

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİJİTAL TASARIM VE ÜRETİM ARAÇLARI İLE MİMARİDE MALZEME
KULLANIMININ DÖNÜŞÜMÜ**

DERYA KARADAĞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR ORTAMINDA MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. BİRGÜL ÇOLAKOĞLU**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİJİTAL TASARIM VE ÜRETİM ARAÇLARI İLE MİMARİDE MALZEME
KULLANIMININ DÖNÜŞÜMÜ**

Derya KARADAĞ tarafından hazırlanan tez çalışması 11.11.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof.Dr. Deniz ERİNSEL ÖNDER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof.Dr. Sinan Mert ŞENER
İstanbul Teknik Üniversitesi



ÖNSÖZ

Mimarlıkta malzeme alanında tez yapma fikri, üç sene boyunca editörlüğünü yaptığım, yapı malzemeleri alanında tanıtımlar yapan yayına dışarıdan eleştirel gözle baktığımda, mimaride malzeme seçiminin bu kaynaklarla sınırlı kalmaması gerektiği ve seçim yöntemlerinin eksiklikler barındırdığına dair hislerimle başladı.

Bilgisayar Ortamında Mimarlık yüksek lisansı süresince, yapılan okumalar, tasarlanan ve üretilen projeler gösterdi ki, güncel ekonomik, sosyal ve çevresel problemlere bütünlük çözümler getiren, başka bir mimarlık anlayışı ortaya konabilir. Bu mimarlık anlayışının temelinde ise ekonomi ya da tüketime odaklı malzemelerin değil, çevre ile etkileşimi hesaplanmış yapı alt sistemlerinin olması gerektiği düşüncesiyle tez araştırmasına başladım.

Bu tezi hazırlarken, fikirlerimi pekiştiren ve desteğini esirgemeyen Tez Danışmanım Doç.Dr. Birgül Çolakoğlu'na, tez ile ilgili fikirlerimi yüksek lisans eğitimim boyunca geliştiren Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı hocalarıma teşekkür ederim.

Tezimi hazırlarken verdikleri destekle sürekli yanımda olduklarını hissettiğim, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi yönetimi ve çalışanlarına, süreç boyunca sürekli tezimden bahsedip başlarını ağrıttığım, fikirlerini aldığım ve motivasyonumu asla kaybetmememi sağlayan sevgili arkadaşlarıma ve tüm kararlarımda her zaman yanımda oldukları için sevgili aileme teşekkür ederim.

Ağustos, 2011

Derya KARADAĞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	4
TARİHTEN GÜNÜMÜZE MİMARLIKTAKİ MALZEME YAKLAŞIMLARININ GELİŞİMİ	4
2.1 Endüstri Devrimi Öncesinde Mimarlıkta Malzeme Yaklaşımları.....	5
2.2 Endüstri Devrimi Sonrasında Mimarlıkta Malzeme Yaklaşımları.....	8
2.2.1 Erken Endüstrileşme Çağında Mimarlıkta Malzeme	9
2.2.2 Endüstri Devriminin İkinci Evresinden Günümüze Mimarlıkta Malzeme	13
BÖLÜM 3	19
GÜNÜMÜZ YAPIM SİSTEMLERİ VE YAPI MALZEMELERİ YAKLAŞIMLARI.....	19
3.1 Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri	20
3.2 Endüstrileşmiş Yapı Sistemlerinde Malzemenin Yeri ve Seçimi	21
3.3 Yapı Malzemesi Seçiminde Kullanılan Kaynaklar ve Enformasyon Yöntemlerinin İrdelenmesi	23
3.4 Mimari Bilgisayar Yazılımları ve Yapı Bilgi Modellerinin Malzeme ile İlişkisi	26
BÖLÜM 4	30

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE MALZEME SİSTEMLERİ İLİŞKİSİ	30
4.1 Malzeme Sistemi Kuramının Tanımı ve Öğeleri.....	31
4.2 Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim ile Malzeme Sistemleri İlişkisi	32
4.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarım Yöntemleri	33
4.2.2 Bilgisayar Destekli Üretim Araç ve Yöntemleri.....	35
4.3 Malzeme Sistemleri Alanında Ortaya Konulmuş Yaklaşımlar ve Öneriler	45
4.3.1 Hesaplamaya Dayalı Morfogenez.....	46
4.3.2 Membran Sistemleri	50
BÖLÜM 5.....	55
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	61

KISALTMA LİSTESİ

AA	Architectural Association
AADRL	Architectural Association Design Research Laboratory
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CI	Construction Index (İnşaat Endeksi)
MS	Malzeme Sistemleri
SfB	Samarbetskommitten för Byggnadsfragor (Yapı Bileşenleri Komitesi)
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Patent No: BP 5022, “Yapay Taşın Üretim Sistemlerindeki Bir Gelişme”[14]	7
Şekil 2. 2 T.F. Pritchard, İlk Dökme Demir Köprü [19]	10
Şekil 2. 3 Crystal Palace [21]	11
Şekil 2. 4 Salginatobel Köprüsü (1930), Malzeme ve Strüktürel Formun Olasılıklarını Gösteren Bir Ürün, Robert Maillart [24]	12
Şekil 2. 5 Turbine Fabrikası [25]	13
Şekil 2. 6 Frank Gehry, Guggenheim Bilbao [28]	16
Şekil 2. 7 Faulders Studio, Airspace Tokyo [29]	17
Şekil 2. 8 Alan Dempsey-Alvin Huang, [C]Space Pavilyonu [30]	18
Şekil 3. 1 Endüstrileşmiş Yapım Sistemlerine Örnek Katmanlı Yapı [33]	21
Şekil 4. 1 Waterloo İstasyonu	33
Şekil 4. 2 Mafoombey [43]	38
Şekil 4. 3 [C]Space [44]	39
Şekil 4. 4 West Coast Pavyonu [45]	40
Şekil 4. 5 Digital Origami [46]	41
Şekil 4. 6 C_Wall [47]	42
Şekil 4. 7 Bone Wall [48]	44
Şekil 4. 8 Lounge Landscape [49]	45
Şekil 4. 9 Lounge Landscape [49]	45
Şekil 4.10 Çevreye Duyarlı Yüzey Strüktürü	49
Şekil 4.11 Membran Sistemleri	51
Şekil 4.12 Membran Sistemleri	53

DİJİTAL TASARIM VE ÜRETİM ARAÇLARI İLE MİMARİDE MALZEME KULLANIMININ DÖNÜŞÜMÜ

Derya KARADAĞ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU

Dünyayı her alanda büyük ölçekte etkilemiş olan Endüstri Devrimi, geleneksel mimarlık anlayışını değiştirmekle kalmamış, yeni yapım sistemleri, malzeme türleri, bilgisayar teknolojisinin kullanımı ve bilimsel çalışmalar ile mimarın rolü ve mimarlık uygulamalarında kökten değişime neden olmuştur.

Yeni teknolojiler, bilimsel gelişmeler ve üretim metodları, yapı malzemelerinin çeşitliliğini hızla artırmıştır. Bu artış, mimarın yapım sürecindeki rolünü etkilerken, malzeme seçim süreçlerini de değiştirmiştir. Geçmişte, insanların yakın çevrelerinden bularak kullandıkları malzemelerden üretilen yapı elemanları, belirli standardizasyonlara sahip katalogların, reklam cümleleri ile dolu broşürlerin, malzeme alanındaki yayınların ve hatta televizyon reklamlarının nesnesi olmuşlardır. Tasarımdan üretime, tüm malzemeleşme sürecini takip eden ve uygulayan mimarın yerini ise içeriği tasarımcı tarafından anlaşılır olmayan bu yayınlardan seçim yaparak ve yerinde uygulamasını dahi çoğu zaman kontrol etmeyen mimar almıştır.

Endüstri Devrimi'nin mimarlık alanında getirdiği temel yeniliklerden birisi ise Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri'nden bahsedilmeye başlanmasıdır. Yapının bütünü endüstriyel imalat süreçleriyle elde edilmesi, günümüzün en önemli problemlerinden birisi olan çevresel problemlere yanıt verecek, performans tabanlı yapı sistemlerinin uygulanabilmesini sağlayacak potansiyele sahiptir. Bu alanda pek çok kuramsal araştırma ve deneysel çalışma bulunsa da, günümüzde endüstrileşmiş yapım süreçleri, endüstriden elde edilen yapı elemanlarının organizasyonuna dönüşmüş, mimarın yapıyı bütünleşik olarak ele aldığı örnekler sınırlı sayıda kalmıştır.

Yapım süreçlerinin karmaşık ve çok aktörlü yapısı, hızlı bir şekilde sürekli gelişen yapı malzemeleri sektörünün ürün çeşitliliğinin sürekli artması, bu alanda seçim yapılabilmesi için çeşitli aktörler arasında bilgi aktarımının da düzenlenmesini gerektirmiştir. Bu amaçla ortaya konan “veri enformasyon sistemleri”, yapı malzemelerinin seçiminde kullanılan kaynaklara ve bilgisayar destekli tasarım yazılımlarına da temel oluşturmaktadır. Ancak burada sunulan bilgi ve bu bilginin sağladığı standartlarla çalışan kataloglarda ekonomik kaygının daha öncelikli olduğunu ve çoğunun yapı malzemeleri endüstrisinden beslendiğini görmekteyiz.

Günümüzde mimarlığı ilgilendiren kültürel, sosyal, ekonomik ve çevresel problemler göz önünde bulundurulursa, tasarlanan yapım sistemi ve kullanılan malzemelerin, performans odaklı olması önemlidir. Deneysel çalışmalardan gördüğümüz kadarıyla, bu tür yapı elemanlarının tasarlanmasında birbirine zıt talepler ve parametrelerin karşılıklı optimizasyonu sağlanmaktadır. Yapı malzemelerinin üretilmesi alanında pek çok strateji ve taktik geliştirilmekte, bunlar genel anlamda bir sonuç ürünü değil sistemi ifade ettiğinden pek çok kaynakta “malzeme sistemleri” olarak adlandırılmaktadır. Malzeme sistemlerinin oluşturulmasında, bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Bu metodolojinin günümüz yapı üretim süreçlerinde etkili olabilmesi için, farklı alanlar gibi görünen yapı enformasyon sistemleri, bilgisayar yazılımları, eklentileri ve malzeme sistemleri konusunda yapılan araştırmalar birbirinden beslenip, etkileşimde bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Endüstrileşmiş Yapım Sistemi, Yapı Malzemeleri, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Üretim, Yapı Bilgi Modellemesi, Yapı Enformasyon Sistemleri

**CONVERSION OF MATERIAL USAGE IN ARCHITECTURE BY COMPUTER
AIDED DESIGN AND CONSTRUCTION TOOLS**

Derya KARADAĞ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU

The industrial revolution has not only changed conventional architecture conception, but has also resulted in the discovery of new construction systems, material types and the use of new computer technologies as well as scientific studies. In turn, the architectural practices and the role of the architect have both radically changed.

New technologies, scientific developments and production methods have rapidly increased the variety of construction materials. While this increase affects the role of the architect in the construction process, it has also changed the material selection process. The building elements which had previously been supplied from nearby surroundings, have now become the objects of standardized catalogues, booklets full of advertorial phrases, publications and even TV commercials. The architect, who previously controlled the material process from design to production and application, has now been replaced by an architect who chooses material from these publications and is seldom in charge of the application process.

The main improvement concerning architecture within the industrial revolution has been the development of industrial construction systems. The making of an entire building with the industrial production process has the potential to reflect the present environmental problems through the help of performance based building systems. Although there has been a vast amount of theoretical and experimental research in this field, currently, the industrial making process has become the organization of the

industrial building elements. The building samples which the architect handles as integrated, have therefore become limited.

The complexity and the multi-field structure of the production process, the everlasting development of the building material sector and the increasing variations of products, have required the implementation of regulations with regards to information transfer among the actors in this field to choose the material. "Data information systems" which were developed for this purpose, have become the basis of the programs for material selection sources and computer aided design software. However, we see that economical concerns have taken priority. The use of catalogues containing standardized information regarding materials has become extremely influential in expanding the building material sector.

Present day architects must bear in mind that architecture should respond to cultural, social, financial and environmental problems. It is imperative that the material used and the designed systems are both performance focused. As we are able to see from experimental works, the design of these kinds of building elements clearly displays how the optimization of counter demands and parameters have been provided for. Many strategies and tactics are being developed in the field of production of building elements. These are generally not outcome products, titled instead as "material system" due to its representative property of the system. Computer aided design and production methods are used for material system development.

In order for this methodology to be effective in the contemporary building production process, research of building information systems, computer software, accessories and material systems- as they appear in different fields - must interact with and balance one another.

Anahtar Kelimeler: Industrial Construction, Building Materials, Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing, Building Information Modelling, Building Information Systems

1.1 Literatür Özeti

Mimarlık pratiğinin temeli olan malzeme hakkında yapılan araştırmalar, uzun bir tarihsel sürece yayılmaktadır. Bu nedenle, konuyla ilgili oldukça geniş bir literatür bulunmaktadır. Bununla birlikte içinde bulunduğumuz yapı çevrenin irdelenmesi bile, yapı malzemeleri alanındaki pek çok soru ve yanıtı kaynaklık edebilmektedir. Bu kadar zengin bir ortamda araştırma yapılırken, oldukça geniş bir alanda inceleme yapılmış, sonrasında tezin temel sorunsalları göz önünde bulundurularak belirli bir çerçeve çizilmiştir.

Yapı malzemeleri sektörünün güncel durumu incelenmeden önce, malzeme ve malzeme seçim yöntemlerinin Endüstri Devrimi öncesinde ve sonrasında nasıl dönüşüm geçirdiği konusunda genel bir bakış açısı edinilmesi adına yapılan araştırma, genel çerçevesini Mimarlıkta Malzeme Dergisi'nin ilgili altı sayısındaki makaleler ve bu makalelerin beslendiği kaynaklardan almıştır. Genel çerçevenin detaylandırılmasında, tezin temel problem alanına giren, teknoloji ile yapı malzemelerin karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkan potansiyeller, yapım sistemleri, malzeme çeşitliliği ve kullanım biçimlerindeki dönüşüm, mimarın rolündeki değişimin buna etkisi rol oynamıştır.

Güncel yapım sistemleri ve burada malzemenin rolü araştırılırken, endüstrileşmiş yapım sistemleri kuramları yönlendirici olmuştur. Richard [1], günümüzde kullanılan endüstrileşmiş yapım sistemlerinde, son ürünü yapı değil yapı sistemi olarak tanımlar ve yapıyı alt sistemlere bölerken; Whalley [2] yapı sistemini oluşturan elemanlardan yapını DNA'sı olarak bahsederek konuya farklı bir boyut getirmektedir.

Fernandez [3], “*Material Architecture*” kitabında modern endüstrileşmiş yapım sistemlerini tanımlarken, birbirinden farklı ve bağımsız parçalardan oluştuğundan bahseder, her bir alt sistemin tasarlanması sırasındaki performans gereksinimlerini malzeme çeşitliliğinin nedenlerinden birisi olarak görür. Fernandez[3]’e göre ürün enformasyon sistemlerinin yapısı ve içeriği mimariyi doğrudan etkilemektedir. Taş, Tanaçan ve Yaman [4] tarafından yapılan araştırma projesinin sonuçları, yapı enformasyon sistemleri hakkındaki değerlendirmesiyle mimarın malzeme seçim süreçlerine dair fikir vermektedir. Fernandez [3], günümüzde modern mimarın görevini, endüstrileşmiş yapım sistemleri doğrultusunda, önceden üretilmiş yapı elemanlarını bir araya gelişini organize etmek olarak tanımlamaktadır.

Menges [5], yapıların büyük bir bölümünün tasarlanmasında kullanılan CAD yazılımlarından bahsederken, dijital temsil özelliklerinin önceden tanımlanmış oluşunun üzerinde durmakta, fiilen inşa edilmiş çok sayıda projede, binanın dijital temsili ile malzemeleşme gerçekliği arasında uyumsuzluk bulunduğunu söylemektedir.

Bu duruma çözüm olarak ortaya çıkan Yapı Bilgi Modelleri’nde ise malzeme tanımlama modüllerinin mevcut yapı enformasyon sistemleriyle bağlantılı olduğu ve malzeme alanında metraj hesabının öncelikli olarak yazılım içerisinde yer aldığı, programların tanıtım kataloglarından anlaşılmaktadır.

Bilgisayar teknolojileri alanındaki kuramsal ve deneysel çalışmalarda malzeme sistemleri kavramı, Menges [5] tarafından 2010 yılında, malzemelerin kendine has özellikleri ve üretim sürecinden kaynaklanan, bu şekilde mekanı tanımlayan, yük taşıyan, enerji ileten ve depolayan unsurlardan oluşan yapı sistemleri olarak tanımlanmış; Jensen, Mortensen, Mullins ve Kirkegaard [6]’dan oluşan ekip ise malzeme sistemlerinin dört ögesini ve prensiblerini ortaya koymuştur.

Branko Kolarevic [7], bilgisayar ortamında tasarım yöntemleri ve üretim araçları konusundaki çalışmalarıyla, Iwamoto [8]’nin dijital üretim yöntemleri incelenmiştir. Bu araçların yardımıyla malzeme sistemleri alanında ortaya çıkartılan kuramsal ve deneysel çalışmalar ise tezin son bölümünde incelenerek değerlendirmeye alınmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde mimar, yapı malzemeleri endüstrisinin, anlaşılır olmayan metinlerle sunduğu malzemeler içerisinde seçim yaparak bir araya getirdiği yapıları ortaya koymaktadır. Bunun nedeni yapım sistemleri, malzemelerin sayısındaki artış ve araçların bu yönde geliştirilmiş olmasıdır. Bununla birlikte, bilgisayar destekli tasarım kuramları ile bilgisayar destekli üretim araç ve yöntemlerinin, bina alt sistemlerinin kurgulanması konusundaki olanakları araştırılmış ve deneysel çalışmalar incelenmiştir.

Bu araştırmanın temel amacı, geçmişten günümüze malzeme alanında değişen anlayışların üzerinden geçilerek güncel malzeme seçim stratejileri ve sistemleri üstünden, yapı malzemelerinin mimari tasarım sürecindeki yerine işaret etmek ve yeni teknolojilerin getirdiği olanakların etkili kullanımı için yapılabilecekler konusunda soru işaretleri oluşturmaktır.

1.3 Hipotez

Endüstrileşmiş yapım sistemleri içerisindeki, bina alt sistemleri olarak tanımlanan malzeme sistemlerinin seçiminde, güncel yapı katalogları ve veri enformasyon modelleri, mimarın yapı üretiminde yalnızca mevcut parçaları kendisine sunulduğu şekli ile kullanan ve bunların organizasyonunu yapan bir aktör konumuna getirmiştir. Güncel yapı üretim süreçlerinde kullanılan malzemeler, yapı malzemeleri endüstrisinin ürettikleri ile sınırlandırılmıştır.

Bu malzemelerin seçim sürecinde, veri enformasyon sistemleri, ürün tanıtım katalogları, yayınları ve reklam araçları etkili olmaktadır. Bununla birlikte, sürdürülebilir yapım sistemlerinin oluşturulmasının önemli olduğu günümüzde, yapı malzemelerinin moda kavramı içerisinde dahi yer alabilecek hızlı tüketim nesneleri değil, performans tabanlı kullanılabilecek alt yapım sistemleri şeklinde ele alınması gerekmektedir.

Malzeme sistemlerinin, performans gereksinimleri doğrultusunda tasarlanabilmesi, hesaplamalı tasarım altyapısı ile çalışan bir süreçte, bilgisayar destekli tasarım ve üretim araçlarının kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir.

BÖLÜM 2

TARİHTEN GÜNÜMÜZE MİMARLIKTA MALZEME YAKLAŞIMLARININ GELİŞİMİ

Sözlük anlamı, “bir eserin hazırlanmasında yararlanılan bilgi ve kaynakların tamamı” olan malzeme, mühendislik bakış açısıyla, “insanların hayatlarını sürdürebilmeleri ve üretimde bulunmaları için kullandıkları yapı maddeleri”dir. Mimarının nesnel girdisi olan malzeme, hayata geçirilmesinin ve üzerinde söz edilebilmesinin de temel koşullarından birisidir.

“İnsanlığın başlangıcından bu yana farklı sektörlerde, farklı türlerde pek çok malzeme kullanılmıştır. Yapı sektöründe ise geçmişten günümüze en çok kullanılan malzemeler; ağaç, beton, tuğla, plastik, cam, lastik, çelik, alüminyum, bakır ve kağıttır.”Smith [9]

Mimarının ana nesnesi olan malzemenin türü ve bu alanda gelişen yeni teknolojiler, mimarının tarihsel dönüşümüne, sosyoekonomik, düzenleyici ve idari unsurların yanında önemli oranda etki etmiştir. Bununla birlikte, günün koşulları da malzeme seçiminde büyük rol oynamıştır.

Tarihsel bakış açısıyla yapı malzemelerini ele aldığımızda, editörlüğünü J.H. Westbrook [10]’un yaptığı “Materials: History Before 1800, Concise Encyclopedia of Building and Construction Materials” kitabında, o yıllarda malzemenin geleceğine ilişkin çeşitli perspektiflerin ortaya konduğunu görmekteyiz. Bu perspektiflere göre; o günlerde bilinen malzemelerden tamamiyle farklı malzeme kompozisyonlarının üretilebileceği, geleneksel kompozisyonlarla dahi yeni yapıların elde edilebileceği, daha hassas kontrol süreçleri, daha yüksek verimlilik ve devamlılık sağlanabileceği, malzeme teknolojisinde

tanecik ölçeğinden atomsal ölçekte kontrolün sağlanacağı, diğer malzeme türlerine kıyasla polimer kimyasının daha hızlı gelişeceği ve biyomalzeme teknolojisi ile canlı sistemlere sentetik malzemeler uygulanırken, malzeme sistemlerine ise canlıymış gibi müdahale edilebileceği söylenmiştir. Bu bakış açısı, günümüzdeki malzeme teknolojisi göz önünde bulundurulduğunda yerinde bir öngörü olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1 Endüstri Devrimi Öncesinde Mimarlıkta Malzeme Yaklaşımları

Endüstri Devrimi öncesinde yapılar, kullanıcısı tarafından tamamen barınma ve benzeri işlevsel ihtiyaçların karşılanması amacıyla inşa edilmiştir. Bununla birlikte, çevreden elde edilen malzemelerin kullanımı, yerel malzemenin tüm özelliklerinin nesiller boyunca bilgi olarak aktarımı, bu özelliklerin yerel inşa yöntemleri ve yapım sisteminde de etkisinin hissedilir olması söz konusudur. Yapıların inşa edildiği bölgelerin iklimsel ve çevresel verilerine yanıt veren mimari özellikleri, aynı zamanda yakın çevreden elde edilen malzemeler ve bunların özelliklerine uygun yapım sistemlerinin uygulanması, dünyada her bölgenin kendine özgü mimari üsluplarının ortaya çıkmasında da etkilidir.

Yüzyıllar boyunca “mimar”lar, yaratıcı çözümler üretmek ve binaların yapım aşamasıyla da yakından ilgilenmekle görevli olmuşlardır. Rönesans öncesi mimarlığı, tasarım ve üretim sürecinin aynı kişi tarafından, birlikte yürütülmüş ve bir tutulmuştur. Tasarıma olduğu kadar yapım bilgisine de sahip olan mimar, malzeme seçimi ve kullanım şekli konusunda da daha özgürdür. Bu çağda, inşaat faaliyetleri dönem mimarisinin kısıtlı yerel malzemelerini kullanan bir yapıda olsa da tasarım ve zanaatkarlar arasındaki işbirliklerine dayanan süreçlerdir Köksal [11].

Malzeme, teknoloji ve inşa araçlarının elverdiği oranda, kullanıcı ihtiyaçları da gözetilerek mimarisi şekillenen yapıların üretilebilmesi için, yapı malzemelerinin özelliklerinin mimar tarafından derinlemesine kavranmış olması önemlidir. Vitruvius, “Mimarlık Üzerine On Kitap” adlı eserinde yapı malzemelerine, seçim önerileri ve malzemelerin teknik özellikleriyle yer vermiştir. Metal malzemenin Yunan ve Roma Uygarlıklarında yalnızca ankraj ve taş bağlama elemanı olarak kullanılması, kerpicingin tuğlaya tercih edilmesi gerekliliği, puzolanlı kireç bağlayıcı içine pişmiş toprak kırıkları ve toz katarak, çok etkili ve aşınması düşük döşemeler elde edilebileceği gibi bilgiler

barındıran bu kaynak, bu günden o döneme bakarken, dönemin yapı ustası/mimarının yapı malzemesine yaklaşımı hakkında ipuçları barındırmaktadır.

Bu dönemde yapı malzemeleri alanında gerçekleşen gelişmeler, daha çok strüktürel yenilikler ve bağlayıcı türlerindeki gelişmelere bağlıdır. “Mezolitik ve neolitik çağlarda, önceleri toplama taşlardan yararlanılmış, bunları çamurla bağlayarak duvarlar örülmüştür. Sonraları bu taşlar işlenerek şekillendirilmiş, böylece düzgün ve estetik duvarlar elde edilmiştir” Akman [12].

Tarih öncesinden ilk çağa kadar şekillendirilmeden doğal haliyle kullanılan malzemeler, klasik çağdan 19. yy’a kadar ise tonoz, kemer, kesme taş ve kubbe gibi çeşitli strüktür ve formlara bürünmüştür.

Geçmişten günümüze, bağlayıcı türleri malzemenin ve yapı strüktürünün oluşturulmasına önemli oranda etki etmiştir. Malzeme kullanımı, işçilik, yapım sistemi ve bağlayıcı türlerindeki gelişmelerle şekillenmiştir. Eski Mısır’dan kalan piramitlerde de gözlemlenebileceği gibi, taş duvar, bağlayıcılı ya da bağlayıcısız olarak uygulanmış, bu sistemi yapısı ve kurgusuna etki etmiştir. “Harcın özelliklerinin geliştirilmesi, tuğlanın inşaat sektöründe kullanım tekniğinde, tasarım alanına da büyük potansiyeller sağlayarak etki etmiştir. Tuğla duvarlarda kullanılan birleşim malzemelerinin farklılaşması, sistemin dayanımına da büyük oranda etki etmiştir. Antik Mısır’da ‘balçık’ kullanımı gözlemlenirken, Mezapotamyalılar ‘bitüm’ kullanmışlar, Romalılar ise ‘kum, çimento ve suyu karıştırarak elde ettikleri özel bir harç’ı kullanmışlardır. Bununla birlikte en önemli gelişme yine 19. yy’ın başında Joseph Aspin tarafından patenti alınan ‘yapay taş üretiminin yöntemlerinde bir gelişme’ olarak tanımlanabilen portland çimentosunun bulunmasıdır” Sunguroğlu [13].

Endüstri Devrimi öncesinde yapı ustası/mimarın yapının tasarımından üretim sürecinin sonuna kadar daha etkili bir biçimde rol oynadığını görüyoruz. Yapı inşaatında kullanılan malzemelerin çeşitlerinin de günümüzle kıyaslandığında sınırlı olması, yerel ve bilinen kaynaklardan yararlanılması ve malzemenin yapım sistemini içinde bulunan teknolojik olanaklar gereği yapım sistemini de etkiliyor olması, mimarın yapıyı çevreyi şekillendirirken günümüze kıyasla daha kontrollü olduğu anlamını da taşımaktadır.



A.D. 1824 N° 5022.

Artificial Stone.

ASPDIN'S SPECIFICATION.

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME, I, JOSEPH ASPDIN, of Leeds, in the County of York, Bricklayer, send greeting.

WHEREAS His present most Excellent Majesty King George the Fourth, by His Letters Patent under the Great Seal of Great Britain, bearing date at
5 Westminster, the Twenty-first day of October, in the fifth year of His reign, did, for Himself, His heirs and successors, give and grant unto me, the said Joseph Aspdin, His especial licence, that I, the said Joseph Aspdin, my exors, admors, and assigns, or such others as I, the said Joseph Aspdin, my exors, admors, and assigns, should at any time agree with, and no others, from time
10 to time and at all times during the term of years therein expressed, should and lawfully might make, use, exercise, and vend, within England, Wales, and the Town of Berwick-upon-Tweed, my Invention of "AN IMPROVEMENT IN THE MODES OF PRODUCING AN ARTIFICIAL STONE;" in which said Letters Patent there is contained a proviso obliging me, the said Joseph Aspdin, by an instru-
15 ment in writing under my hand and seal, particularly to describe and ascertain the nature of my said Invention, and in what manner the same is to be performed, and to cause the same to be inrolled in His Majesty's High Court of Chancery within two calendar months next and immediately after the date of the said in part recited Letters Patent (as in and by the same), reference
20 being thereunto had, will more fully and at large appear.

NOW KNOW YE, that in compliance with the said proviso, I, the said Joseph Aspdin, do hereby declare the nature of my said Invention, and the manner in which the same is to be performed, are particularly described and ascertained in the following description thereof (that is to say):—

Şekil 2. 1 Patent No: BP 5022, "Yapay Taşın Üretim Sistemlerindeki Bir Gelişme" [14]

“Malzemenin kullanımında insanın beklentisi, her dönemin özellikleri çerçevesinde belirir, ancak aynı zamanda bu çerçevenin dışına çıkılmasını sağlayacak itici gücün de ta kendisidir. Geleneksel olarak nitelendirdiğimiz malzemeler, nesneleri ve mekanı oluşturmada kullanılan çoğu zaman temel yerel kaynaklardır. Yerel yapım yöntemlerinin tekrar edildiği bir dünyada, geleneksel malzeme ve teknolojinin bu birlikteliği güçlü bir dil oluşturmuştur. Ancak geleneksel dilin çözülmesi de kaçınılmazdır” Arpacıoğlu ve Kuruç [15].

Mimarın tasarım ve üretim sürecinde, malzemedeki beklentisi ve onu kullanım şekli, malzeme kullanımının geleceğe aktarılırkenki algılanma şeklini etkilemiş; bu algı günümüze kadar gelen bir birikim yaratmıştır. Ancak, malzeme ile mimar arasındaki bu bağ, endüstrileşmenin getirdiği sınırsız yakın malzeme çeşitliliği ve teknolojinin hızıyla kopmaya başlamıştır.

2.2 Endüstri Devrimi Sonrasında Mimarlıkta Malzeme Yaklaşımları

Rönesansta, dinsel inancın kısıtlamalarından uzaklaşan akılcı düşünce biçimi, bilimsel araştırmalar ve geliştirilen metodlar, deneysel bilimin gelişmesi, felsefe ve sanatta ilerlemelere neden olmuştur. Yeni buluşların üretim alanında kendini göstermesi, enerji kullanımında da farklılaşmalara yol açmıştır. Buhar enerjisi ve buhar gücüyle çalışan makinelerin üretimiyle, 18. yüzyıldan başlayarak makineleşmiş endüstriden söz edilmeye başlanmıştır. İngiltere’de başlayan ve daha sonra tüm dünyaya yayılan “Endüstri Devrimi” olarak adlandırılan bu değişim süreci, tüm insanlığı etkileyen ve etkileri günümüze kadar süren bir dönemin başlangıcıdır.

Endüstri Devriminin etkisiyle süren gelişmeler iki ayrı dönemde incelenmektedir. 19. yüzyıl ortalarına kadar süren “Makineleşme Çağı”nda, üretim evlerden fabrikalara, daha büyük ölçeklere geçmiş; bunun sonucu olarak kırdan kente göç hızlanmış ve konut talebi artmıştır. Artan konut ihtiyacının giderilmesi için hızlı bir yapılaşma süreci başlamıştır. Sanayi ve ticaretin ihtiyaç duyduğu yeni yapılar ve alanlar, kentsel gelişim ve değişimi hızlandırmıştır. 19. yüzyılın ortalarından itibaren ise buhar motoru/içten yanmalı motor ve elektriğin bulunmasıyla Endüstri Devrimi’nin ikinci evresine girilmiştir. Temel hammadde ve enerji kaynaklarında ortaya çıkan değişiklik, kömür ve demirin yanında, petrol ve kimyasal maddeler de üretim sürecine katılmıştır. İlk yüksek

ısırlı fırınlarla elik üretimi başlamış, yeni kimyasalların bulunuşuyla imento endüstrisi ve beton teknolojisinde gelişmeler yaşanmıştır. Artan ulaşım olanakları, üretilen yapı malzemelerinin her yere taşınabilmesini sağlarken, yapı malzemeleri de boyutları ve gelişen teknolojileri ile çeşitlenmiştir Yurttaş [16].

“Malzemenin teknolojik tarihi, 1800’l yılların Endüstri Devrimi’yle bir dönüm noktasına girmiştir. Bu dönemden itibaren başlıca dört etmen malzemenin gelişmesine katkı sağlamıştır.

- Elektrik enerjisi: Volta’nın 1800’l yıllarda pili bulmasıyla, yeni ve güçlü bir enerji biçimi elde edilebilmiş, böylece malzemelerin sentezlenmesi ve üretimi süreçlerinin kontrol edilebilmesi sağlanmıştır.
- Periyodik Tablo: Mendeleev’in 1871 yılında doğal elementleri birbiriyle ilişkilendirerek sıralaması, malzeme gelişimini çok büyük oranda hızlandırmıştır.
- Malzeme iç yapısı üzerinde çalışmayı sağlayan aletlerin kullanılmaya başlanması: Mikroskoba ilave olarak X ışınları kırılımı, nötron kırılımı, nükleer manyetik rezonans ve diğer uzman araçlar...
- Bilimsel iletişim: Sempozyum, panel, bilimsel yayın, patent gibi iletişi araçları yoluyla bilimsel bilginin düzenli bir şekilde yayılması” Tanaçan [17].

Teknolojideki gelişmeler ile daha önceleri yapı malzemesi olarak kullanılmayan demir ve elik gibi bazı malzemeler, yapılarda da kullanılmaya başlanmıştır. İlk endüstrileşme çağında bu durum, yapım sistemleri ve biçimsel kalıpları henüz şekillendirmese de sonrasında işlevsel dönüşümler biçimsel kalıpları da etkilemeye başlamıştır.

2.2.1 Erken Endüstrileşme ağında Mimarlıkta Malzeme

Erken endüstrileşme çağında, yeni malzemeler ve yapım sistemlerinin kullanımında, eski biçimsel kalıpların dışına çıkılmadığı grlmektedir. Bu anlayışla, köprüler, su kemerleri ve su kuleleri inşa edilmiştir. Buna rnek olarak, mimar T.F. Pritchard’ın 1777-1779 yılları arasında İngiltere’nin Severn Nehri üzerinde inşa ettiği ilk dökme demir köprüyü verebiliriz. Malzeme kullanımında yenilik getirilse de strüktürel biçimleniş ve dekoratif elemanların kullanımıyla, geçmişin taş köprülerini

andırmaktadır [18].



Şekil 2. 2 T.F. Pritchard, İlk Dökme Demir Köprü [19]

Bu dönemde yaşanan gelişmelerin ortaya çıkardığı yeni mimari ihtiyaç programlarına (sanayi yapıları, fabrikalar, toplu konut...) rağmen, yüzyılın başında gerçekleştirilen inşaa faaliyetlerinin önceki dönemin kalıplarının dışına çıkmadığını görölmektedir. İnşaat alanında yeni malzemelerin kullanımından bahsedebiliyor olsak bile yapılar, geçmişteki strüktür teknikleri ile inşa edilmişlerdir. Malzemenin yapım sistemine etkisi, yalnızca kesitlerin inceliği, hafiflik ve geniş açıklıkların geçilmesi olarak gözlemlenebilmektedir. Eski strüktür sistemlerine bağlı kalınmıştır.

Malzeme ve strüktür arasındaki ilişki 1851 yılında Londra’da açılan sanayi sergisinin ana binası olan, Joseph Paxton tarafından inşa edilen Crystal Palace yapısında görölmektedir. Crystal Palace, döküm demir ve cam sanayisinin ilk ve öncü tasarımı olarak büyük ilgi görmüş, Osmanlı İmparatorluğu’nda da yaygınlaşan bu yapı anlayışı Dolmabahçe Sarayı’ndaki Camlı Köşk’e de ilham kaynağı olmuştur. Crystal Palace ile gözler önüne serilen bu yeni yapı sistemi ve mimari anlayış bir yana, sanayi sergisi de sanayi devriminin yeni ürünleri ile mimarlık ve sanat eserlerini bir araya getirmesi açısından önemlidir. Bu sergiden üç sonuç çıkmıştır; “sanayi, geleneksel tasarım

kimliklerini, makineleştirmekte”, “yeni ve özgün kimlikler yaratılmakta”, “sergiler yoluyla ilk küreselleşme etkileri yaratılmaktadır” Küçükerman ve Erda [20].



Şekil 2. 3 Crystal Palace [21]

“Mimari biçimlerin yenilenmesinde, metal malzemelerin rolü önemli olmuştur. Dökme demirin yol açtığı değişimin sonrasında, demir ve karbon karışımı olan çelik; sağlamlığı, elastikiyeti ve uzama nitelikleri sayesinde dökme demirin yerini almıştır. Bessemer (1855), Martin (1865), Thomas (1878) usulleri, metalin endüstrileşmesine de imkan tanımıştır. 1885’ten 1895’e kadar inşa edilen Şikago’nun metal iskelet binaları, Sullivan’ın önderi olduğu okulun ilk çalışmalarıdır. Modern mimarlığa damgasını vuran yeni kuşak, 20.yy’ın başlarında çeliği daha yaygın kullanmaya başladı. 1929’ta inşa edilen Fagus Fabrikaları, 1928’te Paris’teki Dr. d’Alsace Evi ile Pierre Chareau, 1929 Barcelona Sergisi’ndeki Alman Pavilyonu ile Mies Van Der Rohe, bu dönemin önemli uygulayıcıları oldu” Hasol [22].

Betonarmenin mimariye uygulanması da uzun bir süreçte gerçekleştirilmiş; 1852 yılında Paris’te dökülen ilk betonarme evden, betonarme mimarisinin başlangıcına kadar kırk yıl geçmiştir. Betonarme konstrüksiyonlar, 19. yy’ın son yıllarında hareketlenmiştir. E.L. Ransome, Amerika’da yeni tekniğini lanse ederken, Fransa’da Edmond Coignet 1893’de 1893’de Achères su kemerini inşa etmek için betonarme malzemeden faydanlanmıştır. İki yıl sonra, Hennebique betonarmeyi Roubaix’de bir silo için kullanmıştır Hasol [22]. İsviçreli mühendis Robert Maillart ise 1899’da tasarladığı ilk betonarme yapısı olan Zürih’teki Stauffacher Köprüsü’nü, tıpkı mimar T.F. Pritchard’ın yaptığı gibi geleneksel taş köprüleri taklit eden bir form ile inşa etmiştir. Geleneksel formların, yeni keşfedilen malzemelerle kullanımı, bu dönemde sıklıkla

görülen bir durumdur. Bununla birlikte Maillart, geçmişte inşa ettiği betonarme köprünün yeni malzemenin potansiyellerini yansıtmadığını keşfederek, yeni betonarme inşa teknikleri geliştirmiştir. İnşa ettiği pek çok köprüden en dikkat çekici olanı, Amerikan İnşaat Mühendisleri Topluluğu (American Society of Civil Engineers) tarafından dünya mirası niteliği taşıdığı ilan edilen, 1930 yılında inşa edilmiş Salginatobel Köprüsü'dür. Üç mafsallı ayak ve tepe noktasındaki enkesitte rijitlik kontrolünü yönlendiren form, ısı gerilmelerde köprünün çatlamasını engelleyen bir yapıya sahiptir Bollinger, Grohmann ve Tessmann [23].



Şekil 2. 4 Salginatobel Köprüsü (1930), Malzeme ve Strüktürel Formun Olasılıklarını Gösteren Bir Ürün, Robert Maillart [24]

Almanya'da 1907 yılında kurulan, bünyesinde fabrikatörler, mimarlar, sanatçılar ve tasarımcıları barındıran Deutscher Werkbund (Alman İş Kurumu), sanayicilerle mimarlar arasındaki işbirliğinin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu işbirliğine örnek olarak, AEG firmasının yaptıracığı sanayi yapılarının, ürünlerinin, ambalaj biçimlerinin, hatta kullanacağı kırtasiye gereçlerinin biçimlendirilme sorumluluğunu mimar Peter Behrens'e vermesi gösterilebilir.

1909 yılında Peter Behrens tarafından tasarlanan cam perde duvarlı türbin fabrikası, mimarlık tarihinde sanayinin gerektirdiği işlevleri strüktürel yapısında da yansıtan bir yapı olarak önemli bir kilometre taşı olmuştur. Yapı, sanayicilerin mimarlarla işbirliğinin başlangıcı olarak da kabul edilebilir. Çelik ve camdan inşa edilen Turbine Fabrikası, eski biçimlerden arındırılmış, kullanılan malzemenin işlevi, hammaddesi ve yapım süreci düşünülmüş saf ve sağlam düzende bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2. 5 Turbine Fabrikası [25]

Erken endüstrileşme çağında, mimarlarla endüstrinin aktörleri arasında kurulan bağlantılar, dönemin gereksinimi olan farklı işlevlerdeki yapıların inşa edilmesinde önemli işbirlikleridir. Fakat bu dönemdeki işbirliği, daha çok yeni yapılaşma modellerinin ortaya konması için geliştirilen yapım sistemlerinin önünü açmıştır. Bununla birlikte, hızlı endüstrileşmenin sonucu olarak dünya, yalnızca yeni yapım tiplerine değil, bu sürecin etkisiyle ortaya çıkan çevre sorunlarına da çözüm üretecek yöntemlere ihtiyaç duymaya başlamıştır. Yine hızlı yapılaşma, geleneksel dilleri ortadan kaldırmış, tek tip yapım yöntemleri ve sistemleriyle, mimari tasarım ve üretimi sınırlandırmaya başlamıştır.

2.2.2 Endüstri Devriminin İkinci Evresinden Günümüze Mimarlıkta Malzeme

“Malzemenin teknolojik tarihi, Endüstri Devrimi’nden günümüze hızlı bir gelişim göstermiştir. Günümüze kadar meydana gelen gelişmelerde; malzeme ve üretim süreçlerinin çeşidinin gittikçe arttığı ve uygulamaların kontrol edilebildiği, malzeme ve üretim sürecinin karmaşıklaştığı ancak üretim hacmi konularında insanın yetkinleştiği, malzemeler ve makineler arasındaki ilişkinin süreç, malzeme ve makinelerde gelişmeye

sebepler olduğu, farklı medeniyetlerin bu gelişime farklı katkıları olduğunu, malzemenin gelişiminin 19. yüzyıl itibarıyla hız kazandığını, malzeme teknolojisinin hız kazanmasında yazılı belge ve yayınların önemli olduğunu görmekteyiz” Westbrook [2].

Endüstri Devrimi, dünyayı her alanda büyük ölçekte etkilediği gibi mimarlık mesleğinin kendisinde ve ürünlerinde de köklü dönüşümler getirmiştir. Yeni yapı sistemleri, malzeme türleri, bilgisayar teknolojilerinin kullanımı ve bilimsel çalışmalar ile inşaat endüstrisi gittikçe karmaşılaşırken; farklı disiplinler ve uzmanlıkların da ortaya çıkışı ile mimarlık işi çok aktörlü bir yapıya kavuşmuştur.

Endüstri Devrimi sonrasında yaratılan tüketim odaklı toplumsal yapıda, diğer tüm üretim nesneleri gibi yapıların da önceki devirlere kıyasla daha hızlı inşa edilmesi beklenen bir durum olmuştur. Bu durum başka etmenlerle birlikte yapı inşasında endüstrileşmeyi ve standardizasyonu da beraberinde getirmiştir.

Malzeme endüstrisi yeni teknolojilerin ve bilimsel gelişmelerin etkisiyle, hızlı bir ilerleme göstermiş ve mühendislik malzemelerinin çeşitliliği artmıştır. Yapı malzemelerinin çeşitlenmesi, mimarın malzeme seçim sürecini de etkilemiştir. Geçmişte, insanların çevrelerinde bulabildikleri malzemelerden ürettikleri yapı elemanları, reklam cümleleri ile dolu broşürlerin, belirli standardizasyonlara sahip yapı kataloglarının ve hatta televizyon reklamlarının nesnesi olmuştur. Tasarımdan üretime tüm boyutları ile mimari faaliyetini sürdüren usta mimarın yerini de “içeriği tasarımcı tarafından anlaşılır olmayan ya da reklam cümleleri ile dolu olan malzeme broşürleri ya da katalogları”ndan seçim yaparak, yerinde uygulamasını dahi görmeden yapı müellifi olan mimar almıştır. Mimarın malzemeyle ilişkisini, endüstriyel üretimin tasarım faaliyetlerine etkisiyle tek ve basit bir düzeye indirgemıştır.

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemlerinin mimariye yansımaları, yapılarda form ve malzeme seçimlerinin bütünleşmesi, inşaat, imalat, fabrikasyonda ve son dönem örneklerde görülebilmektedir. 20. yüzyıl sonu itibarıyla, gelişen bilgisayar teknolojilerinin mimari tasarım alanında yoğunluklu olarak kullanılmaya başlanması, binaların tasarım, üretim, işletim, kullanım, bakım, onarım ve kontrol süreçlerinin de gelişmesine neden olmuştur. Mimar, tasarımının içinde dolaşabilmekte, farklı form

araştırmaları yapabilmekte, malzeme seçenekleri, renk, boyut, doku ve form çeşitlemelerini sınavabilmektedir.

“Bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerindeki gelişim ve bu teknolojilerin kullanım sıklığının artması, yapıların tektoniğı, tasarlama süreçleri ve üretim yöntemlerindeki değışim, 21. yy mimarlığının dilinin de değışmesine neden olmaktadır. Arazideki inşaat süreci, yerini fabrikada üretilen parçaların montajına bırakmaya başlamıştır. Bu bağlamda, modüler tasarımlar binanın tümü ya da elemanları için bir seçenek olmakta, bu değışimi destekleyen malzemeler de tasarımda kullanılabilmektedir.

Son yıllarda sayısal teknolojilerin tasarıma girmesiyle birlikte, mimarlıkta cam, betonarme, ahşap ve elik gibi tanidik malzemelerin kullanımı, form-strüktür-malzeme üçlüsünde ve sonuçta yapının tektoniğinde önemli değışiklikler yaratmıştır. 21. yy’ın yeni tektonikleri, yeni hibridleşen malzeme anlayışını ve bu teknolojilerin getirdiğı yeni açılımları anlatmakta kullanılmıştır” Sorguç [26].

Bilgisayar Teknolojilerinin İnşaat Süreç ve Yöntemlerini Nasıl Değıştirebileceğı Üzerine Bir Örnek: Guggenheim Müzesi, Frank O. Gehry

Yukarıdaki bilgiler ışığında, endüstri devriminin ikinci evresinden günümüze, gelişen teknolojilerin kullanımıyla, malzemede ve yapım sistemlerinde yenilikçi yaklaşımları olan projeleri inceleyecek olursak, bilimsel ve deneysel alanda öncü bir yaklaşım olarak Frank O. Gehry’nin çalışmalarını görebiliriz.

“1993 yılında Frank Gehry’nin tasarımına başladığı ve 1997 yılında tamamlanan Guggenheim Müzesi, mimari tasarımda, sayısal tasarım ve üretim teknolojilerinin kullanımında yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Akışkan formların, titanyum cam ve alçı taşı ile bütünleştirildiğı yapı, bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) teknolojilerinin, kullanılan formların, malzemelerin, inşaat süreç ve yöntemlerinin nasıl değışebileceğinin öncül bir örneğı olmuştur” Sorguç [26].

Savaş jetleri için kullanılan bir bilgisayar programı olan CATIA yazılımı üzerinden geliştirilen bir tasarım yazılımı ile bilgisayar teknolojileri ve 3D tarayıcının mimari tasarım alanında karmaşık formlar üretilmesinde getirdiğı kolaylığın yanı sıra, elik konstrüksiyon ve titanyum malzemenin özellikleri de bu formların uygulanmasını

sağlamıştır. 3 Boyutlu modellemeyi, üretime doğrudan aktarabilen yazılım sayesinde, titanyum levhalar, projede istenilen formatta kesilebilmiş ve birleşimde hata payı bırakmamıştır. Guggenheim Bilbao, ilk defa tasarım bilgilerinin doğrudan fabrika ortamındaki malzeme ve strüktür bilgisi ile eşleştirilerek hızlı bir üretim bilgisine dönüşmesinin örneğidir. 21.000 titanyum kaplama levhası, maketten taranan veriler doğrultusunda imalata gönderilerek lazer kesici ile üretilmiştir [27].



Şekil 2. 6 Frank Gehry, Guggenheim Bilbao [28]

Frank Gehry mimarlığı, mimarın üretim sürecindeki deneysel çalışmaları ve malzemeyle etkileşimi açısından öncü bir örnek olsa da amaç, çift eğrili yüzeylerle ortaya konmuş olan tasarımın üretilmesidir. Bu deneysel üretim, yapı malzemesinin kullanımı açısından da yenilikçidir; ancak amaç doğrudan malzemenin performansından yararlanmak ya da güncel mimari problemlere yanıt aramak değildir. Bir tür heykelsi yapının inşa edilebildiğinin örneği olmuştur.

Sayısal Teknolojilerle Tasarlanıp Üretilen Cephe Elemanı Örneği: Airspace Tokyo, Faulders Studio

Sayısal teknolojilerle tasarlanıp üretilen yapı elemanlarının 21.yy'daki dilinin bir örneği de Faulder's Studio tarafından Tokyo'da dört katlı bir konut için tasarlanmış olduğu metal cephedir. Doğal ve yapay ışığı bütünleştiren, yağmur suyunu cepheden aktaran ağ yapısına sahip cephe, sürdürülebilir mimari alanında da yeni bir arayışın örneğidir. Söz konusu cephe, sayısal teknolojilerin tasarımcı tarafından seçilmiş performans kriterlerinin tasarıma dahil edildiği, alışılmış bir malzeme olan metalin sayısal teknolojilerle üretilip yapıya taşındığı bir uygulama örneğidir [29].



Şekil 2. 7 Faulders Studio, Airspace Tokyo [29]

Bu örnekte, projenin mimarı kendisine yapı malzemeleri endüstrisi tarafından sunulan yapı elemanlarıyla çalışmak yerine, performans kriterleri ve ihtiyaç doğrultusunda, sayısal teknolojilerin yardımıyla yeni bir yapı elemanı tasarlamayı tercih etmiştir.

Sayısal Teknolojilerin Malzeme AR-GE Çalışmalarına Etkisi Üzerine Örnek: [C]Space Pavilyonu, Alan Dempsey/Alvin Huang

Tasarımda kullanılacak malzemenin başlangıçta belirlenip, tasarımla malzeme arasında karşılıklı etkileşim kurulmasıyla ortaya konan bir strüktür örneği ise AA London'ın tasarım araştırmaları laboratuvarının onuncu yılını kutlamak amacıyla açtığı AADRL Pavilyon Yarışması'nın birincisi olan [C]Space Pavilyonu gösterilebilir.

Jüri tarafından 354 proje arasından radikal malzeme seçimi, tavan-döşeme-iç mekan duvarı arasındaki süreklilik ve dönüşüm hissi vermesi nedeniyle seçilmiştir. Alan Dempsey, Alvin Huang tarafından tasarlanan pavilyonun inşasında üç ana malzeme kullanılmıştır: Fibre-C Beton Levha, Çelik ve EPDM Kauçuk Conta. Pavilyonun tasarımı, üretimi ve inşa edilmesinden sonra takılıp sökülerek birçok ülkede sergilenmesi, güncel

tasarım ve üretim araçlarının kullanımında, sürdürülebilir yapısı ve üretimi sırasında malzemenin optimizasyonunu sağlaması ile başarılı bir örnek olarak karşımıza çıkmakta ve pek çok geçici strüktüre ilham kaynağı olmaktadır.

Pavilyonun üretim aşamasında, 30 yıldır test edilip geliştirilmekte olan cam lifli beton levhanın (Fiber-C) normal kullanımının dışına çıkmıştır. Dış cephe kaplaması olarak kullanılan ürün, [C]Space Pavilyonu'nun inşası sırasında, strüktürel malzeme olarak kullanılmış, malzeme ile uygulama öncesinde strüktürel testler yapılmıştır [30].



Şekil 2. 8 Alan Dempsey-Alvin Huang, [C]Space Pavilyonu [30]

GÜNÜMÜZ YAPIM SİSTEMLERİ VE YAPI MALZEMELERİ YAKLAŞIMLARI

David Harvey [31] postmodernizmi tanımlarken, “1960 sonrası kapitalizmin etkisiyle terk edilen sosyal devlet politikalarının yerini tüketim mantığı aldı. Bu mantıkla biçim işlevden daha önemli hale gelirken, tüketim nesneleri kadar etiğin de estetikleşmesi sağlanarak derinliksiz bir imajlar dünyası yaratıldı” demektedir.

Günümüzde artık inşaat faaliyetlerinde endüstrileşmiş yapım sistemlerinin rolü büyüktür. İnşa edilen pek çok yapıda, yapı malzemeleri endüstrisi tarafından üretilen, monte edilebilir ancak genellikle demontaja uygun olmayan, prefabrikasyon yapı elemanları kullanılmaktadır Brouwer ve Durmisevic [32].

Bununla birlikte, 19. yüzyıl sonrasında inşaat faaliyetlerinin hızı, boyutu ve sayısındaki artış sonucunda, dünya günümüze kadar geçen kısa süre içerisinde, daha önce hiçbir dönemde olmadığı kadar kirletilmiş, doğal malzeme ve enerji kaynakları düşüncesizce tüketilmiş, atıklar nedeniyle yeryüzünün taşıma kapasitesi zorlanmıştır. İnşaat, yenileme ve yıkım faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıklar, ciddi çevre sorunlarına yol açarken yapı malzemeleri endüstrisinin tüketim odaklı yapısı da bu sorunlara yenilerini eklemektedir. Çevre ile doğal çevre arasında her geçen gün arttığı gözlemlenen gerilim, tasarımda form, strüktür, malzeme, enerji kaynakları, inşaat teknikleri ve benzeri birçok bileşende yeni arayışları zorunlu kılmıştır.

1980’lerden bu yana tanık olunan sayısal tasarım ve üretim teknolojilerindeki ilerleme, bilişim çağında farklı bilgi alanlarını bir araya getirerek, disiplinler arası ve disiplinler üstü yeni işbirliklerine olanak tanımaktadır Sorguç[26].

Mimaride endüstrileşmiş yapım sistemlerinin katmanlı organizasyonu, yapının en küçük elemanının dahi yapının DNA'sı gibi ele alınarak şekillendirilmesine imkan vermektedir. Sayısal tasarım ve üretim araçları ise yapı tasarımının özgürleşmesini sağlamıştır. Bu imkanlar göz önünde bulundurularak yapılan çalışmalar, günümüzde deneysel araştırma projelerinin konusu olmanın ötesine, çok az örnekle ortaya çıkmakta; güncel yapı malzemeleri endüstrisi ve sınıflandırmalar, tasarımcı malzeme ve yapım sistemlerinin seçimi konusunda sınırlandırmaktadır.

Bir yandan çevre sorunları artarken diğer taraftan hesaplamalı tasarım ve üretim yöntemleri ile pek çok probleme çözüm getirilebilmektedir. Mevcut malzeme endüstrisi de akıllı malzemeler ve nanoteknolojinin getirdiği hızlı bir gelişim sürecine girmiştir. Ancak bu iki ayrı disiplinin bir arada çalışarak ilerlemesi gerekmektedir.

Bilgisayar destekli tasarım-üretim yöntemleri ve endüstrileşmiş yapım sistemlerinin getirdiği özgürlük, mevcut malzeme endüstrisinin sınırlarıyla kısıtlanmaktadır. Bu durum, erken endüstrileşme çağında yeni yapım sistemleri ve malzemelerin eski biçimsel kalıpların dışına çıkamamasını anımsatmaktadır.

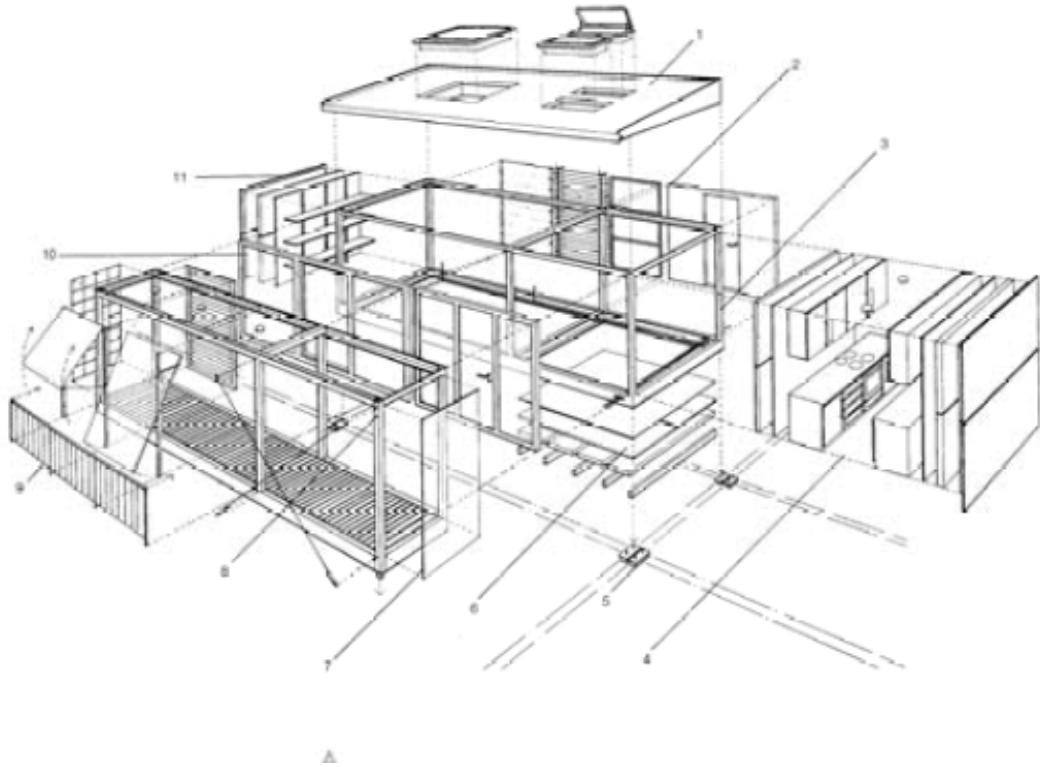
3.1 Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri

1950'lerden bu yana üretimi bir imalat sürecine dönüştürmek, mimarlar için heyecan verici bir düşünce olmuştur. Bununla birlikte günümüzde, yapı elemanları endüstriyel üretimden elde edilse de, bütüncül olarak yapı üretimine bunun yansıması, yapı üretim sürecinin ekonomik boyutunun yanında çevresel etkisinin ve sürdürülebilirliğinin de önemli olduğunun bilincindeki ülkeler dışında yaygın olarak izlenememektedir.

Mimarlıkta tasarım ve üretim sürecine, endüstriyel stratejilerin ve tekniklerin entegre edilmesi, daha düşük bütçeli, çevreye duyarlı ve kaliteli yapıların üretilebilirliğini sağlayabilir.

Endüstrileşmiş yapı sistemlerinde, son ürün yapı değil yapı sistemidir. Yapı sistemini oluşturan parçalar, farklı kurallarla bir araya getirildiğinde farklı ve özelleşmiş yapıları oluşturabilirler. Yapı sistemi, ana fonksiyonları karşılayacak şekilde beş alt-sistemden oluşur; strüktür, kabuk, bölücüler, servisler ve ekipmanlar Richard [1].

Tüm bu endüstriyel elemanlarla tasarlanan yapılarda, küçük detaylardaki konsepti anlayan herhangi biri büyük resmi de görebilmektedir. Büyük ya da küçük çaptaki tüm yapı elemanlarına aynı dikkat ve itina ile yaklaşmak gerekmektedir. Örneğin, basit bir cam birleşim detayının tasarlanmasında, mimar köpük ya da ahşap ile prototip üretebilir. Bu küçük detay ve elemanların yapısı, yapının DNA'sını oluşturmaktadır Whalley [2].



Şekil 3. 1 Endüstrileşmiş Yapım Sistemlerine Örnek Katmanlı Yapı [33]

3.2 Endüstrileşmiş Yapım Sistemlerinde Malzemenin Yeri ve Seçimi

“...mimar, her seferinde yeniden başlamalıdır... Doğal ya da kompozit malzemelerin hepsini, doğal şekilleriyle görebilmeyi öğrenmelidir. Tüm malzemeler güzeldir; güzellikleri mimarın onları nasıl kullandığına bağlıdır” Frank Lloyd Wright [34].

1943 yılında F.L.Wright bu sözleri söylerken, doğal malzemenin yanında kompozit malzemelerden de bahsetmiştir. Ancak ne o, ne de döneminin başka bir mimarı, polimer bilimi, kompozit bilimi ve nanoteknolojinin de etkisiyle ortaya çıkan malzeme

çeşitliliğini hayal edebilirdi. Bir yüzyıl önce, eşine rastlanması mümkün olmayan bir malzeme erişilebilirliği ve çeşitliliğinden söz edebilmekteyiz Fernandez [3].

Modern yapı malzemelerinin, mimari ihtiyaçları en uygun şekilde karşılayabilmesi için, tasarım anlayışının ve teknik bilginin bu yönde geliştirilmesi gerekmektedir. Yapılı çevre, insanoğlunun ürettiği tüm diğer endüstriyel ürünlerden daha yüksek oranda doğal çevreye etki etmektedir. Yapıların inşası, yaşam süreleri ve kent içinde biriken kitlelerle, dünya yüzeyini değiştirmektedir. Modern kentin harcadığı enerji ve atık malzeme miktarı oldukça fazladır. Yapı malzemelerinin organize edilmesine yönelik girişimler, yapı inşaat teknolojisi ve sektörünün tarihi önemdeki sorumluluğudur.

Tasarımcılar için yeni teknolojilerin ortaya çıkışı, her zaman yaratıcılıklarının merkezinde yer almıştır. Geleneksel formun yaratılması ve yapısal formların gerçekleştirilmesinde, malzeme her zaman öncü rol oynamıştır. Antik beton ve duvarcılık, gotik taş işçiliği, modern yapıların standart çelik bağlantı detayları, yüksek katlı yapıların ve köprülerin öngerilimli betonarme malzemesi, zamanının tasarımında özgün formların yaratılmasına ön ayak olmuştur.

Yapı malzemeleri alanındaki düzenlemeler, modern yapıyı oluşturan alt parçaların geliştirilmesi demektir. Modern endüstriyel yapım sistemleri, birbirinden farklı ve bağımsız parçalardan oluşmaktadır. Her bir parça kendi içinde farklı performans gereksinimlerini karşılamakta, yaşam süreleri, bakım yöntemleri ve yenileme kuralları yapı elemanına göre değişmektedir. Bununla birlikte her bir alt sistemin tasarlanması, inşası ve tamiri için konu üzerinde uzmanlaşmış profesyoneller, mühendisler ve tasarımcılar da bulunmaktadır. Malzemelerin çeşitliliğinin artmasının bir nedeni de bu durumdur. Malzemenin alt ve üst yapı sistemlerinin, dış kabuğun, iç mekan örgütlenmesinin ve diğer sistemlerin ihtiyaçlarını karşılaması beklenmektedir Fernandez[3].

Endüstrileşmiş yapım sistemlerinde alt bileşen olan malzemenin bilgisinin, yapım sürecinde faaliyet gösteren veri kullanıcılarına (mimarlar, mühendisler, üreticiler, tedarikçiler, ekonomistler, müşteriler ve uygulamacılar) ulaşması için çeşitli “ürün enformasyon sistemleri” ortaya konmuştur. Ürün enformasyon sistemlerinin yapısı ve içeriği, mimariyi doğrudan etkilemektedir. Bunun nedeni Fernandez [3]’in de üzerinde

durduğu gibi; günümüzde modern mimarın görevinin, endüstriyel yapım yöntemleri doğrultusunda, önceden üretilmiş yapı elemanlarının bir araya gelişini organize etmek olmasıdır. Tasarım eyleminin yalnızca bir araya gelecek parçaların seçimine dönüşmesi durumunda, malzeme seçim yöntemlerinin de güncel tasarım kuramlarından beslenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Bir tasarımcı daima üç kaynakla çalışmak durumundadır: malzeme, enerji ve enformasyon. Bugün malzemeler mekanik özelliklerinden ziyade optoelektronik özelliklerinden ötürü seçilmektedir. Malzemelerin, mukavemet, rijitlik, ağırlık, görünüş, boyut kararlılığı gibi özelliklerinin yanı sıra, üretim şekli (doğada üreme ve büyüme) ve fiyatı halen malzeme seçimini yönlendiren önemli etmenlerdendir French [35].

Bununla birlikte günümüzde mimari tasarım ve üretim süreçleri, bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemleri incelendiğinde, malzeme seçiminde yapı malzemeleri alanında yapı kataloglarının getirdiği sınırlar ve malzeme alanındaki reklam niteliği taşıyan broşürlerin dışına çıkılamadığı görülmektedir.

3.3 Yapı Malzemesi Seçiminde Kullanılan Kaynaklar ve Enformasyon Yöntemlerinin İrdelenmesi

Günümüzde mimari tasarım ve uygulama alanında, inşaat sektöründe gözlemlenen teknolojik gelişmelere paralel olarak yapı malzemeleri sektörü, hızlı bir gelişme göstermiştir. Mimarın benzer özelliklere sahip pek çok alternatif arasından seçim yapmasına olanak veren yapı malzemelerinin seçimi ve değerlendirilmesi konuları da önemli bir sorunsal olarak mimarların karşısına çıkmıştır. Bu problemin çözümü, 19. yy itibarıyla araştırma projelerinin de konusu olmuştur.

Yapı malzemesi, inşa edilmesi düşünülen yapının, yapım süresini, toplam maliyetini ve kalitesini de etkilemektedir. Zamanın değerli olduğu günümüz koşullarında, yapı malzemesi konusuyla ilgili tüm verilerin toplanması, bir veri tabanında saklanması, işlenerek enformasyona dönüştürülmesi, elde edilen enformasyonun zamanında, yeterli ayrıntıda ve doğru bir şekilde gereksinim duyulan noktalara iletilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir. Bu gereksinimden dolayı, yapım sektörünün belirli bir gelişmişlik düzeyinde olduğu ülkelerin tümünde, ağ ortamında yaratılan uygulamalar

aracılığı ile özellikle yapı malzemelerine ilişkin yoğun bir içeriğe sahip çeşitli enformasyon kaynakları bulunmaktadır Taş, Tanaçan ve Yaman [4].

Örneğin; 1890’lardan bu yana Amerika’da kullanılan bir katalog sistemi olan “Sweet’s Kataloğu”, “Mc Graw Hill Information System” şirketinin bir yan kuruluşu olarak, yapım sürecine koordinasyon getirmek için kurgulanmıştır. Sistemin getirdiği yaklaşım; yapının alt sistemleri arasındaki bağlantının kurulmasıdır. Sistem yalnızca bir “ürün enformasyon sistemi” değil, aynı zamanda programlama ve ön tasarım evresinden başlayarak projelendirme ve uygulamanın bitimine kadar yapımla ilgili tüm belgeleri bünyesinde toplama kapasitesine sahiptir. Çoker [36] Sweets Kataloğu, ilk kullanılmaya başladığı zamandan bu yana pek çok revizyon geçirmiş olmasına rağmen, bugünkü haliyle tam olarak gelişimini tamamlayamamıştır Braham [37].

Bu tür araçların, yapı üretim sürecinin çeşitli aşamalarında ürün değerlendirme ve seçme konularında karar verme durumunda olan kişilerin güncel, doğru ve yeterli bilgiye tam zamanında ulaşabilmelerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Enformasyon sistemleri ile üretici, satıcı ve kullanıcı aynı ortamda buluşabilmekte, online bir tedarik zinciri oluşturulabilmekte, yapım sektöründe elektronik ticaret olanaklarından yararlanılabilmekte, yapı malzemesi değerlendirme ve seçimi konusunda işgücü ve süreçten tasarruf sağlanabilmektedir. Bu enformasyon sistemlerinin ana hedefi genellikle bina maliyetinin azaltılması konusunda çaba sarf edilmesidir. Aynı zamanda kullanıcı piyasadaki alternatif ürünler arasında çeşitli ürün özellikleri bazında karşılaştırma yapabilmekte, üretici ve satıcı firma ürünler hakkında kullanıcıya ayrıntılı teknik bilgi sunabilmekte ve yeni ürünleri tanıtabilmektedir Taş, Tanaçan ve Yaman [4].

Bununla birlikte, günümüzde pek çok yapı için kritik girdiler, enerji ya da kaynaklar değil, para ve ürün enformasyonuna dönüşmüştür. Bu durum, Braham (2005)’ın da üzerinde durduğu gibi, Sweets kataloğu ve yapı malzemelerinin satışındaki karmaşık sistem ile de örneklendirilebilir. 1929 yılında Danimarkalı mimar Knud Lönberg-Holm’ün Architectural Record dergisinde yayımlanan makalesinde, “katalog problemi” mimaride bilginin paylaşılması alanında büyük bir problem olarak ortaya konmuştur Braham [37].

Lönberg-Holm makalesinde; “Etik değerlere sahip olan profesyonel mimar, müşterinin geçici isteklerine yanıt veren bir işadama dönüştü. Yenilikçi ve ilerici mimar ise bu sorunun kendi profesyonelliğinin eksik taraflarından kaynaklandığını kabul etti ancak, bu ikilemle baş edecek güce de sahip değil. Yalnız ve desteksiz bir işadamı olarak, araştırma projelerini gerçekleştirmesi imkansız gibi görülürken; daha da önemlisi, bunu yapma isteği müşteri ile arasında gerilim yaratmaktadır,” demiştir Lönberg-Holm [38].

Yapı malzemeleri sektöründe, malzeme seçimine yönelik bilginin paylaşılmasının sağlanması için, yerelde kabul edilen yapı enformasyon sistemlerini kullanan ya da kendi sistemini oluşturan, farklı özellikler ve kullanıcı kitlelerine sahip çeşitli kaynaklar da bulunmaktadır. Üretici birlikleri, dernekler, enstitüler, bazı kamu kurum ve kuruluşları ile bazı özel kuruluşlardan çeşitli yapı malzemelerinde bulunması gereken özellikler ve uyulması gereken standartlar hakkında bilgi edinilebildiği gibi; söz konusu kurum ve kuruluşların yayınladığı kitap, süreli yayın, katalog ve broşürlerden yapı malzemeleri ile ilgili bilgi edinilebilmektedir.

İTÜ Mimarlık Fakültesi’nde yapılan araştırmanın sonucunda, Türkiye’de bu kapsamda ele alınan enformasyon kaynakları üzerinden yapılan değerlendirmelerde, aşağıdaki sorunlar saptanmıştır.

“- Yapı üretim sürecinin gerçekleştirme aşamasında teknik şartname hazırlamak veya alternatif yapı malzemeleri arasından en uygun ürünü seçmek durumunda kalan kullanıcının başvuracağı kaynaklar içinden yapı malzemesine ilişkin güncel ve teknik enformasyona erişebilmek için yoğun çaba harcanması gerekmektedir.

- Yapı malzemesi hakkında elde edilen teknik enformasyon belirli bir formatta değildir. Dolayısıyla kullanıcının piyasada bulunan benzer nitelikteki ve aynı kategorideki diğer ürünlerle karşılaştırma yapması ve kullanım amacına uygun ürünü belirlemesi zorlaşmaktadır.

- Herhangi bir yapı malzemesi hakkında üretici firma tarafından kullanıcıya yönelik hazırlanan broşürler ve kataloglar, daha çok ürünün reklamına ve satışının artırılmasına yönelik genel bilgileri içermektedir. Dolayısıyla bu tür yayınlarda yapı malzemesi hakkında tüketiciyi bilgilendiren ve yönlendiren nesnel teknik enformasyona yer verilmemektedir. Kaldı ki, söz konusu yayınlarda yer alan, yapı malzemesi bilimine ait

teknik terimler, özellikle de ürün ithal ise, Türkçe yapım dilinin yanlış yönlendirilmesine ve meslek argosunun oluşmasına yol açmaktadır.

- Yapı malzemesinin yayınlarda belirtilen performansının kabul edilebilir olması, söz konusu yapı malzemesinin birlikte kullanıldığı diğer yapı malzemeleri ile ya da seçilen yapım yöntemi ile uyumlu olduğu anlamına gelmemektedir.
- Kataloglardan yararlanılarak bir yapı malzemesinin seçimi söz konusu olduğunda, katalogda yer alan bir yapı malzemesinin ülkenin her bölgesinde kolaylıkla ve ucuz bir şekilde elde edilmesi söz konusu olamamaktadır.
- Yapı malzemesi üretim ve kullanım aşamalarını denetleyen resmi otoritenin, etkin bir şekilde çalışmadığı gözlenmektedir. Üretici ve dağıtımı yapan firma tarafından sağlanan enformasyonun doğruluğunu denetlemek; seçeceği yapı malzemesinin uygulanacağı yere özgü kabul edilmiş standartları ve yönetmelikleri sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek kullanıcıya kalmaktadır” Taş, Tanaçan ve Yaman [4].

Kullanıcılara yapı malzemeleri konusunda bilgi sağlayan katalog ve broşürler, piyasaya hızlı bir şekilde sürülen yeni yapı malzemelerinin hızında güncellenmek amacıyla, yazılı kaynaklar yerine online kaynaklar olarak sunulmaktadır. Bugün tüm dünyada yüzlerce web sitesi yapı malzemelerinin tanıtımı konusunda hizmet vermektedir. Söz konusu web sitelerinin yapısı; sitenin oluşumuna destek veren firma veya kuruluşların finansal büyüklüğüne, kullanıcı profiline, kapasitesine, hizmet vereceği ölçek ve büyüklüğe bağlı olarak değişmektedir Taş, Tanaçan ve Yaman [4].

Mimarın inşa ettiği yapı, güvenli, işlevsel ve ekonomik olmalıdır. Bu gereksinimlerin karşılanması ise, yalnızca tasarım aşamasında uygun formların kullanımı ile değil, yerinde malzeme seçimi ve yapım sisteminin bilinçli kullanımı ile mümkün olabilmektedir Mimar, uygun malzemeyi nasıl seçeceğini, malzemenin çeşitli durumlar karşısındaki davranışını, standart özelliklerini bilmeli; kullanım yerine göre malzeme, geometri, birleşim detayları ve üretim yöntemleri konusunda testler yapabilmelidir.

3.4 Mimari Bilgisayar Yazılımları ve Yapı Bilgi Modellemesinin Malzeme ile İlişkisi

Bilgisayar destekli tasarım araç ve yöntemleri, 1960’lardan bu yana mimari araştırmaların konusu olmuştur. Ancak, 1980’lerde kişisel bilgisayarların ortaya çıkışı ve

CAD uygulamalarının geliştirilmesi, bilgisayarın mimari tasarım ve uygulama alanında daha etkin kullanılmaya başlanmasını sağlamıştır.

Mimari tasarım sürecinde bilgisayar kullanımının araçsallaştırılma yöntemleri arasında önemli farklar vardır. Yapıların büyük bir bölümü, dijital biçim tanımlama özelliğinden yararlanılarak, uzun süre önce oluşturulmuş tasarım yöntem ve süreçlerinin devamı niteliğinde kodlanmış CAD yazılımları ile projelendirilmektedir Menges[4].

Günümüzde yaygın olarak kullanılan CAD yazılımlarında, binanın tüm bölümlerinin geometrisi, belirli bir işaretleme sistemine dayalı olarak tanımlanmıştır. Mimar, bu sistem içindeki temsil tekniklerinden yararlanmaktadır. CAD yazılımları, daha önceki analog çizim ve modelleme tekniklerini taklit eden bir sistemle kurgulanmışlardır. Yapı malzemeleri ise bu tür CAD yazılımları içerisinde, ayrıca tanımlanmamıştır.

Usta ve mimar arasındaki ayrılma ile ifade edilebilen, uygulama süreçlerinin tasarım süreçlerinden ayrılmasından bu yana, tasarımcılar temsil tekniklerini, inşaatla ilgili planlama, görselleştirme ve açıklama aracı olarak kullanmışlar; bu durum mimarının esas nesnesi olan yapı malzemelerini de katalog ve broşürlerden seçilerek, tablolarındaki uygulama teknikleri ile uygulanacak nesneler haline getirmiştir.

“Çalışma sürecinin hızı, aktarılabilirliği ve kesinliği açısından bir üstünlük olduğu ve genellikle eğri çizgisel yüzeyler ve biyomorfik şekiller yoluyla biçimsel repertuarının genişlediği söylenebilir. Ancak temel düzeyde bu uygulamalar, uzun süre önce oluşturulmuş tasarım yaklaşımlarının kapsamının dijital olarak genişletilmesinden oluşmaktadır. Kullanılan tekniklerin temsili özelliğine yoğun bir vurgu yapan bu yazılım paketleri, tektonik unsurları açık geometri ve metrik boyutlar yoluyla tanımlamayla sınırlıdır. Bunlar oluşturulacak malzeme, yapı ve biçimin özelliklerini ve mantıklarını sadece tahsis edebilirler, ancak birleştiremezler. Fiilen inşa edilmiş çok sayıda projede, dijital biçim belirleme ve binanın malzemeleşme gerçekliği arasındaki bu uyumsuzluk, maalesef kalite ile ilgili sorunlara ve hayal kırıklığına neden olmuştur. Bu nedenle biyomorfik binalar ve doğa arasındaki ilişki sadece biçimsel düzeyde kalmaktadır. Ancak, bilgisayara dayalı tasarım süreci, mimarlık tarihine sadece başka bir tarzı eklemek yerine, doğadaki daha yüksek işlevsellik ve entegrasyon seviyesi ilkelerine çok

daha temel bir biçimde yaklaşmamızı sağlamakta ve genişletilmiş bilgisayar teknikleri ve teknolojileri yoluyla yeni tasarım biçimleri ortaya koymaktadır” Menges [4].

CAD yazılımlarında yeni bir çağ başlatan Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), yapı projelerinde tasarım ve belgelemeye yeni bir yaklaşım getiren bütünleşik bir metodolojidir. Yapının tasarım, üretim ve bakım süreçlerinden oluşan yaşam döngüsünün kontrol edilebilmesini sağlayan Yapı Bilgi Modellemesi, aynı zamanda yapıya dair tüm bilgileri içeren modelini çıkartarak belgeleme ve görselleştirme yapılabilmesini sağlamaktadır [39]. Yapı Bilgi Modellemesi, aynı zamanda mimari tasarım, üretim ve bakım sürecinde rol alan tüm aktörlerin de bir arada çalışmasına imkan vermektedir.

Georgia Institute of Technology’den Charles Eastman’ın terminolojiye soktuğu “Yapı Bilgi Modellemesi”nden, 1970’lerin sonlarına doğru Eastman, *“Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction”* kitabında ve o dönemde yayınlanan bildirilerinde bahsetmiştir. Daha sonra ise, YBM’nin terim olarak gerçek anlamda ilk kullanan kişi Autodesk firmasının yapı endüstrisi stratejisti Phil Bernstein olmuştur. Jerry Laiserin ise YBM’nin popüler ve standart bir şekilde, Graphisoft, Bentley Systems ve Autodesk tarafından yapı sürecinin dijital temsilini ifade eden terim olmasını sağlamıştır. Laiserin’in de üzerinde durduğu gibi, YBM’ni kullanan ilk bilgisayar destekli tasarım yazılımı 1987 yılında piyasaya çıkan Graphisoft ArchiCAD yazılımıdır [40].

YBM’nin temel özellikleri, yapıyı tanımlayan tüm verilerin bir arada tutulduğu dijital veri tabanı ile çalışması, yapılan revizyonların veri tabanına işlenerek diğer tüm belgelere otomatik olarak yansıtılması ve tasarım süreci boyunca toplanan tüm verilerin ileriye yönelik bilgi deposu oluşturmalarıdır.

Geleneksel çizim ve CAD yazılımları, bir tasarımı geometrik şekiller olarak resmetmektedir. YBM ise tasarımı, duvarlar, kolonlar, iş programları, plan görünüşleri gibi akıllı objeler ve elemanlar olarak tanımlamaktadır. Tüm bu parametrik eleman ve objeler, tek bir modelde toplanmaktadır.

Bununla birlikte, yapı bilgi modellemesi olarak piyasaya sürülen bilgisayar destekli tasarım yazılımları içerisinde, yapı malzemeleri mimara malzeme alanında belirli

katalogların sınırlarında, belirli üretim yöntemleri ile gerçekleştirilecek uygulamalar sunmaktadır. Mimarın, malzeme tanımlama aracını kullanarak, farklı ihtiyaç performansları için deneysel malzeme kullanımlarını araştırma şansı bulunmamaktadır.

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE MALZEME SİSTEMLERİ İLİŞKİSİ

Günümüzde mimarlık mesleğinin, kültürel, sosyal, ekonomik ve özellikle de çevresel anlamda karmaşık problemlere çözüm getirmesi beklenmektedir. Bu sorumluluk, tasarlanan yapıım sistemi ve kullanılan malzemelerin, birbirine zıt talepler ve parametrelerin karşılıklı optimizasyonu ile tasarlanması için çeşitli stratejiler ve taktiklerin düşünülmesini gerektirmektedir. Buna yanıt olarak bilgisayar teknolojileri, sadece dijital görselleştirme aracı olarak değil, malzeme, imalat ve yapıım süreçlerinin doğal kapasitelerini de ön plana çıkartabilen araçlar olarak kullanılabilmektedir. Bu düşünceyle mimar, sadece son ürünü değil, pek çok aktörün rol aldığı bütünleşik süreci de tasarlamakla görevlidir.

Güncel mimari problemlere çözüm olarak karşımıza çıkan endüstriyel yapı sistemlerinde, ekonomik ve çevresel faktörlerin yanı sıra konstrüksiyon, strüktür ve birleşim detayları da önemli girdilerdir. Form yaratmanın, geleneksel “tavandan tabana” metodu, yerini form bulmanın “tabandan tavana” metoduna bırakmıştır. “Tabandan tavana” metodunda, yapı malzemelerinin de önceki yöntemlerin tersine, tasarımcı/mimar tarafından bir katalogdan ürün olarak seçilerek kullanılması değil, malzemenin teknik verileri ve kullanılan araçların imkanları doğrultusunda ortaya konan ürünle yapının tasarlanması söz konusudur Jensen, Mortensen, Mullins ve Kirkegaard [6].

4.1 Malzeme Sistemi Kuramının Tanımı ve Öğeleri

“Sunulabilecek olan hesaplama dayalı yaklaşım, mevcut tasarım süreçlerinin doğasını sorgulamaktadır; ancak mimar yerine bilgisayarın konulması için yapılmış bir çağrı değildir. Bu yaklaşımda mimarlar, işlev yüklenerek ya da yapılabirlik açılarından daha sonradan çözüme kavuşturulan ölçsüz biçimler yerine, üretme gücüne sahip bilgisayarlı hesaplama yöntemlerinin içine kodlanmış olan biçimlenme ve malzemeleşmenin her ikisinin birleşik mantığı ile özgün malzeme ve yapım sistemini tanımlama olanağı bulacaktır” Menges [5].

Menges [5], malzeme sistemlerinden, malzemelerin kendine has özellikleri ve üretim sürecinden kaynaklanan, bu şekilde mekanı tanımlayan, yük taşıyan, enerji ileten ve depolayan unsurlardan oluşan yapı sistemlerini kastetmektedir. Malzeme sisteminin temelindeki veri grubu, yapının farklı sistemlerine özgü niteliklerinin karşılıklı bağımlılık ve etkileşimlerinin elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Malzemeye ait fiziksel özellikler, üretim ve montaj süreçlerinin verdiği imkanlar ve tanımladığı sınırlar arasındaki karmaşık ilişkileri tasarım ve üretim sürecinde temel bilgi grubunu oluşturmaktadır.

Malzeme sistemleri, endüstri devrimi sonrasındaki yöntemlerin tersine, malzemenin özellikleri ve davranışının veri olarak tasarım ve üretim sürecine sokulduğu; bu özellikler ve davranışların bilgisayar destekli tasarım ve üretim araçları sayesinde gözlemlenerek, mimari yapım sürecinde etkili olmasının sağlandığı bir metodolojiyi ifade etmektedir Jensen, Mortensen, Mullins ve Kirkegaard [6].

Malzeme sistemlerinin oluşturulabilmesi, malzeme özellikleri, üretim yönteminin sınırlandırmaları ve geometrik davranışı içeren mantık-tabanlı, parametrik ve türetken bir tasarım yöntemini gerektirmektedir. Sistemin kurgulanmasında dört öge önemlidir; biçimsel davranış, üretim yöntemlerinin olanakları ve limitleri, birleşim mantığı ve malzemenin kendine has özellikleri. Sistem, farklı performans gereksinimlerine adapte olabilmek için, malzeme, malzemenin biçimsel davranışı ve kullanılacak üretim yönteminin limitleri göz önünde bulundurularak tasarlanmaktadır Jensen, Mortensen, Mullins ve Kirkegaard [6].

4.2 Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim ile Malzeme Sistemleri İlişkisi

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemleri günümüzde geldikleri noktada, her türlü formun dijital olarak görselleştirilmesinin yanı sıra yapıya ait tüm bilgiyi de bu barındırmaktadır. Üretim, bu bilginin *Computer Numerical Control* (CNC) yöntemi sayesinde doğrudan makinelerle gönderilip üretilmesine de imkan sağlamaktadır. Bilgisayar yazılımları tarafından mimara sunulan özgür sanal ortamda oluşturulan tasarımların sonuç ürüne dönüşmesi, malzeme, üretim araçları ve yöntemlerinin elverdiği oranda gerçekleşebilmektedir.

Bilgisayar destekli tasarım araçları, tasarımda “form bulma” yöntemleri konusunda oldukça gelişmiştir ve pek çok metodoloji üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Bu formların üretilmesi amacıyla yapılan deneysel çalışmalar ise geçmişten günümüze teknolojiyle paralel evrilmiş olan yapı malzemelerinin üretimi ve başkalaşmasını tetiklemiştir. Tasarım ve üretim arasındaki bağ kuvvetlenirken, bu süreçte yapının farklı performans gereksinimlerinin de karşılanmasında bu yöntem ve araçlar kullanılabilmektedir.

Mimari tasarım ve üretim süreçlerinde, temsil ile üretim arasındaki etkileşim her dönemde varlığını sürdürmüştür. Mimarlar, neyi inşa ediyorsa onu çizmiş; neyi çiziyorlarsa onu inşa etmişlerdir. Yeni teknolojiler ve metodolojiler, sanal ortamda oluşturulan tasarım ile sonuç ürün arasındaki uçurumun kapanmasını sağlamıştır.

Farklı parametrelerin birleşimi, malzeme deneylerinden alınan veriler gibi karmaşık ilişkilerle kurgulanan malzeme sistemlerinin, öncelikli olarak dijital ortamda hesaplamalı alt yapısının oluşturulmaktadır. Hesaplamalı tasarım altyapısının, açık ve genişleyebilir bir parametrik yapıya sahip olması beklenmektedir. Bununla birlikte, malzeme sistemi mantığına dayalı hesaplamalı altyapının, malzeme sistemlerinin ana öğeleri olan geometrik davranış, üretim yöntemlerinin olanakları ve limitleri, birleşim mantığı ve malzeme karakterine entegre olabilmesi gerekmektedir Jensen, Mortensen, Mullins ve Kirkegaard [6].

Malzeme sistemlerinin tasarlanması ve üretilmesi için hesaplamalı tasarım altyapısının kurulması ve sonraki üretim aşamalarında, bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemlerinin bilinmesi ve gelişmelerin takip edilmesi gerekmektedir.

4.2.1 Bilgisayar Destekli Tasarım Yöntemleri

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi, mimaride form, mekan ve malzeme açısından mimarı daha önce olmadığı kadar özgür hale getirmiştir. Temsil ile inşaat arasındaki etkileşim artmıştır. Bilgisayar destekli üretim, zengin mimari keşif ve yeniliklerin yolunu açan bir tasarım devrimini teşvik etmiştir. Dijital üretim ve malzeme konusunda, bu doğrultuda pek çok teknik geliştirilmiştir. Bunların nasıl kullanıldığı ise ortaya çıkacak ürünün niteliğini etkilemektedir.

Dijital Tasarım Yöntemleri; parametrik tasarım, türetici tasarım/biçim gramerleri, evrimsel sistemler/genetik algoritmalar, animasyon teknikleriyle tasarım ve performansa dayalı tasarım olmak üzere beş başlık altında toplanmıştır.



Şekil 4. 1 Waterloo İstasyonu

Parametrik Tasarım arayüzü, tasarım sürecindeki her aşama, hafızaya alınarak, sonuç ürüne ulaşılmasını sağlayan geniş ölçekli bir veritabanıdır. Tasarımın her aşamasında, kararlar geri alınıp, değiştirilip yeniden gözden geçirilebilir. Parametrik tasarım, genel anlamıyla bir dizi parametrenin tasarım sürecinin herhangi bir aşamasında değiştirilmesi, tasarımın yenilenmesini mümkün kılmaktadır. Parametrik tasarımda değişen formdan ziyade parametrelerdir Burry [41].

1993 yılında Nicholas Grimshaw ve ortakları tarafından inşa edilen Waterloo İstasyonu, tasarıma parametrik yaklaşımın kavramsal ve gelişimsel avantajlarının kullanıldığı bir

örnektir. Çatı strüktüründe yer alan birbirinden farklı aynı niteliğe sahip yaylar, teker teker modellenmemiş, birbirinden farklı ancak aynı niteliksel özelliklere sahip yapı elemanlarıdır. Oluşturulan parametrik modelde, bütün kirişler ilk modelden türetilmiştir.

Bilgisayar ortamında kurulan **Türetici Tasarım Sistemleri**, belirli bir biçim grubundaki elemanların çeşitli kombinasyonlarının belirlenmesine dayalı çözümlerin sistematik olarak araştırılmasını mümkün kılmaktadır. Mimari tasarım sürecinde, nesneler arasında belirlenecek bir dizi kurala bağlı olarak, belirli bir biçimin çeşitli tekniklerle dönüştürülmesi ve yeni biçimler elde edilmesine dayalı bir yöntemdir Kolarevic [7]. Bu yöntemde, biçimlerle aritmetik tasarım yapılması da biçim gramerleri kuramı ile gerçekleştirilir.

Evrimsel Sistemler ya da başka bir deyişle **Genetik Algoritmalar**, mimari tasarım sürecinde, doğadaki evrimsel sürecin bilgisayar ortamında üretilen modelleri geliştiren metaforlar olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Mimari tasarımda genetik algoritmalar oluşturulması için şifreleme sistemi oluşturan bir genetik dil kullanılmaktadır. Mimari kavramlar, türetici kurallarla ifade edilerek ve bilgisayar ortamında oluşturulan modellerle evrim süreci ve gelişimleri hızlandırılmakta ve test edilmektedir. Oluşturulan modeller, simüle edilmiş bir ortamdaki performanslarına göre değerlendirilirler ve prototip biçimin gelişimi bilgisayar ortamında canlandırılır. Kısa bir sürede çok fazla sayıda evrimsel adım gerçekleştirilerek sonuç ürüne ulaşılır.

Mimari tasarımda genetik algoritmalarından yararlanmanın yolu, tanımlanan ya da çelişen ölçütlerin açıklanması, seçilmesi ve inşa edilen biçimin çevresiyle olan etkileşimine göre metabolik ve morfolojik süreçlerin programlanmasıdır. Bu konular çözüme kavuştuktan sonra, bilgisayar tasarım aracı olmaktan çok evrimsel sürece ivme kazandıran bir türetici güç olarak tanımlanabilir Kolarevic [7].

Animasyon Teknikleri İle Tasarım, bilgisayar teknolojilerinin yardımıyla mimari tasarımların canlandırılmasına imkan sağlamaktadır. Mimaride animasyon teknikleri, başlangıçta diğer tüm teknikler gibi temsil aracı olarak kullanılmış olsa da Greg Lynn'in öncülüğünde bu durum değişmiş; animasyon yöntemleri tasarım amaçlı kullanılmaya

başlanmıştır. Animasyon bir biçimin ve onu şekillendiren güçlerin evrimini içermektedir Lynn [42].

Performansa Dayalı Tasarım: Mimarlar ya da kullanıcılar, inşa edilen binaya iki şekilde bakarlar; tasarım ya da üretim tekniklerinin kullanımıyla ortaya çıkan sonuç ürün ya da pek çok pratik ve düşünceyi temsil eden yapı. Bunlar bir yana, aslında yapının kendisi performansı ile varolmaktadır. Burada ise karşımıza çıkan soru şudur; mimaride performans nasıl ifade edilmektedir?

Performans kelimesi mimaride yeni kullanılan bir kavram değildir, fakat nasıl kullanıldığı çok önemlidir. Mimaride performans denildiğinde, aklımıza bir makine ya da motorun çalışma şekli mi yoksa bir tiyatro sahnesinin ya da konserin nasıl olduğuyla ilgili değerlendirme ölçütü mü gelmelidir? Bunun yanıtı ise yeni bir soruda gizlidir; mimari yapı nasıl eylem gösterir?

Performansa dayalı tasarımın mimari pratikteki karşılığı, tasarlanacak binadan en uygun verimi almaktır. Şehir, manzara, sirkülasyon gibi bina performansını etkileyen parametreleri kullanarak, yeni bir tasarım yöntemi ortaya çıkartılmaktadır. Bilgi akışı ve simülasyon tekniklerine bağlı yöntemde, yapı finansal, mekansal, sosyo kültürel ve teknik açıdan incelenebilmektedir.

4.2.2 Bilgisayar Destekli Üretim Araç ve Yöntemleri

Günümüzde endüstriyel üretimde kullanılan makineler, mimaride de yapı elemanlarının üretilmesinde kullanılabilmektedir. Tasarlanan yapı parçasının üretilmesi, bilgisayardan doğrudan üretim araçlarına bilgi aktarımı ile mümkün olmaktadır. CNC makineleriyle imalatın sağladığı olanaklar, çift eğrili yüzeylerin de bilgisayarda tasarlanıp üretililebilmelerine imkân tanımıştır.

Dijital üretim teknolojileri, dört farklı üretim yöntemine dayanmaktadır. Bunlar; CNC kesimi ile iki boyutlu üretim, çıkarma işlemine dayalı üretim, ekleme işlemine dayalı üretim ve biçimlendirmeye dayalı üretimdir.

İki Boyutlu Üretimde, lazer ışını, su-jeti ya da plasma-arc teknikleriyle iki eksen üzerinden hareketle kesim işlemi gerçekleştirilmektedir. Lazer kesiciler, yüksek basınçlı karbondioksit gazıyla kızıl ötesi ışığın birleşimi sonucunda malzemenin erimesi veya

yanmasıyla kesim işlemini gerçekleştirmektedirler. Su-jeti ile kesimde yüksek basınçlı su ile kesilecek malzemeyi aşındıracak parçalar karıştırılır, küçük bir ağızdan malzeme üzerine uygulanır, keskin ve hatasız kesim gerçekleştirilir. Plasma-arc tekniği, sıkıştırılmış gazın kesim işleminde kullanılmasıyla uygulanmaktadır.

Çıkarma İşlemine Dayalı Üretim tekniğinin temel mantığı, ana malzemedan parçaların çıkartılmasıdır. Elektronik, kimyasal ya da mekanik azaltma yöntemleriyle üç boyutlu katıların öğütülmesi işlemi gerçekleştirilir. Matkap ucu, genellikle yükselip alçalarak Z ekseninde de hareket edebilmektedir. Daha karmaşık şekillerin çıkartılabilmesi için üç eksenli hareketin yetmediği yerlerde, dört ya da beş eksenle çalışabilen başlığa sahip makinelerden yararlanılmaktadır.

Ekleme İşlemine Dayalı Üretimde, öğütme ya da çıkarma işlemlerinin aksine katman üretilmesi söz konusudur. Katmanlı üretim, katıların serbest formlu üretimi, hızlı prototipleme ya da masaüstü prototipleme gibi üretim teknikleriyle anılan yöntem, temelde iki boyutlu katmanların kesilip bir araya belirli bir mantıkta getirilerek, doğrudan makineye aktarılan bilginin üretilmesini içermektedir.

Biçimlendirmeye Dayalı Üretimde, mekanik güçler, ısı ya da buhar yardımıyla malzemenin şekli bozularak, çift eğrili birleşik yüzeyler ya da düzlemsel eğrilerin şekillendirilmesi sağlanmaktadır Kolarevic [7].

Iwamoto [8], dijital üretim ve malzeme tekniklerini kesit alma, mozaik döşeme, katlama, konturlama ve biçimlendirme olarak beş metod altında değerlendirmiştir.

Kesit Alma Metodu (Sectioning)

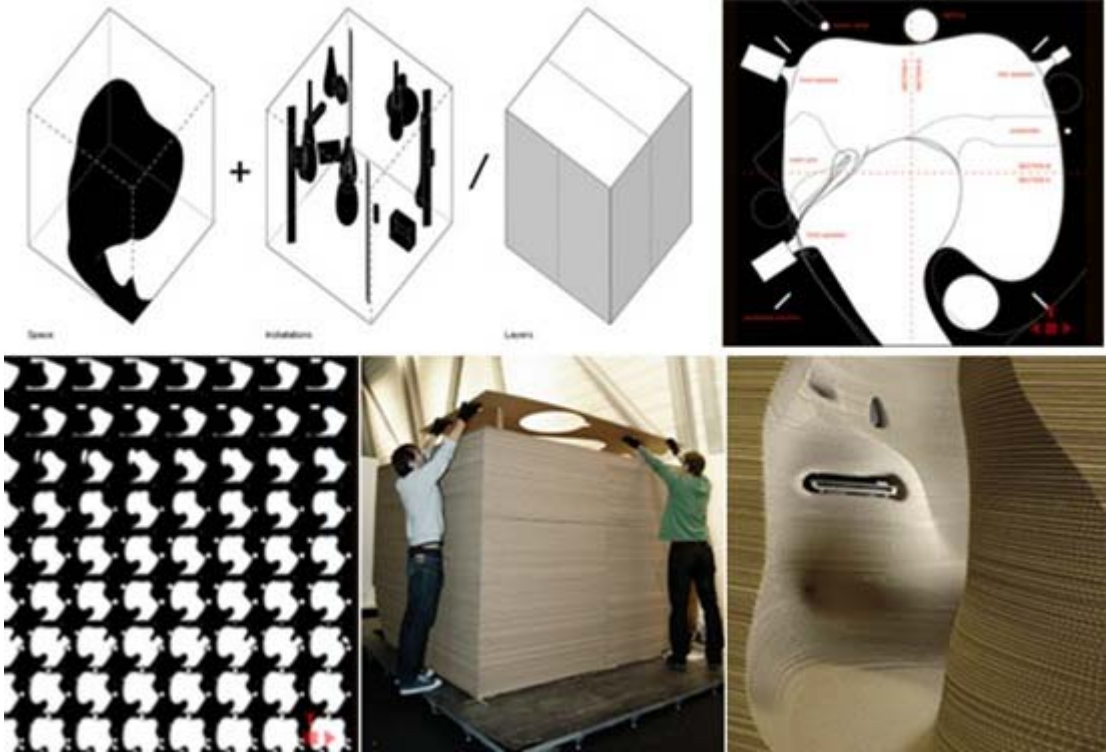
Geçmişten günümüze, mimarların en çok kullandıkları, öncelikli tasarım ve temsil araçları ortografik (dikçizgisel) izdüşüm metodlarıdır. Dijital üretim metodları arasında da bu yöntem öne çıkmaktadır. Bilgisayar modellemesinin mimaride kullanımı, izdüşüm metodlarını iki boyutlu tasarım egzersizi olmaktan çıkarıp kompleks geometrilerin üretilmesinde kullanılan zor ama etkili bir yönteme dönüştürmüştür.

Kesit alma yöntemi ile yüzeyin bütünüünün inşa edilmesi yerine, yüzey çizgilerini takip eden bir seri profil üretilmektedir. Modelleme programlarındaki kesit alma araçları, paralel kesitlerin kolayca alınmasını sağlamaktadır. Kesit alma yöntemi dijital

tekniklerle doğrudan bağlantılıymış gibi görünse de aslında, inşaat sektöründe uzun bir geçmişe sahip. Uçak ve gemi inşasında kullanımı oldukça sık olan yöntemi, dijital çağ öncesinde Le Corbusier Ronchamp Şapeli'nin çatısında da kullanmıştır. Le Corbusier, Ronchamp kitabında çatıyı şu şekilde anlatır; "17 cm kalınlığında ve hepsi birbirinden farklı yedi dayanıklı ve düz kiriş"

Kesit alma yönteminde azımsanmayacak sayıda inşa tekniği kullanılabilmektedir. İki ya da üç akslı, su-jeti ve plasma-arc kesiciler ve daha pek çok CNC makinesi, iki boyutlu çizim bilgisinin aktarılmasıyla doğrudan malzeme üzerinde kesim yapılmasına imkan sağlıyor. Bununla birlikte kompleks geometrilerle yapılan modellemenin fiziksel sonuçla bire bir örtüşmesi, doğru malzemenin doğru teknikle kullanımı sonucunda gerçekleşebilmektedir. Üç boyutlu modelleme ile inşa edilen arasındaki uyum, dijital üretim teknolojilerinin en önemli avantajıdır Iwamoto [8].

Kesit alma metodu ile üretilen çalışmalara Helsinki Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi'nde 2005 yılında düzenlenen yarışmada birinci olan, Martti Kalliala, Esa Ruskeepää ve Martin Lukasczyk tarafından tasarlanan pavyon örnek gösterilebilir. Yarışma şartnamesinde, 2.5 m³ alanda farklı bir müzik deneyiminin yaşanabileceği bir yapı istenmiştir. Mafoombey, 3D yazılım ve prototipleme yardımıyla deneyimlenerek üretilmiştir. Mağara gibi serbest formlu bir mekanın yaratılması gibi basit bir konseptte sahip olan tasarım için uygun malzemenin bulunması da oldukça önemlidir. Dijital ortamda tasarlanan biçimin uygulanmasında, hafif ve yumuşak geçişlerin doğru bir şekilde üretilmesi için katmanlı yapı, kesit alma metodu kullanılarak uygulanmıştır. Burada kullanılacak dijital üretim araç ve metodlarının yanı sıra, malzemenin özelliği de oldukça önemlidir. Pek çok malzemenin araştırılmasının ardından seçilen 7 mm'lik oluklu mukavva, ucuz, akustik açıdan mükemmel ve estetik açıdan da dikkat çekici bir sonuç ürün yaratmıştır. Mafoombey, 360 adet 2.5mx1.25m'lik oluklu mukavvadan CNC makinelerinin yardımıyla kesilerek, yapıştırıcı kullanılmadan kendi ağırlığıyla inşa edilmiştir.



Şekil 4. 2 Mafoombey [43]

AA DRL'nin 10. Yılı dolayısıyla düzenlenen yarışmanın birincisi [C]Space Pavyonu, 2008 yılında Alan Dempsey ve Alvin Huang tarafından inşa edilmiştir. Yarışmanın şartnamesinde, 13 mm'lik ince fiber öngerilimli kaplama betonunun, 10x10x5 m'lik bir pavyonda takılıp sökülebilen strüktürel eleman olarak kullanımı esas alınmıştır.

Pavyon, 10 m'lik ince fiber öngerilimli beton elemanların, sürekliliğini kaybetmeden, strüktürel eleman, kabuk, yer döşemesi ve mobilya olarak şekillenmesinden oluşmaktadır. Tasarım ile malzeme yeni bir boyut kazanmış, limitlerini zorlamıştır. Tasarımın geliştirilmesi aşamasında, dijital modeller ve fiziksel modellerle en uygun profiller ortaya çıkartılmış, takılıp sökülmesi için bir sistem kılavuzu ortaya konmuştur. Beton profillerin bağlantı noktaları basit çentik sistemi ve sipariş edilen lastik contalarla çözüme kavuşmuştur. Her birleşim noktasındaki açı birbirinden farklılaşarak devam etmektedir Iwamoto [8].



Şekil 4. 3 [C]Space[44]

Mozaik Döşeme Metodu (Tessellating)

Mozaik döşeme, Antik Roma'dan İslam Mimarisi'ne dünyanın her yerinde kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir form ya da yüzeyin oluşturulması için, parçaların farklı kombinasyonlarla yan yana getirilmesi olarak tanımlanabilecek olan yöntem, dijital teknolojilerin kullanımıyla güncel tasarım dünyasının da yeniden ilgisini çekmeye başlamıştır. Dijital teknolojiler, standart dışı üretim doğrultusunda, standart üretimin ekonomik maliyetini de aşmayan, oldukça çeşitli kombinasyonlarda ve modülasyon biçimlerinde uygulamalar yapılabilmesinin önünü açmıştır.

Mozaik döşeme metodu, geleneksel yargı ile mozaik, tuğla duvarlar, vitray pencereler, cephe panoları gibi yapı elemanlarını içine alıyor gibi görünse de, metod dijital tasarım terminolojisinde, benzer yüzeyleri, tek ya da çift eğrili, poligonal örgüleri ifade etmeye başlamıştır Iwamoto [8].

Eğrisel yüzeylerin üretimi, her zaman düz yüzeylere göre daha karmaşık ve pahalıdır. Mozaik döşeme yöntemi, geleneksel ya da güncel yapım yöntemleri ile uygulanan

binalarda oldukça sık karşımıza çıkmaktadır; seramik kaplamalar, dış cephe kaplamaları, tuğla duvarlar... Dijital teknolojiler ve standart dışı üretimle bu uygulamalar farklı bir boyut kazanmıştır.



Şekil 4. 4 West Coast Pavyonu [45]

Atelier Manferdini tarafından 2006 yılında tasarlanan West Coast Pavyonu, çok katmanlı ve eklemeli yapısıyla oldukça kapsamlı bir dijital üretim sürecinden geçmiş ve pek çok farklı dijital tasarım ve üretim aracı kullanmıştır. Ana strüktür, kesit alma metoduna benzer bir şekilde, MDF'den CNC makinesiyle baklava şeklinde kesilmiş ızgaralarla oluşturulmuştur. Filigran desenle oluşturulmuş yüzeyde ise tasarım ve üretim daha ayrıntılı ve dikkatli düşünülmüştür. Dolgu paneller, fraktal döşemelerle oluşturulmuş, modülasyonla değil bölüntülemeyle üretilmiştir. Bu nedenle desendeki parçalar farklı ölçülerdedir. Pavyonun bu kısmında kullanılan metal levhanın özelliği arka planda tutularak, 3 boyutlu bir görünüm kazandırılmıştır Iwamoto [8].

Bir dizi delik açılması sonucu ortaya çıkan atık malzeme de duvara ikinci bir boyut kazandıracak şekilde değerlendirilmiştir. Mimari kabuk kavramı, panellerin farklı bir şekilde bir araya gelişiyle anlam kazanmıştır.

Katlama Metodu (Folding)

Katlama metodu, iki boyutlu düz bir yüzeyin, üç boyutlu bir nesneye dönüşmesini sağlayan oldukça güçlü bir tekniktir, çünkü geometrik biçimle strüktürel dayanım sağlamaktadır. Düzlemsel malzemeye katlama metodu uygulandığında, malzeme rijitlik ve katılık kazanıp, uzun mesafeleri geçebilen ve kendi kendini taşıyabilen strüktürlere dönüşmektedir. Malzemenin kullanımı ekonomik ve görsel açıdan çekici hale getiren yöntem, farklı ölçeklerde de etkilidir. Mimaride katlama, teorik, biçimsel ve genel anlamıyla da malzemeye dair bir çalışmayı ifade etmektedir. Katlama ya da pileleme, yeni boşluklar ve alanlar yaratsa da malzemenin kendine özgü karakterini bozmamaktadır.

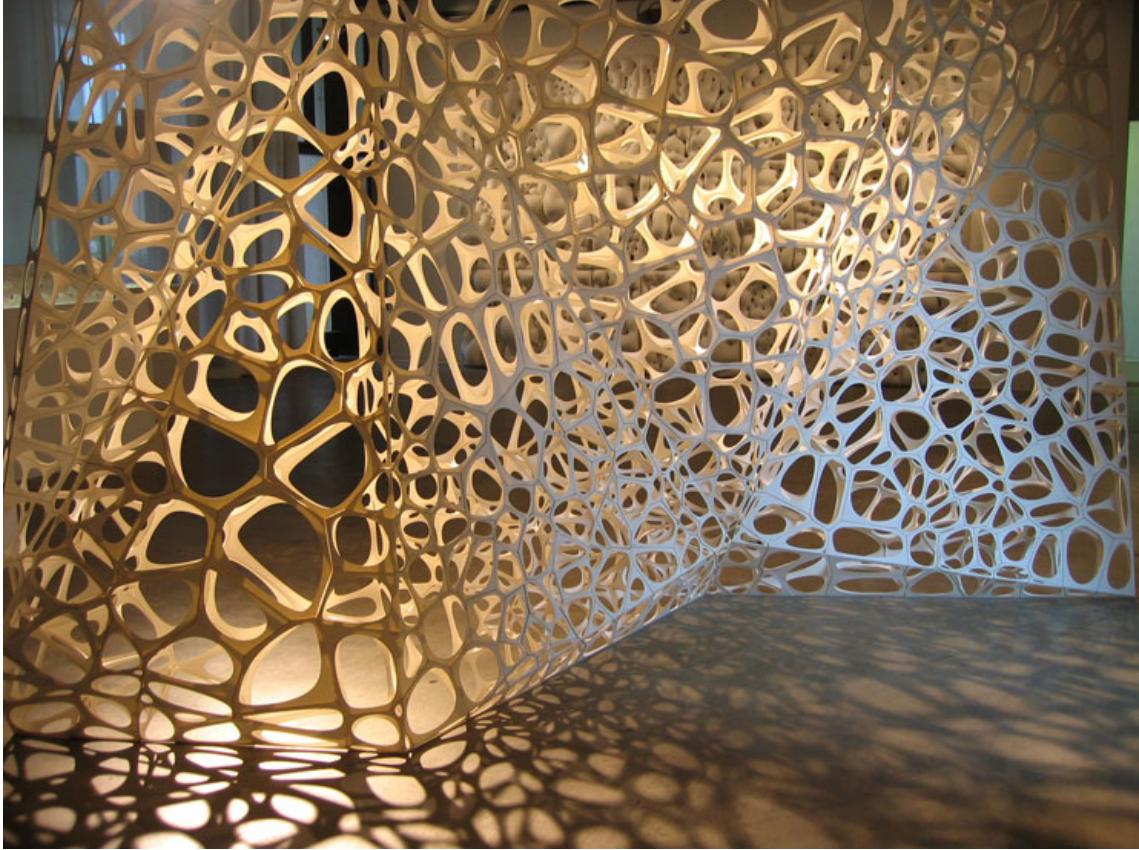
Geçtiğimiz 15 yıl boyunca mimarlar, bu metodu tamamen benimsemiş ve dereceli olarak artan yüzeyler, mekanlar ve formlarda kullanmışlardır. Katlama yöntemi yalnızca teoride ve konsept aşamasında kullanılmamış, malzeme tekniklerini de etkilemiştir Iwamoto [8].



Şekil 4. 5 Digital Origami[46]

2007 yılında Chris Bosse tarafından Sydney Teknik Üniversitesi'nde tasarlanan Digital Origami, doğadan alınan belirli bir modülün mimari mekan yaratmaya uygun olup olmadığı konusunda araştırılması amacını taşımaktadır. Buradaki temel düşünce,

herhangi bir yapıyı oluşturan küçük elemanların, tüm sistemin karakterine etkisini sorgulamaktır. Mercan kayalarının bir metafor olarak mimaride kullanıldığı ekosistemlerde, tekil bileşenlerin etkileşimi tüm çevreye karakterini verip, oluşmasını sağlamaktadır. 3.500 geri dönüşümlü karton molekülün birleşiminden oluşan Digital Origami, geleneksel mekan kavramsallığına yeni bir bakış açısı da getirmiştir.



Şekil 4. 6 C_Wall [47]

2006 yılında Andrew Kudless tarafından tasarlanan C_Wall, mimarların hücresel strüktürler konusundaki araştırmalarındaki son gelişmelerin örneklerindendir. Uydu navigasyonu, doğal çevre takibi, kentsel planlama gibi alanlarda kullanılabilen Voronoi algoritması, burada bir yapı elemanının tasarlanması için kullanımıyla karşımıza çıkmaktadır. Voronoi algoritmasının yapı elemanına sağladığı avantaj, dijital ortamda üretilen parçaların ve diğer nokta tabanlı bilginin üretime ve malzemeye aktarımının sağlanmasıdır. Bu işlemde noktalar, hacimsel hücrelere dönüş, hücreler katlama metodunun tersine açılarak CNC kesim makinesinin yardımıyla kesilip, bütün yapının oluşturulması sağlanmıştır Iwamoto [8].

Katlama metodunda bahsedilen, iki boyutlu levha elemanların dayanımının artırılması avantajı, en çok bu örnekte kendini hissettirmektedir. İnce kağıttan malzeme, hafif ama malzemesinin özelliğinin tam tersine oldukça dayanıklı bir duvara dönüşmüştür.

Konturlama (Contouring)

Yapı malzemeleri genellikle, taş tabakaları, kontrplaklar, yonga levhalar, MDF, alçı levhalar, alçı kompozitler ve benzerleri gibi tabaka halinde bulunmaktadır. Farklı kalınlıklarda olsalar da bu malzemeler, iki boyutlu yüzeylere sahiptirler.

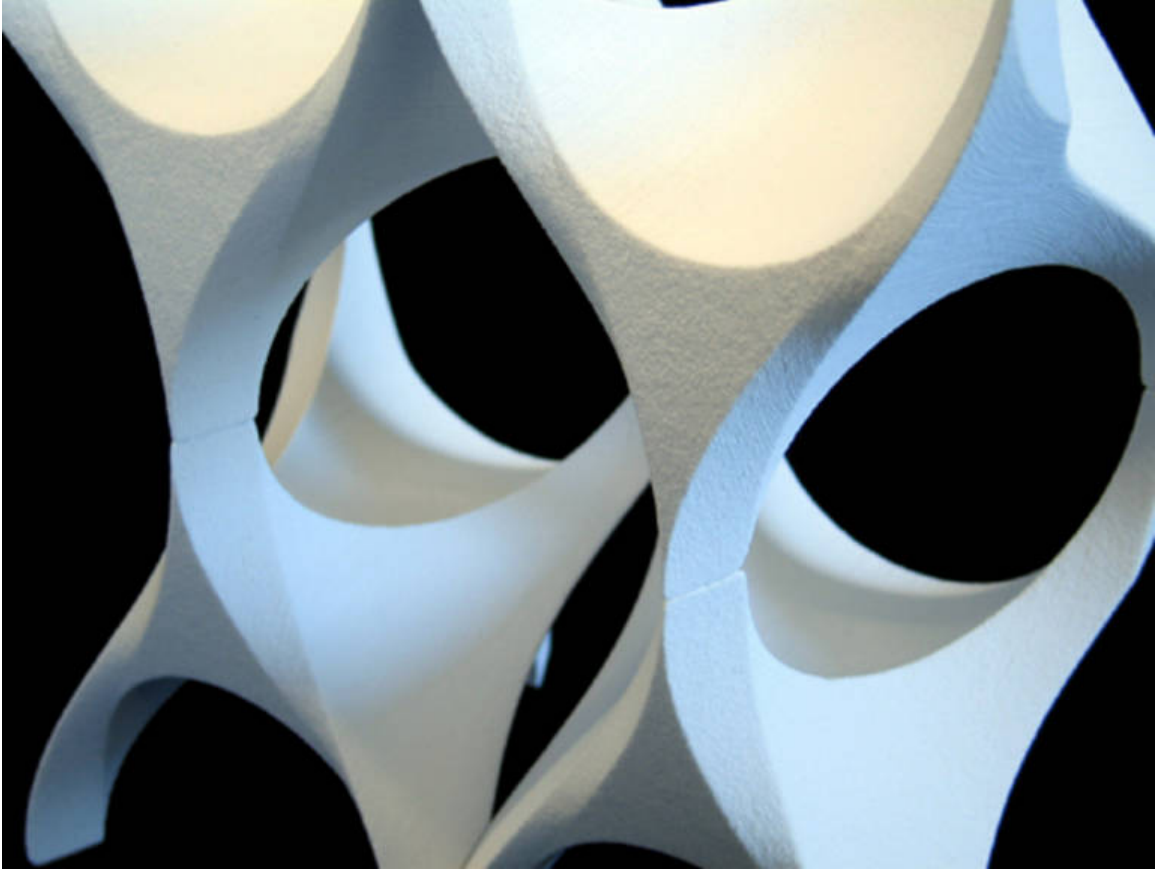
Konturlama metodu, bu iki boyutlu yüzeylerin yeniden şekillendirilerek, kabartmalara sahip olmalarını sağlamaktadır. Bu yöntem, çıkartma işlemine dayalı üretimle ilişkilidir. Bu üretim tekniğinde kullanılan makinelerin, aks sayılarındaki artış ve teknolojilerindeki gelişimle doğrudan etkileşim kurmaktadır Iwamoto [8].

Ahşap ve taş oymacılığı, mimarlığı yüzyıllardır etkileyen bir zanaat olsa da Endüstri Devrimi'ne kadar bu zengin geleneğin uygulamaları belirli sınırlar çerçevesinde yapılmıştır. Makineleşme öncesi el ile üretimde zaman ve ekonomik boyutu göz önünde bulundurularak, daha az sayıda ürün ve varyasyon ortaya konduğunu görmekteyiz.

Urban A&O tarafından 2006 yılında tasarlanan Bone Wall'un amacı, sürekli bir yüzey oluşturulup, bu yüzeyde ışığın duvarı bölüntülemesi ve depo, oturma gibi işlevlerin burada karşılanmasıdır.

Tasarımı parametrik hücre modellemesine dayanan duvarda, hücre ve yarı hücre formları, sürekliliği sağlayacak şekilde farklı açılarda bir araya getirilerek bütünü oluşturmaktadır. Her hücrenin aynı birbiriyle birleşmesini sağlayacak karakteristik özellikleri yani kontrol noktaları sabit tutulurken, yivlerin geometrisindeki değişimler, herbirinin diğerinden farklılaşmasını sağlıyor.

Yüksek yoğunluklu köpükten, 5 akslı CNC makinesi yardımıyla üretilen hücreler, yapıştırıcı yardımıyla bir araya getirilmiştir.



Şekil 4. 7 Bone Wall [48]

Biçimlendirme (Forming)

Biçimlendirmeye dayalı üretim yöntemleri kullanılarak, malzemenin yapısının değiştirilmesi biçimlendirme metodlarıyla mümkün olmaktadır. Günümüzde etrafımıza baktığımızda, biçimlendirme yöntemi ile üretilmiş pek çok nesne görmekteyiz; paketler, plastik oyuncaklar, cep telefonları, araç gövdeleri... Endüstrinin biçimlendirme yöntemi kullanmasının en önemli nedeni, küçük bir malzeme kütlesinden, pek çok ürün çıkartılabilmesidir. Biçimlendirme metodları, kitle üretiminde de en çok kullanılan yöntemlerdir Iwamoto [8].

Günümüzde bu metod, mimarideki yerini yapı elemanlarıyla bulmuştur. Donanım elemanları, cephe panelleri, strüktürel elemanlar ve mimari süslemeler gibi yapı elemanları, çoğunlukla biçimlendirme yöntemi ile üretilmektedirler. Bununla birlikte, bu metodla elde edilen ürünlerin ortak özelliği, kitle üretiminin kriterlerine de uyacak şekilde, tasarlanan ünitelerin gerekli olduğu kadar özelleştirilmiş birbirini tekrar eden dokulardan oluşmasıdır. Biçimlendirme metodları, kendi içlerinde dijital süreçler

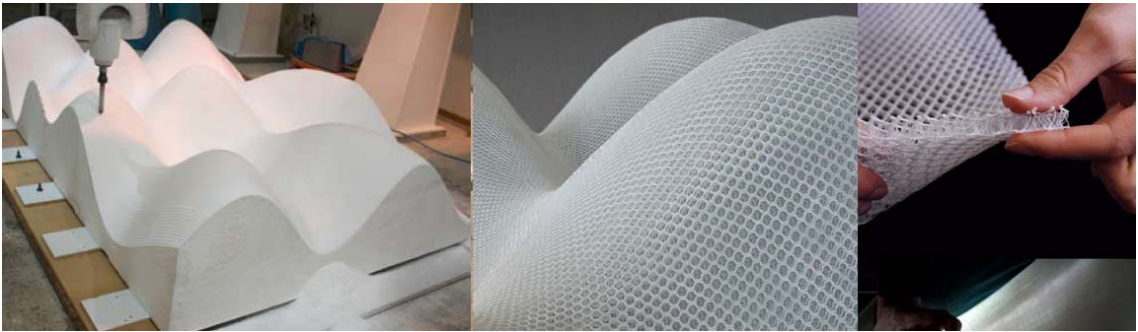
değillerdir. Dijital üretim, özelleştirilmiş kalıpların üretilmesinde kullanılmaktadır. Kalıbın standart dışı üretimi sürecinde, ekonomik açıdan avantaj sağladığından, dijital üretim yöntemleri biçimlendirme metodunu da özgür kılmıştır.



Şekil 4. 9 Lounge Landscape [49]

Prof. Achim Menges'in koordinatörlüğünde, Nicola Burggraf, Susanne Hoffmann, Steffen Reicherdt, Nico Reinhardt ve Yanbo Xu tarafından 2007'de tasarlanan Lounge Landscape, peyzajın bir yansıması olan ergonomik bir oturma birimidir. Belirli bir hacime sahip, boşluklu kumaşla sarı çok katmanlı kompozit malzemeden üretilen oturma birimlerinin tasarımı, çift eğrili kompleks formlara izin veren malzemenin birleşim potansiyeline göre oluşturulmuştur [49].

Lounge Landscape'in kalıbı, dijital ortamda parametrik olarak oluşturulmuş ve sonrasında 5 akslı CNC makinesiyle üretilmiştir.



Şekil 4. 9 Lounge Landscape [49]

4.3 Malzeme Sistemleri Alanında Ortaya Konulmuş Yaklaşımlar ve Öneriler

Endüstri Devrimi modern kapitalist sistemi yaratmış ve insanoğlunun malzeme geliştirme olanaklarını büyötmüştür. Ancak 18. yy'dan itibaren doğa, tarihte hiç olmadığı kadar çok tahrip edilmeye başlanmıştır. Bunun sebebi, insanoğlunun her

zaman yaşam koşullarının geliştirilmesi ve devamlılığı için üretmiyor oluşu, gereğinden fazla üretmesi ve tüketmesi, üretimde doğaya geri dönüşü göz ardı etmesi olarak sayılabilmektedir Çağlar [50].

Malzeme sistemlerinin gelişimi ve mimari üretim sürecine sokulmasıyla, mimari uygulamaların da çevresel koşullara adapte olabilmemesinin yolunun açılması söz konusudur. Bu alanda geliştirilmiş deneysel çalışmaların temelinde yatan düşünce de bu olmuştur.

Bilgisayar destekli çizim ve imalat teknikleri, mimarın uygulama alanını geliştirirken, biçimin de özgürce belirlenmesine neden olmuştur. Tasarımcı serbest biçimler yaratırken, mekanı da farklı kurgulama yetisi kazanmıştır. Ancak tasarımcının kullandığı bilgisayar programlarının ara yüzlerinin arkasındaki imaja bakılarak, malzeme ya da ölçekten bahsetmek olanaksızdır. Uygulanan tekniklerle temsil objesinin tanımlı aç ve geometri ile biçimlendirilmesinin ötesinde akışkan geometrilerin oluşturulması mümkün olmuştur. Greg Lynn'nin Blob duvarı varlığını CAD ve CAM teknolojisinin varlığına borçludur. Bu bakış açısına göre biçim zorla kabul ettirilir. Malzeme ise tasarım sürecine katılamaz ve edilgen bir tutuma bürünür. Seçilecek malzemeler, CNC makinesinin milinin girip kesebilecekleri ile sınırlandırılmıştır. Malzemenin biçim oluşturma sürecine katkısından bahsetmek olanaksızdır. Serbest biçime sahip dijital model, bilgisayar destekli imalat teknikleri yardımıyla maddeleşir. Oysa ki malzeme zekasının organizasyon oluşturma becerisi, kuşkusuz malzemeyi tasarım sürecinin en başına getirerek, süreci yönlendiren birincil değişkene dönüştürecektir Yazıcı [51].

4.3.1 Hesaplamaya Dayalı Morfogenez

Eski Yunanca'da "*morphe*" şekil, "*genan*" ise oluşturmak anlamına gelmektedir. Morfogenez ise biyoloji terimleri sözlüğünde, vücudun bir kısmının ya da özel bir organın şekil, büyüklük ve yapısındaki değişimi ifade etmektedir.

Doğada evrimsel gelişim ve büyüme sürecini ifade eden morfogenez, mimaride ise karmaşık organizasyon yapısı ve biçimin sisteme özgü malzeme kapasiteleriyle dışa çevresel etkiler ve kuvvetlerin etkileşiminden doğan polimorfik sistemleri türeten kuramsal bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu yaklaşımla ortaya konan karmaşık ve çok

işlevli yapılar, sistem bileşenlerinin kabiliyetini ortaya çıkartan, ardışık olarak çoğaltılmış ve başkalaştırılmış alt düzeneklerle örgütlenmiş olan hiyerarşik düzenlemelerdir.

Doğal morfogenezin en dikkat çekici özelliği, işlev, biçim ve malzemenin doğanın bir gereği olarak ayrılmaz bir biçimde bütünleşmesidir. Malzeme ile biçimin bu bütünleşmiş gelişme süreci, günümüzde kullanılan mimari tasarım yöntemleri ve uygulamalarıyla bir tezat sergilemektedir.

Çağdaş mimari, genellikle biçim tanımlamaya, malzemeleşmeye göre öncelik tanıyan, hiyerarşik ilişkilerle kurgulanan bir tasarım yaklaşımına sahiptir. Temsile yönelik bilgisayar teknolojilerini kullanan mimar, malzeme sistemlerinin doğalarından gelen morfolojik ve işlevsel kapasiteleri, büyük ölçüde göz ardı eden bir dizi tasarım ölçütü ile planlama yapmaktadır. Üretim ve yapım yöntemleri, binanın şekli ve tektonik unsurlarının yerinin belirlenmesinin ardından, “tavandan tabana” oluşturulmuş malzeme çözümleri ile stratejik hale gelir ve üretilir. Bu yöntemin stratejilerini günümüzde genellikle, ekonomik kaygılar belirlemekte, tüketim odaklı reklamlarla ve moda göre seçilen yapı elemanları binaları oluşturmaktadır.

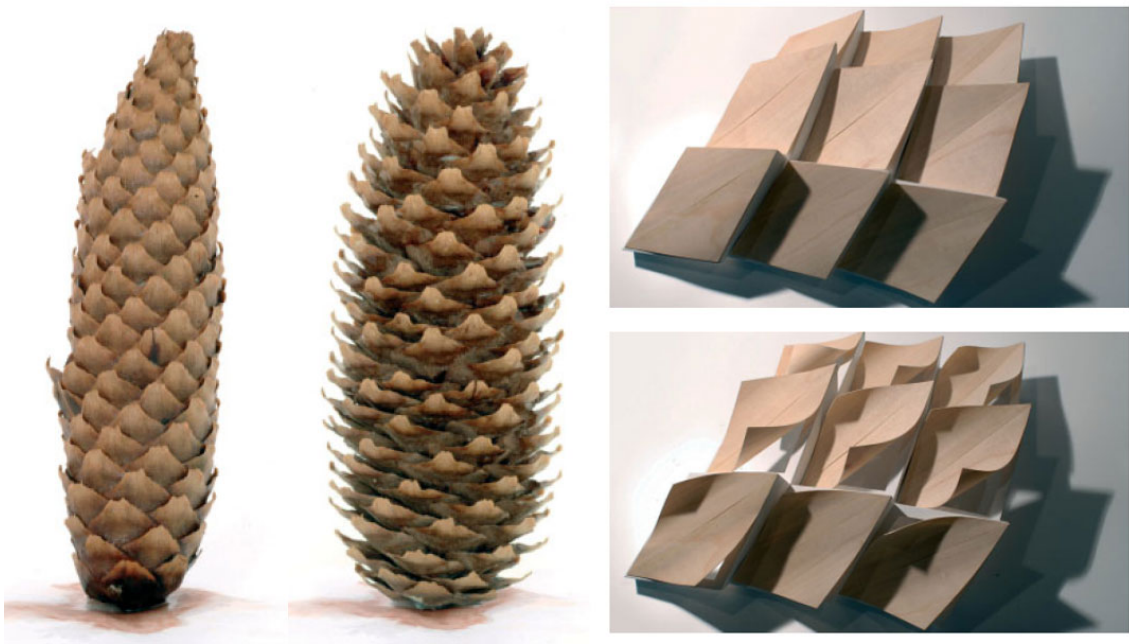
Bilgisayarlı hesaplama uygulamalarının temel mantığı, bilgisayar ortamında yapılan modellemenin geometrik katılığına açılarak, malzeme ve yapım sistemlerinin tanımladığı sınırlar içerisinde üretim, montaj ve malzeme özelliklerinin birleştiği güçlü bir mimari tasarım ve yapım süreci sunmalarıdır. Bu anlayış, sistemin çevre koşulları ve dış kuvvetlere karşı tepkisinin de stratejik hale gelmesini sağlayabilir Menges [5].

Güncel mimari tasarım süreçlerine alternatif olarak geliştirilen morfogenetik yaklaşım ise biçimlendirme ile malzemeleştirme süreçleri arasındaki farkı gözetmeyen, yapı bileşenlerinin işlevsel kapasiteleri ile morfolojik karmaşıklığın ortaya çıkartılmasına yönelik bir yöntem sunmaktadır. Evrimsel biyoloji ve doğayı yansıtan morfogenetik yaklaşım, malzeme sistemlerinin önceden kurulmuş tasarım şemalarının yapımını kolaylaştıran standartlaşmış yapı sistemleri ve elemanlarının türevleri olarak değil, tasarım sürecindeki üretici etmenler olarak anlaşılmaktadır.

Bu yaklaşımın tasarım ve üretim arasında karşılıklı etkileşim kuran yapısı, çağdaş mimarinin yapılarından temelde farklılık göstermektedir. Bir malzeme sisteminin

başkalaşması, belirli mekansal, yapısal, iklimsel, optik veya akustik koşullar ve ölçütlerden kaynaklanmaktadır. Evrimsel süreç, malzemeleşmenin çözüm alanında çevre etkisiyle başkalaşım sağlamaktadır Sunguroğlu ve Hensel [52].

Bilgisayar destekli üretim araştırma alanı içerisindeki fırsatlar, bu yaklaşımla özgün ve performatif yapı elemanlarının ortaya konulabileceğini göstermektedir. Menges (2010), bu tür bir tasarım yaklaşımının yabancı malzemeler veya pahalı üretim süreçlerine ihtiyaç duymadığını, kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda daha önemli bir hale geldiğini söylemektedir.



Şekil 4. 10 Çevreye Duyarlı Yüzey Strüktürü [52]

Çevreye Duyarlı Yüzey Strüktürü: Nem Miktarıyla Ölçüsü Değişen Ahşap Bileşen Tasarımı

Hochschule für Gestaltung (HfG)'de 2006-2007 yılları arasında Steffen Reichert tarafından yönetilen proje için çevredeki nem oranına göre ahşabın boyutlarında değişim gösteren bir yapıyı araştırmıştır. Araştırma projesinin amacı, herhangi bir mekanik kontrol olmadan, nem oranına göre dış kabuğundaki gözenekliliğin değişimiyle çapraz havalandırma sağlayan bir yüzey strüktürü üretilmesidir. Strüktürün gözeneklilik derecesi, biçiminin değişimiyle ve nem değişimine bağlı olarak değişmektedir.

Malzemenin özelliği ve yapısal sisteminin davranışı ile çevrenin karşılıklı etkileşiminin karmaşık ve dinamik yapısı, tasarım sürecinde göz önünde bulundurulmuştur. İlk deneylerde, basit ahşap kaplamanın davranışına odaklanılmıştır. Liflerin yönelimi ve levhanın boyutları gibi anahtar tasarım parametreleri, nem oranındaki değişim karşısında oluşan şekil değişimleriyle bağlantılı olarak test edilmiştir. Bu temel testler, malzeme performansına bağlı olarak bileşenin tanımlanmasını sağlamış, malzeme bileşenlerinin bir araya gelerek oluşturacağı büyük sistemle ilgili beklentiği belirlemiştir.

Sonuç ürün, iki önemli parçadan oluşmaktadır; taşıyıcı alt strüktür ve neme duyarlı ahşap kompozit kaplama malzemesi. Birleşik elemanların bağlantısı ve kaplamanın eklenmesini sağlamak adına, alt strüktür levha halindeki malzemeden üretilebilecek, katlama methodu ile tasarlanmış düz yüzeyler olarak tanımlanmıştır. Seçilen üretim yöntemlerinin değişmez kuralları da bilgisayar ortamında tanımlanan modele işlenmiştir. İkincil bileşen olan ahşap kaplama parçalarının kesimi, ahşabın damarlarının düzenine bağlı olarak, ana lif parçasının doğrultusunun her bir üçgenin uzun kenarına paralel olacak şekilde kesilmesiyle sağlanmıştır.

Bağıl nem ve malzemenin nem düzeyindeki artış, ahşap kaplamaların kabarmasına neden olmaktadır. Liflerin kısıtlamalarıyla, yüzey ana lif doğrultusunda genişlemektedir. Aşamalı biçim değişiminin ardından, kavisli eleman ile alt strüktür arasındaki boşluk artarak bütünlük cephe elemanının boşluk oranının da artmasına neden olmaktadır. Malzemenin nem çekme ve alıkoyma kapasitesi, iki taraflı kullanılabilmekte, 20 saniye içerisinde bağıl nemde önemi bir değişime yol açabilmektedir.

Geliştirilen malzeme sistemi sayesinde, malzemenin doğal kapasitesi, nemi algılayan, değiştiren ve gözeneklilik kontrolü sağlayan bir yapı elemanına dönüşmüştür. Yapı bileşeninin çevresel değişime doğrudan yanıt vermesi, bütüncül bir sistemde her bir parçanın kendi bulunduğu noktada kontrol sağlaması anlamına gelmektedir. Bu nedenle alt strüktürlerin birleşim noktaları, çevre ile sistem arasındaki karmaşık etkileşim açısından oldukça önemlidir.

Tekil bileşenlerin ilişkisinin kurulması ve büyük sistemdeki yerleri, matematiksel bir tanımlamaya dayanmaktadır. Yerele özgü sistem kurulumuna olanak vermekte olan bir

hesaplamalı ve hipomorfik gelişimden söz edilmektedir. Sonuç ürünün morfolojisinde, çift eğrili taşıyıcı strüktürün ahşap kaplama elemanları ile etkileşimi belirli bir çevresel girdiye göre uygulanmaktadır. Bu yolla elemanlar güneş ışığı, termal enerji ve çevresel hava akımlarının yol açtığı nem farklılıklarına tepki vermektedir. Bölgesel boyut değişimlerinin doğru ayarlanmasıyla, tüm eğrisellik ve oryantasyon, belirli çevresel yanıtlar ve modülasyonlara göre belirlenebilmektedir.

Projenin hesaplamalı parametrik alt yapısının kurulmasında, üretim ve yapım yöntemlerinden kaynaklanan sabit değerler, kesilmeye uygun doku ve birleşim detayları göz önünde bulundurulmuştur.

Araştırma projesi sonucunda ortaya çıkan tasarımın, işlevsel ve tam ölçekli, 600 geometrik bileşen varyasyonu ile prototipi yapılmış ve test edilmiştir. Nem değişimine maruz bırakılan yüzey strüktürü, değişimin yapısına göre kabarmış ve geri çekilmiştir. Bu örnek, herhangi bir elektronik ya da mekanik alet olmadan da biçim, strüktür ve malzeme performansı ile çevresel etkilere tepki gösterebilecek yapıların inşasının mümkün olduğunu kanıtlamıştır Menges [53].

4.3.2 Membran Sistemleri

Foster&Partners'ın Dresden İstasyonu'nun mekanik öngerilimli sisteminde ve Herzog&de Meuron'ın Münih'teki Allianz Arenası'nın pnömatik öngerilimli sisteminde de kullanıldığı gibi membran ve membrandan oluşan strüktür yapıları mimaride yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sentetik ya da doğal membran, ince ve katlanabilen yapısıyla, mekansal organizasyon ve çevresel modülasyonun kolaylıkla yapılabildiği malzemeler olarak dikkat çekmektedir. Yapıda hafif strüktürlere gerek duyulduğunda büyük potansiyellere sahip olan malzeme, strüktürel olarak da etkin-formlu germe sistemler olarak tanımlanıyor. Membranın küçük yüzeylerde uyulanacak kuvvetin şekline bağlı olarak yalnızca çekme gerilimlerini ilettiği bilinmektedir. Bununla birlikte, gerilim kuvvetleri arasında belirli bir denge kurulmasını da gerektiren bir malzeme Menges ve Hensel [54].

Achim Menges ve Michael Hensel, membran sistemlerinin performansa dayalı potansiyellerinin daha fazla geliştirilip geliştirilemeyeceği konusunda araştırma yapmak

üzere, AA'de Membran Araştırmaları Stüdyosu'nda deneysel çalışmalar yaptırmaktadırlar.



Şekil 4. 11 Membran Sistemleri [54]

2005 yılında Membran Araştırmaları Stüdyosu kapsamında Rene Toet tarafından yapılan çalışma, Membran Ara Bağlantıları (Membrane Interconnection) adını almıştır.

Araştırmanın esas hedefi, membranın kendi doğal birleşim sistemleriyle, kompleks yüzeyler oluşturması ve kendi kendini taşıyabilmesi, hafifliğini korumasıdır.

Daha önceden üzerinde çalışılan membran sistemlerinin, birleşim noktalarından kaynaklanan fazla yükün engellenmesi adına, çok fazla birleşim noktası önerilmemesi, mevcut strükture eklenerek basınca karşı güç kazanması gibi bir yaklaşım olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, Toet tarafından yapılan sistemde iki ayrı birleşim detayı örneği, bu problemin ortadan kaldırılması amacıyla deneye tabi tutulmuştur. Araştırmanın başında farklı biçimlerde membran parçaları test edilmiştir. V şeklinde kesim, sonuç ürün göz önünde bulundurulduğunda daha fazla kontrol imkanı sağlamıştır.

Bağlantı yerlerinde delikli bir yapı kullanılarak deneye sokulan ilk sistemde, özbenzeş etkilere karşı etkin-formlu sistem, farklı derecelerde geçirgenlik göstermiştir. Membranların bağlantı yerlerinin seçimi, kesilen membranın biçimi ve oluşturulan geometrik forma bağlıdır.

İkinci bağlantı yeri deneyi, membranların birbirine şeritler halinde dikilip, membran gerilimlerinin yönünün değiştirilmesi için olanaklar araştırılarak yapılmıştır. Bu deney için 14 parça stratejik olarak bağlanmış, hesaplamalı tasarım alt yapısıyla dijital olarak oluşturulan protokole göre gerdirilerek büyük membran sistemini oluşturmuştur.

Bu iki deneyin sonucunda, değişkenler ve belirli sınırlarla, görsel kontrolü yapabilen ya da küçük deliklerin yardımıyla gözenekliliği değişen bir yüzey tanımlanmıştır.

2005-2006 yılları arasında ise yine aynı stüdyo kapsamında Pavlos Sideris'in araştırma projesinde, iki etkin-formlu germe sistem, integral mantığı ile bir araya getirilerek, hava akımını düzenleyecek bir malzeme sistemi tasarlanmıştır.

Sistem, katmanlı bir kablo ağı düzenlemesi ve bunlar arasında asılan bir dizi membran parçasından oluşmaktadır. İki alt sistem de mafsallı yapıları katlanma noktalarının dağılımı ve uygulanan gerilim kuvvetinin yönünden türetilmiştir.



Şekil 4. 12 Membran Sistemleri

Membran parçalarının dizilme şekli, kabloya bağlanma biçimlerine bağlı olduğundan, tüm yapının birbiriyle ilişkili iki hiyerarşik sistemden oluştuğu söylenebilir. Birbiriyle bağlantılı bu iki sistemin oluşturduğu karmaşık membran dizileri, tipik tek parçalı büyük membran çatı elemanına göre çevresel düzenleme açısından tasarımcıya daha fazla imkan tanımaktadır.

Küçük membran parçalarının dizilmesi, rüzgar yükünü ve ivmesini azaltıp, hava akımındaki ani değişimleri engellemeye yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, gölge ve ışık oyunları ile yapı elemanının farklılaşan dokulara sahip olmasını sağlamaktadır. Fiziksel ve dijital form bulma yöntemleri, tasarım sürecinde birlikte yürütülmektedir.

Bir yandan kablo ağı ile membran parçaları arasındaki bağlantı fiziksel ortamda denenirken, diğer taraftan dijital ortamda hesaplamalı parametrik alt yapısı da oluşturulmaktadır. Bu araştırma projesinin sonuç ürünü AA'de 1/1 protipi üretilip kullanılarak, hava akımı karşısındaki etkisi test edilmiş ve değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

“Şekillendirilmemiş olan malzemeye yüklenen anlam mimari ifadenin biçimlendirilmesini sağlamaktadır. Çünkü malzeme biçimsizdir ve ona yüklediğimiz anlam ile varolacaktır.” Mies Van Der Rohe

Günümüzde mimarlık, yapı malzemeleri sektörünün ürünlerinden oluşan alt sistemlerin bir araya gelişiyle üretilmektedir. Yapılı çevrenin inşa edilmesinin temel taşları olan malzemeler ve onların çevre ile etkileşimi, yaşadığımız çevrenin koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, Endüstri Devrimi sonrasında hızla gelişen yapı malzemeleri sektöründeki ürün çeşitliliği, mimarın malzeme seçim kriterlerini ve süreçlerini de etkilemiştir.

Günümüzde kullanılan endüstrileşmiş yapım sistemleri kurgusu içerisinde yapı malzemeleri, belirli standardizasyonlar ve veri enformasyon sistemleri ile tanımlanmaktadır. Bu durum, mimarın malzeme seçimini, yapı malzemeleri endüstrisinin bitmiş ürünlerinden, genellikle firmalardan gelen ve bir tasarımcı için çoğu zaman sınırlayıcı olan enformasyonlarla yapmasına neden olmaktadır.

Bir taraftan da bilgisayar teknolojilerinin mimaride kullanımının gelişmesiyle, tasarım ve üretim anlamında yeni kuramsal ve deneysel çalışmalar gündeme gelmektedir. Bu çalışmalar, bilgisayar destekli tasarım ve üretim, araç ve yöntemlerinin mimarın malzeme deneyleri yapabilmesi, yapının alt elemanlarını tasarlayıp bunlar arasındaki karmaşık ilişkileri hesaplamalı araçlar yardımıyla yapabileceğini göstermektedir. Günümüzde kullanılan bilgisayar destekli tasarım yazılımları, YBS'nin ortaya çıkışıyla

yapı bilgisini de içinde barındırmaya başlasalar da, yapı birimlerini oluşturan alt malzeme sistemleri konusunda mevcut enformasyon sistemlerinin dışına çıkamamaktadırlar.

Öneriler:

- Yapı malzemeleri hakkındaki enformasyon sistemleri ve bilgi kaynakları, mevcut bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojileri alanı ile birleştirilerek ortaya konulacak bir yazılım eklentisi, YBM mantığı ile çalışan CAD programlarına entegre edilebilir.
- Yapı Bilgi Modellemesi ile çalışan programlardaki malzeme eklentileri, mevcut bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerinin malzeme araştırmaları konusundaki hesaplamalı tasarım altyapısını kullanarak, tasarımcıya bu konuda özgürlük verebilir.
- Yapı malzemeleri sektörünün kullandığı, tüm sınıflandırma sistemleri yeniden ele alınarak, bu sınıflandırmaların çizdiği çerçeve genişletilmeli, mimarın malzeme sistemi oluşturması için gerekli tüm araçlar, bir tasarımcı tarafından kolaylıkla anlaşılabilir ve kullanılabilir şekilde kurgulanmalıdır.
- Yapı malzemeleri alanında çalışan firmalarda ya da uygulama yapan mimarlık ofislerinde, bu konuda uzmanlaşmış tasarımcılar ve tasarım yazılımı yapan profesyoneller çalıştırılmalı, malzemenin performansa yönelik özelliklerini ortaya çıkaran, projeye özel çözümler, bu birimlerde üretilmelidir.
- [C]Space Pavyonu örneğinde olduğu gibi malzeme firmalarının, malzeme hakkındaki deneysel çalışmaların ortaya konması amacıyla yarışmalar düzenlemesi teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Richard, R.B., (2006), "Industrialised, Flexible and Demountable Building Systems: Quality, Economy and Sustainability", CRIOCM 2006 International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate, 3-5 November 2006, Beijing
- [2] Whalley, A., (2005), "Product and Process; Performans Based Architecture", Editör: Kolarevic, B. ve Malkawi A.M. (2005), Performative Architecture Beyond Instrumentality, 1. Baskı, Spon Press, Londra
- [3] Fernandez, J., (2006), Material Architecture, 1. Baskı, Architectural Press, Italy
- [4] Taş, E., Tanaçan, L. ve Yaman, H., (2002), "Yapı Malzemesi Enformasyonu Elde Etme Konusunda Karşılaşılan Sorunlar ve Türkiye İçin Bir Model Önerisi-YMES", Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 9-13 Ekim 2002, İstanbul
- [5] Menges, A., (2010), "Hesaplamaya Dayalı Biçim Üretimi ve 'Malzemeleşme'nin Özgün Bir Sentezi", Mimarlıkta Malzeme, 15:33-40
- [6] Jensen, M.B., Mortensen, H.R., Mullins, K. ve Kirkegaard, P.H., (2009), "Material Systems: A Design Approach", eCAADe 2009 Computation: The New Realm of Architectural Design, 16-19 Eylül 2009, İstanbul
- [7] Kolarevic, B., (2003), Architecture in the Digital Age; Design and Manufacturing, 1. Baskı, Spon Press, New York
- [8] Iwamoto, L., (2009), Digital Fabrications; Architectural and Material Techniques, 1. Baskı, Princeton Architectural Press, China
- [9] Smith, W.F, (2001). Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, 3. Basımdan Çeviri, Ç. Nihat G. Kınikoğlu, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- [10] Westbrook J.H. (1990), Materials: History Before 1800, Concise Encyclopedia of Building and Construction Materials, Ed. Fred Moanvenzadeh, Pergamon-MIT Press, Cambridge MA, 412-423
- [11] Köksal, H., (2005). Dijital Mimarlıkta Tasarım ve Üretim Süreci, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

- [12] Akman M. S. (2010), "Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi", Mimarlıkta Malzeme, 12:27-32
- [13] Sunguroğlu, D., (2008), "Complex Brick Assemblies", Architectural Design, 78: 64-73
- [14] Wikipedia English, Patent No: BP 5022: "Yapay Taşın Üretim Sistemlerindeki Bir Gelişme", http://en.wikipedia.org/wiki/File:Joseph_Aspdin-BP_5022_1.jpg#file, 2 Ağustos 2011
- [15] Arpacıoğlu Ü., Kuruç A. (2010), "Zamansız Malzemelerin Zamanda Yolculuğu", Mimarlıkta Malzeme, 15: 47-51
- [16] Yurttaş, F., (2010), "Endüstri Devriminden 20. Yüzyıla Malzeme, Teknoloji ve Mimarlık", Mimarlıkta Malzeme, 13: 34-38
- [17] Tanaçan, L., (2010), "21. Yüzyıldan Geleceğe Malzeme, Teknoloji ve Mimarlık", Mimarlıkta Malzeme, 15: 28-32
- [18] Sanayiden.com, Batıda Sanayi Tesislerinin Yapısal Gelişim Tarihi, <http://www.sanayiden.com/Genel/Haber/29/Batida-Sanayi-Tesislerinin-Yapısal-Gelisim-Tarihi.html>, 27 Ocak 2011
- [19] The Architecture Week Great Buildings Collection, Iron Bridge at Coalbrookdale, http://www.greatbuildings.com/buildings/Iron_Bridge_at_Coalbrookdale.html, 27 Ocak 2011
- [20] Küçükerman Ö. ve Erda S., (2006). "Sanayi Devrimi Sonrası Artan İletişim Olanakları ve Küreselleşmenin Malzeme-Mimarlık İlişkilerinde Yerellik ve Özgünlüğe Etkileri/Anadolu Örneği Üzerine Bir İrdeleme", Geçmişten Geleceğe Anadolu'da Malzeme ve Mimarlık, XXII. Dünya Mimarlık Kongresi UIA 2005 İstanbul, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, 226-267
- [21] Wikipedia English, Crystal Palace, http://en.wikipedia.org/wiki/The_Crystal_Palace, 5 Ekim 2010
- [22] Hasol, D., (1966), "Yeni Malzemeler", Mimarlık Dergisi, 36:28-30
- [23] Bollinger, K., Grohmann, M. ve Tessmann, O., "Form, Force, Performance Multi-Parametric Structural Design", Architectural Design, 78:20-26
- [24] Wikipedia English, Sagnitobel Bridge, http://en.wikipedia.org/wiki/Salginatobel_Bridge, 5 Ekim 2010
- [25] Wikipedia English, Peter Behrens, http://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Behrens, 5 Ekim 2010
- [26] Sorguç A.G., (2010), "Mimarlıkta Sayısal Teknolojilerin Kullanımı: Yeni Tektonikler ve Hibridleşen Malzemeler", Mimarlıkta Malzeme, 15: 41-46
- [27] Gehry Partners, <http://www.foga.com/home.asp>, 15 Kasım 2010
- [28] Guggenheim, Bilbao, <http://www.guggenheim.org/bilbao>, 15 Kasım 2010

- [29] Faulders Studio, Airspace Tokyo, http://faulders-studio.com/proj_airspace.html#, 24 Kasım 2010
- [30] [C]Space DRL 10 Pavilion, Competition Entry, Construction, Fabrication, Construction Documents, <http://cspacepavilion.blogspot.com/>, 16 Ekim 2009
- [31] Harvey, D., (1999), Postmodernliğin Durumu, 1. Baskı, Metis Yayınları, İstanbul
- [32] Brouwer J., Durmisevic A., (2009), "Towards Dynamic Building Structures: Building With Systems", International Design Studio: Design for Disassembly and Reuse 2009
- [33] Ed. Durmisevic, E., (2009), International Design Studio 2009, 1. Baskı, University of Twente, University of Sarajevo, Yıldız Teknik Üniversitesi, Hollanda
- [34] Wright, F.L., (1943), An Autobiography, Sloen and Pearce, New York
- [35] French, M., (1996), Invention and Evolution: Design in Nature and Engineering, 2. Baskı, Cambridge University Press, İngiltere
- [36] Çoker, B., (1981), "Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri Çerçevesinde Veri Kullanıcıları Arasındaki İletişimi Sağlayacak Enformasyon Sistemi Önerisi", Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Yapı Araştırmaları Enstitüsü, TÜBİTAK Yayınları, Aralık 1981
- [37] Braham, W.W., (2005), "Biotechniques: Remarks on the Intensity of Conditioning", Editör: Kolarevic, B. ve Malkawi A.M. (2005), Performative Architecture Beyond Instrumentality, 1. Baskı, Spon Press, Londra
- [38] Lönberg-Holm, K., (1967), "Architecture in Industrial Age", Arts and Architecture, 84:22
- [39] Bentley, About BIM, <http://www.bentley.com/tr-TR/Solutions/Buildings/About+BIM.htm>, 15 Mart 2011
- [40] Wikipedia English, Building Information Modeling, http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling, 15 Mart 2011
- [41] Burry, M., (2004), "Te Sagrada Familia-west transept rose window, a rapid prototype", Derleyen: Beesley, M., Chang, N.Y. ve Williamson, R.S., Fabrication: Examining the Digital Practice of Architecture, University of Waterloo School of Architecture Press, 2004, Waterloo
- [42] Lynn, G., (1999), Animate Form, 1. Baskı, Princeton Architectural Press, China
- [43] My Design Fix, Mafoombey Acoustic Space-Martti Kalliala&Esa Ruskeepää, <http://mydesignfix.com/2009/12/14/mafoombey-acoustic-space-martti-kalliala-esa-ruskeep/>, 10 Ağustos 2011
- [44] Archiarca, [C]space DRL10 Pavilion in London, <http://www.archiarca.com/cspace-drl10-pavilion-in-london-united-kingdom/cspace-drl10-pavilion-interior-view/>, 10 Ağustos 2011

- [45] Domus, The Diagonal Skin: An Architecture Report, <http://www.domusweb.it/en/architecture/the-diagonal-skin/>, 10 Ağustos 2011
- [46] Ecofriend, Digital Origami With Recycled Cardboard, <http://www.ecofriend.com/entry/digital-origami-with-recycled-cardboard/>, 10 Ağustos 2011
- [47] Matsys Design, C_Wall, <http://matsysdesign.com/>, 10 Ağustos 2011
- [48] Stonefront for Art and Architecture, Joe McDonald/Urban A&O Architecture LLC: The Bone Wall, <http://www.storefrontnews.org/archive/2000?c=&p=&e=244>, 10 Ağustos 2011
- [49] Formfinding.org, Lounge Landscape, <http://www.form-finding.org/>, 16 Ekim 2009
- [50] Çağlar, Y., (1995), "Hangisi daha verimli, doğa mı yoksa insan mı?", Bilim Teknik, Mart, 328: 42
- [51] Yazıcı S. (2010), "Malzeme Zekası ile Mekanı Kurgulama", Mimarlıkta Malzeme, 15:53-63
- [52] Sunguroğlu, D. ve Hensel, M., (2008), "Material Performance", Architectural Design, 78: 34-42
- [53] Menges, A., (2008), "Manufacturing Performance", Architectural Design, 78: 42-48
- [54] Menges, A. ve Hensel, M, (2008), "Membrane Spaces", Architectural Design, 78: 74-80

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Derya KARADAĞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.03. 1982
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : drykaradag@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2005
Lise	Fen Bilimleri	Samsun Anadolu Lisesi	2000

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010-	TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi	Mimar
2006-2009	Arkitera Mimarlık Merkezi	Editör