

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRK TASARIM VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İNOVASYON TABANLI
YAKLAŞIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde TEMİZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRK TASARIM VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İNOVASYON TABANLI
YAKLAŞIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gözde TEMİZ
(502121431)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **502121431** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Gözde TEMİZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TÜRK TASARIM VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İNOVASYON TABANLI YAKLAŞIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hüsnü Murat GÜNAYDIN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Togan TONG
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **25 Kasım 2015**
Savunma Tarihi : **25 Aralık 2015**

ÖNSÖZ

Bana her konuda sabırla yol gösteren danışmanım Ozan Önder Özener'e, her zaman yanımda olan annem Şennur Temiz ve babam Mehmet Temiz'e, kardeşlerim Gamze Temiz ve Gizem Temiz'e, çok uzaklarda da olsa her zaman yanımda olan Orhan İstanbul'a, sevgili dostum Esra Koyun'a, samimiyetini ve çalışma ortamını sunan DS Mimarlık'a, sevgili arkadaşlarım ve değerli hocalarıma verdikleri desteklerden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Aralık 2015

Gözde TEMİZ
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	4
1.2 Rehber Hipotez.....	4
2. METODOLOJİ	5
2.1 Kaynak Taraması	5
2.2 Derinlemesine Görüşmeler.....	6
2.3 Kavramsal İçerik Analizi	7
3. KAYNAK TARAMASI.....	9
3.1 Yaklaşım Tanımları ve Terminolojileri	9
3.1.1 İnşaatta inovasyon (<i>Innovation in construction</i>)	10
3.1.2 Endüstrileşme (<i>Industrialization</i>)	11
3.1.3 Seri üretim (<i>Mass production</i>)	12
3.1.4 Kitlesel özelleştirme (<i>Mass customization-MC</i>).....	12
3.1.5 Yalın inşaat (<i>Lean construction</i>).....	13
3.1.6 Şantiyede üretim (<i>On-site construction</i>).....	13
3.1.7 Şantiye dışı üretim (<i>Off-site construction - OSM</i>)	14
3.1.8 Yapı bilgi modelleme (<i>Building information modeling - BIM</i>)	17
3.2 Yurtdışı Yapım Teknolojisi Gelişimi.....	18
3.3 Türkiye’de Yapım Teknolojisi Gelişimi	26
3.4 Örnek Projeler	35
3.4.1 Yurtdışından örnekler	35
3.4.1.1 Loblolly House, Taylors Island, Maryland	35
3.4.1.2 St. Ignatius Şapeli, Seattle	38
3.4.2 Türkiye’den örnekler	40
3.4.2.1 Şanal Mimarlık-Şişhane Otoparkı.....	40
3.4.2.2 TAV-Adnan Menderes Havalimanı İç Hatlar Terminali	41
3.4.2.3 EAA-Antakya Müze Otel Projesi	43
3.5 Kaynak Değerlendirmesi: Şantiye Dışı Üretim (OSM) İle Sahada Üretim Karşılaştırması ve/veya Kombinasyonu.....	47
3.6 Kaynak Değerlendirmesi: Öğrenilen Dersler	48
4. ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI	51
4.1 Derinlemesine Görüşmeler:	51
4.1.1 Firma A röportaj özeti.....	52

4.1.2 Firma B röportaj özeti.....	56
4.1.3 Firma C röportaj özeti.....	62
4.1.4 Firma D röportaj özeti.....	67
4.1.5 Firma E röportaj özeti.....	69
4.2 Kavramsal İçerik Analizi	73
4.2.1 Tasarım Aşaması, Üretim Aşaması ve Piyasa Algısı Üzerine Trendler ...	73
4.2.1.1 Tasarım Aşaması.....	73
4.2.1.2 Üretim Aşaması	76
4.2.1.3 Piyasa Algısı	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
5.1 Maliyet İle İlgili Sebepler	82
5.2 Tasarım İle İlgili Sebepler.....	83
5.3 Yapım İle İlgili Sebepler	86
5.4 Eğitim İle İlgili Sebepler	87
KAYNAKLAR	89
EKLER	95
ÖZGEÇMİŞ	129

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEC	: Architecture / Engineering and Construction
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
BIM	: Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling)
EAA	: Emre Arolat Architects
IPD	: Integrated Project Delivery
MC	: Kitleli Özelleştirme (Mass Customization)
OSM	: Şantiye Dışı Üretim (Offsite Manufacturing)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TDK	: Türk Dil Kurumu
TR	: Türkiye
USD	: Amerikan Doları
YİD	: Yap-İşlet-Devret Modeli

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Dünya prefabrik yapı dış ticaretinde ilk 10 ülke (2013) (milyon USD) (International Trade Center, GTIP 9406 Kodlu Ürün, Yapı Endüstri Merkezi, 2015)	33
Çizelge 4.1 : Katılımcıların şirket büyüklükleri ve uzmanlıklarının tanımlanması (Temiz, 2015).....	51
Çizelge 4.2 : Firma A geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu	55
Çizelge 4.3 : Firma B geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu	61
Çizelge 4.4 : Firma C geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu	66
Çizelge 4.5 : Firma D geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu	68
Çizelge 4.6 : Firma E geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu	72

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Görüşmede sorulan soruların üst konu başlıkları (Temiz, 2015).....	6
Şekil 3.1 : Habitat 67 projesi teknik çizim ve proje görselleri (Url-1).....	16
Şekil 3.2 : Muji Hut görselleri (Url-2).....	16
Şekil 3.3 : Mısır piramitleri (Url-3).....	18
Şekil 3.4 : Soldan sağa; Manning Portatif Kulübesi (Smith, 2010), Oluklu Sac Levha (Url-4) ve Balon Çerçeve/ <i>Baloon Framing</i> (Url-5).....	19
Şekil 3.5 : Crystal Palace, Joseph Paxton (Url-6).	19
Şekil 3.6 : Aladdin Evleri'nden reklam ve görseller, 1917, The Aladdin Company (Url-7,8,9 ve 10).	20
Şekil 3.7 : Edison'un Tek Döküm Evleri (Single Cast) (Url-11).	20
Şekil 3.8 : Dymaxion Evi, Fuller (Url-12).	20
Şekil 3.9 : Solda Charles and Ray Eames'in, ABD'deki Case Study House No. 8 projesi (Url-13), sağda R. Rogers ve R. Piano'nun Fransa'daki Centre Georges Pompidou projesi (Url-14).....	21
Şekil 3.10 : Mimarlığın endüstrileşme zaman çizelgesi (Smith, 2010).....	23
Şekil 3.11 : MoMA'da Home Delivery sergisi (Url-13).	24
Şekil 3.12 : Solda nARCHITECTS' "micro apartments", New York (Url-15); sağda Çin'de Broad Sustainable Building (BSB) örneği (Url-16).....	24
Şekil 3.13 : Endüstrileşen yapının tarih çizelgesi (Smith, 2010, çev.Temiz).....	25
Şekil 3.14 : Feshane Binası'nın iç mekan görseli (Acar, 2006, ss.12).	26
Şekil 3.15 : Harikzedegan (Teyyare) Apartmanları (Url-17).	27
Şekil 3.16 : Ereğli Demir Çelik Tesisleri lojmanları gazete haberi (Url-18).	29
Şekil 3.17 : Behruz Çinici, Güllük Tatil Köyü Projesi, 1974, 10.000 yataklı tesis üst solda vaziyet planı, diğerleri proje görselleri (Url-19).	30
Şekil 3.18 : Modüler afet konutu, ProSteel 2014 tasarım yarışması birincisi (Tasarım ekibi: O. Aydın, S. Tuncer, Y. Demir, B. Sönmez).	32
Şekil 3.19 : Türkiye'de yapı sektörü gelişimi zaman çizelgesi (Temiz, 2015).	34
Şekil 3.20 : The Loblolly House (Url-21).	35
Şekil 3.21 : Loblolly House yapı sistemleri-1: Kazıklar, bina iskeleti ve döşemeler (Smith, 2010).	36
Şekil 3.22 : Loblolly House yapı sistemleri-2: Podlar ve cephe sistemi (Smith, 2010).	36
Şekil 3.23 : St. Ignatius Şapeli görseli (Steven Holls Architects, Url-23).	38
Şekil 3.24 : Şapelin duvarları yerine dikilirken bir görsel (Url-24).	39
Şekil 3.25 : Şapelin iç ve dış mekandan görseller (Url-24).....	39
Şekil 3.26 : Şanal Mimarlık tarafından tasarlanan Şişhane Otoparkı'na ait proje görselleri (Url-27).	41
Şekil 3.27 : İzmir Adnan Menderes Havalimanı iç hatlar terminali (Url-28).	42
Şekil 3.28 : (Üstte) BIM modelinin terminal simulasyonları için kullanımı, (altta) İzmir Adnan Menderes Havalimanı 3D görseli (Kaynak, TAV).....	42

Şekil 3.29 : Antakya Müze Projesi üç boyutlu görseli (EAA, 2015)	43
Şekil 3.30 : Antakya Müze Projesi üç boyutlu görseli (EAA, 2015).	44
Şekil 3.31 : Antakya Müze Projesi oda modüllerinin vinç yardımı ile yerine taşınması (EAA, 2015).....	45
Şekil 3.32 : Antakya Müze Projesi şantiyesinden bir görsel (EAA, 2015).	46
Şekil 3.33 : OSM'nin getirileri (Temiz, 2015).....	47
Şekil 3.34 : BIM için kavramlar (Temiz, 2015).	49
Şekil 4.1 : Firma A röportajı kavramları (Temiz, 2015).	52
Şekil 4.2 : Firma B röportajı kavramları (Temiz, 2015).....	56
Şekil 4.3 : Firma C röportajı kavramları (Temiz, 2015).....	62
Şekil 4.4 : Firma D röportajı kavramları (Temiz, 2015).	67
Şekil 4.5 : Firma E röportajı kavramları (Temiz, 2015).....	69
Şekil 5.1 : Yapı etki süresi şeması (Temiz, 2015).....	84

TÜRK TASARIM VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE İNOVASYON TABANLI YAKLAŞIMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Oldukça hızlı gelişen tasarım ve üretim teknolojileri ile özellikle çevre odaklı performans gereksinimleri, 21.yüzyıldaki sosyal, ekonomik ve politik değişimler ve oluşan yeni tüketim eğilimleri, binaların tasarımı ve inşaatı süreçlerini dönüştürmektedir. Kitlesel özelleştirme, şantiye dışı imalat (OSM), BIM tabanlı parametrik tasarım ve imalat simülasyonları gibi özellikle otomotiv ve havacılık sektöründe oldukça uzun zamandır yaygın olan teknolojiler, mimarlık ve inşaat dünyasına yoğun şekilde girmektedir. Bu teknolojilerin etkin şekilde kullanıldığı binalar ve tasarım ürünleri form, malzeme, tasarım süreçleri ve yaşam döngüsü performansları açısından önemli farkları barındırmaktadır.

Tüm bu değişimler mimari tasarımın önceliklerini ve tasarım sürecini yeniden tanımlamaktadır. Disiplinler arası entegrasyon, kompleks tasarım ve mühendislik süreçleri, toplam performans ve tasarımın ekonomik ve sosyal boyutları gibi bir çok konu bu tezin konusunu oluşturan inşaat sektöründe inovasyonun bileşenleri olarak özetlenebilecek bir çerçevede düşünülebilir.

Ülkemizdeki mevcut tasarım kültürü, yapım teknikleri, teknolojik kabiliyetler, politik ve ekonomik koşullar ile doğal/çevresel etkiler göz önüne alındığında tasarım ve inşaat sektöründe teknoloji odaklı dönüşümler için yeterli koşullar sağlanmaktadır. Bu yeni süreçlerin kapsamlı değerlendirilmesi, dönüşüm içerisindeki tasarım ve inşaat sektöründeki firmaların incelenmesi ve elde edilecek bilginin mimarlık ve tasarım pratiğine aktarılması önemli bir katma değer potansiyellerini içermektedir.

Yapılan bu tez çalışması temel olarak bu dönüşümlerin inşaat sektörüne olan etkisinin farklı boyutlarını stratejiler, yöntemler, araçlar, temsil ve iletişim, disiplinlerarası bilgi paylaşımı, tasarı ve inşaat sürecindeki koordinasyon döngüsü gibi başlıklar üzerinden ele almakta ve paydaşların ne şekilde etkilendiği ve sektördeki eğilimlerin ne yönde gerçekleştiği sorularını ön plana çıkarmaktadır.

Metodolojik açıdan bakıldığında bu çalışma, kalitatif bir çerçeve içerisinde mimarlık ve inşaat pratiğinde uzun yıllar mimar, mühendis ya da üretici olarak aktif rol üstlenmiş kişilerle yapılan derinlemesine görüşmeler üzerinden yaşanan deneyimleri ortaya çıkarmayı ve farklı dinamikleri ile ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Görüşmeler sonrasında yapılan detaylı içerik analizleri paydaşlarının deneyimleri ve bakış açılarından BIM, şantiye dışı üretim ve kitlesel özelleştirme gibi birbirleri ile son derece bağlantılı teknolojiler ve yaklaşımlar açısından sektörün genel durumunu, teknoloji düzeyini, eğilimleri, potansiyelleri ve yaşanan problemleri ortaya koymaktadır.

Çalışmanın sonuçları, sektördeki teknoloji ve inovasyon odaklı dönüşümün sağlaması için salt teknolojik araçların iş süreçlerine entegre edilmesinin ve konvansiyonel kullanımının ötesinde, var olan iş modellerinin, sektör içerisindeki kültürün ve anlayışların önemli teknoloji ve inovatif yaklaşımlar çevresinde değişmesi gerektiğine ve bilgi-tabanlı yeni kabiliyetlerin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

EVALUATION OF INNOVATION-BASED APPROACHES IN THE TURKISH DESIGN AND CONSTRUCTION SECTOR

SUMMARY

Novel design and manufacturing technologies along with the environmental performance needs, 21st century social, economic, political changes and emerging consumption trends drastically transforms the design and construction processes in the architecture, engineering and construction (AEC). Technologies and methods widely adopted by automobile and aerospace industry like mass customization, off-site manufacturing, parametric design and manufacturing simulations rapidly penetrating into design and construction. These translates into knowledge-based approaches such as Building Information Modeling (BIM), Integrated Project Delivery (IPD), off-site manufacturing methods (OSM) and mass customization (MC) in the architecture, engineering and construction industry which base on similar ideas and promises in order to increase the overall quality and the scope of processes and products.

The buildings and design artifacts derived from these technologies and innovative methods have distinct features in terms of design-construction processes, form, tectonics, materiality and sustainable life-cycle performance. The governmental and private institutions in US and Europe started to demand these methods and technologies for better efficiency and efficacy in construction projects as contractual obligations.

All these transformations redefine the design and construction process and its priorities with the aforementioned paradigms. Interdisciplinary integration, complex design and engineering processes, total building performance and economic and social dimensions of design can be listed as the components of innovation in the architecture, engineering and construction industry which defines the conceptual framework for this thesis study.

Being the world's 3rd largest construction and contracting industry with an annual operation volume of approximately \$20 billion, the Turkish Architecture, Engineering and Construction Sector operates globally including large scale projects in Turkey, Russia, Eastern Europe, Central Asia, Gulf Region and North Africa (ENR, 2013). In recent years, the interest for novel design and construction processes is growing within the Turkish Architecture, Engineering and Construction Firms in order to maintain the strong presence and competitiveness in the global markets, while construction volume is rapidly expanding within Turkey. However there are no significant studies focusing on the levels of technology adoption, business transformation for innovative business models and their potential benefits in the context of Turkish Architecture, Engineering and Construction Sector as well as the illustration of current status of aforementioned technologies, approaches and methods for innovative practice.

Based on these premises, current business culture, construction methods, technological capabilities, political and economic conditions also natural and environmental effects sets the stage for technology-centric transformations in the Turkish Architecture, Engineering and Construction Sector. Comprehensive evaluation of these new developments and in-depth investigation of transforming design and construction firms possess added-value and critical knowledge potentials in design and construction practice.

This thesis study lies on the influence of technology-centric business transformations in the Turkish Architecture, Engineering and Construction Sector and provide an in-depth understanding focusing on such dimensions and drivers like new business strategies, methods, representation, communication, information exchange and interdisciplinary coordination. The study stresses the importance of current trends and practices in the industry under these significant influences.

From the methodological perspective, the study employs qualitative framework using in-depth interviewing techniques with carefully selected representatives from the industry. These interviews include highly experienced architects, engineers, executive managers and production directors currently in the practice. Through a detailed content analysis of the conducted interviews, the study aims to illustrate current experiences and perceptions of technology-centric business transformation in the Turkish design and construction industry.

Such results and arguments based on the detailed content analyses of conducted interviews provides current trends and perceptions towards highly related technologies and approaches like BIM, off-site manufacturing methods, and mass customization in the practice. Study also illustrate such problems, obstacles and challenges of organizational and technological changes currently occurring in specific tasks and processes. In summary there exists significant differences in terms of adoption trends, problems, obstacles, technological perceptions and potential benefits besides some common issues compared to the US and European counterparts.

Considering widely accepted uncertainty levels in project processes in the local business culture, Turkish Architecture, Engineering and Construction firms tend to control a state of flux for business viability and competitive advantage, which necessitates novel adoption approaches for technology-centric methods in this specific business domain. The influence of existing business models, work culture, project cycles, and internal characteristics drastically affect perceptions towards the value propositions of BIM, OSM and IPD which are broadly known among the Turkish Architecture, Engineering and Construction firms such as automated documentation and coordination, use of construction and environmental simulations, construction cost control in value engineering and other operational benefits. Such examples exist especially from the last five years which are either constructed or under construction.

Findings of the study also suggest the existence of different social subgroups for BIM use and Architecture, Engineering and Construction integration according to their expertise areas, projects types and operation scales. There are also other topics like direct and indirect costs organizational change, training, absence of qualified workforce, previous failed experiments and projects, risk perceptions due to very strict project schedules, lack of technological capability across the industry stakeholders especially in the sub-contractor domain. From the designer perspective problems of flexibility and need for design related data even in the early phases of the process emerges as well-known issues of knowledge-based processes in project life-cycle.

The results from the study assert the importance of knowledge based capabilities and need for re-engineered business models based on technology and innovation rather than conventional deployment of aforementioned technologies as tools and supporting methods of existing practices. This can be noted as the most crucial finding from the research study and it aligns with the arguments exist in the literature. The findings also suggests the existence of several strategic domains for technology-focused transformation such as firm scales, firm cultures, knowledge-enabled workforce, technological infrastructure, project types and scopes. The crucial point derived from the research study is the importance of specifically tailored adoption strategies for firms for effective organizational transformation.

Education also emerges as a significant issue in order to change the perception and the utilization of innovative technology and methods, starting from the entry-level designers and engineers to mid-level professionals and top level executive administrators. The current curriculum in architecture and engineering schools in Turkey can be argued as preparing students for conventional practice with the lack of providing students the holistic view of innovative technology as the main facilitator of 21st century business environments. Besides this common thread especially in Turkish institutions there are several graduate level programs including specific courses for BIM, OSM and related technologies which are mainly concentrated on research&development and academic&educational activities.

The study invites new discussions about the adoption of innovative technology and methods from the perspective of the Turkish design and construction industry, also provide well-reasoned arguments about the potential impacts of pervasive use of BIM, OSM and mass-customization on the global design and construction projects which are undertaken by the Turkish Architecture, Engineering and Construction Firms.

1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından beri, en ilkel barınaklardan piramitlere, Antik Roma ve Yunan Mimarisi'ne, günümüzdeki tüm modern şehirlere ve gelişmiş kültürlere, insanlar taş üstüne taş ya da element üstüne başka bir element koyarak, yapıları şantiyede, yerinde inşa etmişlerdir. Servet ve güç arttıkça daha çok işçilik ile olanağı arttırılabilmiş ve sürenin "sonsuz kadar" olarak tanımlanması ile en büyük ve en ihtişamlı yapılar uzun yıllar boyunca inşa edilmişlerdir. Bu dönemde kaliteyi ya da kapsamı arttırmak ise, probleme biraz daha işçi eklemek demektir. Mimarlıktaki 20. yüzyıla kadar olan bu dönemde, ucuz işçilikten ve sürenin kritik önemde olmaması durumundan faydalanılmıştır.

Ancak son yüzyıl için, "sonsuz kadar" sürebilecek bir inşa sürecinden bahsetmek artık pek mümkün değildir. Endüstriyelleşme ile ekonomi daha karmaşık ve küresel duruma gelmiştir. Kieran ve Timberlake'in (2004) *Refabricating Architecture* adlı kitabında aktarıldığı üzere;

$$K (kalite) \times S (kapsam) = T (zaman) \times M (maliyet) \quad (1.1)$$

denklem (1.1) inşa sürecini yönetmektedir. Proje için hangi parametrenin önemli olduğu fark etmemektedir. Kalite, zaman, kapsam ya da maliyet, hangi parametre değişirse değişsin, diğer parametreler dengede kalmak durumundadır. Bu denklige göre daha hızlı bir iş programı istendiğinde, kaliteden vazgeçip maliyetleri arttırıp kapsamı düşürmek gerekecektir. Daha az maliyet istendiğinde, iş programını kontrol altına alıp, kaliteyi azaltmak ve kapsamı düşürmek gerekecektir. Daha kaliteli olması istendiğinde ise, kapsama göre maliyet arttırımı ve iş programının uzatılması gerekecektir.

Entegrasyondaki odaklanmanın eksikliğiyle, fabrikasyon üretimin ilk girişimleri olan kuruluşlar her yönüyle firma olamadan çökmüştür. Entegrasyon araçlarının endüstri için uygunluğunun eksikliğiyle, savaş sonrası lokomotif ekonomi bu çabayı sona erdirmek için komplo kurmuş, insanlar iflas etmiş, hiç değişmeyen bir sanayiye değiştirme cesaretinden uzak ve bezgin bırakılmışlardır. Bu ilk inşaat endüstrisini

değiştirme çabalarından beri, inşaat sektörü üretiminde sabit gerileme görülmekte ve değişimin yükü mimarların üzerine yüklenmiş durumdadır.

Bugün dünyada değişenler arasında ilk olarak, diğer endüstrilerin çalışma ve ürünleri geliştirme yöntemlerindeki değişme gösterilebilir. Otomotiv, gemi inşaatı ve havacılık endüstrileri 1995'ten beri kendilerini tamamen yeniden yapılandırmış; üretim metotları, daha hassas, daha çok zaman kazandıran, malzemeyi daha etkin kullandıran ve işçilerin daha samimi çalıştığı bir metoda dönmüştür. Çıkış aralıkları, tamamen kitlesel üretilmiş üründen (otomobil), tamamen kitlesel özelleştirilmiş ve özel olarak tek seferde yapılan bir ürüne (gemi) kadar geniş bir yelpazededir. Bu ürünlerin ölçeği oldukça büyüktür. Ölçek büyüdükçe karmaşıklık seviyesi gittikçe artmış ve mimarlıkta üretilen hemen hemen her ürün üretilebilir duruma gelmiştir. Basitçe, inşaat sektörü, tasarımın ihtiyaçlarını karşılayacak, belli bir bütçe içerisinde, zamanında, düşmeyen, yıkılmayan ya da akmayan bir ürünün geliştirilmesini istemektedir ve genelde de bu görevlerinde başarısız olmaktadır.

Bugün dünyada değişenler arasında ikinci olarak ise, mimarlık ve inşaat sektörünün kritik farklılığı, uçak, gemi ve otomobil endüstrileri gibi entegre olmamasıdır. Bu endüstrilerde, verimlilik başlangıçtan başlamakta, tutarlılıkla yorumlanmakta ve tasarım ile üretim döngüleri üzerinden yeniden entegre olmaktadır. Genelde zorunlu tasarım kısımları üretici ekipleri tarafından bilgilendirilmekte ve bu ekiplerle işbirliğinde olmaktadır, sürekli dönüşmeye ve gelişmeye izin vermektedir. Tam tersine mimarlık ve inşaat sektöründe ise, inşaat ve yapı ürün üreticileri için tedarik zinciri genişletilmiş ve parçalanmıştır. Mimarlar genelde koordine edilmemiş ve çok kötü entegre edilmiş ürün tedarik referanslarına güvenmektedirler. Örneğin, araştırma yapmak, anlamak ve ürünleri seçmek için yurtdışında Sweets Kataloğu¹, Türkiye'de yakın eşdeğeri Raf Yapı Kataloğu² ya da Yapı Endüstri Merkezi (YEM) tarafından geliştirilen Yapı Kataloğu³ gibi katalogların kullanımı söz konusu olmaktadır. Bu ürünler genelde projelerin inşaat teklif aşaması ve satın alma aşamalarında belirlenerek proje belgelerinin içerisine yerleştirilmektedir. Bu kataloglardan, koordine edilmemiş çoğu ürün, şantiyede mimar tarafından iş gücü koordine etmeye, bütün bu ürünleri sığdırmaya ve bütüne entegre etmeye itilmiştir. Bu süreç, en iyi ve en organize edilmiş

¹ Sweets: <http://sweets.construction.com>

² Raf: <http://www.raf.com.tr>

³ Yapı Kataloğu: <http://www.yapikatalogu.com>

durumda bile tam bir kaostur. Planlanan tarihte projeyi bitirmek büyük bir baskı iken, bu tarihin ötelenmesi çok daha büyük sorun teşkil etmektedir. Bu kaosa beklenmedik hava ve iş şartları eklendiğinde, işi bitirmenin stresi çok daha artmaktadır. Bununla birlikte tasarımcı mimar ve müşterinin talepleri ile gelen revizyon ya da yeni düzenlemeler bu süreci zorlaştırırken, bir yandan kalitenin de düşme ihtimali doğurmaktadır.

Artık günümüzde mimarların araçları entegre olmaya doğru değişmektedir. Mimari dünya üç boyutlu Yapı Bilgi Modelleme (BIM) ve üretim araçlarıyla tanışmış durumdadır. Artık yapılar tamamen görselleştirilebilmekte ve bina yapılmadan hatalar ya da çakışmalar görülebilmektedir. Daha iyi iletişim araçları bulunmakta ve bunların bazıları inşaat endüstrisi tarafından da benimsenmiş durumdadır. Çevrimiçi döküman paylaşımı ve proje yönetim yazılımları sayesinde gerçek zamanlı olarak tasarım, bilgi ve fikirler paylaşılabilir.

Mimarlıkta üretimdeki inovasyonları kilitleyen ya da engelleyen bir çok faktör vardır, ve bu tez kapsamında Türkiye özelinde bu konulardan bahsedilecektir. İnşaat sektöründeki bu faktörlerin gerçekliğiyle birlikte, Türkiye özelinde neden otomotiv, havacılık ve savunma sanayilerindeki üretim teknolojilerinin inşaat sektörüne aktarılamadığı ile mimarlık ve üretim piyasasında bu entegrasyonu engelleyen konular üzerinden bir değerlendirme yapılacaktır.

Tasarım ve yapımda inovasyon tabanlı yaklaşımların Türkiye'deki potansiyellerini değerlendirmeyi konu alan bu tez çalışmasında, ilk bölümde çalışmanın amacının ve hipotezinin açıklandığı bir giriş yapılmıştır.

İkinci bölüm olan metodoloji bölümünde, konunun içeriği ile uyumlu olarak kalitatif metodolojik çerçeve tanımlanmış ve tezin yapısı açıklanmıştır. Yapılmış olan kaynak taraması, derinlemesine görüşmeler ve kavramsal içerik analizi prensipleri detaylı olarak anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm olan kaynak taraması bölümünde, tanımlar ve terminoloji ile başlamış, yurtdışında ve Türkiye'de yapım tarihi ve örnek projeler ile devam etmiş ve bir kaynak değerlendirmesi ile son bulmuştur.

Dördüncü bölüm olan araştırma çalışması bölümünde, sektör temsilcileri arasından belirlenmiş farklı düzeylerde uzmanlık ve yöneticilik görevleri bulunan profesyoneller ve danışmanlar ile derinlemesine yapılan görüşmeler ve bu görüşmelerin analizi

aktarılmıştır. Tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine trendler belirlenmiştir.

Beşinci ve son bölüm olan sonuç bölümünde, çalışma özetlenmekte, analizler değerlendirilmekte ve yazar konu üzerindeki ek görüşlerini belirtmektedir.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, endüstrileşmiş yapının prensipleri ile ekonomi, verimlilik ve estetik arasında dengeyi bulabilmek için bu sürecin nasıl liderlik ettiği, Türkiye özelinde yapı sektöründe önde gelen firmalarla yapılan derinlemesine görüşmelerden alınan geri dönüşler ile, Türkiye’de tasarım, üretim süreçlerinde ve piyasa algısı konusunda bu süreçlerin ne durumda olduğunu araştırmaktır.

1.2 Rehber Hipotez

Bir yapının tasarımı ve inşası hala uzun yıllar sürmektedir. Mimarlık hala orantısız bir kaynak gerektirmektedir ve bu gereksinim de insanlığın ötesinde bir anlam olarak yer bulmaktadır. Kalitede uzun düşüş devam etmekte, oldukça az miktarda yeni malzeme, özellikler ve işlemler ortak pazara çıkmış durumdadır. Yaklaşık 80 yıllık uykusundan yeni uyanan mimarlık pratiği, otomotiv, uçak, savunma endüstrilerindeki tasarım ve üretim süreçlerini kendi pratiği ile karşılaştırmaya başlamıştır. Fabrikasyon, üretimdeki maliyetlerin kontrolünü sağlarken, kaliteyi de arttıran bir üretim yöntemidir.

Mimarlar, mühendisler ve yükleniciler inovatif teknolojilerin tümünün (OSM, BIM vb.) tarihini, teorisini ve faydalarını anlamak durumundadır, böylelikle mimarlıkta üretim üzerine etkin bir metot geliştirilebileceklerdir. Yapı sektöründeki bir uzmanın, nerede ve nasıl fabrikasyon olacağını, nedenine karar verme durumunu ve seçeneklerin genişliğini anlama konusunda eksiklikleri vardır ve bu konuda üreticilere güvenmektedirler. Efektif olarak fabrikasyon kullanımında, tasarımın ilk aşamalarından itibaren üretimin üzerine düşünmek gereklidir. Genel olarak, şu argüman araştırılmaktadır: “Eğer endüstriyel üretim süreci, diğer ürün ve ticari malları üretebiliyor ise, neden aynı süreç daha yüksek kaliteli ve erişilebilir bir mimariyi de üretemesin?”

2. METODOLOJİ

Tez çalışması konunun içeriği ve kapsamı ile uyumlu olarak kalitatif araştırma paradigmalarına dayanan bir metodolojik çerçeve içerisinde yürütülmüştür. Tez kaynak taraması, derinlemesine görüşmeler ve kavramsal içerik analizi olarak üç aşamadan oluşmuştur.

2.1 Kaynak Taraması

İnşaatta inovasyon, endüstrileşme, seri üretim, kitlesel özelleştirme, şantiyede üretim, şantiye dışı üretim, yapı bilgi modelleme ana kavramlar olarak; yurtdışında ve Türkiye’de yapım teknolojisi gelişimi ise ana konu olarak belirlenmiştir. Belirlenen ana konular ve kavramlar üzerinden derinlemesine bir kaynak taraması yapılarak BIM, OSM ve bunlara bağlı yeni üretim teknolojilerinin mevcut durumu farklı karşılaştırmalar ile ortaya konulmuştur.

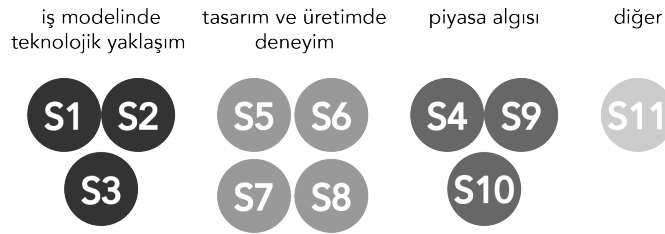
Yurtdışından örnek projeler için KieranTimberlake’in Maryland’de tasarladığı BIM ile modellenip, tasarım, üretim ve proje yönetimi açısından inovatif bir süreç olan *Loblolly House* projesi ile Steven Holl’un Seattle Üniversitesi kampüsünde yer alan, taş bir kutunun içerisinde yedi ışık tüpü olarak tanımlanan tasarım metaforu olan ve üretiminde maliyeti ve süreci kısaltmak adına T-slot beton paneller ile üretilen *St. Ignasius Şapeli* ele alınmıştır.

Türkiye’den örnek projeler olarak Şanal Mimarlık’ın *Şişhane Otopark’ı*, TAV’ın *İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Terminali*, Emre Arolat Mimarlık (EAA)’ın *Antakya Müze Otel Projesi* seçilmiştir. Antakya Müze Otel projesi olumlu ve olumsuz tasarım ve üretim sürecini günümüzdeki yaygın karşılaşılan tikanıklıkları, engelleri aktarabilen bir proje olması açısından daha detaylı olarak aktarılmıştır.

Kaynak taraması ve incelenen örnek vaka çalışmaları, görüşmelerde sorulan spesifik soruların niteliğini belirlemekte kullanılmıştır.

2.2 Derinlemesine Görüşmeler

Sektör temsilcileri arasından belirlenen farklı düzeylerde uzmanlık ve yöneticilik görevleri bulunan profesyoneller ve danışmanlar ile derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler için tez çerçevesini oluşturan konulara özel sorular ve verilen yanıtlara göre yönlenebilecek soruların olduğu bir set hazırlanmış ve görüşmeler bu yöntem ile yürütülmüştür. Yakın gelecekte tasarım ve yapım sürecini bütünleştirme aracı olarak görülen BIM'in (Building Information Modelling) Türkiye'de ne düzeyde bilindiği ve bununla ilgili firmaların ne tür çalışmalarının olduğunu belirlemek amacıyla BIM ile ilgili bir soru da yöneltilmiştir. Görüşmede sorulan soruların konu başlıklarına göre gruplanması Şekil 2.1'de görülebilmektedir. Yapılan derinlemesine görüşmeler detaylı olarak Ekler bölümünde yer almaktadır.



Şekil 2.1 : Görüşmede sorulan soruların üst konu başlıkları (Temiz, 2015).

Yapılan röportajlarda firmalara yöneltilen sorular aşağıdaki gibidir:

Soru-1: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır? Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini tasarımlarınıza nasıl entegre ediyorsunuz?

Soru-2: Mass Customization (MC) kitlesel özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) yani şantiye dışı üretim hakkında ki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

Soru-3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

Soru-4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

Soru-5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

Soru-6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

Soru-7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

Soru-8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü ürettirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

Soru-9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

Soru-10: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

Soru-11: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

2.3 Kavramsal İçerik Analizi

Yapılmış olan görüşmelere ait transkriptler, literatür taramasından elde edilmiş olan kavramsal ilişkiler çerçevesinde kodlanmış ve kodlama esnasında ilgili olan kavramlar ile eşleştirmeler yapılmıştır. Bu süreçte farklı düzeylerdeki kavramların ve değişkenlerin frekanslarının ve örüntülerinin belirlenmesi ve BIM teknolojileri ve inşaat sektörü iş süreçleri arasındaki ilişkilerin kavramsal bir harita üzerinde gösterilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında görüşmeler, üç ana başlık altında değerlendirilmiştir: “Tasarım Aşaması”, “Üretim Aşaması” ve “Piyasa Algısı”. Görüşmeler bu üç ana konuya göre değerlendirilmiş, bunun yanında tüm görüşmelerden edinilen kavramlar ile tez konusu ile ilgili trendlerin derlenmesi sağlanmıştır.

3. KAYNAK TARAMASI

3.1 Yaklaşım Tanımları ve Terminolojileri

Bu tez çalışmasında, ana ekseninde, OSM teknikleri ve BIM kullanımının Türkiye’deki durumu ve potansiyelleri tartışılacaktır. Şantiye dışı üretim teknikleri, CAD/CAM teknolojileri ve günümüzde BIM ile birlikte çalışmalarının bir sonucu olarak, 1800’lerin ortalarından bugüne, diğer üretimlerden yapı üretimine özelleşmiş olarak, kitlesel üretimden, kitle özelleştirme (MC) teknolojisine olan bir geçişten bahsetmek gerekmektedir. Bu kavramlar ayrıcalıklı kavramlar değildir, kavramların gelişimini ve bugün endüstrileşmiş binayı nasıl anladığımızı temsil etmektedir. Kısa tanımları ise şunlardır:

Endüstrileşme: 1848’deki Endüstri Devrimi’ne bağlı olarak, ekonomik ve toplum düşünce yapısında gelişmiş makineleşme sonucu, günümüzde hala yaygın olan bir değişime işaret eder.

Standartlaşma: Endüstrileşmiş bir toplumun sonucunda, ürünlerin standart hale gelmesi, seri üretime bağlı olarak standartların geliştirilmesinde en geçerli olandır.

Mekanikleşme: Savaş yıllarında geliştirilen mekanikleşen aşamalarla tanışmak, ek olarak daha gelişmiş makineleşme ve böylelikle insan işgücünü düşüren, standartlaşmadan daha büyük ekonomi ölçeğine geçmek için bir çabadır.

Kitlesel Üretim: Ekonomi ölçeği üzerinde gelişen bu kavram, tek bir ürünün maliyetini düşürmek amacıyla aynı şey olarak çok üretmektir. Bu tüketici talebi ile eş zamanlı olarak büyümüştür.

Otomasyon ve BIM: Bilgisayarlı sayısal kontrolün ve CAD/CAM yazılımı ile dijital olarak bilgilendirilen üretimin gelişimidir. Yapı Bilgi Modelleme olarak Türkçe’ye çevrilen BIM, çeşitli modern bilgisayar uygulamalarını içine alan genel bir terimdir.

Kitlesel Özelleştirme: Bu kavram kapsamında bir ekonomi sunmak için seri üretim ve otomasyon araya getirmektedir. Kitle özelleştirme (MC) işgücü maliyetlerinin

azaltılması, mekanizasyon ve otomasyon üretim yöntemlerinin faydalarını maksimize etmedir. Çıkış değişkenliği ve özelleştirme faydalarını korumak için çalışır.

Bölümün devamında yukardaki kavramlara ek olarak, ilişkili olan diğer tüm kavramlar da detaylı olarak açıklanacaktır.

3.1.1 İnşaatta inovasyon (*Innovation in construction*)

Merriam-Webster sözlüğünde inovasyon, “yeni bir şeyin başlangıcı” ve “yeni bir fikir, metot ya da araç⁴” olarak tanımlanmıştır. İnovasyonun ilk kullanımı 15.yüzyıla kadar uzamaktadır (Innovation, t.d.).

İnşaatta inovasyon, başarılı bir geliştirmenin ve/veya yeni fikirlerin, ürünlerin, sürecin veya pratiklerin, organizasyonel verimliliğin ve performansın artırılması amaçlı olarak hayata geçirilmesi olarak tanımlanabilir. İnşaat sektöründe inovasyon üç alanda kabul edilmiştir: ürün, süreç ve organizasyon (Stewart, 2006; Akintoye ve diğerleri, 2012). Süreç inovasyonu, üretim metotları ve organizasyonel inovasyonlardan firmayı ve yeni kurumsal stratejik yönlendirmeleri yönetme yaklaşımları için yönlendirilmiştir. İnşaat sektöründe inovasyonu yönlendiren altı ana faktör tanımlanmıştır (Blayse ve Manley, 2004; Akintoye ve diğerleri, 2012) :

1. Müşteri ve üreticiler
2. Üretim yapısı
3. Endüstri içerisindeki birey ve firmalar arasındaki ilişkiler
4. Endüstri ve endüstri dışı ekiplerin arasındaki ilişkiler
5. Sistem kayıtları ve standartlarının yürürlüğü
6. Organizasyonel kaynakların kalitesi ve doğası.

İnşaat sektöründeki inovasyon ve süreç geliştirme ihtiyacı Egan (1998) tarafından “*Construction Task Force*” adlı raporunda işlenmiştir. Bu raporda geçen, AR-GE çalışmalarının eksikliği, proje müelliflerinin ekiplerde, tasarımda ve inovasyonda koordine etme performansındaki müşteri memnuniyetsizliği, kaybedilen yetenekler, inovasyonun sürekliliği için tedarik zincirinin kritik olması, sürekli öğrenme, uzun

⁴ Çevirinin orijinali: “Innovation: 1.the introduction of something new, 2.a new idea, method, or device” (Innovation, t.d.).

sürekli işveren ve taşeronlar arasında ortaklıkların desteklenmesi, eğitim ihtiyacı, ürün geliştirme, proje sürecinin geliştirilmesi, diğer endüstrilerden ders alınması, projelerde inovasyonu, öğrenmeyi ve verimliliği maksimize etmek için tedarik zincirinin organizasyon ve yönetim ihtiyacı gereksinimi gibi konular bugün de göz önünde bulundurulması gereken konular arasındadır.

3.1.2 Endüstrileşme (*Industrialization*)

Belirli bir alanda endüstrileşme, endüstri üretim kural ve yöntemlerinin o alana uygulanması ile doğar. Yapı alanında endüstrileşme; makineleşme, rasyonalizasyon ve prefabrikasyon kurallarının yapı ve yapı elemanlarına uygulanmasını gerektirir. Günümüzde, üretimi daha da hızlandırmak ve ekonomik kılmak amacı ile çeşitli endüstrileştirme çabaları yapılmakta, yöntemler geliştirilmektedir.

Endüstrileşmiş yapı, ihtiyaç ve endüstriye olan tutkular doğrultusunda doğmuş ve gelişmiştir. Bireysel ya da topluluk olarak inşa edilen barınaklar en başından beri bu işlevi sürdürmektedir. Uzak lokasyonlarda üretmek, binaları daha hızlı elde etmek ya da kitlesel bir üretim yöntemiyle üretmek adına insanlar prefabrikasyonu kullanmakta, alışlagelmiş olarak şantiyede yapılan inşaat aktiviteleri fabrika ortamına taşınarak doğramaların, modüllerin ya da panellerin üretimi yapılmaktadır. Yapı endüstrisinin uzun ekonomik tarihi tapınaklar ya da ahşap strüktürleri gibi öğeler üzerinden antik döneme kadar kökenleri uzamaktadır. Ancak, endüstrileşmiş yapının tarihi, mimari ve endüstrinin birleşiminden gelen modernist bir söylem ya da deneyimlerdir.

Endüstrileşmiş mimaride, endüstri devrimine paralel mimari manifestolar, mimari projeler ve bazı kavramlar geliştirilmiştir. Mimarinin profesyonel bir alan haline gelmesi, mimari eğitimin bir manifesto ile, sistematik öğrenme metotları ve yapı bilimleri öğrenimi için modellerin geliştirilmesiyle erken 18.yüzyılda görülmektedir. Gropius ve Wachsmann, Mies van der Rohe, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, mimar ya da mühendis olarak eğitilip toplu üretilen mimarilerin ürün çıktılarını hazırlayan mimari mühendisler İkinci Dünya Savaşı yıllarına kadar endüstrileşen mimaride “sınıflandırma temelli devrimden kaçmanın tek yolunun verimli ve endüstrileşmiş bir mimarlık anlayışıyla gerçekleştirilebileceğini savunması” söz sahibidirler. Savaş sonrasında, mimarlık ve toplu üretilen mimari arasındaki ilişki değişmiştir, direk müdahalelerle dünyayı değiştirmek yerine söylem ve örnekler yapmaya başlamışlardır. Günümüzde, mimarlık için yapılan inovasyonlar, dijital

gelişmeler, malzemedeki gelişmeler, mimarinin tasarım ve yapım anlamında limitlerini zorlamakta, mimarinin ufkunu açma şansı sunmaktadır.

3.1.3 Seri üretim (*Mass production*)

Zanaat ile üretim emek ve el maharetine dayandığı için üretilen ürünler arasında tıpatıp eş olan iki ürün bile bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra son ürünün fiyatının pahalı olması, ürünü alabilmek için belirli süre beklenilmesi, basit imalat araçlarının kullanılması, üretimi koordine etme zorluğu gibi dezavantajlar zanaat üretimin gelişimini engellemiş ve duraklama dönemine girmiştir.

Fordizm, Henry Ford'un öncülüğünü yaptığı, üretim bandının uygulamaya konmasını içeren üretim sistemidir. Bir montaj hattı aracılığıyla çok sayıda ürün üretilmesi olan bu üretimin kullanım alanı bir yığın biçiminde işlenmesi gereken maddelerden (gıda, yakıt, kimyasallar, vb.) ayrı ayrı işlenebilen maddelere (ev malzemeleri, otomobiller, vb.) dek uzanmaktadır. Her bir işçi üretim bandında çok küçük ve vasıfsız bir işle görevlendirilmiş olup, bütünün (yani üretilen ürünün) ne olduğu konusunda bilgisizdirler (Fordizm, t.y.).

Seri üretim teriminin geçmişi Encyclopedia Britannica yetkililerinin 1926 yılında Ford Motor Company'yle yaptığı bir röportaja dayanmaktadır. The New York Times ise bu terimi Britannica'nın hazırladığı makaleden önce bir yazıda başlık olarak kullanmıştır (Hounshell, 1984).

Başka bir tanımla, standart ürünler elde edebilmek için deneyimsiz işçileri basit işlerde kullanarak makineleşmiş bir üretimin gerçekleştiği, hareketli montaj hattı fikriyle ortaya çıkmış bir üretim yöntemi olan ve yapılanmış olan doğru zamanlı imalat işlemleri fikrinin önemli bir yere sahip olduğu bir üretim yöntemini seri üretim yöntemi olarak tanımlamak mümkündür.

3.1.4 Kitlesele özelleştirme (*Mass customization-MC*)

Kitlesele özelleştirme, her ne kadar üstüne sayısız makale yazılmış olsa da, hala tam olarak tanımlanamamıştır. Her durumu kapsayan belirli bir tanım yerine, seri üretim ve özel üretim arasında konumlandırılmış çeşitli basamaklardan oluşan bir ölçü ile kitlesele özelleştirmeyi tanımlamak daha doğru olacaktır. Üretim bilimi/yöneylem araştırması çerçevesinde incelenen konulardan biridir. Toyota, Dell gibi firmalar tarafından uygulanıp başarılı sonuçlar alınınca hızla benimsenmiştir ve genellikle “*just*

in time” konseptiyle birlikte anılmaktadır. Müşteri bilincinin yükselmesi, tek tip üretim yerine kişiye özel üretim yapılması gerekliliği ancak bunun maliyeti yükseltmesi üzerine firmalar, üretim süreçlerini maliyeti yükseltmeden özel taleplere cevap verecek şekilde geliştirmişlerdir ve bu kavram kitlesel özelleştirme olarak tanımlanmıştır.

Kitlesel özelleştirme yaklaşımları ne kadar farklı olursa olsun, iki özellik her yaklaşımda bulunmalıdır: modülarite ve tüketicinin üretime katkısı. Bir yaklaşımın kitlesel özelleştirme ölçüsündeki konumu bu iki özelliğin yaklaşımlarda bulunma oranına bağlıdır. Tüketici kararlarının üretim döngüsüne dahil olma aşamasına (tasarım / üretim/ tüketim) bağlı olarak farklı modüler yaklaşımlar kullanılabilir.

Kitlesel özelleştirme çeşitlilik değildir. Çeşitlilik, tepeden inme bir tasarım kararıdır. Oluşturulan pazar kesimlerine hitap etme amacıyla seri üretimin farklılaşmasıdır, kitlesel özelleştirme değildir. Aynı şekilde her tüketici için farklı üretim de kitlesel özelleştirme değildir. Çeşitlilik karar alma ve müşteri memnuniyetinde sorunlar yaratabilirken, kitlesel özelleştirmede müşteri odaklı bir çözüm vardır. Çeşitlilik ekolojik ve ekonomik açıdan sürdürülebilir değildir, sürdürülebilirlik ancak kitlesel özelleştirme ile sağlanabilir. Getirdiği avantajlar nedeni ile kitlesel özelleştirme bir çok endüstri dalında benimsenmiştir.

Yapı endüstrisi, ölçeği, her projenin özelleşmesi ve ilgilendiği kişisel mekan üretimi faktörleri dolayısıyla diğer endüstrilerden farklılaşır. Yeni üretim biçimleri yapı üretiminde daha geç kabul görmüştür. Nispeten yeni bir üretim sistemi de olsa, kitlesel özelleştirmenin etkileri görülmeye başlanmıştır. Yapı endüstrisi bir çok farklı kesimi bir araya getirdiği için üretim döngüsünün basamakları dahilinde kitlesel özelleştirmenin incelenmesi gerekir.

3.1.5 Yalın inşaat (*Lean construction*)

Yalın inşaat ilkeleri sanayi üretimi için malzeme israfı ve para azaltılması etrafında döner. Prefabrikasyon ve süreci içine BIM entegrasyonu ele alınırken, yalın inşaat stratejileri bu tezde ele alınmayacaktır.

3.1.6 Şantiyede üretim (*On-site construction*)

Yerinde üretim ya da geleneksel üretim metodu olarak da adlandırılan “şantiyede üretim”, şantiyede yapılan her türlü üretimi kapsamaktadır.

3.1.7 Şantiye dışı üretim (*Off-site construction - OSM*)

Şantiye dışı üretim, inşaat alanından uzakta ön üretim içeren ya da içermeyen bir üretim yöntemidir. Bu tipte imalatlar, “hacimsel olmayan imalatlar”, “hacimsel şantiye dışı imalatlar” ve “modüler yapılar” olarak kategorize edilir (Gibb, 1999). Bu çalışmada, şantiye dışı üretim genel anlamda prefabrikasyonu, ön montaj kullanımını ve modülerizasyonu tanımlamak için kullanılmıştır.

1932’den beri var olan “prefabrikasyon” sözcüğü kullanılmaya devam etmektedir ancak günümüzde artık farklı bir şeyden bahsedilmektedir. Kelime kullanımındaki bu eksiklik, genel olarak inşaat dünyasındaki iletişim eksikliğini de getirmektedir. Bu nedenle tezde, “prefabrikasyon” ve “şantiye dışı üretim” genelde birbirinin yerine değişken olarak, başka bağlantılı bağlamlara (konut, yapı teknolojisi ve bugünün mimarlık pratiğine) atlama noktası olarak kullanılmıştır.

Şantiye dışı üretimde, demir, çelik, çimento ve ahşap gibi malzemeler girdi olarak değerlendirilmektedir. Üretimde tesislerde Ar-ge ve kalite TSE normlarına tam uyumlu her aşamada teknolojik denetimli işlevlerin uzman eleman, işgücü ile gerçekleştirilmesi ve tersine mühendislik denilen kalite kontrol konuları öncelik kazanmaktadır.

Şantiye dışı üretilen ürünler tümel yapı olabildiği gibi, nakliyyede çok daha ekonomik fayda sağlaması açısından yapı parçaları olarak kolon, kiriş, duvar ve döşeme panelleri, ulaşım malzemeleri, elektrik direkleri, bordür, parke, travers, altyapı elemanları, kanalet, boru, menfez, perde, kiriş, enerji gereçleri, çiçeklik, çit direkleri, trafo konutları, su kuleleri, çevre gereçlerinden gibi elamanlardan oluşmaktadır.

Prefabrikasyon (*Prefabrication*)

Prefabrikasyonun günümüze kadar bir çok tanımı yapılmıştır. TDK’de “ev, gemi gibi şeylerin önceden hazırlanmış bir plana göre, bir bütün olarak birleştirilmesi yöntemi” olarak tanımlanırken, Doğan Hasol (2012)’un hazırladığı Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü adlı kitabında prefabrikasyon şu şekilde tanımlanmaktadır: “Hazır elemanlar ya da bileşenlerle yapı kurma; şantiye çalışmalarının olanak ölçüsünde fabrika çalışması haline getirilmesi ve önceden hazırlanmış çoğu beton elemanlarının yapıyerinde montajı ile yapılan inşaat, önüretim, önyapım.”

Prefabrikasyon genelde “şantiye dışı üretim”, “ön üretim”, “ön montaj” ya da basitçe “fabrikasyon” terimleriyle ilişkilendirilmektedir ve 19.yüzyılın standartizasyonuna ya

da 20.yüzyılın modernizmine takılıp kaldığı gözlemlenmektedir. 1864'ten beri yayınlanan ve günümüzde online olarak websitesinde yer alan Merriam Webster Sözlüğü'nün tanımlamasına göre prefabrikasyon, “parçalarının bir fabrikada üretilmesi sayesinde inşaat montajlardan oluşmakta ve standartize olmuş parçalar birleştirilmektedir”⁵. Bu tanım, 1932’de ilk kez kullanılmıştır [Prefabrication (t.d.)] ve yapı sektöründeki genel anlamı 80 sene⁶ içerisinde değişmemiştir.

Prefab Architecture adlı kitabında Smith (2010), prefabrikasyonun gelişimini, “fabrikada üretilen mimarlığın” tarihsel ve modern önemi kapsamlı olarak anlatmıştır. Prefabrikasyonun ilk formu kalite ve zaman ya da kapsamı ve bütçeyi yönetmekten çok, endüstriyel metalaştırma, üretim ve tekrarlama büyüme olmuş ve genel olarak konut tipolojilerine odaklanılmıştır. Şantiye dışı üretimin (OSM) ölçeğinde ise, kitlesel üretimin imkan verdiği sistemlerin, malzemelerin ve üretimin entegrasyonundan çok, konut marketindeki teorik bir patlama ihtiyacıyla birleşmesine odaklanılmıştır.

Mimarlık için sonuç vermesi konusunda ise, gerçekten inşa edilebilmesi uzun yıllar almıştır. Yüklü yatırımlar gerektirmiş, fizibilite, baş ağrıları ve kaçınılmaz kalp krizleriyle dolu bir süreçten geçmiştir. Ancak bu demek değildir ki, üretimin yeni malzeme ve methodları geliştirilmemiştir. MIT’den John Fernandez “İnşaatın, onun gibi ölçeklerde uygulama yapan endüstriler içerisinde bilimsel olarak teknolojik inovasyon diyebileceğimiz açıdan en yavaşı olduğuna inanılır.” demiştir (Fernandez, 2006).

Prefabrikasyon geniş bir üretim yelpazesini ifade etmektedir, malzeme ve üretim teknolojilerine göre çeşitleri bulunmaktadır. Prefabrikasyon, Hasol (2012) tarafından, Ansiklopedik Yapı Sözlüğü’nde aşağıdaki tiplerde katagorize etmiştir: Açık prefabrikasyon, ağır prefabrikasyon, hafif prefabrikasyon, kapalı prefabrikasyon, kısmi prefabrikasyon, total prefabrikasyon / tümel prefabrikasyon.

Ön montaj (*Preassembly*)

Ön montaj, komple bina veya bina sistemi oluşturmak için nihai bina şantiyesinden uzakta prefabrik parçaların birleştirilmesini içerir. Ön montaj, şantiye dışında

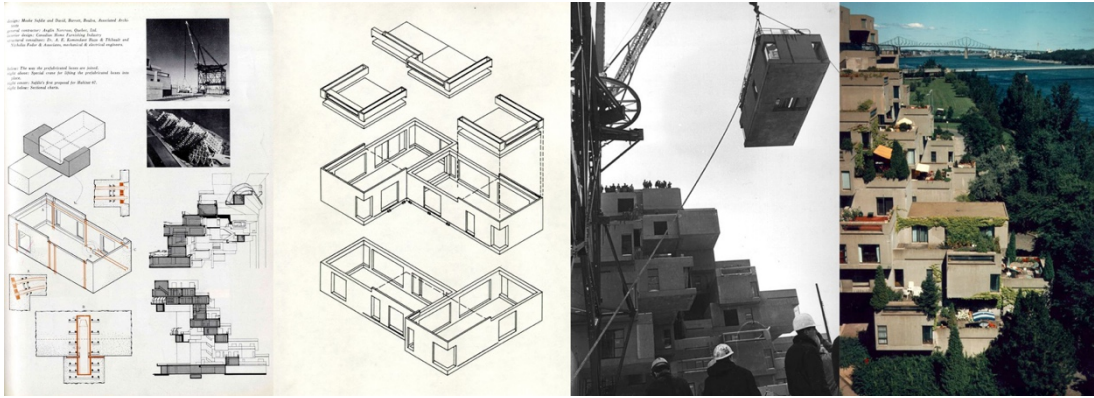
⁵ Prefabrication: to fabricate the parts of at a factory so that construction consists mainly of assembling and uniting standardized parts (Prefabrication (t.y.))

⁶ “Prefabrikasyon” sözcüğünün 1932’de ilk kez kullanılmıştır (Prefabrication (t.y.)).

(üreticinin fabrikasında) ya da şantiyede yapılabilir, paralel üretim uygulamalarını teşvik edilebilir. Genellikle birden fazla bina satın alımını ve önceden monte bileşenlerin yerleştirilmesi için bir vinç kullanımını gerektiren bir çalışmadır.

Modüler konstrüksiyon (*Modular construction*)

Modüler yapı, bir şantiye olarak büyük ölçüde bitmiş bileşenler taşınmaktadır hacimsel bileşenler (modüler yapılar) oluşturmak için uzak bir yerde prefabrik ve ön montaj kullanımı ile tanımlanan bir üretim sürecidir. En bilinen örnek Moshe Safdie tarafından 1967 yılında tasarlanan Habitat 67 yapısıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Habitat 67 projesi teknik çizim ve proje görselleri (Url-1).

Amerikan Modüler Yapı Enstitüsü bir diğer hedefe sevk edilmeden önce %60-80 tamamlanmış olan binaları modüler bina olarak sınıflandırmıştır.

Fabrikada üretilmiş evler (*Manufactured homes*)

Fabrikada üretilmiş evler, Amerikan Federal Konut ve Kentsel Kalkınma (HUD) tarafından düzenlenen ve yeniden konumlandırılabilir binalardır. Tüm yerel ya da bölge bina kodları yerine geçmektedir. Bu terim, sadece yerleşik entegre şasi ile hareket kabiliyeti olan tek üniteli veya çift üniteli konut için geçerlidir (örnek proje Şekil 3.2). Büyük ölçekli konut projeleri için geçerli değildir ve genellikle kalitesi düşük standartta inşa edildiği kabul edilir.



Şekil 3.2 : Muji Hut görselleri (Url-2).

Modülerizasyon (*Modularization*)

“Modülerizasyon” ya da “modüllere ayrıştırma”, genelde bütün yapının daha küçük modüller serisi olarak şantiye dışında üretimi, böylelikle şantiyede üretimin temel çalışması ve modüllerin birleştirilmesi işlerine indirgenmesi olarak tanımlanabilir.

Modüler üretici kalite ve süreci kontrol edebiliyorken, modülerizasyonda başlıca dezavantaj, büyük boş hacimlerin nakliyesinin pahalı olmasıdır.

Modüler (*Modular*)

Hasol’un (2012) Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü ‘ne göre modüler, “modüle değgin; bir modüller bütününden oluşan” olarak tanımlanmıştır. Modüler standart birimler veya boyutları ile özdeşleşmiş bir terimdir. TDK’de ise “1. Parçalı, 2. Belli bir ölçüye dayanarak oluşturulan (tasarım, yapı)” olarak tanımlanmıştır.

Mimarlık için modüler, bir birimi baz alarak ilerleyen, takılıp sökülebilen, ihtiyaca göre kullanım alanı değiştirilebilen, kullanıcı isteklerine göre şekillendirilebilen yapı parçaları ya da tasarım biçimi olarak tanımlanabilir.

3.1.8 Yapı bilgi modelleme (*Building information modeling - BIM*)

“Yapı Bilgi Modellemesi ve Yönetimi” olarak da adlandırılan BIM, çeşitli modern bilgisayar uygulamalarını içine alan genel bir terimdir. BIM, tamamen yazılım tasarımı ve farklı yazılımların tek bir bilgisayar modelinde bütünleştirilmesine dayalıdır. Bir yapı modeli, binayı “koordine edilmiş bilgilerden oluşan birleşik bir veri tabanı” olarak sunar (Silver ve McLean, 2014).

BIM, 3 boyutlu parametrik ve nesne tabanlı modeller kullanarak, bir yapının/tesisin yaşam döngüsü boyunca tesise ve/veya projesine ait birbiriyle uyumlu, koordineli ve ilişkili her tür bilginin yaratılması ve kullanılması sürecidir.

BIM bir program ya da ürün değil, bir yaklaşımdır. Projenin tüm ana süreçlerinde etkin olarak kullanılabilen sistem, işveren, tasarımcı, müşavir, yüklenici, alt yüklenici ve tedarikçiler arasındaki bilgi alışverişinin kalitesini ve hızını arttırarak, son kullanıcılar için en uygun ürünün ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

3.2 Yurtdışı Yapım Teknolojisi Gelişimi

150-200 yıl öncesine kadar, tüm dünyadaki yapılar “yığma kagir” taşıyıcı sistemlerle yapılmaktaydı. İlkel dönemlerde taş ya da ahşap ile geçilen açıklıklar, bir süre sonra “kemer” yapılarak daha geniş ölçülerde geçilmeye başlamıştır. Kemer açıklığına dik yönde eklenen kemerler ile “tonoz”lar, kemer eksenine etrafında döndürülerek “kubbe”ler inşa edilmiştir. Taş üzerine taş, kereste üzerine kereste ya da eleman üzerine başka bir eleman koyularak inşaat alanında inşa edilmişlerdir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Mısır piramitleri (Url-3).

19. yüzyılda endüstri devrimi ile birlikte üretim yöntemlerinin değişerek ve gelişerek mekanize olması, seri üretim yöntemlerinin geliştirilmesi, buna bağlı olarak üretimin artması ve yeni malzemelerin bulunması, yapı sektörünü de etkilemiş ve yapı üretim süreçlerinin sorgulanmasına yol açmıştır. 1778 yılında font demiri ile yapılan ilk köprünün inşası, 1784 yılında pudralama metodunu geliştirerek iyi kalitede dövme çelik üretiminin gerçekleşmesi, bu yıllarda dövme çelik kullanılarak dolu gövdeli ana kirişli ve kafes ana kirişli köprülerin yapımına başlanması, ilerleyen yıllarda Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1879) yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı haldeyken arıtılması sağlanmış ve dökme çelik üretimi olanağı, 1824 yılında J. Aspdin tarafından “Portland Çimentosu”nun keşfi, 1877’de J. Monier tarafından demirin çekmede kullanılmak suretiyle “betonarme sistemi”nin temellerinin atılması, yapı üretimini etkileyen önemli gelişmelerden olmuştur. Özellikle 20. yüzyılın başında elektrik fırınlarının da kullanılmaya başlanmasıyla da çelik yapı tekniklerinde büyük ilerlemeler meydana gelmiştir. Bunun sonucunda iskelet, asma ve kabuk taşıyıcı sistemlerin ufukları açılmış, arkasından modüler planlama ve yapının endüstriyelmesi konuları gündeme gelmiştir.

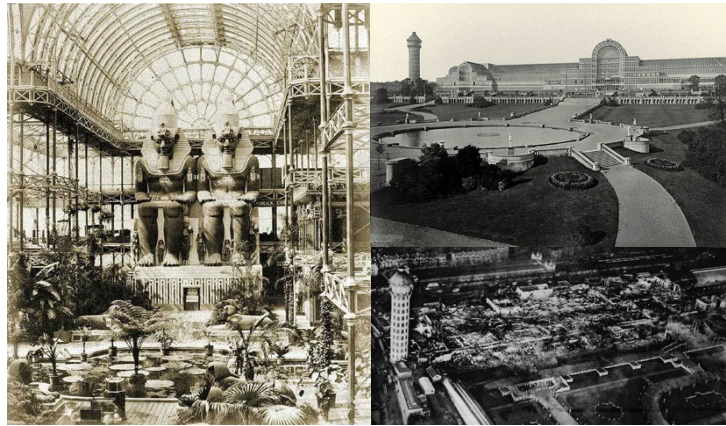
1848’de Endüstri Devriminden sonra, İngiliz sömürgeciliğiyle başlayan yapıdaki endüstrileşmenin ilk örneği olan Manning Portatif Kulübeleri ile karşılaşılacaktır (Şekil 3.4-1). Sonrasında tüm sömürgelere gönderilecek olan bu kereste barınaklar,

John Manning tarafından Yeni Zelanda'ya giden oğlu için tasarlanmıştır. Sonrasında, çatı ve duvarlar için hızlı montaj edilebilmesi, erişilebilmesi ve strüktürel olarak da etkili olması adına bu keresteden yapılan barınaklarda malzeme yönünden demir, oluklu sac (Şekil 3.4-2) gibi başka malzemelerle balon çerçeve (Şekil 3.4-3) gibi yeni yöntemlerle geliştirme çabaları görülmektedir (Smith, 2010).



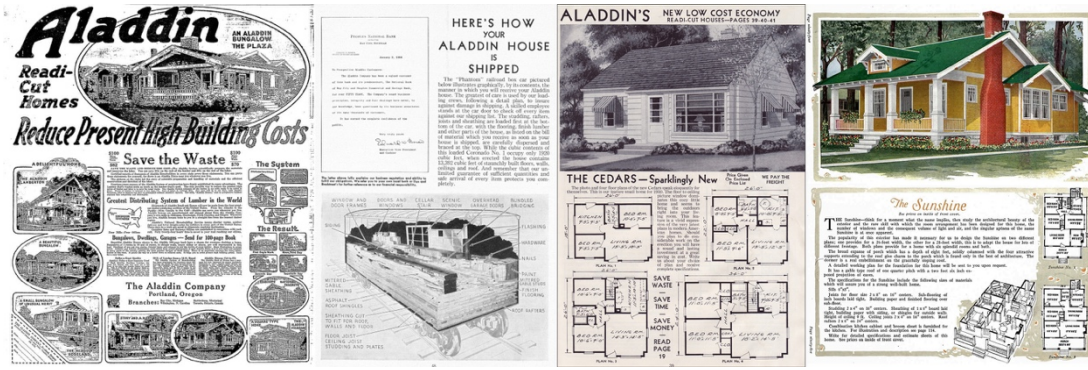
Şekil 3.4 : Soldan sağa; Manning Portatif Kulübesi (Smith, 2010), Oluklu Sac Levha (Url-4) ve Balon Çerçeve/Baloon Framing (Url-5).

Tarihte en ilişkili olarak görülen ilk prefabrike yapı 1851'de Crystal Palace (Kristal Saray) (Şekil 3.5) olarak gösterilir ancak başka bir çok örneği de vardır. Bunların üretimi teknolojik gelişmelerin ve 19. yüzyıl İngiltere'sinde orta sınıfın genişlemesini işaret ettiği görülür. Bu ekonomik genişleme, 19.yüzyılın ikinci yarısında da devam etmiştir ve gelişmekte olan orta sınıf, dünyada konuta olan ihtiyacı için yerleşme kit üreticilerinin çeşitli ürünlerini desteklemiştir.

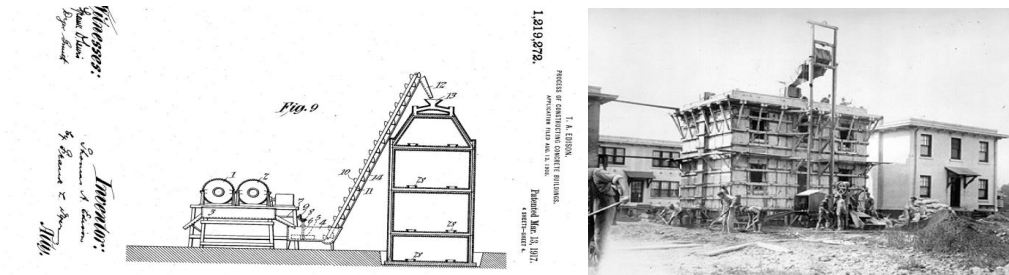


Şekil 3.5 : Crystal Palace, Joseph Paxton (Url-6).

1917'lere gelindiğinde, Amerika'da Aladdin Evleri olarak pazarlanan Sovereign Kardeşler tarafından geliştirilmiş Hazır Kesim Evler (Precut Housing) evlerle karşılaşılmaktadır (Şekil 3.6). 1907 yılında, Almanya'da Behrens'in AEG Türbin Fabrikası, 1908'de Edison'un Tek Döküm Beton (Single Cast) (Şekil 3.7) denemeleri ve aldığı patenti ile karşılaşılmaktadır.

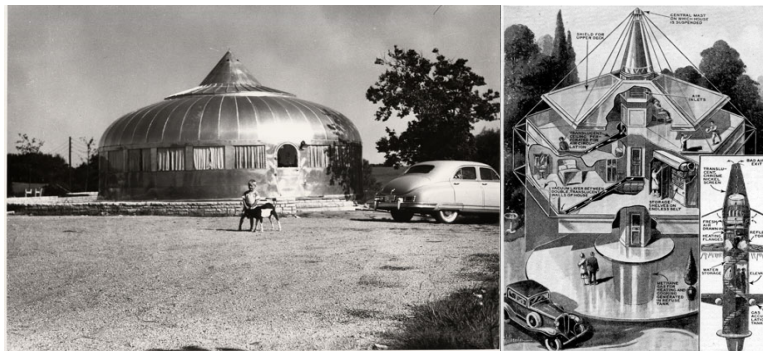


Şekil 3.6 : Aladdin Evleri'nden reklam ve görseller, 1917, The Aladdin Company (Url-7,8,9 ve 10).

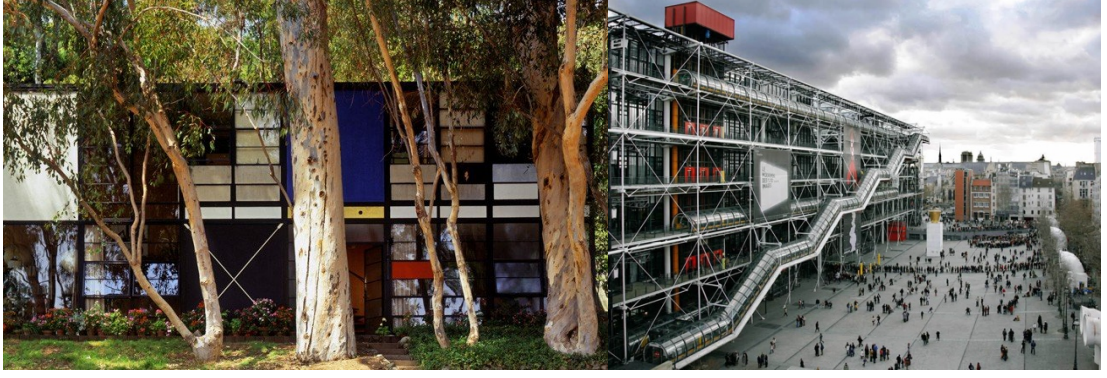


Şekil 3.7 : Edison'un Tek Döküm Evleri (Single Cast) (Url-11).

1920'de evi bir barınma makinesi olarak tanımlayan Le Corbusier'in Citrohan Evi, 1928'de Fuller'in Dymaxion Evi (Şekil 3.8), 1932'de Wright'ın Montajlanmış Evi (*Assembled House*), 1933'de ABD'de Çelik Çerçeve Ev (Steel Frame Houses) denemeleri, 1935'te Prouvé'un Prefabrike Prototipleri, 1949 yılında Charles and Ray Eames'in Case Study House No. 8 projesi (Şekil 3.9-1), 1952 yılında ABD'de DOW SIP Panellerin (Yalıtımlı Paneller) kullanıma başlanması, 1954'te mobil ev prototiplerinin üretimi, 1967'de Safdie'nin Expo 1967 için yaptığı modüler Habitat 67 projesi (Şekil 3.1), 1970 yılında Piano ve Rogers'in Pompidou Centre projesi (Şekil 3.9-2), 1976'de Çift Üniteli Fabrikada Üretim (Double Wide Manufactured) önemli mimari örnekler ve malzeme gelişimleri olarak okunmaktadır.



Şekil 3.8 : Dymaxion Evi, Fuller (Url-12).



Şekil 3.9 : Solda Charles and Ray Eames'in, ABD'deki Case Study House No. 8 projesi (Url-13), sağda R. Rogers ve R. Piano'nun Fransa'daki Centre Georges Pompidou projesi (Url-14).

Fordizm ve Taylorizm akımlarının ortaya çıkışı ve gelişmesi bu dönemdeki yapının endüstrileşmesinde önemli adımlardan sayılmaktadır. 1920'lerin başında Henry Ford tarafından uygulamaya koyulan yöntem, vasıfsız işçilerin bir üretim bandı oluşturduğu, kitle üretimi ve kitle tüketimi üzerine kurulu bir sistemdir. Önceleri Amerikan endüstriyel yaşam biçimini belirtmek için kullanılmış, daha sonra literatürde Fordizm kavramı, kavramsal olarak kapitalist endüstrileşmenin daha çok İkinci Dünya Savaşı sonrası gelişimiyle ilgili olarak kullanılmıştır. Frederick Winslow Taylor (1856-1915) tarafından, iş (üretimde) düzeni ve işin yerine getirilmesi süreçlerini düzenleyen sistemi ve dolayısıyla üretim sürecini düzenleyen sistem olan Taylorizm, özgün bir teori olarak 1930'lu yıllarda geçerliliğini yitirmesine rağmen, birçok ana teması ve fikirleri günümüzün üretim ve işletme yönetiminin önemli bileşenlerinden bir çoğunu oluşturmaktadır.

1926'da Gropius tarafından Bauhaus'un kuruluşu mimarının endüstriyelleşmesi ve mimari teori olarak yayılması için önemli adım olarak okunmaktadır. 1939-1945 yılları arası İkinci Dünya Savaşı sırasında savaşın bir parçası olarak tüm şehirlerin yeniden inşa edilme ihtiyacı, ileri seviye yapı üretim sistemlerine ihtiyaç duyulmasını getirmiştir, çoğu zaman inşaatın kalitesinden ödün verilmiştir. İkinci Dünya Savaşı sonrasında üretimin kalitesi ve tasarım kalitesi arasındaki çarpık ilişki, prefabrikasyonun üzerindeki kötü imaj yaratmış ve mimarların istemeyerek üretici ve fabrika endüstrisi ile kurulan bağları da etkilemiştir.

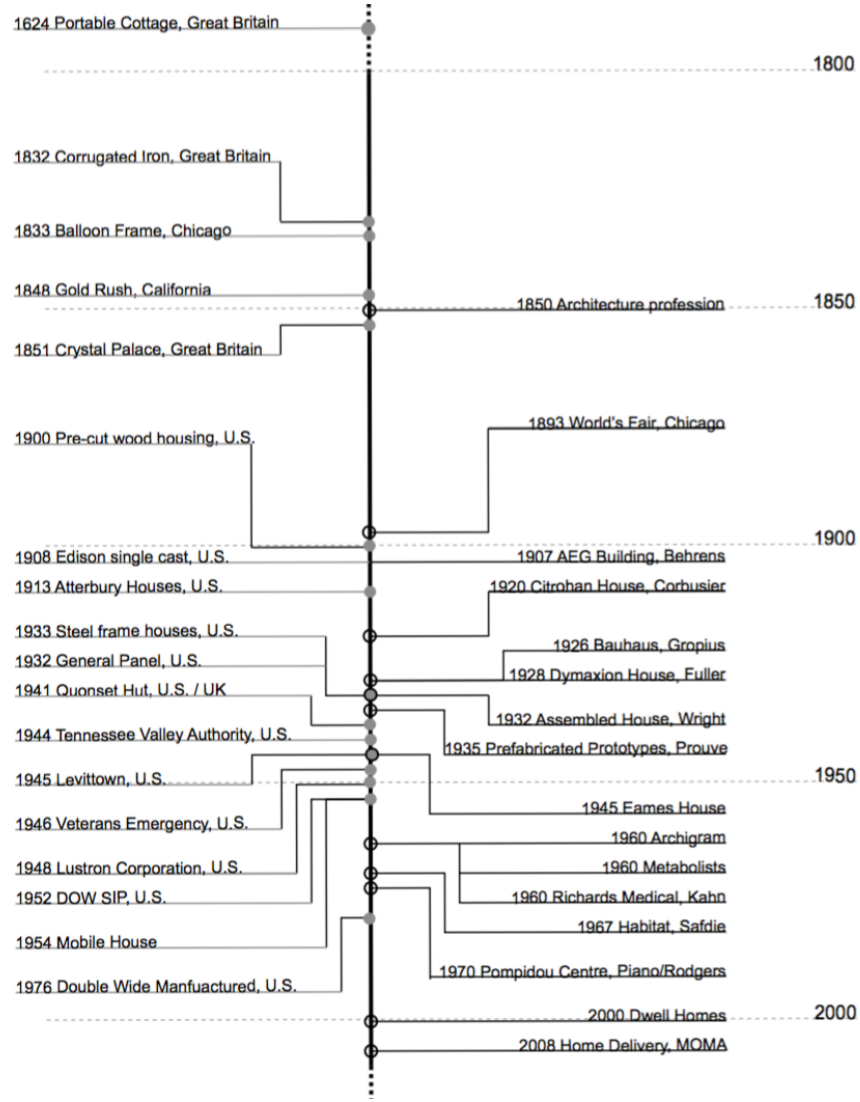
20. yüzyılın başlarında, imalat sektöründe egemen olan üretim sistemi, seri üretim (*mass production*) olarak bilinen “*Fordist*” üretim sistemidir. 1945'lerden 1970'lere kadar uzanan süreçte ise, katı bir örgütlenmeyle, büyük ölçekte ve standart üretimi

sağlayan “kitlesel seri üretim” kavramı ve üretim örgütlenmesi geçerli olmuştur. 1960’ların ikinci yarısından itibaren devletin ekonomik krize girmesiyle birlikte bunalım dönemine giren fordist üretim sistemi, en temel farklılığı esnek bir üretim yapısına ve esnek ilişkilere olanak sağlaması olan “postfordist” üretim sistemine dönüşmüştür. Postfordist üretim örgütlenmesinin temelinde, çeşitlenmiş tüketici taleplerini esnek şekilde karşılayabilme özelliği yer almaktadır.

1980’li yılların sonlarında giderek daha fazla esnek hale gelen, kalite ve maliyet açısından optimize edilen süreçlerin bir sonucu olarak yeni bir kavram olarak gündeme gelen ve Joseph Pine tarafından “kitlesel özelleştirme” (*mass customization*) olarak isimlendirilen bu yeni kavram, esnek süreçler kullanarak özgün tasarımlara sahip ürünleri veya hizmetleri yüksek miktarlarda ve düşük fiyatlarda üretme ve müşteriye ulaştırma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Ediz, Erbil ve Akıncıtürk, 2010). Standartlaşma ve özelleştirmenin melezlenmesi sonucu ortaya çıkan bu özel üretim yönteminin amacı her kullanıcıya eşsiz bir kullanım değeri kazandırmaktır.

Mimari tasarım ve uygulama sürecine, bilgisayar destekli üretim teknolojisinin katılmasıyla (CAD/CAM) dosyadan fabrikaya olarak adlandırılan bir tasarım- üretim süreci kullanılmaya başlamıştır. Dijital ortamda geliştirilen tasarımın üç boyutlu maketi, hızlı prototipleme gibi tekniklerle çıktı olarak alınabilir; dijital ortamdaki tasarım bilgileri doğrudan fabrikaya aktarılır ve aktarılan bilgi CAD/CAM teknolojisiyle üretimi yönlendirir. Bu gibi olanaklar mimarlara sayısal tabanlı bir tasarım-üretim sistemine geçişin işaretlerini vermektedir.

21.yüzyıla gelindiğinde, bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojileri, mimarlıktan önce endüstriyel tasarım, uçak ve gemi tasarımı gibi alanlarda, film ve müzik sektöründe kullanılmaya başladığı görülmektedir. 2000’li yıllar dijital üretim tekniklerinin gelişim yılları olarak görülebilir. Bu teknolojilerin mimarlık gündemine girişi 1990’lı yılları bulmuştur (Akipek, İnceoğlu, 2007). Ancak havacılık, otomotiv ve savunma teknolojisinde kullanılan dijital üretim teknolojisi ancak 2000’lerde mimarlıkta kullanılabilir olmuştur. Bu süreden sonra ise BIM, IPD Sözleşmeleri, sürdürülebilirlik kavramı ve sistemler konuşulur duruma gelirken, 1850’lerden günümüze kullanılan malzemede ve malzemenin işlenmesinde de önemli gelişmeler yaşanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 : Mimarlığın endüstrileşme zaman çizelgesi (Smith, 2010).

2000’de Dwell Homes ile prefabrike konusunun konuşulduğu görülmektedir, 2008’de MoMA’da Home Delivery adlı sergi, prefabrike yapının geçmişini konu alan en kapsamlı bilgi derlemesi sayılmaktadır. 2006 yılından beri etkin olan Add-a-room kitlesel özelleştirme ile üretim yapan firmalara örnek olarak gösterilebilir. Firmanın oluşturduğu modüllerden odalar seçilip ve birbirine eklenerek müşteri kendi kombinasyonuna ve bütçesine göre sipariş vermekte, zaman içerisinde oluşan ek ihtiyaçlara göre eklenip büyüeyebilen bir yapı elde edilebilmektedir. 2013 yılında nARCHITECTS’in geliştirdiği Micro Apartments en yüksek prefabrike yapı iken, 2015’de Çin’de Broad Sustainable Building (BSB)’in 57 katlı yapıyı 19 günde inşa etmesiyle rekor bu yapıya geçmiştir.

2000’de Dwell Homes ile prefabrike konusunun konuşulduğu görülmektedir, 2008’de MoMA’da Home Delivery adlı sergi (Şekil 3.11), prefabrike yapının geçmişini konu

alan en kapsamlı bilgi derlemesi sayılmaktadır. 2006 yılından beri etkin olan Add-a-room kitlesel özelleştirme ile üretim yapan firmalara örnek olarak gösterilebilir.

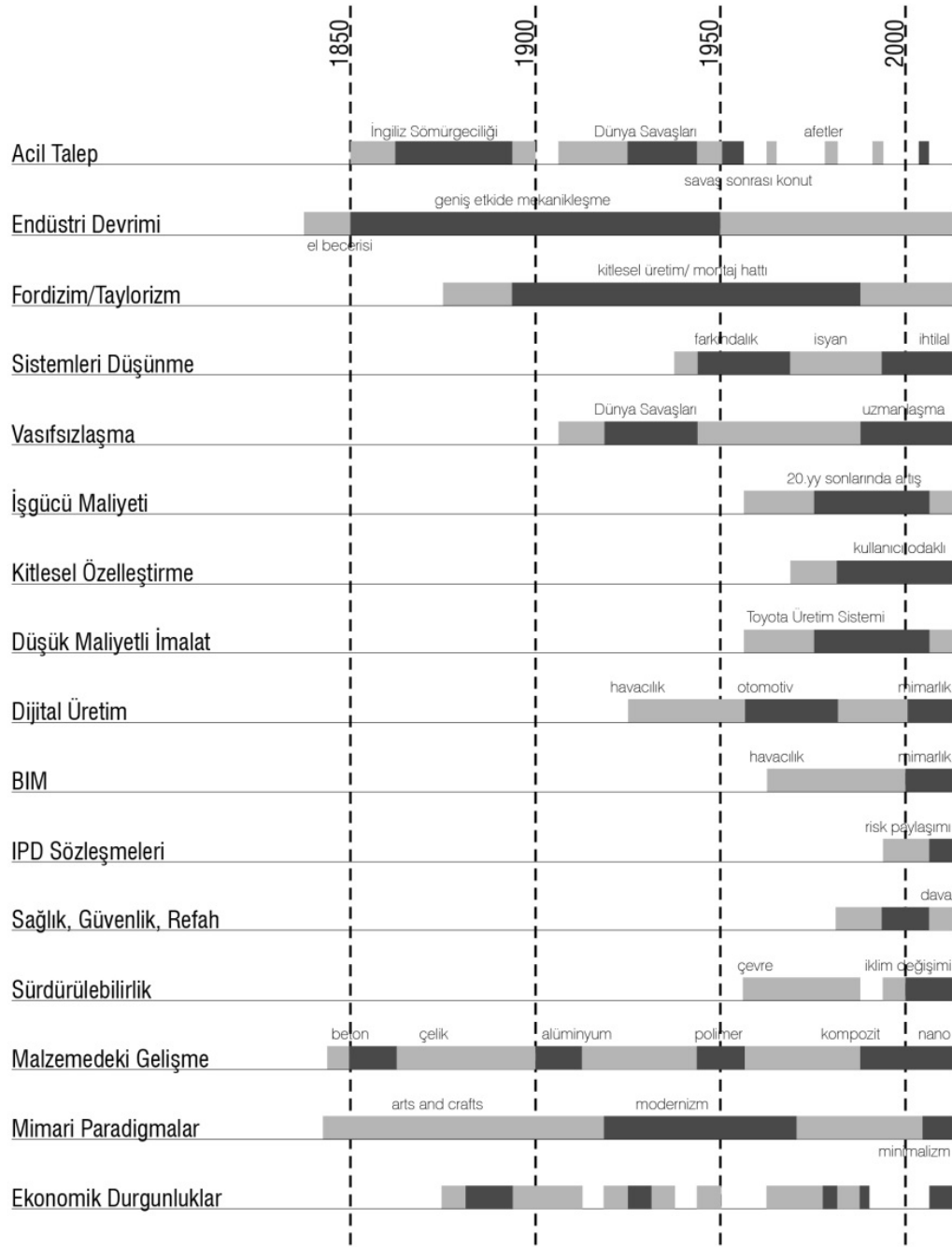


Şekil 3.11 : MoMA’da Home Delivery sergisi (Url-13).

Firmanın oluşturduğu modüllerden odalar seçilip ve birbirine eklenerek müşteri kendi kombinasyonuna ve bütçesine göre sipariş vermekte, zaman içerisinde oluşan ek ihtiyaçlara göre eklenip büyüeyebilen bir yapı elde edilebilmektedir. 2013 yılında nARCHITECTS’in geliştirdiği Micro Apartments (Şekil 3.12-1) en yüksek prefabrike yapı iken, bugün 2015’de Çinli firma Broad Sustainable Building (BSB)’in 220 katlı yapıyı 90 günde inşa ettiği Sky City projesinden ya da bir 57 katlı yapının (Şekil 3.12-2) 15 günde inşa edilebilmesinden bahsedilebilmektedir.



Şekil 3.12 : Solda nARCHITECTS’ "micro apartments“, New York (Url-15); sağda Çin’de Broad Sustainable Building (BSB) örneği (Url-16).



Şekil 3.13 : Endüstrileşen yapının tarih çizelgesi (Smith, 2010, çev.Temiz).

Şekil 3.13'deki başlıklar mimarinin ve yapının endüstrileşmesinde önemli faktörler olarak bahsedilebilir. Tablo yıllara göre kavramların mimarlık endüstrisine girmesini gösterirken, gri renk ve koyu renkteki taramalar ise mimarlık endüstrisindeki en etkin dönemleri işaret etmektedir. Örneğin, BIM için 1960'larda havacılık sektörüne girdiği, 2000'li yıllarda mimarlık sektöründe de kullanıldığı ve en etkin olarak kullanıldığı dönemin 2000 sonrası dönem olduğu okunabilir.

3.3 Türkiye’de Yapım Teknolojisi Gelişimi

Türkiye’de bugün OSM gelişimini izlemek için, Türkiye yapı sektörünün gelişimine bakılması gerekmektedir. Bu bölümde 1960’larda başlayan ön üretimli yapım teknolojisinin bugüne değin gelişmesi incelenmiştir (Şekil 3.19).

İstanbul’un Eyüp ilçesinde bulunan 1868’de inşa edilen “Feshane-i Amire” (Devlet Fes Yapımevi) yapısı ülkemizdeki ilk prefabrike yapı uygulamasıdır (Acar, 2006, ss.12). Shed çatısı, ince etli dökme demir silindirik kolonlara oturan ve yaklaşık 8.000 m² kapalı alana sahip bu fabrika binasını prefabrike saymak mümkündür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Feshane Binası’nın iç mekan görseli (Acar, 2006, ss.12).

Osmanlı döneminde yapılan ilk tam prefabrike yapı ise, İstanbul’un Balat ve Fener semtleri arasındaki Bulgar Ortodoks Kilisesi (Sveti Stefan Kilisesi) olduğu düşünülmektedir (Acar, 2006, ss.12). Yapının taşıyıcı iskeleti çelik profillerden oluşturulmuş, sonra üzeri sac ve pik döküm elemanlarla kaplanmıştır. Bütün parçalar birbirine cıvata ve somun, perçin ya da kaynakla birleştirilmiştir. Kilisenin uygulama projesinin hazırlanması ve prefabrike elemanlarının üretilmesi için, 1892’de uluslararası bir yarışma açılmış, yarışmayı kazanan Avusturya’dan Vagner firması 1893’te üretime geçmiş ve yapı önce Viyana’daki atölyenin bahçesinde kurulmuştur. Bütün eksikleri tamamlandıktan sonra, yapının tüm elemanları sökülerek, 1896’da gemi yolu ile İstanbul’a taşınmıştır. Şimdiki yerinde yaklaşık bir buçuk senelik bir çalışmayla yeniden kurulan kilise 1898 tarihinde ibadete açılmıştır.

Osmanlı yapılarında kullanılan geleneksel bağlayıcı malzeme “horasan”dır. Bağlayıcı olarak kireçle birlikte “çimento” kullanımı ilk olarak 19. yüzyılın ikinci yarısında başlar. Çimentonun bağlayıcı madde olarak kullanımından “beton”a geçiş ise, 19.yüzyılın son çeyreği içindedir. Mimar Vedad Bey’in 1915’te Harbiye Nezareti (Bakanlığı) adına Karaköy’de inşa ettiği “Seyr-i Sefain Acenta Binası” ile 1918’deki büyük yangında evlerini kaybeden aileler için, 1919-1922 yılları arasında yapılan, Mimar Kemaleddin Bey’in projelendirdiği İstanbul Laleli’deki “Harikzedegan (Teyyare) Apartmanları” ülkemizdeki ilk betonarme iskelet sistemli yapılar olarak kabul edilmektedir (Acar, 2006, ss.13) (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 : Harikzedegan (Teyyare) Apartmanları (Url-17).

Betonarme yapıların gün geçtikçe çoğalması, çimento dışalımında yaşanan zorluklar, ve II. Meşrutiyet’in ilanıyla birlikte gündeme gelen “Milli İktisad” politikalarının getirdiği teşvikler⁷, yerli çimento fabrikalarının kurulması girişimlerini başlatmıştır.

1920’li yıllara gelindiğinde, son on yılını sürekli savaşlarla geçiren ülke harap ve büyük yoksulluk içerisindedir. İnşaat sektörünün tüm varlığı, iki çimento fabrikası ile iki tuğla-kiremit ve üç kereste fabrikasından ibarettir. Oysa genç Cumhuriyet’in, büyük savaşın yıkımını onarmak, başkentini bir an önce imar etmek gibi amaçları vardır. Bu dönemin hükümet programlarında bayındırlık işleri özel bir yer tutmakta,

⁷ 1908’de II. Meşrutiyet’in ilanından sonra çeşitli çevreler, ekonomik yaşamda ticaretin önemini yoğun bir biçimde dile getirerek şirketçiliği ve anonim şirket kurmanın önemini siyaset gündemine taşıdılar. Özellikle İttihat ve Terakki Cemiyeti, savunduğu ve uygulamaya çalıştığı, ekonomik bağımsızlığı amaçlayan “Milli İktisad” politikası çerçevesinde, Müslüman Türk girişimciliğini özendirilmekteydi. Bu uygulamaların yarattığı canlılık sonucu, 1908 öncesi ülkede yalnızca 9 Osmanlı anonim şirketi varken, 1918’e gelindiğinde bu sayı 129’a ulaşmıştır (Acar, 2006, ss.13).

özellikle başkent Ankara’da Cumhuriyet’in kamu binalarının yapılması rejim açısından öncelik taşımaktadır. Yerli inşaat sektöründeki tüm olumsuzluklara karşın, 1923-1928 yılları arasında Ankara’da yerli ve yabancı mimarlar tarafından tamamen ya da kısmen betonarme taşıyıcı sistemlerle tasarlanan çok sayıda bakanlık, okul, banka, ticaret ve kültür yapıları gerçekleştirilmiştir.

1929 Dünya Ekonomik Krizi, özel girişimciliği durdurmuştur. Krizin ortaya çıkardığı koşullar Türkiye Ekonomisini de etkilemiş ve ülkede bir sonraki on yıla damgasını vuracak devletçilik uygulamasının altyapısını oluşturmuştur.

1929-39 yılları arasında endüstrileşme sürecinde önemli adımlar atılmıştır. Önce dış ticarete koruma önlemleri arttırılmış, daha sonra izlenen “ithal ikameci” endüstrileşme stratejisinin öncülüğünü yapacak devlet sektörünün yatırım programını belirleyen içerisinde kurulması planlanan çimento fabrikalarını içeren sanayi planı hazırlanmıştır. Ancak Eylül 1939’da patlayan II.Dünya Savaşı ülkedeki tüm sanayi dalları için zorluklar getirir. Hammadde, yardımcı madde ve yedek parça temininde ortaya çıkan olumsuzluklar sebebiyle endüstri üretiminde büyük zorluklar yaşanır. 1942 yılında yerli üretim ve dışalım yoluyla elde edilen tüm çimentonun dağıtım ve satışı, İktisat Vekaleti’nin denetimine tabi kılınır. Piyasadaki sıkıntı 1950’lere kadar devam eder.

1946 yılında başlayan “çok partili sistem”de, politik yaşama katılan yeni partilerin vaat ettiği özgürlükler ve “Marshall Planı” uygulamalarının tarımsal üretime etkileri, kırsal kesimin büyük kentlere göçüş sürecini gündeme getirmiştir. Bu süreç 1950’li yıllarda hızlanmış ve büyük kentlerde günümüzde bile devam eden “gecekondu” denilen yeni bir konut üretimini başlatmıştır. 1950’li yıllar, Cumhuriyet dönemi Türk Mimarlığı’nda tam bir dönüm noktası sayılmaktadır. Birinci Milli Mimari dönem, Rasyonalist dönem, İkinci Milli Mimari dönemi hep kesin çizgilerle belirlenebilmesine rağmen, 1950 sonrasında pek çok anlayış, üslup ve düşünce aynı anda, bir arada varolabilmişlerdir.

1951 yılında Marshall Kredisi ile kurulan Çimentaş hizmete girdikten kısa bir süre sonra görülür ki, kış aylarında fabrikada çimento stoğu artmaktadır. Bu stoğu harcamak için “çimento tüketimi istikrarlı” bir tesis kurma gereksinimi ile karşılaşılır. 1953 yılında “santrifüj beton direkleri” üretimi için kurulan bu tesis (Betontaş), santrifüj beton direk alanında kurulan ilk kuruluş olarak 1955 yılında üretime başlar.

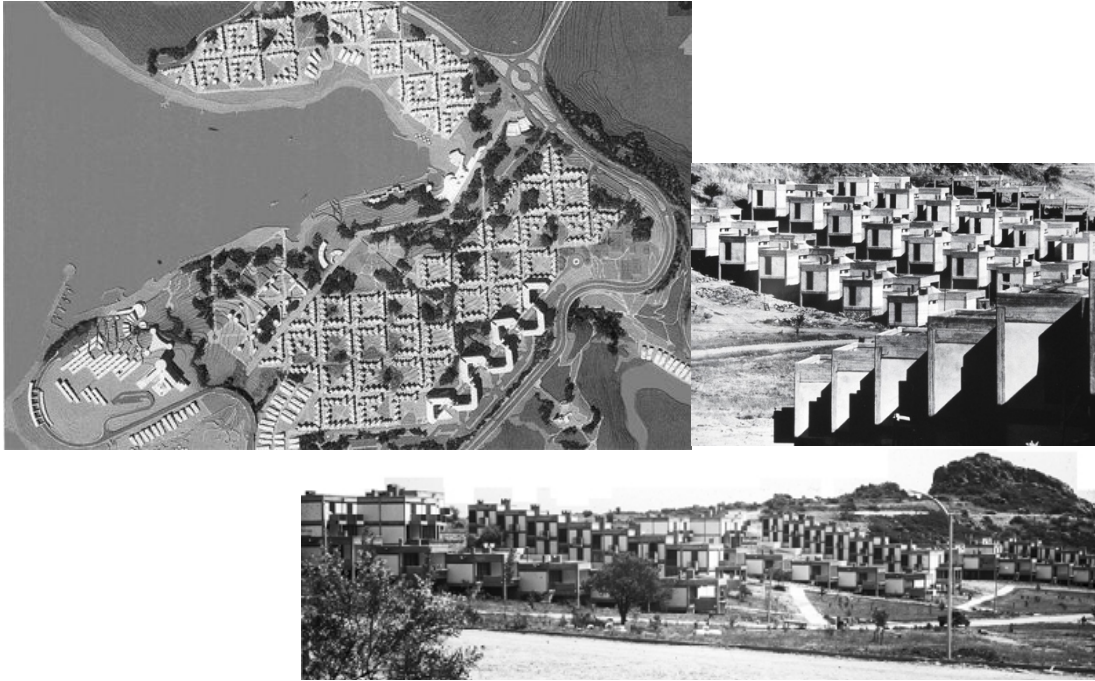
Bu teknoloji ile birlikte Türkiye'ye ilk kez yüksek dayanımlı St.70 çelik ve B.450 (günümüzde C45) beton kullanımı girmiş olur. 1960'lı yıllarda enerji nakil hatlarına yapılan yatırımlarda, beton direklerin ekonomisi nedeniyle ülke genelinde yaygınlaşmasına ve artan talebe bağlı olarak yeni fabrikaların kurulmasına yol açmıştır (Acar, 2006).

Ülkemizde prefabrikasyon uygulamaları 1960'larda ise sanayi yapılarında kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi yapıları dışında önemli iki uygulama 1961'de Doğan Dölcel tarafından gerçekleştirilen Prefabrike İlkokullar ile 1964-65'te yapılan Ereğli Demir Çelik Tesisleri lojmanlarıdır (Şekil 3.16). Bu iki proje o zamanlar ülkede mevcut olan yenilikçilik, teknik bilgi ve beceri düzeyini göstermesi açısından iki önemli referanstır (Url-18) ve 1961 yılı Doğan Dölcel'e göre resmi yapı ve konutta prefabrikasyonun başlangıcı olarak tescil etmek mümkündür. Behruz Çinici, Güllük Tatil Köyü Projesi, 1974 yılında 10.000 yataklı tesis (Şekil 3.17) olarak projelendirilmiş, proje için Söke'de bir Yüksel İnşaat tarafından bir fabrika kurulmuş ancak proje çeşitli nedenlerle tamamen gerçekleştirilememiştir.



Şekil 3.16 : Ereğli Demir Çelik Tesisleri lojmanları gazete haberi (Url-18).

1950’lerde başlayan, 1960’larda hızlanan şehirlere göç etme hızı, 1970’lerde daha da artış göstermiştir. Bu dönemlerde hem uzun vadeli planlamasının yapılmadığı büyükşehirlerdeki konut açığı, hem de yetkili kurum ve kuruluşların ve yerel yönetimlerin yeterli önlem almaması nedeniyle kaçak yapılar ve gecekondu yapıları şehirlerde oldukça yaygınlaşmıştır. Bu şekilde çarpık şehirleşme 1970’li yıllara damgasını çok daha fazla vurmuştur. Bunun üç nedeni gecekondulaşma, müteahhit stili apartman dairelerinin şehir dokusuna daha da hakim olması ve de son derece monoton ve mimari üsluba sahip olmayan devlet yapılarının daha da yaygınlaşmasıdır. 1950’li yıllarda başlayan, 1960’lı yıllarda hız kazanan bu süreç 1980’li yıllarda daha da hızlanmış ve gecekonduya getirilen af ile farklı bir boyut kazanmıştır [Türkiye’de Mimarlık (t.d.)].



Şekil 3.17 : Behruz Çinici, Güllük Tatil Köyü Projesi, 1974, 10.000 yataklı tesis üst solda vaziyet planı, diğerleri proje görselleri (Url-19).

Türkiye 1980’lerin kültürel bağlamını derinden etkileyen iki önemli kırılma noktası yaşamıştır: Bunlar; 1980 askeri darbesi ve ekonominin serbest pazar ilkelerine göre yeniden örgütlenmesi ile küresel ekonomiye entegre olma kararıdır. İlki büyük bir şiddetle bütün kamusal alanı baskı ve yasaklamalar temelinde yeniden inşa ederken, ikincisi ekonomik alanı yapısal zeminini tam da sağlam bir şekilde oluşturmadan liberalleştirmiştir (Korkmaz, 2007). Bu dönemde, bazı yapı tipleri yaygınlaşmış, “prestij mimarisi” önem kazanmış, yapı malzemesi ve teknolojileri çeşitlenmiştir. Alışveriş merkezleri, lüks konutlar, genel müdürlük binaları ve tatil köylerinin sayısı

büyük şehirler ve sahillerde artış göstermiştir. Bu dönemde ayrıca mimarların dini, endüstriyel, konut ve ticari gibi yapı tiplerine yaklaşımları farklı biçimlerde olmuştur. Camiler, turizm yapıları ve konutlar tarihsel, geleneksel ve yerel referansların en sık görüldüğü yapılar haline gelmiştir.

1980’leri önceki dönemlerden ayıran, uluslararası mimari bir akımın Türkiye’de kabulü ile değerlendirmesinin eşzamanlı oluşudur. 1980 sonrasında mimarlığında modernizmin ahlaki kurallarından kopuşla ortaya çıkan sözde özgürlük (ya da niteliksiz serbestlik), kısa zamanda karşı argümanını yaratmış, sayıları artan eleştirel yayınlar ve tartışma ortamları, tasarım etiği ve mimari kimlik konularında paylaşılan bir birikim oluşturmuştur (Balamir, 2003).

Özel sektör eliyle konut sunumunda 1990’lardan itibaren, yüksek gelir grupları için nostaljik mahalleler başı çekmiş, emlak piyasasının reklamları, başta “ayrıcalık” olmak üzere, küçük kent kamusalılığı ve bir yere ait olma hissinin canlandırılması gibi temaları da içermiştir. Ortaya çıkan sonuç ise, ironik bir şekilde, kamusal alanın tamamen kaybına dayalı çözümler olmuştur: “kapılı siteler” ardında yaşayan kapalı cemaatler (Balamir, 2003).

Özellikle 2000’li yıllardan itibaren internetin yaygınlaşmasıyla birlikte küresel bağlamda enformasyon ve sermaye akışının ivmesinin artması başta İstanbul olmak üzere Türkiye genelinde mimarlığı etkilemiş, bu değişiklikler özellikle sermayenin yoğunlaştığı İstanbul’un fiziksel ve sosyal dokusuna daha fazla etki yapmıştır (Görgülü ve Koca, 2011). Dünyada özellikle Avrupa, Ortadoğu ve Asya’daki ülkelerindeki gelişmelere paralel olarak küreselleşmenin getirisiyle yabancı kökenli mimarlara farklı amaçlarla farklı türlerde yapılar tasarlatılmıştır. Bu trend 2000’li yıllardan itibaren hem yerel hem de global sermayenin taleplerini karşılamış, yeni mekanlara olan ihtiyaç daha da artmıştır. Bu yıllarda tek fonksiyona sahip projeler yerine karma işlevli yapıların yapılması daha da yaygınlaşmıştır. Ek olarak birçok Türk mimar sadece Türkiye’de değil, Türkiye dışında da tasarımlar gerçekleştirmektedir. Bu ülkelerin başında Libya, Rusya, Azerbaycan, Kazakistan, Türkmenistan ve Balkan ülkeleri gelmektedir.

2000’li yıllarda, 1992-95’te Erzincan-Dinar Depremi ve 1999’da İzmit-Adapazarı Depremi ve 2014’te Van Depremi sonrasında afet bölgelerine gönderilen konteynerların kalitelerin kötü oluşu, ses, ısı yalıtımı konusunda nitelik eksiklikleri,

mimari olarak bir araya gelememeleri bu konuda tasarımsal bir eksikliğin farkındalığını getirmiş; akademik ortamda, yarışmalarda (Şekil 3.18) ve mimari ofis ortamlarında projeler geliştirilmiş ve prefabrike yapı tekrar Türkiye'nin gündemine gelmiştir.



Şekil 3.18 : Modüler Afet Konutu, ProSteel 2014 Tasarım Yarışması Birincisi (Tasarım ekibi: O. Aydın, S. Tuncer, Y. Demir, B. Sönmez).

Yurtdışı ortaklıkları ile yapıların işlerin çoğalması, BIM kullanımı konusunda da mimari ofislerin ve inşaat sektörünün bilgilenmesini ya da şartnameler ile zorunluluk haline getirilmesi durumu oluşmuştur. Dijital ortamda tasarım 2000'li yıllarda yoğun olarak görülmekte özellikle son beş yılda teknolojik gelişmelerle yurtdışı ile paralel olarak tasarım ve üretimde bilgisayar kullanımı, parametrik tasarım ve BIM tabanlı yazılımları kullanıldığı gözlemlenmektedir.

Okullardaki mimarlık eğitiminde akademisyenlerin BDT konusunda bilgili ve daha önemlisi ilgili olduğu gözlemlenebilmektedir. Doç. Dr. Şebnem Yalınay Çinici, XXI dergisine verdiği röportajda genel olarak günümüzde akademide tasarım görüşünü özetlediği söylenebilir: ““Bir şey nasıl tasarlanır?” diyerek size gelen bir öğrenciye siz birinci sınıfta bir şeyler anlatıyorsunuz, egzersizler yaptırıyorsunuz, çalışmalar yaptırıyorsunuz. Bunu yaparken de tasarladığı nesne ile ilişkisini biraz daha jenerik bir şey olarak kurgulaması bana çok önemli geliyor. Çünkü o nesne üzerindeki etkiler, malzeme, durduğu nokta değişebilir, bir sürü şey olabilir tasarım söz konusu olduğunda. Ama tabi ki tasarım düşüncesini ve yaratıcılığı bir kenara bırakmaktan söz etmiyorum. Türetici akıl, tasarım araştırması ve yaratıcılık söz konusu olduğunda farklı bir boyut sunuyor. Bu teknoloji ile bir araya geldiği zaman, teknolojinin olanakları araç olarak kullanılmaya başlandığı andan itibaren bu akli kurmaları ve

bunun üzerinden bir tasarım becerisi geliştirmeleri kolaylaşıyor. O yüzden ben bu teknolojilerin birinci sınıftan itibaren mutlaka verilmesi gerektiğini düşünüyorum.”⁸

OSM için ise, bugün sanayileşmiş üretimin kalite, hız, verimlilik, ekonomiklik ve süreklilik gibi bütün olumlu özelliklerini içeren, yapım teknikleri içinde geline en ileri aşamadır. Türkiye’de OSM kullanımı sanayi yapılarında artarken, konutlarda henüz sınırlı ölçülerde tercih edilmektedir. Küresel kriz nedeniyle prefabrik sektörü 2009 yılında ciddi bir üretim kaybı yaşadktan sonra giderek üretimini arttırmıştır. Türkiye dünya prefabrik yapı dış ticaretinde ihracat sıralamasında sekizinci, ithalat sıralamasında ise altmış beşinci konumdadır. Türkiye’de sektörün bu anlamda önemli bir genişleme potansiyeli bulunmaktadır (Çizelge 3.1).

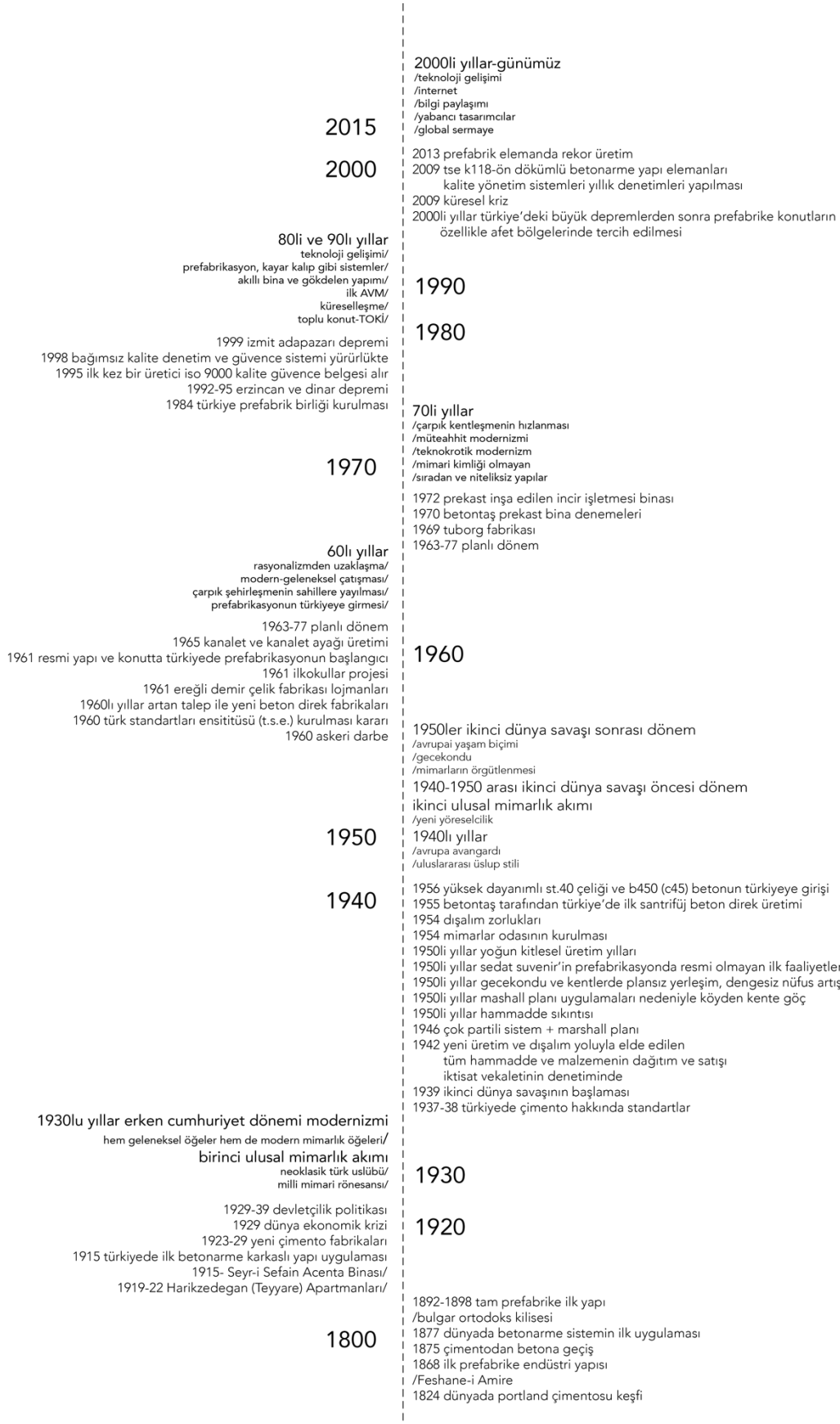
Çizelge 3.1 : Dünya prefabrik yapı dış ticaretinde ilk 10 ülke (2013) (milyon USD)
(International Trade Center, GTIP 9406 Kodlu Ürün, Yapı Endüstri Merkezi, 2015⁹)

Sıra	Ülkeler	İhracat	Sıra	Ülkeler	İthalat
1	Çin	1.673	1	Kanada	4.936
2	ABD	1.160	2	Norveç	3.975
3	Singapur	1.021	3	Venezuela	2.278
4	Almanya	528	4	Almanya	1.867
5	Hollanda	502	5	İsviçre	1.379
6	İtalya	331	6	Rusya	1.175
7	Çek Cumhuriyeti	325	7	Avustralya	1.143
8	Türkiye	298	8	Fransa	1.031
9	Estonya	290	9	Birmanya	909
10	İsveç	271	10	ABD	900
11	İspanya	265	65	Türkiye	28

2015 yılı içerisinde yapılan "Türk Yapı Sektörü Analizi ve Paydaşları ile Yapının Geleceği" toplantısında, ekonomist Dr. Can Fuat Gürlesel, 2015 yılında Türk İnşaat Sektörü’nde yüzde 3.5 ile 4.0 arasında büyümeyi öngördüklerini, kamunun inşaat harcamalarında herhangi bir büyüme beklemediklerini belirtmiştir. Özel sektör inşaat harcamalarında 2014 yapı ruhsatlarına bağlı olarak yeni işlerde artış beklentisinin olduğunu, devam eden işler göz önüne alındığında 2015 yılında özel sektör inşaat harcamalarının yüzde 4.0 ile yüzde 5.0 arasında büyüyeceğini ifade etmiştir (Url-20).

⁸ XXI dergisi Mayıs 2011 sayısı; Hülya Ertaş’ın mimar Şebnem Yalınay Çinici, Nilüfer Kozikoğlu, C. Alper Derinboğaz ile Salih Küçükütuna ile röportajından derlediği “Parametrik Mimariye Doğru!” başlıklı yazısından alınmıştır.

⁹ Veriler, Yapı Endüstri Merkezi (YEM)’in 2015 yılı içerisinde hazırladığı Yapı Sektör Raporu 2014 adlı raporundan edinilmiştir.



Şekil 3.19 : Türkiye’de yapı sektörü gelişimi zaman çizelgesi (Temiz, 2015).

3.4 Örnek Projeler

3.4.1 Yurtdışından örnekler

Yurtdışından örnek projeler için KieranTimberlake'in Maryland'de tasarladığı BIM ile modellenip hem tasarım hem üretim hem de proje yönetim açısından inovatif bir süreç olan Loblolly House projesi ile Steven Holl'un Seattle Üniversitesi kampüsünde yer alan, taş bir kutunun içerisinde yedi ışık tüpü olarak tanımlanan tasarım metaforu olan ve üretiminde maliyeti ve süreci kısaltmak adına T-slot beton paneller ile üretilen St. Ignasius Şapeli ele alınmıştır.

3.4.1.1 Loblolly House, Taylors Island, Maryland

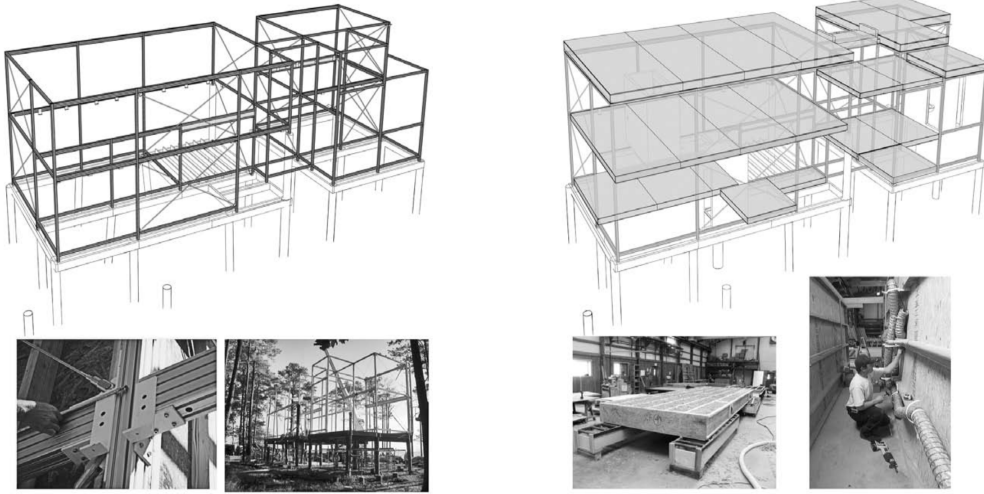
KieranTimberlake'in Maryland'de tasarladığı BIM ile modellenip hem tasarım hem üretim hem de proje yönetim açısından inovatif bir süreç sayılan Loblolly House projesi (Şekil 3.20), tasarımda süreç ve ürün araştırması için prototip proje olarak gösterilebilir.



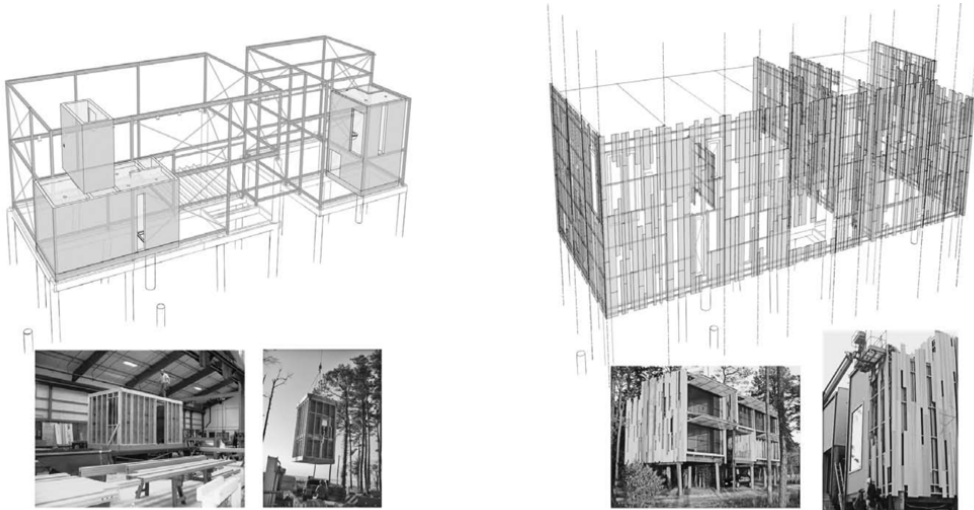
Şekil 3.20 : The Loblolly House (Url-21).

Prefabrikasyon genellikle elementlerin basitleştirilmesi, geniş panellere malzemelerin düzleştirilmesi (*flatten*) ve parça camların eklenmesidir; böylelikle inşaat, birkaç montajla basit bir süreç olabilmektedir ve bu tipte bir sistemde projeye özel olmaya eğilimli parçalar üretilir. Bütüncül mekansal modüllerin kullanımı ise, parçalara ayırmayı, geri dönüştürmeyi ve yeniden kullanımı zorlaştırmaktadır. Ayrıca projeye özel yapılan paneller ve modüler sistemler varyasyona izin vermemektedir.

KieranTimberlake, yere özel, endüstrileşmiş, Bensonwood fabrikasında yapılan ve şantiyede montajı tamamlanan bir ev yapmaya karar verirler. Ev beş ana yapı sistemine ayrılır: kazıklar, bina iskeleti, çelik gergi kablolar, podlar ve donanımlar (Şekil 3.21 ve 3.22). KieranTimberlake (2008) *Loblolly House: Elements of a New Architecture* adlı kitabında yapının tüm sürecini aktarmıştır.



Şekil 3.21 : Loblolly House yapı sistemleri-1: Kazıklar, bina iskeleti ve döşemeler (Smith, 2010).



Şekil 3.22 : Loblolly House yapı sistemleri-2: Podlar ve cephe sistemi (Smith, 2010).

Ev Chesapeake Bay’da yer almaktadır, yapıyı çevresindeki bataklıktan yükseltmek için temellerde kazık çözümüne gidilmiştir. Kazıkların açılı konumlandırılması, yapının çevresindeki ormanlık alana referans vermektedir. Kazıkların ve çevresel kirişlerin özel katmanlaşması ve conta ile birleşim detayları fark yaratmaktadır. Yapı iskeleti ya da başka tanımlama ile yapının strüktürel çerçevesi alüminyum çerçevedir.

Genelde endüstriyel uygulamalarda kullanılan, Bosch 90 serisi profillerden¹⁰ üretilmiş, T-slot bağlantılarla birbiri içerisine sürülerek bağlantı noktaları çözülmüştür. Bu bağlantılar, konseptsel olarak tamamen demonte edilebilmeye izin vermektedirler. Bina iskeletine yerleştirilen germe çubukları, yanal bağlantıları kuvvetlendirmektedir. Döşeme, çatı ve duvar elemanları, tüm strüktürel bağlantılar, izolasyon ve diğer yardımcı elemanlar tamamlandıktan sonra kurulabilir olarak üretilmiştir.

Döşeme elemanları radyal ısıtma, ince borular ve elektrik tesisatı için kanalların olduğu tüm eve servis veren elemanlar olarak tasarlanılmıştır. Duvar elemanları izolasyonlu, pencereler ile entegre edilmiş, su geçirmez katman panelleri halinde sahaya getirilmişlerdir. Servi ağacı kaplamalı yağmur perdeleri, binanın dışını çevresindeki ağaçlık alana referans veren bir kılıf gibi sarmaktadır. Üç servis modülü, banyo, tuvalet ve mekanik odası ünitelerinden oluşmaktadır.

Loblolly House, sadece bileşenlerinin prefabrikasyon yöntemi bakımından değil, KieranTimberlake tarafından yönetilen tedarik zinciri yönetimi süreci olarak da inovatiftir. BIM modelleme süreci, mimara ve üreticiye (Bensonwood) tasarımı arındırmaya, üretimi sıraya koymasına ve üretim ve montaj için malzemelerin işlenmesine izin vermiştir. KieranTimberlake, BIM ile çalışmanın bir sunum değil bir simülasyon olduğunu; mimarın niyetinin, iki boyutlu tipik çizimlerden yorumlanması yerine her bağlantının modellenmesi olduğunu belirtmiştir.

Bensonwood, BIM modelini kendi üretimi için CADWorks modeli geliştirmek için dönüştürmüştür. KieranTimberlake'in Revit modelini, Bensonwood'un CADWorks modeline çevirmek kusursuz olmamış, ancak bu model işbirliği için bir orta yol görevi üstlenmiştir. Model içerdiği ölçü bilgileri açısından çok keskin olması, tasarımın sonunda tedarik zincirini yönetmeyi, mimara şantiyedeki müteahhit ekibine (Arena Program Management) ya da şantiye dışındaki üreticisine (Bensonwood Homes) görevler atamasına izin vermiştir. Strüktürün alüminyum kesitleri gibi parçalar, direk bu modelden sipariş edilmiştir. Teslimler ve uygulama çizimleri bu süreçte kaybolmuştur (KieranTimberlake Associates, 2008; Smith, 2010; Url-21).

¹⁰ Ağır yükler için uygun olan bu tip profiller için Bosch Rexroth firması çevrimiçi kataloğunda Bosch 90 serisi profillerin ağır işlevli makineler, destek kolonlar, Kartezyen/portal robot çerçeveleri, lineer kılavuzlarda kullanımı olduğu, t-slot ile birlikte kullanılması gerekliliği belirtilmiştir (Url-22).

3.4.1.2 St. Ignatius Şapeli, Seattle

Seattle Üniversitesi kampüsünde yer alan 1997 yılında tamamlanan St. Ignatius Şapeli (Şekil 3.23), Steven Holl Mimarlık ve kayıtlı mimar OSKA Mimarlık tarafından tasarlanan, düşük maliyetli, geliştirilmemiş bir inşaat sisteminin zarif bir tavırla kullanımının örneğidir.



Şekil 3.23 : St. Ignatius Şapeli görseli (Steven Holls Architects, Url-23).

Tasarımında ışığın aktif rol üstlendiği şapel, bir kutuda yedi ışık tüpü metaforu ile oluşturulmuştur. Bu ışık metafor ile çatıdan iç mekana çeşitli seviyelerde şekillenmiş, farklı kalitelerde ışığın içeri girmesi sağlanmıştır: doğu cephesi, güney cephesi, batı ve kuzey cephesi birleşmiş bir senfoniye kurgularlar ve bir ayinin farklı evrelerini simgelemektedirler (Url-24).

Yapımında kullanılan *tilt-up* beton¹¹ genellikle erişilebilir ve inşaat hızı olduğu için depolar ya da endüstriyel projelerde kullanılmakta ve bu tip projelerle ilişkilendirilmektedir. Planda basit bir dikdörtgen, şapelin bir “kutu”su 21 *tilt-up* panelden inşa edilmiştir. Teknik olarak prekast olmasa da bu elemanlar yatay olarak şantiyede dökülmüş, 18 günde kuru tamamlanmış, sadece 12 saatte yerine

¹¹ *Tilt-up* (yerinde yatay döküm), tilt-slab ya da tilt-wall olarak adlandırılan, beton kullanılarak yapılan bir inşaat yöntemidir. *Tilt-Up* inşaat ABD’de hızlı büyüyen endüstrilerden biridir. En az 10.000 yapı, 60 milyon m² den fazla bir alan bu yöntem ile inşa edilmiştir. *Tilt-up*’ın ekonomisiyle ilgili olan bu durum, az bakım ihtiyacı, dayanıklılık, inşaatın hızı ve minimal yatırım gereksinimi, depreme olan dayanıklılığı bu teknolojinin büyümesini sağlamıştır (Url-25). İnşaatın taban yüzeyinin ilk beton yüzeyi olarak kullanılması sayesinde duvar panelleri şantiyede hiçbir taşıma maliyeti olmaksızın üretilir. Prizini aldıktan sonra, beton paneller binanın çevresini kapatacak şekilde kaldırılıp yerine dikilir. Tüm bu işlemler boyunca, yüksek mukavemetli konektörler beton sandviç panelin tabakalarını bir arada tutar (Url-26).

dikilmişlerdir (Url-24, Smith, 2010). Binanın dört köşesinde, *tilt-up* paneller, yük taşıyacak kalınlığa gelebilmeleri için Çin kutuları gibi kilitlenmektedirler. Pencere açıklıkları, döşeme yan yatarken bağlantı yerleri ile birlikte düşünülmüş ve şekillendirilmiştir. Renklendirilmiş *tilt-up* beton paneller bir tektoniği tanımlamıştır ve bir kaplama tercih edilmemiştir. Yapılan paneller bir vinç yardımı ile yerine dikilmişlerdir (Şekil 3.24). Cephede bilinçli olarak görünür bırakılan nişler, dikim tamamlandıktan sonra bronz döküm koruyucu bir kapak ile kapatılmışlardır (Şekil 3.25).



Şekil 3.24 : Şapelin duvarları yerine dikilirken bir görsel (Url-24).

Kaldırma işlemi sırasında her panel inşaat belgelerinde açıklanan sırayla dikildiğinden emin olmak için özel önlemler alınmıştır. Dikilen *tilt-up* paneller yerine tamamen yerleştirilene kadar vinç serbest bırakılmamıştır. Her *tilt-up* duvarları arasına çelik köşebent elemanlar kaynaklanmıştır.



Şekil 3.25 : Şapelin iç ve dış mekandan görseller (Url-24).

Tilt-up inşaat kararı, Steven Holl Mimarlık ile OSKA Mimarlık ve yatırımcının ortak kararı olmuştur. Holl'un *tilt-up* inşaat kullanma kararı, zaman kazanmak, iş gücünden tasarruf etmek ve tasarımın gerektirdiği üretim yöntemi nedeniyle verilmiştir.

3.4.2 Türkiye’den örnekler

Türkiye’den örnek projeler için Şanal Mimarlık’ın tasarladığı Şişhane Otoparkı, Yakup Hazan Mimarlık tarafından tasarlanan ve TAV İnşaat’ın işletmesini ve proje uygulamasını üstlendiği İzmir Adnan Menderes İç Hatlar Terminali ile Emre Arolat Mimarlık’ın tasarladığı Antakya Müze Otel Projesi seçilmiştir. Proje süreci için Antakya Müze Otel projesi Türkiye’deki olumlu-olumsuz dinamikleri göz önüne sermesi açısından daha detaylı olarak bölümün devamında aktarılmıştır.

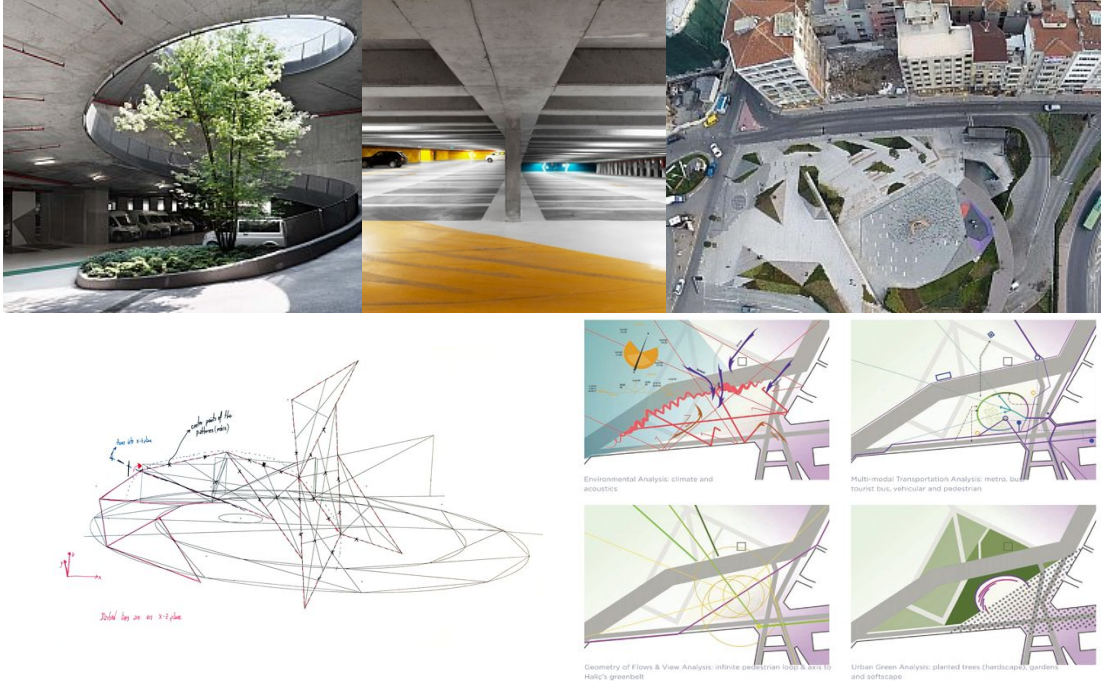
3.4.2.1 Şanal Mimarlık-Şişhane Otoparkı

Programı bir otopark ve kamusal park olan projede, çok yönlü trafik işleyişi, mevcut sosyal ve topografik sınırlar, tarihi alanlara geniş bir manzarayla hakim olmasından ötürü onunla yarışmayacak bir silüete sahip olması durumu ve bir seyir terası işlevli kent parkı programlarının çakıştırılması sonucu ortaya çıkan projenin tasarım görevini Şanal Mimarlık yüklenmiştir. Otoparkın dikdörtgen planlı olması, üstteki parkın oval olması ve rampaların da araç parkedilebilir olarak planlanması projenin mutlaka bilgisayar ortamında simule edilme ihtiyacını getirmiş ve tüm proje BIM yazılımları ile projelendirilmiş ve hayata geçirilmiştir. Bu nedenle, tasarımda çoklu veri akışını yönetmenin en hassas araçlarını barındıran bilgisayar destekli tasarım tekniklerine hâkim bir proje olduğu söylenebilir (Şekil 3.26).

XXI dergisine verdikleri röportajda¹² Alexis Şanal, altı katlı otoparkta 1000 araçlık kapasiteyi nasıl hayata geçirebildiklerini şöyle ifade etmiştir: “..*Yusuf Timber’in parlak mühendislik çözümleri sayesinde. 60 metrelik açıklık geçen iki perde duvar var ancak perde duvarda açılan boşluklarla mekanın devamını görebiliyorsun. Öte yandan tüm mekanik aksamı kirişlerin arasında saklayarak tavanın daha yüksek algılanmasını sağladık. Araçlar rampaya da park ettiğinden fazladan bir sirkülasyon çözümüne gerek kalmadı. Her ne kadar başlarda rampaya park edilmesine karşı çıkmış olsalar da İstanbul gibi sürekli yokuş olan bir yerde otoriteleri ikna etmek zor olmadı..*”. Murat Şanal ise, aynı röportajda projenin temel kurgusunu şöyle açıklamıştır: “..*Öte yandan semantik olarak otoparkı dikdörtgen planlı ve üstteki parkı oval olarak planladık. Bu projenin çok erken safhalarında aldığımız bir karardı çünkü*

¹² Metinde bahsedilen röportaj: Ertaş, H. (2014) “Çift Anlamlı Park”, XXI Dergisi, Sayı, Temmuz-Ağustos 2014. <<https://xxi.com.tr/projeler/cift-anlamli-park/>>, erişim tarihi 10.01.2016.

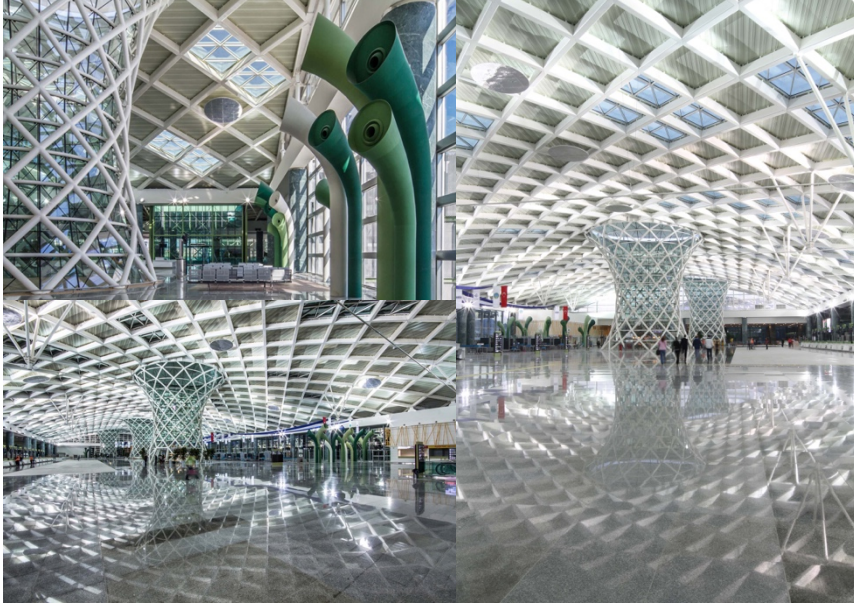
bu iki işlev arasında bir bağ olmasını istemiyorduk. Üstteki parkta vakit geçirenlerin altlarında bir otopark olduğunu hissetmemelerini amaçladık ve iki farklı geometri seçtik. Bu da strüktürel koordinasyonda biraz zorluğa yol açtı ama şu anda otoparka gelenler üstlerinde bir park olduğunu fark etmedikleri gibi parktakiler de altlarındaki otoparkı hissetmiyorlar..”.



Şekil 3.26 : Şanal Mimarlık tarafından tasarlanan Şişhane Otoparkı'na ait proje görselleri (Url-27).

3.4.2.2 TAV-Adnan Menderes Havalimanı İç Hatlar Terminali

Yakup Hazan Mimarlık tarafından İzmir'de tasarlanan müteahhitliğini TAV İnşaat'ın üstlendiği, Adnan Menderes Havalimanı yeni İç Hatlar Terminali projesinin yapımı 2014 yılında tamamlanmıştır. Türkiye'nin en büyük iç hatlar terminali olan yapının ana tasarım fikri açık mekanlar üzerine kurulmuştur. Kara tarafı ve hava tarafı arasındaki tüm görsel engeller kaldırılmış ve kara tarafından hava tarafı, hava tarafından da kara tarafının görünmesi sağlanmıştır. Kara ve hava tarafı arasına galeri ve asma bahçeler yerleştirilmiştir. Bahçeler açık hava ile direkt ilişkilidir. VIP'den başlayan ve dış hatlara kadar uzanan galeri içerisinde devam eden bir uçan yol önerilmiştir. Kullanıcılar bu yolu kullanarak golf araçlarıyla bir taraftan diğer tarafa zaman kaybetmeden ulaşırlar. Tasarımın formunu oluşturan tonoz dört adet fil ayağı ile desteklenmiştir(Şekil 3.27). Fil ayaklarının içi ticari mekanlardır aynı zamanda check-in hölüne ışık ve havalandırma sağlamaktadır (Url-28).



Şekil 3.27 : İzmir Adnan Menderes Havalimanı iç hatlar terminali tonozu destekleyen fil ayakları (Url-28).

TAV entegre çözümler kapsamında; LOD300 BIM oluşturulmuş, proje için BIM modeli kullanılmış, koordinasyon ve iletişim sağlanmış, BIM modelinin verimli tasarım kararları alabilmek için enerji simülasyonları için kullanılmış, Sürükleyici Sanal Gerçeklik (*Immersive Virtual Reality Environment*) yazılımları alışma ve ticari kullanım için kullanılmış, terminallerin Tri-Gen özellikleri için 4D / 5D koordinasyon modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 : (Üstte) BIM modelinin terminal simülasyonları için kullanımı, (altta) İzmir Adnan Menderes Havalimanı 3D görseli (Kaynak, TAV).

3.4.2.3 EAA-Antakya Müze Otel Projesi

Emre Arolat Mimarlık'ın bir projesi olan Antakya Müze Otel Projesi (Şekil 3.29), arkeolojik bir alan üzerinde inşa edilen bir müze-otel tasarımıdır. Bu bölümdeki yazı için Emre Arolat Mimarlık ve proje yönetim firması ile görüşmeler yapılmış ve detaylar alınmıştır.



Şekil 3.29 : Antakya Müze Projesi üç boyutlu görseli (EAA, 2015)

Şantiyesi hala devam eden Antakya Müze Otel Projesi için EAA tarafından aktarılan bilgiler aşağıdaki gibidir:

Arazinin büyük kısmı arkeolojik alan olması sebebiyle, projede kalıntıların bulunmadığı noktalara denk gelen 66 kolondan başka hiçbir eleman zemine basmamaktadır (Şekil 3.30). Sahada iskele kurmanın zorluğunu hesaba katarak, imalatın önemli bir kısmının saha dışında yapılması ve sahaya nakledilerek yerine konması projenin başından sonuna kadar gündemde olmuştur. Tasarımın dayatması ile şantiye dışı üretim yöntemi seçilmiştir. Çelik kolonlara bağlanan kirişlerden müteşekkil bir ızgara sisteminin üzerine oturan oda modülleri konteyner benzeri birimler olarak tasarlanmıştır. Söz konusu birimler modüler imalata uygun olmaları nedeniyle saha dışında üretilebilecek elemanlar olarak tasarlanmıştır. Oda modüllerini oluşturacak parçalar sahaya yakın bir depoya nakledilmiş, sonrasında parçalar bir araya getirilerek modülün konstrüksiyonu oluşturulmuş, bu konstrüksiyon üzerine yalıtım ve cephe bitiş katmanları giydirilmiş ve son olarak sıhhi tesisat ve mekanik ekipmanın bir kısmı da modülün içine monte edildikten sonra ortaya çıkan birim

sahaya nakledilmiştir. Böylece hem projelendirme hem de imalat sürecinin kolaylaşacağı düşünülmüştür. Ancak süreç pek de planlanan şekilde yürümemiş, malzeme kararlarının ve yapım yönteminin birkaç defa değişmesi, proje ve imalat sürecinin uzamasına neden olan en önemli faktör olmuştur.

Bu değişikliklerden ve neden oldukları sorunlardan biraz bahedilir ise, konsept proje aşamasında oda modüllerinin çapraz lamine ahşap panellerle yapılması mimari gruba bir kaç nedenden ötürü uygun bir çözüm olarak görünmüştür: Öncelikle ahşap paneller imalatın presizyonu ve hızı açısından cazip imkanlar sunmaktadır. Türkiye'de çok az uygulama şansı bulabilmiş bu malzeme, prefabrike imalat için oldukça uygundur. İyi koordine edilmiş ve detaylandırılmış bir projeyi elektrik priz yerlerine ve kablo geçişlerine noktalarına kadar atölyede paneller halinde imal edip sahaya nakletmek ve sahada çok hızlı bir şekilde panelleri bir araya getirip imalatı tamamlamak bu malzemeyle mümkündür. Öte yandan panellerde yeni rezervasyon yeri gerektiğinde sahada bu tip müdahaleler kolayca yapılabilmektedir. Paneller strüktürel elemanlardır ama aynı zamanda pürüzsüz yüzeylerdir. Ahşap panel yüzeyi basit bir alçı sıva ile son kat boyaya hazır hale gelebilmektedir. Paneller dolu yüzeyler oldukları için hem cephedeki hem de iç mekandaki bitiş katmanlarının uygulaması karkas sisteme göre çok daha kolay olmaktadır. Ayrıca çapraz lamine ahşap panellerin kalınlığının, statik gereklilikler haricinde, ses yalıtımı, yangın dayanımı ve ısı iletkenliği gibi kıstaslara göre önceden belirlenmesi önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu sayede panelin kendisi teknik gerekliliklerin çoğunu karşıladığından, cephede ilave yalıtım katmanlarının incelmesini sağlamaktadır. Yukarıda özetlenen avantajlar göz önüne alınarak, işverenin de onayıyla uygulama ve detay projeleri belirtilen malzemeye göre yapılmıştır.



Şekil 3.30 : Antakya Müze Projesi üç boyutlu görseli (EAA, 2015).

Projelendirme safhasında yurtdışındaki imalatçı firmalarla bir koordinasyon süreci yürütülmüştür. Ancak söz konusu firmalardan biriyle anlaşma aşamasına gelindiğinde işverenin tercihi değişmiş, çapraz lamine ahşap panellerin yurtdışından ithal edilecek olması ile nakliye ve gümrük işlemleri nedeniyle ortaya çıkan yüksek maliyet söz konusu tercih değişikliğinin temel nedeni olmuştur. Ahşap panellerin çelik sistem üzerine yükleyecekleri ağırlık ve panellerin depreme karşı dayanımı gibi konular da ek nedenler olarak öne sürülmüş, ancak en önemli neden yüksek maliyet ile yurtdışından yapılacak nakliye ve gümrük işlemlerinin getireceği ek külfet olmuştur.



Şekil 3.31 : Antakya Müze Projesi oda modüllerinin vinç yardımı ile yerine taşınması (EAA, 2015).

Böylece çapraz lamine ahşap panel sisteminden vazgeçilerek oda modüllerinin çelik karkas olarak imal edilmesine karar verilmiştir (Şekil 3.31). Bu değişikliğin modüllerin standardizasyonu ve imalatı açısından kritik bir sonucu olmuştur. Birbirinin üzerine oturan oda modülleri düşeyde 50-100 cm mesafelerle öne veya geriye doğru kayacak şekilde tasarlanmıştır, ayrıca en fazla üç modülün üst üste oturması sonucu ortaya çıkan bu üç katlı yapı ana kolonları birbirine bağlayan çelik kirişlerin üzerine konsol oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Üstelik konsollar da standart bir ölçüde veya açıda değildir. Oda modüllerinin yan duvarlarını oluşturan ahşap panellerin tümü kiriş gibi çalıştığı için panellerin standardizasyonunda bu durum bir soruna yol açmamıştır, ancak taşıyıcı sistem çelik karkasa dönünce her üç katlı bloğun çelik karkasının en alttaki destek noktasının yerine ve üst üste gelen üç modülün öne veya geriye doğru hareketine göre özel olarak uyarlanması zorunluluğu doğmuş, bu yüzden her oda modül grubunun 2-3 katlı çelik bir yapı gibi kendi başına değerlendirildiği bir statik modelleme süreci başlamıştır.

Modülleri oluşturacak çelik elemanlar modüle verilmiş numaraya göre markalanıp sahaya yakın bir depoya nakledilmiştir. Çelik elemanlar burada monte edilerek karkas

oluşturulmuştur. Çelik karkasın yangın dayanımı, akustik ve ısı iletkenliği gibi konulardaki performansı çapraz lamine ahşap panele göre daha kötüdür. Bu nedenle, modülün yalıtımı için danışmanlarla uzun bir koordinasyon sürecinden geçilerek duvar, zemin ve tavan katmanlaşmaları bütün standartlara uyacak şekilde belirlenmiştir. Bu ek katmanlarla birlikte birimlerin ağırlığı ahşap panellerin ağırlığına yaklaşmıştır. Üstelik kaba kutu halindeki modülün imalatı için çok daha uzun bir koordinasyon süreci geçirilmiş ve imalat da çok daha zahmetli olmuştur.



Şekil 3.32 : Antakya Müze Projesi şantiyesinden bir görsel (EAA, 2015).

Birimlerin cephe kaplaması yine aynı atölyede yapılmıştır. Yan yana gelen modüllerin birbirlerinden farklı mesafelerde öne ve geriye hareket etmeleri, ya da bazı modüllerin tek başına duruyor olmaları nedeniyle her modülün cephesinde kaplanacak yüzey farklıdır. Bu konuda imalat kolaylığı sağlamak amacıyla cephe bitiş malzemesi mümkün olduğu kadar standart ölçülere getirilmiştir. Ancak modüllerin konfigürasyonu pek çok noktada farklılıklar gösterdiği için bu atipik durumlar belirlenip, bunlara göre çözümler de oluşturulmuştur. Modüllerin sıhhi tesisatı ve havalandırma sistemi de kısmen atölyede monte edilmiştir.

Böylece tamamlanan modüller sahaya nakledilerek bir vinç sistemi ile yerlerine konulmuştur (Şekil 3.31). 198 oda modülü bu şekilde saha dışından imal edilerek yerine nakledilmiş, sadece kral dairesi, özel bir çözüm olarak yerinde imal edilmiştir.

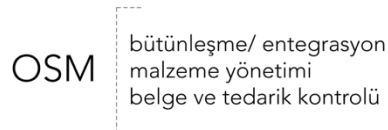
Sürecin belli başlı tarihleri: projenin tasarım çalışması Ocak 2011'de başlamış, Eylül 2011'de sahada çelik kolonların temelleri için imalata başlanmış, Haziran 2012'de çapraz lamine ahşap panel sisteminden vazgeçilmiş, Mart 2014'te ilk oda modülü sahada yerine yerleştirilmiş, Aralık 2014'te son oda grubu sahada yerine konmuştur.

3.5 Kaynak Değerlendirmesi: Şantiye Dışı Üretim (OSM) İle Sahada Üretim Karşılaştırması ve/veya Kombinasyonu

Kullanılan sürece göre, sahada üretimde ile şantiye dışı üretimin hız (speed), verim (efficiency) ve doğasında olan yeşil kalite nitelikleriyle savaşmak oldukça zordur. Buna karşın şantiye dışı üretim (OSM), ticari inşaat marketinin %1'inde kalmıştır (Modular Building Institute, 2011). Müteahhitler, en bilinen konstrüksiyon yöntem olan sahada üretimi tercih etmektedir, ve çoğu mimar, işveren ya da müteahhit modüler konstrüksiyonu yeni yeni kabul etmektedirler. Piyasalardaki yakın geçmiş yıllardaki durgunlukla birlikte, işverenin maliyeti düşürmek zorunda kalmaları ve aynı zamanda enerji korunumu ve yeşil bina isteklerinin artışı alternatif konstrüksiyon metotlarının geliştirilmesi ihtiyacını yaratmıştır.

Modüler konstrüksiyon, saha dışında bir fabrikada üretilmektedir. Üretilen ürünler kontrol edilmiş şartlarda kapitalize edilmiş ve envanter kontrolü ile proje süreç takvimine bağlı kalmıştır. Doğal olarak malzeme bilinçli kullanılmaktadır ve sahanın boyutlarına saygı duyarak dikkatli ve stratejik olarak yerine getirilerek minimumda yer işgal edilmiştir.

Sıkışık takvimi olan şantiyelerde, korunan alanlarda yer alan üretimlerde, hava durumunun inşayı engellediği şantiyelerde ve tekrarlayan iç mekan strüktürlerinde OSM teknolojisi kullanılmakta ve şantiyede üretim ile birleştirilebilmektedir. OSM (Şekil 3.33), bütünleşme / entegrasyon, belge ve tedarik kontrolü ve malzeme yönetimi üzerinden yüksek seviyede ürünü bitirme fırsatı sunmaktadır (Timberlake, 2010).



Şekil 3.33 : OSM'nin getirileri (Temiz, 2015).

Bu iki inşa üretim metodu birlikteliği, tasarımda ve planlamada benzer olan ve tekrar eden sabit modüller olmasına zorlamaktadır. Yurt, otel odaları, sınıflar ve ofislerin inşasında OSM efektif bir yöntemdir. Çünkü, odalar oldukça tekrarlıdır, ve bunlar fabrikada kalite kontrol ile biri ardından diğeri üretilebilmektedir. Sahada üretim ise, diğeri bir yandan lobiler, meclisler, ortak mekanlar gibi geniş açıklıklara sahip mekanların üretilebilmesine izin vermektedir. Asansörler, mekanik odalar, elektrik ve data odaları gibi teknik hacimler, merdivenler ise sahada inşa edilmektedirler. Çünkü

bu alanlar, yapı için özeldir ve kendilerini modüler konstrüksiyon olarak ürettiremezler. Her uygulama için en uygun inşa yöntemini kullanma ile, müteahhit, mimar ya da işverenler her tipin ekonomisini daha uygun hale getirebilmektedirler (Modular Building Institute, 2011).

Ek olarak, modüler konstrüksiyonun kullanılmasıyla, inşaatın modülleri temelin atılmasından itibaren ve işçilerle aynı zamanda sahada yer alabilmektedirler. Maliyet avantajı ise, binanın çok daha hızlı ve kalite kontrollü çevrede tamamlanabilmesi ile olmaktadır. Süreci kısaltması ve daha yüksek kalitede ürünün üretilmesi projede daha az para harcanmasını sağlamaktadır.

Bu iki konstrüksiyon tipini birleştirmenin anahtarı, daha tasarım aşamasındayken modüler konstrüksiyonu göz önünde bulundurmadır. Süreçte erken modüler konstrüksiyonun belirlenmesi, zaman ve bütçe kazanımlarına ve çevresel çıkarımlara fayda sağlar. Tüm tasarım ve müteahhit ekiplerinin ön aşamada bir araya gelip iletişime geçmeleri, tüm aşamada ekipleri geliştirecektir. Ayrıca, iki ekipte de OSM uzmanı olan kişilerin yer almasını sağlayacaktır.

Büyük ölçekli, çok katlı ya da çok katmanlı inşaat projelerinde, her biri projenin ayrı ayrı aşamalarına uyan sahada üretim ve OSM tekniklerini projenin bünyesinde toplamak büyük oranda fayda sağlayacaktır. İki türden konstrüksiyonun kombine edilmesi, modüler ve sahada inşa eden müteahhitlerin ufak koordinasyon ile kendi en iyi yaptıkları işe konsantre olmasını sağlayacaktır. Her türden işçinin tüm projenin her yerinde yer alması yerine, onların bölünmesi ve uzmanlaşması projenin daha küçük bölümlerinde yer almaları kolay kontrol edilebilen etaplarda yer almaları ile verimlilik arttırılabilecektir. Ek olarak, projede zaman ve para kazanabilmek için iki tür üretim tipi de projede rasgele yer alabilmektedir (Modular Building Institute, 2011).

3.6 Kaynak Değerlendirmesi: Öğrenilen Dersler

Dijital teknolojilerdeki gelişmeler bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemlerine yeni olanaklar sunmuştur. Bilgisayar tabanlı tasarım ve üretim teknolojilerinin uçak, gemi, otomotiv ve savunma sanayisi gibi farklı endüstrilerde yoğun bir şekilde kullanılması ve başarılı sonuçlar doğurması mimarlık alanında bu konulara ilgiyi artırmıştır. Günümüzde bilişim ve teknolojiye gelişmeler, mimarlık alanında tasarımdan üretime yeni tekniklerin ve yöntemlerin denenmesini birlikte getirmiştir.

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle geleneksel yöntemlerle çizilmesi dahi çok zor olan tasarımlar dijital ortamda tasarlanabilmeye başlamıştır. Daha sonra ise bu tasarımların ürettirilebilme gereksinimi ortaya çıkmış ve üretimin geleneksel yöntemlerle oluşturulmasının çok zor olacağı görülmüştür. Dijital ortamda hazırlanan tasarımlar, dijital üretim yöntemleriyle daha kolay ve seri ürettirilebilmektedir. Dijital ortamda hazırlanan ve dijital üretim araçlarıyla oluşturulan tasarım yani “işlemsel tasarım”, isminden de anlaşılacağı gibi çeşitli işlemler döngüsüyle (geometri ve matematiksel işlemler) projelerin tasarlanıp ürettirilmesidir. İşlemsel tasarım ile biçim olarak insan beyninin sınırlarını zorlayan projeler de tasarlanıp ürettirilebilmektedir. Yirmi seneye yakın süredir, mimarlık dünyasına bilgisayar ortamında tasarım ve üretim teknikleri boy göstermektedir. Teknoloji hızlı ilerlerken, ilk başlardaki 3D modelleme yazılımları (*3D Studio Max*, *Alias Wavefront* ve diğerleri), *Rhino* ve *Grasshopper* gibi yazılımlarla yer değiştirerek, programlama ve parametrik tasarım modelleri yapmak gittikçe kolaylaşmaktadır.

Daha da ötesinde, dijital üretim teknikleri daha da erişilebilir ve satın alınabilir duruma gelmiştir. Dijital olarak üretilen yapılar geleneksel olarak planlanan ve üretilen yapılardan artık eskiye oranla çok daha maliyetli değiller. Dolayısıyla, bu yeni teknolojilerin mimarlıkta yaygın kullanılması mimarlığın üretilmesini kolaylaştırırken, endüstrileşen yapı ve mimarlık sonuç ürünü olarak seri üretilen yapı ve yapı elementleriyle maliyet ve işgücü geçmişe göre önemli oranda azalmıştır.

BIM

işbirliği
kavrama
verimlilik

Şekil 3.34 : BIM için kavramlar (Temiz, 2015).

Mimarların tasarım aracı olarak kullanabileceği BIM’in ortaya çıkması, teknolojinin ya da bilgisayar teknolojisinin, bir inşa sürecindeki potansiyel faydalarını getirmiştir (Şekil 3.34). BIM tasarım sürecinin ön planlama aşamasında inşaat ve zamanlama çatışmalarını hesaplayarak, inşaatın "ustası" olarak mimarın rolünü güçlendirmektedir. Ayrıca, araştırma açısından, üreticilerin otomobil veya uçak yapı sektörlerinde görülen otomatik yapım teknikleri bazı karmaşık yapı bileşenleri ve üstün malzemelerinin

kullanımı için benimsemek için fırsatlar araştırırken emek üretkenliğini ve işçilik artırılması arzuları ile modüler yapı sektörüne mimarların ilgisi olmuştur.

Şantiye dışı üretimde projeye özel sistemler toplu konut için uygun değildir. Örneklerinden, 1942’de Gropius ve Wachsmann’ın ön paketlenmiş evleri ile 1967’de Habitat 67 (prekast konut ünitelerindeki varyasyonları kullanarak eşi olmayan bir konfigürasyon) verilebilecek olan bu sistemlerde, tek kaynaklı olan üniteler ya da bileşenler üretim ve nakliye için çok maliyetlidir, tasarımı detaylandırma ve üretim konseptleri zamanlarına göre neredeyse mükemmel olan bu sistemler genelde iflas ya da kötü tecrübelerle bitmişlerdir.

OSM tasarımı ve teknolojinin gelişimiyle ilgilidir. OSM, sadece detaylandırılmış bağlantılarıyla, malzeme kullanımıyla ve bunları standartlaştırmış ya da özel bir yöntemle oluşturmuş güzel bir ürün geliştirmesi değil, üretim teknolojisi açısından da bir gelişmedir. Mimarlar genellikle ürün ve ürün tasarımı konusunda yetkin değildirler ve endüstriyel üretim konularında da çok bilgileri bulunmamaktadır. Mimarların önceliği form ve tasarımıdır, üretim ise ikincil bir konu olarak değerlendirilir.

Şantiye dışı üretim üründen daha çok bir iş planı yapmaktır. Tüm yapı tiplerinde teknik ve piyasa konularında iyi bir planlama yapılması gerekmektedir. Şartların şantiye dışı üretimi gerektirmesi durumunda, bir durumda bu yapım sistemi bir seçenek olmaktan çıkmaktadır. Her projenin opere edilecek bir müşterisi, bir lokasyonu ve işçilik konuları bulunmaktadır. Şantiye dışı üretim kullanılsın ya da kullanılsın bu parametrelerin oldukça büyük etkisi vardır ve mimarlar ya da diğer inşaat yetkilileri bu üretim yöntemini kullanmak isteyebilmektedirler. Bu kararda, bu parametreler ile birlikte tasarımı ele almak, ve şantiye dışı üretimin yapıyı üretmek için uygun olup olmadığı değerlendirilmelidir.

4. ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

4.1 Derinlemesine Görüşmeler:

Sektör temsilcileri arasından belirlenen farklı düzeylerde uzmanlık ve yöneticilik görevleri bulunan profesyoneller ve danışmanlar (Çizelge 4.1) ile derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler için tez çerçevesini oluşturan konulara özel sorular¹³ ve verilen yanıtlara göre yöneltilebilecek soruların olduğu bir set hazırlanmış, görüşmeler bu yöntem ile yürütülmüştür.

Çizelge 4.1 : Katılımcıların şirket büyüklükleri ve uzmanlıklarının tanımlanması (Temiz, 2015)

	Firma A	Firma B	Firma C	Firma D	Firma E
Çalışan Sayısı	5.000 beyaz yakalı, toplamda 30.000'e yakın çalışan	5-10 arası çalışan	50-100 arası çalışan	25-50 arası beyaz yakalı, toplamda 200'e yakın çalışan	400'e yakın çalışan
Sektörde Deneyim Süresi	18	6	28	5	28
Uzmanlaşma	İnşaat Firması	Mimarlık Firması	Mimarlık Firması	Proje Yönetim Firması	Prefabrik Yapı Elemanı Üretici Firma

Bu çalışma için veriler beş röportaj doğrultusunda toplanmıştır. Firma A, B ve E yüz yüze görüşme ile Firma C ve D ise e-mail ile görüşme yolu ile toplanmıştır. Röportajlarda, firmaların deneyimleri üzerinden şantiye dışı üretimin nasıl yapılabildiği, tasarım süreçlerine nasıl yansıdığı, üreticilerle olan diyalogları, eğer

¹³ Soru seti ile ilgili detaylı bilgi, “Metodoloji” bölümü, “Derinlemesine Görüşmeler” başlığı altında, sf.6’da yer almaktadır.

üretici firma ise, bu süreçlerin nasıl ilerlediği ve üretim sürecine hangi aşamada katılıp hangi aşamada neler yaptığı, bir inşaat ve proje yönetim firmasıysa bu süreçlere katılıp katılmadığı, inşaat firması ise, bu sistemlerin ne gibi zorluklarının olduğu üreticilerle nasıl iletişime geçildiği, bu tür sistemlere müşteri ilgisi, genel olarak hangi yazılımların yardımının alındığı, BIM teknolojisinin kullanım durumu, Türkiye’de bu sistemin durumu ve potansiyelleri ile genel olarak bu sistemin gelişebilmesi için görüşleri alınmıştır. Sorulara alınan geri dönüşler konseptlere ayrıştırılarak analiz edilmiştir. Her röportajın özetinin sonunda “tasarım süreci”, “üretim süreci” ve “piyasa algısı” başlıkları olan bir tablo ile veriler derlenilmiştir.

4.1.1 Firma A röportaj özeti

A	
S1	verimli dosya/bilgi paylaşımı; büyük projelerde ekip içi/disiplinler arası koordinasyon; BIM faydaları; bilgi altyapısı/koordinasyon; bilginin sürekliliği; uzun kullanım ömründe bilginin sürekliliği; deneyimin ve bilgiyi bilen elemanın değeri.
S2	pazar/vizyon oluşumu; kitlesel özelleştirme yatırımları; seri üretilen yapılar; standart üretim; mimari olarak niteliksiz; ticari kaygı engeli; yapımda alışkanlık engeli; yapım teknolojileri için yatırım; deprem ile ilgili kısıtlamalar; strüktürel elemanların endüstrisi; strüktürel elemanların özelleştirilmesi; pazar/vizyon oluşumu; podlarda özelleştirmenin zorluğu; piyasa ihtiyacı; ön yatırım gereksinimi.
S3	geçici yapılar; her yapı parçasını ürettirebilme; yapı endüstrisi; OSM ve geleneksel üretim kombinasyonu.
S4	piyasa/pazarın olgunlaşma gereksinimi; müşteri ilgisi; sürenin kazanç sağlaması.
S5	ticari işlevler; belli aks sistemi olan programlar; bitmiş ürün; sahada tamamlanan sistemler; ön tasarım sonrası üretici tasarım süreci; üreticinin mimariyle uyumlu sistem geliştirmesi.
S6	
S7	projeye özel çözüm; deprem bölgesi; betonarme ya da hibrit çözümler özel yapı elemanları; mimari ve ticari ihtiyaçlar; tasarımın atipikliği.
S8	ticari işlevler; özel işlevler; ar-ge çalışması; özel detay çözümü.
S9	AB fonları; şartname zorunluluğu; şartnamede BIM şartı; yurtdışı deneyimi; BIM adaptasyonu; TR BIM’e geçiş döneminde.
S10	ön üretimde pratik bilgi; Türkiye ön üretimde ileri; know-how; yaratıcı çözümler; yurtdışı deneyimi.
S11	işveren/mimar farkındalığı; firma motivasyonu /ticari kaygılar; maliyeti kontrol altına alma; modüllere yönelim; motivasyon; deneyim; ön üretim altyapısı; işveren desteği; piyasanın BIM ihtiyacı.

Şekil 4.1 : Firma A röportajı kavramları (Temiz, 2015).

Firma A yetkilisiyle yapılan görüşmenin özeti aşağıdaki gibidir (Şekil 4.1) (Çizelge 4.2):

Büyük dosya yaratan yazılımlar ve bu büyük bilginin projenin tüm ekibince paylaşılabilir duruma getirilebilmesi gereklidir. BIM yazılımlarının kullanılma ihtiyacı bu altyapıyı sağlaması açısından doğmuştur. Genel olarak projeler, 2 yıl tasarım süresi, 5-7 yıl inşaat süresi, 30 yıl kullanım süresi olarak düşünüldüğünde, esas zorlu durumun işletme sırasında tüm yapı ile ilgili bilginin sürekliliğini sağlamak

olduğunu görülmektedir. Bu uzun süreçte deneyimli ve bilgiyi bilen elemanlar daha değerli duruma gelmektedir.

Kitlesel özelleştirme (MC) üzerine çalışmaların yurtdışında örneklerini görülmektedir, ancak Türkiye’de bu sistem ile ilgili girişimlerin olması ve bu sistemin gelişmesi için, işveren grubu, tasarımcı grubu ve mühendis gruplarında bu konuda bir vizyon ve piyasanın oluşması gerekmektedir. Daha öncelerde özellikle 1950’lerden sonraki toplu konut türündeki yapılarda standart endüstrileşmiş üretimin örnekleri bulunmakta ancak standart üretilen bu yapıların mimari olarak çok nitelikli yapılar değildir ve bu nedenle de yaygın olamamışlardır. Oysa bugün, Amerika’da, Avrupa’da önüretimli yapılarda gelişme olduğunu, bazı yatırımların yapıldığı ve bir yere kadar getirildiği; Türkiye özeline bakıldığında, bu tür yapım teknolojileri için girişimler olduğu, fakat gerekli yatırım yapılmadığı ya da bir yere kadar getirilip çok tutulmadığı, buna gerek ticari kaygıların, gerek yapımda alışkanlıkların engel olduğunu görülmektedir.

Türkiye’deki depremle ilgili kısıtlamalardan da bahsetmek gerekmektedir. Belli kattan sonra bu tipte üretimlerin çok pratik olmamakta, hibrit olarak çerçeve artı prefabrik gerekmektedir.

Prefabrik olarak banyo/mutfak pod’larının hazır olarak oluşturulup bunların şantiyeye getirilip montajının yapılması konusunda ise bunun için pazarının oluşması, bir piyasa ihtiyacı ve ön yatırım gerektiren konulardır. Strüktürel elemanların endüstrisinde bir çelik imalatçısı her proje için sıfırdan bir mobilizasyon yapabilmektedir, tuvalet, mutfak gibi parçaların önden yapıp getirilmesi durumu için ise ancak piyasa ve yeterli bir vizyon oluşması durumunda bu tip bir mobilizasyon ve üretim metoduna geçiş olması söz konusu olabilecektir.

Yapı endüstrisinde yapının tümünün şantiye dışı üretim teknolojisinde (OSM) üretilmesi, deprem sonrası geçici yapılar haricinde Türkiye’de gözlemlenemediği, ancak yapının her parçası ayrı ayrı fabrika ortamında ürettirilebilir olduğu görülebilmektedir. Türkiye’de bugün inşaatlar, OSM ile geleneksel yapı üretim metodlarının kombinasyonu şeklinde ilerlemektedir.

Müşteri ilgisi olması için piyasanın ve ortamın olgunlaşması gerekmektedir. Yurtdışında bu sistemlerin yaygınlaşması süreci kısalttığı, kısalan süredeki kazançların bu sistemleri karlı hale getirmesi ve ciddi bir kazanç sağlaması sebebiyle

olmuştur. Ancak, Türkiye’de ise henüz böyle bir kazanç gerektiren bir gereksinim bulunmamaktadır.

Genel olarak Türkiye’de, OSM yöntemiyle otopark, hangar gibi programlarda belli sistemler kullanılmaktadır. Ancak bunlar, tamamıyla bitmiş ürünler olarak şantiyeye gelmemekte, nakliyesi yapıp montajı tamamlandıktan sonra, ince işlerinin sahada tamamlanması gereken sistemler olmaktadır. Öntasarım veya çok kaba leke çalışmasından sonra bu tür OSM denilebilecek ya da prefabrike sistemlerin üretici tarafından kendilerinin bir tasarım süreci olmaktadır. Üreticiler, mimari veya planla mümkün olduğu kadar uyumlu bir yapı tutturup o onların önerisiyle projeler geliştirmektedir.

Katalogdan seçip yüksek yapılarda kullanılabilecek modüler büyük elemanları direk kullanmak İstanbul’da oldukça zordur. Çünkü, Türkiye gibi ülkelerde yüksek yapılar tipik sistemlerdir, betonarme bir çekirdek etrafında yerinde dökme kolon kirişler veya çelik-kolon kirişler bulunmaktadır ve bunlar tamamen projeye özel çözümlerdir. Bir çalışmada, bunları maksimize edebilmek için tamamen özel kesit-kolon-kiriş ya da ne gerekiyorsa hesaplanıp, tasarlanmaktadır ama biraz mimari ve ticari ihtiyaçların öne çıktığı bir yaklaşımda o tipiklik mümkün olmamaktadır.

Eğer zaten yerleşmiş bir sistemse çok daha kolay olur, çünkü o firma kendi sistemiyle ilgili yönlendirici olur; ama eğer konut bazlı diyorsak da zaten sıfırdan bir neredeyse teknoloji geliştirmek durumunda kalınmaktadır. O yüzden bu tarz bir sistem geldiğinde bir ön Ar-ge çalışması yapılması gerekmekte, karlı ve mantıklı bir hale getirebilmek için oturup ki bu çalışmada mimar, mühendis, makineci – özellikle makineci – tüm parçaların detayların çözülmesi gerekmektedir.

Belediyelerde, AB’deki fonlarından faydalanmak için şartnamelerde BIM kullanım zorunluluk hali bulunmaktadır. Türk inşaat sektörü yurtdışında halihazırda iş yapmakta, yurtdışında Firma A gibi büyük ölçekli iş yapan firmalar bu durumlarla karşı karşıya kalmaktadır. Buralarda, proje şartnamelerde BIM teknolojileri kullanılacaktır şartı bulunmaktadır. BIM odaklı konuşulduğunda, kısa olmasa da orta ve uzun vadede, Türkiye Yapı Sektörü tüm ekonominin %15-20’i sayılmakta ve buna dayanmış bir ülke olarak da ister istemez buna bir şekilde adapte olup benimsemek durumunda kalınacaktır ya da o adapte olamayan şirketler tüm dünyada olduğu gibi yok olacaklardır. Bu bakımdan şuan Türkiye tam geçiş dönemindedir.

Yurtdışındaki örneklerle karşılaştırıldığı zaman, ön üretim olarak düşünüldüğünde Türkiye aslında çok ileridir, çünkü çok pratik bir bilgi bulunmaktadır. Azerbeycan, Türkmenistan gibi ülkelerde büyük yatırımlar bulunmakta, olimpiyat stadları, havalimanları ya da Firma A'nın örneklerinde olduğu gibi ve bu çok nitelikli yapıları yaparken bir *know-how* edilmektedir, firmaların konu ile ilgili bir bilgi birikimi yoksa da her ne pahasına olursa olsun edinilmek durumunda kalmaktadırlar ve projelere çok da yaratıcı çözümler getirilmektedir.

OSM, biraz mal sahibi ve mimarlardan kaynaklanacak bir durumdur. Mimariden çok, bahsedilen, ismi verilmeyen, yatırım yapan firmaların kendi motivasyonları, ticari kaygıları öne çıkarak, inşaat sürecindeki riskler ve maliyetleri kontrol altına almak için ileri seviyede fikirler olmasa da modüllere yönelim düşünceleri bulunmaktadır. Ancak henüz pratiğe geçirebilmek için bunu benimseyip, yatırım yapıp, sonunu görece kadar bunu itekleyebilecek bir firma bulunmamaktadır. Türkiye'de daha önce uygulanmış bir üretim teknolojisi olduğu için imkansız değildir ve bunu yapabilecek mimari altyapı da, mühendislik de Türkiye'de bulunmaktadır, sadece parayı veren kişi ya da kurumun yani işverenin bilmesi ve istemesi gerekmektedir. Genelde işler BIM'de de aynı şekilde olmaktadır, bir zorunluluk hali olmadıkça, piyasanın ihtiyacından doğan bir şey olmadıkça, hiç bir firma risk almak istememektedir.

Çizelge 4.2 : Firma A geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu

Firma A	Geri Dönüş
Tasarım Aşaması	Büyük dosya boyutları nedeniyle altyapı sağlamak için BIM yazılımlarının kullanılma ihtiyacı bulunmaktadır.
Üretim Aşaması	Ön tasarım veya çok kaba leke çalışmasından sonra <i>off-site</i> sistem diyebileceğimiz ya da prefabrike sistemlerin üretici tarafından kendilerinin bir tasarım süreci olmakta, mimari veya planla mümkün olduğu kadar uyumlu bir yapı tutturup onların önerisiyle projeler gelişmektedir.
Piyasa Algısı	Türkiye şartnameler sebebiyle BIM'e geçiş dönemindedir.

4.1.2 Firma B röportaj özeti

S1	geleneksel ifade teknikleri; dijital ifade teknikleri; tasarım aracı; 3D eskiz; BIM detay çözümünde yardımcı; tasarıma destek yazılımlar; Revit / BIM; from concept to construction; bilginin aktarılması; üretimlerde bilgi barındırma; simüle edilmiş olanın üretime geçmesi.
S2	OSM teknolojileri için/ile tasarım yapmak; OSM odaklı tasarım ve üretim aşaması; waffle structure; tasarım ölçeği; off-site üretilmesi gerek- enler; cephe panelleri; modüller; yanlışma; tasarım ölçeği; özel yapı; özel yapı elemanları; yerinde montaj; OSM üretim.
S3	yazılım kullanımı; yeni yazılımlar geliştirme; katkıda bulunma.
S4	az müşteri ilgisi; şartname; BIM kullanma şartı; uygulama ve ihale şartnameleri; BIM kullanma şartı; mimarın kontrol ve katılma kat sayısı; öngörü getirme; BIM şartnamelerde daha fazla detay; BIM; geleneksel teknikler; BIM'e geçiş zorlukları; geçiş döneminde para ve zaman kaybı; BIM'in kullanılmaması emek kaybı; tecrübe etme; BIM ile proje, maliyet, proje süreci kontrolü; olumlu gelişme.
S5	-
S6	tasarım ölçeği; fabrika ya da atölyede üretim; kalifiye işçi/sayı azalması; bilgi düzeyinin artması; makinelerle üretim; tasarım ölçeği; insan gücü ile makine gücü oranı; malzeme firesi; mimar ve üretici kalifiyeliği; malzeme kullanımında akıllı planlama; kar etmek ve fire oranını azaltmak; CNC / Lazer Cut; malzeme kullanımında akıllı planlama; teknoloji; offsite ve onsite kombinasyonu.
S7	oda bazlı üretimler; yapı elemanların üretimi; mekansal olma durumu; tasarım odaklı durum; firma için katalog oluşturma; mass customization; mekansal modüller; modüler konut projesi; hazır elemanı yorumlama; kaplama; hacim bazlı yapılmamış; vizyon; farkın- dalık; modülü yeniden yorumlarken tamamen değiştirme.
S8	üretim zorluğu; iç mekan projeleri; dik açılı tasarımlar; küçük aç farkı sorunu; üreticilerin kendi standartları; standart dışına çıkma sorunu; cephe modülleri; üreticilerin kendi standartları; üreticilerin kendi standartları; işveren standartları; çözüm sunma; mimarlığın gelişmesi için şartları zorlama.
S9	Türkiye'de bu yaklaşımların azlığı; teknolojik yaklaşımların mekanik olarak kullanımı; işin en başından olması gereken bir düşünce sistemi; yapım teknolojileri kullanım anlayışı; şartname; BIM kullanma şartı; deprem bölgesi; betonarmedeki uzmanlaşma ve çeliğe bu bilgileri aktaramama durumu; zincirleme ilişkiler; maliyet ve süreç kontrolü; öngörü yapabilmek şansı; tasarımı ürettirebilme.
S10	yurtdışı tecrübeleri; yapım teknikleri; piyasayı zorlayan yapım teknikleri; bu tekniklere cevap verebilen bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi; sektörü etkilemek; üreticilerin ortaya çıkması gereksinimi; başka tarzlarda üretim yapabilen üreticiler ile bilgi paylaşımı; teknolojilerini geliştirebilme durumu; yurtdışı tecrübesi; bilgi paylaşımı; farkındalık artırımı; yurtdışı ortaklıklarla beslenme.
S11	eğitimin önemi; farkındalık artırma; çağrı yakalama; kısa sürede, çok kişiyle iletişime geçme ve bilginin aktarımı durumu; araçların geliştirilmesi gereksinimi; eğitimin önemi; eğitim sisteminde farkındalık artırma; yeni araçlara entegrasyon.

Şekil 4.2 : Firma B röportajı kavramları (Temiz, 2015).

Firma B yetkilisiyle yapılan görüşmenin özeti aşağıdaki gibidir (Şekil 4.2) (Çizelge 4.3):

Türkiye'de genel olarak ofislerde üretim metodlarına bakıldığında genelde *AutoCAD*, *Photoshop* ve *SketchUp* üçlüsü¹⁴ olarak ilerlediğini görülmektedir, ancak Firma B bünyesinde neredeyse elemize edilmiş haldedir, ana araç olarak *Rhinoceros 3D*¹⁵ kullanılmakta, *Rhino* öncesinde daha *free form* arayışları varsa ya da daha farklı karmaşıklık arayışı olması durumunda *Maya*, *3Ds Max*¹⁶ gibi programlarda üç boyutlu

¹⁴ Bu yazılımlardan *AutoCAD* teknik resim çizmek için kullanılan diğer programlar gibi vektör tabanlıdır [AutoCAD (t.y.)]. *Photoshop*, piksel tabanlı görüntü, resim ve fotoğraf düzenlemede bir tek biçim olan, *Adobe Systems'in* sayısal fotoğraf işleme yazılımıdır [Adobe Photoshop (t.y.)]. *SketchUp*, mimarlar, mühendisler, film yapımcıları, oyun geliştiricileri ve 3 boyutlu modelleme gerektiren hemen her alandaki kullanıcılar için tasarlanmış bir 3B Modelleme yazılımıdır. Pratikliği ve basit arayüzü ile çoğu ofis tarafından tercih edilmektedir [SketchUp (t.d.)].

¹⁵ *Rhinoceros 3D*, özellikle sanayi için 3B modelleme ve prototipleme için tasarlanmış bir CAD/CAM yazılımıdır. *Rhino 3D* birçok farklı endüstri tarafından çeşitliliği, kullanışlı komutları ve düşük maliyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Çok çeşitli *import* (içeri alma) ve *export* (dışarı verme) özelliği sayesinde diğer programlar arasında bilgi alışverişi nedeniyle de beğenilmektedir [Rhinoceros 3D (t.d.)].

¹⁶ *Maya*, komple çözüm sunan bir animasyon paketidir. Tasarım ve görsel efekt iş ve işlemleriyle uğraşan tüm dünya profesyonellerinin tercih ettiği bir yazılım olmasıyla da bilinir [Autodesk Maya (t.d.)]. *3dsMax*, 3B modelleme, görselleştirme ve animasyon programıdır. Gelişmiş eklenti desteği ve

eskiz olarak tanımlanan eskizler geliştirip, sonrasında ana geliştirici araç olan *Rhino* üzerinde ilerlenmektedir. Özellikle cephe tasarım konusunda, bağlantı detayları ve onun çizimini üretebilecek, tasarım sürecinde destek olabilecek Firma B tarafından bir yazılım geliştirmesi ile mimarlığa katkıda bulunmaktadır. Projeler geliştikçe *Revit*¹⁷ işin içine dahil edilmekte, *Revit* olayı ile birlikte BIM'in esas içine girmiş olunmaktadır ama firmadaki en önemli döngü, *Revit* ya da *Revit* benzeri başka bir program kullanmak değil, tasarımın ilk eskizinden başlayarak bütün üretimlerde içinde bilgi barındıran ve bilginin direk bir sonraki aşamaya aktarılması olan bir tasarım sistemidir. Firma B yetkilisi bu süreci, “*from concept to construction*” olarak tanımlamış, “üretim (*Manufacturing*) kısmına geçilmesi de, bilgisayar da halihazırda görselleştirilmiş olan bir projenin üretime geçmiş olma durumu olmaktadır” olarak ifade etmiştir.

Projelerinde genelde OSM teknolojileri göz önüne alınarak tasarım yapılmakta olduğunu, ancak bazı projelerde zorlanıldığını ifade etmiştir. Projelerin çoğunluğu uygulama aşamasına yeni geçen projelerdir, şuan şantiye aşamasında olan da bulunmaktadır. Örnek olarak, küçük ölçekli bir *waffle structure*¹⁸ ile yapılmış mobilya tasarımından ve diğer çok daha büyük ölçekli kule projelerinden bahsedilmiştir.

Müşteri ilgisinin Türkiye’de gerçekten çok az olduğu belirtilmiştir. Proje yönetim firmaları ya da proje şartnamelerine bu sistemleri sokmaya çalışan firmalar söz konusudur. Bir projenin şartnamesi oluşturulurken, özellikle uygulama ve ihale şartnameleri oluşturulurken bile BIM olarak tanımlanan kavramların işin içine girmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu teknoloji mimara öncelikle öngörü getirmekte ve mimarın kontrol ve katılma kat sayısını arttırmaktadır. Şartnamelerde nasıl mimari proje açıklaması kalem kalem açılıyorsa, BIM’in de açılması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu çabanın yanında, genelde sektördeki çoğu kişi ya da kurum eski usul alıştığı yöntemlerle devam etmeyi tercih etmektedir. Para ve zaman kaybettiğini

kolay kullanımı ile *3ds Max*, 3B modelleme yazılımları arasında en yaygın kullanıma sahip uygulamalardan biridir [3ds Max (t.d.)].

¹⁷ *Revit*, Autodesk firması tarafından üretilen sadece *Microsoft Windows*’ta kullanılan Yapı Bilgi Sistemi (İngilizcesi: *Building Information Modeling* veya *BIM*) yazılımıdır. *Revit*’in en önemli özelliklerinden birisi üç boyutlu (3D) modelleme ile iki boyutlu (2D) çizim unsurlarını bir arada kullanılabilmesidir [Revit (t.d.)].

¹⁸ *Waffle Strüktür*; CNC’de kesilmiş parçalardan en az iki kat şaşırtılarak, birbirine 90 derece ya da farklı açıda kesişen yarı yarıya kertilerek düğüm noktaları oluşturulmuş strüktürlere verilen genel isimdir.

ve emek kaybettiğini bilmemektedirler, ve genelde yaşayarak tecrübe etmektedirler. Projenin kontrolü, sonrasında maliyetlerin, proje sürecinin kontrolü olarak devam etmektedir. Yakın gelecekte BIM ve türevi teknolojiler daha da yaygınlaşacağı ve gelişeceği belirtilmiştir.

OSM ile üretilen projelerde, projenin ölçeğine bağlı olarak değişmek üzere ya fabrikada ya da atölyelerde üretim söz konusu olmaktadır. Kalifiye işçi sayısı azalmaktadır ve doğal olarak kalifiye olma oranı artmaktadır, ama o daha az kişilerin bilgi düzeyinin fazla olması gerekmektedir. Makinelerle üretim gerçekleşmektedir, ve projenin tipine göre, makine oranı daha fazla insan gücü oranı çok daha az olurken bazen de tam tersi olabilmektedir.

Mimar açısından ve üreten kişi açısından kalifiyelik, malzeme fireleri konusunda ortaya çıkmaktadır. Kar etmek ya da fire oranlarını azaltmak isteniyorsa, malzeme kullanımında akıllı planlamaların yapılması önemli olmaktadır.

Her *offsite*'ın bir *onsite*'ı olmaktadır, OSM ile üretilen ürünler, şantiyede bir araya getirilmektedir, bu noktada kalifiye elemanın önemi olmaktadır. Müteahhit firmanın projenin ne standartlarda üretildiğini bilmeden de işi aldığı olmaktadır, bu durumda müteahhitin nasıl bir işçi sınıfıyla çalışması gerektiği konusunda bilgilendirilmesinden, gerekirse direk önerilerin yapılmasına kadar tüm ekip üyelerine görev düşmektedir. Çünkü, Türkiye'de çok bir ilişki zinciri bulunmamaktadır. Diğer bir konu ise, Türkiye'de çok sıklıkla yerinde dökme (beton) binalar yapılmaktadır, çeliğin bile kullanımı çok sınırlıdır. Betonarmede 5 cm'den 15 cm'e kadar sapma durumu olabilmekteyken, çelikte bu denli bir sapma söz konusu olamamaktadır. Bu tarz üretimlerde yapıma hakim olabilmek için BIM tabanlı bir programla simule edilmesinin daha çok gerekliliği doğuyor.

Başka bir üretici firmanın hazır elemanını projeye dahil edip kullanma gibi bir durum olmamış, ama tersten benzer bir şekilde, bir firma onlar için bir katalog oluşturulmasını talep etmiş, Firma B tasarımcı olarak işin içine dahil edilmek istenmiştir. Firma B yetkilisi, gerçekleşmeyen bu projenin ilginç bir fikir olduğunu ifade etmiştir. Bu projede MC'nin hacimlere yönelik hali gibi, yapıya dönüşmesi gibi, modüler bir şekilde bir araya gelebilecek konut projesi oluşturulması planlanmıştır.

Genelde bir firmadan modüler bir eleman seçilip, o eleman örneğin bir şeyin kaplaması olabilmektedir, o kaplama yorumlanıp, farklı şekillerde nasıl bir araya gelebilir diye

düşünüldü, bütün olasılıklar oluşturulup kullanılabilir. Öyle bir modül gelse bile kesin olarak süreç içerisinde tamamen değiştirilecektir.

Tasarlanan modül ürettirilirken sürekli zorluk olmaktadır. En kolay örnekler genelde iç mekan üzerinden verilebilecek örneklerdir. Dik açılı (*orthogonal*) çalışılan zamanlar olmaktadır ancak genelde içinde özgün bir küçücük bir çizgi farklılığı bile olduğunda üreticilerde bir anda büyük bir sorun teşkil etmektedir; nasıl olacak, o kapak nasıl açılacak gibi sorular gelmektedir. Üreticiler kendi standartlarının dışına çıktığında sorunlar yaşamakta ve genelde de mimari ekip bu sorunları çözmek için uğraşmaktadır.

Dış mekanda ise, bir pencere çizildiğinde bir boşluk vardır, sonra o boşluğun içine pencere doğraması koyulmaktadır; bu pencereyi yere düz koymak yerine belli bir derece döndürerek koyulduğunda yine bütün herkes ne yapacağını şaşırır. Firma B yetkilisi bu konuyu şu şekilde aktarmıştır: “Bir projemizde pencereyi belli bir açıyla koymak istedik, sebeplerini kesinlikle anlamadılar, ne müşteri ne üretici. Onun doğraması nasıl gelecek, doğramayla duvar arasındaki boşluklar nasıl doldurulacak konusunda büyük sorunlar yaşandı. Biz önerdiğimiz her tasarımı çözümleriyle birlikte sunuyoruz ancak burada üretici kendi standardı dışına çıktığı için ne yapacağını şaşırıyor. Ama seviyoruz böyle zorlukları, ancak böyle gelişiyor mimarlık, diğer türlü aynı şeyi tekrar etmeye gider.”

Türkiye’de bu yaklaşım proje ofislerinde de çok az sayıdadır, kullananlar da mekanik olarak kullanmaktadır. BIM ya da bilginin aktarımını sağlayan sistemin işin en başından var olması gereken bir düşünce sistemi olması gerekmektedir, bu mekanik olarak kullanılırsa sadece maksimumda %10-15 faydasını görüyorsunuz, ama bu sistem her evreye yayılırsa ve proje ekibiyle birlikte bu işe dahil olan tüm ekip üyeleri de bilgi paylaşımından maksimumda yararlanacaktır. Projede ana kontrol mimarındır, ancak mimar bu işin %30-40’ını maksimumda oluşturmaktadır, bu nedenle sadece mimari grubun bu tip bir sistemde olması değil tüm ekiplerin aynı sistemde olması verimliliği ve bilginin sürekliliğini sağlayabilecektir.

Ama bu anlayış henüz çok yayılmamıştır, yaptıkça yayılmaktadır. İnşaat sektöründe de yavaş yavaş ihalelere ve şartnamelere BIM kullanılmasına yönelik maddeler eklenmeye başlanmaktadır. Kötü bir başlangıç ama başlangıç olarak kabul etmek gereklidir. Mühendisler bakıldığında, özellikle İstanbul deprem bölgesinde olduğu

için İstanbul bazlı konuşursak, bir türlü betonarmeden vazgeçilememektedir. Mühendislerin en iyi yapmayı bildikleri betonarme yapı sistemidir, o yüzden de betonarme üzerinden gidilip, hibrit çözümler bile çok az sayıda önerilmektedir. Türkiye’de çelik üzerinde uzmanlaşma çok gelişmemiş, bunun sebebi de mühendislerin güvenli bölgede kalmalarıdır. İnşaat mühendisleri, belli datalarının onayını alıp sonrasında o datalar doğrultusunda verileri sistemine sokmakta ve sonrasında taşıyıcı sistemi öyle çözmektedirler. Betonarme bazında bütün datalar, analizler o kadar iyi gelişmiştir ki, betonarme sisteme göre çelik çok geride kalmıştır. Çeliği yorumlayabilen mühendis sayısı çok az, bu da doğal olarak sektörü etkilemektedir. Çelik üretiminin de az olması, bir fabrika kurulması ihtiyacı doğrultusunda birbirini etkilemekte, zincirleme ilişkiler doğrultusunda devam etmekte ve tabi sonunda maliyetleri de etkilemektedir.

Bir konu, yapım sürecini etkileyecek olan potansiyelleri; diğer bir konu ise, özellikle inşaat sektöründe şantiye aşamasında maliyetlerin kontrolünden, yani ekonomik boyutundan, gerçekten süreç kontrolüne kadar hepsinde hakimiyet sağlamasıdır. Bilgisayardan iş programı oluşturulmakta, iş programı üzerine gecikmelerden daha ne kadar ileride gecikmelere sebep olabileceği görülebilmekte, size bir kaç milyon liraya daha mal olacak diyebiliyor ki, bu da yatırımcı ya da müteahhit için çok önemli verilerdir; gerekirse işçi sayısını arttıracak, kalifiye eleman sayısını değiştirecek vs. hepsinin çözümlerini daha baştan görebilme, farkında olabilme olasılığını vermektedir. Mimarlara, en çok üretim ve yapmak istediğini istediği gibi yaptırmak söz konusu olmaktayken, diğer ekiplere de diğer bağlamda yardımcı olmaktadır.

Çoğu kişi yurtdışından gelerek bütün bu teknolojik gelişmeleri sistemlerine oturtmaya ve kullanmaya çalışmaktadır. Yapım tekniklerini ve piyasayı zorlayabilecek farklı yapım teknikleri söz konusu, ilk etapta onlara cevap verecek bilgisayar yazılımlarının gelişmesi gerekmektedir. Onunla birlikte sektörü etkileyerek, onları üretebilecek kişilerin ortaya çıkması gerekmektedir. Ya da birileri var ama başka tarz üretim yapmaktalar, elindeki makineler biraz geliştirilip yapılmak istenene cevap verebilir, o durumla o kişilerle görüşülüp, onlar ve teknolojileri geliştirilebiliyor.

Yurtdışından bir sürü mimar, mühendis Türkiye’de yer edinmeye çalışmaktalar, aslında bir nevi bilgilerini paylaşmaya çalışmaktalar. Türkiye’de mühendisler ve mimarlar gerçekten çok iyi sadece konuya ilgi duyup farkındalıklarını arttırmaları

onun içinde var olmaları gerekmektedir, içine girince en iyi şekilde çözümler çıkabilmekte ve yurtdışı ortaklıklarla daha iyi beslenmektedirler.

Okullarda eğitimin bir şekilde entegre olması, eğitimde de bu farkındalığın artırılması gerekmektedir. Bir şeyler somutlaştırılmak isteniyorsa, çağı yakalayarak devam etmek gerekmektedir. Daha kısa sürede daha çok kişiyle iletişime gelip daha çok bilgi aktarmak isteniyorsa, ona göre yeteneklerin geliştirilmesi ve ona göre de araçların geliştirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin de eğer bu mesleğe ilgi duyuyorlarsa bu konularda daha iyi eğitilmeleri gerekmektedir, tüm bu entegrasyonlar eğitim sisteminden başlamaktadır.

Çizelge 4.3 : Firma B geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu

Firma B	Geri Dönüş
Tasarım Aşaması	BIM tabanlı ana yazılıma, tasarımdaki arayışlara göre ek programlarla ilerleme sağlanmaktadır. Tüm süreçte esas nokta, tasarımın ilk eskizinden başlayarak bütün üretimlerde içinde bilgi barındıran ve bilginin direk bir sonraki aşamaya aktarılması olan bir tasarım sistemidir. BIM ya da bilginin aktarımını sağlayan sistemin işin en başından var olması gereken bir düşünce sistemi olması gerekmektedir, bu mekanik olarak kullanılırsa sadece maksimumda %10-15 faydasını görüyorsunuz, ama bu sistem her evreye yayılırsa ve proje ekibiyle birlikte bu işe dahil olan tüm ekip üyeleri de bilgi paylaşımından maksimumda yararlanacaktır.
Üretim Aşaması	Üretim kısmına geçmesi, bilgisayar da zaten simule edilmiş olan bir projenin üretime geçmiş olma durumu olmaktadır. Üreticiler kendi standartlarının dışına çıktığında sorunlar yaşamakta ve genelde de mimari ekip bu sorunları çözmek için uğraşmaktadır.
Piyasa Algısı	Türkiye’de müşteri ilgisi çok azdır. Proje şartnamelerine bunları sokmaya çalışan firmalar söz konusu, bu sorunlarla uğraşmakta ancak genelde herkes eski usul alıştığı yöntemlerle devam etmeyi tercih etmektedir. Okullarda eğitimin bir şekilde entegre olması, eğitimde de bu farkındalığın artırılması gerekmektedir. Bir şeyler somutlaştırılmak isteniyorsa, çağı yakalayarak devam etmek gerekmektedir. Çoğu kişi yurtdışından gelerek bütün bu teknolojik gelişmeleri sistemlerine oturtmaya ve kullanmaya çalışmaktadır.

4.1.3 Firma C röportaj özeti

- C**
- S1** antipatik teknolojik yaklaşım kavramı; geleneksel anlatım ve tasarım teknikleri; CAD ve 3 boyutlu modelleme yazılımları; şantiyedeki imalatın doğruluğu; karmaşık sürecin idaresi; BIM kullanımını denemek ve yeterli verim alınamama; BIM yazılımlarının esneklik sağlamaması.
 - S2** doğru bir iş akışı ile planlama; farkındalık; inşaatla başlamadan önce tüm koordinasyon sürecinin tamamlanması gereksinimi; zorlu koordinasyon süreci; revizyonlar; koordinasyonun zorluğunun yapı sistemini etkilemesi; lojistik problemi; çeşitlenmeye uygun üretim yöntemi; çeşitlenmenin formüle edilmesi; modüle edilebilir olma durumu; sabit kalıp; standart yerine çeşitlilik; imalat sürecinde kolayca erişilebilir olma durumu; 3D print teknolojisi; hatalı bilgi; esnek modül denildiğinde eğrisel yüzeyler/parametrik tasarım olarak hatalı algı.
 - S3** osm hakkında daha çok bilgi; OSM imalat yöntemine ikna etme; farkındalık; lojistik imkanlar; inşaat sürecinin koordinasyonu; inşaat sürecinin planlaması; tasarım gereği bu yöntemle mecbur kalma durumu; tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin dayatması; özel tasarımlı bir durumda tasarım kararı belli bir imalat yöntemini dayatmakta; yapım yöntemi tayini; imalat öncesi tüm katmanların modellenmesi; her parçanın ayrı ayrı çizilmesi; pek çok noktada elle müdahale edilmesi zorunluluğu; her parçanın geometrisinin tek tek manuel olarak elden geçirilmesi; tasarım süreci uzun, detay ve imalat çizimleri çok daha uzun bir süreç; zorunlu olma durumu; farkındalık; uygulamanın ancak farkındalıkla mümkün olması.
 - S4** özel bir sahada üretim; iskele kurma zorluğu; imalatın önemli bir kısmı saha dışında yapılması zorunluluğu; tasarım yapım yöntemi tayin etmekte; saha yakınında depolama; saha yakınındaki depoda modülün parçalarının birleştirilmesi; modülün yerine yerleştirilmesi; süreç planlama; yapım yönteminin değişmesi ve malzeme kararlarının değişmesi; planlanan sürecin dışına çıkılması; özel üretimi sahada yapmak.
 - S5** projelendirme ve imalat sürecinin planlama şekli; ayrıntılı projelendirme ve koordinasyon; on-site imalatın getirdiği esneklik; zorlu bir koordinasyon; cephe ve yapı elemanları firmaları; üreticilerin asgari koordinasyon zorluğu çıkaracak şekilde örgütlenmeleri; inşaat sektörünün planlama ve koordinasyon konusundaki zafiyeti; sayısı nedeniyle dışarıda imal edilmesi uygun olan kalemler.
 - S6** farklı modüler üretici sistemleri; zorlu bir koordinasyon süreci.
 - S7** ticari işlevler; özel işlevler; ar-ge çalışması; özel detay çözümü.
 - S8** Türkiye'nin alması gereken mesafeler; planlama ve koordinasyon sorunları; teknolojilerin alıcısı değil üreticisi olmamız gerekliliği; malzeme araştırmalarını geliştirmek; yazılım teknolojilerini geliştirmek; teknik kapasitesinin çok üst seviyelerde olmaması; değişim gereksinimi; çalışma alanlarının genişlemesine bağlı; Türkiye'de bir yazılım sektörü olması gereksinimi.
 - S9**
 - S10**
 - S11**

Şekil 4.3 : Firma C röportajı kavramları (Temiz, 2015).

Firma C yetkilisiyle yapılan görüşmenin özeti aşağıdaki gibidir (Şekil 4.3) (Çizelge 4.4):

Firma C tasarım ve projelendirme sürecinde eskiz, el çizimi ve maket gibi mimarların uzun bir zamandır aşına olduğu anlatım teknikleri, bunun yanında çok daha yoğun olarak CAD yazılımları, 3 boyutlu modelleme-görselleştirme programları kullanılmaktadır. Şantiyedeki imalatın doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlayacak çizim ve dokümanların nasıl oluşturulması gerektiğine dair oldukça karmaşık bir sürecin de ne şekilde idare edileceği ile doğrudan ilişkili bir konu olarak bu araçlar kullanılmaktadır.

BIM tabanlı yazılımlar da birkaç defa denenmiş, ancak bunlardan bir türlü yeterli verimi alınamadığı için bu denemeler uzun sürmemiştir. Bunun birkaç nedeni olduğu belirtilmiştir: İlk olarak, BIM yazılımların ihtiyaç duydukları düzeyde esneklik sağlamadığına inanmaktadırlar; bu inancın ardındaki en önemli neden söz konusu programların 2 veya 3 boyutlu çizim yapan kişinin sahip olduğu soyutlama düzeyini belirleme imkanını kısıtlaması olarak ifade etmişlerdir. İkinci önemli neden ise BIM yazılımlarının önerdiği şekilde bütün bilgiyi ve temsil katmanlarını tek bir ortamda

buluşturma fikri, az önce tarif edilen 'projeyi farklı temsil ortamlarında paralel olarak geliştirme' yöntemine uygun düşmemektedir, bu nedenle de BIM yazılımlarını kullanmamaktadırlar.

Öte yandan, proje sürecinde tasarım kararlarını oluştururken imkanları daha iyi görebilmek adına bilgisayar destekli parametrik analiz yöntemlerini sıklıkla kullanmaktadırlar, özellikle iklim ve çevresel koşullara optimum lde cevap verebilecek tasarımlar için bu tür analizler çok yararlı olmaktadır ve son olarak, grafik ve görsel oluşturma ve bunlara müdahale etmeyi sağlayan programları ve nihayet animasyon ve film gibi kurgu gerektiren anlatım tekniklerini de kullanmaktadırlar.

OSM ya da Türkiye'deki inşaat sektöründe daha sıklıkla kullanılan şekliyle, prefabrike imalat doğru bir iş akış ile planlandığı takdirde inşaat sürecini hızlandıran ve imalatın presizyonunu artıran bir yöntemdir, hele mimarın ortaya koymak istediği imge bu tip bir imalat yöntemi ile uyuşuyorsa, mesela tasarımda tekrar eden modüler unsurlar varsa, tabii ki tercih edilir.

Ancak prefabrike imalatı tercih etmek için, sadece mimarın değil, inşaat sürecine dahil olan bütün aktörlerin, yani yatırımcı ve yüklenicinin de ne yapmak istediğini işin başında biliyor olmaları gerekir. Yoksa bu yöntemin konvansiyonel yöntemlere karşı herhangi bir üstünlüğü kalmaz. Prefabrike imalatın verimlilik sağlayabilmesi için inşaata başlanmadan önce saha dışında imal edilecek kısımların/modüllerin tasarım, detay ve teknik koordinasyon sürecinin tamamlanmış olması gerekir. Yapının belli kısımlarının modüller halinde saha dışında imal edilmesi ve sahaya nakliyesi ayrıntılı bir planlama gerektiren karmaşık bir süreçtir ve çoğunlukla ilk bakışta düşünüldüğünden daha zorlu bir koordinasyon gerektirir. Süreç içinde çeşitli nedenlerle tasarımda revizyonlar yapılması ihtimali varsa, bu koordinasyonu gerçekleştirmek zorlaşacaktır. Belki tuhaf gelecek ama Türkiye'de -malzemenin maliyeti gibi faktörler bir yana bırakılsa bile- elik yapının betonarmeye göre daha az tercih edilmesinin nedeni, elik taşıyıcı sistemin parçalarının saha dışında imal edilmesi sebebiyle önceden ciddi bir koordinasyon aşamasını zorunlu kılıyor olmasıdır.

İkinci bir konu ise saha dışı imalatın nerede yapılacağı ve üretilen modüllerin veya modülleri oluşturacak montaja hazır parçaların sahaya ne şekilde taşınacağını belirlemenin gerekliliğidir, buna kısaca lojistik problem diyebiliriz. Kısacası, mimari

ekibin konuya yaklaşımı ne olursa olsun, inşaat sürecinin diğer aktörlerinin koordinasyonu da önemli bir kriter olarak imalat yöntemindeki tercihleri etkilemektedir.

Mass Customization (MC) ise OSM'ye kıyasla görece daha yeni bir kavramdır. Modüler tasarımda ortaya konan birimlerin modüler bir sistem oluşturmaya rağmen, modüllerin duruma ve ihtiyaca göre nasıl çeşitlenebileceğine yönelik bir araştırma, projelendirme ve buna uygun üretimini içeren oldukça kapsamlı bir konudur. Ve tabii ki bu bahsedilen çeşitlenmenin nasıl formüle edildiği de burada önemlidir. Bu yöndeki örnekleri mimari dünya da ilgiyle takip etmektedir. Modülün sabit bir kalıp olmaktan çıkıp, teknik bir tabirle 'modüle edilebilir' hale gelmesinden bahsedilmektedir. Bu kavrayışın ilgi çekici imkanlar sunabileceği açıktır. Ancak bunun Türkiye'de uygulanabilir hale gelmesi için öncelikle teknik açıdan imalat sürecinde kolayca erişilebilir hale gelmesi lazım. CAD-CAM tekniklerinin, ya da 3D print gibi imkanların henüz Türkiye'nin inşaat ortamının geneli açısından uygulamaya konması kolay olmayan yöntemler olduğunu kabul etmek gerekir. Türkiye'de üretim yapan bazı sektörler (mesela otomotiv) CAD-CAM teknolojisini kullanıyor olabilir, ancak inşaat sektörü henüz onlardan biri değildir.

Öte yandan, bu konuda sıkça düşülen hatalardan biri bahsedilen türdeki 'esnek modül' kavrayışının sadece eğrisel yüzeyler veya güncel mimarlık ortamında 'parametrik tasarım' adıyla vaftiz edilen belirli tür tasarımlarla eşleştirilmesidir.

OSM görece daha fazla bilinmekte ve yatırımcının bu tür bir imalat yöntemine ikna edilmesi zor olmamaktadır. Çünkü öyle veya böyle inşaat sektöründeki aktörlerin tümünün en azından bir fikir sahibi oldukları bir konudur. Ancak tercih aşamasında rol oynayan en önemli faktörler az önce belirtildiği gibi maliyet, lojistik imkanlar ve inşaat sürecinin koordinasyonu ve planlamasıdır.

MC için aynısı geçerli değildir, bu daha yeni bir konudur. Tasarım gereği bu yöntemle mecbur kalınan durumlar olmaktadır, ancak burada tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, daha çok tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin bu yöntemi dayatmasıdır.

Özel tasarım yapılan bir projede, örneğin, bir salonun görünür bütün yüzeylerini bir battaniye gibi örten ahşap lameller iki yönde değişen eğrisel bir yüzeyi kapladığı gibi özel tasarımlı iç mekan gibi spesifik bir durumda, tasarım kararının belirli bir imalat

yöntemini dayattığını söylemek yanlış olmaz, üretmek için başka bir yöntem yoktur. İmalat öncesinde her lamelin ayrı ayrı çizilmesi ve modellenmesi gerekecektir. Kısacası, belirleyici olan müşterinin konuya ilgisi değil, tasarım kararıdır. Bu tarz bir projede müşteri, yüklenici ve alt yüklenici bu konuyu sorun etmediği bir durumda, uygulama mümkün olabilir.

OSM ile konvansiyonel olarak şantiyede üretim arasındaki en önemli fark, projelendirme ve imalat sürecinin planlanma şeklidir. OSM ayrıntılı bir projelendirme ve koordinasyon süreci gerektirir. Bunu derken sadece mimari ve mühendislik projelerini kastedilmemektedir, maliyet ve lojistik konuları da bu kapsamdadır. Türkiye'de inşaat sektörü on-site imalatın getirdiği esnekliği tercih eder, zira diğer seçenek teorik olarak daha pratik ve ucuz olsa bile uygulamada her aşaması düşünülmüş sıkı bir program gerektirdiği için zordur, bu nedenle de daha az tercih edilir.

Öte yandan OSM ile imalatın kaçınılmaz olduğu iş kalemleri, sözgelimi cephe veya taşıma ekipmanları, saha dışında yapılır, zira başka seçenek yoktur. Söz konusu iki iş kaleminin üreticileri neredeyse kendi özerk profesyonel alanlarını oluşturmuş ve kaotik bir şekilde devam eden inşaat sürecine asgari koordinasyon zorluğu çıkaracak şekilde örgütlenmiştir, proje ve inşaat sürecinde danışmanlık hizmeti de verirler. Koordinasyon için gereken talepler asgariye indirilmiş ve sınırları net bir şekilde çizilmiştir. Yine de bu iş kalemlerinin uygulaması sırasında sahada çok ciddi problemlere şahit oluruz. Sadece bu durum bile inşaat sektörünün, benzer endüstri alanlarına kıyasla, planlama ve koordinasyon konusundaki zafiyetini gösteren bir işarettir.

Cephe ve taşıma ekipmanları gibi iş kalemlerinden başka, sayısı nedeniyle dışarıda imal edilmesi uygun düşen, sözgelimi korkuluk veya kapı gibi, iş kalemleri saha dışına havale edilir. Bu elemanların imalatından önce yerinde ölçü alma ve montaj esnasında doğabilecek diğer problemlerin sorumluluğu -büyük ihtimalle alt taşeron olarak çalışan - ustaya havale edilmiştir zaten. Dolayısıyla bunlar da koordinasyon açısından önemli bir sorun yaratmayacak iş kalemleridir.

İki yöntemin karşılaştırması için kilit önemdeki konulara değindiğimi sanıyorum. Bunun dışında saha dışı imalat tabii ki uygulamada presizyon sağlama, malzeme firelerini azaltma ve inşaat sürecinin ekonomisi açısından daha büyük avantajlar sunar

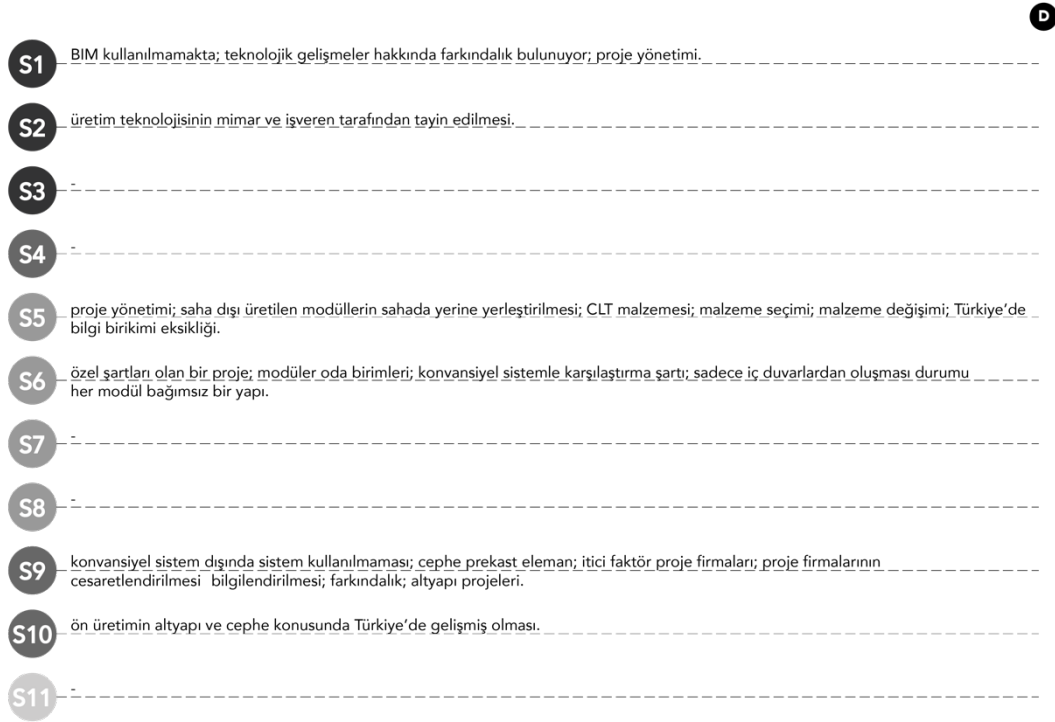
ve ayrıca daha kalifiye işçi gerektirir. Kuru duvar sistemini prefabrike imalatın bir türü olarak düşünürsek, bu sistemin geleneksel örme duvar sistemlerine göre avantajlarını saymak kolaydır, bu ve benzeri örnekler artırılabilir.

Ancak genel bir bakışla, Avrupa, Kuzey Amerika ve Uzak Doğu'da ortaya çıkan bitmiş örneklere bakarak, Türkiye'nin bu konuda alması gereken mesafeler olduğunu ifade edilmiştir. Proje ve inşaat sürecinin planlama ve koordinasyonuna ilişkin sorunların dışındaki birkaç konuya değinilirse: öncelikle bu teknolojilerin alıcısı değil üreticisi olunmalıdır. Bu hem malzeme araştırmaları konusunda aşama kaydetmeyi, hem de yazılım teknolojileri konusunda çaba harcamamızı gerektirmektedir. Türkiye bir inşaat cennetidir, ama bu konudaki teknik kapasitesi dünyanın en üst seviyelerinde değildir. Bunun değişmesi gerekmektedir. Bu diğer sektörlerin ve araştırma alanlarının da gelişmesine bağlı bir durumdur. Türkiye'de güçlü bir yazılım sektörü olmadan, inşaat sektöründe özel yazılımlar ve buna paralel teknikler konusunda da bir aşama da kaydedilemeyeceği belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 : Firma C geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu

Firma C	Geri Dönüş
Tasarım Aşaması	Tasarım ve projelendirme sürecinde eskiz, el çizimi ve maket gibi mimarların uzun bir zamandır aşına olduğu anlatım teknikleri sıkça tercih edilmektedir. Bunun yanında, çok daha yoğun olarak CAD yazılımları, 3 boyutlu modelleme-görselleştirme programları kullanılmaktadır. Şimdilik ofiste BIM türü yazılımlar kullanılmamaktadır.
Üretim Aşaması	Parametreler bilgisayara girildikten sonra tek tek elden geçirilmesi gerektiğinden, tasarım ve modelleme uzun bir süreç, detay ve imalat çizimleri ise çok daha uzun bir süreç olmaktadır. Bu ve benzeri süreçleri kolaylaştıracak bir yöntemleri bulunmamaktadır.
Piyasa Algısı	Off-site Manufacturing (OSM) görece daha fazla bilinmekte ve yatırımcının bu tür bir imalat yöntemine ikna edilmesi zor olmamaktadır. Çünkü öyle veya böyle inşaat sektöründeki aktörlerin tümünün en azından bir fikir sahibi oldukları bir konudur. Tasarım gereği bu yönteme mecbur kalan durumlar olmakta, ancak burada tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, daha çok tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin bu yöntemi dayatması olmaktadır.

4.1.4 Firma D röportaj özeti



Şekil 4.4 : Firma D röportajı kavramları (Temiz, 2015).

Firma D yetkilisiyle yapılan görüşmenin özeti aşağıdaki gibidir (Şekil 4.4) (Çizelge 4.5):

Firma D, proje yönetimi yapan bir firma olarak, yeni teknolojilerin ve yazılımların olduğunun farkında olduklarını ancak bu tipte bir iş modeli geliştirmek zaman ve maliyetli bir durum olduğundan geleneksel yöntemlerle devam etmekte olduklarını ifade etmişlerdir.

Yönetimini yaptıkları projelerde, maliyet, süre, projenin kapsamı gibi konular için üretim teknolojileri tartışılmaktadır ve en uygun olan çözüm seçilmekte olduğu, ancak daha çok mimar ve işverenin kararı dahilinde olduğu ifade edilmiştir.

Örnek verilen proje, OSM ile inşa edilen bir projedir ve sürecin başında kurgulanan sistem, geçen süreçte bu tür bir ahşap yapı ile ilgili bilgi birikimi eksikliğinin getirdiği güvensizlik nedeni ile alternatif başka bir malzeme ve sistemde uygulamaya konulmuştur. Bu sistem değişikliği şantiye programını oldukça aksatmıştır.

Örnek verilen proje, kendine özgü şartları olan bir proje olduğu için herhangi bir karşılaştırma yapmak zor olmaktadır. Öyle bir proje olur ki modüler oda birimleri sadece iç duvarlardan oluşabilir, o takdirde konvansiyonel sisteme göre bir

karşılaştırma yapılabilir. Örnek verilen projede ise her oda modülü dış duvarı ve kaplaması da olan bağımsız bir yapı olarak çalışmaktadır.

Bina inşaat sektöründe çok iyi işler yapılmasına rağmen genel çerçevede (projeden kaynaklanan) konvansiyonel sistem dışında (cephe prekast eleman kullanımı hariç) bir sistemin uygulanmadığı görülmektedir. Ancak burada esas itici faktör, proje firmalarıdır. Öncelikle proje firmalarının konu ile ilgili yeterince bilgilendirilmesi ve cesaretlendirilmesi gerekmektedir. Ancak alt yapı konusunda ise bu tür OSM uygulamaları (yol, köprü, viyadük gibi) Türkiye’de senelerdir başarı ile uygulanmaktadır. Türkiye’de, OSM alt yapı ve cephe konularında oldukça iyi durumda olduğu aktarılmıştır.

Çizelge 4.5 : Firma D geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu

Firma D	Geri Dönüş
Tasarım Aşaması	Tasarım aşamasında görev almamaktadır.
Üretim Aşaması	Şantiyede üretime başlandıktan sonra malzeme revizyonları geleneksel üretime göre süreci çok daha fazla uzatmaktadır ve ciddi bir koordinasyon zorluğu ve süreçlerin planlandığı gibi gitmemektedir. Projenin tipine göre üretim yöntemi seçilmektedir. Karşılaştırabilmek için aynı tipte üretilmiş başka projelerin de olması gerektiği, ancak projeye özel yöntemlerin karşılaştırmasının çok zor olduğu belirtilmiştir.
Piyasa Algısı	Türkiye’de OSM altyapı ve cephe konusunda ileri durumda, bina inşaat sektöründe çok iyi işler yapılmasına rağmen genel çerçevede (projeden kaynaklanan) konvansiyonel sistem dışında (cephe prekast eleman kullanımı hariç) bir sistemin uygulanmadığını görülmektedir.

4.1.5 Firma E röportaj özeti

E

- S1 ön görüşü yapıldıktan sonra gerekli yatırımların yapılması; yüksek maliyetli yatırımlar; proje almadan yatırım yapılamama durumu; TR'nin teknolojik olarak en üst seviyede; yeni projelerle daha da gelişecektir; iş planlaması; zamanının gelmesi; BIM altyapısı oluşturulması; geçiş yapmak; yatırım yapılması.
- S2 mimarın gücü; harcama bütçesi; tasarımını ürettirebilir durumda olma; optimum değeri bulmak; maliyetin önemi; kapalı fabrika ortamında üretim; hatasız ürün; ekonomik durum; lojistik durum; lokasyona göre şantiyede atölye kurma talebi; nearside manufacturing; zamanın kısıtlı olması; ekonomik durum; ekonomik durumu sıkıntılı bölgeler; Türkiye'nin esnek olmaması.
- S3 fabrika ortamında üretim.
- S4 mimar istemekte ancak işveren karar verici; devlet ihalesi; yüksek maliyet; düşük maliyetli ürünler tercih edilmesi; mimari dünya ilgilenmekte; süreci yaşamak ve kendilerinin de gelişmesi; gelişme; yatırımcı için yeni kavram; olgunlaşma gereksinimi; vizyon gereksinimi.
- S5 kabaca kabuk tasarımlar; ham proje ya da biraz daha detaylandırılmış projeler; ham proje; kabuğun sisteme göre bölüntülendirilmesi; sisteme göre detaylandırılması; üreticiye mimarın onayı vermesi ve yönlendirmesi gereksinimi; projenin lokasyonu; çevresel faktörler; kalıp imalatları için CNC teknolojisi; kalıptan üretim yapımı; reverse engineering/tersine mühendislik; kalite kontrolü.
- S6 osm'de düşük fire payı (%3); onsite'da çok daha yüksek fire payları; sahada depolama malzeme fire oranını arttırmakta; konvansiyonel inşaatlarda proje süresi tanımlanandan uzun; büyük inşaat firmalarının tüm zararı alt taşeronlara yüklenmesi; verimliliğin göz ardı edilmesi; verimsiz bir yöntem imalatçıya yüklenen zarar; prefabrikasyona oranla çok daha verimsiz bir yöntem.
- S7 yatırım öncesi pazarı oluşturma ve olgunlaştırma; seri üretim kapasitesi; referans; güvenilir; pazar olgunlaşması; hedef TR'de üretim; büyük çaplı üretim; pazarı oluşturma ve olgunlaştırma aşaması; olgunlaştırma aşaması; farklı uygulama ihtiyaçları; ar-ge çalışmaları; maliyet konusu; kısıtlı maliyet perspektifi; maliyette özgürlük; çok daha önce gelişim.
- S8 bilgi aktarımı; teknoloji geliştirme.
- S9 üretim teknolojisi; çok sayıda üretici; kalite kontrolü; sektörde kalite kontrolü yapılmadığından gerileme olması; sektörün bilinçlenmesi; ihtiyaç sadece TR'de değil çevre pazarlarda da ihtiyaç bulunmakta; kaliteli işçilik; kaliteli üretici; prefabrikasyonun yaygınlaşması genele yaymak TR'de sıkıntılı; uzun dönemde artış; pazarlama ögesi; kentsel dönüşüm; süreç analizi; prefabrikasyonun geleceği.
- S10 ön üretimde pratik bilgi; Türkiye ön üretimde ileri; know-how; yaratıcı çözümler; yurtdışı deneyimi
- S11 şartname; şartname kontrolü; kalite kontrolü; doğru firma tercihi; kaliteli üretici; kalite kontrolü; teknolojik seviye; TRde prefabrikasyon sektörünün gelişmesi için şartname ve kalite kontrol; bilinçlendirme.

Şekil 4.5 : Firma E röportajı kavramları (Temiz, 2015).

Firma E yetkilisiyle yapılan görüşmenin özeti aşağıdaki gibidir (Şekil 4.5) (Çizelge 4.6):

Firma E, prefabrik yapı elemanı üreten ve dış mekan odaklı bir firmadır. Avrupa'da zor coğrafyalarda ve topografik koşullarda ön üretimli elemanlar kullanılmaktadır. Türkiye'de ise her zaman bir çözüm bulunmaktadır. Teknolojik olarak yatırım yapmak, üretim için ya da tasarım için, bir pazar oluşması ya da talep olacağını ön görmek gerekmektedir. Mevcuttaki talebe göre en üst teknolojik seviyeye gelinmiştir.

Kitlesele Özelleştirme (MC), mimarın gücüyle alakalı bir konudur, mimar ne kadar güçlüyse o kadar harcama bütçesi olmakta ve istediğini ürettirebilir durumda olmaktadır. Türkiye'de yapılacak olan özel bir tasarım, makul fiyatlarda tutabilmek amaç olduğundan üretici ile tasarımcı optimum değeri bulmaya çalışmaktadır.

Firma E, ürünlerinin tamamını prefabrik olarak, fabrikada yani kapalı ortamda kalite kontrolü kontrol altında olan bir süreçten çıkacak hatasız ürünü şantiyeye götürüp montaj edilmesi sürecinden geçerek üretmektedir. OSM'ye alternatif olarak ekonomisi sıkıntılı bölgelerde ya da zamanın kısıtlı olduğu durumlarda şantiyede atölye ortamında üretim (*site manufacturing*) talep edilebilmektedir, bu üretimde şantiyenin

yakınında bir atölye ya da geçici tesis kurulmakta ve ürünler burada üretilip, yerine taşınıp montajı yapılabilmektedir.

İşveren ilgisi konusunda, bir çok mimar Firma E gibi üretici firmaları tutmak istemektedir, ancak genelde kararı işveren vermektedir. Özellikle devlet ihalelerinde özel prefabrike eleman üreten firmalar maliyetinden dolayı tercih edilmemektedir. Özel yatırımcılar ise, kendi insiyatifinde olduğunda bu tarz üretici firmaları tercih etmektedirler. Prefabrike elemanlar ile yapılan çalışmalar açısından, mimari dünya prefabrike elemanlar ile yapılan uygulamaları takip etmektedir. Kimi mimari ekipler bu süreçleri kendileri yaşamakta ve geliştirmektedir ve üretici firmalar ile paralel gitmekte ve iki ekip birbirini geliştirmektedir. Yatırımcı grup için ise, prefabrike eleman kullanımı, parametrik tasarım konuları hala çok taze kavramlardır, anlamak için daha çok olgunlaşmak gerekmektedir.

Üretici firmalara, farklı aşamalarda projeler gelebilmektedir, ya kabuk olarak tasarlanmış olabilmekte ya da çok içine girip bölüntüler çalışılmış olabilmektedir. Ama genelde daha tasarım aşamasındayken yani ham iken gelmekte, bir örtü, bir kabuk eleman tasarlanmaktadır. Kabuk, seçilen sisteme bağlı olarak bölüntülendirilmektedir. Üretici firma, geometrik olarak bir öngöründe bulunmakta ancak esas bölüntülenme mimarın onayı veya mimarın yönlendirmesi ile bulunmaktadır. Burada, projenin lokasyonu, nasıl nakliye edileceği, nerede kullanılacağı, kar, özellikle rüzgarın emme kuvveti gibi yükler çok önemlidir; sistem bu verilere göre seçilmekte, havalandırılmalı cephe ya da kapalı cephe sistemi gibi konulara karar verildikten sonra, boyutlara belirlenmekte, daha sonra bölüntüler çalışılmaktadır.

Üretici firma olarak, mimari ekibe bir öneri götürülmekte, mimari ekibin onayının devamında uygulama projelerine başlanmakta, eş zamanlı montaj projeleri konuşulmakta, detaylar çalışılmakta ve onaya sunulmaktadır. Uygulama proje onayından sonra kalıp imalatlarına başlanmaktadır. Kalıp imalatları için *CNC* kullanılmakta, *CNC'den* çıkan model kalıba dönüştürülmekte ve oradan da üretim yapılmaktadır. Eş zamanlı olarak daha da önemlisi üretilen ürünün doğru üretilip üretilmediğinin de kontrolü yapılmaktadır. *reverse engineering* yani *tersine mühendislik* denilen bir kontrol süreci yapılmaktadır.

Firma E, prefabrike elemanlar üreten bir firma olarak on-site üretim yapmamıştır, bu nedenle OSM ile şantiyede üretim arasında net bir karşılaştırma yapamamaktadır. Ancak genel tanı olarak bakıldığında, OSM’de çok daha düşük fire paylarının %3’ler civarında olduğunu, hatta daha düşük olduğunu ancak hesap yöntemi olarak bu şekilde devam ettiğini belirtmişlerdir. Şantiyede üretimde ise çok daha yüksek fire oranlarıyla malzeme tedariki yapıldığını tahmin etmektedirler ve işçilik ne kadar sürüyorsa, genelde tanımlanan sürenin daha üzerinde bitmektedir. Genelde böyle olduğu, ancak çok büyük inşaat firmalarında daha kontrollü gittiğini belirtmişler, tüm sorumluluğun alt taşeron firmalarına yüklenerek sistemin bu şekilde kendini çözdüğü ancak totalinde prefabrikasyona göre çok daha verimsizlik olduğu belirtilmiştir.

Yatırım öncesi pazarı oluşturma ve olgunlaştırmak gerekmektedir, oluşma ilk evresi, olgunlaştırma ikinci evresidir. Yapılabiliriyorsa, yüz tane ürünün aynı anda üretilebilmesi gereklidir. Başka bir ürünü burada üretme sürecinden önce, başka bir ciddi bir referans listesi olan ve güvenilir bir firmayla anlaşarak önce pazarın olgunlaşmasını sağlamak hedeflenmiştir. Pazar olgunlaştıktan sonra bu başka firmanın ürünleri Türkiye’de üretilebilir olacaktır, burada üretim düşünülürken küçük çaplı bir üretimi düşünülmeyi için bu pazarı oluşturmak ve olgunlaşmak gereksinimi bulunmaktadır. Olgunlaştırma aşamasına gelindiğinde farklı uygulama ihtiyaçları olacaktır, bunların uygulanması konusunda da çalışmalar yapılmaktadır.

Firma E’nin kendi malzemesi açısından bakıldığında, prefabrikasyon çok sık kullanılan bir malzeme olduğu söylenebilir. Çok sayıda üreticinin türemesi ve şartname olsa bile kalite kontrolü yapılamadığından dolayı kalitede bir miktar gerileme olacaktır, bu konuda sektör bilinçlendirmeye çalışılmaktadır. Sadece Türkiye değil, çevre pazarlarda da ihtiyaç bulunmakta ve gittikçe önem kazanmaktadır. Bu noktada, özellikle kaliteli üretici ve kaliteli işçilik gün geçtikçe daha da önemli noktaya gelecektir.

Prefabrikasyon konusunda ise, prefabrike mutlaka daha fazla kullanılacağı ancak ABD’de ya da Avrupa’da kullanımına göre çok daha zayıf olacağı, genele yayma konusunun Türkiye’de sıkıntılı olduğu aktarılmıştır. Bu sebeple uzun dönemde her zaman artış olacağı beklenmektedir. Prefabrikasyon, BIM, LEED vb. terimler *marketing* yani pazarlama ögesi olarak kullanılmaya başlandığı günden itibaren piyasada yaygınlaşmıştır. Genele bakıldığında, kentsel dönüşümde kullanılan

malzemeler ve süreçlere bakıldığında, bunlardan bahsedilemediğini ve bence uzun bir dönem de bahsedilemeyeceği söylenebilir.

Temel konulardan biri, şartnamelerin gerektiği kadar kontrol edilemiyor oluşu veya şartnameye uygunluğu test edemiyor olmaktır. Şartnamede yazsa dahi, şartnamede yazan verileri karşılayan firma tercih edilmemekte, dolayısıyla baştan şartnameye uygun davranılmamaktadır, ve burada kaliteden bahsedilememektedir. Firma E olarak ise prefabrikasyon konusunda en üst seviyedirler. Türkiye’deki prefabrikasyon sektörü de ise genel olarak ileridedir. Prefabrike yapı konusunda ise, firmaların çok büyük işler almışlar, dolayısıyla olası bir durumda bu projelerini de portfolyolarına ekleyebileceklerdir.

Çizelge 4.6 : Firma E geri dönüşlerinin, tasarım aşaması, üretim aşaması ve piyasa algısı üzerine özet tablosu

Firma E	Geri Dönüş
Tasarım Aşaması	Üretici firma olarak, mimarlardan farklı aşamalarda projeler gelebilmektedir, ya kabuk olarak tasarlanmış olabilmekte ya da çok içine girilip bölüntüler çalışılmış olabilmektedir. Ama genelde daha tasarım aşamasındayken yani ham iken gelmekte, bir örtü, bir kabuk eleman tasarlanmaktadır. Kabuk seçilen sisteme bağlı olarak bölümlendirilmekte, geometrik olarak bir öngöründe bulunmaktadır ancak esas bölüntülenme mimarın onayı veya mimarın yönlendirmesi ile bulunmaktadır.
Üretim Aşaması	Uygulama proje onayından sonra kalıp imalatlarına başlanmaktadır. Kalıp imatları için CNC kullanılmakta, CNC’den çıkan model kalıba dönüştürülmekte ve oradan da üretim yapılmaktadır. Eş zamanlı daha da önemlisi üretilen ürünün doğru üretilip üretilmediğinin de kontrolü yapılmaktadır.
Piyasa Algısı	Prefabrikasyon konusunda ise, prefabrikenin mutlaka daha fazla kullanılacağı ancak Amerika ya da Avrupa’ya kıyasla kullanımı çok daha zayıf olacağı, genele yayma konusu Türkiye’de sıkıntılı olduğu aktarılmıştır. Bu sebeple uzun dönemde her zaman artış olması beklenmektedir. Prefabrikasyon, BIM, LEED vb. terimler pazarlama ögesi olarak kullanılmaya başlandığı günden itibaren piyasada yaygınlaşmıştır. Genele bakıldığında ise, kentsel dönüşümde kullanılan malzemeler ve süreçler incelenildiğinde, bu teknolojik gelişmelerden bahsedilemediği ve uzun bir dönem de bahsedilemeyeceği aktarılmıştır.

4.2 Kavramsal İçerik Analizi

Bu bölümde, Türk inşaat sektöründe tasarım ve yapımda inovasyon tabanlı yaklaşımların kullanımı ayrıntılı olarak incelenecektir.

4.2.1 Tasarım Aşaması, Üretim Aşaması ve Piyasa Algısı Üzerine Trendler

Bu bölümde yapılan görüşmelerden elde edilen trendler başlıklar halinde incelenmiştir (Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6) (Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

4.2.1.1 Tasarım Aşaması

Bir projenin ömrü, ortalama olarak 2 yıl tasarım süresi, 5-7 yıl inşaat süresi ve 30 yıl kullanım süresi olarak düşünülürse, esas zorlu durum işletme sırasında yapı ile ilgili tüm bilginin sürekliliğini sağlamaktır. Bu sürekliliğin sağlanması için bir program kullanmak değil, tasarımın ilk eskizinden başlayarak bütün üretimlerde içinde bilgi barındıran ve bilginin direk bir sonraki aşamaya aktarılması olan bir tasarım sistemi kullanmak gerekmektedir. Bunun için de günümüzde Yapı Bilgi Modelleme (BIM) yazılımları kullanılmaktadır. Yazılım ve sanal dünyada gerçekleşen projelendirme ve tüm bilgi modellemeden sonra, üretim de halihazırda simule edilmiş olanın üretime geçme durumu olmaktadır.

Genel olarak ofislerde tasarım ve projelendirme sürecinde eskiz, el çizimi ve maket gibi mimarların uzun bir zamandır aşına olduğu anlatım tekniklerini sıkça kullanılmaktadır. Fakat bunun yanında çok daha yoğun olarak 2 boyutlu olan CAD yazılımları, 3 boyutlu modelleme-görselleştirme programları kullanılmaktadır. Teknolojik yaklaşım tabirinin çağrıştırdığı anlamların bazı profesyonellerde bir duraksama yarattığı belirtilmiştir.

Bunun yanında, 21. yüzyıla geçmemiz ile beraber yapı ve inşaat sektörü tasarım ve inşaat projelerinde yüz yıllardır kullanmakta olduğu 2D yöntemi terk etmeye başlamakta ve 3D dijital modelleri kullanarak yeni bir yaklaşıma geçiş yapmaktadır. BIM, proje kararlarının geliştirilmesi ve projeler üzerinde fikir alışverişi yapılabilmesi için 3D modeller oluşturmaya ve kullanmaya içermektedir. Dökümanlarda daha az hata ve ihmal, daha az yeniden iş yapma ihtiyacı, daha kısa proje süresi, daha yüksek kar, yeni işler kazanma ve tekrarlayan iş alma kapasitesi gibi BIM'in sağlayabildiği faydalarından bahsedilebilir.

Bu manzarada rekabetçi avantaj kazanmak ve verimliliklerini artırmak için gün geçtikçe daha fazla sayıda şirket BIM'e geçiş yapmaktadır. BIM'in yapı sektöründe ve dünya çapında ne kadar hızlı bir şekilde benimsendiğini belgeleyen sayısız araştırma ve anket çalışması bulunmaktadır.

BIM'in kullanımı arttıkça sanal tasarımda, inşaat ve işbirliklerinde dijital modellerin kullanımı artık standart haline gelmekte ve dünyanın her yerindeki kamu kuruluşları, organizasyonlar ve iş sahipleri yeni yapı projelerinde BIM'i standart olarak talep etmeye başlamaktadır.

Model tabanlı bina tasarımı ve inşaatı geliştikçe -ve yeni teknolojiler, yeni teslimat yöntemleri ve yeni iş modelleriyle kesiştikçe- sektörün yapısı değişmektedir. İş birliği derecesi, bilgi akış türleri, risk yönetim senaryoları ve alternatif proje teslimat yaklaşımlarının tümü bu değişimin dışı vurumlarıdır. Şirketlerin ayakta kalabilmek için BIM ile başlayarak, teknoloji kullanımlarını stratejik açıdan ele almaları gerekmektedir.

Tez kapsamında yapılan röportajlarda, BIM kullanan ya da kullanmış ancak yeterli verim alamadığını belirten firmalar da olmuştur. Buna göre BIM kullanan firmalar, bu yazılımların verimliliğinin artırılması için konseptten inşaat hatta tüm kullanım ömründe kullanılacak bilgi sürekliliği sistemini iş stratejisi olarak ele almanın gerekliliğinden belirtmişlerdir.

BIM kullanmış ancak yeterli verim alamadığını belirten firmalar ise, bu tür yazılımların ilk olarak, BIM yazılımların ihtiyaç duydukları düzeyde esneklik sağlamadığına inandıklarını ifade etmişlerdir; ve bu inancın ardındaki en önemli neden söz konusu programların 2 veya 3 boyutlu çizim yapan kişinin sahip olduğu soyutlama düzeyini belirleme imkanını kısıtlaması olduğunu, ikinci önemli nedenin ise BIM yazılımlarının önerdiği şekilde bütün bilgiyi ve temsil katmanlarını tek bir ortamda buluşturma fikri, az önce tarif edilen “projeyi farklı temsil ortamlarında paralel olarak geliştirme” yöntemine uygun düşmediği, bu nedenle de BIM yazılımlarını kullanmadıklarını ifade etmişlerdir.

Ancak öte yandan, proje sürecinde tasarım kararlarını oluştururken imkanları daha iyi görebilmek için bilgisayar destekli parametrik analiz yöntemlerini sıklıkla kullandıklarını, özellikle iklim ve çevresel koşullara optimum ölçüde cevap verebilecek tasarımlar için bu tür analizlerin çok yararlı olduğunu da eklemişlerdir.

Maliyet açısından öncelikle araçlardan bahsedilir ise; tasarım aracı olan yazılımlar, genel olarak firmalara maddi olarak zorlayıcı gelmektedir. BIM yazılımları ve yardımcı tüm programları satın almak için çok ciddi yatırımlar yapılması gerektiğinden, firmaların alışagelmış oldukları CAD teknolojisinden BIM sürecine geçmeleri oldukça zorlaşmaktadır. Özellikle, bu tip bir iş stratejisini firmanın kurulduğu günden itibaren değil de sonradan geliştirmek isteyenler için çok daha büyük bir yük olmaktadır. BIM sürecine geçişte, bir dönem elemanlarını eğitmesi gerekmekte, o elemanların BIM stratejisi ile iş geliştirebilmesinin belli bir süre alması gerektiğinden bir süre proje geliştirememe gibi durgun bir döneme girmeye hazırlıklı olması gerekmektedir ve çoğu firma bu belirsizlikten uzak durmak istemektedir. BIM ile başlangıçlar zorlu olmaktadır, çünkü alışkanlıkları kırmak, BIM temelli bir iş yapma anlayışına geçmek zaman ve emek gerektirmektedir. Tamamen BIM anlayışından ilham alarak geliştirilen bir yazılım ya da yazılım grubu kullanıldığı ve buna uyulduğu sürece bu iş anlayışı firmaya çok ciddi bir verimlilik vaat etmektedir.

Farkındalık konusunda, görüşmelerde alınan geri dönüşlerde, gün geçtikçe artan bir farkındalıktan bahsedilmekte olduğunu görmekteyiz. Belki tercih edilmesi belli bir süreyi daha alacak olabilir ancak genel durumda, BIM faydaları, iş stratejisi, proje hakimiyeti gibi konularda fikir sahibi olduklarının yanında, proje şartnamelerine eklenmesi gibi zorunluluk durumlarında geçmek durumunda kalacaklarının da farkındadırlar.

Bir projenin tasarımı yapılırken, uygun olan konsept tasarıma nihai karar verilip, avan ya da uygulama fazına geçildiğinde, eğer tasarım fabrika ortamında bir üretim metodunu dayatıyor ise, bu durumda, oluşacak tüm modül ve birimler üretici ile karşılıklı görüşülerek detaylandırılmaktadır. Tez kapsamında yapılan görüşmelerde üretici firma geri dönüşlerinde, bu konu ile ilgili olarak, tasarım yapılırken proje lokasyonu, çevre şartları, nasıl nakliye edileceği, nerede kullanılacağı, rüzgarın emme kuvveti, kar yükü gibi veriler ile, ürünün sistemi gibi konulara karar verilip boyutların belirlendiğini ve daha sonra da daha detaylı olarak bölüntülerin ve montaj detaylarının çalışıldığını belirtmiştir.

OSM ile üretilen tüm üretimler, fabrika ya da atölyelerden inşaat alanına nakledileceği için, karayolu, deniz yolu ya da hangi yol kullanılacaksa, onunla ilgili taşımada izin verilen yük ağırlıkları ve boyutları, köprülerin, yolların, gemilerin vb. taşıma kapasiteleri ve tünellerin, altgeçitlerin, gemilerin vb. yatay ve dikey açıklıkları ile ilgili

sınırlamalar bulunmaktadır. Bu sınırlamalar ile ilgili olarak, bu fabrikadan şantiyeye taşınacak olan ön üretimli yapı elemanların boyutları taşımada problem yaşanmasına sebep olabilmektedir.

Bir yapının tasarımından üretimine, taraflar arasındaki iletişimin kalitesi çok önemlidir. Ön üretimli yapı sistemlerinin yapım sürecinde, projeye dahil olan tüm taraflar arasında hem tasarım hem de yapım aşamasında güçlü bir iletişim kurulması, teslimat ve maliyet problemlerinin yaşanmaması için zorunludur. Tasarımcı ve üretici arasındaki iletişimde yaşanacak bir aksaklık, kritik iş tekrarlarına sebep olabilir. Aynı zamanda, yüklenici ile tasarımcı ve üretici arasındaki iletişim yetersizliği tüm yapım sürecinin durmasına da sebep olabilir

Tasarımın gerçeğe dönüşme sürecinde, mimarlar, üreticiler ile görüşmelerdeki geri dönüşlere göre, genelde konsept aşamasında buluşmaktadır. Ön üretimi yapı elemanlarının tasarımındaki deneyim eksikliği, kalitesiz tasarımı ve kalitesiz inşaat uygulamalarını beraberinde getirmektedir. Bu noktada, deneyimli üreticilerin mimar ve mühendisleri bu aşamada doğru yönlendirmeleri ve ürettikleri ürünlerin tersine mühendislik denilebilecek kalite kontrollerini yapmaları büyük önem arz etmektedir. Ayrıca görüşmelerde, eğitim üzerine durulmuştur. Türkiye’deki mevcut inşaat mühendisliği ve mimarlık lisans programlarında, birçok ülkede olduğu gibi, ön üretimli yapı elemanlar kullanılan sistemler ile ilgili yeterli eğitim verilmemekte olduğu ve OSM tarzı üretim metotlarının ya da BIM kullanımı ve düşünce yapısı gibi konuların mimarlık ve mühendislik okullarında öğrencilere aktarılmasının önemli olduğu vurgulanmıştır. CAD ve CNC teknolojisinin gelişmesi, devamında 3D yazıcılar, OSM ve BIM teknolojisinin yaygınlaşması ile birlikte, çağı yakalamak için tasarım araçlarının güncellenmesi gerekmekte olduğunun üzeri çizilmiştir.

4.2.1.2 Üretim Aşaması

Modüler süreç, müteahhitlere temeli inşa ederken aynı zamanda yapı duvarları ve bileşenlerinin de üretilmesine izin verir. Bu eşzamanlı inşaat, duvarlar temel kür yaparken duvarların yükselmesiyle strüktürün avantajlı olmasını getirir. Bu süreç avantajlarıyla, Modüler Yapı Enstitüsü (The Modular Building Institute)’nün değerlendirmesiyle projeler geleneksel inşaatlara göre yüzde 30-50 daha hızlı tamamlanmaktadır.

Şantiye’de ölçülendirme ve inşaat işinin düşürülmesi, projeyi durma noktasına getirebilecek hataları önleyerek, çok daha hatasız bir yapı süreci olarak kazanç sağlar. Fakat, bileşenli yapı yeni düzeyde tasarım ve kontrol gerektirmektedir. Örneğin, iç mekan ve dış mekan bitişlerinin tamamlanmasından önce yer alan tipik mekanik, elektrik ve tesisat süreçleri yerine, modüler yapılar oluklara (elektrik kabloları ve haberleşme kabloları için kanallar) dayanır ve montaj sırasında takılan tesisat bileşenleridir. Her parçanın komşusuna rahatça uyması için belirli bir standartta üretilmesi zorunludur.

Yapılan tasarımı üretirme durumu, tasarımın dayattığı yapım yöntemine göre değişmektedir. Tasarım gereği, OSM teknolojisi kullanma zorunluluğu olduğu noktada, şantiyenin oldukça hassas çalışması ve zorlu bir koordinasyonu yürütmesi gerekmektedir. Bu üretimin yazılımsal boyutunda ise bu tarz bir üretimde BIM tabanlı yazılımların kullanılması, bu tarz üretimlerde bitmiş parçaların uymasını sağlayan 3 boyutlu görselleştirilmiş detaylı bileşenlere izin vermekte ve bu araçlar modüler montajın sağlanması için anahtar olmaktadır. BIM ayrıca, duvar montaj şablonları ve kılavuzlarının detayları, duvar çerçevelerinin uyacağı alt montajlar ve robotik kaynak gibi otomotiv yaklaşımları içeren hassas üretimi için her bileşen için imkan sağlamaktadır.

Büyük ölçekli, çok katlı ya da çok katmanlı inşaat projelerinde, her biri projenin ayrı ayrı aşamalarına uyan sahada üretim ve OSM tekniklerini projenin bünyesinde toplamak büyük oranda fayda sağlamaktadır. İki türden konstrüksiyonun kombine edilmesi, modüler ve sahada inşa eden müteahhitlerin ufak koordinasyon ile kendi en iyi yaptıkları işe konsantre olmasını sağlayacaktır. Her türden işçinin tüm projenin her yerinde yer alması yerine, onların bölünmesi ve uzmanlaşması projenin daha küçük bölümlerinde yer almaları kolay kontrol edilebilen etaplarda yer almaları ile verimlilik arttırılabilecektir. Ek olarak, projede zaman ve para kazanabilmek için iki tür üretim tipi de projede rasgele yer alabilmektedir. Ayrıca bu iki türden üretimin sahada bulunduğu noktalarda çok ciddi sorunların çıkmaması adına, üretimlerin sıkı kontrolden geçmesi gerekmektedir. Hem sahada olan üretimlerin denetimi, hem de şantiye dışı üretilen bileşenlerin kalite kontrolünden geçmesi çok büyük önem arz etmektedir.

Bir inşaat projesine katılan tüm tarafların ortak amacı, toplam proje maliyetini düşürmektir. Tasarım gereği bir yöntem mecbur kalınan durumlar olmaktadır, ancak

burada tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, daha çok tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin bu yöntemi dayatmasıdır. Tez kapsamında yapılan görüşmelerde genel kanı olarak Türkiye’de yapı elemanlarının ön üretimli olarak üretilmesinin maliyetinin geleneksel yöntemle üretilmesinin maliyetine kıyasla daha pahalı olduğu inancı yaygındır, ayrıca Türkiye’de-malzemenin maliyeti gibi faktörler bir yana bırakılsa bile- çelik yapının betonarmeye göre daha az tercih edilmesinin nedeni, çelik taşıyıcı sistemin parçalarının saha dışında imal edilmesi sebebiyle önceden ciddi bir koordinasyon aşamasını zorunlu kılıyor olmasıdır. Diğer bir konu ise saha dışı imalatın nerede yapılacağı ve üretilen modüllerin veya modülleri oluşturacak montaja hazır parçaların sahaya ne şekilde taşınacağını belirlemenin gerekliliğidir, bu kısaca lojistik problem olarak tanımlanabilir. Kısacası, proje ekiplerinin konuya yaklaşımı ne olursa olsun, inşaat sürecinin diğer aktörlerinin koordinasyonu da önemli bir kriter olarak imalat yöntemindeki tercihleri etkilemektedir.

Maliyetler ve lojistik problemin kesişiminde, nakliye maliyetleri bulunmaktadır. Ön üretimli yapı elemanlarının taşıma maliyeti, taşıma için kullanılan kamyon/gemilerin sefer sayısının birim taşıma maliyeti ile çarpılması şeklinde hesaplanmaktadır. Taşıma için kullanılan taşıtların sefer sayısı da ön üretimli elemanların boyut ve ağırlığından etkilenmektedir. Ayrıca taşıma maliyetine, elemanların üretildiği fabrika ya da atölye ile inşaat alanı arasındaki mesafe de etki etmektedir.

Gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de, inşaat işçilerinin ücretleri oldukça düşüktür. Bu nedenle, geleneksel yöntemle şantiyede yapılan üretimde, eğitim ve nitelik açısından yetersiz olan işçilerin ücretlerinin düşük olması nedeniyle toplam inşaat maliyetinde işçi maliyeti oldukça düşük bir miktar olmaktadır. Şantiye dışı üretim gibi farklı bir üretim teknolojisine geçmek bir miktar sanayileşmeyi, makineleşmeyi gerektirdiğinden çalışılan işçi sınıfının da çok daha kalifiye işçi olması gerekmektedir. Toplamda çalışan işçi sayısı bir miktar azalmaktadır ancak kalifiyeliği artmış durumdadır. Bu tür üretim yöntemine geçmek küçük küçük fabrikada ya da atölyelerde üretim yapacak olan başka taşeronlar ile çalışmayı gerektirmekte ve tüm ekiplerin ve bu tip üretimin çok zorlu bir koordinasyon süreci olacağından dolayı da inşaatı yapan ekipler günümüzde bu teknolojilere mümkün olduğunca uzak durmaya çalışmaktadırlar. Tüm bu nedenlerden ötürü geleneksel yöntemler, endüstrileşmiş yapım yöntemlerine göre daha yaygın kullanılmakta olduğu görülmektedir.

Tez kapsamında yapılan görüşmelerde, yapı üretimindeki en büyük sorun, revizyonlar olarak görülmektedir. OSM teknikleri kullanılarak üretilen yapı bileşenlerinin üretime geçmeden daha önce bahsedilen zorlu koordinasyon sürecinde, ufak bir revizyon bile büyük sorunlar teşkil edebilmekte ve üretim planlama sürecini oldukça uzatabilmektedir. Özellikle bu tip üretim yapıp BIM tabanlı bir yazılım kullanmayan firmalar, bu süreci çok çok daha fazla uzatmaktadır. Sürecin uzaması maliyetlerin artmasına sebep olacak ve zincirleme ilişkiler sonucunda, proje verimlilikten oldukça uzaklaşacaktır.

Endüstriyelmiş yapım yöntemlerinin kullanıldığı projelerin yönetimi, geleneksel yöntemlerin kullanıldığı projelere kıyasla daha zordur. Bu tip projelerde, yüklenici inşaat firmalarının daha karmaşık ilişkileri koordine etmek zorunda olmaları ve ön üretimli yapı elemanlarının zamanında tesliminin büyük önem taşıması bu zorluğun nedenlerine örnek olarak verilebilir. Yüklenici inşaat firmalarının endüstriyelmiş yapım yöntemlerinin kullanıldığı projelerin yönetiminde uzmanlaşmaları, ön üretimli yapı elemanların kullanımının yaygınlaşmasına katkıda bulunabilir. Endüstriyelmiş yapım yöntemlerinin kullanıldığı projelerde ayrıca, tedarik zincirinde, bilgi ve malzeme akışı oldukça karmaşıktır. Söz konusu olan tedarik zincirinin yönetimi, tüm katılımcılar (yüklenici, tasarımcı, üretici vb.) arasında iyi bir koordinasyon gerektirir. Diğer bir ifadeyle, etkin bir yönetim anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır.

4.2.1.3 Piyasa Algısı

Tasarımda ve yapımda inovatif teknolojik gelişmeler, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ilgiyle takip edilmektedir. Genel olarak yurtdışı tecrübesi olan ve yurtdışıyla iş yapan firmalar bu teknolojik gelişmelerin bilincinde ve BIM’in kullanımı arttıkça sanal tasarımda, inşaat ve işbirliklerinde dijital modellerin kullanımı artık standart haline gelmekte ve dünyanın her yerindeki kamu kuruluşları, organizasyonlar ve iş sahipleri yeni yapı projelerinde BIM’i standart olarak talep etmeye başlıyorlar.

Tez kapsamında yapılan görüşmelerde, Türkiye’nin BIM’e geçiş sürecinde olduğu ve genelde herkes eski usul alıştığı yöntemlerle devam etmeyi tercih ettiği için müşteri ilgisinin henüz çok az olduğundan bahsedilmiştir. Şantiye dışı üretim yöntemleri, kitlesel özelleştirmeye görece daha fazla bilindiğini ve öyle veya böyle inşaat sektöründeki aktörlerin tümünün en azından bir fikir sahibi oldukları bir konu

olduğundan, yatırımcının bu tarz üretim yöntemine ikna edilmesinin çok zor olmadığından bahsedilmiştir.

Tasarım gereği bu yöntem mecbur kalınan durumlar olmaktadır, ancak burada tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, daha çok tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin bu yöntemi dayatması olduğu ifade edilmiştir. Bu durumun farkında olduğunda, müşteri, yüklenici ve alt yüklenici bu konuyu sorun etmediği, bu yüzden uygulamalar mümkün olabildiği aktarılmıştır.

Altyapı ve cephe konusunda ön üretim konusunda ileri olduğu, ancak bina inşaat sektöründe çok iyi işler yapılmasına rağmen genel çerçevede (projeden kaynaklanan) konvansiyonel sistem dışında (cephe prekast eleman kullanımı hariç) bir sistemin uygulanmadığı ifade edilmiştir.

Tez kapsamında yapılan diğer görüşmelerde ise, prefabrikasyon konusunda, prefabrike yapının yakın gelecekte daha fazla kullanılacağını, ancak Amerika'ya da Avrupa'ya kıyasla kullanımı çok daha zayıf olacağını düşünmektedirler. Genele yayma konusunun Türkiye'de sıkıntılı olduğu, dolayısıyla da uzun dönemde her zaman artış olacaktır diye öngörmektedirler.

Bir diğer konu, Prefabrikasyon, BIM, LEED vb. terimlerin marketing yani pazarlama ögesi olarak kullanılmaya başlandığı günden itibaren yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamasıdır. Genele bakıldığında, kentsel dönüşümde kullanılan malzemeler ya da süreçlere bakıldığında, bu terimlerin neredeyse hiç birinden bahsedilemediği ve uzun bir dönem de bahsedilemeyeceği üzerine konuşulmuştur.

Özel sektör, ön üretimli yapı elemanları sektörünün en önemli müşterisidir. Türkiye Prefabrik Birliği'nin "2014 Yılı Prefabrikasyon Sektör Raporu"na göre toplam üretimin yaklaşık %80'i özel sektör, %20'si de kamu sektörü tarafından kullanılmıştır. Kamu sektörü, kendi projelerinde ön üretimli yapı elemanlarını seyrek olarak kullanmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, kamu projelerinde istihdam yaratmak için sahada üretimin desteklenmesidir. Ayrıca kamu kuruluşları, siyasi kaygılar nedeniyle başlattıkları projelerin sayısını arttırmayı ana amaç olarak benimsemektedirler. Bu da kalite, maliyet ve süre açısından faydaları değerlendirmede zaman zaman başarısız olmalarına sebep olmaktadır. Ancak, özel sektörün kar amacı bulunduğundan bu unsurlar onlar için en önemli öncelikler arasında yer almaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Şantiye dışı üretim, prefabrikasyon ya da kitlesel özelleştirme gibi tez içerisinde ele alınmış olan inovatif yaklaşımlar devrimsel olmaktan öte evrimsel niteliktedir. Tıpta olan gelişmelere benzer olarak, olan sorunlara bulunan çözümler pratikler, denemeler ve hatalar ile keşfedilebilmişlerdir. Her hata, neyin çalışmadığına liderlik etmiş ve ne olması gerektiğine daha da yaklaştırmıştır. Yapı için tüm bu üretimlerdeki ilerleme, hayal kırıklığı ile başarıların olduğu zor bir yoldan geçmiştir. Her örnek, mimarının gelişmesi için üretim teknolojisinin nasıl olması ya da olmaması gerektiğini gözler önüne sermiştir. Her biri içeriğinde eşsizdir, fakat mimarlar ve inşaat profesyonelleri üretimlerdeki gelişmeleri, hatalardan ders alıp önerilen yollarda benzer temalar üzerine giderek sağlayabilmişlerdir.

Bir bina projesinin yapımında şantiye dışı üretim yönteminin ve tasarımında BIM yazılımları gibi teknolojik araçların kullanılması, proje toplam maliyetinin azaltılması, projenin hızlı bir şekilde tamamlanması, yapı elemanlarında istenilen kalite ve dayanımın sağlanması, malzeme israfının azaltılması, modülarizasyon ve standardizasyon olanaklarının arttırılması ve şantiyede meydana gelebilecek olan iş kazası sayısının önemli ölçüde azaltılabilmesi gibi bir çok yarar sağladığı görülmektedir.

Tez kapsamında yapılan araştırmalar ve tez kapsamında yapılan görüşmelerde konu ile ilgili pek çok data toplanmıştır. Bu değerli datalar, bir kavram havuzuna atıldığında, sektör için anahtar sayılabilecek bazı kavramlara erişilmiştir. Bu sistemlerin tasarım aşamasında ve üretim aşamasında kullanımı, kullanımında karşılaşılan zorluklar, piyasa algısı altında müşteri ilgisi ve pazar talepleri bu kavramlar için başlıklar olarak seçilmiştir.

Tez süresince bahsedilen diğer endüstrilerdeki gelişmelerden referans alarak geliştirilen ya da entegre edilen inşaat sektöründeki inovatif gelişmeler, günümüz yapım ve tasarım anlayışını bir adım öteye taşımaktadır ve tasarım ve yapım sürecini yeniden tanımlamaktadır. Mimarlar, mühendisler ve yükleniciler şantiye dışı üretim

tekniklerinin tarihini, teorisini ve faydalarını anlamak durumundadır, böylelikle etkin bir metot mimarlıkta üretim üzerine geliştirilebilecektir. Yapı sektöründeki bir uzmanın, nerede ve nasıl fabrikasyon olacağı, nedenine karar verme durumu ve seçeneklerin genişliğini anlama konusunda eksiklikleri vardır ve bu konuda koordine olamamış üreticilere güvenmektedirler. Efektif olarak fabrikasyon kullanımında, tasarımın ilk aşamalarından itibaren üretimin üzerine düşünmek gerekli olduğu söylenebilir.

Tasarımda ve yapımda inovatif teknolojik gelişmeler, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ilgiyle takip edilmektedir. Genel olarak, inşaatta ve işbirliklerde şartnamelere BIM standart olarak talep edilmeye başlandığı gözlemlenebilmektedir. Farkındalık anlamında, bir inşaat projesine katılan tüm tarafların BIM ve OSM gibi inovatif yaklaşımlar hakkında bilgi sahibi olduklarını görülmektedir. LEED, BIM, OSM gibi kavramlar günümüz yapı sektöründe bir pazarlama enstrümanı olarak kullanılmaktadır ve ön üretimli yapı elemanlarının en önemli müşterisi %80 ile özel sektördür. Kamu sektörü daha önce belirtilen sebeplerden ön üretimli elemanları kullanmayı çok daha az talep etmektedir.

Tez kapsamında yapılan öüşmeler sonrasında yapılan detaylı içerik analizleri paydaşlarının deneyimleri ve bakış açılarından, BIM, şantiye dışı üretim ve kitlesel özelleştirme gibi birbirleri ile son derece bağlantılı teknolojiler ve yaklaşımlar açısından sektörün genel durumu, teknoloji düzeyi, eğilimler, potansiyeller ve yaşanan problemler genel olarak aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır:

5.1 Maliyet İle İlgili Sebepler

Tez kapsamında yapılan araştırmalarda, tasarım ve üretim süresinde sadece 3D (üç boyutlu), projeyi farklı zaman dilimlerinde gösterimi olan 4D (dört boyutlu) ve ona göre farklı bütçeleri de yansıtan 5D (beş boyutlu) yazılımların kullanımı ile ilgili tüm mimarlık dünyası tanışmış olduğu görülmektedir. Tez kapsamında yapılan görüşmelerde bu tip yazılımlarla Türkiye’nin de tanıştığı ve son yıllarda bu tip yazılımları kullanan ofis sayısının hızla arttığı gözlemlenebilmektedir.

Ancak tüm BIM tabanlı yaklaşımların faydalarının ve gereksiniminin farkında olmasına rağmen sektörde henüz çok yaygın olmadığı belirtilmiştir, nedenleri arasında ise ilk olarak maliyet gösterilmiştir.

BIM tabanlı yazılımlar, sık kullanılan *AutoCAD*, *SketchUp* gibi programlara nazaran oldukça maliyetli yazılımlardır. Lisans satın almak, sadece yeni kurulan ve az sayıda iş yapan ofisleri değil, çok sayıda çalışanı olan ve büyük işler yapan firmalara da büyük mali yük getirmektedir. Maliyetle ilgili diğer bir konu ise, BIM tabanlı bir iş sistemine geçmenin vakit alması ve belli bir süre proje üretilemeyecek olmasından dolayı olan mali kayıp gösterilebilir. BIM'e geçiş yapan firmalarda bu tip sistemler en başından kullanılmadığı için, ofisin o güne kadar ürettiği bilgi kütüphanesi de kullanılamayacağı da bir gerçektir.

Tez kapsamında yapılan görüşmelerde, büyük firmaların hala *AutoCAD*, *SketchUp* gibi ara yüzü bilindik, basit, hızlı ve pratik olan programları kullanmalarının bir başka nedeninin ise, genelde tasarım ya da proje geliştirmek için çok uzun sürelerin olamaması olduğu belirtilmiştir. BIM tabanlı yazılımların faydaları, içerisine girilen bilgileri ne kadar çok olursa o kadar fazla olduğu, ve kısa süre içerisinde bir projeyi detaylandırmanın, eğer zorunluluk durumu yoksa, bu denli uğraşın bir zaman kaybı olduğu düşünülmektedir.

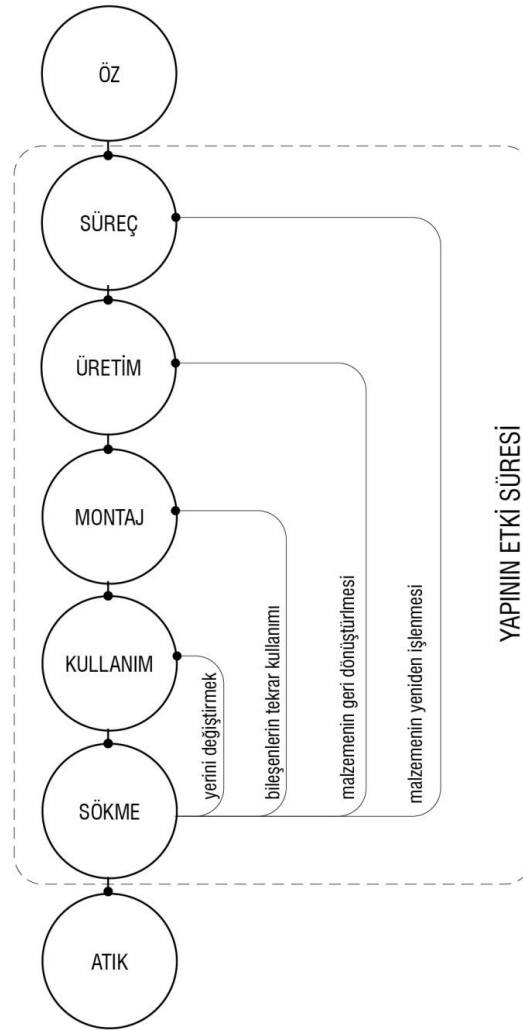
Üretim aşamasında maliyet konusunda ise, bir inşaat projesine katılan tüm tarafların ortak amacının, toplam proje maliyetini düşürmek olduğu söylenilebilir. Bu durumda fabrikasyon yapı sistemlerinin geleneksel yöntemle üretime kıyasla görece maliyeti gerek mal sahibi gerekse de yüklenici inşaat firması için büyük önem taşımaktadır. Ancak prefabrikasyon her derde deva olan, otomatik olarak fiyatı düşürüp, daha yüksek kaliteye söz veren bir çözüm değildir.

Türkiye'de fabrikasyonun gelişmemesi için maliyet ile gösterilebilecek bir başka neden de işçilik ücretlerinin gelişmekte olan bir çok ülkede olduğu gibi düşük olmasıdır. Bu nedenle de, geleneksel yöntemle şantiyede yapılan üretimde, işçilik maliyetinin toplam inşaat maliyeti içindeki oranı oldukça düşük kalmaktadır. Ancak, bu işçilerin ücretlerinin düşük olması yanı sıra eğitim ve nitelik açısından yetersiz oldukları gerçeği de gözden kaçmamalıdır.

5.2 Tasarım İle İlgili Sebepler

Günümüz mimarlık ortamında bilgisayarın genellikle bir temsil aracı olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir; bilgisayar ortamında çizim, üç boyutlu modelleme ve animasyon gibi tekniklerin geleneksel tasarım sürecine destek görselleştirme araçları

olarak kullanımı yaygındır. BIM tabanlı yazılımların gelişmesiyle sadece üç boyutlu değil, dört ve beş boyutlu yazılımlardan bahsetmek mümkün olmaktadır. Bir yapının etki süresini, tasarımın yapıldığı zamandan başlatıp, üretimine, sonrasında sahada yapılan montajların tamamlanmasıyla kullanıma başlamasına ve kullanım süresi sonunda söküm ya da yıkımına kadar olan uzun süreçte (Şekil 5.1) tüm bilgilerin sürekliliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak BIM tabanlı her geçen gün daha da gelişen yazılımlarla mümkün olabilmektedir.



Şekil 5.1 : Yapı etki süresi şeması (Temiz, 2015).

BIM tabanlı yazılımların çeşitliliği, mimara düşündüğünü uygulayabilme şansı tanımaktadır. En organik formdan en dik açılı forma, farklı mekan deneyimleri ve bu mekanların farklı zaman dilimlerinde gerçekçi simülasyonlarını oluşturabilme, bilgisayar ortamında test edebilme, henüz uygulamaya geçmeden hataları görebilme gibi avantajlar sunmaktadır.

Görüşmeler ve araştırmalar sırasında edinilen en değerli çıkarım, bu tipte bir tasarım yaklaşımının projenin en başından, ilk eskizden yapının son gününe kadar sürekliliğinin sağlanması gerekliliğidir.

BIM yazılımlarını denemiş ve verim alamadığını belirten firmalar da bulunmaktadır. Bu firmalar çoğunlukla BIM tabanlı yazılımların (çoğu durumda *Revit* yazılımı kastedilmektedir) tasarımda esnekliğe ve tasarımcının soyutlama yetisine izin vermediği görüşündedirler. BIM yazılımları, yurtdışı işbirlikleri ya da şartnameler ile bir zorunluluk hali yaratıldığında ancak yatırım yapılarak kullanılabilir hale gelebilmiştir. Bu tip yazılımları kullanan firmaların çoğunluğunun ise, henüz sadece mekanik olarak kullanıldığı belirtilmiştir.

Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin yaygınlaşması, CNC teknolojisi ve yazılım dünyasındaki gelişmeler, tasarım yapma gücünü geliştirmek ile kalmamış, mimarının sınırlarını da genişletmiştir. Artık hayal edilebilen çoğu şeyin ürettirilebilir olduğunu görmek, önce tasarımcılara büyük moral ve motivasyon olmakta, sonra işveren grubunun da projeyi daha kuvvetli ifade teknikleri, modeller ve maketler ile tasarım çok daha iyi anlayabilmesine ve proje sürecinde maliyet ve proje yapım takvimine gün geçtikçe daha fazla projeye hakim olabilme yetisini kazanmayı sağladığı görülmüştür. Bu noktada, çağı yakalayabilmek adına tasarım araçlarının yenilenmesi ve eğitim ile yeni mimar ve mühendislerle bu yeni teknolojilerin aktarılması gerekliliği doğmuştur.

Şantiye dışı üretim ya da fabrikasyon ya da prefabrikasyon genel olarak BIM yazılımlarıyla mimarın iş yükünü azaltarak ve koordinasyon için gerekli bilgileri sağlayarak yardımcı olmaktadır. Daha önce bahsedilen projeye hakimiyet, yapının bilgisayar ortamında test edilebilir oluşu gibi özellikler sayesinde fabrikasyon süreci başlamadan çok önce bu tip düzenlemelerin yapılmış olması inşaat süresini çok ciddi oranda kısaltmaktadır.

Monolog yıllardaki örneklerde, fabrika ortamında üretime güvenip, kişisiz ve monoton manzaralar yaratıldığını görmekteyiz, ancak bu evrensel fabrikasyona güvenin sonucu değildi. Aksine, fabrikasyona güvenen yapılar üzerine yerleştirilen taleplere cevap vermekte iyiydiler. Bu bağlamda, fabrikasyonun fırsatlarını reddetmek mimarların iş yükünün alakasız işlerle artmasını getirmiştir. Diğer taraftan, fabrikasyon sürecine güvenmek, daha fazla projeye hakimiyeti, daha kısa inşaat süresini, daha kaliteli olmasını ve daha öngörülebilirliği sunmaktadır. Şantiyeden

uzakta kontrollü bir çevrede inşa etmek, daha güvenli ortamlar yaratmak, israfı azaltmak, geri dönüşümü desteklemek ve şantiyede daha az zararla devam etmek mümkündür.

5.3 Yapım İle İlgili Sebepler

Günümüzde Türkiye’de neredeyse her yapı elemanını fabrika ortamında ürettirebilme imkanı bulunmaktadır. Buna karşın, şantiyedeki üretim ile fabrika ortamındaki üretimin sahada buluşmasında ciddi sıkıntılar yaşanabilmektedir. Nedeni tez kapsamında yapılan görüşmelerde, zorlu koordinasyon sürecinden kaçan şantiye yetkililerinin şantiyede alışlagelmiş üretim sırasındaki esnekliklere güvenmeleri olarak ifade edilmiştir. Yapıma hakim olabilmek, tasarımcının istediğini istediği gibi yaptırabilmesi, işveren ve müteahhitin projenin sürecinde ve maliyetlerde hakimiyet sağlayabilmesi, yapının BIM tabanlı bir yazılım simule edilmesinin gerekliliğini getirdiği söylenebilir. Türkiye özelinde - malzemenin maliyeti gibi faktörler bir yana bırakılsa bile - çelik yapının betonarmeye göre daha az tercih edilmesinin nedeni, çelik taşıyıcı sistemin parçalarının saha dışında imal edilmesi sebebiyle önceden ciddi bir koordinasyon aşamasını zorunlu kılmasıdır.

Üretim aşamasında yapılan revizyonlar başka önemli bir konuyu gündeme getirmiştir. Fabrikasyon işlemi ile yapılacak olan uygulamalarda, bu süreçte yapılacak revizyonlar, proje süresini çok daha fazla uzatmakta, maliyet olarak yüklü olmaktadır. Bu nedenle, fabrikasyon kullanılan yöntemlerde, verimlilik adına tasarım süreci tamamen bittikten sonra ancak üretim başlamalıdır.

Üretimlerdeki kalite kontrolü, günümüzdeki en önemli konulardan biridir. Yapılacak kalite kontrolleri ile ürünün doğru üretilip üretilmediği kontrol edilmelidir. Üretim aşamasında mutlaka kalite kontrolü yapılmış firmalar tercih edilmelidir. Böylelikle malzeme ne olursa olsun, ar-ge çalışmaları yapılmış ve özellikleri belirlenmiş olan sonuç ürünler rahatlıkla tercih edilebilecektir. Üretici ve mimarların arasındaki iletişim arttırılmalı ve bilgi paylaşımları sürekli hale getirilmelidir. Üniversitelerin mimarlık ve inşaat fakültelerinde, aslında çok da yeni olmayan bu üretim şekli ile ilgili detaylı dersler verilmeli, genç mimar / mühendislerin konu ile ilgili bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

Türkiye’de inovatif yaklaşımlara sıcak bakılmamasının önemli bir sebebi ise bu tip sistemlerin zorlu koordinasyon gerektirmesi olduğu görülmüştür. İnşaat yapım süreci Türkiye’de, proje geliştirmenin tamamlanmasından sonra inşaatın başlaması olarak gitmemekte, çoğu durumda proje henüz geliştirilirken kazıların ve inşaatın başladığı bir yapım alışkanlığı olduğu gözlemlenmektedir. Böyle bir ortamda, hızlı proje geliştirme, hızlı bir takım verileri aktarma durumu olmakta ve üst üste gelen revizyonlar ile çoğu durumda hatalar ile karşılaşmaktadır ve bu sorunlara şantiyede çözüm yaratılmaya çalışılmaktadır.

5.4 Eğitim İle İlgili Sebepler

Tez kapsamında konu edilen ve inşaat sektöründe farklı düzeylerde değişim ve dönüşümleri tetikleyebilecek olan teknolojiler ve yaklaşımların, ötesine geçen bir düşünce farklılığı olduğu açık bir konu olarak belirginleşmektedir. Bu bağlamda tezin farklı bölümlerinde altı çizildiği üzere mevcut teknolojiler, yazılımlar ve proje teslim yöntemleri hakkında bilgiye erişim konusunda sorunlar bulunmamaktadır. Ancak bu dönüşüm içerisinde yer alacak farklı seviyelerdeki sektör profesyonellerinin konu hakkındaki bilgi birikimleri ve perspektifleri kritik öneme sahiptir. Özellikle yeni yetişen mimarlık ve mühendislik öğrencilerinin mimarlık ve inşaat sektöründe bilgi-tabanlı ekonominin ne anlama geldiği ve ne tür yaklaşımlar gerektirdiği konusunda bilgi ve deneyime sahip olmaları önemli bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı durum orta ve üst düzey sektör profesyonelleri için de geçerli bir konudur. Bu bağlamda söz konusu edilen teknolojiler özelinde akademik programların ve ders düzenlerinin güncellenmesi ve mevcut işgücünün yeniden eğitilmesi gibi iki farklı katmanda tartışılabilir önemli konular gündeme gelmektedir.

Akademik açıdan bakıldığında dünyadaki önemli mimarlık ve mühendislik okullarında teknoloji odaklı derslerin sayısı artmakta ve yapılan akademik araştırmalar öğrencilerin yoğun katılım gösterdiği çalışmalar ve çalıştaylar ile desteklenmektedir. Bu okullara örnek olarak Georgia Tech, Texas A&M, Stanford, Penn State ve Salford gibi önemli üniversiteler gösterilebilir. Ülkemizde ise İTÜ ve ODTÜ gibi okullarda mimarlık ve inşaat mühendisliği bölümlerinde lisans ve lisansüstü düzeyinde yeni dersler ders programlarına dahil edilmektedir. Ancak konunun bölümlerde ayrı bir ders olarak değil tüm eğitim programının içerisinde yer alan teknoloji odaklı bir pedagojik stratejiler bütünü halinde düşünülmesi farklı kaynaklarda üzerinde durulan bir konu

olarak gündeme gelmektedir (Ambrose, 2007; Cheng, 2006; Friedman, 2007; Clayton ve diğerleri, 2010).

Profesyonel dünyada ise bilgi farklı kanallardan yayılmakta ve inovasyon odaklı firmalar Ar-Ge odaklı çalışmalar üzerinden teknolojik birikimlerini ve deneyimlerini artırmakta ve sektöre aktarmaktadırlar. KieranTimberlake Associates, Morphosis, Skanska, Mortenson, SOM, Walt Disney Imagineering gibi dünyada bir çok firma sadece pratik yapmamakta, bu pratiklerinden aldıkları dersleri yayınlarıyla meslek ortamı ile paylaşmaktadır. Bununla beraber Amerikan Genel Hizmetler İdaresi (GSA), NIBS, İngiliz İş ve İnovasyon Bakanlığı (BIS), Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) (Url-29), şantiye dışı üretim ve dijital üretimdeki son gelişme olan BIM yazılımları hakkında bir çok yayın yapmış ya da teşviklerde bulunmuştur. Building Design Construction University gibi modüler yapı, şantiye dışı üretim, BIM ve diğer konularda elektronik ortamda eğitim veren kurumlar bulunmaktadır. Bilgi artık her zaman erişilebilir durumdadır ve gün geçtikçe diğer başka konularda olduğu gibi mimarlık ve inşaat sektöründe de bilgi sürekli bir gelişim ve aktarım halindedir.

Piyasada talebin oluşabilmesi için, sadece mimar, mühendislerin değil müşterilerin de bilgilendirilmesi gerektiği görülmüştür. Yurtdışında bu tarz üretimlerde çok ileri seviye örnekler gözlemlenebilmektedir. Yurtdışındaki bu firmalar ile yapılabilecek işbirlikleri hem üreticilere hem de sektöre oldukça büyük bir bilgi akışı sağlayabilecektir. Türk inşaat sektöründe inovatif yaklaşımların kullanımındaki temel ilkenin daha tasarım aşamasındayken BIM tabanlı yazılımlardan faydalanmak olduğu görülmektedir. Hangi yazılım kullanılırsa kullanılsın, BIM anlayışı ile bilginin sürekliliği sağlanılmalıdır. Tüm ekipler arasında iletişim araçları yenilenmeli, güncel dosyalar bir bulutta toplanıp her zaman erişilebilir hale getirilmelidir. Gelişen teknolojinin tüm faydalarından yararlanmak ve sektöre entegre etmek gereklidir.

Genel olarak toplamak gerekirse; bu çalışmada geleneksel bilgisayar tabanlı tasarım sistemlerinden yapı bilgi sistemine, geleneksel üretim yöntemlerinden fabrikasyon kullanımına geçişte ortaya çıkan zorluklar, engeller tespit edilerek aktarılmaya çalışılmıştır. Tespit edilen sorunların çözümlerinin yine yapı bilgi sistemleri dahilinde bulunabileceği düşüncesinden yola çıkarak, gelecekteki süreçte de bu teknolojinin mimarlıkta ve inşaat endüstrisinde üniversitelerdeki akademisyenler ve öğrencilerin bu tip yazılım ve teknolojiler konusunda eğitimi ve bu teknolojilere olan tanışıklıkları ile birlikte sektörde daha da yaygın olarak kullanılacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Akintoye, A., Goulding, J. S., Zawdie G.** (2012) *Construction Innovation And Process Improvement*. Wiley-Blackwell Publishing, Chichester. ISBN: 978-1-4051-5648-6
- Akipek F.Ö., İnceoğlu, N.** (2007) *Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları*. YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi, Cilt 2, Sayı 4, 2007. <<http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-63825-ARTICLE-AKIPEK.pdf>>, erişim tarihi 20.09.2015.
- Acar, M. Ş.** (2006) *Türkiye’de Beton Prefabrikasyonunun Tarihçesi*. Türkiye Prefabrik Birliği, İstanbul. ISBN: 9944-5957-0-5.
- Adobe Photoshop** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim: 20 Kasım, 2015, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop>.
- Ambrose, M. A.** (2007) *BIM And Integrated Practice As Provocateurs of Design Education*. In Proceedings of the International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia. Nanjing, China: 19-21 April 2007. pp.283-288.
- AutoCAD** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim: 20 Kasım, 2015, <<https://tr.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>>.
- Autodesk Maya** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim: 20 Kasım, 2015, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya>.
- Balamir, A.** (2003) *Mimari Kimlik Temrinleri II: Türkiye’de Modern Yapı Kültürünün Bir Profili*. <<http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=26&RecID=260>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Broad Sustainable Building** (t.y.), wikipedia, erişim: 10 Ocak 2016, <https://en.wikipedia.org/wiki/Broad_Sustainable_Building>.
- Cheng, R.** (2006) *Suggestions For an Integrative Education*. In Report on integrated practice, pp.11-21, Washington DC: The American Institute of Architects.
- Clayton, M., Özener, O., Haliburton, J., Berakati, E.** (2012) *Signature Architecture Franchising: Improving Average Architecture using BIM*. Digital Aptitudes: Proceedings of the ACSA 100th Annual Meeting March 1-4, 2012 in Boston, MA, pp. 240-249.
- Clayton, M., Özener, O., Haliburton J., Farias F.** (2010) *Towards Studio 21: Experiments in Design Education Using BIM, SIGRADI 2010*. Proceedings of the 14th Congress Of The Iberoamerican Society Of Digital Graphics, Bogotá, Colombia, November 17-19, 2010, pp.43-46.

- Eastman, C.** (2011) *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, And Contractors*. Hoboken, Nj: Wiley
- Ediz, Ö., Erbil, Y., Akıncıtürk, N.** (2010) Bilgisayar Destekli Tasarım Günümüz Mimarlığının Dinamikleri: Iceberg'in Görünmeyen Yüzü. Mimarlık Dergisi, Sayı 354, Temmuz-Ağustos 2010. <<http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=368&RecID=2438>>, erişim tarihi 10.10.2015.
- Egan, J.** (1998) *Rethinking Construction*. Department of Environment, Transport and Regions (DETR), UK.
- Emre Arolat Architects (EAA)** (2015) “Antakya Müze Otel Projesi” proje bilgileri ve görseller. Erişim tarihi, 03.06.2015.
- Engineering News Record** (2015) *Engineering News-Record Top Lists*, <<http://enr.construction.com/toplists/>>, erişim tarihi, 03.02.2016.
- Fernandez, J.** (2006) *Material Architecture: Emergent Materials For Innovative Buildings and Ecological Construction*. Burlington: Architectural Press, pg. 10.
- Fordizm** (t.y.). *Wikipedia*. Erişim tarihi: 11.01.2016, <<https://tr.wikipedia.org/wiki/Fordizm>>.
- Friedman, D. S.** (2007) *Integrated Practice And The Twenty-First Century Curriculum*. In Proceedings of the Cranbrook 2007 Studio Instructors Conference, Bloomfield Hills, MI June 28–July 1, 2007, pp. 1-5.
- Gkathidis, A.** (2011) *Computational Architecture, Digital Designing Tools and Manufacturing Techniques*, Bispublishers, Beirut.
- Görgülü, T., Koca, S.K.** (2011) “Küresel Akışlar, İstanbul ve İstanbul’da Küresel Mimarlık”. Megaron Journal, Cilt Vol. 4, Sayı No. 2, ss.101-109, <http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_4_2_101_109.pdf>, erişim tarihi: 20.11.2015.
- Hasol, D.** (2012) *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. Yem Yayın, 2012, 12. baskı, İstanbul.
- Hounshell, D.A.** (1984), *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, ABD. ISBN 978-0-8018-2975-8, LCCN 83-016269
- Innovation** (t.y.) *In Merriem-Webster’s Online Dictionary*. <<http://www.merriam-webster.com/dictionary/innovation>>, erişim tarihi 20.11.2015
- Kazmaoğlu, M. ve Tanyeli, U.** (1986) “1980’li Yılların Mimarlık Dünyasına Bir Bakış”, Mimarlık, sayı:221, s.42.
- Kieran, S., Timberlake, J.** (2004) *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies Are Poised to Transform Building Construction*. New York: McGraw-Hill.
- Kieran Timberlake Associates** (2008) *Loblolly House: Elements of A New Architecture*. 1st Ed. New York: Princeton Architectural Press.

- Korkmaz, T.** (2007) “80’ler ve 90’lar: Vitrinde Yaşamak”, 2000’lerde Türkiye’de Mimarlık: Söylem ve Uygulamalar, (der.) Tansel Korkmaz, Mimarlar Odası, Ankara, s.3.
- Krygiel, E., Nies, B.** (2008) *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Indianapolis, In: Wiley.
- Modular Building Institute** (2011) *Does the Offsite Construction Process Equal Green?* <http://www.bdcuniversity.com>
- Modular Building Institute** (2011) *Combining Offsite & Site Construction*. <<http://www.bdcuniversity.com>>, MBI and BD+C Modular Advantage, Spring 2011.
- Modular Building Institute** (2011) *Using Offsite Construction to Eliminate Waste in Design Phase*. <<http://www.bdcuniversity.com>>, MBI and BD+C Modular Advantage, Winter 2011.
- Nawari, N.** (2012) *BIM Standard in Off-Site Construction*. Journal of Architectural Engineering, Vol. 18, Issue 2, Pp.107–113.
- Prefabrication** (t.y.) *In Merriam-Webster’s Online Dictionary*. <<http://www.merriam-webster.com/dictionary/prefabrication>>, erişim tarihi 20.11.2015
- Prefabrikasyon** (t.y.) *Türk Dil Kurumu Çevrimiçi Sözlüğü*. <http://tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.56546cda101606.28163108>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Revit** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim: 20 Kasım, 2015, <<https://tr.wikipedia.org/wiki/Revit>>.
- Rhinoceros 3D** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim tarihi: 20 Kasım, 2015, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Rhinoceros_3D>.
- Silver, P., Mclean, W.** (2014) *Mimarlık Teknolojisine Giriş*. Çeviriye temel alınan basım: *Introduction to Architectural Technology*, 2nd edition, Laurance King Publishing, 2013. Yem yayın, İstanbul. İçinden; *Yapı Bilgi Modelleme*. sf.122.
- SketchUp** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim tarihi: 20 Kasım, 2015, <<https://tr.wikipedia.org/wiki/SketchUp>>.
- Smith, R. E.** (2010) *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. Hoboken, Nj: Wiley.
- Smith, R. E.** (2010) *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. Hoboken, Nj: Wiley. İçinde, **Timberlake, J.** (2010), *Foreword: Quality Assurance, Quality Control*.
- Smith, R. E., & Modular Building Institute** (2015) *Off-Site Studies Research Report: Permanent Modular Construction | Process, Practice, Performance*. <<http://www.modular.org>>.
- Şentürer, A.** (1983) *Endüstrileşmenin bina alanında gelişimi ve Türkiye’nin geçiş dönemi teknolojileri üzerine bir inceleme*. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Taylorculuk** (t.y.). *Wikipedia*, Erişim tarihi: 11.01.2016, <<https://tr.wikipedia.org/wiki/Taylorculuk>>.

- Tetik, O., N.** (1997) *Betonarme Prefabrike Endüstri Binalarında Mimari Tasarımı Etkileyen Faktörler Ve Uygulama Problemleri*. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Tokman B., Eryılmaz M.G.** (2004) *Prefabrike Beton Endüstrisinin Dünü, Bugünü, Yarını*. Yapı, 271 s. 95-100.
- Türkiye’de Mimarlık** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim tarihi: 23.11.2015, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Türkiye'de_mimarlık>.
- Underwood, J. & Isikdag, U.** (2010) *Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI Global.
- Yapı Endüstri Merkezi (YEM)** (2015) *Yapı Sektörü Raporu 2014*. YEM Yayınevi, İstanbul. İçerisinde: *Prefabrikasyon Sektörü*, ss.174-175.
- 3DsMax** (t.y.). *Vikipedi*. Erişim tarihi: 20.11.2015, <https://tr.wikipedia.org/wiki/3ds_Max>.
- Url-1:** AD Classics: Habitat 67 / Moshe Safdie. <<http://www.archdaily.com/404803/ad-classics-habitat-67-moshe-safdie>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-2:** Muji Hut. <<https://www.muji.com/jp/mujihut>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-3:** Mısır piramitleri. <www.bilimselgercekler.net>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-4:** Oluklu Sac Levha. <http://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter/52abe3a6e8e44ec9e0000085_upcycle-house-lendager-arkitekter_36191860-jpg/>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-5:** Balon Çerçeve/ Baloon Framing. <<http://www.basiccarpentrytechniques.com/Handwork%20in%20Wood/images/300-1000.png>>, erişim tarihi 20.11.2016.
- Url-6:** AD Classics: The Crystal Palace/Joseph Paxton. <<http://www.archdaily.com/397949/ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-7:** Aladdin Read-Cut Homes, Reduce Present High Building Costs. <<https://portlandpreservation.files.wordpress.com/2012/06/or-1-1-20-aladdin.jpg>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-8:** Here’s How Your Aladdin House is Shipped. <https://www.cmich.edu/library/clarke/ResearchResources/Michigan_Material_Local/Bay_City_Aladdin_Co/PublishingImages/shipped.gif>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-9:** The Cedar’s- The Sparklingly New. <<http://www.midcenturyhomestyle.com/img/51aladdin-cedars.jpg>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-10:** The Sunshine, Aladdin Homes. <<https://oklahomahousesbymail.files.wordpress.com/2013/02/aladdin-sunshine-1933-catalog-image.jpg>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-11:** When Edison Tried to Make Single-Pour Concrete Houses Happen. <http://www.slate.com/blogs/the_vault/2013/06/14/thomas_edison_th>

- e_inventor_s_patent_for_the_construction_of_all_concrete.html*>, erişim tarihi 21.11.2015.
- Url-12:** AD Classics: The Dymaxion House/Buckminster Fuller. <<http://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller>>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-13:** Prefabricated Architecture, NYC. <<http://www.wallpaper.com/gallery/architecture/prefabricated-architecture-nyc#102901#FqmTu6HzAx5lKvjJ.99>>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-14:** AD Classics: Centre Georges Pompidou / Richard Rogers + Renzo Piano. <<http://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers>>, erişim tarihi 23.11.2016.
- Url-15:** Carmel Place (My Micro NY), <<http://narchitects.com/work/my-micro-ny-2/>>, erişim tarihi 25.11.2016.
- Url-16:** Future of Construction: Your Next Building Won't Be Built—It Will Be Manufactured, <<http://lineshapespace.com/future-of-construction/>>, erişim tarihi 20.11.2015.
- Url-17:** Harikzedegan (Teyyare) Apartmanları. <<http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/2396673>>, erişim tarihi 17.11.2015.
- Url-18:** Türkiye Prefabrike Birliği, <<http://www.prefab.org.tr>>, erişim tarihi 17.11.2015.
- Url-19:** Çinici Arşivi Katmanlar. <<http://saltonline.org/tr#!tr/1221/konferans-cinici-arsivi-katmanlar>>, erişim tarihi 17.11.2015.
- Url-20:** 2015'te İnşaat Sektörünün İtici Gücü Yine Özel Sektör Olacak! <http://www.yapi.com.tr/haberler/2015te-insaat-sektorunun-itici-gucu-yine-ozel-sektor-olacak_128879.html>, erişim tarihi 25.11.2015.
- Url-21:** The Loblolly House. <<http://kierantimberlake.com/pages/view/20/loblolly-house/parent:3>>, erişim tarihi 21.11.2015.
- Url-22:** Bosch 90 Series Profiles. <http://www13.boschrexroth-us.com/Framing_Shop/Product/Default.aspx?category=10108>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-23:** St. Ignatius Chapel. <<http://www.stevenholl.com/project-detail.php?id=40>>, erişim tarihi 21.11.15.
- Url-24:** AD Classics: Chapel of St. Ignatius / Steven Holl Architects. <<http://www.archdaily.com/115855/ad-classics-chapel-of-st-ignatius-steven-holl-architects>>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-25:** Tilt-up Concrete Association. <http://www.tilt-up.org>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-26:** Yerinde Yatay Döküm. <<http://www.thermomassyapi.com/index.php/yerinde-dokum/yatadokum-tilt-up>>, erişim tarihi 22.11.2015.
- Url-27:** Şanal Mimarlık, Şişhane Otopark Projesi. <www.sanalarc.com>, erişim tarihi 10.10.2015.
- Url-28:** İzmir Adnan Menderes Havalimanı İç Hatlar Terminali. <<http://www.arkiv.com.tr/proje/izmir-adnan-menderes-havalimani-ic-hatlar-terminali/4128>>, erişim tarihi 10.11.2015.

Url-29: *American Institute of Architects.* <<http://www.aia.org>>, erişim tarihi
15.11.2015.

EKLER

EK-A1: Firma A Röportaj Transkripti

Çizelge A.1 : Firma A Röportaj Bilgileri (Temiz, 2015).

Firma A Röportaj Transkripti	
Profesyonellik	İnşaat Firması
Katılımcıların Sayısı	2
Röportaj Tipi	Yüz yüze Görüşme

S: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır?

C: 1997 yılında faaliyete geçen Firma A'nın faaliyet konusu yurt içinde ve yurt dışında havalimanı terminalleri, hangar ve tesisleri, alışveriş merkezleri, turizm tesisleri, spor tesisleri, eğlence merkezleri, işyerleri, sanayi tesisleri, konutlar ve toplu konutlar, yol, tünel, metro, köprü, baraj, telefon hatları ve diğer altyapı tesisleri, kültür ve sosyal içerikli yapıları taahhüt etmek suretiyle doğrudan, YİD modeli çerçevesinde, karma model kapsamında veya kat karşılığı inşa etmek, işletmek, pazarlamak, satmak veya kiralamak, her türlü inşaat ve taahhüt işleri yapmak, iştiغال konusu ile bağlantılı olarak danışmanlık ve kontrollük hizmetleri vermektir.

Firma A, 2003 yılında kurulan yeni bir ticari işletme olmasına karşın, dünya inşaat sektöründe ilerleme yolunda kararlı adımlar atmaktadır. Şirket, şubeleri ve inşaat sektörünün dünya çapındaki büyük şirketleri ile kurmuş olduğu iş ortaklıkları sayesinde ciddi bir iş hacmine ulaşmıştır.

S1: Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini tasarımlarınıza nasıl entegre ediyorsunuz?

C1: Firma A'nın yaptığı projeler, Orta Doğu'daki projeler, havalimanları, yüksek yapılar, yap işlet devretteki sürecinde, 2 yıl tasarım süresi, 5-7 yıl inşaat süresi, 30 yıl kullanım süresi olarak düşünürsek, esas zorlu durum işletme sırasında tüm yapı ile ilgili bilginin sürekliliğini sağlamaktır. Firma A bünyesinde yaklaşık beyaz yakalı 5.000 civarı çalışan toplamda 30.000'e yakın elemanı bulunuyor, bu uzun süreçte deneyimli ve bilgiyi bilen elemanlar daha değerli duruma geliyor.

Teknolojileri döküman kontrolü olsun, dosya iletişimi, paylaşımı, oluşturulması konusunda başlayıp sonra BIM gibi büyük dosya yaratan ve büyük ölçekli dosyanın paylaşımı gereken belirli bir altyapı ihtiyacımız var.

S2: Mass Customization (MC) kitlesel özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) diğer bir deyişle şantiye dışı üretim hakkındaki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

C2: Mass customization konusu için, her yapı için özel olarak tasarım yapıldığını düşünürsek, kitlesel üretim olmasını engelleyenler arasında mimarlar ve inşaatın çok tekrarlı olmayan, özgün tasarım üzerinden ticarileşmiş yapılar olmasını söyleyebiliriz, ve zaten genelde standart modüllerden oluşan projeler olmuyorlar. Fakat 80'lerde yapılmış olan çalışmalar, Ankara Oran'daki Yüksel İnşaat'ın yaptığı kutu evlerden bahsederek, prefabrik örnek olarak, herşeyi içinde Söke'de yapıp sonra Ankara'ya götürülüp orada montajı yapılan yapılardan bahsedebiliriz, fakat bunlar mimari olarak nitelikli olmayan yapılar, mass housing tarzı yapılar olduğu için pek yaygın olmadığını söyleyebiliriz. Fakat şimdi yatırım yapan firmalarda New York'ta, Avrupa'da prefabrik kutu çelik çerçevelerle yapılmış olan yapılarda bir girişimler olduğu, fakat gerekli yatırım yapılmadığı, veya bir yere kadar getirildiğini, çok tutulmadığı, gerek ticari kaygılar, gerek yapımda alışkanlıklar engel olarak bahsedebiliriz. Ancak potansiyel var, artık Çin'de 19 günde yapılan 54 katlı yapıdan bahsedebiliyoruz.

Türkiye'deki depremle ilgili kısıtlamalardan bahsetmek gerekir, belli kattan sonra çok pratik olmaması, hibrit olarak çerçeve artı prefabrik gerektiği, prefabrik olarak banyo pod'larının oluşturulup bunların şantiyeye getirilmesi konusunda ise bunun için pazarının oluşması, bir piyasa ihtiyacı ön yatırım gerektiren şeyler olduğu için bir çelik imalatçısı her proje için sıfırdan bir mobilizasyon yapabiliyor ancak tekrar tekrar tuvalet, mutfak gibi parçaların önden yapıp getirilmesi durumu için ise böyle bir şeyin oluşması için piyasa oluşması gerekiyor ve vizyon gerekiyor.

S3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

C3: OSM en yaygın olarak Türkiye'de prefabrik betonarme yapılarda var. Özellikle endüstriyel yapılar havalimanlarında P-Plak döşeme elemanları çok kullanıyoruz veya döşeme elemanları, cephe elemanları, çatı elemanları, kiriş, kolon ve bunun gibi bir çok sistem var.

Çelik Türkiye’de özellikle çok geriden takip ediliyor. Modüler hafif çelik sistemler var, Avusturalya’da, İngiltere’de bir çok sistem var, fakat bunlar bile ev tarz yapılar için kullanılır ama orada da bir şekilde çok yaygın değil, prefabrik sayılabilecek çelik döşeme sistemleri var. Hepsi parça bazlı, yapı modüler olarak çok değiller.

Havalimanlarında zaten olması pek mümkün değil, nitelikli ve 3 boyutlu tasarımdan olmasından ve iddialı yapılar olması gerektiğinden ve organik yapılar olduğundan zaten hepsi birer özgün sanat eseri olarak düşünüldüğü için pratikte olabileceğini düşünmüyorum. Hangar yapılarında da katalogdan seçilen prefabrik elemanlar var, 40-50 mt’ye kadar açıklık geçilen yapılar optimize edilmiş çok hafif yapılar var ama endüstriyel.

S4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

C4: Müşteri ilgisi olması için piyasanın ve ortamın olgunlaşması gerekiyor veya yurt dışında kutu kutu OSM’lerin yaygınlaşmasının nedeni ABD’de, New York’ta özellikle montaj sırasında hızlı olması inanılmaz kazanç getirmesidir. Çünkü sahada özellikle sokakları kapatmak, mobilizasyonda şehir ortasında inşaat ofisleri veya şantiye işletmek çok pahalı. Normalde bir kaç ay, bir kaç hafta gelen kazançlar bu sistemleri karlı hale getiriyor. Türkiye’de ise böyle bir kazanç gerektiren bir gereksinim yok.

S5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

C5: Bizim otoparklar OSM denilebilecek prefabrik betonarme yapılarla yapılan yapılar tercih ediliyor, ekonomik olduğundan tercih edilebiliyor. Medine’de yapılan hangarlardan bahsedersek, bir kaç bilinen firma var, *off-site* önden tasarlanıp getiriliyor ama bu tamamıyla hazır bir şey değil, getirilir yapılır sonra tabi ince işlerinin yapılması gereken sistemler bunlar.

Genellikle özel imalat olduğunda belirli bir sistem dahilinde tasarım yapılması gerekiyor, askların belirli bir kısıtlamaları oluyor. Gelebilecek yüklere göre belirli eleman kesitleri değişebiliyor. Onun için neredeyse ön tasarım veya çok kaba leke çalışmasından sonra bu tür *off-site* sistem diyebileceğimiz ya da prefabrike sistemlerin üretici tarafından kendilerinin bir tasarım süreci oluyor. Onlar mimari veya planla mümkün olduğu kadar uyumlu bir yapı tutturup o onların önerisiyle projeler geliyor. Çok mühendisler kalkıp da kataloglardan eleman seçmesi çok zor değil.

Otoparklardaki açıklıklar bile tamamen üreticinin kendi elemanları bazlı olarak 8 m-16 m kısıtlamaları olabiliyor, aks bazında bile etkisi oluyor.

S6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

S7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

C6-7: Katalogdan seçip yüksek yapılarda kullanılabilecek modüler büyük elemanları direk kullanmak İstanbul'da çok zor, çünkü çoğunda Türkiye gibi ülkelerde yüksek yapılar tipik sistemlerdir, betonarme bir çekirdek etrafında yerinde dökme kolon kirişler veya çelik-kolon kirişler. Bunlar tamamen projeye özel çözümlerdir.

Tabi burada metrekare ticari olarak önemli kazandığı için orada tamamen metrekare odaklı az önce dediğim gibi otoparklarda sisteme uygun tasarım yapılırken, burada tamamen ticaret odaklı, metrekareye yönelik çözüm yapılıyor. Bir çalışma oluyor bunları maksimize edebilmek için tamamen özel kesit-kolon-kiriş ne gerekiyorsa biraz mimari ve ticari ihtiyaçların öne çıktığı bir yaklaşımla o tipiklik mümkün olmuyor.

S8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü üretirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

C8: Eğer zaten yerleşmiş bir sistemse çok daha kolay olur, çünkü o firma yönlendirici olur kendi sistemiyle ilgili; ama eğer konut bazlı diyorsak da zaten sıfırdan bir neredeyse teknoloji geliştirmek durumunda kalıyorsunuz. Çünkü yurt dışındaki sistemleri çok olağandır deprem sonrasında ahşap yapılar Norveç'ten kit olarak getirilenler, hafif çelik yapılar çok moda oldu, hala da satılıyor, Türkiye şartlarına uydurmak için çok bir çalışma gerektiriyor. Çünkü oradaki gerek inşaat alışkanlıkları olsun, gerek değişik mimari ihtiyaçlardan dolayı illa bir modifikasyon gerekiyor veya en basitinden deprem yüzünden modifiye edilmesi gerekiyor.

O yüzden öyle bir sistem geldiğinde bir ön Ar-ge çalışması yapılması gerekiyor, karlı ve mantıklı bir hale getirebilmek için oturup ki bahsettiğim çalışmada mimar, mühendis, makineci özellikle makineci o parçaların asma tavan yükseklikleri

detayların çözülmesi gerekiyor. Yoksa zaten mantığına aykırı bir şey oluyor, herşeyi yap sonradan mekanikçi gelsin girsin mantığı modülerliği kalmıyor o zaman.

S9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

C9: Bahsettiğim gibi belediyelerde AB'deki fonlarından faydalanmasının getirdiği şartlarda zorunluluk hali var. Türk inşaat sektörü yurtdışında zaten iş yapıyor, yurtdışında bizim gibi iş yapan firmalar bu durumlarla karşı karşıya kalıyor, şartnamelerde BIM teknolojileri kullanılacaktır şartı var. BIM odaklı konuşuyorsak o bakımdan kısa olmasa da orta ve uzun vadede zaten Türkiye inşaat sektörü %15-20'i sayılıyor ve buna dayanmış bir ülke olarak da ister istemez bunu bir şekilde adapte olup benimseyeceğiz ya da o adapte olamayan şirketler yok olacaklar, dünyada da bu böyle. O bakımdan şuan tam geçiş dönemindeyiz.

S10: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

C10: Yurtdışındaki örneklerle karşılaştırdığımız zaman, prefabrik olarak düşündüğünde Türkiye aslında çok ileri. Çünkü çok pratik bir bilgi var. Türk firmaları inanılmaz çok iş yapıyor aslında büyük firmanın alt yüklenicisi olduğu için çok haberimiz olmuyor, gidip de büyük bir projenin alt yüklenicisi olarak çok iş yapıyorlar. Azerbeycan'da olsun, Türkmenistan gibi ülkelerde büyük yatırımlar var, olimpiyat stadları olsun, havalimanları olsun bizim örneklerimizde olduğu gibi ve bu çok nitelikli yapıları yaparken zaten know-how ediliyor yoksa da edinilmek durumunda kalınıyor her ne pahasına olursa. Çok da yaratıcı çözümler oluyor. Dia'nın bir inşaatında, Zaha Hadid'in Bakü'deki Heydar Aliyev Centre'da, cephede kaplamalarla ilgili modüler ve yine tek tek o parçaların yerleşmesiyle ilgili bir ön çalışma, off-site ve modüler sayılabilecek, Türkiye'de imal edilmiş tek tek tüm parçalar 3D modellenip yerine getirilmesindeki pozisyonlarına kadar önce önden tekrar tasarlanmak durumundaydı. Orada çok önemli bir know-how yaratıldı.

S11: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

C11: OSM biraz mal sahibi ve mimarlardan kaynaklanacak bir durum. Bana sorarsanız mimariden çok, bahsettiğim, ismini vermediğim, yatırım yapan firmaların kendi motivasyonları, ticari kaygıları öne çıkarak, inşaat sürecindeki riskler ve maliyetleri kontrol altına almak için modüler yönelimlerine düşünceleri var, çok böyle uzay

mekiği bir şeyler değil ama pratiğe geçirebilmek için bunu benimseyip, yatırım yapıp sonunu görecektedir kadar bunu itekleyebilecek daha görmedim ben. İmkansız değil yapılmış da bir şey Türkiye’de zaten. Bunu aslında yapabilecek mimari altyapı da mühendislik de var sadece parayı verenin istemesi gerekir. Genelde işler böyle oluyor bu BIM’de de aynı konu. Niye yapılsın çünkü isteniyor, başka türlü kendim iyi bir şey buldum yapayım onun riskini kimse almaz, piyasanın ihtiyacından doğan bir şey olmalı veya Zaha Hadid gibi mimarlar tamamen tersine gidip gittikçe pahalı yapılar, zaten insanların yadırgadığı durumu, yaptığı yapıların birim maliyetler normalin 2-3 katı ama bir anlamda da enteresan yapılar.

EK-A2: Firma B Röportaj Transkripti

Çizelge A.2 : Firma B Röportaj Bilgileri (Temiz, 2015).

Firma B Röportaj Transkripti	
Profesyonellik	Mimarlık Firması
Katılımcıların Sayısı	2
Röportaj Tipi	Yüz yüze Görüşme

S: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır?

C: Bu firma 2009'dan beri faaliyet gösteriyor. Her ölçekte tasarım yapıyoruz; kule projesinden, kentsel dönüşüm projelerine, hastane projesine, iç mimariden, mobilya tasarımına değişik ölçeklerde proje geliştiriyoruz. En önemli özelliklerimizden biri, iki ortak olarak ikimizin de çok önemli yurtdışı tecrübeleri söz konusu, onları Türkiye'ye taşıyarak, mimarlık platformunda farklı bir tasarım çizgisiyle, standart dışı projeler yapmamızdır. Özgünlüğe önem veriyoruz, son teknolojileri genelde kullanıyoruz. Tasarımdaki üretim metodlarından, projenin üretim metoduna, şantiyeye kadar yansıyan farklı süreçler yansıtıyorlar.

S1: Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini tasarımlarınıza nasıl entegre ediyorsunuz?

C1: Türkiye'de genel olarak ofislerde üretim metodlarına baktığımızda genelde *AutoCAD*, *Photoshop* ve *SketchUp* üçlüsü olarak ilerlediğini görüyoruz, ancak bizde neredeyse elemize edilmiş haldeler. Ana aracımız *Rhinoceros*'tur, *Rhinoceros* öncesinde daha *free form* arayışlarımız varsa ya da daha farklı *complexity* arayışımız varsa *Maya*, *3Ds Max* gibi programlarda 3D eskiz diyebileceğimiz eskizleri geliştirip, ana geliştirici aracımız *Rhinoceros* üzerinde ilerliyoruz.

Rhino'ya eklediğimiz eklentiler ya da software'ler bulunmaktadır; *Grasshopper*, analizleri gerçekleştirdiğimiz *Ecotech* gibi. Çoğunlukla konsept ve avan proje süreçlerinde bu paket içerisinde ilerleyebiliyoruz. Buna ek olarak kendi içlerimizde geliştirdiğimiz, bir yan kuruluşumuz var, *Rhinoceros* tabanlı kendi yazılımımızı da geliştiriyoruz. Daha kolay bir şekilde, özellikle cephe üzerinden gidersek, cephe tasarım konusunda bağlantı detayları ve onun çizimini bize üretebilecek, şuan ileri seviyede olmasa da basit aşamada da olsa geliştirdiğimiz bir yazılım bir yandan bize süreçte destek oluyor.

Onun haricinde projeler geliştikçe *Revit*'i işin içine dahil ediyoruz. *Revit* olayı ile birlikte BIM'in esas içine girmiş oluyoruz ama Firma B'deki en önemli döngü, *Revit* ya da *Revit* benzeri başka bir program kullanmak değil de tasarımın ilk eskizinden başlayarak bütün üretimlerde içinde bilgi barındıran ve bilginin direk bir sonraki aşamaya aktarılması olan bir tasarım sistemidir. Biz şöyle diyoruz; “*from concept to construction*”.

Rhino'ya ek olarak yani onunla paralel şekilde kullanılabilecek, ona rakip aslında biraz da, *Dinamo* var, *Revit* bazlı *Grasshopper* yerine geçen ama *Revit*'in kullanımını kolaylaştıran bir araç. Bunu da ekip yavaş yavaş öğrenmeye başlıyor. Bu ikisi paralel gidip projenin durumuna göre hangisi elverişliyse onu seçip öyle ilerliyoruz. *Revit*, konsept sonrası aşamalarda, uygulama projesi de dahil olmak üzere kullanıldığında bize mühendislerle avantaj sağlıyor. *AutoCAD* kullanıyor muyuz, kullanıyoruz ama bizim için sadece bir *export*'tur; yani sadece paylaşım için kullanılan bir araçtır. Koordinasyona yönelik olarak kullanırız, mühendis ekibi diğer araçları kullanmadığında *AutoCAD* üzerinden paylaşıyoruz, bizim gönderdiğimiz dosyayı altlık olarak kullanıp kendi bilgilerini işleyip bize gönderir ve biz de o veriler üzerinden kendi sürecimiz ile devam ederiz.

Çoğunlukla mühendisleri BIM tabanlı programları ve yöntemleri kullanmaya teşvik etmeye çalışıyoruz; kullansınlar, kullanmıyorlarsa da bir şekilde yavaş yavaş entegre olsunlar diye. Ancak gerçekten hiç kolay bir süreç değil. Çünkü, ofislerinde 5-10 tane program almışlar belki, ama kullanılmıyor, kullanmasalar bile bazı mühendislerde şöyle bir şey oluyor, diyelim ki *Revit*, *IFC* üzerinden paylaşım yaptığı için diyelim ki, mühendis *Tetra* adında strüktürel bir program kullanıyor, bu program da *IFC* üzerinden paylaşım yaptığı için direk modelimizin içine koyabiliyoruz. Yazılımın içine aldığımızda ölü bir geometri değil de, üzerinde işlem yapabildiğimiz verilere dönüşebiliyor. Bunlar işin yazılım ve sanal dünyada gerçekleşen kısmında oluyor ama hepsi de gerekli ki sonuçta manufacturing kısmına geçmesi de, bilgisayar da zaten simule edilmiş olan bir projenin üretime geçmiş olma durumu oluyor.

S2: Mass Customization (MC) yani kitlesel özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) diğer bir deyişle şantiye dışı üretim hakkındaki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

C2: Projelerimizde aslında kullanmaya çalışıyoruz. Ama bazı projelerde tabi zor, projelerimizin çoğu uygulama aşamasına yeni geçen projeler, hatta şuan şantiye aşamasında olan da var. Çok küçük bazlı mesela bir firma için mobilya çalıştık; *Waffle Structure*'lı bir mobilya üretiliyor. 3 boyutlu *Rhino*'da tasarımı yapıldı, tasarımı yaparken *Maya*'da kullandığımız araca benzer olarak *Rhino*'da *T-spline* kullanıldı. *T-Spline*'dan *free form* elde edilip *Waffle Structure*'a döndürülüp, *Waffle Structure*'dan üretim yapıldı, oldukça büyük de bir mobilya parçası ve önümüzdeki hafta açılıyor olacak. Şuan üretimde olan küçük ölçekli olarak bu örnek var.

Ama bütün bu metotları şuan uygulama aşamasında olan projelerimizde uygulaması var, mesela kule projemizin cephesinden bahsedebiliriz, öyle bir şey ki her panel birbirinden farklı aslında, tipik bir yapım stratejisi var ama o stratejiyi her tarafa yayman gerekiyor ve her panel birbirinden farklı oluyor. Her modülü farklı üretebildikleri gibi, yani farklı üretebiliyorlar da binlerce kalıp üretmeyi dert edinmiyor, çünkü ben bunu en fazla 3 defa kullanacağım, 3 defadan sonra tekrar üretmem gerekecek ve olayın geneline bakıp böyle üretebiliriz diyor.

Off-site üretilmesi gerekenler için cephe üzerinden örnek verebiliriz. Firma gidiyor kendi modüllerini oluşturup, kalıplar doğrultusunda, kendi üretimini yapıp, sonra tırlarla sahaya getirip, teker teker takma işini yapıyor. Yine bu iki metodun kullanılacağı en son bir yarışma vardı, orada ödül aldık, küçük çaplı *pavillion* ölçeğinde bir proje. Şimdi projeyi inşa etmek istiyorlar, yine aynı metotlar kullanılacak. *Off-site* şekilde çelikleri üretilecek, MC olarak daha çok panel boyutları ve panel üzerindeki *patternlerin* üretilmesi söz konusu olacak ve daha sonra *puzzle* gibi yerine getirilip montajının yapılması ve inşa edilmesi olacak. Bunları üretime yönelik örnekler olarak gösterebiliriz.

S3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

C3: Genel hatlarıyla konuştuk, bizim firmamızın kültürü ve bunun içinde yazılımların nasıl kullanıldığı ve bizim yazılım konusunda nasıl katkıda bulunduğumuzdan az çok bahsettim.

S4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

C4: Müşteri ilgisi Türkiye'de gerçekten çok çok az. Proje yönetim firmaları var ya da proje şartnamelerine bunları sokmaya çalışan firmalar söz konusu, biz de bunlardan biriyiz. Bir projenin şartnamesi oluşturulurken, özellikle uygulama ve ihale

şartnameleri oluşturulurken bile BIM dediğimiz kavramların işin içine girmesine yönelik elimizden geleni yapıyoruz. Bize ne getiriyor, öncelikle öngörü getiriyor ve mimarın kontrol ve katılma kat sayısını arttırıyorsun. Bunun için çalışıyoruz, bazen görüyorsun şartnameye BIM yapılacaktır diye bir cümle eklenmiş. Tek bir cümleyle BIM yapılmıyor, bir cümlede bu projede BIM yapılacaktır diyemezsin. Nasıl mimari proje açıklaması kalem kalem açılıyorsa, BIM'in de açılması gerekiyor. Bu sorunlarla uğraşıyoruz, genelde herkes eski usul alıştığı yöntemlerle devam etmeyi tercih ediyor. Para ve zaman kaybettiğini ve emek kaybettiğini bilmiyor, yaşayarak tecrübe ediyorlar bizimle birlikte.

Bir kaç projemizde bunun için gerçekten savaş veriyoruz, kullanılsın, yapılsın, ve proje uygulama, inşaat aşamasında da yapılsın diye. Projenin kontrolü sonrasında, maliyetlerin, proje sürecinin kontrolü olarak devam ediyor. Ama süreç yavaş yavaş düzelecektir, bir kaç seneye çok iyi aşamada olacağımızı düşünüyorum.

S5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

C5: Az çok bahsettik.

S6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

C6: Kalifiye işçi diye bir şeyin olması gerekiyor. Ama şöyle, *off-site* çalışmalarda, projenin ölçeğine bağlı olarak değişiyor, ya fabrikada ya da atölyelerde üretim sözü konusu oluyor. Kalifiye işçi sayısı azalıyor ve doğal olarak kalifiye olma oranı artıyor, 100 kişi yerine belki 5 kişi çalıştırıyorsun belki ama, o 5 kişinin bilgi düzeyinin fazla olması gerekiyor. Makinelerle üretim gerçekleşiyor, ama belli durumlarda makine oranı daha fazla insan gücü oranı çok daha az olurken bazen de tam tersi olabiliyor, projenin tipine göre belirleniyor.

Malzeme fireleri için ise, kalifiyeliği mimar açısından ve üreten kişi açısından esas orada ortaya çıkıyor. Kar etmek istiyorsa ya da fire oranlarını azaltmak istiyorsa malzeme kullanımında akıllı planlamaların yapılması önemli oluyor. Eğer sen *CNC* ya da *Lazer Cut* ile bir şey üretiyorsan, sonuçta orada planlamanın en önemli yanı, gerçekten sana verilen bir canvas ise o canvası nasıl kullandığınla ilgili oluyor. İçine bir tane eleman da koyabilirsin, ya da akıllı planlayıp 100 tane de eleman koyabilirsin.

Orada aslında süre değişmiyor ama malzeme kaybını ona göre kontrol etmiş oluyorsun.

Off-site'ın *on-site*'ı var, *off-site* üretiyorsun ama *on-site*'da onu bir araya getiriyorsun. Orada işte kalifiye elemanın önemi oluyor. Ama burada müteahhit firmanın elemanları, bazen bir müteahhit firmanın projenin ne standartlarda üretildiğini bilmeden de işi aldığı oluyor, bu durumda hepimize görev düşüyor. Onların nasıl bir işçi sınıfıyla çalışması gerektiği konusunda bilgilendirilmesinden tut, gerekirse direk önerilerin yapılmasına kadar. Çünkü, Türkiye'de çok bir ilişki zinciri yok. Türkiye'de çok sıklıkla yerinde dökme (beton) binalar yapılıyor, çeliğin bile kullanımı çok sınırlı. Betonarme'de 5 cm'den 15 cm'e kadar sapma durumu olabiliyorken, çelikte öyle bir şey yok. Yapıma hakim olabilmek için de BIM tabanlı bir programla simule edilmesinin daha çok gerekliliği doğuyor.

S7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

C7: Oda bazlı tip üretimler olabiliyor, ama bir de yapı elemanları, eğer çelikte yapılıyorsa strüktür de off-site bir kavram olabiliyor, cephe de, özellikle cephe off-site bir kavram. Ama mekansal olma durumu daha farklı bir durum, bende ise daha çok tasarım odaklı bir durum bu.

S7-1: Toplu konut projesi geldi ve eş dönemde bir üreticinin de katalogu geldi, bu katalogdan uygun bir banyo podu gördünüz. Bunu o projeye entegre edelim dediğiniz bir durum oldu mu?

C7-1: Öyle bir durum hiç olmadı ama tersten benzer bir şekilde, bir firma onlar için bir katalog oluşturmamızı talep etmişti. Daha sonra ilerlemedi ama ilginç bir fikirdi. Modüler bir şekilde bir araya gelebilecek konut projesi oluşturulmasını planlıyorlardı. Mass customization'un hacimlere yönelik hali gibi, yapıya dönüşmesi gibi. Biz orada tasarımcı olarak işin içine dahil edilmek istenmiştik, olmadı ama fikir olarak ilginçti.

Genelde bir firmadan modüler bir eleman seçip, o eleman ne olabilir diye düşünüyorum, bir şeyin kaplaması olabilir, o kaplamayı yorumlayıp ilişkilerini, farklı şekillerde nasıl bir araya gelebilir diye düşünüp, bütün olasılıkları oluşturup kullanabiliyoruz ama şimdiye kadar hiç hacim bazlı olarak yapmadık. Tabi önemli

olan yapıp yapmamak değil de onun mantalitesi. Bugün yapmazsın yarın yaparsın. Öyle bir modül gelse bile biz onu kesin süreçte tamamen değiştiririz.

S8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü üretirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

C8: Sürekli oluyor. En kolay örnekler genelde iç mekan üzerinden verilebilecek örneklerdir. Bizim dik açılı (orthogonal) çalıştığımız zamanlar oluyor ama genelde içinde özgün bir küçücük bir çizgi farklılığı bile üreticide bir anda büyük bir sorun teşkil ediyor; nasıl olacak, o kapak nasıl açılacak gibi sorular geliyor. Üreticiler kendi standartlarının dışına çıktığında sorunlar yaşıyor. Genelde de onları çözmek için uğraşılıyor. Bu tür sorunları da genelde iç mekanlarda yaşadık. Dış mekanda da örneğin bir pencereyi çizdiğinde bir boşluğun vardır, sonra onun içine koyarsın, onu yere düz koymak yerine belli bir derece döndürerek koyduğunuzda yine bütün herkes ne yapacağını şaşırıyor ki yapmak istedik. Çanakkale’de bir yazlık konut sitesi projemiz var, şuan uygulama projesi aşamasındayız. Mimari olarak, müşteri dolayısıyla yaklaşım olarak taş evlerden oluşuyor, ama katabileceğimiz avangard, oradaki iklimle uyumlu çözümler bulmaya çalışıyoruz.

Pencereyi belli bir açıyla koymak istedik, sebeplerini kesinlikle anlamadılar, ne müşteri ne üretici. Onun doğraması nasıl gelecek, doğramayla boşluk arasındaki boşluklar nasıl doldurulacak konusunda büyük sorunlar yaşandı. Biz önerdiğimiz her şeyi çözümleriyle birlikte sunuyoruz ama üretici kendi standardı dışına çıktığı için ne yapacağını şaşırıyor tabi. Ama seviyoruz böyle zorlukları ancak böyle geliyor, yoksa aynı şeyi tekrar etmeye gider.

S9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

C9: Az da olsa bahsettim aslında da Türkiye’de bu yaklaşım ofislerde de çok az. Kullananlar da mekanik olarak kullanıyorlar. Aslında bu işin en başından var olması gereken bir düşünce sistemi, bunu mekanik olarak kullanırsanız %10-15 faydasını görüyorsunuz. Ama bunu her evresine yayarsanız ve sizinle birlikte bu işe dahil olan ki bunu sadece mimar yapmıyor, mimar bu işin %30-40’ını maksimumda oluşturuyor. Mimari olarak ana kontrol sizindir.

Ama işte bu anlayış çok yayılmadı, yaptıkça yayılıyor. İnşaat sektöründe de yavaş yavaş BIM kullanılmasına yönelik ihalelerde, şartnamelere BIM kullanılmasına yönelik maddeler eklenmeye başlandı. Kötü bir başlangıç ama başlangıç sonuçta. Mühendisler bakarsak, özellikle deprem bölgesinde olduğumuz için İstanbul bazlı konuşuyorum, bir türlü betonarmeden vazgeçilemiyor. En iyi yapmayı bildikleri o, o yüzden betonarme üzerinden hep gidilip, hibrit çözümler bile çok az, yavaş yavaş içine çelik entegre edilmesi bile çok az. Çelik üzerine uzmanlaşmış da çok az firma var. Çelik üzerinde uzmanlaşma çok gelişmemiş. Bunun sebebi de safe site'da kalmaları. Diyelim ki inşaat mühendisine yüksek katlı bir proje geldiğinde hiç bir zaman ofis tek başına çözemiyor, danışmanlıklar alması gerekiyor. Kandilli'den tut, belli hocalar var, belli datalarının onayını alıp sonrasında o datalar doğrultusunda verileri sistemine sokuyor ve sonrasında taşıyıcı sistemi çözüyor. Betonarme bazında bütün datalar, analizler, bu sistem o kadar iyi gelişmiş ki, çelik çok geride kalmış. Çeliği yorumlayabilen mühendis sayısı çok az, bu da doğal olarak sektörü etkiliyor.

Çelik üretiminin de az olması, bir fabrika kurulması ihtiyaç doğrultusunda birbirini etkiliyor. Zincirleme ilişkiler doğrultusunda devam ediyor ve tabi maliyetleri de etkiliyor. İş veren de niye çelik yapayım binamı, o zaman betonarme yapayım diyor. Bu birbirlerini etkileyen bir döngü haline geliyor ve sonunda da mimara da betonarme yapılacak deniliyor.

En büyük potansiyelleri bir konu, yapım sürecini etkileyecekler, diğer bir konu ise, özellikle inşaat sektöründe şantiye aşamasında maliyetlerin kontrolünden tut, yani ekonomik boyutundan tut, gerçekten süreç kontrolüne kadar hepsinde hakimiyet sağlıyor. Bilgisayardan iş programı oluşturuyor, iş programı üzerine gecikmelerden daha ne kadar ileride gecikmelere sebep olabileceğini görebiliyor. Size bir kaç milyon liraya daha mal olacak diyebiliyor. Bu da yatırımcı ya da müteahhit için çok önemli veriler. Gerekirse işçi sayısını arttıracak, kalifiye eleman sayısını değiştirecek vs. hepsinin çözümlerini daha baştan onu görebilme, farkında olabilme olasılığını veriyor. Proje bilgisayarın içindeyken oradaki çakışmayı ya da hatayı görebiliyorsa, üç sene sonra proje yapılırken başında nasıl sonuçlanacağını görebiliyor.

Bize en çok üretim ve yapmak istediğimizi istediğimiz gibi yaptırmak söz konusu oluyorken onlara da diğer bağlamda yardımcı oluyor, inşallah da artacak.

S10: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

C10: Çoğu kişi yurtdışından gelerek bunları yapıyor, benim şahsım adına da Çin’de, Dubai’de çeşitli projelerdeki yurtdışı tecrübelerimden geliyor. Yapım tekniklerini ve piyasayı zorlayabilecek farklı yapım teknikleri söz konusu. Onlara cevap verecek ilk etapta bilgisayar yazılımlarının gelişmesi gerekiyor. Onunla birlikte sektörü etkileyerek onları üretebilecek kişilerin ortaya çıkması gerekiyor.

Ya da birileri var ama başka tarz üretim yapıyorlar, elindeki makineler biraz geliştirilip senin yapmak istediğine cevap verebilir, o durumla o kişilerle görüşüp onları ve teknolojilerini geliştirebiliyorsun. Böyle böyle hem teknoloji geliyor hem de sen yapmak istediklerini gerçekleştirmeye başlıyorsun. Biz de o yüzden Salon Technologies’i geliştirmeye çalışıyoruz. Küçük küçük adımlar da olsa git gide büyük adımlara dönüşüyor. Yurtdışından bir sürü mimar, mühendis Türkiye’de yer edinmeye çalışıyorlar, aslında bir nevi bilgilerini paylaşmaya çalışıyorlar. Ama bizim mühendislerimiz, mimarlarımız gerçekten çok iyi sadece konuya ilgi duyup farkındalıklarını arttırmaları onun içinde var olmaları gerekiyor. İçine girince de en iyi şekilde çözümler çıkabiliyor. Yurtdışı ortaklıklarla daha iyi beslenebiliyor. Ama bu kültür çok yeni oluşuyor ve yeni yeni geliyor. Ama hızlı ilerliyoruz. 5 sene neler konuşuluyordu, şimdi daha farklı konular konuşuluyor. Genel olarak iyi bir gelişme söz konusu.

S11: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

C11: Biraz önce bahsettiklerim üzerinden konuşursak, okullarda eğitimin bir şekilde entegre olmasını, eğitimde de bu farkındalığın artırılması gerektiğini düşünüyorum. Öğrencilere sonuçta, mimarlığı felsefesini bilmek var, bunu her mimarın bilmesi gerekiyor. Ama bir seyleri somutlaştırmak istiyorsak da çağı yakalayarak devam etmemiz gerekiyor. Kalemle çizerek de bilgini aktarabiliyorsun ama daha kısa sürede daha çok kişiyle iletişime gelip daha çok bilgi aktarmak istiyorsan ona göre yeteneklerini geliştirmen gerekiyor, ona göre de araçlarını geliştirmen gerekiyor. Autocad kullanıcıysan erişebileceğin çemberin belli, ama BIM bazlı oluşturulmuş programlar kullanıcıysan erişebileceğin zincir farklı. Öğrencilerin de eğer bu mesleğe ilgi duyuyorlarsa bu konularda daha iyi eğitilmeleri gerektiğini düşünüyorum. Tüm bu entegrasyonlar eğitim sisteminden başlıyor.

EK-A3: Firma C Röportaj Transkripti

Çizelge A.3 : Firma C Röportaj Bilgileri (Temiz, 2015).

Firma C Röportaj Transkripti	
Profesyonellik	Mimarlık Firması
Katılımcıların Sayısı	2
Röportaj Tipi	E-mail Yolu ile Görüşme

S: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır?

C: Firma C, 1987 yılında daha önce başladığı mimarlık kariyerinin devamı olarak, 2004'ün Mayıs ayında İstanbul'da kuruldu. Kuruluşundan bu yana, elli kişinin üzerindeki ekibiyle, Türkiye'nin önde gelen mimarlık bürolarından birisi haline geldi. Bu süreçte birçok önemli ve prestijli yerel ve uluslararası projede yer aldı.

Ayrıca, ofisin yoğun programı el verdiği ölçüde, akademik ortamda da varlık göstermeyi amaçlıyoruz. Firma kurucu mimarımız, birçok mimarlık fakültesinde aktif olarak konferans, jüri üyeliği ve atölye yürütücülüğü görevlerinde bulunmuştur.

S1: Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini tasarımlarınıza nasıl entegre ediyorsunuz?

C1: Öncelikle, 'Teknolojik yaklaşım' tabirinin çağrıştırdığı anlamların insanda ister istemez bir duraksama yarattığını söylemek gerek, bunun yerine proje sürecinde ne tür teknikler kullandığımızdan, ya da hangi teknikleri kullanmadığımızdan bahsedebiliriz belki. Kullandıklarımızdan başlarsak: tasarım ve projelendirme sürecinde eskiz, el çizimi ve maket gibi mimarların uzun bir zamandır aşına olduğu anlatım tekniklerini sıkça kullanıyoruz, bu tür geleneksel ifade araçlarını tamamen terk etmiş değiliz. Fakat bunun yanında çok daha yoğun olarak CAD yazılımlarını, 3 boyutlu modelleme-görselleştirme programlarını, kullanıyoruz. 'Bugün bunları kullanmayan bir firma kaldı mı?' diye sorabilirsiniz kuşkusuz, fakat içinde bulunduğumuz sektörün çizim masasından bilgisayar ekranına geçişinin henüz sadece 20-25 yıllık bir geçmişinin olduğunu akılda tutmamız gerekiyor. Kullanılan teknik araçların imkanlarında ustalaşmak için gereken içselleştirme sürecine muhtaç olduğumuzu görmek için bizce bu bilgi önemli. Sadece cafcıflı imajlar ve etkileyici animasyonlar oluşturma konusundaki bir ustalaşma değil kastettiğimiz, aynı zamanda şantiyedeki imalatın doğruluğunu ve güvenirliliğini sağlayacak çizim ve dokümanların nasıl oluşturulması

gerektiğine dair oldukça karmaşık bir sürecin de ne şekilde idare edileceği ile doğrudan ilişkili bir konu bu.

Genelde projenin ilk aşamasından itibaren iki boyutlu ve üç boyutlu çizimlere aynı anda başlıyoruz ve projenin son aşamasına kadar bu iki mecrayı sürekli güncel tutmaya gayret ediyoruz. Projenin son aşamasına gelindiğinde 1/1 ölçeğe kadar inceltilmiş 2 boyutlu çizimlerin yanı sıra, malzeme ve detaylar hakkında oldukça ayrıntılı bilgi veren bir model oluyor elimizde. Bunun yanı sıra ilk aşamadan başlayarak farklı ölçeklerde çalışma maketleri de yapıyoruz. Sonuçta bu değindiğimiz ortamların hepsi bir temsil imkanı sunuyor, tasarım sürecinde tek bir temsil ortamına mahkum olmak daima tehlikelidir. Zira binanın bitmiş halinin imgesine yönelik doğru öngörülerini oluşturmak için farklı ortamlardaki temsillerine bakmak ayıltıcı oluyor. Bunlar henüz farklı merceklerin görünür kıldığı çeşitli imajlar toplamıdır. Ve bu kadar karmaşık bir süreçte mutlaka defalarca sağlama yapmak gerekir.

Az önce sözünü ettiğimiz iki ve üç boyutlu mecraları bir araya getiren programları da birkaç defa kullanmayı denedik, ancak bunlardan bir türlü yeterli verimi alamadığımız için bu denemelerimiz uzun sürmedi. Başka bir şekilde söylersek, şimdilik ofiste BIM türü yazılımlar kullanmıyoruz. Bunun birkaç nedeni var. İlk olarak, BIM yazılımlarının ihtiyaç duyduğumuz düzeyde esneklik sağlamadığına inanıyoruz. Galiba bu inancın ardındaki en önemli neden söz konusu programların 2 veya 3 boyutlu çizim yapan kişinin sahip olduğu soyutlama düzeyini belirleme imkanını kısıtlaması. Çizerken ve tasarlarken farklı temsil katmanları oluşturuyorsunuz ve bunu yaparken çizimin soyutluk derecesi tamamen size bağlıdır. Basit gibi görünen eskizlerin beyinde ne kadar karmaşık süreçlerden geçtiğini görsel araştırmalar da sürekli doğruluyor. Örüntüleri kavrama ve buna dayanarak soyutlama seviyeleri arasında geçiş yapma her türlü mimari çizimin esasıdır. Ve bu şekliyle de ne kadar hataya açık olursa olsun beyinde olağanüstü karmaşıklıkta işlemler gerektirir. İnsan beyninin çizim yaparken çoğunlukla fark etmeden belirlediği soyutlama düzeylerini taklit edebilecek bir yazılım henüz icat edilmedi -ya da edildiyse de henüz biz bilmiyoruz. Tabii bizim yöntemimizin hatasız olması için daha yoğun bir dikkat ve emek gerekiyor, ama galiba en azından bir süre daha bu emeği harcamak zorundayız. İkinci önemli neden ise BIM yazılımlarının önerdiği şekilde bütün bilgiyi ve temsil katmanlarını tek bir ortamda buluşturma fikri, az önce tarif ettiğimiz 'projeyi farklı temsil ortamlarında paralel

olarak geliştirme' yöntemine uygun düşmüyor. Bu nedenle de BIM yazılımlarını kullanmıyoruz.

Öte yandan, proje sürecinde tasarım kararlarını oluştururken imkanlarımızı daha iyi görebilmek için bilgisayar destekli parametrik analiz yöntemlerini sıklıkla kullanıyoruz. Özellikle iklim ve çevresel koşullara optimum ölçüde cevap verebilecek tasarımlar için bu tür analizler çok yararlı oluyor.

Ve son olarak, grafik ve görsel oluşturma ve bunlara müdahale etmeyi sağlayan programları ve nihayet animasyon ve film gibi kurgu gerektiren anlatım tekniklerini de pek tabii ki kullanıyoruz.

S2: Mass Customization (MC) kitlesel özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) diğer bir deyişle şantiye dışı üretim hakkındaki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

C2: Off-site Manufacturing (OSM), ya da Türkiye'deki inşaat sektöründe daha sıklıkla kullanılan şekliyle söylersek, prefabrike imalat doğru bir iş akış ile planlandığı takdirde inşaat sürecini hızlandıran ve imalatın presizyonunu artıran bir yöntemdir. Hele mimarın ortaya koymak istediği imge bu tip bir imalat yöntemi ile uyuyorsa, mesela tasarımda tekrar eden modüler unsurlar varsa, tabii ki tercih edilir.

Ancak prefabrike imalatı tercih etmek için, sadece mimarın değil, inşaat sürecine dahil olan bütün aktörlerin, yani yatırımcı ve yüklenicinin de ne yapmak istediğini işin başında biliyor olmaları gerekir. Yoksa bu yöntemin konvansiyonel yöntemlere karşı herhangi bir üstünlüğü kalmaz. Prefabrike imalatın verimlilik sağlayabilmesi için inşaatla başlanmadan önce saha dışında imal edilecek kısımların/modüllerin tasarım, detay ve teknik koordinasyon sürecinin tamamlanmış olması gerekir. İhtiyaç programının proje aşamasında sürekli değiştirildiği, koşulların ve bütçenin baştan belirlenmediği ve proje tamamlanmadan inşaat aşamasına geçildiği süreçlerde, bu yöntemin tercih edilmesi zorlaşır. Zira yapının belli kısımlarının modüller halinde saha dışında imal edilmesi ve sahaya nakliyesi ayrıntılı bir planlama gerektiren karmaşık bir süreçtir ve çoğunlukla ilk bakışta düşünüldüğünden daha zorlu bir koordinasyon gerektirir. Süreç içinde çeşitli nedenlerle tasarımda revizyonlar yapılması ihtimali varsa, bu koordinasyonu gerçekleştirmek zorlaşacaktır. Bu bakımdan bazen düzenli bir aks sistemini takip eden taşıyıcı elemanların bile saha dışında imal edilmesi yatırımcı veya yüklenici tarafından tercih edilmeyebiliyor. Belki tuhaf gelecek ama

Türkiye'de -malzemenin maliyeti gibi faktörler bir yana bırakılsa bile- çelik yapının betonarmeye göre daha az tercih edilmesinin nedeni, çelik taşıyıcı sistemin parçalarının saha dışında imal edilmesi sebebiyle önceden ciddi bir koordinasyon aşamasını zorunlu kılıyor olmasıdır.

İkinci bir konu ise saha dışı imalatın nerede yapılacağı ve üretilen modüllerin veya modülleri oluşturacak montaja hazır parçaların sahaya ne şekilde taşınacağını belirlemenin gerekliliğidir. Buna kısaca lojistik problem diyebiliriz. Yatırımcı açısından maliyeti etkileyen konulardır bunlar. Sözgelimi sahanın hemen yakınında atölyede üretilen modüllerin taşınıp geçici olarak depolama maliyeti yüksekse veya modüllerin atölyeden sahaya ulaştırılması yüksek bir maliyete neden oluyorsa, bu konu mutlaka yatırımcı açısından dikkate alınmalı ve bu yöntemin sağlayabileceği imalat hızı gibi avantajlarla karşılaştırılarak bir karara varılmalıdır. Tabii ki inşaat sürecinin önceden inceliklerle planlandığı koşullar için bunu söylüyorum. Genelde proje sürecine paralel devam eden ve alelacele kotarılan işlerin karar mekanizmalarında bütün faktörler bu kadar inceliklerle hesaplanıp değerlendirmeye tabi tutulmıyor maalesef.

Kısacası, bizim konuya yaklaşımımız ne olursa olsun, inşaat sürecinin diğer aktörlerinin koordinasyonu da önemli bir kriter olarak imalat yöntemindeki tercihlerimizi etkiliyor.

Mass Customization (MC) ise Off-site Manufacturing'e kıyasla görece daha yeni bir kavram. Modüler tasarımda ortaya konan birimlerin modüler bir sistem oluşturmaya rağmen, modüllerin duruma ve ihtiyaca göre nasıl çeşitlenebileceğine yönelik bir araştırma, projelendirme ve buna uygun üretimini içeren oldukça kapsamlı bir konu. Ve tabii ki bu bahsettiğimiz çeşitlenmenin nasıl formüle edildiği de burada önemli. Yakın zamanda ortaya çıkan bilgisayar programları ve yazılımlar sayesinde tasarım ve imalat süreçlerinin daha dolaysız bir ilişki içinde ele alınması, modülün esneklik kazanarak bağlama ve ihtiyaca cevap verebilecek şekilde kavranması kuşkusuz teorik açıdan heyecan verici bir imkan. Ya da cephe elemanlarının hesaplamalı bir yöntem sonucu optimizasyonu sağlayacak şekilde varyasyonlarının belirlenmesi ve bu ufak farkların kusursuz bir şekilde imalata yansıtılması oldukça makul bir tasarım yöntemi gibi görünüyor. Bu yöndeki örnekleri biz de ilgiyle takip ediyoruz. Modülün sabit bir kalıp olmaktan çıkıp, teknik bir tabirle 'modüle edilebilir' hale gelmesinden bahsediyoruz. Bu kavrayışın ilgi çekici imkanlar sunabileceği açık. Ancak bunun

Türkiye'de uygulanabilir hale gelmesi için öncelikle teknik açıdan imalat sürecinde kolayca erişilebilir hale gelmesi lazım. CAD-CAM tekniklerinin, ya da 3D print gibi imkanların henüz Türkiye'nin inşaat ortamının geneli açısından uygulamaya konması kolay olmayan yöntemler olduğunu kabul etmek gerekir. Türkiye'de üretim yapan bazı sektörler (mesela otomotiv) CAD-CAM teknolojisini kullanıyor olabilir, ancak inşaat sektörü henüz onlardan biri değil.

Öte yandan, bu konuda sıkça düşülen hatalardan biri bahsedilen türdeki 'esnek modül' kavrayışının sadece eğrisel yüzeyler veya güncel mimarlık ortamında 'parametrik tasarım' adıyla vaftiz edilen belirli tür tasarımlarla eşleştirilmesidir. Bunu derken neyi kastettiğimi anlamışsınızdır.

S3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

S4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

C3-4: Off-site Manufacturing (OSM) görece daha fazla biliniyor ve yatırımcının bu tür bir imalat yöntemine ikna edilmesi zor olmuyor. Çünkü öyle veya böyle inşaat sektöründeki aktörlerin tümünün en azından bir fikir sahibi oldukları bir konu bu. Ancak tercih aşamasında rol oynayan en önemli faktörler az önce belirttiğim gibi maliyet, lojistik imkanlar ve inşaat sürecinin koordinasyonu ve planlamasıdır.

Mass Customization (MC) için aynısını söyleyemeyeceğim. Bu daha yeni bir konu. Tasarım gereği bu yönteme mecbur kalınan durumlar oluyor, ancak burada tayin edici faktör müşterinin konuya yaklaşımı değil, daha çok tasarımın gerektirdiği imalat sürecinin bu yöntemi dayatması. Bir projemizin iç mekan tasarımı bunun bir örneğidir. Belki görmüşsünüzdür, bu örnekte salonun görünür bütün yüzeylerini bir battaniye gibi örten ahşap lameller iki yönde değişen eğrisel bir yüzeyi kaplıyordu. Her ahşap lamel düz parça ve yay parçalarından oluşan bir çizgidir, fakat her lamel birbirinden ufak farklarla ayrışarak kavisli bir yüzeyi tanımlamaktadır. Bildiğiniz gibi çift yönde değişen eğrisel yüzeyler karmaşık formlardır. Bu tip yüzeyleri hesaplayabilmek ve imalatını kolaylaştırmak için 3 boyutlu modelleme programlarından bildiğimiz 'ruled surface' yöntemi kullanılır. Yani her biri daha basit geometriye sahip çizgilerin birbirinden ufak farklarla farklılaşması sonucu karmaşık bir yüzeyin elde edilmesi diyebiliriz buna. İlk başta salonun her yanını kaplayan eğrisel yüzeyleri oluşturmuştuk, oradan ahşap lamellerin geometrisi üretildi ve sonra her lamelin ayrı ayrı çizilip modellendiği bir kontrol süreci geçirdik. Lamellerin yan yana geldiklerinde

sağlayacakları görsel sürekliliğin kesintiye uğramadığını ancak bu şekilde test edebiliyorduk çünkü. Ayrıca ses dalgalarının lamellerin arkasındaki yüzeye ulaşması için lamellerin derinliği ve aralarındaki mesafe için de bazı parametrelerimiz vardı. Başka bir deyişle sadece görsel bir problem değildi bu, aynı zamanda teknik parametreler de vardı hesaba katılması gereken. Süreç içinde pek çok noktada elle müdahale yapmamız ve her lameli düzelterek sorunları gidermemiz gerekti. Kısacası parametreleri bilgisayara girdik ve şipşak lamellerin geometrisini elde ettik gibi bir süreç yaşanmadı. Tasarım ve modelleme 6 ay sürdü, detay ve imalat çizimleri ise daha uzun. Yukarıda belirttiğim gibi, bu ve benzeri süreçleri kolaylaştıracak bir yöntemimiz yok maalesef. Tabii bu tür bir tasarım ve uygulama sürecini tarif etmek için mass customization doğru bir isim olur mu, onu bilemiyorum. Yine de bizim kendimizce uygun bulduğumuz yöntem buydu.

İmalat süreci de benzer şekilde zorlu oldu. Önce üç aday firma salonun zemininden 1. balkon kotunun korkuluk seviyesine kadar yükselen yaklaşık 7m yüksekliğinde birer mock-up hazırladı. Firmanın seçiminden sonra onlar da lamelleri tek tek modellediler ve her lamel atölyede ayrı ayrı imal edilip belirli ebatlardaki panel modüllerine monte edildi. Böylece oluşturulan modüller sahada yerine takıldı.

Özetlersem, bu projenin iç mekanı gibi spesifik bir durumda tasarım kararının belirli bir imalat yöntemini dayattığını söylemek yanlış olmaz. Başka bir yöntem yoktu. İmalat öncesinde her lamelin ayrı ayrı çizilmesi ve modellenmesi gerekti. Kısacası, müşterinin konuya ilgisi değil, tasarım kararıydı belirleyici olan. Ancak nihayetinde bu külfete katlanmaya razı olmaları gerekiyordu. Bu projede müşteri, yüklenici ve alt yüklenici bu konuyu sorun etmedi. Bu yüzden uygulama mümkün olabildi.

S5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

S6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

C6: Off-site ile on-site arasındaki en önemli fark, bence, projelendirme ve imalat sürecinin planlanma şeklidir. Off-site ayrıntılı bir projelendirme ve koordinasyon süreci gerektirir. Bunu derken sadece mimari ve mühendislik projelerini kastetmiyorum, maliyet ve lojistik konuları da bu kapsamdadır. Türkiye'de inşaat

sektörü on-site imalatın getirdiği esnekliği tercih eder, zira diğer seçenek teorik olarak daha pratik ve ucuz olsa bile uygulamada her aşaması düşünülmüş sıkı bir program gerektirdiği için zordur, bu nedenle de daha az tercih edilir.

Öte yandan off-site imalatın kaçınılmaz olduğu iş kalemleri, sözgelimi cephe veya taşıma ekipmanları, saha dışında yapılır, zira başka seçenek yoktur. Söz konusu iki iş kaleminin üreticileri neredeyse kendi özerk profesyonel alanlarını oluşturmuş ve kaotik bir şekilde devam eden inşaat sürecine asgari koordinasyon zorluğu çıkaracak şekilde örgütlenmiştir. Proje ve inşaat sürecinde danışmanlık hizmeti de verirler. Koordinasyon için gereken talepler asgariye indirilmiş ve sınırları net bir şekilde çizilmiştir. Yine de bu iş kalemlerinin uygulaması sırasında sahada çok ciddi problemlere şahit oluruz. Sadece bu durum bile inşaat sektörünün, benzer endüstri alanlarına kıyasla, planlama ve koordinasyon konusundaki zafiyetini gösteren bir işaretidir.

Cephe ve taşıma ekipmanları gibi iş kalemlerinden başka, sayısı nedeniyle dışarıda imal edilmesi uygun düşen, sözgelimi korkuluk veya kapı gibi, iş kalemleri saha dışına havale edilir. Bu elemanların imalatından önce yerinde ölçü alma ve montaj esnasında doğabilecek diğer problemlerin sorumluluğu - büyük ihtimalle alt taşeron olarak çalışan - ustaya havale edilmiştir zaten. Dolayısıyla bunlar da koordinasyon açısından önemli bir sorun yaratmayacak iş kalemleridir.

İki yöntemin karşılaştırması için kilit önemdeki konulara değindiğimi sanıyorum. Bunun dışında saha dışı imalat tabii ki uygulamada presizyon sağlama, malzeme firelerini azaltma ve inşaat sürecinin ekonomisi açısından daha büyük avantajlar sunar. Ve ayrıca daha kalifiye işçi gerektirir. Kuru duvar sistemini prefabrike imalatın bir türü olarak düşünürsek, bu sistemin geleneksel örme duvar sistemlerine göre avantajlarını saymak kolaydır. Bu ve benzeri örnekler artırılabilir.

S7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

C7: Cephe, taşıma ekipmanları, mutfak, elektrik ve mekanik ekipmanlar gibi sistemler buna örnek olabilir sanırım. Bir restoranın servis mutfağında yer alacak cihazların ve tezgah sisteminin koordinasyonu ve projeye dahil edilmesi bizim ofisin kontrolünde

gelişen bir süreç olduğu için ciddi bir koordinasyon gerektiriyor. Bunun ötesine geçen nasıl bir örnek olabilir, şu an aklıma gelmiyor açıkçası.

S8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü ürettirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

C8: Örnek proje bu soruya karşılık olarak yeterli cevaplar içeriyor sanırım.

S9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

S10: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

C9-10: Açıkçası yurt dışındaki şantiyelerde veya bürolarda çalışmadığım için bu konuda kesin hükümler veremem. Ancak genel bir bakışla, Avrupa, Kuzey Amerika ve Uzak Doğu'da ortaya çıkan bitmiş örneklere bakarak, bizim bu konuda almamız gereken mesafeler olduğunu düşünüyorum. Proje ve inşaat sürecinin planlama ve koordinasyonuna ilişkin sorunlardan yeterince bahsettim sanırım. Bunun dışındaki birkaç konuya değinirsek: Öncelikle bu teknolojilerin alıcısı değil üreticisi olmalıyız. Bu hem malzeme araştırmaları konusunda aşama kaydetmeyi, hem de yazılım teknolojileri konusunda çaba harcamamızı gerektiriyor. Türkiye bir inşaat cenneti, ama bu konudaki teknik kapasitesi dünyanın en üst seviyelerinde değil. Bunun değişmesi gerekiyor. Tabii diğer sektörlerin ve araştırma alanlarının gelişmesine bağlı bu durum. Türkiye'de güçlü bir yazılım sektörü olmadan, inşaat sektöründe özel yazılımlar ve buna paralel teknikler konusunda da bir aşama da kaydedilebilir mi, emin değilim.

Son olarak dile getirilen bu görüşlerin kısmi tecrübeler dayanan kişisel görüşlere dayandığını bir defa daha hatırlatayım.

S12: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

C12: Yukarıdaki cevaplarda fikirlerimi belirttim. Ekleyebileceğim bir husus kalmadı sanırım.

EK-A4: Firma D Röportaj Transkripti

Çizelge A.4 : Firma D Röportaj Bilgileri (Temiz, 2015).

Firma D Röportaj Transkripti	
Profesyonellik	İnşaat ve Proje Yönetim Firması
Katılımcıların Sayısı	2
Röportaj Tipi	E-mail yolu ile görüşme

S: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır?

C: Biz bir inşaat firması veya OSM imalat yapan bir firma değiliz, bizler, yatırımcı adına inşaat ve proje yönetimini yapan bir ekibiz. Elimizdeki projeyi uygulamak için bir araya gelmiş teknik bir kadroyuz. Dolayısı ile sizin genelde benden öğrenmek istediğiniz üretim ve pazar konuları ile ilgili yardımcı olamayacağım.

S1: Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini tasarımlarınıza nasıl entegre ediyorsunuz?

C1: Yeni teknolojilerin ve yazılımların olduğunun farkındayız, ancak bu tipte bir iş modeli geliştirmek zaman ve maliyetli bir durum olduğundan geleneksel yöntemlerle devam etmekteyiz, genel olarak BIM yazılımları kullanmamaktayız.

S2: Mass Customization (MC) kitlesel özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) diğer bir deyişle şantiye dışı üretim hakkındaki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

C2: Yönetimini yaptığımız projelerde, maliyet, süre, projenin kapsamı gibi konular için üretim teknolojileri tartışılmaktadır ve en uygun olan çözüm seçilir, ancak daha çok mimar ve işverenin kararı dahilindedir.

S3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

S4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

C3/4: -

S5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

C5: Örnek verilen projemiz, arkeolojik alan üzerinde yükselen ve konteynır forma sahip oda modüllerinin, şantiye dışında iç ve dış kaplamalarının (dekorasyon, vitrifiye, doğramalar hariç), mekanik ve elektrik tesisatlarının hazırlanıp şantiyeye nakledilmesi ve vinçler yardımı ile kaldırılıp yerlerine ve birbiri üzerine plandaki düzende oturtulması ile gerçekleşen bir yapı sistemidir. Bu sürecin başında oda modülleri 14 cm kalınlığında *CLT (cross laminated timber)* ahşaptan iki yan, alt ve üst panelin birleştirilip box haline getirilmesi üzerine kurgulanmıştı. Ancak geçen süreçte ne yazık ki bu tür bir ahşap yapı ile ilgili ülkemizde henüz oluşmamış bilgi birikimi eksikliğinin getirdiği güvensizlik nedeni ile çelik karkaslı, dışarıdan betopan, içeriden alçıpan türü kaplamalarla (ilave olarak ses yalıtım malzemeleri ve esnek askılar) ve aralarda taş yünü izolasyonla kabuk oluşturulacak biçimde bir alternatif uygulamaya koyuldu.

S6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

C6: Bu proje kendine özgü şartları olan bir proje olduğu için herhangi bir karşılaştırma yapmak zor. Öyle bir proje olur ki modüler oda birimleri sadece iç duvarlardan oluşabilir. O takdirde konvansiyonel sisteme göre bir karşılaştırma yapılabilir. Bizde ise her oda modülü dış duvarı ve kaplaması da olan bağımsız bir yapı.

S7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

S8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü üretirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

C7/8: -

S9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

C9: Bina inşaat sektöründe çok iyi işler yapılmasına rağmen genel çerçevede (projeden kaynaklanan) konvansiyonel sistem dışında (cephe prekast eleman kullanımı hariç) bir sistemin uygulanmadığını görüyoruz. Ancak burada esas itici faktörün proje firmaları olduğunu düşünüyorum. Öncelikle proje firmalarının konu ile ilgili yeterince bilgilendirilmesi ve cesaretlendirilmesi gerekmektedir. Ancak alt yapı konusunda ise

bu tür OSM uygulamaları (yol, köprü, viyadük gibi) senelerdir başarı ile uygulanmaktadır.

S11: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

C11: Alt yapı ve cephe konularında oldukça iyi durumdayız diyebilirim.

S12: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

C12: -

EK-A5: Firma E Röportaj Transkripti

Çizelge A.5 : Firma E Röportaj Bilgileri (Temiz, 2015).

Firma D Röportaj Transkripti	
Profesyonellik	Prefabrike Yapı Elemanı Üretici Firma
Katılımcıların Sayısı	2
Röportaj Tipi	Yüz yüze görüşme

S: Şirketinizi kısaca tanıtabilir misiniz? Tasarım ve üretim etkinlikleriniz hangi alanlarda yoğunlaşmaktadır?

C: 1987 yılında, dış cephesi kaplamasına GRS diye tabir ettiğimiz cam elyaf takviyeli beton ile çözüm üretmeyi hedefleyen bir şirket olarak kurulduk. 1987'den günümüze dekoratif ürünlerle başlayarak, daha sonra da ısı yalıtımlı panel sistemini geliştirerek ürün grubumuzu genişletmeye başladık. Bu sayede çok katlı yapıların cephe kaplamalarını yapar duruma geldik. Pazarda bir sıradanlık oluştu ve bunu kırabilmek için farklı ürün arayışlarına ve farklı Ar-Ge faaliyetlerine ağırlık verdik. Bu sayede hem refleks beton yani ışığı yansıtabilen agregalar içeren bir beton ve aynı zamanda ışığı geçirebilen betonu geliştirdik.

Daha sonraki süreçte mimarinin parametrik formları daha fazla kullanmasıyla ona uygun cephe malzemesi üretebilir duruma konumlandık. Bu sayede de yaklaşık 8 senedir ciddi sayıda bu tarz parametrik tasarımla yapılmış yapıların dış cephe kaplamalarını üretmiş ve monte etmiş durumdayız. Dünyada çokça referansı olan sayılı firmalardanız.

Bizimle birlikte Türkiye'de bu piyasa oldukça hareketlendi, bizim de şirketi kuranların da hala her gün firmanın her gün başında oluşu, ekip ruhu olarak çalışmamız ve yüzlerimizin değişmiyor olması ve bu işe inanıyor olmamız, tabi bu pazarın da salt ürün/malzeme noktasından hizmet noktasına evrilmesine ve yükselmesine sebep oldu. Çünkü ürün hazır bir ürün olmadığı için her şey terzi usulü ölçü alınarak yapılıyor, projeye özel olarak imalat yapılıyor. Dolayısıyla asıl noktamız malzemecilik değil esas nokta hizmet noktası. O hizmet noktasında da hem mühendislik desteği, hem proje çözüm desteği ve hem de uygulama desteği verilerek malzemenin altındaki tüm sac ayakları tamamlanmakta diye özetleyebilirim.

Prefabrikasyon konusunda şuan dış cepheye odaklanmış durumdayız. Alternatif prefabrikasyon konusunda da farklı farklı bir çok üretici firmayı da görmüş

durumdayız, onların üretim mekanlarını da gezmiş durumdayız ama, sonuçta baktığınız zaman bizim ana konumuz dış cephe olduğu için ben konuyu o açıdan değerlendireceğim. Genel olarak da Türkiye'nin ileri aşamada bir prefabrikasyonda çok yol katedemeyeceğini düşünmüyorum, çünkü Türkiye'de işçilik ucuz. İşçilik ucuz olduğu için de, Türkiye'de hiç bir zaman Amerika ya da Almanya'daki gibi fabrikada banyo/mutfak üretilip şantiyeye getirip yerine yerleştirme ve süper detayları çözülmüş şeklinde yapma ve bunun maliyetine katlanmayı kimse göz önüne almayacaktır diye düşünüyorum.

S1-1: Şuan Türkiye'de yapılmış olan ve yapılacak olan bir çok dev projeler yapılıyor, neden bu üretim sistemlerini (OSM gibi) kullanmak istemiyorlar?

C1-1: İşçilik ucuz olduğu için alışlagelmiş düzeni kırmak istemiyorlar. Ekip, ustalar, herşeyi var; aslında baktığınız zaman dediğiniz gibi büyük toplu konut projelerinde bu tarz bir üretim sistemi işlerini inanılmaz hızlandırır ama benim anladığım kadarıyla onların kurulmuş ekipleri var ve işleri bölüyorsunuz. Öbür türlü sanayileşmeye gitmek gerekiyor, bir miktar makinize olmak gerekiyor, bir miktar işin azalması gerekiyor. Dolayısıyla çok az da olsa tek el gibi gözüküyor şuan, küçük küçük ustalarla ya da küçük küçük alt taşeronlarla çalışmaktansa. Ancak bir bakımdan da iş güvenliği konuları önem kazanmakta, dolayısıyla işçilik artık saf işçilik maliyeti değil, iş güvenliğinin de eklenmesiyle daha yüksek maliyetler ortaya çıkacaktır. Unutulmaması gereken bunlar iç mekan konuları.

Biz dış mekana odaklıyız ama çok zor coğrafyalarda ya da topografik koşullarda, Fransa'da, Almanya'da hep ön üretimli eleman kullanılıyor. Döşeme de, kolon da ön üretimli eleman olarak kullanılıyor. Bizde her zaman bir işin çözümü var, örneğin, normal şartlarda beton mikseri sokma yasağı olmadığı için her halükarda o sokağa o vinç sokuluyor ve devam ediyor süreç. Ne zaman ki tamamen yasaklanır, o zaman prefabrike eleman kullanmak zorunda olacaklar. Prefabrikasyon konusunda başka bir konu ise, sahaya kule vinç koymak zorundasınız, kule vinç olamıyorsa da mobil vinç kullanılması lazım. Ama mobil vinç malzemeyi o kadar rahat taşımayacaktır. Her nakliyede mobil vincin şantiyeye yavaşştırılması gerekecektir. Şuan baktığınız zaman her şantiyemizde kule vinç yok. Bu konuların hepsi maliyet konuları, insanlar şuan en lüks yerlerde bile daha ucuza mutfak bulabiliyorsa, kalitesi çok daha düşük olsa bile o daha ucuz mutfağa gidebiliyor.

S1: Şirket içi teknolojik yaklaşımlarınız nedir? Yazılım (BIM vb.) ve üretim teknolojilerini sürecinize nasıl entegre ediyorsunuz?

C1: Bu biraz yumurta-tavuk tavuk-yumurta hikayesi gibi, biz vizyon olarak bu tarz parametrik formların daha çok ön plana çıkacağını düşündüğümüzden ve elimize de böyle projeler geçtiğinden tabii ki teknolojik olarak bu yatırımları yaptık, ve bu tarz projeleri çözebilecek duruma geldik. Ancak bu yatırımlar hiç proje almadan yapılacak yatırımlar değil, dolayısıyla bunlar birbirini tetikleyen unsurlar. Teknolojik olarak en üst seviyedeyiz, aldığımız ve alacağımız projelerle de daha da üst düzeye çıkacağını düşünüyorum. Bunların maddeleri belli ve olma süreleri de belli sadece o zamanın geçmesi gerekiyor. Dolayısıyla bu ilişkiyi böyle tanımlıyorum ben. Projeniz yoksa o yatırım atıl kalıyor, dolayısıyla bu birbirini tetikleyen bir süreç. Çeşitli yazılımlarla BIM altyapısına geçiş süreçleri hazırlamış durumdayız, öyle bir projede BIM kullanımı ihtiyacı ile bu sürece rahatlıkla geçiş yapabilecek durumdayız.

S2: Mass Customization (MC) Kitlesele Özelleştirme ve Off-site Manufacturing (OSM) diğere bir deyişle şantiye dışı üretim hakkındaki yaklaşımlarınız nelerdir? Herhangi bir projenizde kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?

C2: Mass Customization mimarın gücüyle alakalı bir konu. Mimar ne kadar kuvvetliyse o kadar dediğini yaptırabiliyor ve o kadar harcama bütçesi olabiliyor. Harcama bütçesi olduğu zaman da gerçekten istediğini ürettirebilir durumda oluyor ve üretici de onu üretir duruma geliyor. Şuan Türkiye’de yaşanan ise özel bir şey varsa da onu makul fiyatlarda tutabilmek ana amaç oluyor yani optimum değeri bulmaya çalışıyoruz. Mass Customization’da da az önce bahsettiğim süreçten çok da farklı bir süreç yaşanmıyor.

OSM konusunda ise biz ürünlerimizi zaten prefabrik üretiyoruz, prefabrik malzemenin ana konusu fabrikada üretim yani kapalı ortamda kalite kontrolü kontrol altında olan bir süreçten çıkacak hatasız ürünü şantiyeye götürüp montaj edilmesi sürecidir.

Avrupa için off-site çok önemli ama mesela Afrika ya da ekonomisi sıkıntıda olan coğrafyaları düşünürsek off-site manufacturing yerine site manufacturing prefabrication talep edilebiliyor. Biz çok sıcak bakmıyoruz, ama daha küçük firmalar bu konuya daha sıcak bakabiliyorlar. Örneğin, Soçi Olimpiyatları var, şantiyeye yakın bir yerde bir atölye kurup orada üretim yapılabilir. Zaman kısıtlı olduğundan hızlı olarak prefabrikasyon yapılması gerekiyordu. Yine off-site manufacturing ama aslında

nearside manufacturing diyebileceğimiz bir üretim tercih edilebiliyor. Ekonomisi daha sıkıntılı olan bölgelerde bu tercih edilebilen bir yöntem olabiliyor. Çinli bir firma CNC tezgahlı bir konteyner tasarlıyor, şantiyeye gönderiyor, yine site manufacturing yapmış oluyor ama prefabrication yapıyor, yani ilgili şantiyenin çok hızlı ilerlemesi için CNC'sini üretimini konteynırla o bölgeye gönderiyor, orada üretilip şantiyeye sevk edebiliyor. Tabi biz o kadar esnek değiliz, Türkiye açısından o kadar esnekliğimiz yok.

S3: Bu teknolojilerin iş modelinizdeki yeri ve rolü ne şekildedir?

C3: Az önce bahsettiğim gibi, biz ürünlerimizi zaten prefabrik üretiyoruz, prefabrik malzemenin ana konusu fabrikada üretim yani kapalı ortamda kalite kontrolü kontrol altında olan bir süreçten çıkacak hatasız ürünü şantiyeye götürüp montaj edilmesi sürecidir.

S4: MC ve OSM gibi teknolojik yaklaşımlara müşteri ilgisi nedir?

C4: Zor bir soru aslında bu. Bir çok mimar bizi tutuyor ama genelde kararı veren işveren oluyor. Özellikle devlet ihalelerinde maliyet noktasından dolayı çok fazla tercih edilemiyoruz. Sonuna kadar götürsek de daha ucuz maliyetli olan ürünler tercih ediliyor. Onun haricinde yatırımcının kendisinin inisiyatifi ile karar verebilir durumda olduğunda o zaman mutlaka tercih oluyoruz.

Bu yaptığımız çalışmalar açısından bakıldığında mimari dünya tabii ki ilgileniyor kimisi özeniyor, kimisi zaten bu süreçleri yaşıyor ve kendileri de geliştiriyorlar. Dolayısıyla bu yaptıklarımız onlarla örtüşüyor ve paralel gidiyoruz, iyi bir geliştirme oluyor. Çünkü bu birbirinden beslenen bir süreç, sadece benim çok iyi olmam diğerlerinin bir şey üretmiyor olması felaket süreç. Çünkü aslında ben de gelişemiyorum ve kendimi tek görüyorum. Halbuki öyle değil, çift taraflı gelişiyor sistemin o şekilde ilerlemesi lazım. Yatırımcılar için ise bu kavramlar çok taze kavramlar. Modern sanata üst kademedeki ya da yatırımcı grubu ne kadar kişi ilgileniyorsa mimaride parametrik tasarımı olan binalara da o kadar oluyor. Dolayısıyla anlamak için daha çok olgunlaşmamız gerekiyor bence.

S5: OSM odaklı bir projenizden ve süreçten bahseder misiniz? Tasarım sürecine üreticiler nasıl dâhil oluyor? Projede ne tür bileşenler kullanıldı?

C5: Farklı aşamalarda projeler gelebiliyor, ya kabuk olarak tasarlanmış olabilir ya da çok içine girip bölüntüler çalışılmış olabilir. Ama genelde daha tasarım aşamasındayken yani ham iken geliyor. Bir örtü, bir kabuk eleman tasarlanıyor. Kabuk

seçilen sisteme bağlı olarak blntlendiriliyor. Geometrik olarak bir öngörüde bulunuyoruz ama esas bölüntülenme mimarın onayı veya mimarın yönlendirmesi ile bulunuyor. Örneğin, 1,20x2,50m’lik panel de olabilir ya da 2,5x6m’lik panel de olabilir. Burada projenin lokasyonu çok önemli, nasıl nakliye edileceği, nerede kullanılacağı, yükler çok önemli, rüzgar, kar özellikle rüzgarın emme kuvveti keza çok önemli. Havalandırmalı cephe olarak mı kullanılacak yoksa kapalı cephe malzemesi olarak mı kullanılacak? Bu tarz konulara karar verilip boyutlara karar veriliyor, daha sonra bölüntüler çalışılıyor.

Blntler tabi binlerce alternatif olabilir, burada önemli olan aksların yani derz aralıklarının nasıl devam edeceği oluyor. Onu beraber çözüyoruz. Biz bir öneri götürüyoruz, mimari ekip uygundur diyor, daha sonra uygulama projelerine başlanıyor. Eş zamanlı montaj projeleri konuşuluyor. Detaylar çalışılıyor ve onaya sunuluyor. Uygulama proje onayından sonra kalıp imalatlarına başlanıyor. Kalıp imalatları için CNC kullanılıyor, CNC’den çıkan model kalıba dönüştürülüyor oradan da üretim yapılıyor. Erkek-dişi-erkek gibi düşünülebiliriz. Böyle bir süreç var. Ama tek üretimli panellerde yani hiç birbirini takip etmeyen panellerde direk CNC’den işlenen kalıba direk dklebiliyor ancak tabii ki bunlar hem işçilik hem teknoloji gerektiren süreçler.

Eş zamanlı daha da önemlisi üretilen ürünün doğru üretilip üretilmediğinin de kontrolünü yapıyoruz. Reverse engineering yani tersine mühendislik denilen bir kontrol süreci yapıyoruz. Lazer tarayıcılarla üretilen ürünün istenilen koordinatlarda üretilip üretilmediğini kontrol ediyoruz. Yazılım olarak da genellikle Rhino kullanıyoruz. Rhino’dan CNC datasına çevriliyor. Kullandığınız CNC makinesine göre bir program var, Rhino’dan CNC datasına CAD/CAM yazılımları aracılığıyla çevriliyor. Rhino o datayı vermiş olduğunda zaten yüzey datasını tanımlamış oluyor, dolayısıyla istediğiniz datayı CNC’de kullanma durumunuz olabiliyor.

S6: Off-site & on-site inşalarının ekonomik, kalifiye işçi, işveren, malzemelerde verilen fire gibi konular açısından karşılaştırmalarını projelerinizden örneklerle yapabilir misiniz?

C6: Biz hiç On-site üretim yapmadık dolayısıyla bir karşılaştırma yapamam. Ama genel tanı olarak bakıldığında off-site manufacturing, çok daha düşük fire payları, %3’ler civarındadır. Hatta daha düşüktür ancak hesap yöntemi olarak bu şekilde

devam eder. On-site’da ise onu bilemiyorum ama çok daha yüksek fire oranlarıyla malzeme tedariki yapılıyordur diye düşünüyorum. İşçilik ne kadar sürüyorsa genelde tanımlanan sürenin daha üzerinde biter. Genelde böyledir ancak çok büyük inşaat firmalarında daha kontrollü gider, tamamen alt taşeron firmalarla çalışıldığı ve götürü usulü iş verildiği için, kol kırılır yerin içinde kalır oluyor ve onların sorumluluğunda oluyor. Verimsizliği sistem imalatçının kendisine yıkarak çözdüğü için çok umursamıyor. Halbuki totaline baktığınızda mutlaka o verimsizlik prefabrikasyon üretimden çok daha fazladır.

S7: Farklı bir modüler üreticinin sistemlerini kendi tasarımınıza alma ve kendi sisteminize adapte etme durumundan bahsedebilir misiniz? Ne tür zorlukları var?

C7: Yatırım öncesi pazarı oluşturma ve olgunlaştırmak gerekir, oluşma ilk evre, olgunlaştırma ikinci evresi. Yapabiliyorsanız, yüz tane ürünü aynı anda üretebilmeniz lazım. Yani bir pizzacı olup sadece margarita pizza yapabilir misiniz? Dolayısıyla başka bir ciddi bir referans listesi olan ve güvenilir bir firmayla anlaştık. Bu ürünleri burada üretme süreci için ise, pazar olgunlaştığında, tabii ki Türkiye’de üretim yapıyoruz, hedefimiz Türkiye’deki firmayı dünyaya duyurmak, bu hedefleri olan bir firma tabii ki burada üretimini yapmak isteyecektir. Ancak üretimi düşünürken küçük çaplı bir üretimi düşünemediğimiz için dolayısıyla bu pazarı oluşturma ve olgunlaşmak lazım, biz o aşamadayız şuan. Olgunlaştırma aşamasına gelindiğinde farklı beton yüzeylerin farklı ihtiyaçları olursa ki tabii ki olacak biz öyle ön görüyoruz, bunların uygulanması konusunda da çalışmalar yapıyoruz. Burada temel konu maliyet, Türkiye çok kısıtlı bir maliyet perspektifinden bakıyor olaya bir tasarım yaparken kimse özgür olamıyor. Halbuki biraz özgürlük olsa bu söyledikleriniz zaten 5-10 sene öncesinde yapılmaya başlanırdı.

S8: Kendi tasarımınızda bulunan bir modülü ürettirme konusunda zorluklar yaşadınız mı? Ya da modülünüzün özelleştirilmesi durumunda, seri üretim olmadığı durumda ne tür durumlarla karşılaştınız?

C8: Los Angeles’ta bir müze projesinde iki firmadan biri olduk ve sonra Amerikan bir firma ihaleyi aldı. Tasarım sürecinde mimar o firmayla çalıştı ama sonradan gördüğümüz kadarıyla bizden öğrendikleri taşıyıcı sistemi kendi ürünlerinde kullandılar.

S9: Türk mimarlık ve İnşaat sektörü çerçevesinde değerlendirdiğinizde bu teknolojilerin kısa orta ve uzun vadedeki potansiyellerini nasıl görüyorsunuz?

C9: Kendi malzemem açısından bakıldığında, prefabrikasyon çok sık kullanılan bir malzeme. Kalitesizlik, maliyetinden dolayı çünkü çok sayıda üretici türediğinden ve şartname olsa bile bunların kalite kontrolü yapılmadığından dolayı bir miktar gerileme olacaktır. Burada devam ettirebilecek olan kaliteli üreticiler olacaktır, ancak sektörün zarar görmesi genel olarak tüm üreticilere zarar verecektir. Biz bu konuda sektörü bilinçlendirmeye çalışıyoruz. Dolayısıyla sadece Türkiye değil ama çevre pazarlarda da ihtiyaç olduğunun farkındayız ve gittikçe önem kazanıyor. Ancak özellikle kaliteli üretici ve kaliteli işçilik gün geçtikçe daha da önemli noktaya gelecek. Her malzemenin her projeyi çözebileceğini düşünüyorlar. Halbuki öyle değil, malzemeyi kullandıkça bunu görüyorlar.

Prefabrikasyon konusunda ise, prefabrike illa ki daha fazla kullanılacaktır ancak Amerika ya da Avrupa'ya kıyasla kullanımı çok daha zayıf olacağını düşünüyorum ancak genele yayma konusu bizde sıkıntılı oluyor. Dolayısıyla uzun dönemde her zaman artış olacaktır diye düşünüyorum. Genele yaymak Türkiye'de çok zor sıkıntılı oluyor. Genele yaysak bile çok özel bir toplu konut bu kullanılıyor olur veya çok özel bir otel projesinde kullanılıyordur ama zaten bu marketing yani pazarlama ögesi olarak kullanılıyor ki buna geçmiştir. Yoksa bizim ülkemizde kimse LEED almazdı. Pazarlama enstrümanı olarak kullanılmaya başlandığı günden itibaren herkes kullanılmaya başladı. Çok büyük bir enerji tasarrufu sağlamak için ancak kişisel özel villasıdır, yapmıştır belki 20 sene evvelden yapmıştır ve kimse duymamıştır. Ama genele bakarsak, kentsel dönüşümde kullanılan malzemeler ve süreçlere baktığımızda, bunlardan bahsedemeyiz ve bence uzun bir dönem de bahsedemeyeceğiz.

S10: Yurtdışındaki örnekler ile karşılaştırıldığı zaman bu teknolojileri konusundaki know-how ve teknolojik kabiliyetleri ne seviyede görüyorsunuz?

C10: Burada temel konu, şartnamelerin gerektiği kadar kontrol edilemiyor oluşu veya şartnameye uygunluğu test edemiyor oluşumuz. Şartnamede o bile yazsa, şartnamede yazan verileri karşılayan firmayı tercih etmiyorlar, dolayısıyla baştan şartnameye uygun davranılmıyor, ve dolayısıyla da burada kaliteden bahsedemeyiz. Kendi firmam olarak ise prefabrikasyon konusunda en üst seviyedeyiz. Türkiye'deki prefabrikasyon sektörü ise genel olarak da ileride olduğunu düşünüyorum. Pazar bu şekilde evrilse,

prefabrike yapı konusunda da çok büyük işler alınmış, gerek Irak'ta gerek gerek Afrika'da falan toplu konut veya toplu villalar işleri yapılmış veya şantiye ofisleri, çadır kent kurulması gibi işleri alınmış. İnanılmaz kısa zamanda inanılmaz büyük işler alınmış. Bu tabi yumurta tavuk hikayesi. Burada ekonomik evler yaratma zorunluluğundan bu firmalar inanılmaz gelişmiş ve dünyanın bir çok yerine ofis açmış ve yerleşik durumdalar. Dolayısıyla bu sayede olmuştur ve son 10 senede hatta belki daha kısa bir zamanda, bu şekilde bir yoğun markalaşmaya gidilmiştir. Dolayısıyla olası bir durumda hemen onları da portfolyolarına ekleyebilirler.

Bizim dünyamızda ise GRS bazlı düşünürsek, biz şampiyonlar liginde olduğumuzu düşünüyoruz. Burada önemli olan şampiyonlar liginde her sene girebilmek ve her sene final oynamak önemli burada. Biz o ekibi yaratmış durumdayız ve o ekibi zaten Türkiye'deki çeşitli projelerden besliyor oluyoruz ve yurtdışındaki projeleri de takip edip almaya çalışıyoruz.

S11: Konu üzerinde eklemek istediğiniz düşünceleriniz ve fikirleriniz nelerdir?

C11: Ekleyeceğim herhangi bir şey yoktur. Teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Gözde TEMİZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 1989, İstanbul
E-posta : temizgozde@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lise** : 2007, Kabataş Erkek Lisesi
- **Lisans** : 2012, Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ), Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 09/2014'ten günümüze DS Mimarlık'ta çalışmaktadır.
- 07/2014 Çanakkale Gökçeada Lise Kampüsü Mimari Yarışması'nda Eşdeğer Mansiyon Ödülü alan projede, "Yardımcı Mimar" olarak görev yapmıştır.
- 07/2012-01/2014 tarihleri arasında BRN Mimarlık'ta çalışmıştır.
- 07/2012 tarihinde Domus Academy (Milano, İtalya)'nin düzenlediği Fill The Gap Urban Vision and Architectural Design Programı Burs Yarışması, Mansiyon ödülü kazanmıştır.
- 01/2012-05/2012 tarihleri arasında KAF Mimarlık'ta çalışmıştır.
- 08/2011-09/2011 tarihleri arasında DB Mimarlık'ta ofis stajını yapmıştır.
- 06/2011-08/2011 tarihleri arasında Uras Dilekçi Mimarlık'ta ofis stajını yapmıştır.
- 2/2009-2/2011 tarihleri arasında Yıldız Teknik Üniversitesi'nin ev sahipliği yaptığı Kayıtdışı Tasarım Haftası'nın organizasyon ekibi üyeliği yapmıştır.
- 06/2010-08/2010 tarihleri arasında GAD Mimarlık'ın One&Ortaköy Residence Projesi'nde şantiye stajını yapmıştır.
- 07/2009-08/2009 tarihleri arasında Uras Dilekçi Mimarlık'ın Vişnezade Residence Projesi'nde şantiye stajını yapmıştır.
- 07/2008-09/2008 tarihleri arasında Saner Mimarlık'ta ofis stajını yapmıştır.