştirdiği 1:1 ölçekli ahşap maketi, Rönesans'ta maketin tasarım amaçlı kullanımına örnek olarak gösterilebilir.

Bilgilerini yapıcı çevreden edinen, binalarını deneme yanılma yoluyla ve inşaat bilgilerine göre biçimlendiren Ortaçağ mimarı için çizimden çok maketlerin kullanılması temsil ve mekan anlayışı ilişkisindeki paralellliği doğrulamaktadır.

Temsil tekniklerinin mekan anlayışında etkili olduğu en önemli eşik dönemlerden biri 15.yüzyılda *perspektifin* yeniden keşfedilmesi ve Rönesans mimarlığındaki etkisidir. *Per* ve *spective* kelimelerinden oluşan perspektif kelimesi, görme aracılığıyla anlamına gelir ve derinlikten doğan görsel illüzyonun grafiksel olarak temsil edilebilmesini sağlayan bir tekniktir. (Porter, 1979). Prensipleri ilk olarak matematikçi Al Hazen ortaya konulan perspektif tekniğinin pratik olarak kullanımını ilk kez gösteren Brunelleschi olmuştur. Brunelleschi, 1417'de Floransa'daki Piazza del Duomo sarayının önüne kurduğu düzende, ahşap bir panelin ortasına açtığı delikten bakarak ve elinde tuttuğu aynanın görüntüsüyle birleştirerek bu tekniğin mimarlık için nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Aynı dönemde Alberti'nin perspektifin kurallarını açıkladığı teorik çalışmaları perspektifin bir temsil tekniği olarak kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Perspektif tekniği fiziksel dünya ile geometrik evren arasındaki ilişkilendirmeyi sağlar. Rönesans'ta gözün sabit bir noktadan görüşüne dayalı ideal geometrik kurguları bulmak bina ölçeğinde ve kentsel ölçekte tasarım eyleminin odağı haline gelir. *Euclid* geometrisinin paralellik kurallarıyla açıklanamayan; algının temsiline dayalı kuralların varlığını ortaya çıkaran perspektif, 18.yüzyılın sonunda Fransız matematikçi Poncelet tarafından geliştirilen "*projektive geometry*" algıya ve projeksiyona dayalı geometrik kurallarının geliştirilmesine öncü olmuştur (Bertol ve Fecil,2001) . Plan, kesit ve cephe çizimlerinin bir arada kullanılması geleneği Rönesans'ta başlamıştır. Rönesans'ta perspektif-görünüş, kesit-görünüş gibi *karma tekniklerin* kullanımı yaygındır.

Rönesans'ta, mimarlığı resmetme eylemi olarak gören bir mimar profilinden bahsedilebilir; perspektifin bulunuşuyla birlikte mimarlar biçimleri resimsel mekanlar olarak tasarlamaya başlar (Köksal, 1994). Porter (1979) tek bakış açısına dayalı, simetrik ve kesin çizgilerin, Rönesans mimarisine, ideal geometrik bütünlük arayışı ve resimsel görüntünün estetiğine dayalı bir mimari anlayış olarak yansıdığını söyleyerek aynı saptamayı yapar. Rönesans mimarı mekanı çerçevelemiş resimler olarak bakmaya başlamıştır. Bu dönemde Leonardo da

Vinci çok kaçışlı perspektif tekniklerini kullanır. Porter'ın belirttiğine göre 16. yüzyılda mikroskobun ve teleskopun bulunuşu gibi keşifler kaçış noktasının mekanın dışına uzanması, sonsuza gitmesi gibi etkiler yapmıştır.

Rönesans'a kadar binalar sanatçı ve zanaatkar olan mimarlar tarafından sanatın bütünleştiği ürünler olarak algılanmaktaydı. Hümanizmle birlikte aklın ve bilginin öne çıkışıyla mimari ve sanat ayrıldı. Mimar entelektüel ve mimari çizim becerisi ile donanmış kişi olarak algılandı. Mekanı çizebilmek ve çizim adamı olabilmek mimarın önemli bir becerisi haline geldi.

Aydınlanma döneminde temsille ilgili iki önemli gelişme yaşandı. Birincisi temsilin inşa edilecek binanın temsili olma rolünden ayrılması; kağıt üzerinde düşüncelerle kurulacak bir temsilin de mimari ürün olduğu yaklaşımının benimsenmesi. Piranesi, Ledoux ve Boullée'nin *ütópik projeleri* bu döneme damgasını vurmuştur. Boullée'nin Newton küresi ve diğer projeleri merkezi planlar, küp, piramit, koni, küre gibi geometrik biçimlerin eklentisiz, yalın kullanımıyla oluşturulmuştur.

18.yüzyılda temsil açısından ikinci önemli gelişme Gaspard Monge'un geliştirdiği *tasarı geometridir*. Tasarı geometri, uzaydaki şekillerin tasarımını, birbirine dik iki düzlemdeki izdüşümlerle inceleyen geometridir (Hasol,1993). Bertol gözün görüşünü dayalı ve objenin bütünüyle ilgili ölçülebilir bilgiler sunmayan perspektif tekniğinin yerini ölçülebilir nesnel bir temsil tekniği olan tasarı geometrinin aldığını belirtir (Bertol ve Fecil,2001). Durand tasarı geometriyi mimari projelerinde kullanarak, gözün görüşünün hakim olduğu bir mekanlar düzeninden aklın kurgusunun ve kavramsal düşüncenin hakim olacağı bir mekanlar düzenine geçişin öncüsü olmuştur.

18.yüzyılda mimarlık eğitimi veren iki okul; Ecole des Beaux Arts ve Ecole Polytechnique'in müfredatında çizime verilen ağırlık, çizimin ortak bir mimari dil olarak kullanımını destekledi. Ecole des Beaux Art okulunda mimarlığın kesin kurallarla belirlenmiş bir çizim geleneğinin uygulanmasından ibaret olduğu yaklaşımını destekleyen bir eğitim programı uygulandı ve mimar bir çizim virtüözü olarak tanımlanmaya başladı. 1900'larda baskı tekniklerinin kullanılması ve mimari yayıncılığın başlaması çizimin mimarın dili haline gelişini destekledi (Porter,1979).

Beaux Arts'la mimarının inşaat ve uygulamanın gereklerinden bağımsız olarak temsil ortamında gerçekleştirilmesine tepkiler başladı ve Gropius 1919'da Weimar'da Bauhaus

okulunu kurdu. Modern mimarlığın temellerinin atıldığı bu okulun eğitim programında çizim teknikleriyle ilgili derslerin yanında ağırlıklı olarak zanaat ve inşaatla ilgili dersler de yer aldı.

20 yüzyılda Kübist ressamların soyutlamaya, algı bütünlüğüne dayalı eserleri, bilimde Einstein'ın kuramlarıyla zaman ve görelilik kavramlarının ortaya çıkışı gibi gelişmeler Gropius ve Le Corbusier gibi mimarların ürünlerini etkilemiştir. İç ve dışın şeffaflık sayesinde bütünleşmesi, zaman içindeki hareketlerin tek bir karede bütünleştirilmesi gibi temsil teknikleri mimariye şeffaf cepheler olarak yansır. Yapının, soyutlamaya dayalı tekniklerle analitik olarak gösterimi yaygınlaşır. Aksonometri mekanla ilgili yeni fikirlerin temsilcisi olarak kullanılmaya başlanır.

*Aksonometri* bir cisim üç boyutlu olarak gösteren bir geometrik çizim türü; paralel izdüşümle elde edilen perspektif, olarak tanımlanmaktadır (Hasol,1993). Planın köşe noktalarından ölçekli olarak dikmelerin çıkarılmasıyla ve dikme uçlarından plana paralel çizgilerin çizilmesiyle elde edilen bu gösterim tekniğinde yatay düzlemdeki boyutlar ve düşey doğrular ölçekli olur. 19.yüzyılda mühendislik okullarında kullanılan aksonometri, 1923 yılında Paris'te düzenlenen De Stijl sergisi'nde Van Doesburg ve Van Eesteren'in çizimleri ile mimari temsil aracı olarak meşruiyetini ilan etmiş olur.

Gomez'e göre mimarın kullandığı temsil teknikleri hiçbir zaman nötr, anlam yüklenmemiş temsiller değildir, içinde buldukları zamanın bilgi kuramları ve mekan anlayışlarına bağlıdırlar. Bu araçlar dönemin mimari düşüncesinin ve uygulamalarının temsilcileridir (Gomez,1997) . Aksonometri, kişinin subjektif bakış açısını temsil düzeninden silip onun yerine soyut ölçüler sisteminin kurallarını getiren, incelenen objeyle inceleyen kişi arasına belirli bir mesafe koyan bir tekniktir; tasarımda göz yerine aklın belirleyici olduğu düşüncesinin sembolüdür. Yates "*Distance and Depth*", *Mesafe ve Derinlik* isimli makalesinde, mimarlık tarihi boyunca tartışma konusu olan obje-subje, zihin-beden tartışmalarına mesafe-derinlik ikilisini ekleyerek, temsil tarihini bu iki ayrı yaklaşım açısından incelemiştir (Goldschmidt ve Porter, 2004). Bu yaklaşımda mimarlık iki ayrı bakış aracılığıyla analiz edilir; *mesafe* aracılığıyla bakışta objenin ve objenin yerleşiminin ölçülebilir özellikleri, matematik aracılığıyla ve objektif bakışla tanımlanan bir mimari yaklaşım temsil edilirken, *derinlik* aracılığıyla çevrelenmiş subjenin kendi konumunu çevresindekilere göre tanımladığı, deneyime ve algıya dayalı bir mimari yaklaşımın temsilinden bahsedilir. Bu anlamda aksonometri mimariye *mesafeli* bakışın, perspektif mimariye *derinlik* aracılığıyla bakışın temsilleridir.

1960'lı yıllardan itibaren mimarlık bilimsel bakışı, sistematik yaklaşımı benimsedi; bir yandan tasarım sürecinin çözümlenmesi çalışmaları başlarken, diğer yandan mekanın inşadan bağımsız temsil ortamı üzerinde varlığı sanat objesi konumuna geldi. Köksal'a göre mimarlık tarihinin, mimarlık düşüncesinin gelişmesinde, tipolojilerin araştırılmasında çizimin özerkliği belirleyici olmuş, spekülatif bilginin oluşmasına olanak vermiştir (Köksal, 1994). Bu yıllarda basılı medya sayesinde fikirlerin iletişim ortamına sunulması mimari temsilin bağımsız bir dil olmasını desteklemiştir. Bu dönemde grafiksel anlatımın tasarımları etkilediğini düşünen ve temsil tekniklerine önem veren New York Five ve OMA gibi mimari gruplar oluşmaya başladı ve ürettikleri temsiller uluslararası sanat ortamında sanat objesi olarak kabul edildi.

Goldshmit ve Klevitsky'den alınan bilgilere göre iki ve üç boyutlu *kolaj ve rölyef* teknikleri Bauhaus okulunda geliştirilen ve *üç boyutlu eskizler* gibi kullanılan tekniklerdi. Maketler ahşap, metal, cam, beyaz karton gibi gerçek bina malzemelerini anımsatan malzemelerden yapılırdı (Golschmit ve Porter, 2004).

20. yüzyılda Modernizm'le başlayan modernite şemsiyesi altında neredeyse her 10 yılda bir farklı isimlerle yeni bir vurgunun yapıldığı -izm hareketleri başladı ve bu -izmlerin her birinde mimarlar temsil tekniklerini kendi vurgularına göre oluşturdu. Temsiller manifestoların sembolü olarak kullanıldı: 1914 İtalya'sında Fütürizmle birlikte gelecek *ütopyalarının resimsel çizimleri*; Rusya'da Konstrüktivistlerin *kolaj ve fotoğraf* teknikleriyle oluşturdukları soyut kompozisyonlar, 1910 ve 1930 yılları arasında Almanya'da Ekspresyonizmin etkileriyle *maketlerle* biçimsel arayışlar; 1917'de De Sijl'le birlikte mekanın adeta Mondrean resimleri gibi *renklerle ve aksonometri* teknikleriyle temsili gibi örneklendirebilecek bir temsil ve söylem çeşitliliği 20. yüzyıla damgasını vurdu. İzm-lerle birlikte oluşan temsil çeşitliliğine Gaudi gibi mimarların *kişisel temsil teknikleri* de eklendi. Gaudi Barselona'daki Sagrada Familia için ya da Santa Coloma'daki kilise tasarımlarında heykeltıraşlar ve mühendislerle birlikte yelken bezi ve telden maketlerle çalıştı. Daha sonra makette gördüğünü üç boyutlu çizimlerle resmetti. Mimarlık tarihinde 20.yüzyılın önemli mimari eserleri olarak anılan, Eero Saarinen'in T.W.A. terminali; Utzon'un Sydney Opera binası, Mendelshon'un Einstein Kulesi gibi yapıtlar temsil tekniklerinde çeşitliğin yaşandığı böyle bir dönemin ürünleridir.

Modernizmin geçmişten keskin kopuşu, katı kurallara bağlı olarak biçimlenmesi, evrensel üslubun dünyanın her yerinde aynı tipte binaları yaygınlaştırması gibi yönlerden eleştirilmeye başlamasının ardından, 1970'li yıllardan itibaren Post modernizm'le birlikte bu mirastan olumlu yanları alan, eleştirilen yönleri değiştirmeye soyunan yeni arayışlara girildi. Post

Modernizm'deki geçmişle bağları yeniden kurmak, katı kuralları ve üst söylemleri yıkmak, kişiselliği ön plana çıkarmak gibi söylemler yeni temsil tekniklerine neden olmamakla birlikte mevcut temsillerin başka türlü kullanımlarını beraberinde getirdi.

Bir -izm olarak Post modernizm'in yapıları, geçmişle istediği bağlantıları kuran, istediği biçim dillerini kullanan biçimlenişle birer mesaj sembolleri haline geldiler. Modern sonrası anlayış olarak bakıldığında Post modern dönemde, mekanı kişisel olarak deneyimleme, mekandaki rotalar, zaman ve hareket boyutu önem kazandı; bu yaklaşımlar temsillere yansdı. Goldschmidt ve Klevitsky Post Modernizmde temsil dilini James Stirling'in çizimleri aracılığıyla inceledikleri makalelerinde, *süreç hikayesi çizimleri*, *kolaj-montaj*, bitmiş ürünü anlatmaktan çok onun sistemini anlatan *aksonometri ve kavramsal grafikler*, mekanı deneyimini anlatan *seri eskiz çizimleri* gibi tekniklerin kullanımından bahsederler. Tüm bu teknikler o dönemde mekana bakışın temsilleridir.

Post modernizm'de bir oluşumun "*hikayesini anlatmak*" önemliydi. 1970'li yıllarda ortaya çıkan kavramsal sanat hareketleriyle paralel olarak gelişen bu söylem, mimaride konseptlerin ve tasarım sürecinin anlatılmasını ön plana çıkardı (Goldschmidt ve Porter, 2004) . Bu dönemde tasarım eskizleri ve tasarım sürecinin hikayesini anlatan *after drawings* denilen çizimler yayınlanmaya ve sergilenmeye başladı.

1988 yılında New York'ta düzenlenen bir sergi ile gündeme gelen Dekonstrüktivizm, Derrida'nın edebiyat ve felsefe ilişkileri alanında ortaya attığı dekonstrüksiyon düşüncesi ve Rus konstrüktivizminin etkileriyle oluşmuş bir mimari akımdır (Hasol, 1995) . Köksal Dekonstrüktivizm'de temsil ve inşai gerçekliklerin ayrı ayrı özerkleştğini; yapıyı temsil etmek yerine kendini temsil eden çizimlerin ve temsil düzleminde gösterimi oldukça güç bir inşai gerçekliğin görüldüğünü vurgular (Köksal, 1994). Bu dönemde temsiller genellikle kişisel üslupları yansıtacak şekilde düzenlenen ve geleneksel temsil tekniklerinden farklılaşan *soyut çizimlerdir*.

Eisenmann'ın *kavramsal diyagramları* ön plana çıkaran çalışmaları özellikle 1980'lerden sonra mimari temsil-tasarım ilişkisinde diyagramların kullanımını yaygınlaştırmıştır. Modern sonrasında fonksiyonun formu belirlemesine karşı çıkış, Eisenman'ın projelerinde de belirgindir. Eisenmann yerin hafızasını; bir anlamda geçmişini ve fonksiyonun belirlediği tipolojik biçimlenmeleri tasarım sürecindeki araçlar olarak kullanır. Tasarım sürecinde süperpoze etme, yerini değiştirme, sürekliliği sağlama, tekrar gibi işlemler kullanarak tasarımı diyagramlara göre biçimlendirir (King, 1986). Eisenmann'ın ortaya koyduğu temsil-tasarım ilişkisi günümüzde dijital teknolojilerin tasarım için kullanımlarına model olmuştur.

Goldschmidt (2004) temsil tekniklerinin gelişiminde teknolojik gelişmelerin ve medya değişimlerinin etkisinden bahsettiği yazısında 15.yüzyıla kadar parşömen kağıdının ve tirşenin pahalılıktan dolayı ender kullanıldığını; kağıdın 1467’de baskı araçları geliştirildikten sonra endüstriyel olarak üretilmeye başladığını; yarı şeffaf-şeffaf eskiz kağıtlarının gelişimini; fotoğraf teknolojisiyle birlikte ışığa duyarlı kimyasallarla işlenen kağıdın ve ozalitlerin yaygınlaşmasını ve günümüzde bilgisayarları önemli *teknolojik eşikler* olarak belirtir ve kullanılan temsil tekniklerini etkilediğini hatırlar. Temsille ilgili teknolojilerin yanı sıra optikte, röntgeni hatırlarsak tıpta, mikroskop ve teleskopun bulunuşun düşünürsek çeşitli bilimlerde, fotoğraf, hareketli görüntü, sinema ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin tümü temsilleri bir şekilde etkilemiştir. Dönemindeki teknolojik gelişmelerle temsil tekniklerinin gelişimi arasındaki bağlantı, temsil odaklı bir araştırmada incelenebilecek önemli bir konudur.

1970’li yıllarda kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla *bilgisayar destekli çizim* (CAD) için programlar geliştirilmeye başlamıştır. Günümüzde bilgisayarların temsil için kullanımında dijital ortamda *üç boyutlu modelleme*, mimari nesnelere algılayabilen ve çizimde buna uygun kolaylıklar sağlayan (örneğin pencere olarak tanımlanan çizim yer değiştirdiğinde ona uygun delik açan) *obje-tabanlı çizim programları*, *animasyon programları*, eskizlerden ve fotoğraftan üç boyutlu görüntü elde etme teknolojileri, yazılı-görsel-işitsel verilerin bir araya getirebildiği *multimedya teknolojileri* ve *sanal gerçeklik* gibi ileri teknolojiler temsil tekniklerinde yeni imkanlardır. Bu gibi imkanlar temsil kavramında yeni örnekler olarak kavramın sınırlarını genişletebilir.

Ancak temsil tasarım ilişkisi açısından asıl eşik, geleneksel temsillerle tasarımdan dijital tasarım teknolojilerine geçişte yaşanmaktadır; dijital tasarım teknolojileri temsil-tasarım-üretim ilişkisinde birçok değişime neden olmaktadır. Geleneksel temsillerin tasarım sürecinde kullanımı devam etmekle birlikte belirleyiciliği azalmakta; tasarıma etki edecek verilerin, bilgilerin organizasyonuna, sayısal olarak tarif edilmesine ve düzenlenmesine dayalı teknolojiler tasarımda belirleyiciliği hale gelmektedir. Bilgisayar ortamında mimari tasarımın temsil ortamından tasarımdan ayırt edici önemli özelliklerini Kolorevic (2003); *topoloji*, *Euclid-dışı geometriler*, *nurbs* denilen, eğrilerin kontrol noktalarıyla çizimini sağlayan çizim teknikleri, *parameteler* ve performans, güç alanlarının tanımlanmasına, biçim dönüşümlerine, genetiğe dayalı *tasarım teknolojileri* olarak belirtmektedir.

Topoloji, matematikte geometrik biçimlerin ya da objelerin sündürme, döndürme gibi dönüştürme işlemleriyle değişmeyen özelliklerinin incelendiği bir daldır. [6]. Örneğin bir

daire ve elips, ya da kare ve dikdörtgen topolojik olarak aynıdır. Topolojide bir objenin geometrik biçimi değil kenar, köşe, nokta sayısı gibi özelliklerine bağlı olarak tanımlanması önemlidir. Topolojik olarak tanımlanan biçimlerin geometrik biçimi değil ilişkisel strüktürü belirlenmiş olur. Topolojinin tasarım açısından önemi tek bir biçimsel kompozisyonun oluşturulmasına değil, bu biçimlerin ardındaki mantığı kurmaya yönlendirmesidir. Bu kurallara bağlı olarak çeşitli dönüşümlere açık, aynı ilişkisel sistem üzerine kurulu birçok biçimsel alternatifin araştırılması mümkündür.

Kolarevic'e göre (2003) dijital tasarımdan önce mimari biçim repertuarı Euclid geometrisini oluşturan elemanlarla sınırlıydı; çizgiler, daireler, dörtgenler ve bunların kompozisyonları. Karmaşık eğrisel çizgiler, çeşitli yarıçaplara sahip dairelerle ifade edilir, teğetlik, merkezden uzaklık gibi verilerle düzenlenir; bu şekilde çizilir ve uygulanırdı. Dijital çizim tekniklerinin çeşitli imkanları örneğin *nurbs* tekniği, eğrisel çizgilerin ve yüzeylerin, kontrol noktalarıyla, ağırlıklarıyla, vektörleriyle, dereceleriyle oynanarak kolaylıkla değiştirilebildiği ve sayısal olarak tanımlanabildiği imkanlar sundu. Günümüzde birçok modelleme programı karmaşık yüzeyli biçimlerin basit komutlarla oluşturulabildiği *nurbs* tekniğine dayalıdır.

Dijital tasarım ortamındaki bu gibi imkanlar, geleneksel tasarım sürecinin görsel anlatıma ve imgeleme dayalı yapısında değişimlere neden olmaktadır. Dijital tasarım ortamı bilgiyle eşlenmiş temsillere, tasarımdaki verilerin ve veriler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasına dayalıdır. Bu anlamda disiplinler arası bir çalışmayı gerektirir. Bu alt kurgu ya da tasarımın strüktürü bir kez kurulduktan sonra bu ilişkileri karşılayan bir biçimler evreni önünüzdedir. Bilgilerin temsillerle eşlenmesiyle düzenlenen bir ana biçimsel dil ailesinin, birçok alternatif parametreler değiştirilerek elde edilebilir. Bu parametrelerin birindeki değişiklik bütün geometrik düzenin otomatik olarak yenilenmesiyle sonuçlarını tasarımcıya gösterir. Dijital tasarım temsil-tasarım-üretim ilişkilerinde yeni bir eşik dönemdir.

### 3.2 Mimari Tasarım Sürecinde Temsilin Rolü

Mimari temsil türleri, tasarım sürecindeki kullanım amaçlarına, özelliklerine, mekanla ilgili olarak verdikleri bilgilere, tasarım aşamalarındaki kullanımlarına göre çeşitli şekillerde sınıflanabilir. Goldshmit ve Porter (2004) temsil tekniklerini iç temsiller- dış temsiller, kesin çizimler- kabataslak çizimler, resimsel çizimler- kavramsal çizimler, tasarımın tamamını anlatan- parçalı çözümleri anlatan çizimler gibi sınıflara ayırarak incelemişlerdir. Bu ayrımlara kullanılan medyaya göre analog- dijital temsiller ayrımı da eklenebilir.



Porter (1979) temsil tekniklerinin tasarım aşamalarındaki kullanımlarına göre yaptığı sınıflamada; tasarım düşüncesinin oluşumu safhasında eskiz ve diyagramlar; tasarımın geliştirilmesi aşamasında plan-kesit-görünüş, paralel ve merkezi perspektifler, sentez ve değerlendirme aşamasında tarif eden kesin çizimler, fotomontaj, simülasyon teknikleri ve tüm aşamalarda konsept maketi, kütle maketi, strüktür maketi, sunum maketi gibi çeşitli türde maketlerin kullanımından bahseder.

Tez kapsamında temsil teknikleri, tasarım düşüncesinin oluşumu ve geliştirilmesi aşamasındaki etkileri açısından incelenmektedir. Tasarım sürecinde temsilin rolünü incelemek için birçok araştırmacı, tasarımcıları bir anlamda denek olarak kullanarak tasarım sürecinde yaptıkları çizimleri ve sesli düşüncelerini isteyerek söylediklerini kaydetmiştir. Goldschmidt bu kayıtlara dayanarak eskizin düşünce kurulması aşamasında en etkin temsil aracı olduğunu vurgular. Eskiz belirsiz, bitmemiş, açık-uçlu yapıyla tasarıma giden yolda ipuçları yakalamak, bir şey aracılığıyla başka bir şey düşünebilmek için uygun bir tekniktir. Broadbent'e göre ise esas olan mekan deneyimidir ve buna soyut çizimlerle ulaşmak değil, ışığın, dokunun, vb. mekan bileşenlerinin bir araya getirildiği foto-gerçekçi çizimlerle ya da bilgisayar simülasyonu ile ulaşmak mümkündür. Araştırmacılar temsil tekniklerini düşüncedeki etkisi için farklı temsil tekniklerini önemsiyorlarsa da tümündeki ortak düşünce tasarım sürecinde temsillerin etkin rolü olduğudur.

Goldschmidt'e göre (2004) tasarım sürecinde temel olarak iki farklı tür temsil durumu vardır; tasarımcının zihninde beliren ve genellikle imgesel olan *iç temsiller* ve zihindekilerin çeşitli tekniklerle başka bir ortama aktarıldığı *dış temsiller*. Mimari tasarım sürecinde tasarım düşüncesinin oluşumu için, iç temsillerle dış temsiller arasında bir diyalog kurulur. İç temsillerle dış temsiller arasında diyalogu sağlayan en temel bilişsel yeti *imgelemdir*. İmgelem, bir şeyi olduğundan farklı şekillerde görmeyi sağlayan, Balamir'in deyişiyle tahayyül ve tasavvurla ilgili bir terimdir (İnceoğlu,1997). Goldschmidt tasarım sürecindeki bu durumu; iç temsillerle dış temsiller arasında imgelem aracılığıyla gidip gelmeyi *etkileşimli imgelem* olarak isimlendirir. Goldschmidt önce zihinde konsept oluşur daha sonra eskizlerle anlatımına geçilir anlayışına karşılık etkileşimli imgelem kavramını önerir. Tasarıma konsept zihinde netleşmeden önce, eskizlere başlanılabilir. Temsil ortamında üretilen görsel çalışmalardan imgelem sayesinde ipuçları yakalanır ve amaca yönelik sonuçlar çıkarılır.

Tasarım sürecinde düşüncenin kurulması ve geliştirilmesi aşamasında temsillerin bu kadar belirleyici olması matematiksel problem çözme yetisinden farklı bir düşünme moduyla tarif edilmeyi gerektirir. Goldschmidt ve Arhneim gibi kuramcılar tasarım probleminin

çözümündeki düşünme modunu *görsel düşünce* olarak tarif eder. Görsel düşünme kavramı, görme ve algıyla ilişkili olarak değil bilişsel süreçlerle ilgili olarak kullanılmaktadır. Zihnin yapısının ve düşünme eyleminin araştırıldığı alanlarda, dil, incelenmesi gerekli bir olgu olarak benimsenirken, zihindeki imgeler, kavrayışın daha ilkel hali olarak ikinci plana atılmaktadır. Arnheim ve Goldschmidt'e göre görsel düşünme-visual thinking, özellikle yaratıcılık gerektiren problem çözümlerinde geçerli bir düşünme modu olarak benimsenmelidir (Goldschmidt, 1994).

Düşünce-temsil ve ürün arasındaki ilişkiler incelendiğinde temsil tekniklerinin kullanım amacı açısından iki grupta incelenmesi gerekliliği anlaşılmıştır: birincisi, temsilin mekansal etkiyi görebilme amaçlı kullanımı; ikincisi, temsilin mekanı analitik olarak inceleyebilme amaçlı kullanımı. Bu saptamayı örneklerle açıklarsak:

- Mekanın canlandırılması amaçlı kullanılan temsiller; mekanın algısal deneyimini temsil eden teknik ve araçlar; perspektif, illüstrasyon, foto montaj, maket, seri eskizler, simülasyon teknikleri vb.
- Mekanla ilgili analitik araştırmaların yapılması amaçlı kullanılan temsiller; soyutlama ve kavramsallaştırmaya dayalı tekniklerin kullanımı; mekanı kavramsal olarak anlatan teknik ve araçlar; örneğin plan, kesit, görünüş, aksonometrik perspektifler, fonksiyon şemaları gibi kavramsal grafikler, diyagramlar vb.

Tüm bu tekniklerin sınırları ve olanakları mekanla ilgili farklı bilgiler verir; bu sınırların ve olanakların bilinmesi ve tekniklerin amacına uygun kullanımı tasarımın doğru yönlendirilmesi açısından önemlidir. Örneğin Porter (1979) maketin gerçek mekan deneyimini temsil etme açısından önemli bir teknik olmasına rağmen göz hizasından görüşü yakalama, görüş mesafesi gibi açılardan "*Gulliver hatası*" denilen bir eksikliği olduğu ve bu açıdan yanlış bilgi verebileceğinden bahseder. Bunun aşılması için *modelscope* denilen makete periskop benzeri araçların yerleştirilmesiyle, elde edilen görüntülerin izlenmesi gibi teknikler geliştirilmiştir. Aynı şekilde 1:1 ölçekli kısmi maket çalışmaları; mekanın inşa edileceği yerin video görüntüleri içine üç boyutlu modelinin ya da maket görüntülerinin eklenmesi gibi teknikler de kullanılmaktadır.

Mimarların çeşitli temsil tekniklerini benimseyip tasarımlarını ve söylemlerini bunlar aracılığıyla gerçekleştirdiği ve sembolize ettiği, bir anlamda kişisel repertuarları olarak kullandıkları temsillerden de bahsedilebilir. Goldschmidt'in *tasarımcının araç kitine* benzettiği bu tekniklere örnek olarak Aalto ve Botta'nın temel geometrik biçimlerin

kompozisyonunu yaptıkları temsilleri ya da Stirling'in tasarımlarında aksonometriyi analitik bir araç olarak kullanımını örnek gösterir. Bunlar tasarımda düzenleyici olarak seçilen ve kişisel üslubu destekleyen temsillerdir.

Dijital tasarım süreçlerinde temsil teknolojileri sadece görsel tabanlı inceleme araçları olarak değil bunun yanı sıra *veri ve bilgiyle eğlenmiş* olarak kullanılırlar. Standart çizim programlarının sunduğu olanaklar bilgi tabanlı temsiller için yeterli değildir. Ancak bu programların çoğu veri tabanını destekleme, akıllı objelerle çalışma ve parametrik çizim gibi özellikleri yeni versiyonlarına eklemekte; yeni programlar bu özelliklere sahip olacak şekilde piyasaya çıkmaktadır. Dijital tasarım süreçlerinde standart programların program yazım kodlarına girilip düzenlemeler yapılmakta, mühendislik, film, endüstriyel tasarım gibi başka disiplinlerde kullanılan programlar denenmekte ya da bilgisayar programcılarıyla çalışılarak tasarım stratejisine uygun küçük programlar yazılmaktadır.

Dijital tasarım teknolojilerinin kullanıldığı tasarım süreçlerinin önemli bir özelliği *dijital sürekliliktir*. Dijital süreklilik tasarımın ilk aşamalarında kullanılan bilgi tabanlı ve genellikle üç boyutlu dijital modelin, tasarım geliştirme ve üretim aşamalarında da kullanılması olarak tarif edilebilir. *Temsil ve uygulama, tasarım ve mühendislik* dijital tasarım süreçlerinde iç içe süreçler olarak gelişir; aynı bilgi tabanlı model kullanılır. Kieran ve Timberlake (2004) mimari tasarım sürecinin uçak, gemi endüstrilerindeki tasarım ve üretim süreçlerine benzer bir süreç izlemeye başladığını vurgular. Mimari tasarımda biçimlenme kriterleri gemi ya da uçak tasarımında olduğu kadar belirgin parametrelere dayalı değildir; mimar tasarımındaki parametreleri ve konseptine uygun olan tasarım işlemlerini belirler. Ortaçağda sanat ve zanaat ve inşaat bir arada yürüten, bir anlamda orkestra şefi olan mimar günümüzde benzer bir şekilde bilgiyi organize eder; *bilgi ustasıdır*.

#### 4. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYAR ve DİJİTAL TASARIM TEKNOLOJİLERİ

1970’li yıllarda kişisel bilgisayarların üretilmesini takiben bilgisayar, mimarlıkta çizim amaçlı kullanılmaya başladı. *Bilgisayar destekli çizim (CAD)* iki boyutlu çizimlerden üç boyutlu çizimlere, doğruların çiziminden eğrilerin çizilebildiği tekniklere, tel çerçeve modellerden renklendirilmiş katı modellere, görsel tabanlı temsillerden bilgi tabanlı temsillere geçiş gibi gelişmelerle günümüzdeki çizim programlarının standardına ulaştı.

*Bilgisayar destekli mimari tasarım (CAAD)* çalışmalarının başlangıcı aynı tarihlere temellendirilebilir. 1960’lı yıllarda, tasarım sürecindeki bilişsel yapı, problem çözme aktiviteleri ve tasarımın sistematikleştirilmesi önemli araştırma alanlarıydı. 1970’li yıllarda bu alanlardaki çalışmalar bilgisayar bilimlerindeki gelişmelerle birleştiğinde *tasarımda otomasyon, uzman sistemler, mimari veri tabanları* gibi inceleme alanları oluştu. Carnegie Mellon, Ohio State vb birkaç üniversitede, Charles Eastman gibi -bilgisayar bilimleri ve mimarlık fakültelerinin her ikisinde de görev alan- isimlerin öncülüğünü yaptığı az sayıda araştırmacı bu konularla ilgili çalışmalar yapmakta; bilgisayar destekli mimari tasarım, üniversitelerde, araştırma projeleri kapsamında geliştirilmekteydi. Akın 1980’lerde CAAD alanındaki çalışmaların az sayıda üniversitede, neredeyse üniversite başına bir uzman kişi tarafından yürütüldüğünü söyler: UCLA’da William Mitchell, Ohio State’de Chris Yessios, SUNY Buffalo’da Yehuda Kalay, University of Michigan’da Harold Borkin, Cornell Üniversitesi’nde Donald Greenberg bu isimlere örnektir [8].

Novak’a göre 1980’li yıllarda bilgisayar destekli tasarımın amacı-ve sorunu-, genel bir tasarımcı için, genel bir tasarım problemine uygun, genel bir tasarım yöntemiyle genel bir çözüm üretmekti (Schmal, 2001). Genellemeye, optimizasyona, katı sebep-sonuç ilişkilerine dayalı bir süreç ve ürün tarif edilmekteydi. Novak’a göre bilgisayar destekli tasarım kişiye özgü tekniklerle ve disiplinler arası çalışmalarla gelişebilirdi. Bu anlamda *bilgisayar grafiği* alanında, sanatçılar, matematikçiler ve bilgisayar bilimlerinden uzmanların bir arada çalıştığı projeler bilgisayarın tasarımdaki kullanım imkanları için daha esnek bir model sunmaktaydı. Novak *bilgisayarla kompozisyonlar yapmak* için öncülüğünü müzik kompozisyonlarının oluşturduğu bir çalışma içine girdi. Novak bilgisayarı tasarım sürecinin sistematikleştirilmesiyle ilgili teknik bir araç olarak değil bunun ötesinde dijital kültürün uzantısı olan, mekanla ilgili yeni bir görme ve kavrama biçimi sunabilecek, hatta henüz bilmediğimiz yeni tür mekanların oluşumunu hazırlayan bir tasarım ortamı olarak gördü ve

gösterdi. Marcos Novak, *sanal mimarlık, akışkan mimariler* (liquid architectures), *aradaki mimariler* (transarchitectures), ve son olarak *görünmeyen ya da yaşayan mimariler* gibi kavramlarıyla ve üretimleriyle dijital mimarlık söylemini yönlendirmiş ve dijital mimarlık pratiğine ilham kaynağı olmuştur.

1980'lerin sonlarına gelindiğinde iki boyutlu çizim programlarının kullanımı yaygınlaşmıştır; ancak çizim programları tasarım için uygun sonuçlar verebilecek düzeyde değildi. Novak 1969'dan beri otomotiv ve uçak sanayinde kullanılan CATIA ve EUCLID gibi modelleme programlarının tasarım araştırmaları için uygun programlar olduğunu ancak pahalılık ve disiplinler arası çalışmaların azlığı gibi nedenlerle Gehry'nin denemelerine kadar mimarlık gündemine gelmediğini belirtir. 1980'lerde mimarlık fakülteleri bünyesinde bilgisayar bilimleri ve mimarlık kuramına dayalı bilgisayar destekli tasarım yüksek lisans programları açılmaya başlar. Novak endüstriyel tasarımı programı bünyesinde eğitim verdiği için bu programlardan haberdardır ve o dönemde bu programlar benzeri örneğin PADL-2 programıyla parametrik modelleme yapabilen ve CNC, sayısal işleme makineleriyle uyumlu çalışan programlarla çalıştığını belirtir. Bu tip programlarla değişkenler arasındaki ilişkiler tanımlandığında aynı tasarım ailesine ait çeşitli alternatifler elde edilebilmektedir.

1990'lı yıllara doğru *biyomorfik biçimler, genetik algoritmalar, evrimsel algoritmalar* gündeme gelir; doğadaki yaşam modelleri bilgisayar destekli tasarımın konusu olmaya başlar; hiyerarşik anlamda aşağıdan-yukarıya doğru ilerleyen, tümevarıma dayalı programlar yazılmaya başlar. Bu programlar tündengelem yaklaşımına göre daha esnek sonuçlar verir. (Schmal, 2001). Bilgisayar grafiği alanında *Siggraph* gibi yıllık toplantılar ve sergiler, bilgisayar destekli tasarım alanında yarışmalar yaygınlaşır. Bilgisayar programlarındaki gelişmeler örneğin Yessisos'un geliştirdiği *Form Z* gibi özellikle mimarların kullanması için tasarlanan, tasarım aşamasında üç boyutlu katı modellerin etkileşimli bir şekilde düzenlenebildiği programlar piyasaya çıkar. Peter Eisenmann, Frank Gehry gibi tasarımcılar bu tip programların *tasarlanın temsili için değil tasarım geliştirme için* kullanımında öncül olurlar.

Akın 1970'lerde tasarımda otomasyonla başlayan araştırma alanlarının konulara göre dağılımını şöyle tanımlar; 80'lerde *geometrik modelleme ve tasarım arayüzü* geliştirmeye ilgili çalışmalar; 85'i yıllarda *performans analizleri*; 70'lerde Simon'ın iki boyutlu planların otomatik üretimi çalışmalarıyla başlayan 85'lerde Flemming, Akın gibi araştırmacıların üç boyutlu olarak geliştirdiği *türetici uzman sistemler*; Eastman, Newell ve Simon'ın temellerini attığı tasarımın bilişsel yapısı üzerine çalışmaların 85'lerden sonra *insan bilgisayar*

*etkileşimi*, program testleri gibi amaçlarla kullanılarak geliştirilmesi. Akın 90'lardan sonra günümüze kadar uzanan araştırma alanları olarak; *biçim gramerleri*, tasarımın erken aşamalarında kullanılabilecek *entegre sistemler*; tasarım *veritabanları*; *uzman sistemler*; *bilgisayar grafiği*; *bilgi tabanlı modelleme*; *arayüz tasarımı* alanlarını örnek gösterir.

Bilgisayar destekli tasarım alanının altındaki alt araştırma konuları akademik platformda Akın'ın belirttiği şekilde çeşitlenmeye başlarken Novak bilgisayar destekli tasarım yolculuğunda başka bir noktaya varır: *sanal mekan*. Micheal Benedikt'le birlikte organize ettikleri "*CyberConf*" sanal mekanla ilgili ilk uluslararası konferans olur. Benedikt'in bu konferanstan sonra "Sanal Mekan-İlk Adımlar" ismiyle yayınladığı kitap mimarlık ortamında sanal mekan kavramına dikkatleri çekerken Novak'ın algoritmik olarak oluşturduğu, veriyle yönlendirilen, evrimsel mekan projeleri sanal mekanla ilgili uygulamalara öncü olur. 95'li yıllara gelindiğinde Oosterhuis, Perella, Rashid gibi mimarların konferans ve sergilerdeki varlığı *mimari uygulama ortamının* bilgisayar destekli tasarım alanındaki araştırmalara katıldığına göstergesi olur. 95'li yıllarda, tasarlanan sanal mekanlar *VRML teknikleriyle*, *Sanal gerçeklik* teknolojileriyle çeşitli sergilerdeki düzeneklerde denemekte, Internet teknolojilerinin yardımıyla sergilere gidilmeden uzaktan izlenmekteydi.

Bilgisayar destekli tasarımın kısa tarihçesi, konunun gelişiminde öncü rol oynamış olan iki isim; Novak ve Akın'ın kişisel hikayeleri aracılığıyla incelenmiştir. Günümüzde bilgisayar destekli tasarım alanındaki akademik çalışmalar birçok üniversitede lisansüstü programları ve araştırma birimleri kapsamında devam ederken, özellikle 1990'lardan sonra mimari uygulama ortamında dijital tasarım teknolojilerine dayalı deneysel projeler geliştirilmeye başlar. Mimarlık dışından birçok disiplinle bir arada çalışan mimari ofisler, dijital teknolojilere dayalı tasarım ve üretimin teknikleri geliştirmekte, dijital kültür üzerine kurulu mimari söylemler oluşturmaktalar.

Dijital tasarım ve üretim teknolojilerini kullanan mimari ofislerin projeleri incelenirken bu büroların katıldığı ve projelerinin sergilendiği uluslararası sergilere rastlanmıştır. Tasarımcıların projeleri kadar tasarım süreçlerinin sergilendiği uluslararası sergiler tez için önemli inceleme kaynakları olmuşlardır.

#### **4.1 Dijital Mimarlık Konulu Uluslararası Mimarlık Sergileri**

Mimarlık tarihindeki ilk yarışma, 1401 tarihinde Floransa'da bir vaftiz evinin ikinci kapısının tasarımı için Ghiberti ile Brunelleschi arasında düzenlenen yarışmadır; her iki mimarın projesi de yarışma ödülüne layık görülür. Yarışmayı izleyen günlerde mimarlık tarihinin ilk sergisi

düzenlenir ve proje maketleri sergilenir (Lipstad, ). Mimarlık yarışmalarının bir gelenek haline almasında 18. yüzyılda İngiltere Kraliyet Akademisi sergilerinin önemi büyüktür. 1850'li yıllarda profesyonel mimarlık ofislerinin katılımıyla sergiler yeni mimari ürünler ve hayaller için vitrinler haline dönüşür.

Uluslararası mimarlık sergileri mimarlık tarihi boyunca yaşanan değişimlere sahne olmuş; bazen değişimleri hazırlamış, bazen de belgelemiştir. Sergi katalogları giderek mimari yayınlar arasında yer almaya başlamış ve mimarlık bilgisinin parçası haline gelmişlerdir. Sergilerde sadece projeler tanıtılmaz. Belirlenen temalara bağlı olarak seçilen ve biraraya getirilen projeler düşünsel bir bütün oluşturur. Sergiler mimari düşüncelerin kurulduğu, tartışıldığı, ortak bir lisanın yakalandığı, ya da ortak lisanların çözüldüğü platformlara dönüşür.

Latent Utopias sergisinin küratörleri Hadid ve Schumacher, mimarlık sergilerinin -günümüz mimarlığının uzmanlık gerektiren oyun ve deneyleri için forum alanları; zeminin test edildiği ortamlar olduğunu belirtirler (Hadid ve Schumacher, 2003). Dijital temsil-tasarım ve üretim teknolojilerinin etkisiyle mimarlıkta yaşanan değişimler 1997'de Transarchitecture sergisiyle mimarlık gündemine gelmiş ve bunu takiben bir dizi uluslararası sergiye konu olmuştur. Tez kapsamında bu sergilerden 1998 Transarchitectures, 1999 Archilab, 2001 Digital-Real, 2003 Latent Utopias ve son olarak 2004 Pompidou Non Standards sergileri inceleme kaynakları olarak belirlenmiştir. Bu sergilerin birbirinin devamı ya da tamamlayıcısı olarak ilişkili olduğu ve dijital mimarlıkla ilgili büyük resmin parçaları olduğu düşünülmektedir.

#### 4.1.1 Sergi no:1\_Transarchitectures v2 Sergisi, Rotterdam, 1998

İlki 1997'de Monte Carlo'da gerçekleştirilen *Transarchitectures* sergisi, daha sonra, dünyayı dolaşarak uluslararası bir konferanslar ve sergiler zincirine dönüşmüştür. Paris'ten başlayarak, Floransa, New York, Brüksel, Berlin ve başka birçok şehirde gerçekleştirilen etkinlikler zinciri genç mimarların denemelerini ve mimarlıkla ilgili yeni fikirleri taşıyan bir araç haline gelir. Birbirlerinden farklı amaçları ve tasarım yöntemleri olan sergi katılımcılarının ortak eğilimi, bilgisayarı bir temsil aracı olarak değil, kültürel değişimlere cevap verecek mimari araştırmalar yapmak için yeni bir tasarım ortamı olarak kullanmalarındır.

Marcos Novak'ın ortaya attığı *transarchitectures* kavramı, dijital teknolojiye dayalı olan felsefi ve kültürel değişimin doğurduğu yeni bir mimarlık türü (biyolojideki tür kavramına paralel olarak kullanır) olarak tanımlamaktadır (Schmal, 2001). Novak'ın bu sergi öncesinde ortaya attığı *akışkan mimarlık* terimi siber uzayla ve sanal mekanla ilgili bir terimken

*transarchitectures* siber uzayın inşa ortamına geçmiş, inşa edilebilecek halini tanımlamaktadır.

Novak'a göre yeni bir ortamda, yeni teknolojiler aracılığıyla tasarım yapma deneyimi, tasarımcıların *zaman, mekan, biçim, strüktür* ve benzeri olgularla ilgili yeni konseptler geliştirmelerine neden olmaktadır. *Transarchitectures* sergisi, çoğunluğu Amerika ve Avrupa'dan yirmi dokuz mimarlık ofisinin katılımıyla, dijital tasarım ve üretim teknolojilerine dayalı projelerin sergilendiği, mekanla ilgili yeni yaklaşımların tartışıldığı bir ortamı kurmuştur; benzer temalara sahip sergiler zincirinin ilk halkası olmuştur.



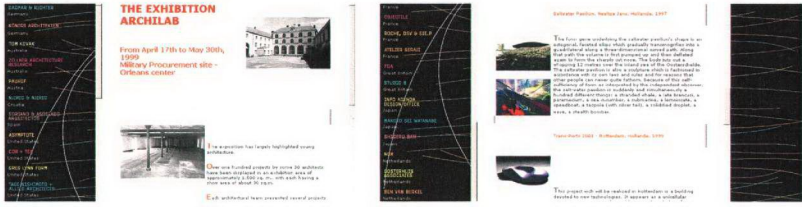
Şekil 4.1 Transarchitectures v2 Sergisi web sitesi ve sergi mekanından görüntüler [9]

#### 4.1.2 Sergi no:2\_Archilab 1999 Sergisi, *Frac Center, Orleans*

*Transarchitectures* sergilerini takiben yeni bir sergiler dizisi Fransa'daki Frac Merkezi'nde gerçekleşti. *Archilab* sergilerinden 1999 ve 2000 yılındaki sergiler, *Transarchitectures* sergilerine benzer bir yaklaşımla dijital mimarlık ürünlerini bir araya getirdiler. Katılımcı sayısı giderek artan *Archilab* sergilerinde, 1999'da 30, 2000'de 60 kadar mimari ofisin ürünleri ve tasarım süreçleri sergilendi. *Archilab 99* Sergisinin Internet ortamındaki karşılığı olan web sitesinde [10] katılımcı mimarlarla ilgili olarak geniş bilgiye yer verildi; mimarların dijital mimarlıkla ilgili genel yaklaşımları, büro profilleri, gündemdeki projelerinden örnekler gibi bilgilerle yeni bir dijital mimarlık platformu kurulmuş oldu.

Frédéric Migayrou ve Marie-Ange Brayer'in organize ettiği *Archilab 1999* ve *Archilab 2000* sergileri "*global mimaride radikal deneyler*" teması altında dijital kültürün mimariye yansımalarının gözlenebildiği bir sergi ve tartışma ortamı olarak sergiler zincirinde yerini aldı.



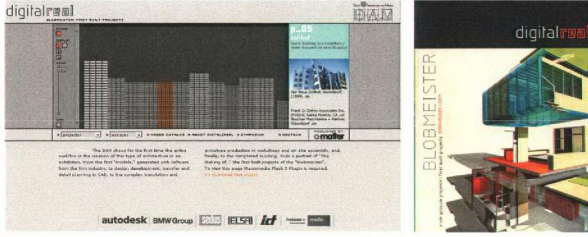


Şekil 4.2 Archilab 99 sergisi web sitesi [10]

#### 4.1.3 Sergi no:3\_Digital-real Sergisi, Deutsches Architektur Museum, Frankfurt, 2001

Serginin küratörü Peter C. Schmal'a göre *Digital-real* sergisinin en önemli özelliği dijital mimarlık projelerinin *inşai gerçekliklere* dönüşümünü belgeleyen ilk sergi olmasıdır. (Schmal,2001). Dijital tasarım ortamı eğrilerle, su damlası benzeri yumuşak hatlı kütlelerle çalışmaya imkan verir; ürünlerde eğrisel biçimlere dayalı ortak bir dil gözlenebilir. Sergi kapsamında dijital teknolojilerle çalışan mimarlar blobmeisters olarak tanımlanır. *Blobmeisters* Wes Jones'un ortaya attığı İngilizce Almanca melez bir kelimedir; damla benzeri biçimlerin ustaları anlamına gelir ve bir dönem Amerika'da dijital mimarilere olumsuz eleştiri için kullanılmış bir terimdir. Sergide bu negatif çağırışına rağmen kullanımı benimsenmiştir.

Serginin bir başka özelliği de uygulanmış ürünlerin fotoğraflarının sergilenmesi kadar *tasarım sürecinin sergilenmesidir*. Scmal'a göre *dijital tasarım süreci* anlık buluşlara değil araştırmaya, aşama aşama evrimleşerek gelişmeye, varyasyonlarıyla birlikte incelemeye dayalıdır; bu yönüyle ürün geliştirmedeki araştırma geliştirme süreçlerine benzer. Sergilerdeki projeler proje sürecindeki aşamalar göre; *analog, dijital, yapım aşaması, gerçek* başlıkları altında incelenmiştir. Sergi web sayfasından [11] aynı bilgilere ve çeşitli referanslarına etkileşimli bir biçimde ulaşılabilir. Dijital mimarlıklarla ilgili sergilerin Internet ortamında web sayfalarıyla temsili serginin uzantısı gibi ele alınmakta ve sergilere gidemeyenler için önemli bir bilgi kaynağı haline gelmektedir.



Şekil 4.3 Digital-real sergisi web sayfası ve sergi katalogu [11] (Schmal, 2001)

#### 4.1.4 Sergi no:4\_Latent Utopias Sergisi, Landesmuseum, Graz, 2002-03

Küratörlüğünü Zaha Hadid ve Patrik Schumacher'in yaptığı *Belirsiz Ütopiyalar* sergisi, dijital teknolojilerin yeni bir tasarım medyası olarak kullanıldığı güncel mimari deneylere ve radikal anlamda değişen mekan konseptlerine odaklanmıştır [12]. Serginin ana teması olarak belirlenen "*belirsiz ütopiyalar*", gelecek ve gelişim hayallerinin sembolü olan ütopyaların günümüzün karmaşık sosyo-politik, ekonomik ve kültürel yapısı içinde artık geçerliliklerini kaybettikleri üzerine bir vurgudur. Küratörlere göre Modern ütopiyalar antitezlerinin oluşturulması için son 10-15 yıldır önemli kaynaklar olmuşlarsa da artık *gelişim* ve *daha iyi yaşamlar* için kurulacak *evrensel gelecek düşlerinden*, vizyonu tek bir karede temsil edecek ütopya resimlerinden bahsedilemez. (Hadid ve Schumacher, 2003).

"Her dönemin kendi ütopyelerine ihtiyacı vardır ancak günümüz ütopyaları kesin öngörülere dayanmayan *eğilimler ve deneyler* olarak ortaya atılmaktadır. Bu denemeler ancak sosyal pratikler bunların içinde bir potansiyel keşfettiğinde canlanabilir". Hadid ve Schumacher yeni denemelerin sadece deneysel tasarım yöntemlerinden ibaret olmadığını, uygulama ortamının bu deneylerin parçası olabileceğini belirtiyorlar. Dijital tasarım ve üretim teknolojilerinden güç alan bu denemelerin henüz ortak bir tanımı olamaz; önceden belirlenmiş bir amaca yönelik, direkt çözümler değildir. Günümüz ütopyaları deneysel ve kişisel üretimlerin mutasyon sürecine benzer bir süreçte seçimine, dönüşmesine ve çoğaltılmasına dayalı olarak; kişisel seçimlerin yerini kolektif kabuller aldığında gerçekleşecektir.

Sergide yirmi yedi mimari büronun projeleri yer almaktadır. Serginin web sitesinde [12] katılımcıların büro profilleri, kullandıkları tasarım teknolojileri, bu yeni denemeler içindeki pozisyonlarını belirten genel yaklaşımları ve son dönem projeleriyle ilgili etkileşimli bir veri

tabanı yer alır. Tüm bu bilgiler arasında etkileşimli bir biçimde gezinmek izleyiciyi serginin sınırlarından çıkarıp yeni deneylerle ilgili ortak eğilimlerin saptanabileceği bir platforma taşımaktadır.



Şekil 4.4 Latent Utopias sergisi web sitesi ve sergisi [12]

#### 4.1.5 Sergi no:5\_Architectures Non-Standard, Pompidou Kültür Merkezi Paris, 2003/4

*Architectures Non-Standard* sergisi Pompidou Kültür Merkezinin Tasarım Kavşağı denilen giriş mekanında, Aralık 2003-Mart 2004 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Küratörlüğü'nü Frederic Migayrou, yardımcı küratörlüğünü Zeynep Mennan'ın yaptığı serginin teması, “non standard” idi. Bu kavram modern matematikte süreklilik paradigmasıyla ilgili bir terimdir; bir yandan da standardizasyon kavramına gönderme yapılır (Mennan, 2004). *Architectures Non Standard* sergisi dijital mimarlıkla ilgili, dijital tasarım ve üretim teknolojileriyle üretilen mimarileri ve dijital mimarlık söylemini konu alan sergiler dizisinin 2004'teki son halkasıdır.

*Non standard*, 1960'lı yıllarda Robinson tarafından geliştirilen bir matematik analizinin adıdır. Sonsuz küçük ile sonsuz büyüğün matematiksel çalışma alanını geliştiren bu analizle algoritmik sistemlerin kullanımı genelleşmekte ve disiplinler arası bir alana yayılmaktadır (Mennan, 2004). Mennan'ın matematiksel anlamını bu şekilde tariflediği *non standards* terimi dijital tasarım teknolojileriyle çalışan mimarların topolojiye, Euclid dışı geometrilere dayalı tasarım süreçlerine gönderme yapmaktadır. *Non standard* kavramı aynı zamanda son on yıldır gelişmekte olan üretim mantığıyla ilgili bir terimdir; *non standard üretim*, endüstriyel olarak seri halde üretilen ancak tekil özelliklere sahip olan nesnelerin üretimine verilen isimdir. Mennan bu üretim modelinin kişisel bireyselleştirmeden farklı olduğunu belirtir; kitlesel bireyselleştirmede önceden tanımlı bir biçimsel katalog içindeki çeşitleme ve seçeneklerin genişletildiğini, non standart üretimde ise belirli bir tip ya da modelden

kaynaklanmayan, çeşitlenme alanı sonsuz olan bir üretim modelinden bahsedildiğini vurgular. *Non standard* bu anlamda standart olmayandır.

Mennan dijital teknolojilerin etkisiyle tasarım-üretim arasında eşzamanlılığa varan ve temsilin *erimesi* olarak adlandırılabilen bir paradigma değişiminin yaşandığını söyler. Dijital teknolojiler, tasarım için kullanılan araç ve yöntemlerle üretim için kullanılan araç ve yöntemler arasında dil birliği sağlamaktadır. Böylece tasarım sürecinde üretimin gerektirdiği bilgi oluşmakta, üretim koşullarının gerektirdiği sistem tasarım sürecinin sistematığıyla örtüşmektedir. Alan çalışması kapsamında incelenen projelerin tasarım süreçlerinde geleneksel temsillerin yardımcı teknikler olarak kullanıldığı, dijital ortamda üretilen temsillerin ise yaygın olarak kullanıldığı saptanmıştır. Bu anlamda *temsilin erimesi* yerine temsil kavramının ve temsillerin kullanılış şeklinin değiştiğini söylemenin daha doğru olduğu düşünülmektedir.

*Non standards* sergisinde on iki mimari ofisin ürünleri sergilenmiş; çaydanlıktan kentsel tasarıma uzanan birbirinden çok farklı ölçekteki ürünler, dijital tasarımın ölçekler arası durumunun göstergesi olmuştur. Mennan, sergilenen yeni mimari yaklaşıma uygun olarak, sergi mekanının tasarımını matematiksel bir model üzerine kurmuştur; tasarım girdilerini parametreler haline getirmiştir; mekanı Pompidou Kültür Merkezinin mevcut ızgara sistemine uygun olarak 12 eşit dikdörtgene böler; bu gridi matematiksel eğriselliklerin oluşabileceği ikinci bir gride dönüştürme işlemlerini matematikçilerle ve programcılarla birlikte oluşturur. Her biri eşit büyüklükte ancak birbirinde farklı eğriselliklerle sınırlanan sergi bölümleri oluşur. Sergideki bir ikinci öge günümüzdeki yaklaşımların erken modernitedeki öncülerinin incelendiği; 300 kadar örneği sergileyen; tüm sergi alanını dolaşan, matematiksel olarak biçimlendirilmiş yüzeydir.

Mennan'ın da belirttiği gibi değişimler yalnızca mimarlıkla sınırlı değildir; tüm disiplinlere yansıyan epistemolojik bir değişimin yaşanmaktadır. Bilgisayar bilimleri ve bilişsel bilimlerdeki gelişmeler disiplinler arasında ortak bir sayısal dil oluşturur. Bu dilin mimarlığa etkisini tartışabilmek için bu dili öğrenmek ve mimarlığa çevirisini yapmak gerekir.



Şekil 4.5 Non-Standards sergi planı ve sergiden görüntüler (Mennan, 2004)

Bahsedilen Uluslararası sergilerde yer alan mimarlar, bilgisayarın sağladığı teknolojik imkanları, mekanla ilgili yeni sorular sormak, yeni araştırmalar yapmak ve mekana yeni bir gözlemlerle bakmak için itici bir güç olarak kullanmaktadırlar. Tüm bu araştırmalar ve deneyler sürecinde mimari temsil-tasarım ve üretim süreçlerinde değişimler yaşanmaktadır. Bu değişimlerin mimarlık bilgisine ya da mimari üretime etkisinin ne olacağı üzerine fikir geliştirmek için bilgisayarın tasarım ve uygulama sürecinde ne şekillerde kullanıldığının araştırılması gereği ortaya çıkmıştır.

Tez kapsamında *dijital tasarım teknolojileri* başlığı altında, bahsedilen sergiler zincirinde yer alan mimarların, dijital tekniklerle tasarım yapma yöntemleri bir alan çalışması olarak incelenecektir. Alan çalışmasındaki amaç tasarım teknolojilerinin sabit bir skalasının çıkartılması değildir; mimarların bu teknolojileri kullanma yöntemleri sürekli değişmektedir; bu skalaya her geçen gün yeni teknikler ve tasarım yöntemleri eklenebilir. Alan çalışmasındaki asıl amaç, temsil-tasarım ve üretim süreçlerinde yaşanan değişimlerin mimarlığa etkisinin ne olacağı üzerine fikir geliştirmek için gerekli altyapının ve tartışma zemininin hazırlanmasıdır.

#### 4.2 Alan Çalışması: Dijital Tasarım Teknolojilerinin Mimari Pratikteki Kullanımları

Tasarım ve üretim süreçlerinde dijital teknolojilerin imkanlarını kullanan mimarların projeleri ve uygulamaları Uluslararası sergilere konu olmakta, bir anlamda incelemeye ve tartışmaya açılmaktadır. Dijital mimarlık sergileri incelendiğinde *henüz oluşmakta olan* bir dijital mimarlık söyleminin ipuçları yakalanmaktadır.

Dijital teknolojilerin mimarlık söylemine ya da mimari ürüne etkisi üzerine fikir geliştirmek için öncelikle bu teknolojilerle ilgili bilgilenmek gerekir. Dijital teknolojilerin tasarım süreçlerinde ne şekillerde kullanıldığının araştırılması ve dijital tasarım teknolojilerinin

mekan anlayışına etkileriyle ilgili ortak yaklaşımların saptanması hedeflenerek bir alan çalışması yapılmıştır. Yapılan alan çalışması kapsamında, bahsedilen uluslararası sergilerde yer alan projelerin tasarım süreçleri incelenmiştir. Alan çalışmasında:

- Uluslar arası sergilerde yer alan projeler arasında *seçim yapılması* ve seçilen projelerin tasarım süreçlerinin incelenmesi
- Projelerin, daha önceki bölümlerde teorik olarak tanımlanan çeşitli dijital tasarım teknolojilerine örnek oluşturacak şekilde *sınıflandırılması*
- Projelerin tasarım süreçlerinin belirlenen başlıklar aracılığıyla *incelenmesi*
- *Karşılaşturmaların yapılması ve ortak yönelimlerin saptanması* amacıyla incelenen tüm projelerin bir tabloda bir araya getirilmesi yöntem olarak belirlenmiştir.

Sergilerde yer alan projelerin seçimi için belirli kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler:

- Dijital tasarım teknolojileriyle ilgili bir çerçeve oluşturulabilmek için seçilecek projelerin bu çerçevedeki başlıklara örnek oluşturabilecek şekilde *birbirinden farklı yaklaşımlara* sahip olması
- Projelerin ayrıntılı incelemesinin yapılabilmesi için projelerle ve proje müellifi olan mimari ofislerle ilgili bilgilere sergi katalogları dışında *farklı kaynaklardan da ulaşabilme*; mümkünse mimari ofislerle direkt temasa geçme (Oosterhuis ve Watanabe mimari ofisleriyle bağlantı kurulabilmiştir)
- Dijital teknolojilerin kullanımında kültürel farklılıkların olup olmadığının saptanabilmesi için *farklı coğrafi bölgelerden* mimari ofislerin ve projelerin seçimi.
- Dijital teknolojilerin kullanımında ölçekler arası bir ortaklık olduğu varsayımının test edilebilmesi kentsel ölçekteki projelerden iç mekan bileşenlerinin tasarımına uzanan *birbirinden farklı ölçeklerdeki* tasarım problemlerine cevap veren projelerin seçimi.

Bu kriterle göre seçilen projeler alan çalışması için belirlenen yöntem dahilinde incelenecektir. Seçilen projeler ve tasarım süreçlerinde kullanılan dijital tasarım teknolojileriyle ilgili veriler çizelge 4.1.de derlenmiştir. Çizelge 4.1 Alan çalışması kapsamında incelenen projelere ait; proje künyeleri, tasarım sürecinde kullanılan dijital tasarım teknolojileri ve kullanılan programlarla ilgili kısa bilgiyi içermektedir.

Çizelge 4.1 Alan çalışması kapsamında incelenen projeler ve projelerin tasarım sürecinde kullanılan dijital tasarım teknolojileri

Dijital tasarım tekn.	Proje no- ismi	Proje künyesi	Dijital araçlar
PARAMETRİK TASARIM	P1_Dynaform BMW Pavyonu,	Frankfurt Uluslararası Araba Fuarı-BMW Pavyonu/ Franken Architekten ve ABB Architekten / 2001	Maya (AliasWavefront) Rhinceros (flexiCAD) AutoCAD (Autodesk)
	P2_Semper Pavyonu	Semper Pavyonu / Archilab, FRAC Centre, Orleans, 2000 / Sergi Pavyonu/ Objectile Paris, Bernard Cache ve Patrick Beauce/ 2000	Topsolid (TopCAD) Objectile (Objectile)
TÜRETİCİ TASARIM	P3_Ost/Kuttner Apartman Dairesi	Ost / Kuttner Apartments/ New York/ Mevcut apartman dairesinin iç dekorasyonu/ Kolatan & Mac Donald Studio/ 1996	Microstation (Bentley)
YAPAY ZEKA	P4_lidibashi Metro İstasyonu	lidibashi Metro İstasyonu / Tokyo/Metro İstasyonu sirkülasyon hattı ve havalandırma kulesi / Makoto Sei Watanabe Architects' Office/ 2001	C++Builder (Borland Mathematica (WolframR) AutoCAD (AutoDesk) FormZ (Autodes sys.)
EVİRİMSEL SİSTEMLER; KENDİNİ ORGANİZE	P5_eifForm Prototip Strüktür	EifForm programı 1:1 ölçekli prototip uygulama/ Academie van Bouwkunst, Amsterdam/ Strüktür tasarımı programı prototipi/ Kristina Shea/ 2002	EifFORM
ANİMASYONLA TASARIM	P6_Presbyterian Kilisesi	New York Presbyterian Church/ New York/ Mevcut bir yapının kiliseye dönüştürülmesi ve ek yapı/ LynnFORM, Micheal McInturf Arch., Garofalo Arch./ 1999	Power Animation (Alias) Microstation (Bentley)
DİYAGRAMA DAYALI TASARIM	P7_Intencities Enstelasyonu	Intencities/ Helsinki / Çeşitli sanat etkinlikleri için performans mekanı/ Ocean NORTH/ 2000	-
	P8_Yokohama Feribot Terminali	Yokohama International Port Terminal/ Yokohama, Japonya/ Uluslararası Feribot Terminali/ Foreign Office Architects_FOA 2000	-
PERFORMANSA DAYALI TASARIM; TEPKİMELİ ÇEVRELER	P9_Aegis Hyosurface	Aegis Hyosurface/ Venedik Bienali 2000,CEBIT Fuarı 2001/ Etkileşimli ve tepkimeli yüzey/ dECO/ 2000	-
	P10_Water Pavillions Sergi pavyonları	Salt Water Pavillion/ Fresh Water Pavillion/ Neeltze Jans adası, Hollanda/ Su temalı Sergi Pavyonları/ Oosterhuis ve NOX/ 1997	-
DİJİTAL ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ	P11_Zollhof Ofis Blokları	Der Neue Zollhof/ Düsseldorf/ Rhine nehri kıyısı kentsel canlandırma alanında 3 adet ofis binası/ Frank O Gehry & Beucker Maschlanka Partners/ 1999	Arrix/ AutoCAD/ CATIA (Dau)/ Mechanical Desktop/ Cutter Software

Çizelge 4.1'de listelenen projeler, alan çalışması kapsamında, dijital tasarım teknolojileri sınıflamasına uygun olarak ve bu teknolojilerin kullanımına örnek oluşturacak şekilde incelenecektir.

#### 4.2.1 Parametrik Tasarım

Parametrik tasarım dijital mimari tasarım yöntemlerinin birçoğunun temelini oluşturur. Tasarım sürecinde, konsept oluşumu, mekânın biçimlendirilmesi, uygulama detaylarının çözümlenmesi gibi çeşitli aşamalarda kullanılmaktadır. Tasarım sürecinde, parametrelere dayalı bir sistem kurulur; parametreler değiştirildikçe kurulan sisteme göre çeşitli çözümler otomatik olarak elde edilir. Parametrik modelleme ile oluşturulan ana modelde bir parametre değiştirildiğinde obje formu otomatik olarak yeniden düzenlenir; parametrik bir sistemde değişiklik yapma kolaylığı ve parametre değerleri değiştirilerek birçok alternatifin denenebilmesi özelliği vardır.

Parametrik sistemlerde tasarımcının tasarımdaki parametreleri ve parametreler arası ilişkileri belirlemesi gereklidir; geleneksel tasarım sürecinde tasarım belirsiz zihinsel imgelerden ya da konseptlerden temsiller aracılığıyla adım adım geliştirilirken dijital tasarım süreçlerinde sonuca götürecek sistemin baştan kurulması gereklidir.

Parametrik tasarım yöntemlerinin, farklı şekillerdeki kullanımlarını gösterebilmek amacıyla iki proje seçilmiştir. Uluslararası Otomobil Fuarında yer alan BMW Pavyonu parametrik tekniklerin konsept geliştirme ve form oluşturma aşamasındaki kullanımına örnek olarak seçilmiştir. Objectile mimari ofisinin üç boyutlu dokulara sahip panelleri ve sergi pavyonu, parametrik tekniklerle tasarlanan, otomatik olarak üretilen mimari elemanlardır. Objectile mimari ofisinin gerçekleştirdiği Semper pavyonu ikinci örnek olarak seçilmiştir; parametrik tekniklerin dijital üretim teknikleriyle entegre edilerek kullanıldığı ve uygulama sürecinde detay geliştirme amaçlı kullanımına örnek olarak seçilmiştir.

Oosterhuis'in *Web of North Holland* projesi alan çalışması kapsamında incelenmeye de tasarım sürecinde parametrelere dayalı olarak çözümlediği sistemden bahsetmekte fayda vardır; 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 bir sistem kurulmuş ve bina kabuğu tek bir prensip detayın parametrelerinin değiştirilmesiyle elde edilen, her biri farklı ölçü, açı ve kalınlıkta üçgen birimlerden oluşturulmuştur. Tasarıma üç boyutlu modelleme ile başlanmış, *Autolisp* ile üç boyutlu objelerin iki boyutlu açılımının yapılmasını sağlayan bir betik yazılmış ve çelik üretici firmaya dosyadan fabrikaya yöntemiyle gönderilmiştir. Oosterhuis parametrik tasarıma dayalı projesini *"tek bina tek detay"* sloganıyla sunmaktadır.



<b>Proje1-</b>	Proje ismi:	BMW Pavyonu, <i>Dynaform</i>
	Uygulama Yeri:	Frankfurt Forum Fuar Alanı
	Proje konusu:	Sergi Pavyonu, Uluslararası Araba Fuarı BMW Pavyonu
	Proje müellifleri:	Franken Architekten ve ABB Architekten
	Uygulama tarihi:	2001

### Proje Tanıtımı:

2001 Frankfurt Uluslararası Otomobil Fuarı'nda yer alan BMW Pavyonu-*Dynaform*, parametrik sistemlerin konsept geliştirme aşamasında kullanımına örnek olabilecek bir projedir. BMW pavyonunun konumlandığı Frankfurt Forum alanı, çeşitli fuar binalarıyla çevrelenmiş bir kentsel boşluktur. BMW Dynaform projesi Dijital Real sergisinde yer almış ve dijital tasarım süreçlerinin incelendiği birçok yayına konu olmuştur.



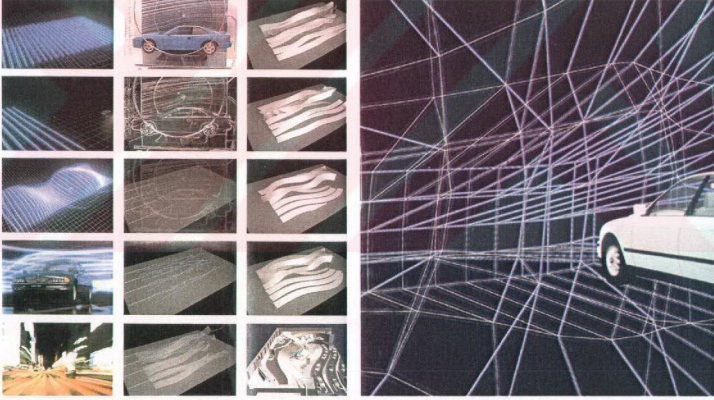
Şekil 4.6\_ Frankfurt Forum Alanı ve BMW Pavyonundan görünüm (Ji-Seong, J., 2003)

### Proje Tasarım Aşamaları:

Franken projedeki tasarım aşamalarını şu şekilde tarif etmektedir; işin analizi; programa uygun senaryoların ve konseptin oluşturulması; mekanın biçimlenmesine etki edecek faktörlerin parametrik olarak tanımlanması ve tasarım yönteminin belirlenmesi; dijital deney ortamının kurulması; ilk denemenin yapılması ve sonuç tatmin edici değilse parametreler üzerinde yeniden çalışılması; ana dijital modelin oluşturulması; parametre değerleri değiştirilerek ana modelden alternatifler üretme; istenilen sonuç elde edilene kadar tekrarlar ve optimizasyona dayalı tasarım geliştirme süreci; hızlı prototipleme teknolojileriyle maketlerin oluşturulması; değerlendirme ve karar aşamaları. Bu süreçte tasarımcının önemli rolü, biçimlenmeyi yönlendirecek parametreleri ve parametreler arası ilişkileri tarif etmesi ve her denemede tasarım sürecini yönlendirmesidir. Bu denemeler sürecinde hangi alternatifin uygun olduğuna, nerede durulması gerektiğine tasarımcı karar verir ve sonuçları değerlendirir.

### Konsept Geliştirme:

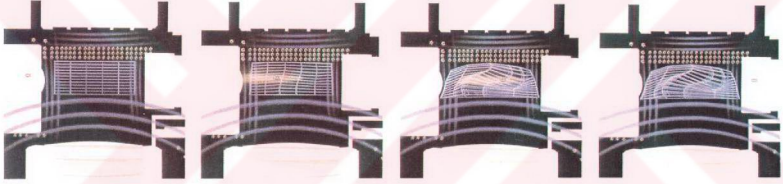
BMW pavyonu projesinde işin tanımlanması aşamasında, araba galerilerinde arabaların durağan objeler olarak sergilenmesi ve hızla ilişkisinin kurulmaması üzerinde odaklanıldı. Bu saptamadan yola çıkarak, tasarlanacak mekanda araba sürmenin keyfinin yaşanmasına, arabada olmanın deneysel özelliklerinin mekanla hissettirilmesine karar verildi. Tasarımdaki çıkış noktası, araba kullanırken yaşanan deneyimin mekan aracılığıyla yaşatılması fikri oldu. Bu deneyimdeki önemli etkenlerden biri *hız* ve ona bağlı *algı değişimleri*yd. Bunun için “*Doppler etkisi*” denilen, örneğin yanınızdan hızla geçen aracın sesinin, yanınıza gelirken kısa süreli olarak yükselip yanınızdan geçtiğinde alçalması, ya da otobanda hızla giderken yanınızdaki görüntülerin hızlanıp, geride kalan görüntülerin uzaması gibi etkilerin mekana yansıtılmasına karar verildi. Geleneksel temsil teknikleriyle gerçekleştirilmesi düşünüldüğünde ancak çıkış noktası olarak kalabilecek bu düşünceler parametrik tasarım, simülasyon teknikleri, programlama ve prototipleme gibi dijital teknolojiler kullanılarak tasarım yöntemine dönüştürüldü



Şekil 4.7 Doppler etkisi simülasyonları (Ji-Seong, J., 2003)

### Tasarım Yöntemi:

Tasarım sürecinde pavyonun içinde yer alacağı çevre, bir *güçler alanı* olarak yorumlandı; çevredeki mevcut pavyonlara niceliksel ve niteliksel özelliklerine göre birer etki değeri verildi; bu güçler, pavyonun biçimlemesinde etkin parametreler olarak kullanılacaktı. Buna ek olarak Doppler etkisinin gerçekleştirilebilmesi için, dijital ortamda paralel çizgilerden oluşan bir matris oluşturuldu. Bu matrisin hacimsel karşılığını oluşturmak için çizgiler matrisi, programdaki gereksinmelere uygun sayıdaki tüpler matrisine çevrildi. Tüplerden oluşan bu matrisin içinden BMW 7 serisinden bir araç hızla geçirildi. Tüpler matrisinde oluşan deformasyonlarla Doppler etkisi gerçekleştirildi. Birçok denemeden sonra, aracın matristen çıkış anındaki deformasyon durumunun ana model için uygun sonuç olduğuna karar verildi.

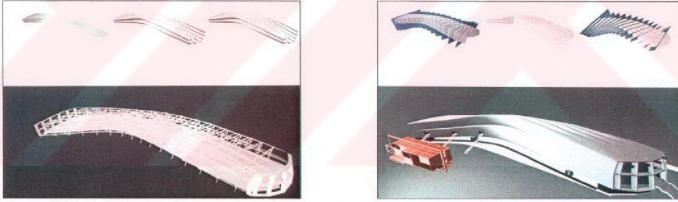


Şekil 4.8 Forum alanındaki diğer pavyonların birer güç alanı olarak yorumlanması ve Doppler etkisi simülasyonlarıyla birleştirilerek mekanı biçimlendirmesi (Ji-Seong, J., 2003)

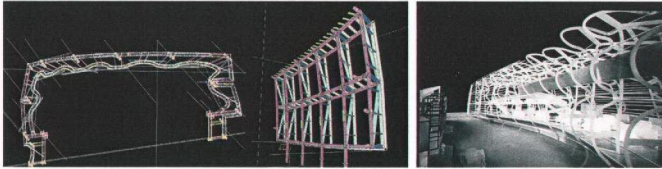
Doppler etkisini yaratan deforme olmuş tüplere, mevcut çevredeki güç alanlarının etkileri eklendi. Böylece ikinci ve üçüncü boyutta, bu güçler ve etkilerle biçimlenmiş bir *ana model* ortaya çıktı. Bu model istenilen etkilere ve programla ilgili gereksinmelere göre optimize edildi; örneğin kütlemin hafifletilmesi için zemin katı çevreleyen hat yerden yükseltildi; homojen kesitli tüpler, önce dörtgen kesitli, ortaya doğru daireye yakın kesitli, uçlara doğru tekrar dörtgen kesitli tüplere dönüştürüldü. Benzer işlemlerle optimize edilen ana modelden parametre değerleri değiştirilerek birçok türev elde edildi ve tasarımcının seçimiyle türevlerin birinde karar kılındı.

### Uygulamaya Hazırlık:

Mekanda elde edilmek istenen etkinin strüktürle desteklenebilmesi için mühendislik firmalarıyla görüşmeler yapıldı; düşey ve yatay düzlemde eğrisellikleri olan kütlelin yükleri karşılayabilmesi için, mekânın çerçeve şeklinde bir sistemle taşınmasına karar verildi. Son dijital modelden belirli aralıklarla yüzeyler geçirilerek kesitler alındı. *Dynaframes* olarak adlandırılan bu kesitler taşıyıcı sistemdeki çerçeveleri oluşturdu; mekânı çerçeve içine alan her biri farklı biçim ve ölçüdeki çelik profiller taşıyıcı sistemi oluşturdu. Çerçeve şeklindeki taşıyıcılar diğer yönde, içlerinden geçirilen profillerle birbirine bağlandı. Yüzeyin taşıyıcı çerçeveler üzerine gerilecek bir membranla kaplanması kararlaştırıldı. Kapı boşlukları, merdiven, rampa gibi bağlantı elemanlarının ana kütleyle ilişkisi çözümlendikten sonra hızlı prototipleme teknikleriyle mekânın fiziksel modelleri yapıldı. Fiziksel modellerin kalitesi uygulama aşaması için CAD/CAM teknolojilerinin kullanılabilceği konusunda tasarımcıları ikna etti. CNC makinelerinde kesilen her parçanın ayrı ölçüde ve biçimde olması, aynı ölçüde ve biçimde olmasıyla eşit işlemi ve fiyatı gerektiriyordu. Tüm parçalar oluşturulmadan önce belirli bölümlerin 1:1 ölçekte prototipleri üretildi ve test edildi.



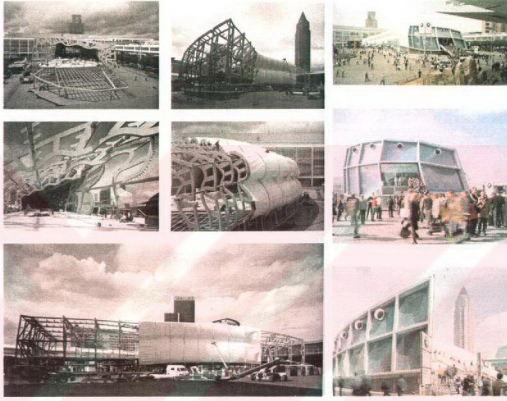
Şekil 4.9 Ana dijital model ve strüktürel sistemdeki çerçeve profillerin biçimlendirilmesi (Ji-Seong, J., 2003)



Şekil 4.10 Strüktürel çerçeve sistemin geliştirilmesi ve CAD/ CAM teknolojisiyle üretilen maketi (Ji-Seong, J., 2003)

### Uygulama:

BMW pavyonu uygulama sürecinde bilgisayar ortamındaki proje bilgileri doğrudan fabrikaya gönderildi. Strüktürel elemanlar ve yapı malzemeleri CNC tezgahlarında oluşturuldu. Cephe kaplaması olarak kullanılan membran ve taşıyıcı profiller CNC işleme tezgahlarında biçimlendirildi; demonte edilmiş halde araziye getirildi ve yerinde montajı yapıldı. İç mekanda yüzü çıplak bırakılan taşıyıcı çerçevelerin diziliş aralıkları, doppler etkisini verecek şekilde ayarlandı.



Şekil 4.11 Uygulama süreci ve BMW pavyonundan görünüm (Ji-Seong, J., 2003)

BMW pavyonu tasarım sürecinde parametrik tekniklerle tasarım sonucunda tasarım-temsil-uygulama aşamalarında ortak bir bilgi tabanlı modelden yararlanılmaktadır; *dijital süreklilik* olarak isimlendirilen bu durum *dijital* teknolojilerle tasarım sürecinin önemli bir özelliğidir. Geleneksel tasarım süreçlerinde birbirinden ayrı süreçler olarak ve aşama aşama geliştirilen tasarım-temsil-uygulama süreçleri dijital süreçlerde iç içe geçer ve aynı bilgi tabanlı modelden yararlanır. Parametrik tasarım, dijital sürekliliğin sağlanması açısından temel bir tasarım teknolojisidir ve diğer tasarım teknolojileriyle entegre olarak kullanımı yaygındır.

<b>Proje2-</b>	Proje ismi:	Semper Pavyonu
	Uygulama Yeri:	Archilab , FRAC Centre, Orleans, 2000
	Proje konusu:	Sergi Pavyonu
	Proje müellifleri:	Objectile Paris, Bernard Cache ve Patrick Beauce
	Uygulama tarihi:	2000

### Proje Tanıtımı:

Cache, Beauce ve Jammot, on yıllık program yazılım çalışmalarından sonra 1996'da Objectile Paris ofisini kurarak mobilya ölçeğinden kentsel tasarım ölçeğine uzanan bir skalada eğrisel biçimlerin tasarımı üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Objectile'in kurucularından Cache araştırmalarındaki gelişmeyi üç etaba ayırmaktadır: 1987–1993 yılları arasındaki birinci etap çalışmaları mobilya ve heykel tasarımıyla ilgilidir; *parametrik olarak tasarlanan ve otomatik olarak üretilen objeler* fikri 80'lerin başlarında ancak deneysel çalışmalar olarak gündeme gelirken *nurbs* çizimleri, CAD/CAM sistemlerinin kişisel bilgisayarlara uyumlu hale gelmesi gibi gelişmeler sonucunda 90'lı yıllarda uygulanabilir hale gelmiştir. Objectile TopCad program platformunda çalışarak beş akslı CAM modülüyle üretimin yapılabileceği bir tasarım-üretim sistemi geliştirir. İlk aşamanın sonucunda *Toric Sculpture* otomatik olarak üretilmiştir.



Şekil 4.12 Toric Sculpture ve Semper Pavyonu (Schmal, 2001)

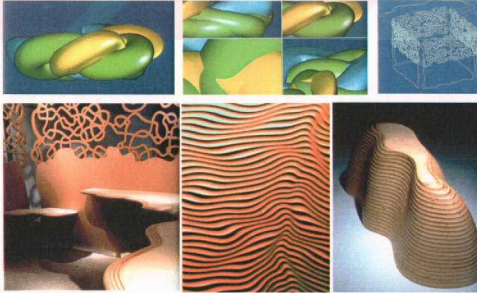
Archilab'da uygulanan ve Digital real'da tasarım süreci sergilenen *Semper Pavyonu*, Objectile'in ikinci etap çalışmalarının ürünüdür. Objectile 1994–1999 yılları arasındaki araştırmalarını, *bina bileşenlerinin endüstrileştirilmesi* üzerine yoğunlaştırmıştır. Bina iç mekanlarında kullanılabilecek, üç boyutlu dokuya sahip düz panellerin tasarımı ve üretimi için yazılımlar geliştirip, farklı özelliklere sahip çeşitli tipte paneller üretmişlerdir. Aynı biçimsel aileye ait; ancak sayısal olarak hesaplanabilen küçük farklılıklarla her biri ayrı biçim ve dokudaki panellerin üretimi için parametrik tasarım ve otomatik üretime dayalı bir sistem kurulmuştur. Semper Pavyonu bu sistemin ilk örneği olarak uygulanmıştır.

### Konsept Geliştirme:

Objectile'in üretimlerindeki genel yaklaşım *standart olmayan* objeler üretmektir. Standart olmayan objeyle kastedilen aynı temaya ve biçimsel dile ait olan ancak parametre değerleri değiştirilerek birbirinden küçük ayrımlarla farklılaştırılan objelerin ve üç boyutlu dokuların tasarımıdır. Cache bu anlamda tasarladıkları objeleri çöldeki kum tepelerine benzetir; bu tepelerin her biri aynı biçimsel temanın özel bir durumudur.

Semper Pavyonunun tasarımında Gottfried Semper'in çalışmaları referans alınmış ve pavyon Semper kuramındaki dört bileşen üzerine kurulmuştur: objeyi yerden ayıran bölüm, matematiksel ilişkilerle tasarlanmış çok sayıda motifle bezenen duvar, çatı ve boşluklar. Her bir bileşen bir ana matematiksel modelden oluşturulmuştur; bu bileşenlerin sergideki uygulaması bu modelden türetilebilecek birçok olasılıktan birisidir.

Sergi pavyonunun biçimlenişi basit bir prensibe dayanır; ana biçim, bir küpün sergi girişine yönelecek şekilde 60 derece döndürülmesiyle elde edilir. Küpün bileşenlerindeki birbirine geçmiş karmaşık desenler, doku ve boşluklar ve taban kısmının eğrisel yüzeyleri ise algoritmik olarak tasarlanmış ve her detayı otomatik olarak üretilmiştir. Semper Pavyonun tasarımı ve üretimi aynı program platformunda gerçekleşmiştir. Objectile dijital teknolojilerin mimarlıkta tasarım-uygulama bütünlüğünü sağlama amaçlı kullanımının önemi üzerinde durur ve program yazılımlarını bu amaç doğrultusunda geliştirmektedir.

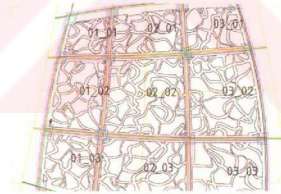
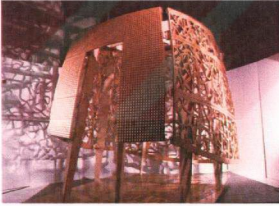


Şekil 4.12 Semper Pavyonu dijital modeli, detayları ve Objectile'in parametrik tasarım teknolojileriyle ürettiği çeşitli mobilya ve paneller (Schmal, 2001)

### Tasarım ve Uygulama Süreci:

2000’li yıllardan itibaren Objectile’in çalışmalarının hedefi tasarım ve uygulamanın bütünleştiği, tek bir matematiksel modele ve ortak bir program platformuna dayalı bir mimariye ulaşmaktır; üçüncü etabı oluşturan bu çalışmaların sonucunda **Philibert De Lorme’s** Pavyonu ortaya çıkar. 2002’de Beyond Media uluslararası mimarlık festivalinde sergilenen pavyonda Semper Pavyonundaki düz panel biçimlenişi bir adım ileri götürülerek, *projektive geometry*’e dayalı üç kaçıslı ve çift eğrilikli paneller tasarlanır.

Dijital teknolojilerin yeni öncüler yaratmaya aracı olmak yerine tarihle yeni bir ilişki kurmaya aracı olarak kullanılabilceğini vurgulayan Cache, döneminde gerçekleştirilemeye de günümüz teknolojileriyle gerçekleştirilebilecek birçok olasılığın mimarlık tarihinde var olduğunu vurgular; çalışmaları için özellikle temsil tarihindeki eşiklerde rol oynamış isimlerin çalışmalarını referans alır. Philibert De Lorme taş kesim geometrisi anlamına gelen *steretomi* ve *projective geometrinin* mimarideki kullanımında öncü isimlerden biridir. De Lorme’nin çalışmalarını ve kullandığı prensipleri inceleyen Objectile tasarımcıları 2002’de uyguladıkları pavyonda *projective geometriye* göre biçimlenen, üç kaçış noktasına göre her yüzeyi eğrileşen bir küpün tasarımı ve uygulaması için dijital tasarım ve üretim teknolojilerine dayalı bir sistem kurdular.



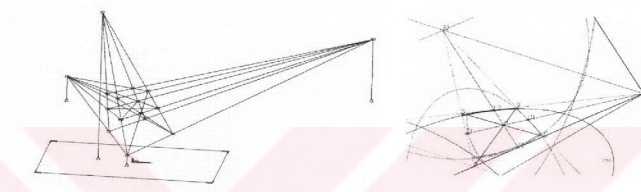
Şekil 4.13 Philibert De Lorme Pavyonu ve modelin üretim için kodlanması (Kolorevic, 2003)

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.

Standart CAD çizim programları *projective geometri* esaslarına göre çalışmadığı için panellerin ilk biçim arayışlarında, üç kaçış noktasına göre biçimlenmeyi temsil eden tahmini bir eğrisel yüzey çizildi. Daha sonra strüktürle bağlantı, parçaların birbiriyle ilişkileri,



birleşim kalınlıkları gibi parametrelere dayalı bir sistem kurularak başlangıçtaki temsili çizim parametrik bir modele çevrildi. Amaç her bir parçayı çizmek yerine *pilot* denilen kılavuz geometrik biçimler ve sayısal ilişkilerden kurulu bir bilgi tabanlı model kurmaktır. Bu model bir kez kurulduktan sonra biçimlendirmek istenilen bileşenin ilgili olduğu kılavuz geometri seçilir ve parametre değerleri değiştirilerek istenilen bileşen tasarlanmış olurdu. Kurulan sistemde her bir bileşen diğer bileşenle yan yana geliş bilgisini ve CAD/CAM tezgahında nasıl yerleştirileceği bilgisini de içeriyordu.



Şekil 4.14 Philibert De Lorme Pavyonunun üç kaçış noktasına göre düzenlenmesi ve *projective geometry* esaslarına göre biçimlendirilen panel (Kolorevic, 2003)

Kurulan sistem sonucunda tasarım ve uygulama tek bir platformda çözümlendi. Bu bilgi tabanlı modeldeki parametreler ve kaçış noktaları değiştirildikçe aynı mimari dile sahip başka pavyonlar rahatlıkla biçimlendirilebilecekti. Ancak Cache küçük ölçekli bir mimari uygulama olan pavyondaki sistemin kurulması için iki aylık bir sürenin gerektiğini vurgular. Karmaşık ve daha büyük ölçekte bir mimari için bu süre çok daha uzun olabilir. Bu gibi mimari deneyler incelendiğinde standart CAD çizim programlarının temsili çizim araçları olmaktan çıkıp, mimarinin ardındaki bilgi organizasyonunun yapılabileceği yönde geliştirilmeleri gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

#### 4.2.2 Türetici Tasarım

Türetici tasarım tekniklerinin mimari pratikteki kullanımları incelendiğinde daha önce kavramlar bölümünde bahsedilen ve bir tür türetici tasarım tekniği olan biçim grameriyle ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. Türetici tasarım mimari pratikte, mevcut objelerden belirlenen kurallar doğrultusunda ve çeşitli tekniklerle yeni objeler oluşturmak için kullanılmaktadır. Kolarevic'in (2003) *metamorphosis* başlığı altında örneklediği, belirli bir biçimin çeşitli tekniklerle dönüştürülerek yeni biçimler elde edilmesine dayalı, form türetme çalışmaları türetici tasarım teknikleriyle ilişkilendirilebilir.

*Keyshape animation* gibi animasyon teknikleriyle birbirine dönüşmesi istenilen objeler, ya da aynı objenin çeşitli görünümleri, animasyon platformunda zaman akışını temsil eden, film karelerine benzer dizgideki çeşitli yerlere yerleştirilir. Animasyon başlatıldığında bilgisayar bu ana kareler arasına biçimler arası geçişi sağlayacak şekilde yeni kareler ekler. Animasyonda biçimler arası geçiş ve dönüşüm izlenebilir. Tasarımcı bilgisayar tarafından oluşturulmuş ara kareler arasından seçim şansına sahip olur ve seçtiği biçimi form üretimi için kullanabilir.

Kolarevic'in örneklediği bir başka yöntem modellenen bir çevrede yapılan deformasyonun içindeki objeyi dönüştürmesidir. Örneğin *path animation* olarak adlandırılan teknikte obje çizilen bir yol boyunca ilerlerken biçim değiştirir. Zaman ve rotaya bağlı form değişiklikleriyle mevcut bir objeden türeyen yeni biçimler elde edilebilir.

Bir başka türetici teknik, farklı objelerin birleştirilmesi ile melez objelerin türetilmesidir. Bu sistemde altlık olarak kullanılan objeler ve hedef objeler vardır. Bu iki objenin çeşitli tekniklerle örneğin kesit çaprazlamalarıyla birleştirilmesiyle iki objenin de izlerini taşıyan ancak ikisinden de farklı, yeni bir bileşik türetilir. Türetici tasarımın bu şekilde kullanımına örnek olan Ost / Kuttner apartman dairesinin düzenlemesi projesi alan çalışması kapsamında incelenecektir.

<b>Proje 3-</b>	Proje ismi:	Ost / Kuttner Apartments
	Uygulama Yeri:	New York
	Proje konusu:	Mevcut apartman dairesinin iç dekorasyonu
	Proje müellifleri:	Kolatan / Mac Donald Studio
	Uygulama tarihi:	1996

### Proje Tanıtımı:

Sulan Kolatan ve Mac Donalds projelerinde bilgisayarın üretme ve birbirine geçen melez objeler yaratma özelliklerinden yararlanmaktadır. Dijital tasarım teknolojileri açısından *türetici tasarım* kategorisine örnek olabilecek bu yaklaşımda, mevcut objeler hedef gösterilen objelerle iç içe geçirilerek, bir anlamda çaprazlanarak yeni objeler türetilir. Ost / Kuttner apartman dairesinin iç mekan düzenlemesinde benzer yöntemler kullanılarak *kategori dışı* mekanların yaratılması hedeflenmiştir. Digital real sergisinde projenin “birden çok ikiden az konut mekanı ” başlığı altında tanıtılması, mekanın esnekliğine ve çok amaçlı kullanımına işaret eder. Geleneksel konut yaklaşımındaki yatak odası, banyo, oturma odası gibi mekan kategorileri ve yatak, yemek masası, küvet gibi işlevine göre kategorize edilmiş objelerin programları ve strüktürleri birbiri içine geçirilir; çok amaçlı olarak kullanılacak ve kategoriler arası sınırları eritecek şekilde akışkan bir mekan tasarlanmıştır.



Şekil 4.15 Ost / Kuttner Apartments iç mekan düzenlemesi (Schmal 2001)

Uygulama sırasında duvarlardaki aynalar CNC tezgahında kesilmiştir. Akrilik strüktürler, alçıpanel duvarlar, ayna kaplı duvarlar ve ahşap zemin arasında akışkanlığı sağlamak için yer kaplaması olarak epoksi malzeme seçilir. Lavabo strüktürü için dökme alüminyum malzeme kullanılır. Çeşitli açılardan bakıldığında malzeme ve biçim akışları içinde *ev manzaraları* oluşur.

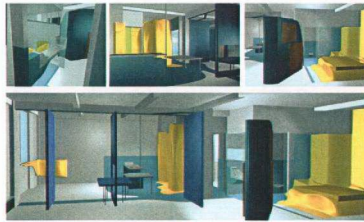
### Konsept Geliştirme:

Kolatan ve Mac Donalds projelerinde *chimera* kavramını sıkça kullanırlar. Chimera antikitede yılan, keçi ve aslanın biraya getirilmesiyle oluşmuş çok başlı bir yaratıktır; konsept olarak kompozitlik, melezleme, dönüştürme, birbiri içine geçirme, aşılama, birbirinden türeme, çaprazlama, paltformlar-arası geçiş gibi alt kavramlarla ilgili olarak kullanılmaktadır (Kolarevic,2003). Oluşturulan yeni tip organizmanın türeme süreci, ya doğal yollardan ve genellikle çevresel bir etkiye tepki olarak, ya da farklı bileşenlerin performans özelliklerini bir araya getirmek amacıyla dışarıdan bir müdahaleyle gerçekleşir. Kolatan melezleme, ayrı özellikleri bir araya getirme gibi konseptlerin günümüzde sanat, endüstriyel tasarım, uçak-otomobil tasarımı, genetik bilimleri, biyoloji gibi birçok alanda geçerli bir kavram olduğunu vurgular; örneğin bir arabanın hem günlük kullanıma uygun, hem ekonomik hem de spor görünümü bir araba olma özelliklerini bir araya getiren tasarımlar gibi.



Şekil 4.16 Mitolojideki *Khimera* ve chimera kavramının çeşitli alanlardaki örnekleri (Kolorevic 2003)

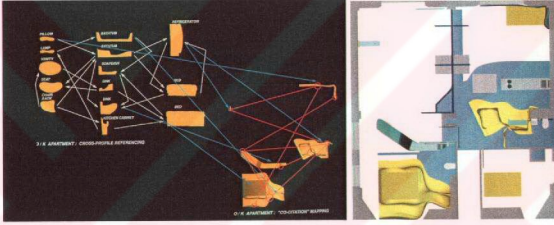
Ost /Kuttner apartman dairesinde, mekanlar-yüzeyle ve ev mobilyalarının, kategorilerle kısıtlanmış performanslarını açacak şekilde çaprazlandığı, birbirine geçirildiği bir mekanın yaratılması hedeflenmiştir. Sınırların birbiri içine geçtiği bir anlamda akışkan hale geldiği bu mekanda örneğin yatak, yatma eyleminin gerektirdiği a x b ölçülerini korurken küvetle çaprazlanarak yeni bir strüktür elde edilir; ya da yemek masası bölücü panellerin parçası haline gelir.



Şekil 4.17 Mekanın dijital modeli (Kolorevic 2003)

### Tasarım Yöntemi:

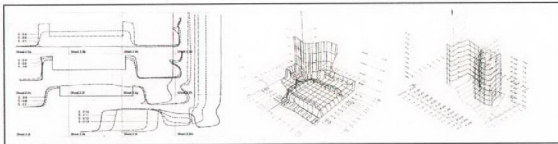
Dijital modelleme ve *metamorphing* denilen biçimlerin birbirine dönüştürülmesi teknikleriyle, evdeki standart fonksiyonların birbirleriyle ilişkileri düşünülerek ancak ölçek ve kategori gözetilmeden ev mobilyaları birbirleriyle eşleştirilir; dijital platformda bir objeyi diğeriyle birleştiren, iki objenin de izlerinin okunabildiği ancak ikisinden de farklı olan yeni sınırlar elde edilir. İkinci aşamada bu yeni sınırlar için, aralarındaki benzerlik-farklılık ilişkilerinden yararlanılarak bir araya gelme kuralları oluşturulur. Yeni sınırlar bu kurallara göre evdeki potansiyel müdahale alanlarına, özellikle mevcut durumda sınır oluşturan alanlara yerleştirilir. Yeni sınırların yerleştirilmesiyle daire esnek bölgelere bölünür; örneğin bir mekan ek bir oda ya da kapatıldığında tek yatak odalı bir daire olarak düşünülebilir.



Şekil 4.18 Profil çaprazlama tekniğiyle oluşturulan sınırlar ve yerleşim planı (Kolorevic 2003)

### Uygulamaya Hazırlık:

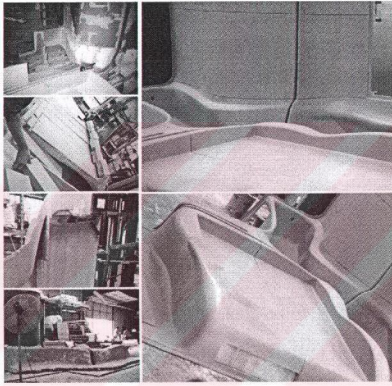
*Domestic scapes* olarak adlandırılan bu yeni sınırların yüzeyleri bilgisayar ortamında kesitlerine ayrılarak üç boyutlu sınırlar ızgaraları elde edilir. Modelleme ve sınırlar çizimleri aynı dijital modelden yola çıkarak ve aynı program platformunda oluşturulur.



Şekil 4.19 Kesitler ve sınırlar çalışmaları (Kolorevic 2003)

### Uygulama:

Strüktür kesitleri gemi inşasındaki sisteme benzer bir şekilde ahşap kaburgalardan oluşturulur. Ahşap strüktür kesitleri CNC tezgahlarında kesilir; aralarındaki boşluklar köpükle doldurulur; sertleştirici kimyasallar sürülür; fazlalıkları kesilir, zımparalama benzeri bir işlemle düzeltilir ve akrilik reçineyle kaplanır. Sonuç strüktürler çarpıcı renklerde yumuşak hatlı, akışkan görünümlü ve tek yapıda bütünleşmiş biçimlerdir. Apartman dairesinin içine alınırken yaşanabilecek zorluklar, taşıma ve nakliye problemleri için strüktürler parçalarına ayrılarak demonte hale getirilir; yerinde tekrar kurulur.



Şekil 4.20 CNC tezgahlarında kalıpların oluşturulması ve sonuç strüktürler (Kolorevic 2003)

Kolatan ve Mac Donalds'ın Ost/Kuttner projesi, başlangıç objelerinin çeşitli işlemlerle dönüştürülüp bu objelerden yenilerinin türetilmesi açısından üretici tasarım teknolojilerine örnek olarak incelenmiştir. Bilgisayarın biçimleri birbirine dönüştürme ve belirlenen oranda birbirine geçirebilme gibi özellikleri birçok projede form oluşturma amaçlı olarak kullanılmaktadır.

### 4.2.3 Yapay zeka ve uzman sistemlere dayalı tasarım teknolojileri

1960'lı yıllarda, bilgisayarın mimarlıkta kullanımından yeni yeni bahsedilmeye başlandığı dönemlerde bile *tasarımda otomasyon* ya da otomatik olarak üretilen tasarım çözümlerinden bahsedilmektedir. Tasarım çözümlerinin otomasyonla üretilmesiyle kastedilen bilgisayarın belirlenen ihtiyaçlar, kurallar ve sınırlar doğrultusunda, bu koşullara cevap veren çözümler üretmesidir. Belirlenen koşullar doğrultusunda bir program yazılır; program, girilen verileri işler, dönüştürür ve optimum bir çözüme ulaşır. O dönemdeki araştırmalar bilgisayarların düşük kapasitesi, tasarım probleminin açık uçlu ve belirsiz yapısı nedeniyle tamamen sistematik hale getirilmesinin zorluğu gibi sebeplerle 80'li yıllara doğru duraklamış; yapay zeka araştırmaları, yerini, belirli ihtiyaçlara yönelik uzman sistemler, insan-bilgisayar etkileşimi, program arayüzü geliştirme gibi alanlara bırakmıştır.

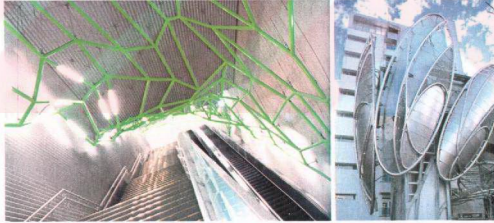
Kolarevic (2003) yapay zeka kavramı yerine yine bu kavramla ilişkili olan *yapay yaratıcılık* kavramını önerir; *yapay yaratıcılık* bir tasarım problemini baştan sona çözen bir sistemin kurulmasını gerektirmez, dijital teknolojilerin yaratıcılığı destekleyici yönde kullanılmasıyla ilgilidir.

Uluslararası sergilerde yer alan projeler ve dijital mimarlık gündemindeki diğer projeler incelendiğinde yapay zekanın tasarım teknolojisi olarak kullanıldığı çok az örneğe rastlanmıştır. Ancak yapay yaratıcılık kavramı kapsamında düşünüldüğünde dijital tasarım teknolojileri birçok projede yaratıcılığı destekleyecek şekilde kullanılmaktadır.

<b>Proje 4-</b>	Proje ismi:	Iidibashi Metro İstasyonu
	Uygulama Yeri:	Tokyo
	Proje konusu:	Metro İstasyonu sirkülasyon hattı ve havalandırma kulesi
	Proje müellifleri:	Makoto Sei Watanabe Architect' s Office
	Uygulama tarihi:	2001

### Proje Tanıtımı:

Iidibashi Metro istasyonu projesi, yeraltına inen sirkülasyon alanı, bekleme alanları ve yer üstündeki soğutma-havalandırma tesisatlarını içeren havalandırma kulesinin tasarımını içerir. Metro hatlarının açılına uyma gibi teknik verilere ve mekansal ihtiyaçlara cevap verebilecek çözümlerin üretilmesi için bilgisayarın alternatifler türeteceği bir sistem oluşturulmuştur. Hedef, tasarım parametreleri ve parametreler arası ilişkileri belirlenerek formüle edilen probleme, bilgisayarın çözümler üretmesi ve üretilen çözümlerin değerlendirilmesidir; çözümler iyi kötü olarak değerlendirilip bilgisayara bu değerlendirmeler girildiğinde bilgisayar artık bu parametreleri de dikkate alan, iyi olan çözümlere uygun yeni alternatifler türetmeye başlar. Bir anlamda program, yapay zeka ile neyin iyi neyin kötü olduğunu değerlendirmeye başlar.



Şekil 4.21 Iidibashi Metrosu sirkülasyon mekanı ve havalandırma kulesi (Schmal , 2001)

Watanabe kendi kendini değerlendirebilen bir sistem kurulabildiğinde artık kendi kendini organize eden, doğadaki evrimsel gelişime benzer bir sistemin dijital ortamda sentetik olarak kurulmasından söz edilebileceğini belirtir.



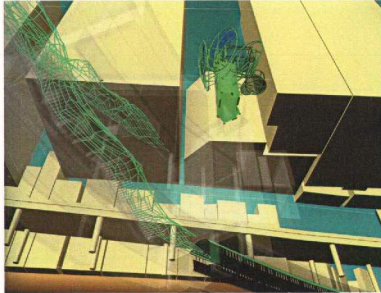
### Konsept Geliştirme:

Konsept, doğadaki yaşam senaryolarına benzer bir şekilde büyüyen ve gelişen; *yaşayan bir organizma* gibi çevresel faktörlerin etkisiyle evrimleşerek biçimlenen bir mekanın tasarlanmasıdır. Kavramsal olarak yerin 35 metre altına bir tohum ekilmiş, tohum ışığa ve havaya yönelerek büyümüş ve yer üstünde çiçek açmıştır. Doğa biçimsel bir analogi olarak değil, tasarımın oluşum sürecine model olarak kullanılmıştır. Konsept uygulama kararlarını ve biçimlenmeyi etkilemiştir. Yer üstündeki havalandırma kulesinin; *Rüzgar Kanatlarının* tasarımında çelik tüpler üzerine gelen yüklerin dağılımı, dijital analiz teknikleri ile saptanmış; çelik tüplerin ölçüleri bu parametrelere göre artıp azalmış ancak sürekliliklerini korumuşlardır. Ortaya çıkan biçim doğadaki hiçbir belirgin nesneye benzemez ancak doğa kanunlarına benzer şekilde biçimlendirildiği için doğaya ait bir organizma gibi görünür.



Şekil 4.22 Yeraltına atılan tohumun büyümesi ve havaya ulaştığı yerde çiçek açması simülasyonu (Schmal, 2001)

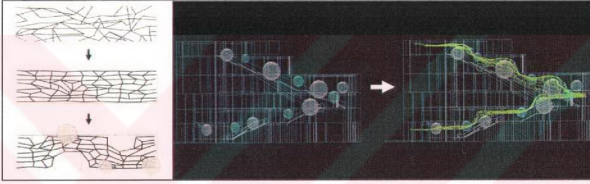
Watanabe tasarımcının bu süreçteki rolünün üretim kurallarının belirlenmesi ve problemin gerektirdiklerinin açığa çıkarılması olduğunu söyler; bu anlamda tasarım sürecini *designless design*-tasarlanmamış tasarım olarak isimlendirir. Ürün, tasarımcının kurduğu sistem içinde kendi kendini organize eden bir oluşumdur.



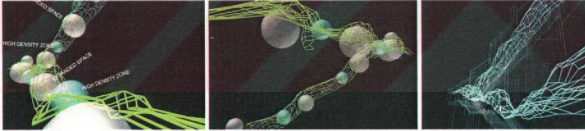
Şekil 4.23 Metro sistemine yeraltından bakış (Schmal, 2001)

### Tasarım Yöntemi:

Tasarım sürecinde yapay zekaya dayalı tasarım teknolojileri ile çalışılmış; ihtiyaçlar, hacimsel büyüklükler, sirkülasyon ve akışlar doğrultusunda belirlenen kurallar bilgisayar ortamında tanımlanmış ve bilgisayar bu kurallar doğrultusunda çeşitli çözümler üretmiştir. Üretilen çözümler değerlendirilmiş ve beğenilen öneriler, bir anlamda neyin iyi olduğu bilgisayara tekrar girilmiştir. Bilgisayar programının çözüm üretme işlemi ve mimarlar tarafından yapılan değerlendirmenin programa girilmesi devam ettikçe, program beğenilen öneriler doğrultusunda öneriler türetmeye başlar. Sistem, standart çizim programlarının yanı sıra C++ Builder ve Mathematica gibi platformlarda programlamaya dayalı olarak kurulmuştur.



Şekil 4.24 Bir ağ sistem içine yoğunlukların yerleştirilmesiyle oluşan sirkülasyon bandı (Schmal, 2001)

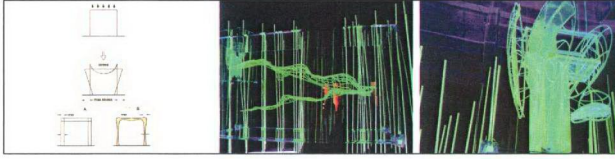


Şekil 4.25 Sirkülasyon bandını oluşturan, yoğunluklarla deforme olan ağ strüktürün oluşumu (Schmal, 2001)

### Uygulamaya Hazırlık:

Geleneksel olarak, taşıyıcı sistem tasarımında taşıyıcılar en yüksek güç dayanımına göre düzenlenir; kesit ölçüleri bu dayanıma göre ölçeklendirilir ve mekan boyunca aynı ölçüde olması tercih edilir; taşıyıcı sistem mekana eklenen, mekan kabuğundan ayrı bir sistemdir. Rüzgar Kantlarının strüktür tasarımında bu anlayışının yerini doğadaki taşıma prensiplerine dayalı; kesiti gereken yerde kalınlaşmış gereken yerde azalan; değişken ölçülerine rağmen malzeme ve biçim sürekliliği bozulmayan, mekana eklenmeyen, ona entegre olan bir taşıyıcı

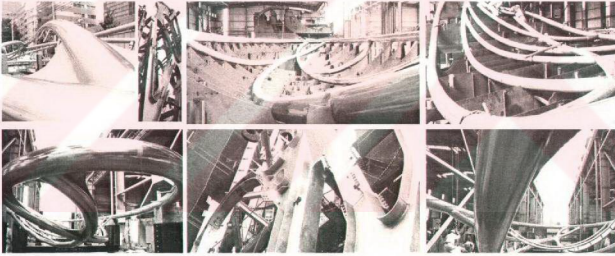
strüktür anlayışı benimsenmiştir. Çelik strüktürden oluşacak yapının test edilebilmesi lazer stereogram tekniğiyle dijital verilerden prototipler üretilmiştir.



Şekil 4.26 Strüktürel prensibi gösteren şema ve lazer streogramla oluşturulan maketler (Schmal, 2001)

### Uygulama:

Rüzgar Kanatlarının çelik strüktürünün üretilmesi için dosyadan fabrikaya yöntemi kullanılmış; doğadaki biçimlere benzer biçimde, değişken ölçülere ve eğrisel hatlara sahip çelik strüktürler dosyadan fabrikaya direkt veri aktarımıyla ve CAD/ CAM teknikleriyle biçimlendirilmiştir.



Şekil 4.27 CAD/CAM teknolojileriyle biçimlendirilen strüktürler ve uygulama (Schmal, 2001)

#### 4.2.4 Evrimsel Sistemler; Kendini Organize Eden Sistemler

Evrimsel gelişime ve kendini organize eden sistemlere dayalı tasarım teknolojileri, biyolojik büyüme ve gelişim, evrim, genetik kodlar gibi olguların tasarıma model alınmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu olguların model alındığı çalışmalarda tasarım ön tahminlere dayalı, doğrusal olarak gelişen, biçimsel kararlarla ilgili bir süreç değildir; belirlenen kurallar ve sınırlandırmalar doğrultusunda kendi kendine gelişen, önceden tahmin edilemez sonuçlar doğuran, biçimsel kararları değil performansla ilgili kararları ön planda tutan bir süreçtir. Sonuç ürünler genellikle basit kuralların tekrarından doğan, fraktal geometri benzeri, belirli bir düzen içinde karmaşık bir görüntüye sahip olan, geleneksel temsil teknikleriyle üretimi zor olan biçimlerdir.

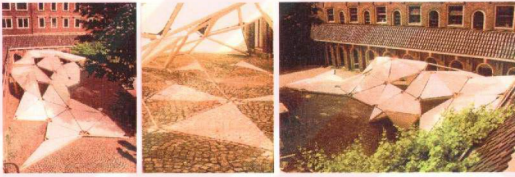
Evrimsel gelişime dayalı tasarım teknolojileri *türetici tasarım, yapay zeka ve simülasyon teknolojileriyle* bir arada çalışır. Başlangıçta bir dizi üretim kuralı, takip edilecek işlemler dizisi olarak programlanır. İşlemleri başlatıcı ana yapı, De Landa'nın deyimiyile *gövde plan*, soyut şemalara benzeyen, ölçü-alan gibi metrik değerlerle değil, ısı, gerilim, yoğunluk gibi nicelik olarak parçalara bölünemeyen parametrelerle tanımlanan ve topolojik olarak temsil edilen bir gövde olmalıdır (Rahim, 2002). Böyle bir başlangıç, sonucu tahmin edilemeyen, çeşitli ve çok sayıda türev yaratabilir. Türetme kuralları yazılırken, bir noktadan sonra dönüşümün yaşanabileceği *mutasyon noktaları* oluşturulmalıdır. Kurulan sistem, işlemleri sürekli tekrar ederek gelişir, evrimleşir ve birbirine benzeyen bir seri prototip ürün oluşur. Bu noktada prototipler *fitness criteria* denilen, tasarımcı tarafından belirlenen *performans kriterlerine* uyum gösterip göstermediğine göre sistem ya da tasarımcı tarafından değerlendirilir ve seçilen türlerden yenileri türemeye devam eder. Bu sistemde tasarımcının rolü tasarım mantığını ve tasarım kurallarını oluşturmaktır. Tasarım teknolojisi olarak kendini organize eden sistemlerle ilgili çalışmalar *sürü akli, sürü davranışı* gibi alanlardaki çalışmalardan referans alır. Bu yaklaşımda bir sistem ya da ağ içindeki etkileşimler ve uyum kuralları önem taşır.

Bu tip tasarım teknolojilerinin mimari pratikteki kullanımları incelendiğinde, strüktür tasarımını esas alan projelere rastlanmıştır. Bunun dışında konsept geliştirme aşamasında doğayla ilgili olguları model alan, çevresel etkilere ve performansa önem veren, kendiliğinden oluşumu önemseyen yaklaşımlarda söylem olarak kullanılmaktadır ve tasarım yöntemlerini etkilemektedir; ancak tasarım teknolojisi olarak tamamen evrimsel sistemleri model alan projeler çok yaygın değildir.

<b>Proje 5-</b>	Proje ismi:	<b>eifForm</b> programı 1:1 ölçekli <b>prototip uygulama</b>
	Uygulama Yeri:	Academie van Bouwkunst , Amsterdam
	Proje konusu:	Strüktür tasarımı programı prototipi
	Proje müellifleri:	Kristina Shea
	Uygulama tarihi:	2002

### Proje Tanıtımı:

eifForm tasarımın sentez aşamasında kullanılmak üzere geliştirilmiş, strüktür tasarımına dayalı tasarım çözümleri türeten bir programdır. Dijital tasarım teknolojilerinin tasarımın sentez aşamasına katılabilmesi ve tasarımcıya kendi öngörülerinin dışında alternatifler sunan bir tasarım ortağı rolünü üstlenebilmesi için standart çizim programlarının, temsil ve tasarım tekniklerinin geliştirilmesi gerekir. Shea, tasarımla ilgili düzenlemeler yapıldığında bunun biçime, fonksiyonla ilgili kararlara, strüktüre ve performansa etkilerinin bir arada değerlendirilebileceği platformlara ihtiyaç olduğunu vurgular (Rahim,2002).

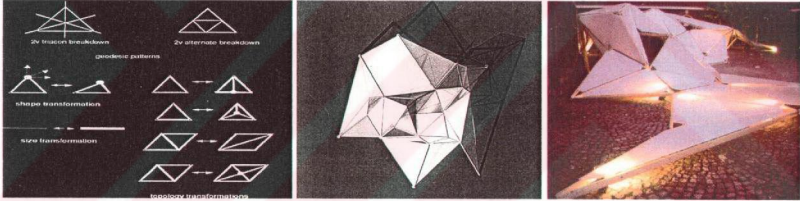


Şekil 4.28 eifFORM prototip uygulama (Hadid ve Schumacher, 2002)

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 strüktürel biçim arasındaki ilişkiyi etkilemiştir. Shea strüktür kararlarının öncelikli olduğu ve biçimle entegre olarak geliştirildiği bir tasarım sürecinin artık mümkün olduğunu vurgular.

### Tasarım Yöntemi ve Uygulama:

eifForm programı belirlenen kombinasyon ve dönüşüm kuralları doğrultusunda strüktürel kompozisyonlar türeten bir programdır. Düzlemsel çatı makaslarının uzay kafes sistemindeki gibi belirli mafsallarıyla bir araya geldiği, açıklık geçebilen, kendini taşıyan, biçimsel sürekliliğini koruyan bir taşıyıcı sistem modeli kurulmuştur. Türetici sistemlere dayalı olarak geliştirilen programla tasarımcının belirlediği koordinatlara göre program, çeşitli strüktürel konfigürasyonlar türetir. Programın düzensiz seçimlere dayalı yapısıyla her defasında birbirinden farklı konfigürasyonlar türetilmektedir. 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 kombinasyon 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.



Şekil 4.29 eifFORM programı strüktür türetme kuralları ve uygulanan prototip (Hadid ve Schumacher, 2002)

eifForm programının ilk ürünü Academie van Bouwkunst'ta prototip olarak uygulanmıştır. Ahşap kadronların mafsallarındaki çelik bulon ve kancalarla birleştirilmesiyle oluşturulan strüktür plastik yüzeylerle kaplanmıştır.

#### 4.2.5 Animasyon Teknikleriyle Tasarım

Animasyon tekniklerinin mimari pratikte iki tür kullanımı olduğu saptanmıştır. Birinci tür kullanımı form oluşturma amaçlıdır; bir zaman diliminde belirlenen parametrelere göre biçim değişikliklerinin oluşturulması ve animasyonun istenilen bir aralıkta durdurularak objenin belirli bir görünümünün seçilmesi; ya da belirlenen rotalarda hareketlendirilen kütle parçalarının oluşturduğu kompozisyonun istenilen bir noktada durdurularak seçimi gibi yöntemler kullanılır.

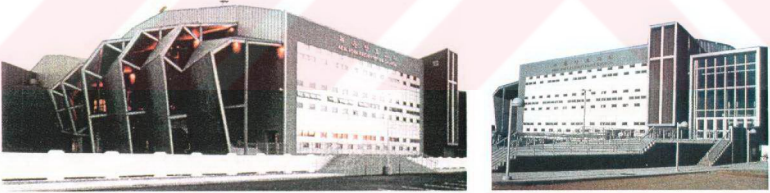
İkinci tür kullanımı analiz amaçlıdır. Çevresel faktörler, örneğin güneş, rüzgar etkileri ya da yaya-araç akışları gibi faktörlerin objeye etkilerinin gözlemlenebildiği simülasyon ortamları kurularak gerçekleştirilir. Örneğin itme-çekme gibi özellikler yüklenen çevresel verilerin çekim güçleriyle yoğunlaşan ya da itme güçleriyle birbirinden uzaklaşan parçaların oluşturduğu kompozisyonlar tasarıma başlangıç için veri oluşturabilir.

Kullanılan animasyon programlarının mimari modelleme ve animasyon programlarıyla sınırlı kalmadığı, film endüstrisinde ya da endüstriyel tasarımda kullanılan programların kullanıldığı saptanmıştır.

<b>Proje 6-</b>	Proje ismi:	<b>New York Presbyterian Church</b>
	Uygulama Yeri:	New York
	Proje konusu:	Mevcut bir yapının kiliseye dönüştürülmesi ve ek yapı
	Proje müellifleri:	LynnFORM , Micheal McInturf Arch., Garofalo Arch.
	Uygulama tarihi:	1999

### Proje Tanıtımı:

Presbyterian Kilisesi projesi, ayrı şehirlerde bulunan üç proje müellifinin, İnternet üzerinden dosya paylaşımı ve e-posta gibi iletişim teknolojileri sayesinde bir arada çalıştığı ortak bir projedir. 1932 yılında yapılmış olan fabrika binası kentin endüstriyel alanında yer alır; Fabrika binası dönüştürülerek kullanıma katılmış ve buna ek olarak iki sirkülasyon mekanı ve geniş bir ibadet mekanıyla bütünleştirilmiştir. Mevcut fabrika binası kilise ek mekanları için kullanılacak şekilde dönüştürülmüştür. Fabrika mimarisinin endüstriyel diline sadık kalmış, iç mekanlarda ve bina kabuğunda değişiklikler yapılmıştır. Ek ibadet mekanı, 2500 kişinin ibadet edebileceği bir kilise ve bunun yanı sıra düğün töreni ve toplantı mekanları, atölye ve sınıflar, kafeterya, kütüphane gibi mekanları içerecek şekilde düzenlenen, kolonsuz geçilen geniş açıklıklı bir mekandır.



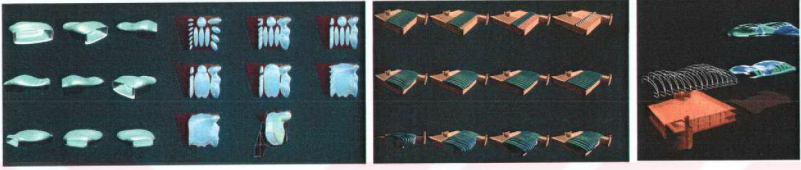
Şekil 4.30 Presbyterian Kilisesi (Attive, 2002)

### Konsept Geliştirme ve Tasarım Yöntemi:

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 mekanlarla yatay etkiye; yapının yönlenişi, caddeye doğruyken kente doğru çevrilmiştir. Kentin endüstriyel bölgesinde yapılan bu dönüştürme ve ek proje kentin bu noktasını çekici hale getirmiştir.



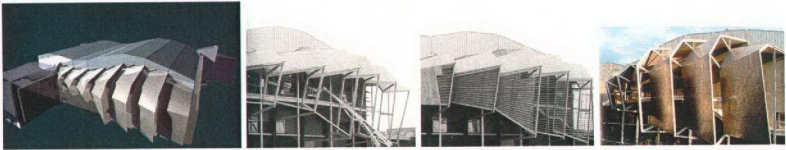
Film sektöründe kullanılan animasyon programları tasarımın biçim oluşturma aşamasında kullanılmıştır; mekan programlarını kapsayacak hacimlerin oluşturulmasında ve bunları istenilen biçimlere dönüştürülmesinde animasyon platformu kullanılmış, zaman içinde biçimlerin dönüşümü izlenmiş ve program istenilen noktada durdurulmuştur. Geniş açıklıklı ibadet mekanında 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.



Şekil 4.31 Animasyon tekniğiyle tasarım sürecinde mekanın biçimlenişi ve mevcut fabrika binasına eklenen mekanlar (Schmal,2001)

#### Uygulama:

Otopark alanına bağlantıyı sağlayan ana çıkış merdivenlerini saran mekan adeta zaman içindeki akışı gözlenebilen, birbirini tamamlayarak tek bir bütünü oluşturan mekan parçalarından oluşur. Yüzeyleri metal kaplanan, ara kesitleri kente vista sağlayacak şekilde şeffaflaştırılan mekanın tavan kotu düşürülerek arkasındaki ibadet alanının çatısının algılanması sağlanmıştır. Mevcut fabrika binasının çatı kotundan yükselen ek ibadet alanı çelik strüktürle kolonsuz olarak geçilmiş ve iç mekan tavadaki katlanmaları örtmeyecek şekilde alçıpanellerle kaplanmıştır. Eklenen iki sirkülasyon tüpü ise daha akışkan görünümlü yumuşak geçişli bir yüzeyle kaplanmıştır.



Şekil 4.32 Dijital modelden uygulamaya, tasarım-üretim süreci (Schmal,2001)

#### 4.2.6 Diyagram Mimarlığı

Kavramsal diyagramlar tasarım sürecinde program, yoğunluk, sirkülasyon akışları, gibi faktörler arasındaki ilişkilerin kurulmasına ve organizasyona yardımcı soyut grafiklerdir. Dijital tasarım süreçlerinde diyagramlar yeniden önem kazanmıştır. Bunun nedeni diyagramların mevcut imgeleri temsil eden çizimlerden çok düşünsel altyapıyı kuran, açık uçlu grafikler olmasıdır. Kendi kendini oluşturan sistemlerden, çevresel faktörlerle biçimlenen mekanlardan, çevredeki güç alanlarının etkisiyle oluşan mimarilerden bahsedilen dijital mimarlık ortamında diyagramların yaygın olarak kullanılması şaşırtıcı değildir.

Dijital teknolojilerin kullanıldığı tasarım süreçlerinde diyagramların form oluşturmada kaynak grafikler olarak kullanılması eğilimi vardır. Diyagramların yeni bir sembolizm anlamına gelen bu şekildeki kullanımları eleştirisi konusu olmaktadır.

“Diyagram mimarlığı tasarım sürecinde diyagramların kullanıldığı bir mimari demek değildir. Diyagram mimarlığı diyagram gibi davranan mimaridir. Bu tür bir mimari, programla biçim arasında birebir ilişki kurmaz, çok amaçlı kullanımlara izin verir; mimari bileşenler oluşturdukları kanallarla aktivitelere yol açar ancak onları sınırlamaz; minimum mimari etkiyle maksimum performans etkisini sağlayan mimaridir.” (Tschumi ,ve Berman, 2003)

Allen’ın vurguladığı gibi diyagram mimarlığı tündengelimine dayalı planlama kararlarıyla biçimlenmeyen, çevresel faktörlerin ya da programa dayalı ilişkilerin düzenlenmesine dayalı olarak biçimlenen, mekan içindeki senaryoları çoğaltmaya çalışan ve kullanıcıya yeni kullanımlar, yeni anlamlandırmalar için pay bırakan bir mimari anlayışa dayalıdır. Bu anlayış içinde diyagramlar belirsiz bir biçimi netleştirmeye ya da zihindeki imgeyi geliştirmeye yarayan araçlar değil kendi başına hiçbir nesneyi ya da projeyi temsil etmeyen, olası sonuçların düşünsel altyapısını kuran operasyonel grafiklerdir.

<b>Proje 7-</b>	Proje ismi:	Intencities
	Uygulama Yeri:	Helsinki
	Proje konusu:	Çeşitli sanat etkinlikleri için kurulan mekan
	Proje müellifleri:	Ocean NORTH
	Uygulama tarihi:	2000

### Proje Tanıtımı:

IntenCities Enstalasyonu *Helsinki Kültür Şehri 2000* etkinlikleri kapsamında gerçekleştirilen ve çeşitli performanslar için kullanılabilir bir mekan tasarımıdır. Proje, eski demiryolu deposu olarak kullanılan U biçimindeki tek katlı bina, Finlandiya Parlamento binası ve Kiasma Sanat Merkezi'nin çevrelediği açık alanda yer alır. *Intencities*, dans, mimari, grafik tasarımı ve müzik etkinliklerini bir araya getiren, bu etkinlikler için gösteri ve izleme platformları oluşturan beş strüktürden oluşur. Çelik taşıyıcılardan oluşan strüktürlerin çeşitli yüzeyleri ahşap platformlarla ve plastik filmle kaplanmıştır. Işık, ses ve görüntü teknolojilerinin olanaklarıyla izleyicinin hareketleri ve performansların görüntüleri yüzeylere yansıtılır; farklı kullanımlar ve değişen ışık-ses-görüntü oyunları ile mekan, birbirinden farklı görünümlere bürünür.



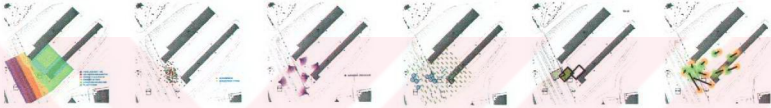
Şekil 4.33 Etkinlikler sırasında Intencities strüktürlerinin çeşitli kullanımları (Attive, 2002)

### Konsept Geliştirme:

Ocean NORTH grubu, Umberto Eco'nun ortaya koyduğu açık yapıt ve hareket-mekan kavramlarına referansla, tek bir anlam taşımayan, anlamlandırmada izleyicisine pay bırakan ve bu yolla başka kullanımlara şans tanıyan mekanlar oluşturmayı hedefler. Koreografi ve diyagram kelimelerini birleştirerek oluşturdukları *koreogram* (choreogram) kavramı konseptlerini vurgulayan temel kavramdır. Çevresel verilerin ve yaya akışları, olası yoğunluklar gibi verilerin *diyagramlara dayalı analizleriyle* yerleşim alanları belirlenmiştir;

verilen etkinlik programları arasında dinamik etkileşimleri sağlayacak bir koreografik dağılım yapılır.

Intencities projesi yerin ve programın verilerinden doğan; bitmiş bir tasarımı değil olasılıkların strüktürünü kurmayı hedefleyen, mekanlar arası sınırlar yerine sınırların iç içe geçtiği etkileşim alanları yaratmaya çalışan bir düzenlemedir. Diyagramatik ve kendiliğinden oluşuma dayalı bu tasarım yaklaşımında tasarımda bitmişliğin yerini, açık uçluluk; sonuç ürünün yerini süreç içinde değişen oluşum; belirli programlara göre yan yana gelen mekanların yerini, çok amaçlı kullanımlara uygun şekilde sınırları eriyen mekanlar, sabit programın yerini, ancak uygulama sonrası ortaya çıkacak programlar ve spontane kullanımlar alır.



Şekil 4.34 Intencities projesi analiz diyagramları (Attive, 2002)

#### Tasarım Yöntemi ve Uygulama:

Tasarım sürecinde, disiplinler arası bir tasarım grubu kurularak, koreografik bir planlama yapılır ve etkinlikler arasındaki etkileşimi artıracak düzenlemelere gidilir. Görsel, sesle ilgili, işitsel ve malzemeye dayalı bileşenler belirlenir. Mimari bileşenler aynı mimari dile ait ancak farklı biçimsel özellikleri olan beş adet strüktürden oluşur. Sahne, izleme, sirkülasyon düzenleyici, seyir platformu ve köprü kurma gibi farklı kullanımlara göre düzenlenen strüktürler, bu fonksiyonları organize edecek şekilde biçimlendirilir, ancak hiçbiri organize ettiği kullanıma ait bir görünüm taşımaz. Bu strüktürlerin asıl performansları uygulamadan sonra çok amaçlı kullanımlarıyla ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.35 Intencities projesi plan, kesit ve modellemeleri (Attive, 2002)

<b>Proje 8-</b>	Proje ismi:	Yokohama International Port Terminal
	Uygulama Yeri:	Yokohama, Japonya
	Proje konusu:	Gemi terminali
	Proje müellifleri:	Foreign Office Architects_FOA
	Uygulama tarihi:	2000–2002

### Proje Tanıtımı:

1995 yılında açılan Yokohama Uluslararası Gemi Terminali yarışmasında birinci olan projelerini uygulama hakkını kazanan FAO mimarlık ofisi, dijital tasarım teknolojilerinin kentsel ölçekteki bir projede uygulanması açısından önemli bir örnektir. Tasarım teknolojisi açısından sınıflanması zor olan bu projenin tasarım ve uygulama sürecinde, dijital teknolojilerden birçok yönde yararlanılmıştır. Ancak tasarım yaklaşımı olarak düşünüldüğünde diyagram mimarlığı, performans dayalı tasarım ve kendini organize eden sistemlerdeki yaklaşımlarla ortak yönleri olduğu saptanabilir; dijital teknolojileri form oluşturma ya da form türetme için kullanmayan, binanın strüktürel ve programa dayalı performanslarının organizasyonu için kullanan; önceden belirlenmiş bir mimari imaj ya da metaforu hedef almayan bir projedir. Tasarım ve uygulama sürecindeki kriterlere göre sonuç biçime aşamalı bir şekilde ulaşılır.

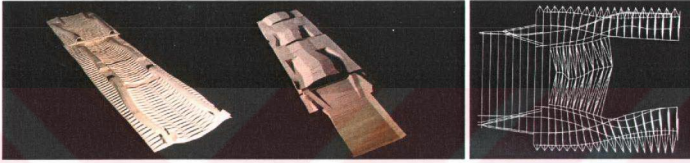


Şekil 4.36 Yokohama Feribot Terminali (Moussavi ve Zaera-Polo, 2002)

### Konsept Geliştirme:

Yer yüzeyinin mimarlıkta aktif bir bileşen olarak kullanılmasıyla ilgili araştırmalar yapan FOA, bu projede de aynı yaklaşımı devam ettirir. **Yer yüzeyi** üst kotlardan alt kotlara, teknik programlardan kamusal programlara, gemi rıhtımından kente, içten dışa **sürekliliği** sağlayacak şekilde; katlanarak, biçim değiştirerek, yer yer ikiye ayrılıp sonra tekrar birleşerek gerekli düzenlemeleri organize eder.

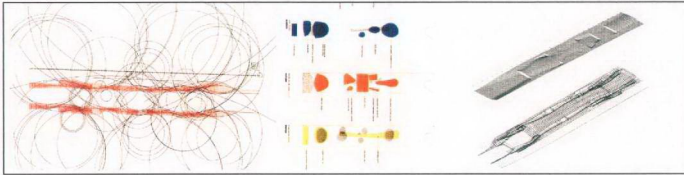
FOA'nın daha önceki projelerindeki bir başka araştırma konusu *sirkülasyona* göre biçimlenen mimaridir. Yokohama Projesinde bu iki konsept, sürekli yüzey ve sirkülasyon diyagramlarına dayalı biçimlenme kriterleri birleştirilir. Gemiden iniş güvertesi, ziyaretçi güverteleri, çatı üstündeki meydan, geliş gidiş sirkülasyon bantları, trafik hattı gibi bölümler, *zeminin çatıya dönüştüğü* tek bir yüzey altında birleştirilir. Katlanan yüzeyler konseptine paralel olarak *origamiyle* ilgili araştırmalar yapılır. Kamusal alanlarla, gemi yolcularının sirkülasyon alanları arasında bir arayüz oluşturan sürekli yüzey, aynı zamanda terminal kütesini iki yandan sarıp içine alarak çatı kotunda kamusal kullanıma açık kentsel ölçekte bir toplanma ve aktivite mekanı oluşturur



Şekil 4.37 Maket ve konsept çizimleri (Moussavi ve Zaera-Polo, 2002)

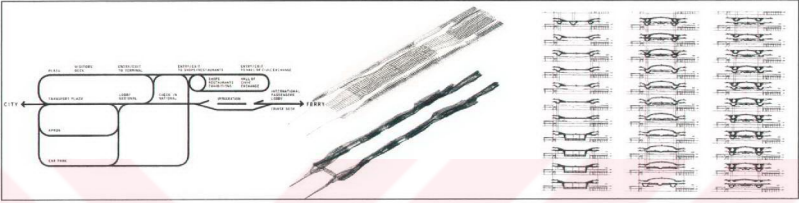
#### Tasarım Yöntemi ve Uygulama:

Tasarım sürecinde belirli performans kriterlerini oluşturmak amacıyla diyagramlarla çalışılmıştır. Yolcu gemilerinin rıhtıma yanaşması, iniş biniş güzergahları ve kotları, yerli ziyaretçiler, yabancı ziyaretçiler ve kamusal alanlardan yararlanmak için gelen ziyaretçilerin ayrıldığı ve çakıştırıldığı alanlarının organizasyonu gibi temel analizler diyagramlarla yapılmıştır. Karşılaşılan her problemde bir prensip kararı alınır. Örneğin terminal binasında merdiven ve kolon olmayacaktır. Rampalar sirkülasyonun vurgulanmasını, akışları ve engelliler için geçiş rahatlığını sağlayacaktır. Strüktürel olarak katlama mantığına uyan çelik kirişler kullanılacak ve bu kirişler yüzey boyunca dizilecektir.



Şekil 4.38 Diyagramlar ve dijital model (Moussavi ve Zaera-Polo, 2002)

Yarışmada *spline* denilen eğşilerden oluşturulan yüzey, uygulama kolaylığı için çeşitli yarıçaplardaki silindirik ve konik yüzeylerin birbiri içine geçmesiyle oluşturulan bir yüzeye dönüştürölür. Bu durumda bina boyunca uzanan ve biçimini belirleyen 96 adet farklı kesit yer alır. Ancak uygulama için projede birçok revizyon yapılmıştır; her uygulama problemi için dijital teknolojilerle hesaplanan ve tüm yüzeydeki geometrik ilişkilere göre fizibilitesi yapılabilen parametrik sistemler kullanılır. Yarışmada temsili olarak oluşturulan yüzey, uygulama sürecinde topolojik bir yüzeye dönüştürölür.



Şekil 4.39 Sirkülasyon diyagramı, final model ve bina boyunca değişen kesitlerden örnekler (Moussavi ve Zaera-Polo, 2002)

Uygulama sürecinde birçok problem ve strüktürel karar parametrik modeller, performans analizleri, simülasyonlar, malzeme optimizasyonları gibi dijital araç ve tekniklerle çözümlenmiştir. Bina kesiti 100'den fazla yatay kesitte birbirinden farklı olan binanın uygulamasında bilgi organizasyonu için ve her biri birbirinden farklı olan strüktür ve malzemelerin üretimi için dijital tasarım ve üretim teknolojilerine dayalı bir sistem kurulmuştur.



Şekil 4.40 Uygulama süreci (Moussavi ve Zaera-Polo, 2002)

Uygulama için seçilen malzemeler; yüzey için ahşap, düşey yüzeylerde cam, çelik korkuluklar ve çevre düzenlemesi için kullanılan çimen yüzeylerdir. Yapı malzemeleri CAD/CAM teknolojileriyle kesilmiş ve biçimlendirilmiştir.

#### 4.2.7 Performansa Dayalı Tasarım; Tepki Veren Mekanlar

Performansa dayalı tasarım teknikleri, mimari tasarım sürecinin *performans analizlerine* dayalı olarak geliştiği bir tasarım yöntemidir. Bina performansı, binanın iklimsel, strüktürel , akustik veriler gibi teknik veriler açısından gösterdiği performansla ilgili olabildiği gibi tasarımcının mekandan beklediği çeşitli özelliklerle ilgili olabilir; örneğin yaya-trafik akışları, mekansal ilişkiler, program, ekonomik parametreler gibi faktörler açısından çeşitli performans kriterleri belirlenebilir.

Performans analizlerine dayalı tasarım teknikleri mimari pratikte iki şekilde kullanılmaktadır: Birinci tür kullanımda ana kararları verilmiş ve dijital modeli oluşturulmuş bir proje çeşitli performans analizlerine göre test edilir ve proje bu sonuçlara göre revize edilir; İkinci tür yaklaşımda ise performans analizleri tasarımın erken aşamalarından itibaren tasarım girdisi olarak ele alınır ve tasarımda belirleyici rol üstlenir; mekânın biçimlenmesi bu analizlere göre gelişir.

Arup mühendislik firması temsilcisi Luebkehan , kullandıkları performans analizi programlarını şöyle örneklendirir; rüzgar, su akışlarının simülasyonlarında kullanılan akışkan dinamiği analizleri, strüktürel analizler, akustik modelleme, insan-yaya akışları simülasyonları, altyapı simülasyonları, strüktürel dinamik analizler, zemin etütleri gibi analiz programları (Kolarevic,2003). Luebkehan bu tür analizlerle ilgili geliştirilen 150'den fazla program olduğunu ve bu programların tasarım geliştirme aşamasına entegre olması gerektiğini belirtir. Geleneksel tasarım sürecinde yapı ve afet yönetmeliklerine göre uygulanan bu kriterlerin, genellemelere dayalı olduğu ve yetersiz kaldığı -çeşitli projeler üzerinde yapılan performans analizleriyle- saptanmıştır.

Performans analizlerinde kullanılan simülasyon programları, çeşitli çevresel faktörlerin mekana etkilerinin, olgusal olarak izlenebilmesini ve sayısal olarak hesaplanabilmesini sağlar. Örneğin rüzgar kanallarının mekanda deformasyona neden olduğu bölgelerinin saptanmasında; mekana etki eden yüklerin dağılımının ve gerilim bölgelerinin ortaya çıkarılmasında; yangında dumanın mekân içindeki yönelmesinin ve insan kaçışlarının simüle edilmesinde; bir köprü'nün salınımının canlandırılması ve hesaplamalarının yapılmasında bu tür analizler kullanılmaktadır ve mekânın biçimlendirilmesinde önemli parametrelerdir. Dijital tasarım teknolojilerinin uygulamanın gerçekleriyle entegre olabileceği dijital platformların kurulması önemli bir gereksinimdir.



Performans analizlerinin tasarım yöntemi olarak kullanımında mekandan beklenen performanslar daha çok program, arsa verileri, insan yoğunlukları gibi faktörler ve bunların birbirleriyle kurdukları ilişkilerle ilgilidir. Bu faktörlerin arasındaki ilişkiler hiyerarşik olarak ya da belirli sınırlamalara dayalı olarak kurulur. Tasarım sürecinde genellikle animasyon teknikleri kullanılır. Mekanın biçimlenmesi bu analizlerin sonucudur, belirli ön tahminlere dayalı değildir. Bu açıdan kendi kendini organize eden, kendiliğinden oluşan tasarım yaklaşımıyla ilişkilidir.

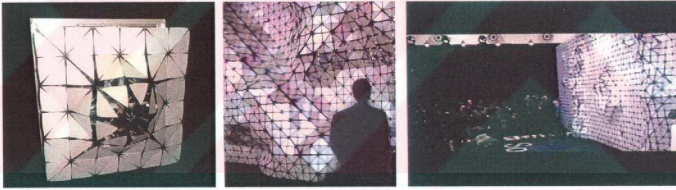
Tepki veren mekanlar, çevresel faktörlerdeki değişimlere mekandaki ses, ışık, görüntü değişimleri ya da kütle hareketi gibi tepkilerle cevap veren mekan tasarımlarını içerir. Mekana entegre edilen dijital görüntü ve ses sistemleri, alıcı-vericiler, kinetik mekanizmalar ve iletişim teknolojisi araçları mekandaki değişimleri organize eder. Dijital tasarım teknolojileri ve mekan anlayışı açısından önemi mekanın çeşitli etkilere tepki veren, bir anlamda davranışları olan dinamik bir organizma olarak algılanması; bu imkanların mekanla ilgili konseptlere, mekan anlayışına olan etkileridir. Tepki veren mekanlarla ilgili uluslararası sergilerde yer alan iki proje incelenecektir.

İncelenen birinci proje; *Aegis Hyposurface* çevresel faktörlere yüzeydeki hareketlerle cevap veren bir duvar yüzeyidir; İncelenen ikinci proje *Salt Water Pavillion ve Fresh Water Pavillion* çevresel faktörlerin mekan içindeki yüzeylerin hareketine ve mekandaki ses-renk-ışık değişimlerine dönüştüğü birbirinin uzantısı olan iki sergi pavyonudur.

<b>Proje 9-</b>	Proje ismi:	Aegis Hyposurface
	Uygulama Yeri:	Venedik Bienali 2000,CEBIT Fuarı 2001
	Proje konusu:	Etkileşimli ve tepkimeli yüzey
	Proje müellifleri:	dECOi
	Uygulama tarihi:	2000

### Proje Tanıtımı:

Aegis Hyposurface projesi, Birmingham Hippodrome Tiyatro binası giriş mekanında yer alacak *etkileşimli bir sanat objesi* konulu yarışma için tasarlanan ve birincilik ödülünü kazanan projedir; prototipi Venedik bienalinde ve çeşitli fuarlarda sergilenmiştir. Projedeki çıkış noktası tiyatrodaki aktivitelere, yüzey hareketleri ve renk değişimleriyle cevap veren; içteki aktiviteleri bir şekilde dışarıya yansıtan; hareket, ses- ışık, ısı değişimi gibi çevresel faktörlerle etkileşim içinde olan bir yüzeyin tasarlanmasıdır. Aegis Hyposurface dış mekanla iç mekan arasında bağlantıyı sağlayan, yüzey hareketleri sonucu algılanma şekli sürekli değişen, kendini yenileyen bir mimari yüzeydir.



Şekil 4.40 Venedik bienalinde sergilenen Aegis Hyposurface prototipi (Liu, 2002)

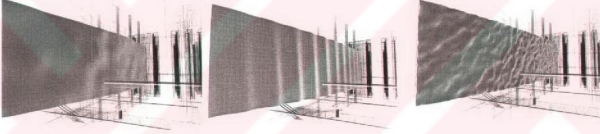
Çok sayıda alıcı-vericinin dizildiği bir matristen oluşan yüzey, çevredeki çeşitli etkileri algılar; bu veriler dijital ortamda matematiksel formüllere dönüştürülür; her bir matematiksel eşitlik ayrı bir yüzey hareketini belirler; yüzeydeki alıcı-verici noktalarının pozisyonu bilgisayarın hesaplama hızıyla paralel olarak sürekli değişir; yüzeyin hareketleri, davranışları oluşur. Elektronik bir sinir sistemi gibi çalışan, çevreden gelen etkileri bilgisayar aracılığıyla çeşitli fiziksel değişimlerle dönüştürebilen, performansa dayalı ve tepkimeli bir mimari üründür.



Şekil 4.40 Aegis Hyposurface prototipinin yüzey hareketleri

### Tasarım ve Üretim Süreci:

Aegis Hyposurface'in proje geliştirme aşamasında disiplinler arası bir çalışma gerçekleştirilmiştir; mekanizmanın işletim sisteminin kurulabilmesi için elektronikçi, mekanikçi, bilgisayar programcısı ve matematikçilerle birlikte çalışılmıştır. Sensorlar ve dijital teknolojiler aracılığıyla çevredeki gürültü, ısı ve hareket değişimlerinden örnekler alınır; bu örnekler bilgisayar ortamında çeşitli matematiksel tanımlamalara çevrilir; hız, yön gibi parametreler otomatik olarak değişir.



Şekil 4.41 Aegis Hyposurface tasarım süreci (Perella, 1999)

8 x 8 metre karelik bir yüzeye 1000 adet alıcı-verici yerleştirilmiştir. Veri aktarımı bilgisayarın hesaplama hızıyla paralel olarak 0,01 saniyede bir yenilenir ve mekanizma yaklaşık 60 km çevredeki çeşitli hareketleri ve performans değerlerini algılayıp yüzeydeki noktaların hareketini sağlar. Mevcut mekanizma sonraki uygulamalarında 20 000 alıcı-verici yerleştirilerek daha da hassaslaştırılmıştır.

Dijital tasarım ve üretim teknolojilerindeki gelişmeler ve disiplinler arası çalışmalar yeni yapı malzemelerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Farklı özellikteki malzemelerin özelliklerinin bir araya getirildiği **kompozit malzemeler**, çevresel faktörleri algılayan, tepki veren **akıllı malzemeler**, ya da çevredeki değişimlere **uyum gösteren 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.

<b>Proje 10-</b>	Proje ismi:	Salt Water Pavillion ve Fresh Water Pavillion
	Uygulama Yeri:	Neeltze Jans adası, Hollanda
	Proje konusu:	Su temalı Sergi Pavyonları
	Proje müellifleri:	Oosterhuis ve NOX
	Uygulama tarihi:	1997

### Proje Tanıtımı:

Hollanda'daki Neeltze Jans adası'nda, suyun olgusal deneyimini mekanda yaşatabilmek fikrinden yola çıkarak birbirinin uzantısı olan iki Su Pavyonu oluşturulmuştur. Konsept, tek bir bütün hacim içinde suyun olgusal deneyimini yaşatmaktır; bina sergileneni örten bir kabuk değil, sergilemeye katılan aktif bir bileşendir. 100 metre uzunluğundaki bu yapı birbirini izleyen iki pavyondan oluşur ve bu pavyonların mimari biçimlenişi birbirinden farklıdır. Pavyonlardan ilki Spuybroek tarafından tasarlanan Fresh Water Pavilliondur (FWP). Akışkan görünümlü, duvar-tavan-taban ayrımı yapılamayan, devingen bir kabuktur; Oosterhuis'in tasarladığı Salt Water Pavillion (SWP) ise daha durağan ve heykelsi bir yapıdır; 42 metre uzunluğunda, düzlemlerle açılı hale getirilmiş elips biçiminde bir mekandır; İç mekanda ziyaretçilerin hareketleri ve çevresel faktörlere dayalı olarak ışık-ses-renk değişimleri oluşur.



Şekil 4.42 Saltwater pavyonu ve Freshwater pavyonu (Schmal, 2001)

### Tasarım ve Uygulama Süreci:

Fresh Water Pavillion'da izleyiciler mekana girdiği andan itibaren alıştığı yatay düzlemlerden kopar. Mekana yerleştirilen sensorlar aracılığıyla izleyicinin hareketleri algılanır ve mekan hareketlenir. Elektronik sesler, ışık oyunları, ziyaretçilerin üzerine yansıtılan görüntüler, hacmi oluşturan kabuğun ve yüzeylerin hareketleri birleşerek suyun olgusal deneyimlerini yaşatır. FWP'da ziyaretçilerin hareketleri, bina yüzeylerinde lokal ve ani biçim değişiklikleri ve daha uzun zamanda geri dönen ışık-ses-hareketleri oluşturur; bu hareketler pavyona dışarıdan bakıldığında da algılanabilir.

SWP'da ise hareket bina kabuğuyla değil etkileşimli düzenekler aracılığıyla, ışık-renk-görüntü-ses değişiklikleri ile yaşanır; kurulan hava durumu istasyonu ile suyun tuzluluğu-med-cezir, rüzgar şiddeti gibi parametrelerdeki değişiklikler işlemcilerden geçer ve ışık-ses hareketlerinin yavaşlaması, hızlanması ya da ışık renklerinin değişmesi gibi etkiler yapar. Bir anlamda binanın biyoritmi ve davranışları oluşmaya başlar. Parametrik tasarım gibi tasarım teknolojilerinden yararlanarak tepkimeli çevreler oluşturulmuştur.



Şekil 4.42 Saltwater pavyonu tasarım ve uygulama süreci (Schmal, 2001)

Oosterhuis platonik hacimlerin, küp, silindir, koni gibi basit geometrik elemanların mimari biçimlenmedeki hakimiyetini artık kabul etmediklerini çünkü ellerinde milyonlarca koordinatı kontrol edebildikleri, çok daha karmaşık geometrilerle çalışmaya izin veren bilgisayara dayalı sistemlerin olduğunu söyler. (Ji-seong, 2003). SWP'da tasarımın erken aşamalarından itibaren üç boyutlu dijital modellerle çalışılmış, genetik bir başlangıç noktası oluşturan bu modelin dijital tekniklerle dönüştürülmesi sonucu son biçime ulaşılmıştır.

#### 4.2.8 Dijital Üretim Teknolojileri

Bilgisayar Destekli Üretim teknolojilerinin mimari tasarım sürecine entegre olarak kullanımında öncü olan isim Frank O. Gehry ' dir. Serbest biçimli heykelsi binalarının projelendirme sürecindeki ihtiyaç üzerine mimari tasarım ve üretim sürecine bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerini entegre eden Gehry, otomotiv ve uçak tasarımında kullanılan CATIA gibi programların mimari tasarım sürecinde kullanımının önünü açmıştır. CAD/CAM teknolojileri dijital mimarlık süreçlerinde tasarım ve üretimin önemli bir bileşeni haline gelmiştir.

CAD/CAM teknolojileri *tasarım sürecinde* dijital çizim ve modelleme programlarından direkt olarak fiziksel model üreten bir teknoloji olarak kullanılmaktadır. Bu modeller tasarım geliştirme sürecinde biçimin test edildiği son modelleri ya da tasarımın en başında belirli ilişkileri gösteren soyut maketlerin üretimi için kullanılmaktadır. CAD/CAM teknolojileri *mimari uygulama sürecinde* dosyadan **fabrikaya** olarak adlandırılan yeni bir üretim sisteminin kurulmasını sağlamıştır. Bu sistemde tasarımcıların oluşturduğu bilgi tabanlı dijital model, strüktürel ve mekanik ihtiyaçlara göre düzenlenip uygulamaya hazır hale getirildiği anda dijital ortamdaki proje bilgileri direkt olarak fabrikaya gönderilmektedir. Dijital bilgiler fabrikadaki CNC tezgahına gönderilir; işlem komutlarına çevrilir; kesme, ekleme, işleme, katmanlama (tanımlar için bkz. 2.bölüm) gibi işlemlerle dijital modele uygun olarak tüm parçalar üretilir. Bu sistem yapı malzemelerinin kesimi, işlenmesi, biçimlendirilmesi ya da taşıyıcı sistem kalıplarının oluşturulması için kullanılmaktadır.

Dijital üretim teknolojilerinin mimarlık için kullanılmaya başlamasıyla ortaya çıkan bir kavram *kitlesel bireyselleştirmedir (mass customization)*. Kitlesel bireyselleştirme, mimarlık için yeni bir kavram olmasına rağmen tüketici ürünlerinde ve otomotiv sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Seri üretim sistemi *tüm özellikleri aynı olan ürünlerin* hızlı üretimi esasına dayalıyken, kitlesel üretimde özelleştirme sistemlerinde kullanıcının ihtiyaçları ve beğenilerine göre *alternatifler sunan* bir sisteme geçilmiştir. Örneğin Nike spor ayakkabılarında İnternet üzerindeki seçeneklerle kendi ayakkabınızı oluşturabilir ve sipariş edebildiğiniz ya da çeşitli otomobil firmalarında belirli özellikler içinden kendi konfigürasyonunuz oluşturabildiğiniz sistemler mevcuttur. Bu sistemin mimarlığa uygulanmasında seri üretilebilen ancak kullanıcının belirli özelliklerini değiştirebildiği konutlar, iç dekorasyon elemanları gibi örneklere rastlanmaktadır.

<b>Proje 11-</b>	Proje ismi:	Der Neue Zollhof
	Uygulama Yeri:	Desseldorf
	Proje konusu:	Ofis blokları
	Proje müellifleri:	Frank O.Gehry & Assos. ve Beucker Maschlanka & Part.
	Uygulama tarihi:	1999

### Proje Tanıtımı:

Zollhof Blokları Rhine Nehri liman bölgesinde, eski ambarların yer aldığı alanda konumlanmıştır. Kentin bu bölgesi kamuya açılacak bir kıyı şeridi, sanat ve medya kuruluşlarının yer alacağı bir kentsel parça olarak yenilenmektedir. Güneyde konut alanlarına, doğuda ticaret bölgesine yakın olan alan, yeni bir kültür ve iş merkezi olarak geliştirilmektedir. Zollhof Blokları Düsseldorf'un bu bölgesindeki yeni yüzünün simgesi olacak, kentsel ölçekte bir projedir.

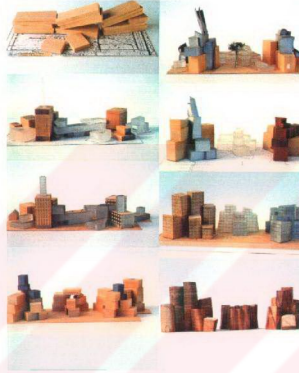


Şekil .47 Zollhof Blokları (Schmal, 2001)

Zollhof Blokları reklam ve sigorta şirketlerinin ofis mekanlarının yer alacağı üç adet blokta oluşur. Bu bloklar tekil binalar olarak tasarlanmaz; üç alana yığılmış kütle gruplarından oluşan üçlü bir sistem olarak tasarlanır. Bina grupları nehre paralel olarak dizilir; ofisler nehir manzarasından maksimum yararlanacak şekilde düzenlenir. Toplam 28.000 m<sup>2</sup> lik ticari alanı içeren programda; **A Bloğu** 51 m yüksekliğinde 8000 m<sup>2</sup> lik kullanım alanı olan; mimari dil olarak eski ambar bloklarının tuğla cepheli görünümüne gönderme yapan; diğer bloklara göre daha düz ve kübik hatlara sahip bir bloktur; **B Bloğu** ya da merkez ofis binası yedi katlıdır; diğer bloklara göre daha düşük yüksekliktedir; dalgalanan eğrisel yüzeyleriyle ve metal kaplanmış cephesiyle dinamik görünümüdür; 4600 m<sup>2</sup> kullanım alanı vardır; **C Bloğu** 55 m. yüksekliğiyle en yüksek bloktur; 10 500 m<sup>2</sup> kullanım alanı içerir; B bloğuna göre daha sakin eğrisel yüzeylerden oluşur; cephesi beyaz termal sıvayla kaplanmıştır.

### Konsept Geliştirme:

Her biri farklı malzeme ve biçimlenme prensibine sahip olan üç blok, ortak bir grid sistemi ve pencere düzeniyle aynı mimari dilin değişken parçaları haline getirilmiştir. Planlamada ve cephe malzemelerinin düzenlenmesinde 1,37 m.lik ortak bir ızgara modül kullanılmıştır. Pencereler mimari dilin önemli bir elemanıdır. Bina yüzeylerinden bağımsız olarak yönlenebilen her bir farklı açıdaki pencereler, binaya zımbalanmış gibi duran serbest bir modül olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.48 Kütle maketleriyle başlayan tasarım süreci (Schmal, 2001)

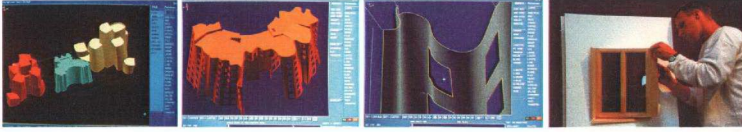
### Tasarım Yöntemi:

Dijital tasarım teknolojilerini kullanmadan önce maketi etkin bir tasarım aracı olarak kullanan Gehry, dijital tasarım süreçlerine geçtiğinde bu alışkanlığından vazgeçmez. Zollhof Bloklarının tasarım sürecinde, kütle maketleriyle ve 1:500 ölçekli ön projelerle çalışılmaya başlanır; kütle maketleri üç boyutlu tarama teknikleriyle, digitizerlarla taranır ve dijital ortama aktarılır. Fiziksel maketlerin kütle bilgilerinin dijital ortama aktırılmasıyla dijital üç boyutlu modelleme için gerekli bilgiler elde edilmiş olur. Dijital 3D model üzerinde CATIA programı aracılığıyla optimizasyonlar yapılır; fiziksel model ve dijital model arasında etkileşimli olarak çalışılan bu süreç sonucunda sonuç biçime ulaşılır

Dijital ortamdaki 3D model iki boyutlu CAD çizimlerine çevrilir; strüktürel kararlar gibi uygulama kararları için diğer ortaklara gönderilir. Tasarım geliştirme aşamasında CAD/CAM teknikleriyle üretilen bina prototipleri tasarım kararlarında ve diğer ortaklarla iletişiminde



kullanılır. Tasarım aşamasında pencere sisteminin 1:1 ölçekli prototipi yapılır ve detayları bu modelle çalışılarak gerçekleştirilir.



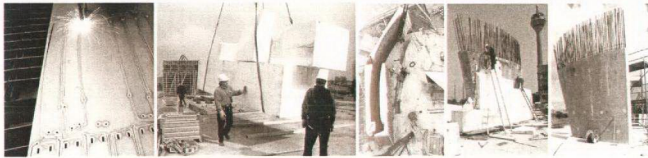
Şekil .49 Tasarım sürecinde kullanılan dijital modeller ve pencere prototipi (Schmal, 2001)

### Uygulamaya Hazırlık:

Zollhof Bloklarının uygulama projelerinin koordinasyonunu üstlenen Beucker Maschlanka& Partners serbest biçimli cephelerin uygulanabilmesi ve geleneksel yöntemlerle ölçüm yapılmadan yerine aplikasyonu için yöntem araştırmasına başlar. Üç bloğun da betonarme taşıyıcılarla taşınmasına, eğrisel cephe yüzeyleri için CAD/CAM teknolojileri kullanılarak kalıpların oluşturulmasına ve aplikasyonda dijital pozisyon belirleyen koordinat veren sistemlerin kullanımına karar verilir. Tasarım grubundan gelen CATIA programıyla oluşturulmuş dijital model, duvar kalınlığı, pencerelerin koordinatlarının netleştirilmesi, taşıyıcı sistemin yerleştirilmesi gibi işlemlerle gözden geçirilir.

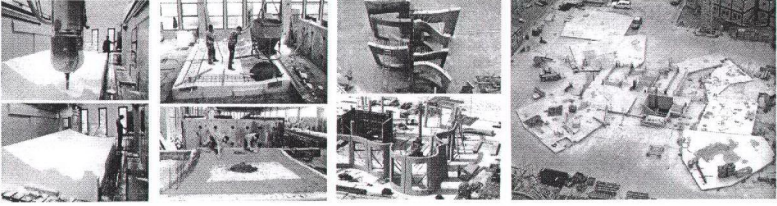
### Uygulama:

A bloğunda CAD/CAM teknolojileriyle üretilmiş kalıplar içine dökülen betonarme ile kendi prekast cepheler elde edilir. Cephe özel bir tür tuğla ile kaplanır. B bloğunda cepheler için geliştirilen ve CNC ile kesilen çelik strüktürler kullanılır. Yüzey 50x100 cm boyutlarında 0,4 mm kalınlığında CNC ile kesilmiş paslanmaz çelik levhalar ile kaplanır. C bloğunda cephe için CNC tezgahlarında işlenen bir çelik strüktür sistemi kullanılır. Duvar çelik strüktürle ve strüktürün aralarının taş bloklarla geçilmesiyle oluşturulur. Özel bir termal sıva ile sıvanır; cephe beyaz renkli eğrisel yüzeylerden oluşur.



Şekil .49 Uygulama süreci (Schmal, 2001)

Beucker Maschlanka& Partners uygulama için 1:50 ölçekli ve 4 yatay düzlemden kesilmiş Cad planlarının düzenlendiğini belirtir. Ancak bu şekilde kolonların üçüncü boyuttaki eğrilikleri ve pencerelerin dönen yüzeyler üzerindeki koordinatları belirlenebilmiştir. Bu süreçte ortakların ortak bir program platformunda çalışması ve tasarım ile uygulamanın iç içe gelişmesi önemlidir. Çok kesin hesaplamalara ve çizimlere rağmen uygulama sırasında tasarım revizyonları gerekmiştir.



Şekil .50 Uygulama süreci, CAD/CAM teknikleriyle kalıpların oluşturulması (Schmal, 2001)

Alan çalışması kapsamında 11 projenin tasarım süreçleri incelenmiştir. İncelenen tasarım süreçlerinde dijital tasarım teknolojilerinin nasıl kullanıldığıyla ilgili bir çerçeve çizilmektedir. Bu aşamadan sonra ayrı ayrı incelenen projelerin verileri ortak bir tabloda bir araya getirecektir. (Çizelge 4.2). Projelerin konusu, tasarım süreçleri ve uygulamalarıyla ilgili veriler incelendiğinde, *ortak özellikler ve yönelimler* saptanabilmektedir. Seçilen projelere birçok proje daha eklenebilir, sınıflama başka biçimlerde yapılabilir ancak incelenen diğer projelerdeki yaklaşımlar ve kullanılan teknolojiler yapılan ana sınıflama içine yerleştirilebilmektedir. Dijital tasarım teknolojileriyle ilgili olarak yapılan sınıflama ve oluşturulan çizelge, dijital teknolojilerin tasarımda nasıl kullanıldığıyla ilgili bir çerçeve oluşturmaya; dijital tasarım teknolojilerinin etkisiyle oluşan söylem, tasarım yaklaşımları ve üretim süreçleriyle ilgili bilgilenmeye imkan verecek şekilde hazırlanmıştır.

Mimarların dijital teknolojileri kullanım şekli sürekli değişmektedir; neredeyse her ayrı tasarım problemi için ayrı bir tasarım tekniği geliştirilmektedir. Dijital tasarım teknolojilerinin analiz edilmesindeki amaç bu teknolojilerin neler olduğunu sıralamak değil; bilgisayarın geleneksel tasarım ortamından farklı özellikleri olan bir tasarım ortamı olduğunun altını çizmek, bu yeni ortamın özelliklerini tanımak; bilgisayar ortamının sayısal ve üretici yapısının, parametrik ve topolojik yüzeylerle çalışmanın mekansal araştırmalara etkisini ortaya çıkarmak ve tüm bunların mekan anlayışına ve genel olarak mimarlığa nasıl etki edeceğinin ipuçlarını yakalamaktır.



#### 4.2.9 Proje Verilerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 4.2’de yer alan proje verileri, belirlenen temel konular hakkında sonuçlar çıkarmaya yarayacak şekilde organize edilmiştir. Proje verileri karşılaştırma tablosunda başlıklar dört ana grupta toplanmıştır:

- **Birinci grup**, dijital teknolojilerin *hangi tür tasarım problemlerinde ve tipolojilerde* kullanıldığının araştırılması amacıyla; projenin konusu, programı, kamusal/ özel kullanım açısından durumu, bina/ iç mekan/ mekan /kentsel tasarım gibi tasarım alanlarından hangisine ait olduğu ve tasarım ölçeğiyle ilgili incelemelerin yapıldığı gruptur;
- **İkinci grup**, *projelerin tasarım süreçleriyle* ilgili ortak yaklaşımların araştırılması amacıyla; kullanılan teknolojiler, araçlar ve bu araçların tasarımın hangi aşamasında kullanıldığı konusunda bilgi veren başlıkları içerir;
- **Üçüncü grup**, *mimari ürün ve mimari yaklaşımla* ilgili ortak özellikleri ortaya çıkarmak üzere oluşturulmuş; konsept/biçim/strüktür/malzeme başlıklarını içerir;
- **Dördüncü grup**, *büro profili ve organizasyonu*yla ilgili ortaklıkların ortaya çıkarılması amacıyla düzenlenmiştir; proje müellifleri, müelliflerin akademik ortamla ilişkileri, ofislerin hangi ülkelerde yer aldığı, projelerdeki işbirliği ve disiplinler arası çalışma olup olmadığıyla ilgili verilerin derlendiği gruptur.

**Birinci grup** altında, dijital teknolojilerin hangi tür tasarım problemlerinde ve tipolojilerde kullanıldığının araştırılması sonucunda, bu deneysel çalışmaların genellikle **kamusal kullanıma ait** binalar ve mekanlarda gerçekleştirildiği ortaya çıkmıştır. İncelenen 11 proje arasından sadece ikisi; biri konut, diğeri ofis blokları olmak üzere özel kullanıma sahip mekanlardır. Diğer 9 projenin beşi sergi amaçlı mekanlar; üçü kilise, metro istasyonu, ve feribot terminali konulu projelerdir. Detaylı olarak incelenen 11 proje dışında uluslar arası sergilerde yer alan projelerin çoğu kamusal kullanıma ait mekanlar için tasarlanmış projelerdir; özel kullanıma ait projeler içinde *konut tasarımı* konulu projelerin ağırlıkta olduğu gözlenmiştir. Kitlesele bireyselleştirmeyle ilgili olarak geliştirilen projelerde *konut* özel bir inceleme alanı olarak gelişmektedir. Greg Lynn’in ve Kolatan / Macdonald mimari ofisinin, kullanıcının seçimlerine göre farklılaştırılabilen seri üretim esasına göre üretilebilen konut projeleri bu yönelime örnek olarak gösterilebilir.

İncelenen projelerin ölçeği *kentsel ölçekten mekan bileşeni ölçeğine uzanan bir skalada* yer alır; 11 proje dışında diğer projeler incelendiğinde dijital tasarım teknolojilerinin endüstriyel obje tasarımından kentsel tasarım ölçeğine uzanan çeşitlilikte olduğu gözlenmiştir. Bilgisayar ortamında çizim ve modellemenin belirli bir ölçeğe göre çizim tekniklerinden farklı olarak, *ölçeksiz* bir çizim ortamı olması ürünlere de yansımıştır; ürünler ölçekler arasıdır. Uygulanan projeler incelendiğinde kentsel ölçekli projeler, küçük ölçekli ve bina ölçeğindeki uygulamalara göre daha az olduğu görülür. Ancak mimarların gerçekleşmek üzere üzerinde uğraştıkları projeler incelendiğinde kentsel tasarım ölçeğindeki projelerin sayısının artacağı şimdiden söylenebilir.

Projelerin tasarım süreçleriyle ilgili ortak yaklaşımların araştırıldığı, **ikinci gruptaki** veriler incelendiğinde tasarımcıların, parametrik tasarım, üretici teknikler, yapay zekaya, animasyona, diyagrama, performans analizlerine dayalı tasarım, kendi kendine oluşuma izin veren teknikler ve CAD/CAM teknolojilerine dayalı teknikleri *tasarım teknolojileri* olarak kullandıkları saptanmıştır. Tasarımcıların diğer projeleri incelendiğinde, bu tekniklerin *entegre bir şekilde kullanıldığı*; tasarım probleminin özelliklerine ve tasarım yaklaşımına göre *farklı tasarım tekniklerinin* geliştirildiği ortaya çıkmaktadır. Tasarımın erken aşamalarında, ne tür bir tasarım teknolojisinin kullanılacağını ve bu teknolojinin tasarım aşamalarında nasıl kullanılacağını organize eden bir *tasarım stratejisi* belirlenmektedir; bir anlamda *tasarım süreci tasarlanmaktadır*.

İncelenen 11 projenin tasarım süreçlerinde öncelikle *üç boyutlu dijital modellerle* (3D modeller) çalışıldığı belirlenmiştir; 3D modeller analog ortamdaki çizim, maket gibi temsil teknikleriyle birlikte geliştirilerek, tasarımın erken aşamalarında genellikle *form oluşumu ve form araştırmaları* için kullanılmakta; daha sonra *striktür tasarımı, performans analizleri* gibi araştırmalar, aynı 3D modele dayalı olarak geliştirilmektedir. Dijital ortamda çeşitli modelleme programlarıyla üretilen 3D modeller, üretici sistemler, animasyon teknikleri ya da programlama gibi tekniklerle geliştirilerek, tasarımın diğer aşamalarında üzerinde çalışılacak; mekan formunun geometrik prensiplerinin oluşturulmasını sağlayan araçlar olarak kullanılır. İncelenen tasarım süreçlerinde kullanılan 3D modellerin bir başka önemli özelliği bir defaya mahsus olarak çizilen *temsili çizimler olmamaları*; parametrik modellemeye dayalı, çeşitli verilerle eşlenmiş, geometrik bileşenlerinin birbirleriyle ve bütün geometriyle ilişkilerinin matematiksel formüllerle belirlendiği *bilgi tabanlı modeller* olmalarıdır. Bu özellikler 3D modeli, geleneksel temsil ortamında üç boyutlu araştırmalar için kullanılan tekniklerden farklılaştırır; dijital ortamdaki bilgi tabanlı 3D model sadece form araştırmaları için kullanılan

bir araç değil, tasarımdan beklenen diğer kriterleri ve sınırlamaları da bünyesinde taşıyan bir araç haline gelir.

Dijital ortamda oluşturulan 3D modellerle ana kararlar alındıktan sonra bu modeller rahatlıkla *iki boyutlu (2D) çizimlere* dönüştürülebilmektedir. Projenin iki boyutlu çizimleri 3d modeliyle birlikte, tasarım ve uygulama sürecindeki düzenlemeler için mühendislik, mekanik gibi diğer disiplinlere aktarılır. Tasarım süreçlerinde kullanılan diğer araçlar ve teknikler, *animasyon, simülasyon programları, CAD/CAM teknolojileri ve programlamaya dayalı tekniklerdir*. Tasarım sürecinde standart mimari çizim ve modelleme programlarının yanı sıra, endüstriyel tasarım, film, otomotiv, uçak tasarımı gibi diğer disiplinlerde kullanılan animasyon ve simülasyon programlarından yararlanılmaktadır. Endüstriyel tasarım gibi *serbest formlarla* çalışılan disiplinlerde kullanılan modelleme programları ya da otomotiv - uçak endüstrisinde kullanılan *bilgi tabanlı* modelleme, performans analizi, simülasyon programları ve *dijital üretim programlarıyla uyumlu* çalışan programlar, dijital tasarım teknolojileriyle araştırmalar yapan mimarlar tarafından kullanılmaktadır. İncelenen 11 projenin dördünde bilgisayar programcıları ve matematikçilerle çalışılarak tasarımcının hedeflerine uygun işlemleri yürütecek *programların yazıldığı* ve kullanıldığı saptanmıştır. Örneğin Objectile mimari ofisi, standart çizim programlarının yetersizliği nedeniyle dijital tasarım ve üretim teknolojilerinin tek platformda organize edildiği programlar yazarak, kendi sistemlerini kurmuşlardır.

İkinci gruptaki verilerden çıkarılan bir başka sonuç dijital teknolojilerin tasarımın hangi aşamalarında yaygın olarak kullanıldığıyla ilgilidir. İncelenen 11 projede ve diğer projelerde dijital teknolojilerin genellikle *form oluşturma amacıyla* kullanıldığı saptanmıştır. Dijital teknolojilerin kullanıldığı tasarım süreçlerinde formun oluşumu tasarımcının ön tahminlerine, ön imgelerine bağlı olarak gelişmeyebilir. Özellikle kendi kendine oluşan ve üretici sistemlerde biçimin oluşumu belirlenen kurallar ve sınırlamalar doğrultusunda bilgisayarın algoritmik, üretici ve parametrik özelliklerine bırakılmıştır. Bilgisayar bu anlamda tasarım ortağı gibi çalışır ve alternatifler üretir. Bu süreçlerde bilgisayarla entegre olabilecek bir tasarım sürecinin kurgulanması, ortaya çıkan sonuçlar arasından seçimler yapmak, sonuçlar tatmin edici değilse kurulan sistemde değişiklikler yapmak ve değerlendirme yaparak tasarımı yönlendirmek tasarımcının rolüdür. Yapay zekaya dayalı projelerde olduğu gibi *sentez aşamasının* bilgisayar tarafından yapıldığı örnekler çok azdır. Ancak bu eğilimin de mevcut olduğu Watanabe'nin Iidibashi projesiyle örneklenmiştir.

Dijital teknolojilerin form üretimi ya da form üretme amaçlı kullanımlarında iki ayrı eğilim saptanmıştır; birinci yaklaşımda hedef bu teknolojiler aracılığıyla üretilen formla film sektöründeki *özel efektlere* benzer bir şekilde farklı bir etki yaratmaktır. Bilgisayarın hesaplamalara dayalı olarak karmaşık geometrilere sahip, eğrisel ve amorf biçimler üretebilme potansiyeli projelere ve ürünlere yansımaktadır. İkinci yaklaşım ise performans analizine, diyagramlara, kendi kendine oluşan sistemlere dayalı tasarım süreçlerindeki gibi mekanın *çeşitli performanslarına* dayalı olarak biçimlendirilmesidir. Bu yaklaşımda, konseptle ilgili kararlara ve estetik kriterlere dayalı form arayışlarının yerini program, yer ve çeşitli performansların analizlerine dayalı kriterlerin belirlediği bir biçimlendirme süreci alır. Bu yaklaşımda biçimlendirme süreci, dijital teknolojiler aracılığıyla yapılan *analizlere* dayalıdır.

Mimari ürün ve mimari yaklaşımla ilgili ortak özellikleri ortaya çıkarmak üzere oluşturulan **üçüncü grupta** projeler, konsept, biçim, strüktür ve kullanılan yapı malzemeleri açısından karşılaştırılmaktadır. Proje konseptlerinde ve buna paralel olarak mekana yaklaşımda birkaç ortak eğilim olduğu saptanmıştır. Birinci ortak eğilim *doğa, bitkilerin büyümesi, evrim, doğal seleksiyon, güçlülük kriterleri, sürü aklı ve davranışları* gibi doğayla ilgili olguların ve *genetik kodlar, melezleme, mutasyon, etkilere tepki verme* gibi biyolojik olguların tasarıma model alınmasıdır. Doğa ve biyolojiyle ilgili olguları konsept olarak alan projelerde bu olgular *analoji ya da metafordan* öte tasarım yöntemini ve işlemlerini belirleyen *tasarım modelleri* olarak kullanılmaktadır. Bir bitkinin tohumken ışığa ve havaya yönelerek büyümesi, bir ağacın dallanması, bir türün mutasyona uğrayarak değişim göstermesi gibi olgular *mekanın yaşayan bir organizma olarak ele alındığının* göstergesidir. Bu yaklaşımda mekan yaşayan bir organizma olarak ele alınırken bir başka yaklaşımda *mekanı biçimlendiren aktif çevre*; iklimsel özellikleri değişen, dinamik, zamana bağlı değişimler gösteren, tasarımcının belirleyeceği kriterlere göre; örneğin güç alanları olarak yorumlanan mevcut çevre verilerine göre iten-çeken ve tüm bu özellikleriyle mekanı biçimlendiren bir olgu olarak ele alınmaktadır. Örneğin animasyona dayalı tasarım tekniklerini kullanan Lynn mekanların aktif, yaşayan bir çevrede ve zamanın akışı içinde biçimlendiğinin artık farkına varıldığını ve dijital teknolojiler sayesinde zaman ve yerle ilgili değişimlerin tasarıma katılabildiğini birçok yazısında belirtmektedir. Mekan konseptleriyle ilgili bir başka ortak eğilim *standart olmayan, kategori dışı gibi* belirli bir tip ya da kategori içine sokulamayan mekan kavramıdır. Örneğin Kolatan/Mac Donald ofisinin birden çok ikiden az kişilik evi ya da Objectile'in aynı biçimsel dile sahip seri üretim teknikleriyle üretilen ama her biri birbirinden farklılaştırılabilen panelleri bu yaklaşıma örnek gösterilebilir. Bu anlamda *kum*

*tepeleri, topografya, doğadaki türler, ya da matematiksel bir terim olarak non-standart kavramı* konsept olarak kullanılmaktadır.

Konseptler tasarımda analogik olarak kullanılmazken *olguların mekan biçimlenişiyle ve mekandaki ses-ışık-görüntü değişimleriyle yansıtılması* biçiminde kullanılmaktadırlar. BMW pavyonunda hızla geçen arabanın oluşturduğu algısal faktörlerin mekanla hissettirilmesi ya da Su pavyonlarında suyun olgusal deneyiminin mekandaki hareket, ses, ışık, görüntü oyunları ile deneyimsel olarak yaşatılmaya çalışılması bu tür yaklaşımlara örnek olarak gösterilebilir.

**Mekan formunda**, kullanılan konseptlere paralel olarak *doğadaki biçimlere benzer formlar*; belirli bir temel geometrik formdan, biçimleniş kurallarıyla türetilerek, dönüştürülerek geometrik olarak karmaşıklaştırılan biçimler, su damlası benzeri akışkan biçimler yaygın olarak kullanılmaktadır. İncelenen 11 proje ve diğer projeler bir arada düşünüldüğünde mekânın biçimlenmesinde iki temel yaklaşım saptanmıştır. Birincisi mekânı çevreleyen *tek bir kabuğun* topolojik olarak dönüştürülmesi ve deforme edilmesiyle oluşturulmuş bütüncül biçimler; ikincisi *küçük modüllerin farklı şekillerde bir araya getirilerek karmaşık bir görünüme ulaştığı* biçimlerdir.

Mekan biçimlenişindeki bir başka ortak eğilim *katlama, süreklilik, kesitlerine ayırma* gibi işlemlerle oluşturulmuş ve biçimleniş bu işlemlere dayalı olan mekân formlarıdır. Örneğin Yokohama terminalindeki çatıdan döşemeye, duvardan mobilyaya dönüşen sürekli yüzey, Yine Yokohama ve Presbyterian Kilisesi'ndeki katlanmış çatı konstrüksiyonları, Presbyterian ve daha birçok projede rastlanan kesitlerine bölünmüş sürekli yüzeyler bu yaklaşımlara örnek olarak gösterilebilir. Tüm bu biçimlerin dijital tasarım ve üretim teknolojilerinin kullandığı tekniklerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

İncelenen projelerin çoğunda çelik strüktürlerin taşıyıcı sistem olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Serbest formların uygulanabilmesi için uygun bir strüktür olan çelik, genellikle CNC tezgahlarında CAD/CAM teknolojileriyle işlenerek biçimlendirilmiştir. Taşıyıcı sistemle ilgili ortak eğilim strüktürün *bina kabuğuna entegre* bir sistem olarak çözümlenmesidir. Geleneksel çözümlerde taşıyıcı sistem genellikle bina kabuğundan ayrı bir sistem olarak düşünülmekte ve binaya gelen yatay ve düşey yüklere, geçilen açıklığa göre ölçülendirilmektedir. Dijital teknolojilerle yapılan analizlerle, bina kabuğunun her noktasındaki yüklenmeler, gerilme ve basınç etkileri görselleştirilebilmekte ve hesaplanabilmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak bina kabuğunun *her noktasında ölçüsü ve açısı değişebilen* ve bina kabuğunun biçimlenişine uygun olarak biçimlendirilebilen bir



strüktür sistemi oluşturulabilmektedir. CAD/CAM sistemleriyle dijital modeldeki verilere göre istenilen formda biçimlendirilen strüktürel elemanlar demonte edilerek yerinde montajı yapılmaktadır.

Aynı sistem sadece taşıyıcılar için değil cephe elemanları, iç mekandaki strüktürel elemanların *kalıplarının biçimlendirilmesi* için kullanılmaktadır. Zollhof Bloklarındaki eğrisel biçimli cephelerin kalıpları ya da Ost/Kuttner apartman dairesindeki strüktürel elemanların kalıbının çıkarılması için CNC tezgahlarında biçimlendirilen çelik, ahşap ya da sıkıştırılmış köpük gibi malzemelerden oluşan kalıplar kullanılmıştır.

Yapı malzemelerinin CAD/ CAM teknolojileriyle farklı ölçülerde kesilip, biçimlendirilebilmesi gibi imkanlar metal, ahşap gibi yaygın olarak kullanılan malzemelerin farklı etkiler yaratacak şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Örneğin Yokohama Terminalinde içten dışa, çatıdan döşemeye sürekliliğini koruyan yüzey etkisinin oluşturulması için her biri farklı ölçülerde ve açılarda kesilmiş ahşaplar kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Objectile'in her biri birbirinden farklı üç boyutlu dokuya sahip mobilyalarında ahşap CAD/CAM teknolojileriyle biçimlendirilmektedir.

Yapı malzemesi olarak kompozit malzemelerin kullanımı yaygınlaşmakta ve yapı malzemesi önemli bir araştırma alanı olarak gelişmektedir.

**Dördüncü grup** olarak incelenen başlıklar *büro profilleri ve organizasyonu*yla ilgili verileri içermektedir. Büro profilleri incelendiğinde mimarların tasarım gruplarına matematikçi, bilgisayar programcısı, sanatçı, iletişim tasarımcısı, felsefeci, endüstriyel tasarımcı gibi çeşitli disiplinlerden uzmanları kattığı belirlenmiştir. Örneğin Oosterhuis bürosunun kurucusu Kas Oosrehuis sanatçı Llona Lenard ile ortak çalışmaktadır. Ocean North grubu mimarlar, endüstriyel tasarımcıları ve kentsel tasarımcılardan oluşan bir gruptur.

İletişim teknolojilerinin imkanlarından yararlanarak, uzaktan dosya alışverişi, tele-konferans gibi imkanları kullanan bürolar farklı şehirlerden ya da ülkelerden ofislerle birlikte çalışmaktadırlar. Örneğin Presbyterian Kilisesi farklı şehirlerdeki üç mimari ofisin işbirliği ile gerçekleştirilmiş bir projedir. *Disiplinler arası çalışma ve uzaktan işbirliği* dijital teknolojilerle çalışan mimari ofislerin ortak yönelimidir.

İncelenen 11 projenin müellifleriyle ilgili bilgiler incelendiğinde proje mimarlarının tümünün çeşitli *üniversitelerle akademik bağlantılarının* olduğu belirlenmiştir. Çeşitli üniversitelerde öğretim görevlisi, profesör, serbest araştırmacı gibi unvanlarla çalışan serbest mimarlar birçok

projeleri için üniversitelerin araştırma birimleriyle ve lisansüstü programlarıyla ortak çalışmalar yürütmektedirler.

Uluslararası sergilerde yer alan 11 projeye ilgili verilerin, dört ana grup altında toplanan başlıklar aracılığıyla incelenmesi sonucunda, dijital teknolojilerle tasarım ve üretim yapan mimari ofislerin tasarım süreçlerinde, mekana yaklaşımlarında, kullandıkları araç ve tekniklerde ve mimari büro organizasyonlarında *ortak yönelimler* ortaya çıkmaktadır. İletişim ve bilgi teknolojilerindeki gelişimin sonucunda matematik, fizik, genetik gibi birçok disiplinde yaşanan epistemolojik değişim ve dijital kültür olarak adlandırılan kültürel değişim ortamında, mimarlık alanında ne gibi değişimler yaşanacağını şimdiden söylemek güçtür; ancak belirlenen ortak eğilimler *değişimin ipuçlarının* yakalanmasını sağlamaktadır



## 5. SONUÇLAR

Mimari tasarım sürecinde, tasarımın geliştirilmesi için kullanılan teknik ve araçlar, mimari düşüncenin biçimlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Temsil ortamı, mimari düşüncenin kurulduğu ortam; temsil teknikleri, mimari düşüncelerin geliştirilmesine yardımcı tekniklerdir. Mimari temsil ortamı ve temsil teknikleri, mekanla ilgili çeşitli görme ve kavrama biçimleri sunmaktadırlar. Temsil ortamında ya da tekniklerinde yaşanan değişimler mekanla ilgili yeni görme ve kavrama biçimleri sunacaklar ve yeni düşüncelerin temsilcisi olacaklardır.

Mimarlık tarihi boyunca, temsil tekniklerinde değişimlerin yaşandığı eşik dönemlerde, mekanla ilgili kavrayışlarda farklılıklar yaşandığı belirlenmiştir. Bazı dönemlerde, temsil tekniklerindeki değişimler mekan anlayışındaki değişimlerin öncüsü ve itici gücü olurken; örneğin Rönesans'ta perspektifin keşfiyle gözün görüşüne göre biçimlenen mekanlarda olduğu gibi, bazı dönemlerde ise Dekonstrüktivizmin soyut grafikleri gibi mekan anlayışıyla ilgili değişimler temsil tekniklerinde farklılaşmaya neden olmuştur. Bilgisayarın mimarlık alanında kullanımı, bilgisayar destekli çizimle başlamış, bilgisayar destekli tasarım alanında devam etmiş ve bilgisayar destekli üretime kadar uzanmıştır. Bilgisayar destekli temsil-tasarım ve üretim imkanları, mimarlara yeni bir görme aracı, tasarım ortamı ve üretim modeli sunmaktadır. Mimari düşünce ve temsil arasındaki ilişki bir kez daha sorgulanmakta, temsil-tasarım ilişkisi açısından yeni bir eşik dönem yaşanmaktadır.

Mimari tasarım sürecinde mimar zihnindekileri temsiller aracılığıyla görsel bir dile çevirir ve bu dil aracılığıyla düşünür. Çeşitli kuramcıların *görsel düşünce* olarak isimlendirdikleri bu düşünme modu, temsillerle etkileşim içinde ilerleyen bir tasarım sürecini gerektirir. Düşüncelerle temsiller arasındaki etkileşime dayalı olan mimari tasarım eylemi *etkileşimli imgelem* olarak tarif edilmektedir. Bilgisayar, kağıt üzerinde çizime ve maketlerle ifadeye dayalı geleneksel temsil ortamından farklı özelliklere sahiptir. Hesaplamaya, veriler arasındaki ilişkilerin tanımlandığı algoritmalara, belirlenen kurallar ve sınırlamalar doğrultusunda yeni sonuçlar üretmeye dayalı, sayısal ve işlemsel bir teknolojidir. Bu sayısal-ışlemsel sonuçlar program arayüzleri ile mimari düşüncenin tanıdık aracı olan görsel temsillere, grafik dile çevrilir. Ancak bilgisayarın ardındaki sistem, geleneksel çizim ortamından farklıdır.

Bilgisayarın geleneksel tasarım ortamının uzantısı, üç boyutlu modelleme, animasyon gibi imkanların da geleneksel temsil araçlarının uzantısı olarak kullanımı yaygındır. Ancak

bilgisayarın 1960'lı yıllarda mimarlık alanında kullanılmaya başlamasından itibaren akademik çalışmalar, bilgisayarın tasarımda otomasyon için kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Tasarımda otomasyon bilgisayarın sistematik olarak tanımlanmış bir tasarım probleminde optimum çözümleri bulma, alternatifler üretme gibi özelliklerinin tasarım için kullanılmasıdır. Tasarımın sistematikleştirilmesi çalışmalarıyla paralel olarak gelişen bu rasyonel yaklaşımın yanı sıra, bilgisayarın biçimsel kompozisyonlar için olanakları, rast gele seçimlerle şaşırtıcı sonuçlar vermesi gibi özellikleri, bilgisayar ortamındaki rastlantılar ve sezgilerle oluşturulan soyut grafiklerden ilham alan başka bir yaklaşımın önünü açmaktadır. *Sanal mekan, akışkan mimari, transarchitectures* gibi kavramlarla mimarlık söylemine giren bu yaklaşım mimarlık pratiğini etkilemiştir.

Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren mimarlık pratiği bilgisayar destekli tasarım alanıyla ve dijital tasarım teknikleriyle ilgilenmeye başlar. Mimarlık pratiği, bilgisayar tabanlı teknolojilerin tasarım geliştirme amacıyla kullanımıyla ilgili araştırmaların parçası haline gelir. 1990'lı yıllardan itibaren, bilgisayar destekli üretim teknolojilerinin bilgisayar destekli tasarıma entegre edilmesiyle, dijital mimarlık ürünleri uygulanmaya başlar.

Mimarlık sergileri 15.yüzyıldan beri, mimari uygulamaların ve mimarlık düşüncelerinin sergilendiği, tartışıldığı, paylaşıldığı, yeni fikirlerin gelişmesine ilham kaynağı olan ortamlardır. Mimarlıkla ilgili değişimlerin yaşandığı dönemlerde yeni düşünceler öncelikle düşünsel alanda varlığını kabul ettirmek ve tartışılmak üzere mimarlık sergilerinde yerini almıştır. Dijital teknolojilerin etkisiyle değişimlerin yaşandığı günümüzde mimarlık sergileri yeni bir tartışma için zemini hazırlayan ortamlar olarak incelenebilir. Tez kapsamında dijital tasarım teknolojilerinin mimarlığa etkisi üzerine odaklanmış olan 1998 *Transarchitectures* sergisi, 1999'ta *Archilab*, 2001'de *Digital-real*, 2003'te *Latent Utopias* ve son olarak 2004'te *Non-standards* sergileri incelenmiştir.

Bahsedilen uluslararası sergilerde yer alan projeler incelendiğinde, bilgisayarın tasarım geliştirme aşamasında geleneksel mimari tasarım yöntemlerinden farklı şekillerde kullanıldığı saptanmıştır. Bilgisayarın tasarım geliştirme amaçlı kullanımlarıyla ilgili olarak *dijital tasarım teknolojileri* başlığı altında bir sınıflama yapılmıştır. Dijital tasarım teknolojileri, parametrik tasarım, üretici tasarım, yapay zeka, kendi kendini üreten-organize eden sistemler; evrimsel sistemler, animasyon, diyagram ve performans analizlerine dayalı ve CAD/CAM teknolojilerine dayalı tasarım teknikleri olmak üzere 8 grupta sınıflanarak incelenmiştir. Bu sınıflama sadece mimarlık sergilerindeki projelere dayalı olarak değil akademik ortamdaki çalışmalar ve mimarlık söylemine dayalı olarak oluşturulmuştur.

Uluslararası sergilerde yer alan projelerin tezdeki inceleme konusuna veri oluşturabilmesi ve incelenebilmesi için bir alan çalışması yapılmıştır. Belirlenen kriterlere göre seçilen 11 proje öncelikle ayrı ayrı incelenmiş daha sonra bu veriler çeşitli başlıklar altında toplanarak bir araya getirilmiştir. Her projenin ayrı bir tasarım hikayesi olmasına rağmen, tüm projelerde ortak yaklaşımlar ve eğilimler olduğu belirlenmiştir. Seçilen 11 proje aracılığıyla *bilgisayarın tasarım geliştirme amaçlı kullanımlarıyla ilgili bir çerçeve çizilmiştir*; belirlenen ortak eğilimler aracılığıyla ise kullanılan *dijital tasarım teknolojilerinin doğrudan ya da dolaylı olarak mimarlığa etkileriyle ilgili sonuçlara* varılmıştır.

Dijital tasarım teknolojileri endüstriyel tasarım ölçeğinden kentsel tasarım ölçeğine uzanan *ölçekler arası* bir skalada kullanılmaktadır. Bahsedilen sergilerde, mimarların çay takımı, satranç takımı gibi ürünlerden, ofis mobilyaları ve ofis birimleri gibi iç mekan bileşenlerine, binalardan, kentsel ölçekteki projelere uzanan çeşitli ölçeklerdeki projeleri bir arada sergilenmektedir. Dijital tasarım ve üretim teknolojilerinde, *ölçek* değişiklik yaratan bir kıstas değildir. Dijital çizim platformu istenilen ölçekte çıktı alınabilen ölçeksiz bir platformdur; dijital üretim teknolojileri maket ölçeğinden kentsel tasarım ölçeğine kadar uzanan ürünler için çeşitli tekniklerle işleme ve biçimlendirme özelliklerine sahiptir.

Dijital tasarım teknolojilerine dayalı projeler daha çok *kamusal kullanıma* ait mekanlarda ve *işaret değeri olan* sergi pavyonu, müze binaları, kentsel canlandırma projeleri gibi projelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut yapılara ek mekan olarak düzenlenen çok sayıda projeye rastlanmıştır. Dijital teknolojilerin daha çok işaret değeri olan, kamusal binalarda kullanılmasının nedeni dijital teknolojilerle üretilen mekanların eğrisel hatlı, akışkan ve karmaşık geometrilere sahip mimari dilinin, çağdaş mimari dil olarak benimsenmesi olabilir. Bu teknolojilerin özel kullanıma ait binalarda uygulanmamasının nedeni dijital mimarlığın henüz deneysel çalışmalar olarak görülmesi ve ekonomik olmamasıyla ilgili olabilir. Özel kullanıma ait az sayıda proje içinde konut, *kitlesel bireyselleştirme* eğilimine paralel olarak üzerinde yoğunlaşılan bir alandır. Kitlesel üretimde özelleştirme, tasarım sürecinde kullanıcı katılımına izin veren; seri olarak üretilen ancak standart olmayan kişiye özel mekanların üretimi için oluşturulan bir tasarım-üretim ve belki de pazarlama modelidir.

Dijital tasarım teknolojilerinin tasarım süreci üzerindeki en belirgin etkisi *dijital sürekliliktir*. Dijital süreklilik, geleneksel süreçte tasarım-temsil-uygulama olarak ayrılan süreçlerin dijital tasarım sürecinde birbiri içine geçmesini ifade eder; tasarım süreci otomotiv ya da uçak endüstrisinde olduğu gibi bir sistem olarak kurgulanır; aynı bilgi tabanlı model her aşamada organize edici ana model olarak kullanılmaktadır. Tasarım sürecindeki bir başka ortak eğilim

mekana yaklaşıma ve konsepte uygun olarak tasarım stratejisinin ve tasarım sürecindeki yöntemin belirlenmesi; **tasarım sürecinin tasarımıdır**. Dijital tasarım sürecinde standart CAD çizim programlarının yanı sıra endüstriyel tasarım, film endüstrisi, gemi ve uçak tasarımı gibi sektörlerde kullanılan programların ve üretim sistemlerinin model alındığı belirlenmiştir. Mimari giderek dijital tasarım ve üretim sistemlerinin kullanıldığı **diğer tasarım alanlarıyla iç içe geçmekte**, bazen bir endüstriyel ürün olarak bazen de film endüstrisindeki özel efektlerin gerçekleştirildiği mekanlar gibi ele alınmaktadır. Mimari tasarım sürecindeki bir başka yönelim, bilgisayar programcıları ve matematikçilerle birlikte çalışarak, topolojik ve öklit dışı geometrilere dayalı biçimler türetebilen özel **programlar yazdırmaktır**.

Dijital teknolojilerin, geleneksel temsil ortamında geliştirilmesi güç olan topolojik, karmaşık geometrilere sahip, eğrisel biçimleri üretme kolaylığı mimari dile yansımaktadır. Dijital teknolojilerin **form oluşturma amaçlı** kullanımı yaygındır. Bu tip formlarının üretiminin **amaç** haline gelmesi eleştirilmesi gereken bir konudur, çünkü mimari ortam sadece farklı biçimlerin denendiği bir platform değildir; her türlü formun tasarlanabiliyor ve üretilebiliyor olması mimarinin popüler kültürün diğer nesnelere gibi bir tüketim nesnesi haline gelmesini gerektirmez; farklılık iddiasındaki formların dünyanın her yerinde uygulanıyor olması bir süre sonra bu tip biçimlere sahip mimarilerin farklılık iddiasını zayıflatacaktır. Sadece farklı tür bir biçim dili yaratmak üzerine gelişen bir mimari kalıcı olmayacaktır. Oysa bilgisayar ortamındaki **performans analizleri** gibi, analitik incelemelerin tasarımın erken aşamalarından itibaren tasarıma katılabilmesi gibi imkanlar, mimarlık için önemli ve yararlı bir gelişme alanı açmaktadır; performans analizlerinin sadece yapı fiziği ve iklimsel verilerle ilgili olmadığı, tasarımdan beklenen niteliksel özelliklerle ilgili performansları da içerdiği düşünülmelidir.

Dijital tasarım teknolojilerinin **tasarım ürününe etkileri** mekana yaklaşım-konsept, biçim, strüktür ve malzeme açısından incelenmiştir. Mekana yaklaşımla ilgili ortak eğilim mekanı **yaşayan bir organizma**; yer-zaman gibi bağlamla ilgili verileri ise mekanı biçimlendiren sanal güçler ya da **aktif çevre** olarak yorumlamaktır. Konsept, biçimsel analogiye, metaforlara ya da ideolojilere dayalı bir çıkış noktası olarak değil, tasarım sürecindeki işlemleri ve tasarım yöntemini belirleyen; tasarım sürecine model olan olgular olarak ele alınmaktadır. Bu anlamda **konsept** tasarımda sadece çıkış noktası değil, mekânın biçimlenmesi sürecinde aktif rol oynayan ve tasarım yöntemini organize eden bir faktördür.

Dijital tasarım süreçlerinde **mekânın biçimlenişi** genellikle, tasarımcının zihnindeki imgelere ve ön kabullere dayalı olarak gelişmez. Mekânı biçimlendirecek faktörlerin ve bunlar

arasındaki ilişkilerin belirlenmesine dayalıdır. Mekanı biçimlendirecek sistem kurulum ve biçimlendirme süreci bilgisayarın bu koşullara dayalı olarak üreteceği alternatiflerin değerlendirilmesine, sisteme tekrar girilmesine dayalı olarak devam eder. Bazen biçimlendirme sürecini başlatan girdiler biçimsel elemanlar da olabilir. Bu biçimler arasındaki ilişkiler tarif edilerek, bu ilişkiden türeyen alternatifler değerlendirilir. Bu yaklaşım bilgisayarın form üretme amacıyla kullanımıyla ilgilidir. Ancak başlangıç elemanlarının ilişkileri, mekandan beklenen performansları sağlayacak verilerle eşlenirse biçimsel arayışların ötesinde bir kullanımdan bahsedilebilir; incelenen projelerde dijital teknolojilerin bu tür kullanımlarına rastlanmıştır.

Mekanın biçimlenişinde *bina programının* ve fonksiyonların doğrudan etkisi olmadığı gözlenmiştir. Bu programların gerçekleştirilebileceği ancak başka olasılıklara da izin veren *esnek kullanıma* izin veren mekanların tasarlanması ortak eğilimdir. Bu anlamda kullanımı sürekli değişen, spontane kullanımlara göre kendini yeniden düzenleyebilen, yeni kullanımlara uyum sağlayan bir mekan anlayışı hakimdir.

Dijital tasarım-üretim teknolojileri *strüktür ve yapı malzemesiyle* ilgili radikal değişimlere neden olmaktadır. Strüktür binadan ayrı bir sistem olarak değil *bina kabuğuna entegre* bir sistem olarak ele alınmaktadır. Bilgisayar ortamında mekanın her noktasındaki yük dağılımları, çekme-basınç etkileri, zaman içindeki deformasyonlar hesaplanmakta ve bu etkiler simülasyon teknolojileriyle görselleştirilebilmektedir. Bu gibi imkanlar sonucunda, maksimum dayanıma göre hesaplanan ve mekanın her yerinde homojen kesitlere sahip olan bir taşıyıcı sistem anlayışı yerine, mekanın her noktasındaki farklı etkilere göre ölçülendirilen, mekan kabuğuyla birlikte biçimlendirilen bir strüktür anlayışı gelişmektedir.

CAD/CAM teknolojileri ile yapı malzemelerinin istenilen biçimde ve ölçüde kesilebilmesi ve bunun maliyeti arttırmaması, yapı malzemelerinin tasarımın parçası haline gelmesini sağlamıştır. Geleneksel olarak kullanılan ahşap, metal, taş gibi malzemeler *standart boyut ve biçimlerde kullanılmamakta*, mekan biçimlenişine uygun olarak düzenlenmektedir. Bunun yanı sıra cam-fiber-plastik gibi malzemelerin birleşiminden oluşan *kompozit malzemelerin* üretilmesi ve uçak, otomotiv, gemi sektöründe kullanılan malzemelerin yapı malzemesi olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Yapı malzemelerinin katmanlarına entegre edilen ve bilgisayar tarafından kontrol edilen mekanizmalara dayalı olarak *akıllı malzemelerin* üretimi bir araştırma alanı haline gelmektedir. Hafif strüktürler ve membran sistemlerinin kullanımı yeniden yaygınlaşmaktadır.

Dijital tasarım ve üretim teknolojilerini kullanan mimari büroların profilleri incelendiğinde en belirgin özellik disiplinler arası çalışma gruplarının oluşturulmasıdır. Bilgisayar bilimleri ve matematiğe dayalı dijital teknolojilerin etkin kullanımı için *disiplinler arası çalışma* ön şarttır. Teknolojilerin hızlı gelişimi sürekli araştırmayı gerektirmektedir. İncelenen proje müelliflerinin tamamı *üniversitelerle işbirliği* içinde çalışmaktadır. Mimarların mimarlıktaki değişimler üzerine geliştirdikleri fikirlerini ve uygulamalarını üniversitedeki tartışma ve deneme ortamına taşıması sağlıklı bir ilişkidir. Bazı mimarların çalışmalarını incelemek için yapılan internet taramalarında bu ofislerle ilgili direkt bilgiye ulaşılamazken, projelerine üniversite sitelerinden ulaşılabilmektedir. Dijital tasarım ve üretim konusunda, uygulama ve araştırma ortamları ortak bir platformda birleşmektedir.

Dijital tasarım teknolojilerinin kullanımı mimarı, yeniden farklı disiplinleri bir bünyede toplayan organizatör ya da orkestra şefi kimliğine büründürmüştür. Dijital teknolojilerin bilgi organizasyonuna dayalı yapısı mimarın *bilgi ustası* olarak anılmasına neden olmaktadır. Aydınlanma döneminde uzmanlık alanlarının geliştirilmesi için birbirinde ayrılan disiplinler yeniden bir araya gelmekte, disiplinler arası çalışmalar yürütülmektedir. Dijital teknolojilere dayalı olarak gelişen bilgi paylaşımı ve iletişim olanakları farklı disiplinlerin birbirinden beslenmesine imkan tanımaktadır. Dijital teknolojiler, görsel sanatlar, mimari, mühendislik, bilgisayar programcılığı, multimedya tasarımı ve endüstriyel tasarımdan kentsel tasarım uzanan tüm tasarım alanlarının bulunduğu ortak bir platform yaratmaktadır.

Dijital tasarım teknolojilerini kullanan mimarların yaklaşımları bireyseldir; oluşturdukları söylemler birbirinden farklı gibi görünse de ortak bir kaynaktan; dijital kültürden beslenmektedir. Hadid ve Schumacher'in *belirsiz ütopyalar* olarak nitelendirdikleri gibi tek bir resimle ve ortak manifestoyla açıklanamayacak bir deneyler süreci yaşanmaktadır. Ancak tüm bu farklılıkların yanında ortak eğilimler belirgindir. Bilgisayar bilimlerindeki gelişmeler ve bu gelişmelerin etkisiyle matematik, fizik, biyoloji gibi temel bilimlerde yaşanan epistemolojik değişimler mimarlığa ilham kaynağı olmaktadır. Mimarlık tarihinde mekana yeni bir gözle bakmayı sağlayan eşik dönemler yeniden incelenmektedir. Doğanın, anatomik yapının, ulaşım araçları gibi mekanik sistemlerin mimarlığa model alındığı dönemler ve temsil tekniklerinde değişimlerin yaşandığı eşik dönemler, dijital teknolojiler gözlüğüyle yeniden okunmaktadır.

Temsil-tasarım ve üretim biçimlerinde değişimler yaşanan mekan yüzyıl öncesinde olduğu gibi tarif edilebilir mi? Tarif aynıysa değişen sadece biçimlenişi midir? Tarif farklıysa nedir? Strüktür, biçim, program, organizasyon, mekan bileşenleri gibi temel mimarlık kavramlarında



değişimler yaşanırken mimari tasarımın değerlendirilmesindeki kriterler aynı mı olacaktır? Kendi içinde tutarlılık bir mimarinin varlığını haklı kılmaya yeterli midir? Yeni bir mekan anlayışından ve yeni bir mimari dilden bahsedilebilir mi? Araştırmalar derinleştikçe bazı sorular tez boyunca ulaşılan sonuçlarla yanıtlanabilirken, bazıları cevapsız kalmaktadır. Soruların ve sorgulamaların artması bir değişimin yaşandığının göstergesidir. Soruların artması bunlara hemen cevap verilmesini gerektirmez. Bu sorular üzerine düşünmek mimari düşüncenin ve mimarlık bilgisinin gelişiminin önünü açacaktır.

Günümüzdeki uygulamalar mimari araştırmanın parçasıdır; sonuç ürünlerin estetiğinin tartışılmasından çok bu ürünlerin ardındaki mekanizmalar ve düşünsel yapı ortaya çıkarılmalıdır. Tez kapsamında dijital tasarım teknolojilerinin ve projelerin incelenmesi aracılığıyla ulaşılan sonuçlar tek bir büyük resmi ortaya koymaz; bu resmin ardındaki düşünsel yapıyı ortaya çıkarma çabasıdır.

**KAYNAKLAR**

- Achten, H., (2002), "Normative Positions in Architecture and Design; Deriving and Applying Design Methods", *Education& Curricula*, 11 *Design Methods 1*: 264-268.
- Allen, G. ve Oliver R., (1981), *Architectural Drawing*, Whitney Library of Design, New York.
- Allen, S., (1999), *Points+Lines: Diagrams*, Princeton Architectural Press, Princeton.
- Attive, Z., (2002), *40 The New Generation of International Architecture*, Skira, Milano.
- Bertol, D. ve Foell, D., (1996), *Designing Digital Space*, John Wiley & Sons, New York.
- Broadbent, G., (1969), *Design Methods in Architecture*, Lund Humpharies Publishes Limited, London.
- Broadbent, G., (-), *Representing Architecture*, : 83-87.
- Burry M. ve Murray Z., (1997), "Computer Aided Architectural Design Using Parametric Variation and Associative Geometry", *15th ECAADE-Conference Proceedings*, 1997, Vienna.
- Burry, M. (1999), "Paramorph: Anti-accident methodologies", *AD, Hypersurface Architecture II*, 69 (141):78-83.
- Eckert, C., (1999), "Interactive Generative Systems for Conceptual Design", *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analyses and Manufacturing*, 13: 303-320.
- Erdem, A., (1995), *İnsan Bilgisayar Etkileşimli Ortamda Genel Amaçlı Bir Mekan Tasarımı Modeli*, Doktora Tezi, İTÜ.
- Goldschmidt, G., (1991), "The Dialectics of Sketching", *Creativity Research Journal*, 4(2): 123-143.
- Goldschmidt, G., (1994), "On Visual Design Thinking: the viz kids of architecture", *Journal Offprint Paper: Design Studies*, Vol:15:2.
- Goldschmidt, G. ve Porter, W. L., (2004), *Design Representation*, Springer, New York.
- Gomez, A.P. ve Parcell, S., (1994), *Chora 1: Intervals in the Philosophy of Architecture*, McGill-Queens University Press, Canada.
- Gomez, A.P. ve Pelletier, L., (1997), *Architectural Representation and the Perspective Hinge*, MIT Press, Cambridge, London.
- Hadid, Z. ve Schumacher, P., (2002), *Latent Utopias- Experiments within Contemporary Architecture*, Steirischerbst, Graz.
- Hasol, D., (1993), *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- İnceoğlu N., Soygeniş, M. ve Çil, E., (1997), *Tasarımda Eskizler*, Y.T.Ü. Yayın-Basım Merkezi, İstanbul.
- Ji-Seong, J., (2003), *Modern Architecture, Digital Architecture*, CAPress, Seoul.
- Jodidio, P., (2001), *Architecture Now*, Taschen, Italy.

- Kieran, S. ve Timberlake, J., (2004), *Refabricating Architecture*, McGraw Hill, New York.
- King, R., (1996), *Emancipating Space: Geography Architecture and Urban Design*, Guilford Publications, New York.
- Kolarevic, B., (2003), *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacture*, Spon Press, London.
- Kolarevic, B., (2003), "Design and Manufacturing Architecture in the Digital Age", *Architectural Information Management*, 05 Design Process 3: 117-123.
- Koutamanis, A., (1995), *Visual Databases in Architecture*, Avebury, Sydney.
- Köksal, A., (1994), "Mimarlıkta Çizimin Belirleyiciliği", *Arredamento Dekorasyon*, Haziran, 06: 84-95.
- Lynn, G., (1999), *Animate Form*, Princeton Architectural Press, New York.
- Lipstadt, H. (-), "Architecture and its Image: Notes Towards the Definition of the Architectural Problem", :13-35
- Liu, Y., (2002), *Defining Digital Architecture*, Birkhauser, Switzerland.
- March, L. ve Stiny, G., (1984), "Spatial Systems in Architecture and Design: Some History and Logic", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 12: 31-53.
- Mennan, Z., (2004), "Non Standard Architectures-Standart Olmayan Mimarlıklar", *Arredamento Mimarlık*, 100+66: 61-75.
- Monedero, J. (1997), "Parametric design: A review and some experiences", 15th ECAADE Conference Proceedings , 1997, Vienna.
- Moussavi, F. ve Zaero-Polo, A., (2002), *The Yokohama Project- Foreign Office Architects*, Actar EU, Barcelona.
- Penz, F., (1992), *Computers in Architecture:Tools for Design*, Longman, Hong Kong.
- Porter, T., (1979), *How Architects Visualise*, Cassel, London.
- Perella, P., (2002), "Hypersurface Architecture II", *AD*, 69 (141): 62-89.
- Rahim, A., (2002), "Contemporary Techniques in Architecture", *AD*, 72 (155): 1-93.
- Sanoff, H., (1991), *Visual Research Methods in Design*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Schmal, P., (2001), *Digital-Real, Blobmeister: First Built Projects*, Birkhauser, Berlin.
- Schumacher, P., (2002), "Latent Utopias-Belirsiz Ütopyalar", *Arredamento Mimarlık*, 11: 98-118.
- Szalapaj, P., (2001), *CAD Principles for Architectural Design*, Architectural Pres, Oxford.
- Tschumi, B. ve Berman, M., (2003), *Index Architecture*, MIT Pres, New York.
- Wilson, J., (1997), "Kavramlarla Düşünmek", (Çev., M. Kapkın), *Kuram*, 17:41-48.
- Virillio, P., (2000), "Towards the Twenty First Century-Projects", *Domus*, 822: 8-45.
- Vitruvius, (1990), *Mimarlık Üzerine 10 Kitap*, (Çev., S. Güven), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, İstanbul.

**INTERNET KAYNAKLARI**

- [1] [www.tdk.gov.tr/tdksozluk](http://www.tdk.gov.tr/tdksozluk)
- [2] <http://encyclopedia.thefreedictionary.com>
- [3] [www.art.bilkent.edu.tr/iaed/cb/Tekin.html](http://www.art.bilkent.edu.tr/iaed/cb/Tekin.html)
- [4] [www.arch.usyd.edu.au/kcdc/journal/vol111/dcnet/steam4/paper21](http://www.arch.usyd.edu.au/kcdc/journal/vol111/dcnet/steam4/paper21)
- [5] [www.yildiz.edu.tr/~colak/](http://www.yildiz.edu.tr/~colak/)
- [6] <http://dictionary.reference.com>
- [7] [www.hut.fi/events/ecaade/E2001presentations/13-12oxman.pdf](http://www.hut.fi/events/ecaade/E2001presentations/13-12oxman.pdf)
- [8] [www.cmu.edu/architecture/graduate/G-CAD/index.html](http://www.cmu.edu/architecture/graduate/G-CAD/index.html)
- [9] <http://framework.v2.nl/>
- [10] [www.archilab.org/public/1999/artistes/frgaolen.htm](http://www.archilab.org/public/1999/artistes/frgaolen.htm)
- [11] [www.a-matter.com](http://www.a-matter.com)
- [12] [www.latentutopias.at](http://www.latentutopias.at)
- [13] [www.oosterhuis.nl/](http://www.oosterhuis.nl/)
- [14] [www.abb-architekten.com/](http://www.abb-architekten.com/)
- [15] <http://architettura.supereva.it/image/festival/2002/en/texts/cache.htm>
- [16] [www.rappresentazione.it/main/schede/pages/aegis1\\_jpg.htm](http://www.rappresentazione.it/main/schede/pages/aegis1_jpg.htm)
- [17] [www.drawingclub.com/architecture/ccnymedia/decoi.html](http://www.drawingclub.com/architecture/ccnymedia/decoi.html)
- [18] <http://architettura.supereva.it/image/festival/2002/en/works/006.htm>
- [19] [www.makoto-architect.com/](http://www.makoto-architect.com/)
- [20] [www.f-o-a.net/flash/index.html](http://www.f-o-a.net/flash/index.html)
- [21] [www.kolatanmacdonaldstudio.com/](http://www.kolatanmacdonaldstudio.com/)
- [22] [www.oceand.com/](http://www.oceand.com/)
- [23] [www.glform.com/](http://www.glform.com/)

**EKLER**

Ek 1 Proje Verileri Karşılaştırma Tablosu



Ek 1 Proje Verileri Karşılaştırma Tablosu

	Proje ismi	Program	K/Ö	Nedir	Ölçek	D.Tas.Tek.	D.T.Araç	Tasarım aşaması	Konsept	Biçim	Strüktür	Malzeme	Büro/Ülke	İşbirliği	
	P1_Dynaform BMW Pavyonu,	Segi pavyonu	K	Bina	Bina ö.	parametrik	2D 3D C/C A	Form oluşturma/ Konsept geliştirme	Hız /araba sürme deneyimi Doppler etkisi/ Güç alanları/	Deforme edilmiş /akışkan / Tek kabuk	Çelik çerçeve/ Yüzeyle entegre	membran	Franken Architecten/ Almanya	ABB Architekten Üniversite bağlantılı	
	P2_Semper Pavyonu Philibert De Lorme Pavyonu	Sergi pavyonu	K	Mekan	Küçük ö.	parametrik	2D 3D C/C P	Form Türetme/ uygulama	Standart olmayan / Kum tepeleri / Topoğrafik yapı / Projective geometry/ İlişkisel mimari	Küçük birimlerden oluşan/ Zanaat benzeri	Çelik karkas	aşşap	Objectile sarl Paris/ Fransa	Üniversite bağlantılı	
	P3_Ost/Kuttner Apartman Dairesi	Konut İç mekan	Ö	İç mekan	Küçük ö.	türetici	2D 3D C/C	Form Türetme/ Konsept geliştirme	Kategori dışı / Melez/ Çaprazlanan / Chimera / Akışkan	birimlerden oluşan/ akışkan	Aşşap-çelik kaburga/ Yüzeyle entegre	Akrilik/ epoksi	Kolatan/Mac Donald Studio/ ABD	Üniversite bağlantılı	
	P4_Iidibashi Metro İstasyonu	Metro İstasyonu	K	Altyapı	Bina ö.	Yapay zeka	2D 3D C/C P	Analiz/ Sentez	Yaşayan organizma / Doğa kanunları / Evrim/ gelişim / Kendi kendine oluşum	Strüktürel / Doğaya ait / Sürekli	Çelik Yüzeyle entegre	çelik	Makoto Sei Watanabe Architects O. /Japonya	Üniversite bağlantılı	
	P5_eiffOrm Prototip Strüktür	Strüktür Açık alanda	K	Strüktür	Küçük ö.	Kendini üreten/ türetici	2D 3D C/C P	Analiz/ Form türetme	Kendi kendine oluşum / Evrim / mutasyon / Türetme	Strüktürel / Sürekli	Aşşap/ çelik birleşim e. entegre	plastik	Kristina Shea/ ABD	Üniversite bağlantılı	
	P6_Presbyterian Kilisesi	Kilise+ Kompleks	K	Bina kompleksi	Bina ö.	animasyon	2D 3D C/C A	Form oluşturma/ Konsept geliştirme	Dinamik oluşum / Aktif çevre / Evrim / güç alanları / topoloji	Bütün içinde parçaların hareketi/ Dinamik/ Akışkan	Çelik+beto narne Yüzeyle entegre	Matl/sıva	Greg Lynn FORM/ ABD	Mical McInTurf Arch. / Garofalo Arc. Üniversite bağlantılı	
	P7_Intencities Enstelasyonu	Performans Mekan	K	strüktür	Küçük ö.	diyagram	2D 3D	Analiz/	Açık yapı/ Hareket mekanı/ Karografi/ diyagram chareogram	Strüktürel/ Programa göre biçimlenme/ Tekil fonk.a gore değil	Çelik Biçime entegre yüzeyler	Aşşap /plastik film	Ocean NORTH/ Finlandiya	Üniversite bağlantılı	
	P8_Yokohama Feribot Terminali	Feribot Terminali	K	Bina kompleksi	Kentsel ö.	Diyagram/ parametrik	2D 3D C/C	Analiz/ uygulama	Sürekli yüzey/ Katlama/ Origami/ Topolojik yüzey	Sürekli yüzey/ Akışkan Tek kabuk	Çelik Yüzeyle entegre	aşşap	FOA-Foreign Office Architects/ İngiltere	Üniversite bağlantılı	
	P9_Aegis Hyosurface	İnteraktif yüzey	K	Mekan bileşeni	Küçük ö.	Tepkimeli/ performans	2D 3D P	IT/ Form oluşturma/	Etkileşimli/ Tepki veren/ Değişken/ Dinamik	Hareketli Yüzey/ Değişken Biçim	Çelik /kinetic mek. Yüzeyle entegre	Alıcı- verici/ metal	dEcoI Architects/ Fransa	Üniversite bağlantılı	
	P10_Water Pavillions Sergi pavyonları	Sergi pavyonu	K	Mekan	Bina ö.	Tepkimeli/ performans	2D 3D C/C-? P-?	IT/ Form oluşturma/	Suyun olgusal deneyimi Akışkan/ Tepki veren/etkileşimli Devingen/ biyotitimi olan	Hareketli yüzey/ heykelsi yüzey Tek kabuk Değişken biçim	Çelik Yüzeyle entegre	Metal/ kaplama	Oosterhuis/ Hollanda	NOX Üniversite bağlantılı	
	P11_Zollhof Blokları	Ofis Nökları	Ö	Bina kompleksi	Kentsel ö.	CAD/CAM	2D 3D C/C	Form oluşturma/ uygulama	Heykel/ kütle yığınları/ Dalgalanan yüzeyler	heykelsi yüzeyler/ eğrisel-açılı yüzeyler	Betonarm./ prekest betonarme cephel/	Metal/ tuğla/sıva/	FOG Frank O. Gehry Architects/ ABD	Beucker Macchlancka&Part. Üniversite bağlantılı	
	lejang	K-kamusal kullanım Ö-özel kullanım				2D-iki boyutlu ç P- programlama	3D- modelleme C/C- CAD/CAM	A- animasyon							

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 09.07.1974

Doğum yeri Adana

Lise 1985-1990 Özel Adana Koleji  
1990-1992 Özel Çukurova Bilfen Koleji

Lisans 1992-1996 İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi  
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 1996-1998 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mimarlık Anabilim Dalı,  
Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Doktora 1998-2004 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mimarlık Anabilim Dalı,  
Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

**Çalıştığı kurum**

1997-2004 (Devam) YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi