

**EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİNİN
İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE UYGULANMASINA
YÖNELİK BİR MODEL**

DOKTORA TEZİ
Y. Mim. Hesna Semra MUTLUAY 166641
(502922206)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Eylül 2004
Tezin Savunulduğu Tarih : 23 Haziran 2005

Tez Danışmanı :

Doç.Dr. Murat ÇIRACI

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Heyecan GİRİTLİ (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Alaattin KANOĞLU (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Hakkı ÖNEL (Y.T.Ü.)

Prof.Dr. İhsan BİLGİN (B.Ü.)

HAZİRAN 2005

ÖNSÖZ

İnşaat objeleri mal sahibinin inisiyatifle gerçekleştirilmeleri bakımından mal sahibi isteklerinin karşılanması odaklanan, ancak başka kişiler tarafından da kullanılan ve girdi oluşturdıkları çevre üzerinde etkiler olan pahalı ve uzun ömürlü ürünlerdir. İnşaat objelerinin kullanıcıların ve çevre birimlerinin isteklerini karşılamaması, değişiklik isteklerine ve yeniden yapım işlerine, hatta daha da kötüsü değerinin azalmasına ve talebin düşmesine yol açarak son tahlilde mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını tehlikeye atmaktadır. Bu nedenle bu birimlerin isteklerinin saptanması ve objenin geliştirilmesi sırasında dikkate alınması başta mal sahibi olmak üzere, objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin amaçlarına ulaşması bakımından kritik önem taşımaktadır.

Eşzamanlı mühendislik, ürünün yaşam çemberindeki tüm katılımcıların erken aşamalarda biraya gelerek isteklerini ifade etmelerini, ödünleşmeler yoluyla uzlaşmalarını ve böylece bu aktörlerin tümünün isteklerini karşılayan ve daha kaliteli ürünlerin daha kısa sürede ve daha düşük maliyetlerle pazara teslim edilmesini sağlayarak ürünün tüm yaşam çemberinde önemli avantajlar getiren bir yaklaşımdır. Ancak eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için alışılmış proje teslim yöntemlerinin yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanmasını sağlamaya yönelik bir model geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu uzun soluklu süreçte eleştirileriyle bana yol gösteren değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Murat Çıracı'ya, eşzamanlı mühendislik yaklaşımından beni haberdar ederek bu konuda çalışmama vesile olan Sayın Prof. Dr. Heyecan Giritli'ye, çalışma kapsamında mevcut sistemleri analiz etmem için gerekli olan AIA dokümanlarını karşılık beklemeden temin eden değerli arkadaşlarım Jason Jacoby ve Jay Jacoby'ye ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili anneme teşekkür ederim.

Haziran 2005

Hesna Semra Mutluay

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	ix
TABLO LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Arka Planı	1
1.1.1. İnşaat Projelerindeki Maliyet, Süre ve Kalite Sapmaları	2
1.1.2. Proje Katılımcıları Arasındaki Çatışmalar	6
1.1.3. Kullanım Aşamasındaki Sorunlar	8
1.2. Problemin Tanımı	9
1.3. Çözüme Yönelik Mevcut Uygulamaların Değerlendirilmesi	10
1.4. Alternatif Çözüm Önerisi Olarak Eşzamanlı Mühendislik	13
1.5. Çalışmanın Amacı	16
1.6. Çalışmanın Sınırlamaları	16
1.7. Çalışmada İzlenecek Yöntem	17
2. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNİN ANALİZİ	20
2.1. İnşaat Proje Sisteminin Amacı	22
2.2. İnşaat Objelerinin Temel Özellikleri	23
2.2.1. Ürünün Bireyselliği ve Tiplerin Çokluğu	23
2.2.2. Toprağa Bağlılık ve Kullanım Yerinde Üretim	25
2.2.3. Yüksek Yatırım Maliyetleri	27
2.2.4. Uzun Üretim Süresi	30
2.2.5. Uzun Ömürlülük ve Kullanım Maliyetleri	31
2.3. İnşaat Proje Süreci	32
2.3.1. Tasarım Öncesi/Planlama Aşaması	33
2.3.2. Tasarım Aşaması	36
2.3.3. Yapım Aşaması	37

2.3.4. Yapım Sonrası/Teslim Aşaması	38
2.4. İnşaat Proje Sisteminin Temel Katılımcıları	38
2.4.1. Mal Sahibi	39
2.4.2. Mal Sahibi Temsilcisi	43
2.4.3. Ana Tasarımcı ve Alt Tasarımcılar	45
2.4.4. Ana Yapımcı ve Alt Yükleniciler	48
2.5. İnşaat Proje Sisteminde Katılımcı Seçme Yöntemleri	51
2.5.1. İhale Yoluyla Katılımcı Seçimi	51
2.5.2. Müzakere Yoluyla Katılımcı Seçimi	53
2.6. İnşaat Proje Sisteminde Sözleşme Tipleri	54
2.6.1. Götürü Bedel Sözleşme Tipi	54
2.6.2. Birim Fiyat Sözleşme Tipi	56
2.6.3. Maliyet+Kar Sözleşme Tipi	57
2.7. İnşaat Proje Teslim Yöntemleri ve Temel Sözleşme Dokümanları	61
2.7.1. Alternatif Proje Teslim Yöntemlerinin Gruplandırılması	62
2.7.2. İnşaat Projelerinin Temel Sözleşme Dokümanları	66
2.7.3. Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	69
2.7.3.1. Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	70
2.7.3.2. Mal Sahibi Yükümlülükleri	71
2.7.3.3. Mal Sahibi Temsilcisi Yükümlülükleri	72
2.7.3.4. Ana Tasarımcı Yükümlülükleri	76
2.7.3.5. Alt Tasarımcı Yükümlülükleri	79
2.7.3.6. Ana Yapımcı Yükümlülükleri	81
2.7.3.7. Alt Yüklenici Yükümlülükleri	82
2.7.3.8. Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Problemleri	84
2.7.4. Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	86
2.7.4.1. Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	86
2.7.4.2. Ana Tasarımcı Yükümlülükleri	87
2.7.4.3. Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Problemleri	90
2.7.5. Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	91
2.7.5.1. Yapım Yöntemi/Danışmanlık Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	92
2.7.5.2. Yapım Yöneticisi Yükümlülükleri	92
2.7.5.3. Ana Tasarımcı Yükümlülükleri	97

2.7.5.4. Ana Yapımcı Yükümlülükleri	99
2.7.5.5. Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yönteminin Problemleri	101
2.7.6. Yapım Yönetimi/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	102
2.7.6.1. Yapım Yöntemi/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	104
2.7.6.2. Yapım Yöneticisi/Yapımcı Yükümlülükleri	104
2.7.6.3. Yapım Yönetimi/Yapım Yönteminin Problemleri	107
2.7.7. Tasarım/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	108
2.7.7.1. Tasarım/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	109
2.7.7.2. Tasarım/Yapımcı Yükümlülükleri	111
2.7.7.3. Tasarımcı Yükümlülükleri	112
2.7.7.4. Yapımcı Yükümlülükleri	114
2.7.7.5. Tasarım/Yapım Yönteminin Problemleri	116
2.7.8. Geliştirme/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları	117
2.7.8.1. Geliştirme/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları	120
2.7.8.2. Ön Tasarımcı Yükümlülükleri	120
2.7.8.3. Geliştirme/Yapımcı Yükümlülükleri	121
2.7.8.4. Geliştirme/Yapım Yönteminin Problemleri	123
2.8. İnşaat Proje Sisteminde Kritik Başarı Faktörleri	124
2.9. İnşaat Proje Sisteminin Problemleri	131
3. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK	139
3.1. Eşzamanlı Mühendisliğin Tanımı	141
3.2. Eşzamanlı Mühendisliğin Arka Planı ve Tarihsel Gelişimi	143
3.2.1. Eşzamanlı Mühendisliğin Arka Planı	143
3.2.2. Eşzamanlı Mühendisliğin Tarihsel Gelişimi	148
3.3. Eşzamanlı Mühendisliğin Amacı	150
3.4. Eşzamanlı Mühendislik Süreci	152
3.4.1. Hazırlık Çalışmaları	152
3.4.2. Çoğul Disiplinli Ekibin Oluşturulması	157
3.4.2.1. Tasarım Ekibinin Atanması	157
3.4.2.2. Müşteri Katılımının Sağlanması	159
3.4.2.3. Alt Yüklenici Katılımının Sağlanması	161
3.4.3. Müşteri İsteklerinin Hedef Değerlere Dönüştürülmesi	163
3.4.4. Paralel Çalışmanın Organize Edilmesi	167
3.4.5. Tasarımın Geliştirilmesi	172
3.5. Eşzamanlı Mühendislikte Tasarım Çalışmalarının Organizasyon ve Yönetim Yapısı	173

3.6. Eşzamanlı Mühendisliğin Sağladığı Avantajlar	178
3.7. Eşzamanlı Mühendisliğin Problemleri	180
3.8. Eşzamanlı Mühendisliğin Temel İlkeleri	182
4. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİNİN UYGULANMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR	187
4.1. İnşaat Proje Sistemine Özgü Eşzamanlı Mühendislik İlkelerini Saptamaya Yönelik Çalışmalar	188
4.1.1. Deasley ve Lettice (1997) Çalışması	189
4.1.2. Brooks ve diğ. (1999) Çalışması	191
4.1.3. Tookey ve Betts (1999) Çalışması	193
4.1.4. Anumba ve diğ. (1997) Çalışması	195
4.1.5. Manivong ve Jaafari.(2000) Çalışması	198
4.1.6. Jaafari (1997) Çalışması	202
4.1.7. Kamara ve diğ. (1997) Çalışması	206
4.1.8. Turtle (1994) Çalışması	208
4.2. İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik İlkelerinin Uygulanmasına Yönelik Araçlar	210
4.2.1. İnşaat Sektöründeki Firmaların Eşzamanlı Mühendisliğe Hazır Olma Düzeyini Ölçmeye Yönelik BEACON Tekniği	212
4.2.2. İnşaat Projelerinde Müşteri İsteklerinin Hedef Değerlere Dönüştürülmesine Yönelik QFD Yöntemi	213
4.2.3. İnşaat Projelerinde Aktivitelerin Kümelendirilmesine Yönelik DSM Tekniği	214
4.2.4. İnşaat Projelerinde Süreç Modeli Oluşturulmasına Yönelik IDEF0 Tekniği	215
4.2.5. İnşaat Projelerinde Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Uygulanmasına Yönelik Organizasyon ve Yönetim Modelleri	216
4.2.6. İnşaat Projelerinde Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Uygulanmasına Yönelik Enformasyon Teknolojisi Modelleri	216
5. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNİN EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	219
5.1. İnşaat Proje Sistemi Amacının Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	220
5.2. İnşaat Proje Sürecinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	222
5.3. İnşaat Proje Sistemi Katılımcılarının Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	227

5.4. İnşaat Proje Sistemindeki Katılımcı Seçme Yöntemlerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	228
5.5. İnşaat Proje Sistemindeki Sözleşme Tiplerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	229
5.6. İnşaat Proje Teslim Yöntemlerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi	233
5.7. Eşzamanlı Mühendisliğin İnşaat Proje Sisteminde Uygulanmasına Yönelik Temel İlkeler	236
5.8. Eşzamanlı Mühendisliğin İnşaat Proje Sisteminde Uygulanması İçin Çözümlemesi Gereken Problemler	237
6. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK (IPS-EM) MODELİ	241
6.1. IPS-EM Modelinin Amacı	243
6.2. IPS-EM Modelinin Temel Katılımcıları	243
6.3. IPS-EM Modelinin Sözleşme Yapısı	246
6.4. IPS-EM Modeli Süreci	252
6.4.1. IPS-EM Modelinin Tasarım Öncesi Aşaması	252
6.4.1.1. Eşzamanlı Mühendislik Uzmanı Seçimi	254
6.4.1.2. Konsorsiyum Seçimi	256
6.4.1.3. Hazırlık Çalışmaları	256
6.4.1.4. Çoğul Disiplinli Ekibin Oluşturulması	257
6.4.2. IPS-EM Modelinin Tasarım Aşaması	259
6.4.2.1. Ön Tasarım Çalışmaları	261
6.4.2.2. Paralel Çalışmanın Organize Edilmesi	268
6.4.1.3. Kesin Tasarım Çalışmaları	270
6.5. IPS-EM Modelinde Katılımcıların Tasarım Öncesi ve Tasarım Aşamalarındaki Temel Yükümlülükleri	271
6.5.1. Mal Sahibi Yükümlülükleri	272
6.5.2. Mal Sahibi Temsilcisi Yükümlülükleri	273
6.5.3. Eşzamanlı Mühendislik Uzmanı Yükümlülükleri	273
6.5.4. Kullanıcı ve Çevre Temsilcisi Yükümlülükleri	274
6.5.5. Ana Tasarımcı Yükümlülükleri	275
6.5.6. Ana Yapımcı Yükümlülükleri	276
6.5.7. Alt Tasarımcı Yükümlülükleri	277
6.5.8. Alt Yüklenici Yükümlülükleri	277
6.5.6. İşletme Uzmanı Yükümlülükleri	278

6.6. IPS-EM Modelinde Katılımcıların Tasarım Öncesi ve Tasarım Aşamalarındaki Karşılıklı İlişkileri	279
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	281
KAYNAKLAR	288
ÖZGEÇMİŞ	302



KISALTMALAR

A.B.D.	: Amerika Birleşik Devletleri
AGC	: Associated General Contractors of America
AIA	: American Institute of Architects
CAD	: Computer-aided Design
CALS	: Computer-aided Acquisition and Logistics Support
CAM	: Computer-aided Manufacturing
CII	: Construction Industry Institute
CLDC	: Concurrent Life-cycle Design and Construction
CMAA	: Construction Management Association of America
CPM	: Critical Path Method
CRPM	: Client Requirements Processing Model
CSI	: Construction Specification Institute
ÇED	: Çevre Etkisi Değerlendirme
DBIA	: Design-Build Institute of America
DICE	: DARPA Initiative in Concurrent Engineering
DSM	: Design Structure Matrix
IDEF	: Integrated Definition
IPS-EM	: İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik Modeli
LCPM	: Life Cycle Project Management
PERT	: Program Evaluation and Review Technique
PsBS	: Process Breakdown Structure
PtBS	: Product Breakdown Structure
QFD	: Quality Function Deployment
RACE	: Readiness Assessment for Concurrent Engineering
WBS	: Work Breakdown Structure

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 İnşaat projelerindeki kritik başarı faktörlerinin önem dereceleri (Chua ve diğ., 1999).....	126
Tablo 3.1. Organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyini ölçmeye yönelik RACE yöntemindeki değerlendirme kriterleri...	155
Tablo 3.2 Eşzamanlı mühendislik ilkeleri ve gereken uygulamalar (Schrage, 1993).....	184
Tablo 4.1. BEACON modelinin bileşenleri ve değerlendirme kriterleri.....	213
Tablo 6.1. Müşteri grubu üyelerinin temel istekleri.....	262
Tablo 6.2. IPS-EM modelindeki kesin tasarım dokümanlarının içeriği.....	265
Tablo 6.3. IPS-EM modelindeki yapım dokümanlarının içeriği.....	270
Tablo 6.4. IPS-EM modelinde katılımcıların tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki karşılıklı ilişkileri.....	280

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : İnşaat proje süreci.....	34
Şekil 2.2 : Projenin bağımsız mal sahibi temsilcisi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı.....	70
Şekil 2.3 : Projenin ana tasarımcı tarafından yönetildiği geleneksel teslim yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı.....	86
Şekil 2.4 : Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı.....	91
Şekil 2.5 : Yapım yönetimi/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı...	103
Şekil 2.6 : Tasarım/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı.....	109
Şekil 2.7 : Geliştirme/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı.....	119
Şekil 3.1 : Geleneksel mühendislikte ve eşzamanlı mühendislikte tipik enformasyon akışı.....	147
Şekil 3.2 : Eşzamanlı mühendislik sürecindeki aşamalar ve bu aşamalardaki temel aktiviteler.....	153
Şekil 3.3 : QFD tekniğinin temel adımları (Sanchez ve diğ., 1993).....	164
Şekil 3.4 : DSM tekniğiyle işin parçalara ayrılması (Kusiak ve Wang, 1993)	169
Şekil 3.5 : IDEF0 tekniğiyle hazırlanmış bir süreç modeli örneği (Mayer ve diğ., 1992).....	171
Şekil 3.6 : Eşzamanlı mühendislikte ürün ekibi organizasyon strüktürü (Prasad, 1996a, s. 240).....	174
Şekil 3.7 : Eşzamanlı mühendislikte yaşam çemberi ekibi organizasyon strüktürü (Prasad, 1996a, s. 242).....	175
Şekil 4.1 : LCPM yaşam çemberi proje yönetim sisteminde disiplinler sistemler ve proje parçaları arasındaki ilişkiler (Manivong ve Jaafari, 2000).....	200
Şekil 4.2 : LCPM yaşam çemberi proje yönetim sisteminin işleyişi ve ekip çalışmalarının yönetimi (Manivong ve Jaafari, 2000).....	201
Şekil 4.3 : Eşzamanlı inşaatta entegre iletişim sistemi (Jaafari, 1997).....	204
Şekil 4.4 : Eşzamanlı proje yönetim modeli (Turtle, 1994, s. 136)	209
Şekil 4.5 : CLDC eşzamanlı yaşam çemberi tasarım ve yapım modeli (Anumba ve Evbuomwan, 1997).....	217
Şekil 6.1 : IPS-EM modelinin sözleşme yapısı.....	246
Şekil 6.2 : IPS-EM modeli süreci.....	253
Şekil 6.3 : IPS-EM modeli süreci tasarım öncesi aşaması.....	255
Şekil 6.4 : IPS-EM modeli süreci tasarım aşaması.....	260

EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİNİN İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE UYGULANMASINA YÖNELİK BİR MODEL

ÖZET

Bu çalışmada inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin objeyle ilgili istek ve beklentilerini karşılayan bir proje geliştirmek ve böylece mal sahibinin amaçlarına ulaşabilmesini sağlamak amacıyla, imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımı çerçevesinde söz konusu aktörleri formel olarak bir araya getiren alternatif bir proje teslim yöntemindeki tasarım süreciyle ilgili problemlerin çözümüne yönelik temel ilkelerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Birinci bölümde literatürdeki kaynaklardan yararlanarak tasarım kararlarının inşaat objelerinin tüm yaşam çemberi üzerinde etkili olduğu sergilenmiş; inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarını, proje katılımcıları arasındaki çatışmaları ve objenin kullanılması sırasında doğan sorunları azaltmak için, objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin tasarım sürecine katılarak isteklerini ifade etmelerinin, bu isteklerin karşılıklı ödünleşmelerle optimize edilmesinin, tasarımın bu optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerleri karşılayacak şekilde geliştirilmesinin ve bunun için tüm yaşam çemberi aktörlerinin tasarım sürecinde formel olarak bir araya getirilmesinin gerekli olduğu ortaya konulmuştur. Buna bağlı olarak çalışmada çözüm getirilmesi hedeflenen problem tanımlanmış, çalışmanın amacı ve çalışmada izlenecek yöntem açıklanmıştır.

İkinci bölümde, inşaat proje sistemi analiz edilmiş, amacı, süreci, temel katılımcıları, bu katılımcıların süreçte rol almalarını sağlayan katılımcı seçme yöntemleri ve sözleşme tipleri açıklanmış, katılımcılar arasındaki ilişkileri ortaya koyan alternatif proje teslim yöntemleri bağlamında sistemin dinamikleri incelenmiştir. Daha sonra literatürdeki kaynaklardan yararlanarak inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörleri ortaya konulmuş ve mevcut proje teslim yöntemleri bu kriterler açısından irdelenerek inşaat proje sisteminin problemleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin projenin erken aşamalarında bir araya gelerek istek ve ihtiyaçlarını ortaya koymaları, söz konusu isteklerin optimize edilmesiyle bu aktörlerin tümünün mutabık kaldıkları bir hedef değerler setinin oluşturulması ve inşaat objesinin bu hedef değerleri karşılayacak şekilde geliştirilmesi, yani tasarlanması ve inşa edilmesi gerektiğini, ancak mevcut proje teslim yöntemlerinin objenin kullanım aşamasında rol alan kullanıcıların, işletmecilerin, objenin varlığından etkilenen çevre birimlerinin ve alt yüklenicilerin formel olarak tasarım sürecine katılmalarına yönelik düzenlemeler içermediğini, bu bakımdan birinci bölümde tanımlanan problemin çözümünde yetersiz kaldıklarını göstermektedir.

Üçüncü bölümde eşzamanlı mühendislik yaklaşımı incelenmiş, amacı, süreci, temel katılımcıları ve katılımcılar arasındaki ilişkiler açıklanmış, literatürdeki kaynaklardan

yararlanarak bu yaklaşımın sağladığı avantajlar, uygulama problemleri ve temel ilkeleri ortaya konulmuştur.

Dördüncü bölümde, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanmasını hedefleyen literatür taramasına yer verilmiş, bu konudaki önemli çalışmalar özetlenmiştir.

Beşinci bölümde, inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından analiz edilmiş, bu analiz sırasında literatür taraması kapsamında açıklanan çalışmalardan yararlanarak, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanmasını etkileyen faktörler ve problem alanları bakımından bir senteze ulaşmaya çalışılmıştır. Bu analizden elde edilen bulgulara göre eşzamanlı mühendislik ilkeleri mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, tasarımcılar ve yapımcılara ek olarak kullanıcı, işletmeci ve objenin varlığından etkilenen çevreyi temsil eden aktörlerin tasarım sürecine katılmasını zorunlu kılmakta, bunun sonucunda projenin katılımcı profili ve buna bağlı olarak organizasyon strüktürü değişmekte ve alternatif bir proje teslim yöntemi ortaya çıkmaktadır. Tasarımcıyla yapımcıyı aynı organizasyonda bir araya getirerek ortak çalışma ve işbirliği yapmalarını kolaylaştıran tasarım/yapım yöntemi eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanması bakımından elverişli bir başlangıç noktası oluşturmakta, ancak bu yöntemin mal sahibi, kullanıcı, işletmeci, alt yüklenici ve çevre aktörlerinin sürece maksimum katılımını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesi ya da bu koşulları sağlayan yeni yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Altıncı bölümde eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde inşaat objesinin tüm yaşam çemberi aktörlerini erken aşamalarda bir araya getirerek isteklerini ifade etmelerini, bu isteklerin optimize edilmesini ve tasarımın bu optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerler doğrultusunda geliştirilmesini sağlamak üzere geliştirilen İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik (IPS-EM) modeli sunulmaktadır. Bu model alternatif bir proje teslim yöntemi olarak tasarım öncesi, tasarım, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarını içermektedir, ancak bu çalışmada modelin tasarım öncesi ve tasarım aşamaları ele alınmış, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamaları kapsam dışı tutulmuştur. Bu bölümde IPS-EM modelinin amacı, temel katılımcıları, sözleşme yapısı, süreci, katılımcıların süreçteki temel yükümlülükleri ve karşılıklı ilişkileri açıklanmaktadır.

IPS-EM modelinin geliştirilmesinde beşinci bölümde elde edilen bulgulardan hareket edilmiş ve mal sahibinin, tasarımcıyla yapımcının ortak çalışma ve işbirliği yapmasını kolaylaştıran tasarım/yapım yöntemine benzer şekilde tasarım ve yapım işlerini gerçekleştirecek bir konsorsiyumla birinci aşaması ön tasarım, ikinci aşaması ise kesin tasarım+yapım işlerini içeren iki aşamalı bir sözleşme yapması uygun bulunmuştur. Bu konsorsiyumun tasarım/yapım yöntemindekinden farklı olan yönü, tasarımcı ve yapımcıya ek olarak tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik girdisi sağlayacak bir işletme uzmanını içermesidir. Modelde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin gereği olarak tasarım sürecine katılmaları gereken alt tasarımcı ve alt yüklenici birimlerin bu konsorsiyumla sözleşme yapmakta, diğer yanda kullanıcı ve çevre temsilcilerinin katılımı mal sahibi tarafından sağlanmaktadır.

Beşinci bölümdeki analizden elde edilen bulgular, katılımcı organizasyonların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeylerinin test edilmesinin ve çalışanların eşzamanlı mühendislik ve bu yaklaşımda kullanacakları araçlar konusunda eğitilmeleri gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle IPS-EM modelinde mal

sahibinin bu görevleri yerine getirmek üzere bir eşzamanlı mühendislik uzmanı görevlendirmesi öngörülmüştür.

Modelin tasarım öncesi aşaması eşzamanlı mühendislik uzmanı seçimi, konsorsiyum seçimi, hazırlık çalışmaları ve çoğul disiplinli ekibin oluşturulması faaliyetlerini içermektedir. Sözü edilen çoğul disiplinli ekip mal sahibi, kullanıcı temsilcileri, çevre temsilcileri, mal sahibi temsilcisi, eşzamanlı mühendislik uzmanı, ana tasarımcılar, ana yapımcılar, alt tasarımcılar ve alt yüklenicilerden oluşan gruba ifade etmektedir.

Modelin tasarım aşaması ön tasarım, paralel çalışmanın organize edilmesi ve kesin tasarım çalışmalarını kapsamaktadır.

IPS-EM modelinin yürürlüğe konulabilmesi için öncelikle yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarının araştırılması, katılımcıların bu aşamalarındaki yükümlülüklerinin belirlenmesi, bundan başka projede değişiklik yapma koşulları, geçici ve kesin kabul esasları, ödeme şekli, teminatlar ve sigortalar, işin durdurulması ve/veya sözleşmenin feshine ilişkin hükümler ve anlaşmazlıkların çözümü gibi yapım işleri genel şartnamelerinde betimlenen konuların ele alınması gerekmektedir. Bu konulara açıklık getirilmesi, sistemin dinamiklerine uygun standart sözleşme dokümanlarının geliştirilmesinde önemli bir adım oluşturacaktır.

Modelin işlerlik kazanabilmesi için atılması gereken bir diğer adım, sertifika programları, yüksek lisans eğitimi, vb. vasıtasıyla eşzamanlı mühendislik uzmanlarının yetiştirilmesidir.

Yukarıda söz edilen önlemlerin alınması sonucunda modelin hayata geçirilebilmesi mümkün olacak, böylece mal sahipleri, katılımcı firmalar, kullanıcılar ve kamu önemli faydalar elde edebileceklerdir.

A MODEL TO IMPLEMENT CONCURRENT ENGINEERING PRINCIPLES IN CONSTRUCTION PROJECT SYSTEM

SUMMARY

This study aims to determine the basic principles to resolve the problems encountered in the design phase of an alternative project delivery system, in which the lifecycle participants of the facility come formally together according to concurrent engineering principles in order to yield the development of a project that meets the requirements and expectations of all lifecycle participants and, hence, to let the owner achieve his targets.

In Chapter 1, it is showed that design decisions have substantial impacts on the whole lifecycle of the facility and that all lifecycle participants must formally come together in the design phase and express their requirements so that these requirements can be optimized by tradeoffs and the design can be developed in accordance with the target values obtained as result of this optimization process in order to prevent the deviations in the cost, duration and quality targets of the project, the conflicts among project participants and the problems encountered while using the facility. Related to this background, the problem to be resolved in this study is defined; the aim of the study, its limitations and the method to be followed is explained.

In Chapter 2, the construction project system is analyzed, its goal, process, basic participants, methods used to select the participants and contract types are explained; and the dynamics of the system are examined in terms of existing project delivery methods which appeal the relationships among participants. Thereafter, critical success factors in construction project system are compiled by utilizing literature review, the ability of existing project delivery methods to meet these factors is discussed and the problems of the construction project system are identified. The results show that bringing all lifecycle participants together at early phases of the project, identifying and optimizing their requirements and developing, i.e. designing and constructing, the facility in accordance with the target valued obtained in the optimization process is critical in successful projects, while, on the other hand, the existing project delivery methods fail in meeting these needs because of the lack of arrangements to allow the involvement of users, facility managers, subcontractors and the representatives of the environment.

In Chapter 3, concurrent engineering approach is presented; its goal, process, basic participants and the relationships among participants are explained; the advantages provided by this approach, the problems encountered in its application and finally, the basic principles to be implemented are compiled by literature review.

In Chapter 4, the literature about implementing concurrent engineering principles to construction project system is reviewed and important studies are summarized.

In Chapter 5, construction project system is analyzed in terms of concurrent engineering principles. In this analysis, it is attempted to achieve a synthesis about the factors that affect the application of concurrent engineering principles to construction projects and the problems areas. According to the findings of this analysis, concurrent engineering principles require users', the facility managers' and environmental representatives' involvement to design process in addition to owner, owner's representative, designers and contractors, which results in a different participant profile and organization structure, i.e. in an alternative project delivery method. Bringing the designer and the contractor in the same organization together and hence, allowing them to cooperate towards the same goals, design/build appears to be a good starting point for application of concurrent engineering principles to construction projects, but this method needs to be restructured in order to yield maximum involvement of the owner, facility manager, users, subcontractors and environment representatives, or new methods need to be developed to meet these conditions.

In Chapter 6, Concurrent Engineering in Construction Project System, a model that has been developed in accordance with concurrent engineering principles in order to bring the lifecycle participants of the facility at early phases so that they can express their requirements, the requirements can be optimized and the design can be developed according to target values that are obtained as result of the optimization process, is presented. As an alternative project delivery method, the model includes pre-design, design, construction and post-construction/handover phases. But in this study, the pre-design and design phases have been examined and the construction and post construction/handover phases have been excluded. In this chapter, the aim of the model, basic participants, contractual relationships among participants, the process of the system, the main obligations of the participants in the process and their relationships are explained.

The development of the model is based to findings of the analysis presented in Chapter 5. Therefore, the model suggests a two-phased contractual relationship between the owner and a consortium that will design and build the facility like a design/builder. The first phase of the contracts includes schematic design works while the second phase includes the production of design development documents, construction documents and the construction of the facility. The main difference of the consortium from a design/builder is in the involvement of facility manager to the consortium in order yield operability, maintainability and repairability information to design. The model also suggests that the design consultants and subcontractors should be assigned by the consortium and the users' and environmental representatives should be assigned by the owner.

According to the findings of the analysis in Chapter 4, the readiness of participating organizations to concurrent engineering needs to be tested and their personnel need to be educated about concurrent engineering and about the tools they will use during design works. Therefore, the model suggests that the owner should assign a concurrent engineering specialist to carry out the tests and to educate the workers.

The pre-design phase of the model includes the activities of selecting the concurrent engineering specialist, selecting the consortium, works to get ready for concurrent engineering and setting the cross-functional team. The cross-functional team indicates the group including the owner, owner's representative, concurrent engineering specialist, users' representatives, environmental representatives, main designer(s), design consultants, main contractor(s) and subcontractors.

The design phase of the model includes schematic design works, organizing parallel works and design development works.

In order to implement the model, the construction and post-construction/handover phases should be examined, the obligations of the participants in these phases should be determined. In addition, the issues, such as changes in the work, substantial and final completion, compensation and payments, insurance, bonds and waivers, termination of the work and resolution of claims and disputes, which are described in general conditions of the contract should be clarified. The clarification of these issues will assist to develop standard contract documents that are suitable to the dynamics of the model.

Another step to be taken in order to implement the model is the education of concurrent engineering specialists by means of certificate programs, master studies at universities, institutes and societies.

By taking the steps mentioned above, the implementation of the model will be possible and, hence, the owners, participating organizations, users and the environment will have great benefits.



1. GİRİŞ

Bu çalışmanın genel hedefi, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin objeyle ilgili istek ve beklentilerini karşılayan bir proje geliştirmek ve böylece mal sahibinin amaçlarına ulaşabilmesini sağlamak için, imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımı çerçevesinde söz konusu aktörleri formel olarak bir araya getiren alternatif bir proje teslim yöntemindeki tasarım süreciyle ilgili problemlerin çözümüne yönelik temel ilkeleri belirlemektir.

Bu bölümde önce çalışmanın arka planı açıklanacak ve buna bağlı olarak çalışmada çözüm getirilmesi amaçlanan temel problem tanımlanacaktır. Daha sonra literatürde problemin çözümüne yönelik olarak uygulanmakta olan mevcut yöntemlerin tanımlanan problemi çözümleyebilirliği tartışılacak, literatürde çözüm için eşzamanlı mühendisliği öneren çalışmalar ve bu çalışmalarda öne sürülen problem alanları kısaca tanıtılacaktır. Bunun ardından, çalışmanın amacı, sınırlamaları ve çalışmada izlenecek yöntem açıklanacaktır.

1.1 Çalışmanın Arka Planı

İnşaat objeleri mal sahibinin inisiyatifiyle, ancak mal sahibine ek olarak çok sayıda uzmanın sürece katılmasıyla geliştirilen, başka kişiler tarafından kullanılan ve işletilen, ve girdi oluşturduğu çevre üzerinde çeşitli etkiler yaratan, yüksek maliyetli ve uzun ömürlü ürünlerdir. Bu bakımdan inşaat objelerinin yaşam çemberinde mal sahibi, tasarımcılar, yapımcılar, alt yükleniciler, kullanıcılar, işletmeciler ve çevre birimleri gibi pek çok aktör rol oynar. Bu birimlerin kendilerine özgü amaçlarının olması, bu amaçlara ulaşılmasına yönelik olarak inşaat objesinden ve/veya projesinden istedikleri ve bekledikleri özelliklerin de farklı olmasına yol açmaktadır. Her yaşam çemberi aktörünün amaç ve önceliklerinin söz konusu aktörün içinde bulunduğu koşullara bağlı olmasına karşın, inşaat objeleriyle ilgili istekleri

konusunda bazı genellemeler yapmak mümkündür. Bu isteklerden başlıcaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Mal sahibi : İşlevsellik, beklenen faydayı sağlama, istenen maliyet, süre ve kalite sınırları içerisinde tamamlanma, prestij sağlama, pazarlanabilirlik, işletilebilirlik, bakılabilirlik

Kullanıcı : İşlevsellik, işletilebilirlik, bakılabilirlik, onarılabilirlik

İşletmeci : İşletilebilirlik, bakılabilirlik, onarılabilirlik

Tasarımcılar : Karlılık, yeni işler alınmasını sağlama

Yapımcılar : Karlılık, inşa edilebilirlik, yeni işler alınmasını sağlama

Alt yükleniciler : Karlılık, inşa edilebilirlik, yeni işler alınmasını sağlama

Çevre birimleri : Çevreye zarar vermeme, estetik ihtiyaçları karşılama

Bu isteklerin karşılanmaması objenin yaşam çemberinde çeşitli sorunlara yol açarak sonuçta mal sahibinin hedeflerine ulaşmasını engellemektedir. Bu sorunlar;

- inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmaları,
- proje katılımcıları arasındaki çatışmalar
- kullanım aşamasındaki sorunlar

başlık altında incelenebilirler.

1.1.1 İnşaat Projelerindeki Maliyet, Süre ve Kalite Sapmaları

İnşaat proje sisteminin amacı, projenin mal sahibinin kalite, süre ve maliyet kriterlerini karşılayacak şekilde tamamlanarak mal sahibine teslim edilmesidir. Bu açıdan bakıldığında, inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmaları mal sahibinin hedeflerine ulaşmasını engelleyici niteliktedir.

Literatürde inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarını ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu yönde bir çalışma gerçekleştiren Love (2002) Avustralya'da inşa edilen 161 projeyi kapsayan araştırmasının sonucunda proje

sonunda yapım maliyetlerinin sözleşme tutarından ortalama % 12,6; sürenin ise sözleşmede öngörülen süreden ortalama % 20,6 oranında fazla gerçekleştiğini bulmuştur.

Bir başka çalışmada Diekmann ve Nelson (1985) geçici kabulü yapılmış 22 projedeki ek ödeme ve süre uzatımı başvurularını inceledikten sonra, ek ödeme başvurularının;

- % 40'ının tasarım hatalarından
- % 28'inin işin verilmesinden sonra projede yapılan değişikliklerden
- % 13'ünün zemin koşullarının projede gösterilen ya da beklenen koşullardan farklı olmasından
- % 19'unun diğer nedenlerden,

süre uzatımı başvurularının ise;

- % 18'inin tasarım hatalarından
- % 12'sinin projede yapılan değişikliklerden
- % 9'unun zemin koşullarından
- % 35'inin beklenmeyen kötü hava koşullarından
- % 25'inin grevlerin yol açtığı işgücü kayıplarından
- % 1'inin diğer nedenlerden

kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.

İnşaat projelerindeki kalite sorunlarını ele alan Neese ve Ledbetter (1991) Construction Industry Institute (CII) tarafından yapılan bir araştırmaya atıfta bulunarak inşaat projelerinde kalite standartlarının karşılanmamasından doğan maliyetlerin toplam proje maliyetlerinin % 12-15'lik bir bölümünü oluşturduğunu ifade etmektedirler. Bir başka çalışmada Burati ve diğ. (1992) inşaat projelerindeki kalite sapmalarının % 78'inin tasarım sapmaları, % 16'sının ise yapım sapmaları olduğunu belirtmektedirler.

Yukarıda sözü edilen araştırmalardan elde edilen bulgular inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarının büyük bölümünün tasarım hatalarından ve işin verilmesinden sonra projede yapılan değişikliklerden kaynaklandığını göstermektedir. Bu bakımdan tasarım hatalarının ve proje değişikliklerinin önlenmesiyle maliyet, süre ve kalite sapmalarının önemli ölçüde ortadan kaldırılacağını öne sürmek mümkündür. Ancak gerekli önlemlerin alınabilmesi için tasarım hatalarının ve proje değişikliklerinin nedenlerinin ortaya konulması zorunludur.

İnşaat projelerindeki hataları inceleyen Feld ve Carper (1997) tasarım hatalarını;

- konseptin yanlış olması
- taşıyıcı sistem hataları
- yük hesabındaki yanlışlıklar
- bağlantı detaylarındaki hatalar
- hesap hataları
- uygun olmayan malzeme seçimi ya da montajı güç bileşen seçimi gibi detay hataları
- bakım ihtiyaçlarının ya da dayanıklılığın göz önünde bulundurulmaması
- malzeme ya da beklenen kalite şartnamelerinin doğru olmaması
- tasarım amacının net olarak ortaya konulmaması

olarak sıralamaktadırlar. Diğer yanda Gordon (1994) ve Walker (1984) tasarımcıların daha fazla teknik tasarım bilgisine ihtiyaç duymalarının ve yükümlülüklerinin artmasının yapım deneyimi kazanmalarına fazla fırsat tanımadığını ve bu nedenle yapımcının yapım öncesi faaliyetlere katılmadığı projelerde, inşa edilebilirlik, değer mühendisliği gibi konularda sorunlar doğduğunu ve sonuç olarak tasarımcıların mal sahibi çıkarlarını koruma olasılığının azaldığını belirtmektedirler. Bu bağlamda tasarıma inşa edilebilirlik konusunda enformasyon girdisi sağlayarak yukarıda

belirtilen tasarım hatalarının önemli bölümünün engellenebileceğini öne sürmek mümkündür.

İnşaat projelerindeki değişiklik talimatlarını ele alan O'Brien (1998) işin verilmesinden sonra;

- öngörülmeleyen koşullar
- inşa edilemeyeceği ya da işletilemeyeceği anlaşılan planlar ve/veya şartnameler
- teknolojik gelişmeler, finansal durum, ihtiyacın değişmesi, vb. nedenlerden ötürü mal sahibinin işin kapsamını değiştirmesi
- değer mühendisliği analizlerinden elde edilen sonuçlar
- kaza, yangın, sel, savaş, vb. mücbir sebepler
- işi hızlandırma ihtiyacı/isteği

nedeniyle değişiklik yapıldığını belirtmektedir. Tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlayarak mücbir sebepler ve mal sahibinin özel durumu dışındaki nedenlerden kaynaklanan değişiklik talimatlarının engellemek mümkündür.

İnşaat projelerinde maliyet, süre ve kalite bakımından kritik başarı faktörlerini saptamak amacıyla Chua ve diğ. (1999) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın sonucunda çizim ve şartnamelerin yeterliliğinin her üç kriter bakımından birinci sırayı, inşa edilebilirlik girdisinin ise yine her üç kriter bakımından ikinci sırayı sırayı aldığı bulunmuştur. Benzer şekilde Arditi ve Gunaydin (1998) tarafından inşaat projelerinde kaliteyi etkileyen kritik faktörleri saptamaya yönelik araştırmada tasarım aşamasında inşa edilebilirlik girdisi sağlanmasının, yapım aşamasında ise açık ve doğru yapım dokümanlarının zamanında teslim edilmesinin kritik faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda aktarılan araştırma bulguları, inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarının büyük bölümünün tasarım hatalarından ve işin verilmesinden sonra projede yapılan değişikliklerden kaynaklandığını, bu sapmaları engellemek için tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamanın zorunlu olduğunu göstermektedir.

1.1.2 Proje Katılımcıları Arasındaki Çatışmalar

Gardiner ve Simmons (1995) inşaat projelerinde çatışma yönetimi konusunda yaptıkları çalışmada çatışmayı, bireyler, gruplar ya da organizasyonlar arasındaki çıkarların, amaçların ya da önceliklerin farklı olması, ya da bir işin, aktivitenin ya da sürecin gereksinmelerinin birbirine uymaması olarak tanımlamaktadırlar. İnşaat proje sisteminde katılımcıların farklı amaçları olan bağımsız ekonomik birimler olması, bu katılımcıların her birinin kendi amaçlarına ulaşmak için projenin genel amaçlarından uzaklaşması eğilimini beraberinde getirerek taraflar arasında ters yönlü ilişkilere yol açmakta, sonuç olarak mal sahibinin maliyet, süre ve kalite hedeflerinde sapmalar meydana gelmektedir.

Gardiner ve Simmons (1995) mülakat tekniğiyle 7 mal sahibi tarafından yaptırılan 19 inşaat projesine ait verileri analiz ederek elde ettikleri bulguları tasarım öncesi, tasarım, yapım ve teslim aşamalarında çıkan çatışmalar olmak üzere dört ana başlık altında incelemektedirler.

Araştırmanın bulgularına göre tasarım öncesindeki çatışmalar proje brifingi ve sözleşmeler konusunda yoğunlaşmaktadır. Mal sahibinin isteklerini tam ve doğru olarak belirtmemesi, ilerideki aşamalarda değişiklik taleplerine yol açmakta ve bunun sonucunda çatışmalar doğmaktadır. Sözleşmelerle ilgili çatışmalar ise projede yer alan organizasyonların mal sahibiyle aralarındaki sözleşme ilişkilerinden, resmi sözleşme maddeleriyle gayriresmi iletişim konuları arasındaki farklara kadar birçok nedenden kaynaklanabilmektedir.

Araştırmada tasarım aşamasındaki çatışmaların tasarıma katılan taraflar arasındaki iletişimin zayıf olmasından, tasarım enformasyonunun geç ulaşmasından ve tasarımın teknik özelliklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, tasarım aşamasındaki çatışmaların sadece tasarıma katılan taraflar arasındaki çatışmaları değil, aynı zamanda tasarıma katılan taraflarla işletmeciler ve kullanıcılar arasında çıkan çatışmaları da kapsadığı belirtilmektedir. Bu çatışmaların temel nedeni olarak, işletmeci ve kullanıcıların sürece katılımının yetersizliği ve bundan doğan iletişim problemleri vurgulanmaktadır.

Araştırmada yapım aşamasında çıkan çatışmalar; kişiler arası ilişkiler, tedarik, iş programı, performans ve işçilik, risk ve belirsizlikler olmak üzere beş ana grupta

toplanmaktadır. Kişiler arasındaki çatışmalarda en sık rastlanan, yapımcı ile tasarımcı arasında tasarımın teknik özellikleri konusunda çıkan görüş ayrılıkları ve mal sahibiyle yapımcı arasında maliyetler konusunda çıkan anlaşmazlıklardır. Bu tür çatışmaların nedeni olarak, yapımcının erken aşamalarda tasarım sürecine katılmamasına, dolayısıyla belirtilen konularda yorum yapma fırsatı bulamamasına işaret edilmektedir.

Araştırmada, teslim aşamasında meydana gelen çatışmaların büyük bölümünün, kullanıcıların ya da işletmecilerin işin sonuna doğru değişiklik talep etmelerinden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, işletmecilerin ve/veya kullanıcıların tasarım sürecine katılımlarının yetersizliği, hatta bazen hiç olmamasıdır.

Yazarlar bu bulgulardan hareket ederek, proje katılımcıları arasındaki çatışmaların tarafları erken aşamalarda bir araya getirerek çözümlenebileceğini, ancak bunun yeterli olmadığını; mal sahibi, tasarımcı ve yapımcının düşüncelerini proaktif bir biçimde paylaşabilecekleri, algıladıkları ve hissettikleri çatışmaları sözleşme açısından zarar görme endişesi duymadan ifade edebilecekleri, ortak hedeflerde ve önceliklerde anlaşma sağlayabilecekleri bir ortam yaratılmasının projenin başarısında anahtar rol oynadığını, sorunun çözümü için;

- mal sahibi, tasarımcı ve yapımcının projenin erken aşamalarında bir araya getirilmesi
- yapımcının uzmanlığının tasarım sürecine katkıda bulunmasını ve taraflar arasında erken bir ilişki geliştirilmesini sağlayacak sözleşme yapılarının seçilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Benzer şekilde, Sanvido ve diğ. (1992) inşaat projelerinde kritik başarı faktörlerini saptamayı hedefleyen çalışmalarında;

- objenin planlanması, tasarlanması, inşa edilmesi ve işletilmesi için iyi organize edilmiş bir ekip oluşturulmasının
- çeşitli uzmanların çıkar çatışması ve farklı amaçları olmayan bir ekip olarak davranmalarını sağlayan ve teşvik eden sözleşmeler yapılmasının

projenin başarısı açısından kritik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bulgular, inşaat projelerinde katılımcılar arasındaki çatışmaların tarafları ortak çalışma ve işbirliği yapmaya teşvik eden sözleşmeler vasıtasıyla erken aşamalarda bir araya getirerek engellenebileceğini ortaya koymaktadır.

1.1.3 Kullanım Aşamasındaki Sorunlar

Kullanım sürecindeki sorunlar objelerin kullanım aşamasında rol alan aktörlerin işlevsellik, işletilebilirlik ve bakılabilirlikle ilgili istek ve ihtiyaçlarına cevap vermemesinden kaynaklanmaktadır. Bu isteklerin karşılanmaması söz konusu objenin kullanım değerinin ve buna bağlı olarak objeye olan talebin azalmasına yol açmakta, böylece mal sahibinin objeden beklediği faydayı elde etmesi riske girmektedir.

Gibson ve Bell (1992), Ferry ve Brandon (1986) ve Tunstall (2000) tasarımıyla kullanım arasında güçlü bir ilişki olduğunu, tasarım aşamasında verilen kararların kullanım aşamasını büyük ölçüde etkilediğini ve tasarım kararları verirken objenin kullanım aşamasının mutlaka dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Vischer ve Marcus (1982) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmanın bulguları bu savı doğrulamaktadır. Söz konusu araştırmanın sonunda kullanıcıların bir inşaat objesinden bekledikleri en önemli özelliğin bakılabilirlik olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni bu sorunla kullanıcıların uğraşmak zorunda olmalarıdır. Buna karşılık aynı araştırmada bakılabilirliğin tasarımcıların önem listesinde son sırada yer aldığı, diğer yanda tasarımcılar için en önemli özellik olan dış görünüşün de kullanıcıların önem sıralamasında en alt sırada olduğunu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarının tasarımda yeterince dikkate alınmadığını öne sürmek mümkündür. Nitekim Bölüm 1.1.1’de açıklanan çalışmalarda Feld ve Carper (1998) bakım ihtiyaçlarının yeterince dikkate alınmamasını bir tasarım hatası olarak nitelemekte, O’Brien (1998) işletilemeyeceği anlaşılan planların değişiklik taleplerine yol açtığını, Bölüm 1.1.2’de açıklanan çalışmada Gardiner ve Simmons (1995) kullanıcıların ve işletmecilerin proje sürecine katılmamalarının işin sonuna doğru değişiklik talep etmelerine ve bunun da çatışmalara neden olduğunu belirtmektedirler. Bu açıdan bakıldığında, kullanıcıların ve işletmecilerin istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak objeler geliştirebilmek için bu aktörlerin isteklerinin saptanmasının, tasarımın bu istekleri dikkate alınarak geliştirilmesinin ve bunun için

de tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik girdisi sağlanmasının zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda varılan birinci sonuç, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan bütün aktörlerin isteklerini karşılayacak şekilde geliştirilmesinin zorunlu olduğu; ikinci sonuç ise tasarım sırasında verilen kararların objenin tüm yaşam çemberini etkilediğidir. Bu bağlamda inşaat objelerinin tüm yaşam çemberi aktörlerinin istek ve önceliklerini karşılayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

1.2 Problemin Tanımı

Bölüm 1.1’de literatürdeki çeşitli kaynaklardan yararlanarak inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarını önlemek, katılımcılar arasındaki çatışmaları ortadan kaldırmak ve inşaat objelerinin kullanım değerlerini yükseltmek için mal sahibi isteklerinin yanı sıra kullanım aşamasında rol alan birimlerin işlevsellik, işletilebilirlik ve bakılabilirlik ihtiyaçlarını ve yapım aşamasında rol alan katılımcıların inşa edilebilirlik taleplerini karşılayan objeler tasarlanmasının zorunlu olduğu ortaya konulmuştur. Ancak bu aktörlerin farklı amaçları olan bağımsız birimler olmaları istek ve önceliklerinin çatışması riskini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle tüm yaşam çemberi aktörlerinin isteklerini karşılayacak objeler tasarlayabilmek için bu aktörlerin tasarım sürecine katılarak istek ve önceliklerini ifade etmeleri, bu isteklerin karşılıklı ödünleşmeler yoluyla optimize edilmeleri ve objenin bu optimize istekler seti çerçevesinde tasarlanması esastır. Bunun için tüm yaşam çemberi katılımcılarının projenin erken aşamalarında bir araya getirilmesi ve aynı amaca yönelik bir ekip olarak ortak çalışma ve işbirliği yapmaları zorunludur.

İnşaat objelerinin yaşam çemberi aktörlerinin bağımsız birimler olması, aralarında tasarım sürecine katılabilmelerini sağlayan sözleşme ilişkileri kurulmasını zorunlu kılmaktadır. İnşaat proje sisteminde katılımcılar arasındaki sözleşme strüktürü proje teslim yöntemi olarak adlandırılan yapıyı meydana getirir ve tarafların hak ve yükümlülükleri sözleşme dokümanlarında betimlenir. Bu bağlamda inşaat proje sisteminde tüm yaşam çemberi aktörlerinin isteklerini karşılayacak bir inşaat projesi geliştirmek ve böylece mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını sağlamak için çözümlenmesi gereken temel problem; mal sahibi, kullanıcı, işletmeci, tasarımcı,

yapımcı, alt yüklenici ve diğer yaşam çemberi aktörlerini aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmalarını sağlayacak şekilde tasarım sürecinde bir araya getiren bir sözleşme strüktürü, yani bir proje teslim yöntemi geliştirmek ve katılımcıların proje sürecindeki temel yükümlülüklerini betimlemektir.

1.3 Çözüm Yönelik Mevcut Uygulamaların Değerlendirilmesi

İnşaat proje sisteminde geleneksel yaklaşım, mal sahibinin önce tasarımı ve diğer yapım dokümanlarını geliştirmek üzere ana tasarımcıyı, tasarım tamamlandıktan sonra da yapım dokümanlarında betimlenen inşaat objesini inşa etmek üzere ana yapımcıyı görevlendirdiği teslim yöntemidir. Geleneksel teslim yönteminde mal sahibi – yapımcı sözleşmesinin ana tasarımcı tarafından idare edildiği yöntem ve hem mal sahibi – ana tasarımcı hem de mal sahibi – ana yapımcı sözleşmesinin bağımsız bir mal sahibi temsilcisi tarafından idare edildiği iki temel versiyon bulunmaktadır.

Geleneksel teslim yöntemlerinde katılımcıların ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmalarından doğan ters yönlü ilişkiler ve bunun sonucunda ortaya çıkan çatışmalar çeşitli yayınlarda rapor edilmektedir (Walker, 1984; Nam ve Tatum, 1992; Hartman, 1993; Gordon, 1994; Puddicombe, 1997). Bu bakımdan bu yöntemler katılımcıların aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmalarını desteklememektedir. Bundan başka bu yöntemlerde yapımcının tasarım tamamlandıktan sonra seçilmesi, tasarım sürecinde yapımcının uzmanlığından yararlanılmasını engellemekte, inşa edilebilirlik girdisi tasarımcının bilgi ve deneyimine bağımlı hale gelmektedir. Bu sorunlara ek olarak, geleneksel proje teslim yöntemleri kullanım aşamasını temsil eden aktörlerin tasarım sürecine katılmalarına yönelik düzenlemeler içermemektedir.

Geleneksel teslim yöntemlerindeki maliyet, süre ve kalite sapmaları ve katılımcılar arasındaki çatışma sorunlarını gidermek amacıyla tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamak üzere, alternatif olarak;

- yapım yönetimi/danışmanlık
- yapım yönetimi/yapım
- tasarım/yapım

- geliştirme/yapım

yöntemleri geliştirilmiştir.

Yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi geleneksel teslim yöntemlerindeki mal sahibi, tasarımcı ve yapımcı üçlüsüne yapım yöneticisi olarak adlandırılan dördüncü bir aktörün katılması esasına dayanmaktadır. Bu katılımcının geleneksel teslim yöntemlerindeki mal sahibi temsilcisinden farklı olan yönü, sözleşme gereği olarak tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamakla yükümlü olmasıdır. Yapım yöneticisi tasarım tamamlandıktan sonra ana tasarımcıyla birlikte mal sahibi adına yapım sürecini denetlemek ve mal sahibi – yapımcı sözleşmesini idare etmekle yükümlüdür. Bu yöntemde tasarım, yapım ve sözleşme idaresi işlerini üstlenen birimlerin ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmaları, geleneksel teslim yöntemlerine benzer şekilde proje katılımcıları arasındaki ters yönlü ilişkiler yaratmaktadır (CCM, 1987; Jaafari, 1997). Bundan başka, bu yöntemde inşa edilebilirlik girdisinin yapımı bizzat üstlenecek olan yapımcı yerine yapım yöneticisi tarafından sağlanması, bu aktörler arasında görüş ayrılıkları ve çatışma riskini beraberinde getirmektedir. Bu bakımdan yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi tasarıma göreceli bir inşa edilebilirlik girdisi sağlamakla birlikte, katılımcılar arasındaki çatışma sorununu çözmemektedir. Bundan başka bu yöntem alt yüklenicilerin ve kullanım aşamasını temsil eden aktörlerin tasarım sürecine katılmasına yönelik düzenlemeler içermemektedir.

Yapım yönetimi/yapım yöntemi yapımcının projenin başlangıcında atanarak tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamasını ve yapım işlerini üstlenmesini öngören bir yaklaşımdır. Bu yöntemde yapım işlerinin mal sahibi adına denetimi ve mal sahibi – yapımcı sözleşmesinin idaresi ana tasarımcı tarafından yerine getirilir. İnşa edilebilirlik girdisinin yapımı bizzat üstlenecek birim tarafından sağlanması bakımından yapım yönetimi/danışmanlık yöntemine göre daha rasyonel olan bu yöntemde, tasarımcı ve yapımcının ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmaları ve bu durumun yarattığı ters yönlü ilişkilere rağmen tasarım sürecinde ortak çalışma yapmalarının gerekmesi, aralarındaki çıkar çatışması potansiyelini daha kritik hale getirmektedir. Bu bakımdan yapım yönetimi/yapım yöntemi geleneksel teslim yöntemleri ve yapım yönetimi/danışmanlık yöntemiyle aynı şekilde katılımcıların aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmalarını sağlamamaktadır. Bundan başka bu yöntem, yapım yönetimi/danışmanlık yöntemiyle aynı şekilde, alt yüklenicilerin ve

kullanım aşamasını temsil eden aktörlerin tasarım sürecine katılmasına yönelik düzenlemeler içermemektedir.

Tasarım/yapım mal sahibinin hem tasarım hem de yapım işlerini üstlenmek üzere tasarım/yapımcı olarak adlandırılan tek bir birimi görevlendirdiği yöntemdir. Bu yöntemde yapımcının tasarım sürecine katılması inşa edilebilirlik girdisi açısından fayda sağlamakta ve tasarımcıyla yapımcının aynı organizasyon çatısı altında çalışmaları aralarındaki çatışmaları ortadan kaldırmaktadır. Ancak bu yöntemde tasarımcının mal sahibi tarafından seçilmemesi ve mal sahibinin tasarım ve yapım süreçlerine katılımının kısıtlı olması elde edilen çıktının arzu edilen kalitede olmaması riskini doğurmaktadır (Akintoye, 1994; Doree, 1996; Songer ve Molenaar, 1996; Ibbs ve diğ., 2003). Ayrıca bu yöntemde, alt yüklenicilerin ve kullanım aşamasını temsil eden katılımcıların tasarım sürecine katılmasına yönelik hükümler bulunmamaktadır.

Geliştirme/yapım yöntemi, mal sahibinin tasarım/yapım yönteminin avantajlarından yararlanmasının yanı sıra arzu ettiği tasarım kalitesini elde etmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntemde mal sahibi önce bir tasarımcıyı ya da tasarım/yapımcıyı görevlendirerek ön tasarımı temin eder ve daha sonra bu ön tasarımı kesin tasarıma dönüştürmek ve yapım işlerini gerçekleştirmek üzere geliştirme/yapımcı olarak adlandırılan bir tasarım/yapımcıyı görevlendirir. Bu yaklaşımda yapım işini üstlenecek birimin ön tasarım tamamlandıktan, yani tasarımla ilgili temel kararlar verildikten sonra sürece dahil olması inşa edilebilirlik girdisi açısından problem yaratma potansiyelini taşımaktadır. Bundan başka ön tasarımın ve kesin tasarımın bağımsız birimler tarafından geliştirilmesi ön tasarımcıyla geliştirme/yapımcı arasında görüş ayrılıklarına ve ters yönlü ilişkilere yol açmaktadır. Nitekim Akintoye (1994) tarafından yapılan çalışmada bu yöntemin tasarım/yapımcılar tarafından tercih edilmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sorunlara ek olarak, geliştirme/yapım yöntemi alt yüklenicilerin ve kullanım aşamasında rol alan aktörlerin tasarım sürecine katılmasını sağlayan düzenlemeler içermemektedir.

Yukarıdaki açıklamalar, yapımcının tasarım tamamlandıktan sonra seçilmesi esasına dayanan geleneksel teslim yöntemleri ve yapım yönetimi/danışmanlık yönteminin yapımcının tasarım sürecine katılmasına izin vermediğini, yapımcıyı işin başında görevlendirerek tasarım sürecine katılmasını sağlamaya yönelik olarak geliştirilen

yapım yönetimi/yapım, tasarım/yapım ve geliştirme/yapım yöntemlerinin ise çeşitli nedenlerden ötürü istenen verimliliği sağlamadığını ortaya koymaktadır. Bundan başka, mevcut proje teslim yöntemlerinin ortak özelliği, Bölüm 2.7 kapsamında ayrıntılı olarak sergileneceği gibi, bu yöntemlerin hiç birinde kullanım aşaması aktörlerinin ve proje sürecindeki alt yüklenicilerin formel olarak tasarım sürecine katılmasını sağlayan düzenlemelerin bulunmamasıdır.

Yukarıdaki tartışma, yürürlükteki proje teslim yöntemlerinin objelerin yaşam çemberi aktörlerinin tümünün tasarım sürecinde temsil edilmesi, isteklerinin saptanması ve optimize edilmesi, böylece bütün yaşam çemberi aktörlerinin isteklerini karşılayan bir tasarım geliştirilmesi açısından yetersiz kaldığını ve bu eksikliği gidermek için yeni yöntemler geliştirilmesinin gerektiğini ortaya koymaktadır.

1.4 Alternatif Çözüm Önerisi Olarak Eşzamanlı Mühendislik

Eşzamanlı mühendislik imalat sektöründe uygulanmakta olan ve ürünle birlikte ürünün yaşam çemberi süreçlerinin, ürünün yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin temsil edildiği çoğul disiplinli bir ekip tarafından proaktif bir şekilde ele alınarak tasarlanması, böylece ürünün yaşam çemberi aktörlerinin tümünün beklentilerini karşılayan bir ürün geliştirilmesi yoluyla sürecin ileri aşamalarında doğabilecek değişiklik, düzeltme ve yeniden yapım gibi maliyetli sonuçlara yol açan işlerin önlenmesi, dolayısıyla maliyetlerin düşürülmesi, teslim süresinin kısaltılması ve kalitenin yükseltilmesi esasına dayanan bir yaklaşımdır.

Duncombe (1997) ve Saxon (2001) eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanmasıyla projelerin yatırım maliyetlerinden % 25-30 oranında tasarruf sağlanabileceğini öne sürmektedirler.

Eldin (1997) eşzamanlı mühendislik uygulaması sonucunda proje süresinin geçmişteki performanslara göre % 20-25 oranında kısalabileceğini öne sürmektedir.

Oxman (1995) büyük projelerde her biri farklı alanlarda uzman olan çok sayıda aktörün süreçte rol aldığını ve bu aktörlerin hep birlikte bir ekip olarak hareket etmeleri gerektiğini vurgulayarak, taraflar arasında veri paylaşımı, fikir alışverişi,

Çözümlerin müzakerede edilmesi, çatışmaların yönetilmesi ve çözümlenmesi sorunlarının önemine değinmekte ve eşzamanlı mühendisliğin bu sorunları çözme potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir.

Yukarıda sözü edilen çalışmalarda ne sürülen görüşler, eşzamanlı mühendislik yaklaşımının Bölüm 1.1 kapsamında açıklanan maliyet, süre ve kalite sapmaları ile katılımcılar arasındaki çatışmaları önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir. Bundan başka, bu yaklaşımın inşaat proje sistemine uygulanması sonucunda inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin tasarım ekibine katılması ve/veya temsil edilmesi sağlanacağından, bu birimlerin isteklerinin saptanması ve çözümlenmesi kolaylaşabilecektir. Dolayısıyla eşzamanlı mühendislik kuramsal olarak Bölüm 1.2’de tanımlanan problemi çözme potansiyeline sahip bir yaklaşımdır. Ancak eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanabilmesi, bu yaklaşımın inşaat proje sistemin dinamiklerine uygun şekilde yapılandırılmasına bağlıdır.

İnşaat proje sistemi ve eşzamanlı mühendislik bir inşaat objesine/ürüne duyulan ihtiyaın saptanmasıyla başlayan ve ihtiyaı karşılayacak objenin/ürünün mal sahibine/müşteriye teslim edilmesiyle sona eren süreç içerisinde gerçekleştirilen tüm tasarım öncesi, tasarım ve üretim faaliyetlerini içeren birer ürün geliştirme sistemi olma bakımından örtüşmektedir. Buna karşılık her iki sistem arasındaki temel fark, eşzamanlı mühendislikte tasarım sürecine katılan yaşam çemberi aktörleri çoğunlukla aynı organizasyonların çalışanları olmalarına karşılık, inşaat proje sistemindeki yaşam çemberi aktörlerinin sözleşme yoluyla sürece katılması gereken bağımsız ekonomik birimler olmasıdır. Bu açıdan bakıldığında, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için inşaat objelerinin tüm yaşam çemberi aktörlerinin sözleşme yoluyla tasarım sürecine katılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

İnşaat proje sisteminde tasarım sürecine kimlerin katılacağı proje teslim yöntemiyle ilgili bir konudur. Eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde geliştirilecek bir inşaat projesinde mal sahibi, tasarımcılar ve yapımcılardan oluşan klasik proje ekibine ek olarak kullanıcıların, işletmecilerin ve alt yüklenicilerin de formel olarak tasarım sürecine katılmasının zorunlu oluşu sözleşme yapısını farklılaşmasına ve

dolayısıyla yeni bir proje teslim yöntemi doğmasına yol açacaktır. Literatürde bu savı destekleyen görüşlerin öne sürüldüğü çalışmalar bulunmaktadır.

Jaafari (1997) mevcut proje teslim yöntemlerini eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışmakta ve geleneksel teslim yöntemleriyle yapım yönetimi yöntemlerinin katılımcılar arasında ters yönlü ilişkiler yarattığını, dolayısıyla eşzamanlı mühendislikte zorunlu olan ekip çalışmasını desteklemediğini, diğer yanda tasarım/yapım yönteminin tasarımcıyla yapımıcının işbirliği yapmasına elverişli olduğunu, ancak eşzamanlı mühendisliğin mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin maksimum katılımını gerektirmesinden ötürü önemli ölçüde yeniden düzenlenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Benzer şekilde Kamara ve diğ. (1997) tasarım/yapım yönteminin yapımıcının ve alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılması ve tasarımcıyla yapımıcının işbirliği yapması açısından diğer yöntemlere göre daha uygun bir iskelet sunduğunu, bu ilkelerin uygulanması için katılımcı firmaların tasarım/yapım firmalarına benzer konsorsiyumlar oluşturmasının uygun bir temel oluşturacağını öne sürmektedirler. Yazarlar ayrıca, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için;

- proje ekibindeki karşılıklı ilişkileri, tasarım sürecindeki aşamaları, aktiviteleri ve araçları betimleyen süreç modelleri ve
- proje teslim yöntemi ve proje yönetimi bakımından genel bir eşzamanlı mühendislik iskeleti

gerektiğini belirtmektedirler.

Anumba ve diğ. (1997) de aynı şekilde, eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerine uygulanabilmesi için yürürlükteki proje teslim yöntemlerinin değiştirilmesi ya da eşzamanlı mühendisliğin dinamiklerine uygun yeni bir yöntem geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar.

Yukarıdaki açıklamalar ve kaynaklar, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sistemine uygulanabilmesi için alternatif bir proje teslim yöntemi geliştirilmesinin gerektiğini ortaya koymaktadır.

1.5 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin objeyle ilgili istek ve beklentilerini karşılayan bir inşaat projesi geliştirmek ve böylece mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını sağlamak üzere eşzamanlı mühendislik ilkelerini çerçevesinde inşaat objelerinin tüm yaşam çemberi aktörlerinin formel olarak tasarım sürecine katılmasını sağlayacak alternatif bir proje teslim yöntemi geliştirilerek bu yöntemdeki temel katılımcıları, aralarındaki sözleşme ilişkilerini, süreçte gerçekleştirilmesi gereken temel faaliyetleri, bu faaliyetlerde rol alan katılımcıların başlıca yükümlülüklerini ve karşılıklı ilişkilerini betimlemektir.

1.6 Çalışmanın Sınırlamaları

Proje teslim yöntemi tasarım, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarını kapsayan bir kavramdır. Bu bağlamda eşzamanlı mühendislik ilkeleri doğrultusunda geliştirilen bir proje teslim yöntemi modeli aynı şekilde tasarım, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarındaki faaliyetlerin tümünü kapsamak durumundadır. Ancak Bölüm 3'te ayrıntılı olarak gösterileceği gibi, eşzamanlı mühendisliğin geleneksel ürün geliştirme yöntemlerinden farklı olan yönleri tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında geliştirilen model tasarım öncesi ve tasarım aşamalarıyla sınırlı tutulacak, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarındaki faaliyetler ele alınmayacaktır.

Eşzamanlı mühendisliğin başarıyla uygulanması için çoğul disiplinli tasarım ekip üyelerinin ortak çalışma yapabilmelerini, enformasyon paylaşımlarını ve karar verme sürecini kolaylaştıran ve hızlandıran enformasyon teknolojisiyle desteklenmeleri gerekmektedir. Nitekim gerek diğer sektörlerde gerekse inşaat proje sistemine yönelik çalışmalarda bu ihtiyacı gidermeyi hedefleyen enformasyon teknolojisi modelleri büyük yer tutmaktadır. Ancak 1999 yılında düzenlenen uluslararası “İnşaatta Eşzamanlı Mühendislik” (Concurrent Engineering in Construction 99) konferansının kapanış panelinde bu tutum eleştirilmiş ve bütün eşzamanlı mühendislik programlarının temel konusunun teknoloji değil, insan olması gerektiği, çünkü teknoloji ve araçların insanın yerini alamayacağı belirtilmiştir (CEC99, 2002). Bu nedenle, çalışmada enformasyon teknolojisi modellerinin Bölüm

4.2.6'da kısaca tanıtılmasıyla yetinilecek, Bölüm 1.2'de tanımlanan problemin çözümüne yönelik olarak geliştirilecek olan modelde ele alınmayacaktır.

1.7 Çalışmada İzlenecek Yöntem

Bu çalışmanın genel hedefi, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin objeye ilgili istek ve beklentilerini karşılayacak bir proje geliştirmek ve bu yolla mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını sağlamak üzere, imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımı çerçevesinde söz konusu aktörleri formel olarak bir araya getiren alternatif bir proje teslim yönteminin tasarım süreciyle ilgili problemlerinin çözümüne yönelik temel ilkeleri belirlemektir. Bu hedefe ulaşabilmek için, inşaat proje sisteminin ve eşzamanlı mühendislik yaklaşımının analiz edilerek karşılaştırılmaları, bu karşılaştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda inşaat proje sisteminde uygulanması gereken eşzamanlı mühendislik ilkelerinin belirlenmesi ve çözüme yönelik modelin geliştirilmesinde bu ilkelerden hareket edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada tümevarım yöntemi kullanılacaktır.

İkinci bölümde inşaat proje sistemi sistem analizi yöntemi kullanılarak irdelenecektir. Bu bağlamda birinci adımda inşaat proje sisteminin amacı ortaya konulacaktır. İnşaat proje sisteminin çıktısı olan inşaat objelerinin diğer sektörlerde üretilen ürünlerden farklı olan özellikleri, sistemin ve sistemin elemanlarını oluşturan temel katılımcıların davranışlarını büyük ölçüde etkilemektedir, dolayısıyla sistemin dinamiklerinin kavranabilmesi için inşaat objelerinin temel özelliklerinin açıklanması gerekmektedir. Bu nedenle ikinci adımda inşaat objelerinin temel özellikleri ortaya konulacaktır. Üçüncü adımda inşaat proje süreci, dördüncü adımda inşaat proje sisteminin elemanlarını oluşturan temel katılımcılar ve bu katılımcıların temel özellikleri açıklanacaktır. İnşaat proje sistemi katılımcılarının bağımsız ekonomik birimler olmaları sürece katılabilmeleri için aralarında sözleşme ilişkisi kurulmasını zorunlu kılmakta, öte yanda sistemde çok sayıda firmanın faaliyet göstermesi bu katılımcıların çeşitli seçme yöntemleri sonucunda atanmasını beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla inşaat proje sisteminin analizinde katılımcı seçme yöntemlerinin incelenmesi gereklidir. Bu nedenle, beşinci adımda katılımcı seçme yöntemleri ele alınacaktır. İnşaat proje sistemindeki sözleşmelerin iki temel bileşeni

ödeme şeması ve ilişki strüktürüdür. Sözleşme tipleri işi gören tarafa hizmetleri karşılığında ne şekilde ödeme yapılacağını ve risklerin taraflar arasında nasıl paylaştırılacağını ortaya koyarlar. İlişki strüktürü ise süreçte kimin ne yapacağını ve çalışmaların nasıl entegre edileceğini betimler ve proje teslim yöntemi olarak adlandırılan yapıyı meydana getirir. Bu bakımdan inşaat proje sisteminin dinamiklerinin sergilenmesinde alternatif sözleşme tiplerinin ve proje teslim yöntemlerinin ele alınması zorunludur. Bu nedenle altıncı adımda sözleşme tipleri, yedinci adımda standart sözleşme dokümanları esas alınarak sistemin strüktürünü ortaya koyan proje teslim yöntemleri ve proje katılımcılarının sistemde oynadıkları roller ve yükümlülükleri incelenecektir. Sekizinci adımda, literatürdeki kaynaklardan yararlanarak inşaat proje inşaat projelerinin başarısını etkileyen kritik faktörler ve buna bağlı olarak hayata geçirilmesi gereken ilkeler saptanacak, son adım olan dokuzuncu adımda alternatif proje teslim yöntemleri bu ilkeler açısından tartışılacak ve inşaat proje sisteminin problemleri belirlenecektir.

Üçüncü bölümde eşzamanlı mühendislik yöntemi analiz edilecektir. Bu bölümde önce literatürdeki kaynaklardan yararlanarak eşzamanlı mühendislik kavramı tanımlanacak, ikinci adımda bu yaklaşımın ortaya çıkmasına neden olan faktörler çerçevesinde eşzamanlı mühendisliğin arka planı ve eşzamanlı mühendisliğin zaman içindeki tarihsel gelişimi açıklanarak bu yaklaşımın geleneksel ürün geliştirme yöntemlerine getirdiği yenilikler ortaya konulacaktır. Üçüncü adımda eşzamanlı mühendisliğin amacı açıklanacak, dördüncü adımda eşzamanlı mühendislik süreci, bu süreçteki tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki aktiviteler, çoğul disiplinli ekip katılımcıları, bu katılımcıların söz konusu aşamalarındaki temel işlevleri ve bu aşamalarda kullanılan araçlarla birlikte entegre bir şekilde ele alınacaktır. Beşinci adımda çoğul disiplinli ekipteki karşılıklı ilişkileri içeren organizasyon ve yönetim yapısı incelenecektir. Bu analizden sonra altıncı adımda literatürdeki kaynaklara dayanarak eşzamanlı mühendisliğin ürün geliştirme sürecine sağladığı avantajlar, yedinci adımda bu yaklaşımda karşılaşılan temel problemler sergilenecektir. Sekizinci adımda, bölüm boyunca atıfta bulunulan çalışmalara dayanarak eşzamanlı mühendisliği uygulama ilkeleri derlenecektir.

Dördüncü bölüm eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sistemine uygulanmasına yönelik literatür taramasını kapsamaktadır. Bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerinin gerçekleştirilmesinde uygulanmasını hedefleyen

alışmalar açıklanacaktır. Bölümün birinci adımında diğ er sektörlerdeki eşzamanlı mühendislik çalışmalarını inceleyerek inşaat proje sistemi için gerekli ilkeleri saptamaya yönelik çalışmalar, ikinci adımında eşzamanlı mühendislik yaklaşımda kullanılan yöntemler ve teknikler gibi araçların inşaat proje sisteminde kullanılabilmesini ele alan çalışmalar aktarılacaktır. Bölüm 1.6'daki sınırlamalarda belirtildiğı gibi, enformasyon teknolojiyle ilgili çalışmalar detaylı olarak incelenmeyecektir.

Beşinci bölümde inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından analiz edilecektir. Bu analizde inşaat proje sistemiyle eşzamanlı mühendislik sistemi karşılaştırılacak, dördüncü bölümdeki literatür taraması kapsamında açıklanan çalışmalardan da yararlanarak inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışılacak, böylece eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinin gerçekleştirilmesinde uygulanabilirliğini etkileyen faktörler ve uygulama problemlerine yönelik bir senteze ulaşmaya çalışılacaktır.

Altıncı bölümde bu tez kapsamında geliştirilmiş olan İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik (IPS-EM) modeli açıklanacaktır. Bu açıklamada önce söz konusu modelin amacı, temel katılımcıları ve sözleşme yapısı ortaya konulacaktır. Daha sonra bu modele göre eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde gerçekleştirilen inşaat projelerinin tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında atılması gereken adımlar, bu adımlarda rol alan temel katılımcılar, katılımcıların tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki temel işlevleri ve süreçte kullanılması gereken araçlar açıklanacaktır. Bunun ardından katılımcıların modeldeki tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki temel y k ml l kleri ortaya konulacak ve sistemin dinamiğini sergilemek bakımından karşılıklı ilişkileri sergilenecektir.

Yedinci ve son bölümde ise, çalışmadan elde edilen sonuçlar irdelenecek, IPS-EM modelinden beklenen faydalar ve bu modelin uygulamaya konulabilmesi için hayata geçirilmesi gereken ilkeler açıklanacaktır.

2. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNİN ANALİZİ

Bu bölümün amacı, inşaat proje sistemini analiz etmek, bu analizden elde edilen bulgulardan yararlanarak inşaat proje sisteminin dinamiklerini ve buna bağlı olarak problemlerini sergilemektir.

İnşaat proje sistemi, mal sahibinin inşaat objesine duyduğu ihtiyacın saptanmasıyla başlayan ve malzeme, işçilik, enerji, finansman, enformasyon gibi birçok girdinin fiziksel bir çıktı olan inşaat objesine dönüştürülerek mal sahibine teslim edilmesiyle sona eren zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsayan bir ürün geliştirme sistemidir. Bu sistemin analiz edilebilmesi için önce sistem sürecinin, bu süreçteki temel aşama ve aktivitelerin, bu aktivitelerin gerçekleştirilmesinde rol alan temel katılımcıların ve katılımcılar arasındaki karşılıklı ilişkilerin irdelenmesi gereklidir. Ancak sistemin çıktısı olan inşaat objelerinin diğer sektörler üretilen ürünlerden farklı olan özellikleri sistemin işleyişini ve katılımcıların davranışlarını büyük ölçüde etkilemekte ve böylece inşaat proje sisteminin diğer sektörlerdeki ürün geliştirme sistemlerinden farklılaşmasına yol açmaktadır. Bu bakımdan inşaat proje sisteminin analizinde atılması gereken ilk adım inşaat objelerinin temel özelliklerinin ortaya konulmasıdır.

İnşaat proje sürecindeki aktiviteler farklı işlevler üstlenerek bir araya gelen ve bağımsız ekonomik birimler olan mal sahibi, mal sahibi adına projeyi yöneten birim, tasarımcılar, yapımcılar ve alt yükleniciler tarafından yerine getirilirler. Bağımsız ekonomik birimler olmalarının bir sonucu olarak, farklı amaçları olan alt sistemler olarak sürece katılan bu birimlerin süreçteki davranışlarının rasyonelleştirilebilmesi için, amaçlarının, temel özelliklerinin ve maruz kaldıkları risklerin ortaya konulması gereklidir.

İnşaat proje sisteminin işlerlik kazanabilmesi için önce süreçteki işlevleri yerine getirecek katılımcıların görevlendirilmesinin gerekmesine ve doğru katılımcı seçiminin projenin başarıyla tamamlanmasını etkileyen kritik bir faktör olmasına

karşılık, sektörde gerekli hizmetleri verecek çok sayıda firmanın faaliyet göstermesi, katılımcı adaylarının çeşitli yöntemler vasıtasıyla değerlendirilerek seçilmesini beraberinde getirmektedir. Bu bakımdan inşaat proje sisteminin analizinde katılımcı seçme yöntemlerinin incelenmesi zorunludur.

İnşaat proje sistemi katılımcılarının bağımsız firmalar olması sürece katılabilmeleri için aralarında sözleşme ilişkisi kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Puddicombe (1998) inşaat proje sistemindeki sözleşmelerin iki temel bileşenini ilişki strüktürü ve ödeme şeması olarak belirtmektedir. Yazara göre ilişki strüktürü kimin ne yapacağını ve çalışmaların nasıl entegre edileceğini, ödeme şeması ise işi yapan tarafa girdileri karşılığında ne şekilde ödeme yapılacağını ve risklerin nasıl paylaşılabileceğini tarif etmektedir. Bu bakımdan katılımcılar arasındaki ilişkileri ortaya koyan organizasyon strüktürü ve bu katılımcılara ne şekilde ödeme yapılacağı birbirini tamamlayan, ancak ayrı ele alınması gereken konulardır.

İnşaat proje sisteminde işi yapan tarafa ödeme yapma yöntemi alternatif sözleşme tiplerini ortaya çıkarmaktadır. Sözleşme tipleri aynı zamanda taraflardan hiçbirinin kontrolü altında olmayan çevre faktörlerinden kaynaklanan risklerin taraflar arasında nasıl paylaşılacağını ve dolayısıyla açık sistemler olan inşaat projelerinin çevreden gelen etkilere ne şekilde tepki vererek denge durumuna gelmeye çalışacağını ortaya koyarlar, dolayısıyla inşaat proje sisteminin analizinde sözleşme tiplerinin ele alınmaları gereklidir.

İnşaat proje sisteminde katılımcılar arasındaki ilişkiler proje teslim yöntemi olarak adlandırılan yapıyı meydana getirmektedir. Bu bakımdan proje teslim yöntemi inşaat proje sisteminin strüktürünü ifade eden bir kavramdır. İnşaat projelerinin bireysellik özelliğine bağlı olarak organizasyon strüktürü ihtiyaçlarının da farklı olması, bu ihtiyaçlara cevap verecek alternatif proje teslim yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu nedenle inşaat proje sisteminin analizinde katılımcılar arasındaki ilişkileri ortaya koyan organizasyon strüktürü alternatiflerinin proje teslim yöntemleri bağlamında ele alınması gereklidir.

Bu bölümde inşaat proje sisteminin analiz edilmesi amacıyla yönelik olarak, yukarıdaki değerlendirmeler ışığında, önce inşaat proje sisteminin amacı, ikinci adımda inşaat objelerinin temel özellikleri, üçüncü adımda inşaat proje süreci,

dördüncü adımda bu süreçte rol alan temel katılımcılar ve bu katılımcıların temel özellikleri, beşinci adımda katılımcı seçme yöntemleri, altıncı adımda sözleşme tipleri, yedinci adımda sistemin strüktürünü ortaya koyan proje teslim yöntemleri ve proje katılımcılarının sistemde oynadıkları roller ve yükümlülükleri incelenecektir. Bu incelemenin ardından sekizinci adımda, literatürdeki kaynaklardan yararlanarak inşaat proje inşaat projelerinin başarısını etkileyen kritik faktörler ve buna bağlı olarak hayata geçirilmesi gereken ilkeler saptanacak, son bölüm olan dokuzuncu adımda alternatif proje teslim yöntemleri bu ilkeler açısından tartışılacak ve inşaat proje sisteminin problemleri belirlenecektir.

2.1 İnşaat Proje Sisteminin Amacı

Amaçlar elde edilmesi istenen sonuçları ifade eder. Her sistem belli bir amaca yönelik olarak işler, ancak sistem elemanlarının kendine özgü amaçları, işleyişleri ve dinamikleri olan alt sistemler olması ve alt sistem amaçlarının birbirleriyle ya da sistemin genel amacı ile çatışma içinde olması durumunda, sistemin ve/veya alt sistemlerin amaçlarına ulaşabilmesi güçleşir. Bu nedenle bir sistemin dinamiklerinin ortaya konulabilmesi için sistemin genel amacı ile birlikte alt sistem amaçlarının da açıklanması gereklidir.

İnşaat proje sisteminin genel amacı projenin başarıyla tamamlanarak mal sahibine teslim edilmesidir ve sistemin başarısı mal sahibi tarafından belirlenen maliyet, süre ve kalite kriterleri açısından ölçülür. Başka bir deyişle, inşaat proje sisteminin amacı, projenin mal sahibinin kalite, süre ve maliyet kriterlerini karşılayacak şekilde tamamlanarak mal sahibine teslim edilmesidir. Mal sahibinin maliyet, süre ve kalite kriterleri Bölüm 2.4.1’de mal sahibi özellikleri kapsamında ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

İnşaat proje sisteminin mal sahibi isteklerinin karşılanması amacına yönelik olarak karşılıklı ilişkilerde bulunan elemanlarını oluşturan tasarımcı, yapımcı ve diğer proje katılımcıları, kendilerine özgü amaçları olan alt sistemlerdir. Söz konusu birimlerin kendilerine özgü amaçları birer sistem elemanı olarak inşaat projesi katılımcılarının özellikleri açıklanırken ele alınacaktır.

2.2 İnşaat Objelerinin Temel Özellikleri

İnşaat objeleri bütün gereksinimleri karşılayacak kadar bol olmayan ve ayrıca emek harcanarak, yani üretilebilerek elde edilmeleri bakımından ekonomik mallardır ve dolayısıyla inşaat proje sistemi bir ekonomik sistemdir. Ekonomik sistemlerde ürünün kendisi, o ürünü isteyen müşteri ve ürünü tasarlayan, üreten ve/veya satan firmalar sistemin elemanlarını oluştururlar. Bu bağlamda inşaat objeleri, inşaat proje sisteminin elemanı konumundadırlar (Fellows ve diğ., 1990; Pfarr, 1984).

İnşaat objelerinin diğer sektörlerde üretilen ürünlerden farklı olan özellikleri inşaat proje sisteminin ve proje katılımcılarının davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bölümde inşaat objelerinin temel özellikleri;

- Ürünün bireyselliği ve tiplerin çokluğu
- Toprağa bağlılık ve kullanım yerinde üretim
- Yüksek yatırım maliyetleri
- Uzun üretim süresi
- Uzun ömürlülük ve kullanım maliyetleri

başlıkları altında incelenecektir.

2.2.1 Ürünün Bireyselliği ve Tiplerin Çokluğu

İnşaat objelerinin bireyselliği, her inşaat objesinin kendisinden önce geliştirilen bütün benzer inşaat objelerinden farklı olduğunu ve bir daha asla tıpatıp tekrarlanmayacak olmasını ifade etmekte ve inşaat objesi geliştirme faaliyetlerinin proje olarak adlandırılmasının temelini oluşturmaktadır. İnşaat projelerinin diğer sektörlerdeki projelerden farklı olan en belirgin özelliği, diğer sektörlerde sadece ürün tasarımı aşamasının proje kapsamına girmesi, tasarım tamamlandıktan sonra aynı üründen birden fazla sayıda üretilebilmesi, buna karşılık inşaat objelerinin hem tasarımının hem de üretiminin sadece bir kereye özgü olarak gerçekleşmesidir. Üretilen inşaat objesinin bireysel ve tek oluşu işlerin tekrarlanabilir olmasını engeller ve buna bağlı olarak seri üretim söz konusu olmaz.

Tiplerin çokluğu, inşaat sektöründe üretilen objelerin kendilerine özgü karakteristikleri ve geliştirme yöntemleri de olan, bina, yol, köprü, baraj, altyapı, endüstriyel tesisler, vb. gibi çok farklı tiplerde olmasından doğar. Bu açıdan inşaat projeleri bina projeleri, mühendislik projeleri ve endüstriyel projeler olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır. Bu ayrıma göre inşaat sektöründeki faaliyetlerin % 70-75'ini oluşturan bina projeleri barınma, eğitim, sağlık, ticaret, konaklama gibi çeşitli amaçlara yönelik olarak geliştirilen binaları kapsar ve mimarlar tarafından tasarlanırlar. Mühendislik projeleri altyapı amaçlı bir kamu işlevi gören projeleri içerirler. Barajlar, arıtma tesisleri, yollar, havaalanları, limanlar, su, elektrik, kanalizasyon şebekeleri gibi projeler bu kapsama girerler. Endüstriyel projeler ise üretim amaçlı, ileri teknoloji gerektiren petrol rafinerileri, nükleer enerji santralleri gibi projeleri içerirler. İnşaat sektöründeki faaliyetlerin % 25-30'unu oluşturan mühendislik ve endüstri projeleri konunun uzmanı olan mühendisler tarafından tasarlanırlar (Barrie ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998). Bundan başka bir sistem elemanı olarak inşaat objeleri mimari, statik, elektrik, mekanik, vb. gibi disiplinler uzmanlık gerektiren çok sayıda alt sistem içerirler. Bunun sonucunda, inşaat projelerinin geliştirilmesinde farklı disiplin ve uzmanlık alanlarını temsil eden çok sayıda katılımcı rol alır.

İnşaat objelerinin her biri işlev, donanım, yapım teknolojisi, katılımcılar gibi faktörler bakımından birbirinden farklıdır. Buna ek olarak, aynı kategori altında yer alsalar bile, büyüklük, plan çözümü, bulunduğu bölge, altyapı bağlantısı, coğrafi bölge, vb. gibi birçok faktör bakımından birbirinden tamamen farklı özellikler sergilerler. Bu nedenle, kullanılan malzeme, yapım yöntemi gibi bazı özellikler açısından benzerlik taşıyabilirler bile, bütün inşaat objelerini kapsayacak genellemeler yapmak çok güçtür, dolayısıyla her inşaat projesinin ayrı ele alınması zorunludur.

Her inşaat projesinin tek ve bireysel oluşu daha önce gerçekleştirilen projelerden edinilen bilgi ve deneyimin yeni projelerde kullanılma olanağını sınırlar. Bunun sonucunda diğer sektörlerde daha önce geliştirilmiş olan ürünlerle ilgili enformasyondan yararlanarak bir sonraki kuşak ürünlerin ıslah edilmesi esasına dayanan sürekli gelişim ilkesinin inşaat projelerinde hayata geçirilmesi problemli hale gelir.

2.2.2 Toprağa Bağlılık ve Kullanım Yerinde Üretim

İnşaat objeleri ilke olarak çok sayıda bileşenin objenin kullanılacağı yerde, belli bir toprak parçası üzerinde birbirine monte edilmesiyle meydana getirilen hareketsiz ürünlerdir. Bu bileşenlerden bazıları başka bir yerde üretilse bile, üretimin belli bir bölümünün bu toprak parçası üzerinde açık hava koşullarında gerçekleştirilmesi zorunludur. İnşaat projelerinin toprakla olan bu zorunlu ilişkisi inşaat proje sisteminde çeşitli sonuçlar doğurur.

İnşaat objesinin toprakla olan zorunlu bağlantısı, girişim aşamasında yer seçimini etkileyen bir faktördür. Projenin inşaata elverişli, yani altyapı bağlantısı sağlanmış, imar durumu, mülkiyet hakları, vb. gibi yasal sorunları çözülmüş arsalar üzerinde gerçekleştirilmesi zorunluluğu, arsanın tamamlayıcı bir mal olarak ortaya çıkmasına neden olur. Yön, konum, topografik özellikler, altyapı durumu gibi faktörler arsaların birbirinden farklı olmasına yol açar ve böylece girişimci mal sahibinin proje maliyetlerini etkileyen bir arsa piyasası oluşur. Bundan başka arsanın bölgesel konumu, devletin kullanım amacına ve çeşitli varlıkların korunmasına yönelik olarak oluşturduğu mevzuat nedeniyle gerek girişim gerekse tasarım kararları sırasında uyulması gereken bazı sınırlamalara tabi olur (Heuer ve diğ., 1979).

Yön, ulaşım, altyapı durumu, uyulması gereken mevzuat gibi faktörlerin tasarım çözümlerini sınırlamasına ek olarak, arsanın topografik ve jeolojik özellikleri tasarım aşamasında dikkate alınması zorunlu faktörlerdir. Topografik ve jeolojik yapının arsanın çeşitli kısımlarında farklı özellikler sergilemesi, tekrarlara dayanan bir tasarımda bile bu koşulları dikkate alan farklı detaylar geliştirilmesini zorunlu kılar. Jeolojik etütler vasıtasıyla zemin taşıma gücü, zemin suyu seviyesi gibi konularda büyük ölçüde bilgilenilebildiği halde, yapım sırasında söz konusu enformasyondan farklı koşullarla karşılaşma olasılığı vardır. Dolayısıyla toprağa bağlılık projeyi zeminle ilgili konularda çeşitli belirsizliklerle karşı karşıya bırakır. Zemin koşulları ile ilgili belirsizlikler, yapım aşamasında tasarımda öngörülme-yen çözümler geliştirilmesini zorunlu kılarak projenin maliyetlerinin artmasına ve süresinin uzamasına neden olabilirler.

İnşaat objelerinin kullanım yerinde üretilmesi yapım sürecinin açık hava koşullarından etkilenmesine yol açar. Kötü hava koşulları nedeniyle üretimin

aksaması proje süresinin ve buna bağlı olarak maliyetlerin artmasıyla sonuçlanır. Üretimin açık hava koşullarında yapılmasının bir diğer sonucu, yapım sürecinin mevsimlik bir iş kolu haline dönüşmesi ve kalite, üretkenlik ve verimliliği olumsuz yönde etkileyen çeşitli sakıncalara yol açmasıdır. Bunlardan sakıncalardan birincisi, inşaat sektörünün vasıfsız iş gücüne istihdam olanağı yaratacak bir sektör olarak görülmesidir. İnşaat işlerinde vasıfsız işgücü kullanımı, kalitenin düşmesiyle sonuçlanır. İnşaat işlerinin mevsimlik bir iş kolu olmasının neden olduğu bir diğer sakınca, işçilerin büyük çoğunluğunun geçici olarak çalışması, her projede işi ve yöntemleri öğrenmek, ekiplere ve yöneticilere alışmak zorunda olmaları, dolayısıyla imalat sektöründe üretime başlama aşamasında görülen öğrenme ve alışma sürecinin neden olduğu düşük üretim ve yüksek maliyetlerin inşaat sektöründe her projede yeniden ortaya çıkmasıdır. Dolayısıyla diğer sektörlerde yarar sağlayan öğrenme eğrisi ilkesi inşaat projelerinde aynı ölçüde etkili olmaz (Barry ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000; Sorguç, 1989).

İnşaat objelerinin toprağa bağlı olmasının ve bu yüzden kullanım yerinde üretilmesinin neden olduğu zemin durumu, hava koşulları gibi konular, projede rol alan katılımcıların hiç birinin kontrolunda olmayan çeşitli belirsizlikleri ve bu belirsizliklere bağlı olarak bazı riskleri beraberinde getirmektedir. Bu risklerin taraflar arasında nasıl paylaştırılacağı, sözleşme tipini dikte eder.

İnşaat objelerinin toprakla olan zorunlu bağlantısı, üretim faktörlerinin kullanım yerine götürülerek organize edilmesini zorunlu kılar ve böylece şantiye olarak adlandırılan üretim tesisleri ortaya çıkar. Şantiyelerin temel özelliği, geçici tesisler olmaları ve proje tamamlandıktan sonra ortadan kalkmalarıdır. Bigat (1983) bu özellikten ötürü şantiyeleri geçici fabrikalar olarak adlandırmaktadır.

Üretim sırasında kullanılan ekipmanın yeri, sirkülasyon alanları, fiziksel çalışma alanı gibi faktörler bir üretim tesisindeki yerleşim planını ortaya çıkarır. İyi tasarlanmış bir yerleşim planı üretkenlikte önemli rol oynar. Ancak inşaat proje sisteminde her şantiye inşa edilecek objenin tipi, büyüklüğü, arsa sınırları, alan, ulaşım, vb. bakımından farklıdır. Bundan başka inşaat ortamı her bileşenin yerine monte edilmesiyle değişime uğrar. İş ilerledikçe beton kalıpları, iskele, kule vinç gibi gereç ve ekipmanların ve malzeme deposu, koğuşlar, şantiye ofisleri gibi tesislerin yeri değişir. Bu nedenle inşaat projelerinde şantiye planı her projenin çeşitli

aşamaları için yeniden tasarlanmak zorundadır ve imalat sektöründeki sabit üretim tesislerinde üretkenliği artırmak için uygulanan yöntemler inşaat projelerinde aynı oranda etkili olmazlar. (Tatum, 1987; Sanvido ve Medeiros, 1990)

2.2.3 Yüksek Yatırım Maliyetleri

İnşaat objelerinin yatırım maliyetleri ihtiyacın saptanmasından objenin kullanıma hazır hale getirilerek mal sahibine teslim edilmesine kadar geçen süreçte maruz kalınan maliyetlerin toplamıdır. Bu bağlamda inşaat proje sistemindeki yatırım maliyetleri inşaat sürecindeki tasarım öncesi/planlama, tasarım ve yapım aşamalarında ortaya çıkan maliyetleri kapsar.

Tasarım öncesi/planlama faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilen fizibilite etüdü ve piyasa analizi gibi araştırmalar mal sahibinin yatırım yapma yapmama kararını etkileyen çalışmalardır. Mal sahibi sonuçta yatırım yapmama kararı verse bile bu çalışmaların maliyetlerine katlanmak zorundadır. Yatırım yapma kararı veren mal sahibi ise bu maliyetlere ek olarak işin yapılacağı toprak parçasını belirlemek, bu toprak parçasının mülkiyetini ya da kullanma hakkını almak, zemin etüdü, sondaj, ÇED araştırması gibi çeşitli araştırmalar yaptırmak ve dolayısıyla işin yapılacağı yerle ilgili bütün maliyetleri de karşılamak durumundadır. Bu bakımdan tasarım öncesi faaliyetler mal sahibi tarafından kaçınılmaz olarak karşılanması gereken maliyet unsurları oluştururlar. Öte yanda arsa fiyatının ve arsaya ilgili olarak ödenmesi gereken vergiler, harçlar, vb. tutarların sistem dışında belirlenmesinden ötürü mal sahibinin bu maliyetleri kontrol altında tutma olanağı yoktur.

Tasarım aşamasındaki maliyetler, hizmetleri karşılığında tasarımcılara ödenecek ücretlerin ve bu çalışmaların yönetim ve koordinasyonu için mal sahibi tarafından yapılan harcamaların toplamıdır. Poage (2000) tasarımcılara ödenecek ücretin bir çok faktör tarafından etkilenmekle birlikte genelde yapım maliyetinin % 6-12'si dolayında olduğunu belirtmektedir. Buna karşılık tasarım sırasında verilen kararlar yapım ve kullanım maliyetlerini büyük ölçüde etkilemektedir (Ferry ve Brandon, 1984; Tunstall, 2000). Bu açıdan bakıldığında, tasarım maliyetlerinin objenin yaşam çemberi maliyetlerinin çok küçük bir bölümünü oluşturduğunu, buna karşılık tasarım kararlarının objenin bütün yaşam çemberi maliyetlerini etkilediğini ve mal sahibinin

maruz kaldığı maliyetler açısından en önemli rolü oynadığını öne sürmek mümkündür.

Yapım maliyetleri tasarım aşamasında üretilen çizimler, şartnameler, vb. yapım dokümanlarında tarif edilen inşaat objesinin fiziksel bir nesneye dönüştürülmesi için harcanan dolaylı ve dolaysız maliyetlerin toplamıdır. Kuramsal olarak yapım dokümanlarında betimlenen işi bir kerede doğru yaparak yapım maliyetlerini kontrol altında tutmak mümkündür, ancak uygulamada inşaat projeleri maliyet sapmalarına maruz kalmaktadır. Bölüm 1.1.1’de Love (2002) ve Diekmann ve Nelson (1985) çalışmalarına dayanarak, proje sonunda gerçekleşen maliyetlerin sözleşme tutarından ortalama % 12,6 daha fazla olduğu ve bu maliyet artışının % 40’ının tasarım hatalarından, % 28’inin işin verilmesinden sonra projede yapılan değişikliklerden, % 13’ünün zemin koşullarının projede gösterilen ya da beklenen koşullarından farklı olmasından kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Zemin koşullarıyla ilgili sorunların proje katılımcılarının hiç birinin kontrolü altında olmamasından ötürü bundan kaynaklanan maliyet artışları kaçınılmazdır. Diğer tarafta ek ödeme başvurularının toplam olarak % 68’inin tasarımla ve projede yapılan değişikliklerle ilgili olması inşaat objelerinin doğru tasarlanmasının önemini kanıtlar niteliktedir.

İnşaat proje sistemindeki yüksek yatırım maliyetlerini etkileyen bir faktör de yeniden yapım işleridir. Love (2002) yeniden yapımı işlerini birinci seferde doğru olarak yapılmayan bir süreç ya da aktiviteyi yeniden yapmak için harcanan gereksiz çaba olarak tanımlayarak hataların, unutulmuş konuların, eksiklerin, hasarların ve değişiklik taleplerinin yeniden yapım işlerine yol açtığını ve yukarıda sözü edilen % 12’6’lık maliyet artışının % 52’sinin yeniden yapım işlerinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Bu bakımdan inşaat proje sisteminde yeniden yapım işlerinin önlenmesi yüksek yatırım maliyetlerinin kontrol altında tutulmasını sağlayan önemli bir konudur.

Yüksek yatırım maliyetlerinin önemli bir bileşeni finansman maliyetleridir. Yatırımcı olarak mal sahibi projeyi gerçekleştirmek için gereken yüksek meblağların tümünü kendi mevcut kaynaklarından karşılama olanağına genellikle sahip değildir, dolayısıyla dış finansmana, başka bir deyişle krediye gereksinme duyar. Sermaye piyasasından alınan kredilerin faizleri önemli bir maliyet unsurudur. Böylece inşaat projesi sermaye piyasasındaki davranış ve eğilimlere bağımlı hale gelir. Enflasyonun

ve buna bağı olarak faizlerin yüksek olduğı ÷lkelerde bu konunun önemi daha da artar. İnşaat harcamalarının tasarruf aracı olarak gör÷lmesi, ekonomik durgunluk dönemlerinde inşaat yatırımlarının azalmasına yol açar ve anahtar sektör olarak nitelendiren inşaat sektörüne bağı diğ er sektörleri de olumsuz yönde etkiler (Fellows ve diğ., 1990). Bu bakımdan inşaat projelerinde verimliliğı artırma ve maliyetleri kontrol altına alma çalışmaları genel ekonominin sağılıklı işleyişi açısından da önem taşımaktadır.

Yüksek yatırım maliyetleri mal sahibi dışındaki proje katılımcılarının davranışlarını ve buna bağı olarak sistemin işleyişini etkileyerek mal sahibinin yatırım maliyetlerini dolaylı olarak etkileyen sonuçlar doğurur. Katılımcı firmaların inşaat projelerinin yüksek yatırım maliyetlerini kendi kaynaklarından karşılama olanağının bulunmaması, bu yüzden kendi üretim programlarını belirleyememeleri bu firmaların sipariş üzerine üretim yapmalarına neden olur. Böylece diğ er sektörlerde faaliyet gösteren firmalarda işlevlerin zamana bağı sıralaması tedarik – üretim – sürüm iken, inşaat işiyle uğraş an firmalarda bu sıralama iş temini (sürüm) – tedarik – üretim sıralamasına dönüşür. İş temini işlevinin üretim işlevinden önce yerine getirilmesi zorunluluğunun yol açtığı en önemli sonuç, bu firmaların iş temin edebilmek için çok sayıda teklif hazırlamak ve bunun için de bir çekirdek kadroyu bünyelerinde barındırmak zorunda olmalarıdır. Gelir getirecek faaliyetlerde bulunulmadığı dönemlerde harcanması gereken bu tür personel giderleri ve diğ er genel giderler bu firmaların maliyetlerini ve buna bağı olarak tekliflerinde belirttikleri fiyatları ve dolayısıyla mal sahibinin aldığı hizmet karşılığında katılımcı firmalara ödeyeceğı meblağı artıran faktörlerdir.

Yüksek maliyetleri kendi kaynaklarından karşılayamamaları nedeniyle sipariş üzerine üretim yapmak zorunda kalan yapımçı firmaların, sözleşmenin imzalanmasının ardından sözleşmede belirtilen bir tutarı avans ödemesi olarak aldıktan sonra işe başlamaları, bunun yanı sıra malzeme alımı ve ekipman kiralınması için kredi olanaklarının bulunması, yaptıkları işin bedelini hakediş ödemeleri ile belli zaman dilimlerinde tahsil etmeleri, bu firmaların sermaye ihtiyaçlarını azaltmakta ve bu durum sektöre girişi kolaylaştırarak faaliyet gösteren firma sayısını artırmaktadır. Fellows ve diğ. (1990) bunun nedeninin, yapımçı firmalar üzerinde tasarımcı firmaların bağı olduğı kurumlar kadar etkili bir tescil ve kontrol mekanizmasının bulunmayışı olduğunu belirtmektedirler. Yazarlara göre bu

firmaların sektörden çıkışı da aynı ölçüde kolay olmakta, bunun sonucunda sektörden çıkan yapımcı firmalar arkalarında işi yarım kalmış mal sahipleri, alacaklarını tahsil edememiş kredi kuruluşları ve işsiz kalan çalışanlar bırakılmaktadırlar. Bu nedenle yapımcı firma seçimi, yüksek meblağlar harcanarak gerçekleştirilen inşaat projelerinin başarıyla tamamlanmasını etkileyen kritik bir karar konusudur.

2.2.4 Uzun Üretim Süresi

Bir inşaat objesinin yapımına karar verilmesiyle yapımın tamamlanması arasında objenin tipine bağlı olarak değişen uzun bir süre vardır. Örneğin konut yapımında bu sürenin kural olarak iki yıl olduğu belirtilmektedir (Heuer ve diğ., 1979). Büyük ve karmaşık projelerde bu süre on yıla kadar çıkabilmektedir (Halpin ve Woodhead, 1998). Yapım sürecinin hava koşullarına bağlı oluşu, emek-yoğun teknoloji kullanımı gibi faktörler süreyi kısaltma çabalarını güçleştirmekte, hatta bazı durumlarda proje süresinin öngörülenden uzun olmasına yol açmaktadır. Bölüm 1.1.1’de açıklanan Love (2002) ve Diekmann ve Nelson (1985) çalışmaları, proje sonunda gerçekleşen sürenin sözleşmede öngörülen süreden % 20,6 daha fazla olduğunu ve bu süre uzamasının % 35’inin beklenmeyen kötü hava koşullarından, % 25’inin grevlerin yol açtığı işgücü kayıplarından, % 18’inin tasarım hatalarından, % 12’sinin yapım başladıktan sonra projede yapılan değişikliklerden ve % 9’unun zemin koşullarının projede gösterilen ya da öngörülen koşullardan farklı olmasından kaynaklandığını göstermektedir. Kötü hava koşulları, grevler ve zeminle ilgili sorunlar proje katılımcılarının hiç birinin kontrolunda bulunmayan faktörlerdir, bu yüzden mal sahibinin bu faktörlerden kaynaklanan süre uzamalarına katlanması zorunludur. Buna karşılık doğru tasarımla tasarım hataları ve değişiklik talepleriyle ilgili süre uzamasını önlemek mümkündür. Dolayısıyla bu bulguları inşaat proje sisteminde doğru tasarımın önemini ortaya koymaktadır.

Üretim süresi mal sahibinin inşaat objesinden beklediği faydanın elde edilmeye, dolayısıyla yatırılan sermayenin geri dönmeye başlamasıyla ilişkili bir özelliktir. Buradaki temel problem yapım süreci boyunca paranın maruz kaldığı değer dalgalanmalarının proje maliyetleri üzerindeki etkisini ölçmenin ve buna bağlı olarak proje tamamlandığında ortaya çıkacak gerçek maliyetleri önceden kestirmenin güçlüğüdür. Sürenin uzaması mal sahibinin inşaat projesinden beklediği faydayı ve

sermaye geri dönüşünü geciktirmenin yanı sıra, parasal değer dalgalanmalarının proje maliyetleri üzerindeki etkisini de artırır.

İnşaat proje sisteminde süreyi kısaltma çabaları “fast-track” olarak adlandırılan hızlandırılmış yapım tekniklerinin uygulanmasına yol açmaktadır. Tasarım tümüyle bitmeden yapıma başlanması esasına dayanan hızlandırılmış yapım tekniğinin arzu edilenin tam tersine sonuç verebildiği çeşitli yazarlar tarafından rapor edilmektedir. Huot (1991) ve Love (2002) hızlandırılmış yapım tekniğinin işin paketlere bölündüğü sözleşmelerle uygulanabildiğini, bunun sonucunda karmaşıklığın arttığını ve projenin yönetilmesinin güçleştiğini, projede yapılan değişikliklerin yeniden yapım işlerine neden olduğunu, sonuçta proje süresinin uzadığını ve maliyetlerin arttığını belirtmektedirler. Bu nedenlerden ötürü uzun üretim süresini kısaltma çabalarının yanında yeniden yapım işlerinin engellenmesi sürenin ve yüksek yatırım maliyetlerinin kontrol altına alınması bakımından son derece önemlidir.

2.2.5 Uzun Ömürlülük ve Kullanım Maliyetleri

İnşaat objeleri diğer sektörlerdeki ürünlere oranla çok daha uzun süre kullanılabilen, bakım ve onarımla ömrü daha da uzatılabilen dayanıklı ürünlerdir. Uzun ömürlülük, yatırılan sermayenin geri dönüşüyle ilişkilidir ve bu bakımdan kişisel kullanım ya da kiralama amaçlı inşaat yaptıran mal sahiplerini etkiler. Yatırımın uzun vadedeki değerini önceden kestirmenin güçlüğü bu mal sahiplerinin yatırım kararı vermesini güçleştirir. Objeyi satarak kazanç elde etmeyi amaçlayan mal sahipleri sermaye maliyetlerini objenin satış fiyatına ekleyeceklerinden, bu bakımdan zarara uğramazlar. Bununla birlikte ister kişisel kullanım ister kiralama ya da satış amaçlı üretilsin, bütün inşaat objeleri kullanım işlevini yerine getirmek için işletilmek ve eskimelerine paralel olarak bakılmak zorundadır ve bu işlemlerin bir maliyeti vardır. Bu bakımdan bütün mal sahipleri doğrudan ya da dolaylı olarak kullanım maliyetlerinden etkilenirler.

Kullanım maliyetleri objenin mal sahibine teslim edilmesinden itibaren ortadan kaldırılincaya ya da yeni bir projeye konu oluncaya kadar harcanması gereken işletme ve bakım maliyetlerinin toplamıdır. İşletme maliyetleri objenin işlevini yerine getirebilmesi için gereken elektrik, su, enerji, işçilik, yönetim, vb. kaynakların

kullanımı için yapılan harcamalardır. Bakım maliyetleri ise objenin istenen nitelikte kalmasını sağlamak için yapılan bakım ve onarım harcamalarını içerir.

Bölüm 1.1.3'te açıklanan Vischer ve Marcus (1982) çalışmasında kullanıcının bir inşaat objesinden beklediği en önemli özelliğin bakılabilirlik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kişisel kullanım için inşaat yaptıran mal sahibi aynı zamanda kullanıcıdır, dolayısıyla bu tip bir mal sahibi için en önemli özelliğin bakılabilirlik olduğunu öne sürmek mümkündür. Kiralama ya da satış yoluyla kazanç elde etmeyi planlayan mal sahipleri de kullanıcının bakılabilirlik beklentisini karşılayan inşaat objeleri arz etmek zorundadırlar, çünkü bu yapılmadığı takdirde objenin pazarlanabilme sorunu doğar ve mal sahibi açısından kazanç elde etme hedefine ulaşamama riski ortaya çıkar.

Gibson ve Bell (1992) bir inşaat objesinin toplam yaşam çemberi maliyetlerinin % 85-90'ının yapım tamamlandıktan sonra ortaya çıktığını öne sürmekte ve kullanım maliyetlerinin tasarımda hesaba katılması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Benzer şekilde Ferry ve Brandon (1986) tasarım ile kullanım arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirterek tasarım kararları vermeden önce objenin ekonomik ömrünün ve bu zaman dilimi içerisindeki harcamaların dikkate alınmasının önemine değinmektedirler. Tunstall (2000) tasarım kararlarının yapım maliyetlerini etkilediğini, bu kararların gelecekteki kullanım maliyetleri üzerinde de aynı ölçüde etkili olduğunu ifade ederek kullanım maliyetlerinin düşürülmesine yönelik çeşitli tasarım ilkeleri önermektedir. Bu çalışmalar ve yukarıdaki açıklamalar kullanım maliyetlerinin önemini ve tasarım sırasında dikkate alınmasını zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

2.3 İnşaat Proje Süreci

İnşaat proje sistemi mal sahibinin bir inşaat objesine duyduğu ihtiyacın saptanmasıyla başlayan ve bu ihtiyacı karşılayacak inşaat objesinin mal sahibine teslim edilmesiyle sona eren süreçte gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsayan bir ürün geliştirme sürecidir.

A.B.D. İnşaat Standartları Enstitüsü (Construction Specification Institute, CSI) tarafından geliştirilen standartlarda inşaat proje sürecinin aşamaları tasarım öncesi,

tasarım, yapımcı seçimi, yapım ve yapım sonrası şeklinde gruplandırılmaktadır (CSI, 1996). Ancak Bölüm 2.7’de ayrıntılı olarak görülebileceği gibi, bazı proje teslim yöntemlerinde yapımcı tasarım aşamasından önce seçilmekte ve tasarım sürecinde rol oynamaktadır. Bu bakımdan CSI (1996) tarafından belirtilen süreç akışı tüm proje teslim yöntemleri için geçerli değildir. Bununla birlikte her inşaat projesinde tasarım öncesinde çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, objenin tasarlanması, inşa edilmesi ve mal sahibine teslim edilmesi zorunludur. Bu bakımdan inşaat proje sürecindeki temel aşamaları;

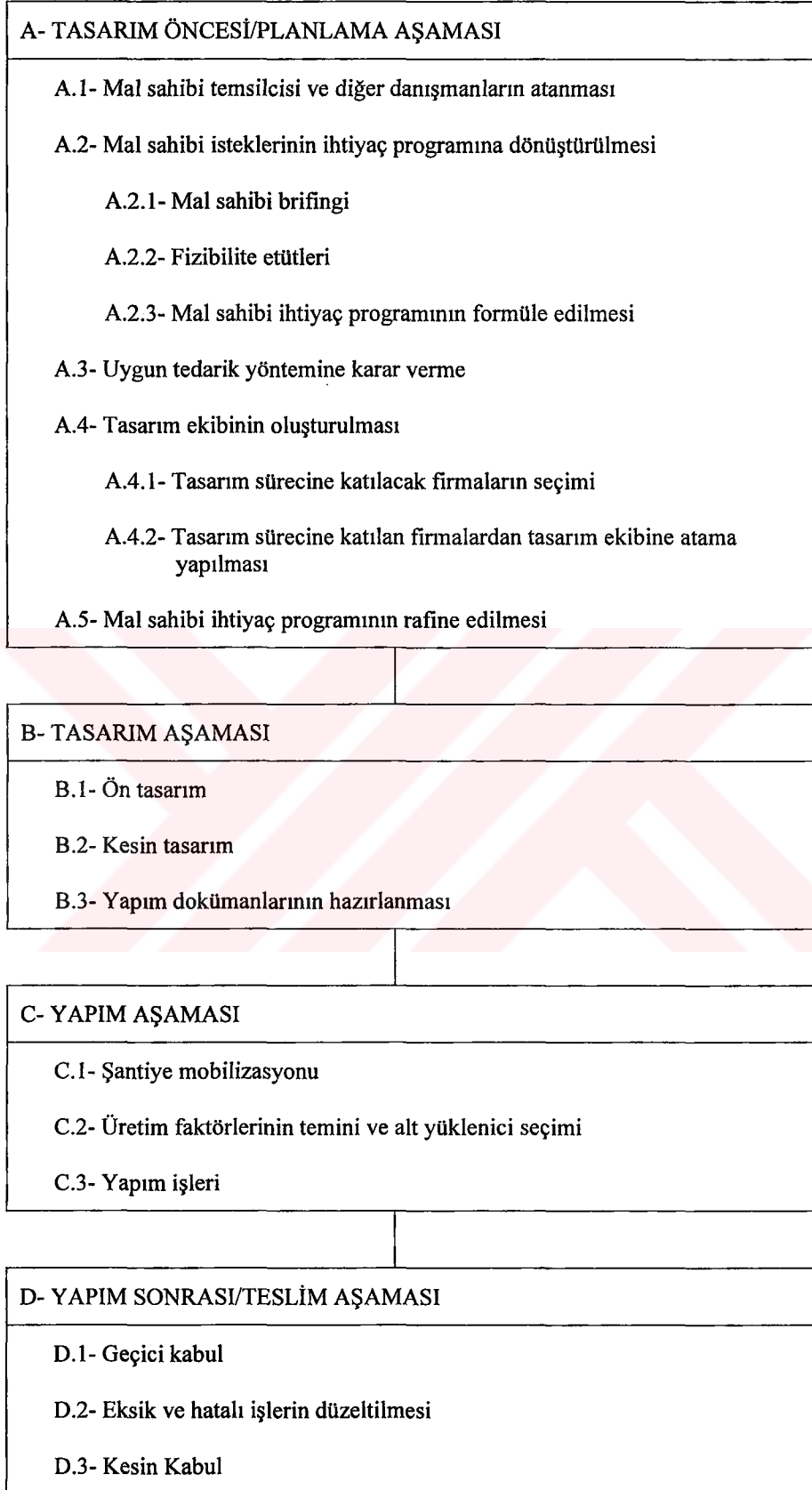
- Tasarım öncesi/planlama
- Tasarım
- Yapım
- Yapım sonrası/teslim

başlıkları altında gruplandırmak mümkündür. Söz konusu aşamalar ve bu aşamalardaki temel aktiviteler Şekil 2.1’de gösterilmektedir.

2.3.1 Tasarım Öncesi/Planlama Aşaması

İnşaat proje sürecinde tasarım öncesi/planlama aşaması mal sahibinin bir inşaat objesine duyduğu ihtiyacın saptanmasıyla başlayan ve tasarım ekibinin ihtiyaç programını rafine edip mal sahibine onaylatmasıyla sona eren süreç içinde gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsar.

Bir inşaat objesine ihtiyaç duyan mal sahibi öncelikle bu ihtiyacın ekonomik bir şekilde karşılanıp karşılanamayacağını saptamaya yönelik çeşitli analizler yapmak ve bunun sonucunda inşaat yaptırıp yaptırmamaya karar vermek durumundadır. Bu çalışmaların özel uzmanlık gerektirmesine karşılık mal sahiplerinin önemli bölümünün bu işlevi yerine getirecek bilgi ve deneyimden yoksun olması, söz konusu çalışmaları gerçekleştirecek uzman profesyonellerin görevlendirilmesini zorunlu kılar ve bu çalışmaların mal sahibi adına koordine edilmesi ve denetlenmesi gereklidir. Bu nedenle inşaat proje sürecinde mal sahibinin atması gereken ilk adım kendisi adına hareket edecek ve kendisine tavsiyelerde bulunacak bir mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanları atamaktır.



Şekil 2.1. İnşaat Proje Süreci

Mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanların gerekli analizleri yapabilmeleri için önce mal sahibi isteklerinin saptanması zorunludur. Mal sahibinin isteklerini ifade ettiği süreç literatürde mal sahibi brifingi olarak adlandırılmaktadır (Franks, 1994; Kamara ve diğ., 2002; Thompson, 1999). Bu süreçte mal sahibi temel olarak projenin içerik ve kapsamı, maliyet ve süre hedefleri, proje teslim yöntemi ve sözleşme tipleriyle ilgili tercihleri, arsa ve çevre koşullarıyla ilgili enformasyonu aktarır. Bununla birlikte brifingde ele alınacak konular her proje için farklılık gösterir, bu nedenle bu süreçte genellikle önceden hazırlanmış denetim listeleri (checklist) kullanılır. Bu süreçte AIA-D200 (1995) gibi standart denetim listelerini kullanmak mümkündür, ancak her projenin ihtiyaçlarının farklı olması bu standart dokümanların modifiye edilmesini gerektirir. Bunun anlamı her projede denetim listesinin projenin ihtiyaçları dikkate alınarak geliştirilmesi gerektiğidir.

Mal sahibi brifinginde belirtilen isteklerin ekonomik bir şekilde karşılanıp karşılanmayacağını saptamaya yönelik analiz çalışmaları fizibilite etütleri olarak adlandırılmaktadır (Franks, 1994; Kamara ve diğ., 2002; Thompson, 1999). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre mal sahibi yatırım yapıp yapmamaya karar verir.

Mal sahibinin inşaat yaptırmaya karar vermesi durumunda atılması gereken adım ihtiyaç programının formüle edilmesidir. İhtiyaç programı mal sahibinin bütçe ve süre ile ilgili kriterlerini, mekan ihtiyaçlarını, mekanlar arasındaki ilişkiler bakımından isteklerini, esneklik ve genişleme ihtiyaçlarını, özel ekipman ve sistemleri, inşaat objesinin arsaya yerleşimi ile ilgili özel isteklerini içerir (AGC-200, 2000, Madde 4.3; AGC-230, 2000, Madde 4.3; AGC-240, 2000, Madde 4.2.1; AGC-250, 2000, Madde 4.3; AGC-410, 1999, Madde 4.1.; AGC-510, 1997, Madde 4.1; AGC-530, 2000, Madde 4.1; AIA-A191, 1996a, Madde 2.1.4-2.1.8; AIA-A201, 1997, Madde 2.2.3; AIA-A201/CMa, 1997, Madde 2.1.2; AIA-B141, 1997, Madde 2.2.1).

Yatırım yapma kararı alan mal sahibinin atması gereken adım, tedarik stratejisini belirlemektir (Franks, 1994; Gordon, 1994; Gould ve Joyce, 2000). Gordon (1994) tedarik stratejisinin organizasyon strüktürü, sözleşme tipleri ve katılımcı seçme yöntemini kapsadığını belirtmekte, her projenin kendine özgü özelliklere sahip olduğu ana fikrinden hareket ederek, uygun olmayan yöntemlerin elenmesi esasına

dayanan ve sırasıyla proje teslim yöntemi, sözleşme tipi ve katılımcı seçme yöntemi alternatiflerinin belirlenmesini içeren bir tedarik stratejisi belirleme modeli önermektedir. Bu modele göre mal sahibinin atması gereken ilk adım; proje, mal sahibi ve piyasa durumuyla ilgili verileri bu başlıklar altında toplanan çeşitli kriterler açısından değerlendirmek ve bu kriterleri karşılamayan yöntemleri eleyerek proje için uygun organizasyon strüktürü, yani proje teslim yöntemi alternatiflerini belirlemektir. İkinci adım, proje teslim yöntemi alternatiflerini risk dağılımı konusuyla birlikte yeniden gözden geçirerek sözleşme tipi alternatiflerinin belirlenmesidir. Bunun nedeni belli sözleşme tiplerinin ancak belli organizasyon strüktürleriyle birlikte uygulanabilmesidir. Üçüncü adım ise proje teslim yöntemi ve sözleşme tipi alternatifleriyle birlikte katılımcıların sunacağı ürün ve/veya hizmetlerin analiz edilmesini ve yapıcı seçme yöntemi alternatiflerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Bunun nedeni ise proje için seçilen uygun organizasyon strüktürünün, ve sözleşme tiplerinin belli katılımcı seçme yöntemlerini zorunlu kılabilmesidir.

Tedarik stratejisinin belirlenmesini izleyen adım, tasarım ekibinin oluşturulmasıdır. Bu aktivite belirlenen proje teslim yöntemine bağlı olarak tasarım ekibinde rol alması öngörülen firmaların seçimini ve bu firmalar tarafından tasarım ekibine atama yapılmasını kapsar.

Tasarım ekibinin tasarım çalışmalarına başlamadan önce atması gerek ilk adım, mal sahibi ihtiyaç programını incelemek ve rafine edilmesinde mal sahibine yardımcı olmaktır. Bölüm 2.7 kapsamında açıklanacak olan proje teslim yöntemlerine yönelik standart sözleşme dokümanlarında görüleceği gibi, tasarım ekibi katılımcıları, tasarım çalışmalarına başlamadan önce bu işlevi yerine getirip mal sahibinin onayını almakla yükümlü tutulmaktadırlar.

2.3.2 Tasarım Aşaması

Pfarr (1984) inşaat proje sürecindeki tasarım faaliyetini çeşitli bakış açılarından ele almakta ve tasarımı çalışma psikolojisi açısından bir yaratma faaliyeti, yöntem açısından önceden belirlenmiş sınırlamalar içinde gerçekleştirilen bir optimizasyon süreci, organizasyon açısından söz konusu inşaat işinin bir aşaması ve bir enformasyon dönüştürme süreci olarak tanımlamaktadır.

CSI (1996) şartnamelerinde ve inşaat projelerine yönelik standart sözleşme dokümanlarında tasarım aşamasındaki aktiviteler ön tasarım, kesin tasarım ve yapım dokümanlarının hazırlanması olarak belirtilmektedir. Bölüm 2.7.3-2.3.8’de detaylı olarak açıklanacağı gibi, inşaat proje sistemine yönelik standart sözleşme dokümanlarında tasarım ekibi bu aşamalardan her birinin sonunda mal sahibinin onayını almakla yükümlüdür ve bu onay olmadan bir sonraki aşamaya geçemez.

Tasarım aşaması aktivitelerinin temel katılımcıları projenin içerdiği alt sistemlerin uzmanı olan tasarım profesyonelleridir. Bundan başka tasarım ekibinin tasarım çalışmalarında her adımın sonunda mal sahibi onayını almak zorunda olmaları mal sahibinin tasarım aşamasına katılımını zorunlu kılmaktadır. Diğer yanda seçilen proje teslim yöntemi uzman tasarımcılar dışında yapımcının tasarım çalışmalarını zorunlu kılabilir. Bu bakımdan tasarım aşamasının temel katılımcıları uzman tasarımcılar, mal sahibi ve seçilen proje teslim yöntemi açısından tasarım sürecine katılması zorunlu olan diğer katılımcılardır.

2.3.3 Yapım Aşaması

İnşaat proje sisteminde yapım işleri esas olarak hammadde, mamul ya da yarı mamul bileşen, makine, işgücü, enformasyon gibi çeşitli biçimlerdeki kaynak girdilerinin sürecin çıktısı olan inşaat objesine dönüştürülmesi faaliyetlerini içerir. Ancak Bölüm 2.2.2’de açıklanan inşaat objelerinin toprağa bağlı olma ve yerinde üretilme özelliği, yapım faaliyetlerinin başlaması için önce şantiye binalarının kurulması, çalışmalar sırasında gerekecek elektrik, su, yol, vb. altyapı tesislerinin yapılması gibi faaliyetleri içeren şantiye mobilizasyonunun gerçekleştirilmesini gerektirir.

Yapımcı firmaların büyük bölümü yapım sürecindeki çeşitli faaliyetlerin yerine getirilmesinde kullanılacak malzeme, işçilik, ekipman gibi üretim faktörlerini alt yüklenici olarak adlandırılan uzman ticari birimlerden sözleşme yoluyla tedarik ederler. Bu nedenle yapım sürecindeki öncelikli faaliyetlerden biri alt yüklenici seçimi ve üretim faktörlerinin tedarikidir. Yapım işleri sözü edilen üretim faktörlerinin tasarımda ifade edilen inşaat objesine dönüştürülmesi için gereken bütün üretim, montaj, nakliye, taşıma, kaldırma, üretim, gibi faaliyetler ile bu faaliyetlerin yönetilmesini içerir.

Yapım aşamasının temel aktörleri yapım işlerini gerçekleştiren yapımcı ve alt yüklenicilerdir. Diğer yanda bu aktörlerin çalışmalarının mal sahibi adına denetlenmesi zorunludur ve bu işlev mal sahibi temsilcisi ve/veya tasarımcılar tarafından yerine getirilir, ancak bu birimlerin verdikleri raporlara dayanarak gerekli ödemelerin yapılması mal sahibinin sorumluluğudur. Bu bakımdan yapım aşamasının temel katılımcıları, mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, tasarımcılar, yapımcılar ve alt yüklenicilerdir.

2.3.4 Yapım Sonrası/Teslim Aşaması

Yapım sonrası/teslim aşaması aktiviteleri objenin kullanıma hazır hale getirilerek mal sahibine teslim edilmesinden başlayarak yapımcının son alacak bakiyesinin ödenerek ilişkisinin kesilmesine kadar olan süreçteki tüm faaliyetleri kapsar.

Yapım tamamlandıktan sonra projenin istenen nitelikleri taşıyıp taşımadığı incelenir, kullanımı önemli ölçüde etkileyecek kusurların saptanmaması durumunda bir tutanakla geçici kabulü yapılır ve bitmiş inşaat objesi kullanılmak üzere mal sahibine teslim edilir. Bu aşamadan sonra genellikle bir yıl olarak saptanan bir zaman dilimi içerisinde geçici kabul tutanağında belirtilen ve kullanım sırasında ortaya çıkan eksik ve hataların yapımcı tarafından ücretsiz olarak düzeltilmesi zorunludur. Bu sürecin sonunda geçici kabul tutanağındaki eksiklerin düzeltilip düzeltilmediği incelenir ve bir tutanakla objenin kesin kabulü yapılır.

Teslim aşaması yapımcının yükümlülüklerini tam olarak yerine getirmiş olmasıyla ilgilidir ve sürecin temel aktörleri mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, tasarım ekibi üyeleri ve yapımcılardır.

2.4 İnşaat Proje Sisteminin Temel Katılımcıları

Bölüm 2.3.1-2.3.4'te inşaat proje sistemi sürecindeki aşamalarda gerçekleştirilen faaliyetler ve bu aşamalarda rol alması gereken temel aktörler açıklanmıştır. Buna göre inşaat proje sisteminin temel katılımcılarını;

- Mal sahibi
- Mal sahibi temsilcisi

- Ana tasarımcı – alt tasarımcılar
- Ana yapımcı – alt yükleniciler

başlıkları altında incelemek mümkündür.

2.4.1 Mal Sahibi

İnşaat proje sisteminde gerekli düzenlemeleri yaparak süreci başlatan ve ürünü teslim alan birim müşteri (client) ya da mal sahibi (owner) olarak adlandırılmaktadır. Müşteri sözcüğü aldığı hizmet karşılığında ücret ödeyen gerçek ya da tüzel kişi olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2004; GuruNet, 2004). Bu terimi benimseyen Fellows ve diğ. (1990) müşteriyi inşaat ürünlerinin ve hizmetlerinin sponsoru olarak tanımlamaktadırlar. Bu bakımdan müşteri sözcüğünün hizmet – ücret ilişkisini ön plana çıkardığını öne sürmek mümkündür. Buna karşılık Walker (1984) inşaat proje sisteminde müşterinin diğer proje katılımcıları tarafından proje harcamalarını, projenin alacağı biçimi ve işin süresini onaylama yetkisine sahip birim olarak görüldüğünü, ancak durumun her zaman bu kadar basit olmadığını, örneğin merkezi hükümetin bir proje için yerel yönetime fon sağlayabileceğini, yerel yönetimin projeyi geliştirebileceğini, ancak merkezi hükümetin tasarımın ve harcamaların onay hakkını saklı tutabileceğini belirtmektedir.

Mal sahibi sözcüğü ise bir malın sahipliğini ve sahip olunan malı yasa çerçevesinde istediği gibi kullanma hakkını ifade etmektedir (TDK, 2004; GuruNet, 2004). Bunun inşaat proje sistemi açısından anlamı mal sahibinin mülkiyetini elinde bulundurduğu ya da kullanım hakkını elde ettiği bir toprak parçası üzerinde inşaat yaptırma hakkına ve aynı şekilde inşa ettirdiği objeyi yasalar çerçevesinde istediği gibi kullanma hakkına sahip olmasıdır.

Yukarıdaki açıklamalardan hareket ederek inşaat proje sistemindeki mal sahibini inşaat objesini gerçekleştirme hakkını elinde bulunduran, gerekli finansmanı temin ederek projenin gerçekleştirilmesinde kullanılan mal ve hizmetleri tedarik eden, sonuçtaki ürünü teslim alarak yasalar çerçevesinde kullanma hakkına sahip olan gerçek ya da tüzel kişi olarak tanımlamak mümkündür.

İnşaat proje sistemindeki mal sahipleri genel olarak gerçek ve tüzel kişiler olarak iki başlık altında toplanabilir. Bu mal sahiplerinin inşaat yaptırma kararı çeşitli nedenler ve hedefler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Walker (1984) bütün mal sahibi birimlerin inşaat yaptırma nedenlerinin çevreden kaynaklanan ekonomik, sosyal, vb. güçlerin baskılarına cevap vermek ve böylece varlığını sürdürmek olduğunu belirtmekte ve çeşitli mal sahibi tiplerinin inşaat yaptırma nedenlerini örneklerle açıklamaktadır.

Hangi nedenlerden ötürü ortaya çıkarsa çıksın, inşaat yaptırma kararı alan ve süreci başlatan mal sahibinin temel amacı, ihtiyacını giderecek inşaat objesinin başarıyla tamamlanarak kendisine teslim edilmesidir. Bu noktada proje başarısının hangi kriterlere göre ölçüleceği sorusu ortaya çıkar. Mal sahibinin proje performansını ölçme kriterleri maliyet, süre ve kalitedir. Başka bir deyişle mal sahibinin amacı, projenin öngörülen süre ve maliyet sınırları içinde, istenen kalite düzeyini sağlayacak şekilde tamamlanmasıdır.

Maliyet, belli bir çıktı düzeyini gerçekleştirmek için yapılan bütün harcamaların toplamını ifade eder (Anabritannica, 1994). Bu bakımdan inşaat proje maliyeti ihtiyacın saptanmasıyla başlayan ve ihtiyacı karşılayacak objenin elde edilmesiyle sona eren süreç içerisinde mal sahibi tarafından yapılan bütün sabit ve değişken harcamaların toplamıdır ve yatırım maliyeti olarak da adlandırılabilir.

Bölüm 2.2.3'te inşaat objelerinin yüksek yatırım maliyetleri incelenirken mal sahibinin yatırım kararı vermesine yardımcı olacak çalışmalarla ilgili maliyetlere katlanmasının zorunlu olduğu, yatırım yapma kararı veren mal sahibinin bunlara ek olarak tasarım ve yapım çalışmalarının bedellerini ödemek zorunda olduğu belirtilmiş ve yapım maliyetlerini etkileyen unsurlar açıklanmıştır. Buna göre inşaat objelerinin toprağa bağlı olma, açık hava koşullarında üretilme ve sermaye piyasasındaki davranış ve eğimlere bağımlı olma özellikleri projeyi katılımcılardan hiç birinin kontrolü altında olmayan belirsizlik ve risklere maruz bırakmaktadır, bu nedenle bu faktörlerden kaynaklanan maliyet artışlarına katlanacak olan taraf mal sahibidir. Öte yanda, Bölüm 1.1.1'de, literatürdeki araştırmalara atıfta bulunarak inşaat projelerindeki maliyet artışlarının önemli bölümünün tasarım hatalarından, yapım başladıktan sonra projede yapılan değişikliklerden ve yeniden yapım

işlerinden kaynaklandığı ve tasarım kararlarının bu tür maliyet artışların önlenmesinde en önemli rolü oynadığı ortaya konulmuştur.

Bölüm 2.2.5'te ise inşaat objelerinin kullanım maliyetleri incelenmiş ve mal sahibi açısından önemi ortaya konulmuştur. Buna göre ister kişisel kullanım isterse kiralama ya da satış yoluyla kazanç elde etmek için inşaat yaptıran bütün mal sahipleri kullanım maliyetlerini dikkate almak zorundadır. Bunun nedeni bakılabilirliğin kullanıcının bir inşaat objesinden beklenen en önemli özellik olması, bu kriteri karşılamayan inşaat objelerinin kullanıcı açısından değerini yitirmesi ve sonuçta inşaat objesi açısından kendisinden beklenen sermaye geri dönüşünü sağlayamaması riskinin ortaya çıkmasıdır.

Mal sahibi açısından ikinci başarı ölçme kriteri, işin süresinde bitmesidir. Projenin öngörülen sürede bitmesi ve buna bağlı olarak öngörülen tarihte kullanılmaya başlaması, mal sahibinin yatırdığı sermayenin geri dönüşü ile doğrudan ilişkilidir. Bölüm 2.2.4'te inşaat objelerinin uzun üretim süresi irdelenirken bu özelliği etkileyen faktörler açıklanmıştır ve Bölüm 1.1.1'de literatürdeki kaynaklardan yararlanarak, kötü hava koşullarından ötürü üretimin aksamasının, grevlerin yol açtığı işgücü kayıplarının ve zemin koşullarının beklenenden farklı olması yapım süresinin öngörülenden uzun olmasına yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu faktörlerin proje katılımcılarının kontrolü altında olmaması, mal sahibinin bu nedenlerden kaynaklanan süre uzamalarına katlanmasını zorunlu kılmaktadır. Diğer yanda yine Bölüm 1.1.1'de tasarım hatalarının, yapım başladıktan sonra projede yapılan değişikliklerin ve yeniden yapım işlerinin proje süresinin uzamasına yol açtığı ve bu nedenlerden kaynaklanan süre uzamasının engellenmesinde doğru tasarımın büyük rol oynadığı sergilenmiştir.

Bölüm 2.2.4'te ayrıca inşaat proje sisteminde süreyi kısaltma amacına yönelik olarak uygulanan ve tasarım tamamlanmadan yapıma başlanması esasına dayanan hızlandırılmış yapım teknikleri ele alınmıştır. Sözü edilen bölümde atıfta bulunulan çalışmalar bu tekniklerin yeniden yapım işlerine yol açtığını ve bu yüzden sürenin ve maliyetlerin artmasına yol açarak istenilenin tam tersi sonuç verebildiğini göstermektedir. Bu nedenle inşaat proje sisteminde süreyi kısaltmaya yönelik yaklaşımlar geliştirirken yeniden yapım işlerinin önlenmesi mal sahibinin amaçlarına ulaşması bakımından son derece önemlidir.

Üçüncü başarı ölçme kriteri olan kalite; bir ürünün ya da hizmetin kullanıcının belirli ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini bünyesinde barındıran özellikler toplamı olarak tanımlanmaktadır (Kapur, 1993). İstenen kalite düzeyinin elde edilemeyişi, yapım aşamasında yeniden yapım işlerine ve buna bağlı olarak süre ve maliyet artışlarına yol açması ve kullanım aşamasında objenin bakım, onarım ve işletme giderlerini artırması bakımından, objenin bütün yaşam çemberi üzerinde olumsuz etkisi olan ve bu yüzden üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bölüm 1.1.1’de literatürdeki kaynaklardan yararlanarak inşaat projelerinde istenen kalite standartlarının karşılanmamasından doğan maliyetlerinin toplam proje maliyetlerinin % 12-15’lik bir bölümünü oluşturduğu ve bu kalite sapmalarının % 78’inin tasarım sapmaları olduğu sergilenmiştir. Bu bulgular, inşaat projelerindeki kalite sapmalarının yüksek maliyetli sonuçlara yol açtığını ve doğru tasarımın kalite sapmalarının önlenmesindeki etkisini göstermektedir.

Yukarıdaki açıklamalara dayanarak inşaat proje sisteminde ortaya çıkan süre uzaması ve istenen kalite düzeyinin elde edilememesi sorunlarının son tahlilde maliyet artışlarıyla sonuçlandığını ve mal sahibinin maliyet, süre ve kaliteyle ilgili hedeflerine ulaşmasını etkileyen kritik kararların tasarım aşamasında verildiğini, dolayısıyla doğru tasarımın projenin başarısında en önemli rolü oynadığını öne sürmek mümkündür. İnşaat projelerinde başarıyı etkileyen kritik faktörler Bölüm 2.8’de ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Mal sahibinin projeyi gerçekleştirecek birimlerle olan ilişkileri, projenin büyüklüğüne ve inşaat yaptırma sıklığına göre farklılık gösterir. Sık inşaat yaptıran özel ve tüzel mal sahipleri projeyi gerçekleştirecek katılımcıların bir ya da daha fazlasını kendi organizasyonlarında istihdam edebilirler. Bu durumda tarafların hak ve yükümlülükleri yürürlükteki iş kanunları çerçevesinde belirlenir. Hane halkı gibi kişisel kullanım için inşaat yaptıran ve bunu sık tekrarlamayan gruplar ya da çeşitli nedenlerle kendi organizasyonları içinde çeşitli inşaat işlevlerini yerine getirecek kişi ya da birimler bulundurmayan mal sahipleri diğer proje katılımcılarını piyasadan temin etmek durumundadır. Bu durumda tarafların hak ve yükümlülükleri taraflar arasında yapılan sözleşmelerde ortaya konulur. İnşaat proje sisteminde mal sahibi yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.1’de açıklanacaktır.

2.4.2 Mal Sahibi Temsilcisi

Mal sahibi temsilcisi, mal sahibi tarafından çeşitli yetkilerle donatılarak kendisini temsil etmekle görevlendirilen ve bu yetkiler çerçevesinde mal sahibi adına hareket ederek projeyi yöneten katılımcıdır. Bu birim literatürde proje yöneticisi, mühendis, yapım yöneticisi ve mal sahibi temsilcisi gibi çeşitli terimlerle anılmaktadır. Sözü edilen birimin bu tezde mal sahibi temsilcisi olarak adlandırılmasının arka planının ortaya koymak için yukarıda belirtilen kavramların açıklanması ve tartışılması gereklidir.

Walker (1984) projenin mal sahibine ait olduğunu ve bu yüzden süreçte mal sahibi temsilciliği rolünü üstlenen ve mal sahibi adına hareket eden birimin proje yöneticisi olarak adlandırılması gerektiğini belirtmektedir. Ancak proje ve buna bağlı olarak proje yöneticisi kavramları süreçteki farklı katılımcıların bakış açılarına, süreçte oynadıkları role ve üstlendikleri göreve göre farklı anlam içerebilmektedir. Örneğin tasarımcı için proje, belli bir başlangıç ve bitiş tarihi olan ve belli bir inşaat objesinin bir kereye mahsus olmak üzere tasarlanmasını kapsayan bir süreçtir. Benzer şekilde yapım için proje, yine belli bir başlangıç ve bitiş tarihi olan ve yine belli bir inşaat objesinin bir kereye mahsus olmak üzere üretilmesini kapsayan bir süreçtir. Bu bağlamda sürece katılan bütün birimlerin kendi üstlendikleri işleri yönetmek üzere birer proje yöneticisi atayabilirler. Harrison (1983) firma içi proje yöneticisi ile aynı projede çalışmak üzere bir araya gelen firmaların çalışmalarını yönetmek işini üstlenen global proje yöneticisi ayrımına dikkat çekmektedir. Her birimin proje yöneticisinin süreçte rol alması sonucunda proje yöneticisi ile hangi aktörün kastedildiği konusunda bir kavram kargaşası doğması kaçınılmazdır. Bu bakımdan proje sürecinde mal sahibini temsil edecek birime başka bir isim verilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Mal sahibi adına projeyi yöneten birim EJCDC-1910-8 (1996) ve FIDIC (1987) dokümanlarında mühendis (engineer) olarak adlandırılmaktadır. Ancak inşaat projesinin tasarım ve yapımında mesleki anlamda mühendis unvanı taşıyan çok sayıda uzman görev yapar. Bundan başka mühendis sözcüğü, AGC tarafından geliştirilmiş standart sözleşme dokümanlarında sözleşmeye konu olan inşaat objesini tasarlayan birim anlamında kullanılmaktadır (AGC-240, 2000). Bu nedenlerden

ötürü mühendis sözcüğü, mal sahibi adına projeyi yöneten birimin süreç içindeki rolünü tam olarak yansıtmamaktadır.

Yapım yöneticisi (construction manager) olarak adlandırılan birimin temel işlevi tasarım sürecine katılarak inşa edilebilirlik, değer mühendisliği, maliyet tahmini gibi konularda girdi sağlamaktır. Çeşitli kurumlar 1980'li yıllardan itibaren yaygınlık kazanan yapım yönetimi proje teslim yöntemine yönelik standart sözleşme dokümanları geliştirmişlerdir (AGC-510, 1997; AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994; AIA-A201/CMA, 1992; AIA-B801/CMA, 1992). Bu dokümanlara göre, yapım yöneticisinin tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağladıktan mal sahibi adına projeyi yönettiği ya da yapım işlerini üstlendiği iki farklı versiyonu bulunmaktadır.

Yapım yönetimi yönteminin yapım yönetimi/danışmanlık (construction manager/advisor) olarak adlandırılan versiyonunda yapım yöneticisi tasarım sürecine inşa edilebilirlik ve maliyet tahmini konularında katkıda bulunur ve tasarımcıyla birlikte yapım sürecini yönetir. Ancak birlikte bu versiyonda mal sahibi projenin başlangıcında kendisini temsil edecek ve proje çalışmalarını denetleyecek bir temsilci atamakla yükümlü tutulmuştur (AIA-B801/CMA, 1992, Madde 4.4). Dolayısıyla yapım yöneticisi/danışmanla mal sahibi temsilcisi birbirinden farklı birimlerdir.

Yapım yönetimi yönteminin diğer versiyonu olan ve yapım yönetimi/yapımcı (construction manager/constructor) olarak adlandırılan yöntemde ise yapım yöneticisinin temel işlevi tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini, değer mühendisliği gibi konularda katkıda bulunduktan sonra yapım işlerini gerçekleştirmektir. Tasarım tamamlandıktan sonra yapım işlerinin mal sahibi adına yürütülmesi sorumluluğu tasarımcıya verilmektedir, ancak bu yöntemde de mal sahibi kendisi adına hareket etmek üzere bir temsilci atamakla yükümlüdür (AIA-A201, 1997, Madde 2.1.1). Bu nedenlerden ötürü mal sahibi temsilcisi ve yapım yöneticisi kavramlarının birbirinden ayırt edilmesi zorunludur.

Projenin yönetilmesini sağlamak açısından mal sahibinin seçeneklerinden biri tasarımcıyı bu iş için görevlendirmektir. Ancak gerek geleneksel teslim yöntemlerine gerekse yukarıda belirtilen yapım yönetimi yöntemlerine yönelik standart mal sahibi

– tasarımcı sözleşmelerinin maddelerine göre mal sahibi kendisi adına hareket edecek bir temsilci atamakla yükümlüdür (AIA-B141, 1997, Madde 1.2.2.3; AIA-B141/CMA, 1997, Madde 4.4). Bu nedenlerden ötürü bütün proje teslim yöntemlerinde bir mal sahibi temsilcisi atanmasının zorunlu olduğunu ve bu mal sahibi temsilcisinin tasarımcının çalışmaları dahil bütün süreci yönetmekle yükümlü olduğunu öne sürmek mümkündür.

AGC mal sahibi adına projeyi yönetecek birimi mal sahibi temsilcisi (owner's representative) olarak adlandırmış ve bu birimin çalışmalarını ve yükümlülüklerini düzenleyen AGC-810 (2002) sözleşme dokümanını geliştirmiştir. Söz konusu dokümana göre mal sahibi temsilcisi ihtiyaç programının geliştirilmesinde, proje teslim yönteminin belirlenmesinde, tasarımcı, yapımcı ve diğer katılımcıların seçiminde mal sahibine yardımcı olmakla ve gerek tasarım gerekse yapım işlerini yönetmekle yükümlüdür. Dolayısıyla AGC-810 (2002) bütün proje teslim yöntemleri için geçerli bir dokümandır ve bu dokümandaki mal sahibi temsilcisi kavramı bütün proje teslim yöntemlerinde mal sahibi adına hareket eden birimi belirtmektedir. Bu nedenlerden ötürü bu tezde mal sahibi adına projeyi yöneten birim mal sahibi temsilcisi olarak adlandırılmıştır.

Mal sahibinin projenin yönetilmesini sağlamak için benimseyebileceği seçeneklerden biri, kendi organizasyonundan bir kişi ya da grubu bu iş için görevlendirmektir. Bu durumda mal sahibi ile mal sahibi temsilcisi arasındaki ilişki yürürlükteki iş kanunları çerçevesinde belirlenir. Kendi organizasyonunda bu iş için gereken nitelikleri taşıyan personeli istihdam etmeyen mal sahibi sözleşme yoluyla bağımsız bir ticari birimi görevlendirir. Mal sahibi ile sözleşme yaparak projenin yönetilmesi işini üstlenen mal sahibi temsilcisi birimin temel amacı, sunduğu hizmet karşılığında kazanç ve kar elde etmek, böylece varlığını sürdürebilmektir. Mal sahibi tarafından sözleşme yoluyla görevlendirilen mal sahibi temsilcisinin yükümlülükleri ve diğer proje katılımcılarıyla ilişkileri Bölüm 2.7.3.2'de AGC-810 (2002) çerçevesinde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.4.3 Ana Tasarımcı ve Alt Tasarımcılar

İnşaat proje sisteminde tasarımcı mal sahibi tarafından belirlenen işlevi yerine getirecek bir inşaat objesini meydana getirmek için bir araya getirilmesi gereken

parçaları, bu parçalar arasındaki ilişkileri ve bu parçaların arsanın durumu, koşulları, yasal mevzuat, yapımcıların teknolojik düzeyi gibi çeşitli sınırlamalar içinde nasıl bir araya getirileceğini tarif eden ve bu tarifi görsel olarak ifade eden çizimler, şartnameler gibi belgeleri üreten katılımcıdır.

İnşaat objeleri mimari, statik, elektrik, mekanik gibi konunun uzmanları tarafından geliştirilmesi gereken çok sayıda alt sistemin entegre bir şekilde işleyişiyle işlev görürler. Bu alt sistemlerin her birinin konunun uzmanı tasarımcılar tarafından tasarlanması ve her bir alt sistemin diğer alt sistemlerle olan ilişkisi, alt sistem tasarımcılarının çalışmalarının entegre ve koordine edilmesini zorunlu kılar.

Sık inşaat yaptıran mal sahipleri çeşitli disiplinleri temsil eden tasarımcıların bir ya da daha fazlasını kendi organizasyonlarında istihdam edebilirler. Bu durumda bu uzman tasarımcılar aynı organizasyonun departmanları olarak çalışırlar ve mal sahibi ile olan ilişkileri yürürlükteki iş kanunlarına çerçevesinde oluşur. Bununla birlikte alt sistem tasarımlarının entegre ve koordine edilmesi için mal sahibinin belli bir birime yetki vererek görevlendirmesi gereklidir.

Sık inşaat yaptırmayan ya da organizasyonlarında tasarımcı istihdam etmeyen mal sahipleri tasarım hizmetlerini piyasadaki bağımsız tasarım firmalarından tedarik etmek zorundadırlar. Bu durumda tasarım hizmetlerinin verilmesi için mal sahibi ile tasarımcılar arasında sözleşme ilişkisi kurulması gerekir. Bu sözleşme ilişkisinde birinci seçenek, mal sahibinin her uzman tasarımcıyla ayrı sözleşme yapması, ikinci seçenek ise mal sahibinin bir ana tasarımcıyla (örn. mimarla) sözleşme yapması ve diğer uzman tasarımcıların bazılarının ya da tümünün temin edilmesi için bu ana tasarımcıya yetki vermesidir. Ana tasarımcı gerek kendisi tarafından görevlendirilen gerekse mal sahibi tarafından görevlendirilen bütün tasarımcıların çalışmalarını koordine ve entegre etmekle yükümlüdür (AGC-240, 2000; Madde 3.2.6).

Büyük tasarım firmaları alt sistem tasarımını gerçekleştirecek uzmanların birkaçını ya da tümünü kadrolarında bulundurabilirler. Bu durumda farklı disiplinleri temsil eden uzmanlar aynı firmanın farklı departmanları olarak tasarım çalışmalarını yerine getirirler. Ancak inşaat sektöründeki tasarımcı firmaların çoğu, Bölüm 2.2.1’de ele alınan ürünün bireyselliği ve sektörün sipariş üzerine üretim yapma özelliğinin bir sonucu olarak, kazanç sağlayacak faaliyetlerde bulunulmadığı dönemlerde bu tür

kalifiye ve pahalı bir uzman kadronun yaratacağı sabit maliyetleri karşılama olanağından yoksundur. Bu nedenle ana tasarımcılar kendi uzmanlık alanları dışında kalan alt sistemlere ait tasarım hizmetlerini, söz konusu alanda çalışan uzman tasarım firmalarıyla sözleşme ilişkisi kurarak tedarik ederler. Bu durumda ana tasarımcı, üstte mal sahibiyle ve altta uzman tasarımcı firmalarla sözleşme ilişkisi içindedir ve bu ilişkilerin getirdiği hak ve yükümlülükleri taşır. Söz konusu sözleşme ilişkilerinin taraflara getirdiği yükümlülükler, Bölüm 2.7.3'te detaylı olarak ele alınacaktır.

Tasarımcı firmaların ticari kuruluşlar olarak nihai amaçları kazanç elde etmek ve varlıklarını sürdürmektir. İnşaat yaptırmak isteyen kişi ve kurumlara tasarım hizmeti veren tasarımcı firmalar, bu amaca yönelik olarak önce iş temin etmek zorundadırlar. Bu nedenle, gelir getirmeyen faaliyetlerde bulunulmayan dönemlerdeki genel gider harcamaları tasarım firmalarının sabit maliyetlerini artıran bir unsurdur. Buna karşılık, tasarım firmalarının iş alındıktan sonra proje bazında organize olarak ve işin tesliminden sonra bu organizasyonu dağıtarak personel giderlerini bir ölçüye kadar denetim altına alma olanakları vardır. Ancak bu durumda, iş alındıktan sonra aranan niteliklere sahip kalifiye çalışan bulabilme sorunu ortaya çıkar.

Tasarımcı firmaların karşılaştıkları bir diğer sorun, her tasarımın bireysel olmasından kaynaklanır. Her tasarımın kendine özgü oluşu, elde edilen enformasyon, çıktı ve deneyimin başka bir projede kullanılma olanaklarını sınırlar. Bundan başka, tasarım çalışmaları ikinci ya da üçüncü şahısların ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik süreçlerdir. Yapacakları işin hacminin ve süresinin mal sahibi tarafından belirlenmesi yüzünden tasarımcı firmaların çalışma programlarını belirleme olanakları sınırlıdır. Öte yandan, tasarımcının yapım sürecinin ihtiyaçlarını ve yapımçı firmaların teknolojik gelişim düzeylerini dikkate alma zorunluluğu, yaratıcılığını sınırlar. Pfarr (1984) tasarımcı firmaların risklerini işletme riskleri (örn. planlanan kazancın elde edilememesi), proje riskleri (örn. tasarlanan objenin inşa edilememesi), mal sahibi riskleri (örn. tasarlanan obje için ödeme yapılamaması) ve dış riskler (konjonktür, strüktür vb. gibi çevreden gelen riskler) olduğunu belirtmektedir.

İnşaat proje sisteminde tasarımcılar tasarım faaliyetlerine ek olarak proje boyunca çeşitli yükümlülükleri yerine getirmek ve bunun bir sonucu olarak diğer proje katılımcılarıyla ilişki kurmak durumundadırlar. Tasarımcıların yükümlülükleri ve

diğer proje katılımcılarıyla ilişkileri Bölüm 2.7’de proje teslim yöntemleri kapsamında incelenecektir.

2.4.4 Ana Yapımcı ve Alt Yükleniciler

İnşaat proje sisteminde yapımcı, inşaat objesinin üretimi için gereken malzeme, işçilik, ekipman gibi üretim faktörlerini temin eden ve bu kaynaklarla gerçekleştirilen üretim faaliyetlerini organize ve koordine eden, böylece çizimler, şartnameler gibi belgelerde tarif edilen inşaat objesini fiziksel bir çıktıya dönüştüren katılımcıdır.

Sık inşaat yaptıran bazı mal sahipleri yapım işlerini gerçekleştirecek kadroları kendi organizasyonları içinde bulundurabilirler. Arsa temini, proje geliştirme, yapım ve pazarlama işlevlerinin tümünü yerine getirmek zorunda olan bu firmaların temel amacı, ekonomik fırsatları değerlendirerek satış ya da kiralama yoluyla kazanç elde etmenin yanı sıra, piyasadan temin edecekleri yapımcılara ödemek zorunda oldukları kar payından tasarruf sağlamaktır (Barrie ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000). Bu tip organizasyonlardaki yapım grupları firmanın bir departmanı olarak işlev görür ve mal sahibiyle olan ilişkileri yürürlükteki iş kanunları çerçevesinde biçimlenir. Buna karşılık mal sahiplerinin büyük bölümü yapım işlerini çeşitli yöntemler vasıtasıyla piyasadan temin ettikleri yapımcıları görevlendirerek gerçekleştirirler. Bu durumda söz konusu proje için mal sahibi ve yapımcı arasında sözleşme ilişkisi kurulur.

İnşaat projelerinin Bölüm 2.2.1’de incelenen bireysel olma özelliği yapımcı firmaların üretim yapmak için gereken malzeme ve bileşenleri önceden stoklama ve üretim sırasında bu stoklardan yararlanma olanaklarını sınırlar. Buna ek olarak, inşaat projelerinin çok sayıda malzeme ve bileşenin uygun biçimde bir araya getirilmesiyle varlık kazanan karmaşık ürünler olması yapımcı firmaların bu kadar çok sayıda uzmanlık gerektiren bileşenlerin ve bu bileşenleri üretecek üretim faktörlerinin tümünü kendi olanaklarıyla hazırlamasını engeller, bunun sonucunda yapımcı firmalar bazı bileşenleri ve/veya bunların yerinde monte edilmesi işini konunun uzmanı olan başka ticari birimlerden tedarik etmek zorunda kalırlar ve böylece yapımcı ile alt yüklenici olarak adlandırılan ticari birimler arasında bir sözleşme ilişkisi kurulur. Bu durumda yapımcı, üstte mal sahibiyle ve altta alt yüklenicilerle sözleşme ilişkisi içindedir ve bu ilişkilerin getirdiği hak ve

yükümlülükleri taşır. Söz konusu sözleşme ilişkilerinin taraflara getirdiği yükümlülükler Bölüm 2.7.3'te ele alınacaktır.

Yapımcı firmaların temel amacı varlığını sürdürmektir. Bu nedenle yapımcı firmalar amaca yönelik olarak üretim yapmak ve bunun karşılığında kar sağlamak zorundadırlar. Ancak inşaat objelerinin yüksek maliyetli ürünler olma özelliği yapımcı firmaların üretim için gereken harcamaları kendi kaynaklarından karşılamasını engeller ve bu firmaların sipariş üzerine üretim yapması olgusunu ortaya çıkarır. Diğer sektörlerde görülen tedarik – üretim – sürüm sıralaması inşaat sektöründe faaliyet gösteren yapımcı firmalarda sürüm (iş temini) – tedarik – üretim sıralamasına dönüşür. İş temin edebilmek için çok sayıda projeye teklif hazırlamak durumunda olan yapımcı firmalar, bu işlevi yerine getirmek için belli bir personel kapasitesini hazır bulundurmak zorundadırlar. Kazanç getirecek faaliyetlerde bulunulmayan dönemlerde karşılanması gereken bu tür personel giderleri ve diğer genel giderler yapımcı firmaların sabit maliyetlerini artıran bir unsurdur. Öte yandan, yapımcı firmanın teklif verdiği işi kazanamama olasılığı her zaman vardır. Bunun nedeni, yapımcının teklif verme aşamasında maruz kaldığı çeşitli belirsizliklerdir.

İnşaat projelerinde tasarımın bireysel ve tek oluşu, her projenin ayrı ele alınmasını zorunlu kılar ve bu yüzden bütün projeleri kapsayacak genellemeler yapılamaz. Proje için teklif edilen fiyatlar teklif veren yapımcı adaylarının kendi sübjektif tahminlerine dayanarak belirlenir ve teklifler açılıncaya kadar bilinemez. Sorguç (1989) tarafından inşaat sektöründe açık rekabetin olmaması olarak nitelendirilen bu olgu nedeniyle yapımcı firmanın rakiplerinin fiyat politikaları hakkında bilgi sahibi olma ve bu rekabete karşı önlem alma olanakları sınırlıdır. Bu yüzden kendisinden daha düşük teklif veren rakipleri karşısında işi alamama olasılığı bulunmaktadır. Buna karşılık, işi alabilmek için fiyatını düşürmesi durumunda yaptığı işten düşük ya da sıfır kar elde etme, hatta zarar etme riski ile karşılaşır.

Teklif veren yapımcı firma bu aşamada, açık rekabetin olmamasından kaynaklanan risklerin yanı sıra kendi kontrolunda olmayan başka risklerle de karşı karşıyadır. Bunlardan birincisi, mal sahibinin yetersiz ve/veya hatalı dokümanlara dayanarak teklif istemesi ve değişken fiyat sistemini kabul etmemesi, böylece kendisine ait bir riski yapımcıya devretmesidir. Bu durumda yapımcı ancak fiyatını yükselterek kendini güvenceye alabilir, ancak bu kez de işi alamama olasılığı artar. Mal sahibinin

yapımcı firmaya yol açtığı bir diğer risk, teklif hazırlamak için yetersiz süre verilmesidir. Bu durumda yapımcı zaman darlığı nedeniyle projeyi yeterince inceleyemez ve kendisine telafi edemeyeceği mali yükler getirecek noktaları gözden kaçırabilir.

Bölüm 2.4.1’de mal sahibi özellikleri incelenirken kötü hava koşulları, zemin durumunun tasarımı öngörülenden farklı koşullar taşınması gibi yapım sırasında maruz kalınan, ancak taraflardan hiç birinin kontrolü altında olmayan belirsizlik ve risklerin mal sahibi tarafından üstlenilmek zorunda olduğu belirtilmiştir. Bunun anlamı, yapımcının bu koşullarla ilgili olarak ek ödeme ve/veya süre uzatımı talep edebilmesidir. Yapımcının karşılaştığı temel sorun, yapım süreci sırasında malzeme ve işçilik fiyatlarında meydana gelen artışlardan kaynaklanır. Enflasyonun yüksek olduğu ülkelerde bu konu özel önem kazanır. Yapımcı enflasyonist etkiler sonucunda maruz kaldığı fiyat artışlarını önceden kestirme ve önlem alma olanağına sahip değildir, dolayısıyla bu tür maliyet artış riskleri yapımcının karını düşürme potansiyeline sahiptir. Bu maliyet artışlarının taraflar arasında nasıl paylaşılacağı sözleşme tipi ile ortaya konulur.

Yapımcı firmanın karşılaştığı bir diğer sorun, üretimin açık hava koşullarında yapılmasından ötürü yapım sürecinin mevsimlik bir iş kolu haline gelmesi ve bu olgunun kalite, üretkenlik ve verimliliği olumsuz yönde etkilemesidir. Bunun birinci nedeni, mevsimlik iş kolu olma özelliğinin yapım sürecini vasıfsız işgücü için bir istihdam alanı olarak görülmesine ve bu vasıfsız kalite ve üretkenliğin düşmesine yol açmasıdır. Mal sahibinin kalite kriterinin karşılanmaması durumunda yapımcı sözü edilen işleri bedelsiz olarak yeniden yapmak ya da parasal kesintilere katlanmak zorundadır. İkinci neden ise, işçilerin büyük çoğunluğunun geçici olarak çalışması ve bu yüzden her projede işi ve yöntemleri öğrenmek, ekiplere ve yöneticilere alışmak zorunda olmaları, dolayısıyla başlama aşamasındaki öğrenme ve alışma sürecinin neden olduğu düşük üretim ve yüksek maliyetlerin her projede yeniden ortaya çıkmasıdır.

Yapımcı, görevlendirdiği alt yüklenicilerin çalışmalarının kalite ve süre kriterlerini karşılaması bakımından mal sahibine karşı sorumludur. Bu kriterlerde meydana gelen sapmaları bedelsiz olarak düzeltmekle yükümlü olması yapımcı firmanın karını

riske atan bir faktördür. Dolayısıyla ana yapımcı kendi maruz kaldığı risklere ek olarak alt yüklenici çalışmalarından kaynaklanan ek risklere maruz kalır.

Yapımcının etkili bir yönetim ve denetim mekanizması ile yukarıda belirtilen risklerden işçi üretkenliği ve alt yüklenici çalışmaları ile ilgili olan riskleri kontrol altına alması mümkündür. Ancak enflasyon etkisiyle gerçekleşen fiyat artışları tarafların hiç birinin kontrolü altında olmayan, ancak gerçekleşmesi durumunda öncelikle yapımcının maliyetlerini artıran ve karını, buna bağlı olarak da varlığını sürdürmesini tehlikeye atan riskler meydana getirirler. Bu risklerin taraflar arasında nasıl paylaşılacağı konusu, sözleşme tipini dikte eder. Yapım aşamasındaki risklerin sözleşme tarafları olan mal sahibi ve yapımcı arasında nasıl paylaşıldığı, Bölüm 2.6'da sözleşme tipleri kapsamında, yapımcının diğer katılımcılarla ilişkileri ise Bölüm 2.7'de proje teslim yöntemleri kapsamında ele alınacaktır.

2.5 İnşaat Proje Sisteminde Katılımcı Seçme Yöntemleri

İnşaat objeleri disiplinler uzmanlık gerektiren çok sayıda alt sistemden oluşan karmaşık ürünlerdir. Öte yanda, inşaat objelerinin Bölüm 2.2.3'te açıklanan yüksek yatırım maliyetleri bu uzmanların sipariş üzerine mal ve hizmet üretmeleri sonucunu doğurmaktadır. İnşaat proje sisteminde çeşitli mal ve/veya hizmetleri talep eden tarafların bu mal ve/veya hizmetleri arz eden katılımcıları seçme yöntemleri;

- İhale yoluyla katılımcı seçimi
- Müzakere yoluyla katılımcı seçimi

başlıkları altında toplanmaktadır. Bu bölümde sözü edilen katılımcı seçme yöntemlerinin temel özellikleri, hangi katılımcıların bu yöntemler vasıtasıyla seçilebileceği ve yöntemin sağladığı avantaj ve dezavantajlar açıklanacaktır.

2.5.1 İhale Yöntemiyle Katılımcı Seçimi

İhale, bir işi ya da malı birçok istekli arasından en uygun şartlarla kabul edene bırakma olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2003). İhalenin amacı, istekliler arasındaki rekabetten ihaleye konu olan malın sahibi ya da işi yaptıracak olan kişi ya da kurumun lehine fayda sağlamaktır, bu açıdan eksiltme ve artırma olmak üzere iki tür

ihale vardır. Eğer ihalenin konusu bir malın en uygun şartlarla devri ise, fayda artırma yoluyla elde edilir. Artırma yoluyla ihalede mal en yüksek fiyatı teklif edene bırakılır. Buna karşılık ihalenin konusu bir işin yaptırılması ise, işi yaptıracak olan kişi lehine fayda eksiltme yoluyla elde edilir. Bu durumda iş en düşük fiyatı teklif edene yaptırılır (Anabritannica, 1994). İnşaat proje sisteminde ihalenin konusu proje kapsamındaki bir işin yaptırılmasıdır, bu nedenle inşaat projesi işleri eksiltme yoluyla ihale edilirler.

İhale düzenlemeleri açık ihale ve davet usulü ihale olmak üzere iki türdür. Açık ihale bütün isteklilerin teklif verebildiği düzenlemedir. Davet usulü ihale ise, ön yeterlilik, vb. kriterler açısından değerlendirmesi sonucunda mal sahibi tarafından davet edilen isteklilerin teklif verebildiği yöntemdir. İnşaat proje sisteminde projenin ve mal sahibinin niteliklerine göre her iki düzenlemeye de başvurulabilmektedir.

İhale yönteminin ön koşulu isteklilerin tekliflerinde baz alacakları işin kapsamının tanımlanmış olmasıdır. Bu bakımdan ihale genellikle tasarımın tamamlanmış olduğu proje teslim yöntemlerinde yapımçı ve alt yüklenici seçiminde başvuru bir yöntemdir. Burada temel seçme kriteri yapımçı ve alt yüklenici adaylarının teklif ettiği fiyattır.

İnşaat proje sisteminde kuramsal olarak mal sahibinin ihale yoluyla tasarımcı görevlendirme seçeneği vardır. Özellikle kamu kuruluşları uymak zorunda oldukları yasalar ve prosedürler nedeniyle tasarımcıyı ihale yoluyla görevlendirmek durumunda olabilirler. Benzer şekilde ana tasarımcı, alt tasarımcıları ihale yoluyla seçebilir. İhale yoluyla tasarımcı seçiminde belirleyici kriter genellikle teklif edilen fiyattır. Gerek kamusal gerekse özel ve tüzel mal sahiplerinin bir başka tasarımcı seçme opsiyonu tasarım yarışmalarıdır. Birden fazla adayın olması ve bu adayların rekabet etmeleri açısından tasarım yarışmalarını da bir tür ihale olarak görmek mümkündür, ancak bu seçme yönteminin sonucu fiyat gibi somut bir değer yerine tasarımlardaki estetik, işlevsellik, vb. gibi soyut değerlendirme kriterlerine göre belirlenir.

Mal sahibinin, projeyi kendisi adına yönetecek mal sahibi temsilcisi ve yapım yöneticisi birimleri de ihale yöntemiyle seçebilir. Özellikle kamusal mal sahipleri uymak zorunda oldukları yasalar ve prosedürler yüzünden bu yola başvurmak

durumunda olabilirler. Bu ihalenin sonucu adayların yeterliliklerinin yanı sıra teklif edilen fiyatla belirlenir.

İhale yönteminin mal sahibi açısından başlıca avantajı bu yöntemin fiyat rekabetinden faydalanmasına olanak sağlamasıdır. Buna karşılık, tasarımın tamamlanması ve/veya iş kapsamının tam olarak tanımlanması, ihale açılması, isteklilerin dokümanları incelemeleri ve teklif hazırlamaları, tekliflerin değerlendirilmesi ve ihalenin sonuçlandırılması süreçleri projenin süresini uzatan faktörlerdir.

2.5.2 Müzakere Yoluyla Katılımcı Seçimi

Pazarlık olarak da adlandırılan müzakere yöntemi, mal sahibinin katılımcı adayıyla yaptırılacak işin fiyatından başka teknik detaylar, gerçekleştirme yöntemleri gibi konu ve koşulları da görüştüğü ve karşılıklı uzlaşma ile sonuçlandırılan yöntemdir.

Müzakere yöntemi, iş kapsamının tanımlanmış olmasını zorunlu kılan ihale yönteminin tersine, araştırma ve geliştirme sürecine ihtiyaç duyan, yapılacak işin teknik ve mali özelliklerinin gerekli olan netlikte belirlenemediği projelerde katılımcı tayin edilmesine izin verir. Bu bakımdan müzakere genellikle tasarımcıların, mal sahibi temsilcisinin ve tasarım sürecine katılması istenen yapımcıların seçiminde başvurulacak bir yöntemdir.

Kapsamı tanımlanabilen işlerde ve tasarımı tamamlanmış projelerde işi ihaleye çıkararak fiyat rekabetinden yararlanma olanağının bulunmasından dolayı, bu tip projelerde, özel koşullar dışında, yapımcı ve alt yüklenici seçiminde müzakere yöntemine ender olarak başvurulur. Ancak kuramsal olarak, her inşaat projesinde yapımcı ve alt yüklenicileri müzakere yoluyla seçme opsiyonu vardır.

Müzakere yönteminin işveren açısından en önemli avantajı, işi kendi istediği ve yeterliliğine güvendiği katılımcıya yaptırabilmesi, işin koşullarının taraflarca ortaklaşa belirlenmesi ve böylece ters yönlü ilişkilerin büyük ölçüde azalmasıdır. Bir diğer avantaj, işin hemen başlayabilmesi, dolayısıyla proje süresinin kısılmasıdır. Müzakere yönteminin başlıca dezavantajı ise fiyat rekabetinden yararlanma olanağını azaltmasıdır.

2.6 İnşaat Proje Sisteminde Sözleşme Tipleri

Sözleşme tipi, işi yapan tarafa hizmetleri karşılığında ne şekilde ödeme yapılacağını ve risklerin sözleşme tarafları arasında nasıl paylaşılacağını ortaya koyan bir kavramdır (Chua ve diğ., 1999). İnşaat projelerinde uygulanan başlıca sözleşme tipleri;

- Götürü bedel
- Birim fiyat
- Maliyet+kar

başlıkları altında toplanmaktadır. Bu bölümde sözü edilen sözleşme tiplerinin temel özellikleri açıklanacak ve her birinin sağladığı avantaj ve dezavantajlar irdelenecektir.

2.6.1 Götürü Bedel Sözleşme Tipi

Sabit fiyat olarak da adlandırılan götürü bedel sözleşmesi, katılımcının işi tek bir fiyat karşılığında yapmayı taahhüt ettiği sözleşme tipidir. Götürü bedel katılımcının işi yapmak için harcadığı malzeme, işçilik ve ekipman gibi doğrudan maliyetlerinin yanı sıra genel gider harcamalarını ve karını da içerir. Bu sözleşmelerde işi yapan tarafa tamamlanan işin tahmini gerçekleşme yüzdesine dayanarak hesaplanan periyodik hakediş ödemeleri yapılır (Barrie ve Paulson, 1992; Gordon, 1994; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998; Nicholas, 1990).

Mal sahibi tasarımcı, yapımcı ve mal sahibi temsilcisiyle ve ana tasarımcı da alt tasarımcılarla götürü bedel sözleşmesi yapabilir. Ancak götürü bedel sözleşme tipinin kritik yönleri, sözleşme tutarının büyüklüğü ve risk dağılımı bağlamında mal sahibi – yapımcı ve yapımcı – alt yüklenici sözleşmelerinde belirgin hale gelir.

Götürü bedel sözleşmeyle yapımcı görevlendirmek isteyen mal sahibi önce bir tasarımcı görevlendirerek yapım dokümanlarının hazırlanmasını sağlamak zorundadır. Mal sahibi daha sonra bu dokümanlara dayanarak, bazı durumlarda müzakere yoluyla ancak genellikle ihale yoluyla, yapımcı adaylarının işin bütünü

için tek bir fiyat vermelerini ister. Sözleşme tutarında anlaşma sağlandıktan sonra sözleşme imzalanır ve yapım işi başlar.

Yapımcı teklifine esas oluşturacak maliyet tahminini hazırlarken çok dikkatli olmak zorundadır, çünkü sözleşmenin imzalanmasından sonra, mal sahibinin değişiklik istekleri ve öngörülemeyen koşullar dışında, fiyatı değiştirmek söz konusu olmaz. Ayrıca yapımcı fiyatı yüksek belirlerse, işi alamaması riski doğar. Buna karşılık çok düşük fiyat vermesi durumunda işten az kar etme, hatta hiç kar edememe ya da zarar etme riskiyle karşılaşır. Yapımcı karını artırmak için marjinal alt yükleniciler ataması durumunda bu alt yüklenicilerin yol açtığı sorunlarla uğraşmak zorunda kalır (Barrie ve Paulson, 1992; Nicholas, 1990).

Götürü bedel sözleşme tipinin mal sahibine sağladığı avantajlardan biri, bu yöntemin fiyat rekabetinden yararlanmasına izin vermesidir. Bir diğer avantaj, iş başlamadan önce maliyetinin bilinmesi ve yapım risklerinin yapımcı tarafından üstlenilmesidir. Böylece mal sahibinin maliyet konularıyla fazla uğraşması gerekmez ve sadece süre ve kalite koşullarının karşılanıp karşılanmadığını denetlemesi yeterlidir. Bundan başka, yapımcıya ödenecek hakedişlerin işin tahmini yüzdelerine dayanması imalatın yerinde ölçülmesi zorunluluğunu ortadan kaldırır ve bu nedenlerden götürü mal sahibinin ek personel ihtiyacı büyük ölçüde azalır.

Götürü bedel sözleşme tipinin mal sahibi açısından riski, sözleşmenin yapım dokümanlarının doğruluğuna bağlı olmasıdır. Fiyat teklifi almak için yapım dokümanlarının tamamlanmış olması, mal sahibinin yapımcıya bu dokümanların doğruluğunu garanti etmesi anlamına gelir. Bundan başka, mal sahibinin yapım başladıktan sonra projede değişiklik yapma esnekliği azalır. Projede dokümantasyon hatalarından ya da mal sahibi isteklerinden kaynaklanan değişiklikler yapılması durumunda sözleşmenin yeniden müzakere edilmesi zorunluluğu doğar ve mal sahibi bu değişikliklerden kaynaklanan süre ve maliyet artışlarına maruz kalır. Bu değişikliklerin maliyeti ve süresi konusunda doğan anlaşmazlıklar taraflar arasındaki ters yönlü ilişkileri güçlendirme potansiyelini taşır.

Götürü bedel sözleşmelerin mal sahibi açısından bir başka dezavantajı, tasarım ve yapım dokümanlarının tamamlanması ve yapımcının teklif hazırlama süreçlerinin proje süresini uzatmasıdır. Bu sıralı süreç yapımın tasarım tamamlanmadan başladığı

hızlandırılmış yapım tekniklerini kullanarak süreyi kısaltma çabalarını engeller. Ayrıca, yapımcının tasarım sürecine katılmaması inşa edilebilirlik ve değer mühendisliği gibi konularda yapımcının uzmanlığından yararlanılmaması ve bu yüzden daha ekonomik çözümlerin elde edilmemesi sonucunu verir.

Yukarıda belirtildiği gibi, yapımcı alt yüklenicilerle götürü bedel sözleşme yapabilir. Bu durumda yukarıdaki paragraflarda mal sahibi için açıklanan avantaj ve dezavantajlar işveren sıfatıyla yapımcı için geçerlidir. Benzer şekilde işgören sıfatıyla alt yüklenici yukarıdaki paragraflarda açıklanan yapımcı risklerini üstlenir.

2.6.2 Birim Fiyat Sözleşme Tipi

Birim fiyat sözleşmesi, katılımcının her bir iş kalemini belirli bir fiyat karşılığında yaptığı sözleşme tipidir. Bu birim fiyatlar katılımcının iş için harcadığı malzeme, işçilik ve ekipman maliyetleri gibi doğrudan maliyetlere ek olarak genel giderler gibi dolaylı maliyetleri ve katılımcı karını da içerir (Barrie ve Paulson, 1992; Gordon, 1994; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998).

Tasarımcı ve mal sahibi temsilcisi birimlerin çalışmalarının sayısal olarak ölçülemez oluşundan ötürü birim fiyat sözleşmeleri mal sahibi – yapımcı ve yapımcı – alt yüklenici sözleşmelerinde kullanılır.

Birim fiyat sözleşmelerinde proje sayısal olarak ölçülebilir iş kalemlerine ayrılır. Mal sahibi tahmini miktarları temin ederek yapımcı adaylarından bu miktarları fiyatlandırmalarını ve bir son fiyat hesaplamalarını ister. Adaylar bu iş kalemlerinin her birinin bir birimi için fiyat belirler. Her iş kalemi için teklif edilen birim fiyat o iş için tahmin edilen miktarla çarpılarak o iş kaleminin tutarı bulunur. Bütün iş kalemlerinin bu yolla elde edilen tutarları toplanarak proje için teklif edilen toplam fiyat bulunur. Bu toplam fiyat üzerinde anlaşma sağlandıktan sonra sözleşme imzalanır ve iş başlar. Yapımcı hakedişleri gerçekleştirilen iş kalemlerinin yerinde ölçülerek saptanan miktarlarının sözleşmedeki birim fiyatlarla çarpılmasıyla bulunan tutarlara dayanarak ödenir. Eğer gerçekleşen toplam iş miktarı, tahmini iş miktarından sapma gösteriyorsa, fiyat genellikle yeniden belirlenir. Gerçekleşen miktar tahmini miktardan fazlaysa yapımcı bu ek miktar için fiyat artışı ister. Buna karşılık gerçekleşen miktar tahmini miktardan azsa, mal sahibi fiyatta indirim

yapılmasını isteyebilir (Halpin ve Woodhead, 1998). Eskalasyon olarak da adlandırılan bu yeniden fiyat belirleme işinde uygulanan bir başka seçenekte başlangıç fiyatı belli zaman dilimlerinde yeniden belirlenir (Nicholas, 1990).

Birim fiyat sözleşme tipinin sağladığı başlıca avantajlar, işin değişken miktarları için adil bir ödeme yapma olanağı sağlaması, böylece beklenmedik koşullar yüzünden çıkabilecek anlaşmazlık riskini ortadan kaldırması, yapım başladıktan sonra projede değişiklik yapma fırsatı da tanınması, tasarım tümüyle bitmeden yapıma başlanmasına olanak vermesi, bunun sonucunda proje sürecinin hızlanmasıdır.

Birim fiyat sözleşmesinin mal sahibine getirdiği en büyük risk, işin maliyetinin önceden bilinmemesidir. Bu yaklaşımda işin son fiyatı, son kalem iş ölçülmeden ve yapımcı faturayı kesmeden bilinemez. Tahmini miktarlarla gerçek miktarlar arasında büyük farklar varsa, mal sahibinin finansal yükümlülüğü planlanandan büyük ölçüde farklı olabilir. Mal sahibi için söz konusu olan bir diğer dezavantaj, hakediş ödemeleri için gerçekleşen iş miktarının yerinde ölçülmesinin zorunlu olması, dolayısıyla bu işleri yapacak ek personel ihtiyacının artmasıdır.

Yapımcının birim fiyat esasına göre alt yüklenici görevlendirmesi durumunda, yapımcı işveren olarak, alt yüklenici de işgören olarak yukarıda açıklanan avantaj ve risklerle karşılaşır

2.6.3 Maliyet+Kar Sözleşme Tipi

Maliyet+kar sözleşmesi, katılımcının üstlendiği işi yapabilmek için harcadığı malzeme, işçilik ve ekipman gibi doğrudan maliyetleri mal sahibinden tahsil ettiği ve bunun yanında genel giderler ve kar için belirli bir ek ücret aldığı sözleşme tipidir. Sözü edilen ek ücretin kar dışında genel giderlerin ve mal sahibi tarafından ödenmeyen diğer maliyetlerin de karşılığı olmasından ötürü, yabancı literatürde bu sözleşme tipi için maliyet+ücret (cost+fee) terimi kullanılmaktadır (Barrie ve Paulson, 1992; Gordon, 1994; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998; Nicholas, 1990).

Maliyet+kar sözleşmeleri, işin kapsamının tam olarak tanımlanamadığı, dolayısıyla verilecek hizmetin ve maliyetlerinin işin başında sayısal olarak tahmin edilemediği durumlarda anlam taşır. Bu bakımdan maliyet+kar sözleşmeleri tasarımcıların ve mal

sahibi temsilcisinin görevlendirilmesinde uygulanan bir sözleşme tipidir. Benzer şekilde, projenin kapsamını tanımlamak zorsa, tasarım aşamasında yapım bilgi ve deneyiminden yararlanmak gerekiyorsa ve/veya projeyi hızlandırmak önemliyse, mal sahibi yapımcıyı ve yapımcı da alt yükleniciyi maliyet+kar sözleşmesiyle yapımcı ve/veya alt yüklenici görevlendirilebilir. Böylece yapımcı ve/veya alt yüklenici proje kapsamı tanımlanmadan ve tasarım işleri tamamlanmadan işe başlayabilir, çünkü maliyetleri kendisine ödenecektir ve karı için belli bir ücret garanti edilmiştir.

Maliyet+kar sözleşmelerinde işi yapan tarafa periyodik hakediş ödemeleri yapılır. Bu ödemelerin yapılabilmesi için hangi maliyetlerin karşılanacağını ayrıntılı olarak saptanması ve sözleşmede açıkça belirtilmesi, yapılan harcamaların belgelenmesi ve bir maliyet muhasebesi sisteminin kurulması zorunludur (Barrie ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998).

Maliyet+kar sözleşmelerinin kritik olan yönleri, yapılacak işin toplam maliyetinin ve risklerin büyüklüğü açısından mal sahibi – yapımcı sözleşmelerinde ortaya çıkar. Bu sözleşmelerde işin son maliyetinin ne olacağını önceden bilinmemesi nedeniyle risklerin büyük bölümünü işveren olarak mal sahibi taşır. Bununla birlikte mal sahibinin çeşitli ücret hesaplama formüllerle bu risklerin bir bölümünü yapımcıya devretme olanağı bulunmaktadır. Yapımcıya ödenecek ücretin hesaplanması bakımından maliyet+kar sözleşmeleri;

- Maliyet+maliyetin yüzdesi (cost+percentage of cost)
- Maliyet+sabit ücret (cost+fixed fee)
- Maliyet+teşvik primi (cost+incentive)

başlıkları altında toplanmaktadır (Barrie ve Paulson, 1992; Gordon, 1994; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998; Nicholas, 1990). Bu sözleşme tiplerinden her biri taraflar arasındaki risk dağılımını farklı şekilde etkilemektedir, bu yüzden ayrı ayrı açıklanmaları gerekmektedir.

- Maliyet+Maliyetin Yüzdesi Sözleşmesi

Maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmesinde gerçekleşen maliyetin önceden kararlaştırılmış olan bir yüzdesi işi yapan tarafa ücret olarak ödenir. Bu sözleşme

tipinde maliyet ne kadar yüksekse, işi yapan tarafın alacağı ücret de o kadar yüksek olur. Bu bakımdan, özellikle maliyetin büyük rakamlara ulaştığı yapım işlerinde, yapımıcının maliyetleri kontrol altına almasını, verimli ve ekonomik çalışmasını teşvik etmez, dolayısıyla mal sahibinin riskleri artar. Bu nedenle mal sahibi – yapımıcı sözleşmelerinde mecbur kalınmadıkça tercih edilmeyen bir yaklaşımdır (Barrie ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998).

- **Maliyet+Sabit Ücret Sözleşmeleri**

Maliyet+sabit ücret sözleşmeleri, yukarıda açıklanan maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmesindeki sakıncaları gidermeyi amaçlayan bir sözleşme tipidir. Bu sözleşmede işi yapan tarafa ödenecek ücret işin tahmini bütçesinin bir yüzdesi olarak belirlenir ve bu tutarın işin tahmini süresine bölünmesiyle hesaplanan meblağlar periyodik hakedişler olarak ödenir. Bu esasa dayanan mal sahibi – yapımıcı sözleşmelerinde yapımıcının işi ne kadar kısa sürede bitirirse ücretin tamamını o kadar kısa sürede almasının proje süresinin kısaltılmasına yönelik bir teşvik unsuru olduğu söylenebilir, ancak bu durumda yapımıcının pahalı malzemeler ve yöntemler kullanarak işi hızlandırma eğilimi ortaya çıkabilir, böylece mal sahibinin riskleri artmış olur (Halpin ve Woodhead, 1998; Nicholas, 1990).

Maliyet+sabit ücret sözleşmesinin bir varyasyonu olan garantili maksimum fiyat sözleşmesinde yapımıcı maruz kaldığı maliyetlerin ve belli bir sabit ücretin ödenmesi karşılığında işi yapar, ancak önceden belirlenmiş bir tavan maliyeti aşmamak zorundadır. Bu sınırı aşan maliyetler yapımıcı tarafından absorbe edilir, dolayısıyla yapımıcının karını olumsuz yönde etkileyen niteliktedir. Son maliyetin tavan maliyetin altında kalması durumunda elde edilen tasarruf mal sahibinin hanesine yazılabilir ya da mal sahibiyle yapımıcı arasında paylaşılabilir. Tasarrufun paylaşılması durumunda, sözleşme maliyet+teşvik primi niteliğine bürünür (Barrie ve Paulson, 1992; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998).

- **Maliyet+Teşvik Primi Sözleşmeleri**

Maliyet+teşvik primi sözleşmeleri maliyetleri kontrol eden ve minimumda tutan yapımıcının ödüllendirilmesini sağlayan sözleşme tipleridir. Halpin ve Woodhead (1998) maliyet+teşvik primi sözleşmelerinin;

- maliyet+sabit ücret+tasarruf paylaşımı (cost+fixed fee+profit sharing)
- maliyet+değişken ücret (cost+sliding fee)

varyasyonlarını açıklamaktadırlar.

Maliyet+sabit ücret+tasarruf paylaşımı sözleşmesinde işin toplamı için bir tavan maliyet ve bu maliyetin bir yüzdesi olarak yapımcıya ödenecek sabit ücret belirlenir. Bu sabit ücret işin süresine bölünerek periyodik hakedişler halinde yapımcıya ödenir. Eğer yapımcı işi tavan maliyetin altında bitirirse, sağlanan tasarruf önceden belirlenen bir orana göre mal sahibi ile yapımcı arasında paylaşılır. Eğer yapımcı bu maliyeti aşarsa, ortada paylaşılacak bir kazanç olmaz (Halpin ve Woodhead, 1998).

Maliyet+değişken ücret sözleşmesi, yapımcının sadece tavan maliyetin altında kalmasının ödüllendirilmesini değil, aynı zamanda tavan maliyeti aşmasının cezalandırılmasını içerir ve yapımcının ücreti $\text{Ücret} = R(2T - A)$ formülüyle hesaplanır (Halpin ve Woodhead, 1998). Bu formülde R önceden belirlenen temel yüzde değeri, T hedeflenen tavan maliyeti ve A gerçekleşen maliyeti ifade etmektedir. Bu formüle göre gerçek maliyetler tavan maliyetin altında kaldıkça yapımcının ücreti artar, buna karşılık gerçek maliyetler tavan maliyetin üstüne çıktıkça yapımcının alacağı ücret azalır. Bu bakımdan mal sahibi risklerin bir bölümünü yapımcıya devretmiş olur.

Maliyet+kar sözleşmelerinin mal sahibine sağladığı en önemli avantajlardan biri, bu uygulamanın tasarım bitmeden yapıma başlanmasına izin vermesi ve böylece projenin hızlanmasını sağlamasıdır. Ayrıca, yapımcının erken aşamalarda sürece dahil olması, tasarım sırasında yapım bilgi ve deneyiminden yararlanılmasına ve inşa edilebilirlik, değer mühendisliği gibi konularda tasarım girdisi alınmasına olanak verir. Bu sözleşme tipinin sağladığı bir diğer avantaj yapım başladıktan sonra projede değişiklik yapılmasına izin vermesi ve yapımcının bu değişikliklere hızla cevap vermesini sağlaması, böylece taraflar arasındaki ters yönlü ilişkileri azaltmasıdır. Bundan başka, süreçte önceden belirlenen alt yükleniciler görevlendirilebilir, böylece taraflar hem marjinal alt yüklenici sorunundan kurtulurlar, hem de götürü bedel sözleşmesinin fiyat rekabeti avantajından yararlanabilirler.

Maliyet+kar sözleşmelerinin mal sahibi açısından başlıca riski projenin toplam maliyetinin önceden bilinmemesidir. Tavan maliyet kriteri bu riskin azaltılmasına

yardımcı olabilir ancak bu sınır genellikle kalite pahasına korunur (Gould ve Joyce, 2000). Bundan başka bu sözleşmede mal sahibinin süreci ve maliyetleri denetim altında tutması son derece önemlidir, bu nedenle çoğunlukla profesyonel destek almak zorunda kalır. Bunun sonucunda mal sahibinin ek personel ihtiyacı ve buna bağlı olarak proje maliyetleri artar.

2.7 İnşaat Proje Teslim Yöntemleri ve Temel Sözleşme Dokümanları

İnşaat proje sisteminde katılımcılar arasındaki ilişkiler proje teslim yöntemi olarak adlandırılan organizasyon strüktürünü meydana getirirler. Bai ve Hazem (2003) proje teslim yönteminin, prosedürler, faaliyetlerin sıralamaları, sözleşme ilişkileri, yükümlülükler, karşılıklı ilişkiler ve çeşitli sözleşme formları dahil, tesisin tasarım ve yapımının başarıyla tamamlanmasını amaçlayan bütün tasarım ve yapım süreçlerini tarif eden genel bir terim olduğunu belirtmektedir. Smith (2003) ise proje teslim yöntemini, mal sahibinin ihtiyaçlarını karşılayan bir tesis elde etmek için kullandığı sözleşme strüktürü ve ödeme düzenlemesi olarak tanımlamakta ve bu tanımın tasarım ve yapım hizmetlerini içerdiğini vurgulamaktadır. Bu tanımlar, proje teslim yöntemlerinin tasarım ve yapım aşamalarını kapsadığını, katılımcıların sorumluluklarını ve karşılıklı ilişkilerini tarif ettiğini ve bu konuların sözleşmelerde ortaya konulduğunu göstermektedir. Bu bakımdan sözleşme dokümanları proje teslim yöntemlerinin ayrılmaz parçasıdır ve proje teslim yöntemi alternatiflerinin sözleşme dokümanlarıyla birlikte irdelenmesi zorunludur.

Bu bölümde önce literatürdeki alternatif proje teslim yöntemi olarak belirtilen yaklaşımların temel özellikleri açıklanarak karşılaştırılacak ve sonuçta alternatif proje teslim yöntemleri ortaya konulacak, daha sonra inşaat projelerinde kullanılan temel sözleşme dokümanları kısaca tanıtılacak ve bu bölümdeki analizde referans alınacak dokümanları belirlenecek, bunun ardından sonra alternatif proje teslim yöntemleri, bu yöntemlerdeki organizasyon strüktürleri, bu yöntemlere yönelik olarak geliştirilmiş standart sözleşme dokümanları ve katılımcıların bu yöntemlerdeki yükümlülükleri açıklanacak ve her bir alternatif proje teslim yönteminin problemleri irdelenecektir.

2.7.1 Alternatif Proje Teslim Yöntemlerinin Gruplandırılması

Literatür ve İnternet taramasından elde edilen bulgulara göre çeşitli kaynaklarda aşağıdaki yaklaşımlar birer alternatif proje teslim yöntemi olarak gösterilmektedir::

- Geleneksel tasarım-ihale-yapım (traditional design-bid-build)
- Yapım yönetimi (construction management)
- Tasarım/yapım (design/build)
- Anahtar teslim (turnkey)
- Geliştirme/yapım (develop/build)
- Yap-işlet-devret (build-operate-transfer)
- Program yönetimi (program management)
- Çoklu ana yapımcı sözleşmeleri (multiple prime contracting)
- Hızlandırılmış yapım (fast-tracking)

Söz konusu kaynaklardan elde edilen bilgilere dayanarak, bu yaklaşımların temel özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Geleneksel Teslim Yöntemleri

Geleneksel teslim yöntemleri mal sahibinin tasarımcı ve yapımcıyla ayrı sözleşmeler yaptığı ve işlerin sıralı yürütüldüğü yaklaşımlardır. Bu yöntemlerde mal sahibi önce tasarımın ve yapım işlerine yol gösterecek diğer dokümanların hazırlanması için tasarımcıyla sözleşme yapar, bu belgelerin hazırlanmasından sonra ihale ya da müzakere yoluyla seçtiği yapımcıyı görevlendirir (Barrie ve Paulson, 1992; CMAA, 2003; Franks, 1994; Murdoch ve Hughes, 1992; Poage, 2000; Gould ve Joyce, 2000; Walker, 1984).

Geleneksel teslim yöntemlerinde mal sahibi adına proje yönetecek birime bağlı olarak iki farklı seçenek ortaya çıkmaktadır. Birinci seçenekte mal sahibi projeyi yönetmek üzere Bölüm 2.4.1’de mal sahibi temsilcisi olarak adlandırılan bir katılımcıyı, ikinci seçenekte ise ana tasarımcıyı yapım sürecinin yönetimiyle

görevlendirmektedir. Söz konusu seçenekler projenin organizasyon yapısının, katılımcılar arasındaki ilişkilerin ve prosedürlerin farklılık göstermesi nedeniyle birer alternatif proje teslim yöntemidir.

- Yapım Yönetimi

Yapım yönetimi, mal sahibinin tasarımcıyla ve tasarım sürecine katılarak inşa edilebilirlik, maliyet tahmini ve değer mühendisliği konularında girdi sağlamak üzere yapım yöneticisi olarak adlandırılan bağımsız bir birimle sözleşme yaptığı yöntemdir (Bai ve Hazem, 2003; Barrie ve Paulson, 1992; CMAA, 2003; Gould ve Joyce, 2000; Murdoch ve Hughes, 1992; Poage, 2000; Smith, 2003; Walker, 1984). Bu yaklaşımda yapım yöneticisinin tasarım tamamlandıktan sonra üstlendiği rol ve yükümlülükleri bakımından farklılık gösteren iki seçenek bulunmaktadır.

Yapım yönetimi/danışmanlık (construction manager/advisor) olarak adlandırılan birinci seçenekte mal sahibi bir ya da daha fazla sayıda yapımcıyla sözleşme yapmakta ve yapım yöneticisi tasarımcıyla birlikte mal sahibi adına yapım sürecini yönetmektedir. Bu seçenek organizasyon strüktürü bakımından projenin bağımsız mal sahibi temsilcisi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemine benzetmekle birlikte yapım yöneticisinin tasarım ekibine katılması bakımından farklıdır, dolayısıyla bir proje teslim yöntemi alternatifidir.

Yapım yönetimi/yapım (construction manager/constructor) olarak adlandırılan ikinci seçenekte yapım yöneticisi tasarım sürecine katılarak tasarıma girdi sunduktan sonra yapım işlerini üstlenmekte ve yapım süreci mal sahibi adına ana tasarımcı tarafından yönetilmektedir. Bu yaklaşım yapım yöneticisinin tasarım sürecine katılması bakımından geleneksel teslim yöntemlerinden, yapım yöneticisinin risk üstlenmesi bakımından da yapım yöneticisi/danışman yönteminden farklı olması dolayısıyla alternatif bir proje teslim yöntemidir.

- Tasarım/Yapım

Tasarım/yapım mal sahibinin hem tasarım hem de yapım işlerini gerçekleştirmek üzere tek bir birimle sözleşme yaptığı yöntemdir. Bu yöntemde tasarım ve yapım sorumluluğunun tek elde toplanmasının organizasyon strüktürünü ve katılımcılar arasındaki ilişkileri değiştirmesi bakımından mal sahibinin tasarım, yapım ve yönetim

işlerini üstlenecek birimlerle ayrı sözleşmeler yaptığı geleneksel teslim yöntemlerinden ve yapım yönetimi yönteminden farklı dinamikler içermektedir, dolayısıyla alternatif bir proje teslim yöntemidir (Akintoye, 1994; Bai ve Hazem, 2003; Barrie ve Paulson, 1992; CMAA, 2003; DBIA, 2003; Franks, 1994; Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998; Murdoch ve Hughes, 1992; Poage, 2000; Walker, 1984).

- Anahtar Teslim

Anahtar teslim, bütün tasarım ve yapım işlerinin tek bir birim tarafından üstlenildiği yaklaşım olarak betimlenmekte ve çeşitli kaynaklarda, tasarım/yapımın aynı zamanda anahtar teslim olarak da adlandırıldığı belirtilmektedir (Bai ve Hazem, 2003; Barrie ve Paulson, 1992; DBIA, 2003; Franks, 1994; Gordon, 1994; Halpin ve Woodhead, 1998; Murdoch ve Hughes, 1992). Bu bakımdan anahtar teslim alternatif bir teslim yöntemi değil, tasarım/yapım yönteminin adlandırılmasında kullanılan bir terimdir.

- Geliştirme/Yapım

Geliştirme/yapım, mal sahibinin önce bir tasarımcıyla sözleşme yaparak ön tasarımı temin ettiği, daha sonra bu ön tasarımı kesin tasarıma dönüştürmek ve yapım işlerini üstlenmek üzere gerçekleştirmek üzere bir tasarım/yapımcı görevlendirdiği yaklaşımdır. Akintoye (1994), Anumba ve Evbuomwan, (1997) geliştirme/yapımı tasarım/yapım yönteminin bir versiyonu olarak ele almaktadırlar. Bununla birlikte geliştirme/yapım gerek organizasyon strüktürünün, gerekse katılımcıların yükümlülüklerinin farklılaşması bakımından alternatif bir proje teslim yöntemidir.

- Yap-İşlet-Devret

Yap-işlet-devret; mal sahibinin tasarım ve yapımı gerçekleştirmek üzere tek bir birimle sözleşme yaptığı yaklaşımdır. Özellikle büyük bir finansman yatırımı gerektiren kamu projelerinde uygulanan bu yöntemde tasarım ve yapımı gerçekleştiren birim sözleşmeye konu olan inşaat objesini geliştirme maliyetlerini karşılar ve yapım tamamlandıktan sonra geçici olarak işletmektedir. Bu sürede elde edilen kazanç, bu birimin proje için yaptığı harcamaların ve karının karşılığıdır. İşletme süresinin sonunda obje mal sahibine devredilmektedir (Bai ve Hazem, 2003;

Gordon, 1994). Bununla birlikte yap-işlet-devret yükümlülüğünü üstlenen birim sözleşme imzalanmasıyla başlayan ve objenin devredilmesiyle sona eren süre içinde mal sahibi konumundadır ve projeyi uygun gördüğü proje teslim yöntemiyle yaptırma opsiyonuna sahiptir. Bu nedenle yap-işlet-devret yöntemini alternatif bir proje teslim yöntemi olarak ele almak doğru değildir.

- Program Yönetimi

Program yönetimi, mal sahibinin birden fazla projeyi yönetmek üzere profesyonel bir birimle sözleşme yaptığı yaklaşımdır (Bai ve Hazem, 2003; Barrie ve Paulson, 1992). AGC tarafından program yönetimine yönelik olarak geliştirilmiş olan AGC-800 (1996) standart sözleşme dokümanında bu yaklaşımın bir proje teslim yöntemi olmadığı, program yöneticisinin kendi bünyesinde projeleri yönetecek kadroları bulunmayan mal sahipleri adına bu kadroların yerine getireceği görevleri üstlendiği vurgulanmaktadır. Bundan başka, söz konusu dokümanda program yöneticisinin geleneksel teslim yöntemleri ve tasarım/yapım organizasyon şemalarındaki yeri gösterilmektedir. Sözü edilen şemalarda program yöneticisi mal sahibi temsilcisi rolünü üstlenmektedir. Bu açıdan program yönetimi her biri kendi karakteristiklerine göre belirlenmiş olan proje teslim yöntemleriyle yürütülmekte olan birden fazla projenin tümünün yönetimini kapsamaktadır ve program yöneticisi bu projelerde mal sahibi temsilcisi olarak hareket eden birimdir. Bu bakımdan program yönetimi alternatif bir proje teslim yöntemi değildir.

- Çoklu Ana Yapımcı Sözleşmeleri

Çoklu ana yapımcı sözleşmesi, taşıyıcı sistem, mekanik, elektrik gibi çeşitli disiplinleri ve/veya uzmanlık alanlarını temsil eden yapımcıların ya da toplu konut gibi büyük ölçekli ve tekrara dayanan projelerin bölündüğü paketlerin her birini üstlenen yapımcıları ayrı sözleşmelerle görevlendirildiği yaklaşımdır. Geleneksel teslim yöntemlerinde ve yapım yönetimi yöntemlerinde uygulanabilen bu yaklaşımda söz konusu uzman yapımcıların çalışmalarının koordine edilmesi mal sahibi ya da yapım yöneticisinin sorumluluğundadır (CMAA, 2003; Gordon, 1994). Bu yöntemin farklı proje teslim yöntemlerinde uygulanabilmesi nedeniyle, kendine özgü koşullar içeren bir proje teslim yöntemi olarak adlandırılması doğru değildir.

- Hızlandırılmış Yapım

Hızlandırılmış yapım (fast-track) esas itibarıyla yapım işlerinin tasarım tümüyle bitmeden başlamasını içermektedir. Bu yaklaşımda tasarımı tamamlanan bölümün yapım çalışmaları diğer bölümlerin tasarım çalışmalarıyla aynı zaman dilimi içerisinde paralel olarak yürütülmekte, böylece zamandan tasarruf sağlanmaktadır (CMAA, 2003). Bu yöntem belli koşullarda tasarım/yapım yöntemi ve yapım yönetimi yönteminde uygulanabilmesi bakımından bir proje teslim yöntemi değil, yapım süresinin kısaltılmasını amaçlayan bir tekniktir ve bu nedenle bir proje teslim yöntemi değildir.

Yukarıdaki değerlendirme, anahtar teslim, yap-işlet-devret, program yönetimi, çoklu ana yapımcı sözleşmeleri ve hızlandırılmış yapım yöntemlerinin alternatif proje teslim yöntemleri olmadıklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle bu bölümde alternatif proje teslim yöntemleri;

- Projenin bağımsız mal sahibi temsilcisi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemi
- Projenin ana tasarımcı tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemi
- Yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi
- Yapım yönetimi/yapım yöntemi
- Tasarım/yapım yöntemi
- Geliştirme/yapım yöntemi

başlıkları altında incelenecektir.

2.7.2 İnşaat Projelerinin Temel Sözleşme Dokümanları

CSI (1996) standartlarına göre inşaat projelerinin temel sözleşme dokümanları;

- Anlaşma metni
- Yapım işleri genel şartnamesi

- Özel şartnameler
- Teknik şartnameler
- Çizimler
- Sözleşme dokümanlarında sözleşme imzalanmadan önce yapılan değişikliklerle ilgili dokümanlar

başlıkları altında toplanmaktadır (CSI, 1996).

Anlaşma metni; tarafların ve işin tanımı, sözleşme dokümanlarının neler olduğu, işin başlangıç ve bitiş tarihi, sözleşme tutarı ve ödeme şekli konularını içerir.

Yapım işleri genel şartnamesi, yapım işlerinin nasıl yürütüleceğini belirleyen, proje katılımcılarının yapım sürecinde üstlendikleri sorumlulukları ve birbirleriyle nasıl ilişki kuracaklarını belli hükümlere bağlayan dokümandır. Bu şartnamede yer alan başlıca konular;

- Temel kavramların tanımları,
- Proje katılımcılarının hak ve yükümlülükleri,
- Yapım işinin sevk ve idaresi,
- İşin kapsamında, süresinde ya da tutarında değişiklik yapma koşulları
- Geçici ve kesin kabul esasları
- Teminat ve sigorta hükümleri
- İşin durdurulması ve/veya sözleşmenin feshine ilişkin hükümler,
- Anlaşmazlıkların çözümü

olarak özetlenebilir

Özel şartnameler, yapım işleri genel şartnamesinin içeriğinde bulunmayan ve sadece gerçekleştirilecek projeye özgü çeşitli koşulları düzenleyen dokümanlardır. Örneğin, gecikme cezası hükümleri, yapımıcının proje için görevlendireceği personelin sahip

olması gereken özellikler, mal sahibi tarafından gerçekleştirilecek iş kalemleri, mal sahibi tarafından verilecek malzeme, vb. konular özel şartnamelerde ele alınan konulardır.

Teknik şartnameler, yine sadece gerçekleştirilecek projeyle ilgili olarak kullanılacak malzemelerin, işçiliğin, ekipmanların, sistemlerin ve standartların taşınması gereken özelliklerin yazılı olarak ifade edildikleri dokümanlardır.

Çizimler, objenin tasarımını, yerini ve boyutlarını gösteren planlar, kesitler, görüntüşler ve detaylar gibi görsel sözleşme dokümanlarıdır.

Sözleşmenin imzalanmasından önce sözleşme dokümanlarında yapılan ve işin kapsamını, süresini ve/veya tutarını etkileyecek değişiklikleri içeren tutanaklar, vb. belgeler de sözleşme dokümanları arasında yer alır.

Temel sözleşme dokümanları arasında yer alan özel şartnameler, teknik şartnameler, çizimler ve sözleşmenin imzalanmasından önceki tutanaklar, her proje için özel olarak hazırlanan ve bu nedenle genelleme yapma olanağı vermeyen belgelerdir. Bu nedenle bu bölümde proje teslim sistemleri anlaşma metni ve yapım işleri genel şartnamesi çerçevesinde incelenecektir.

İnşaat projelerinin gerçekleştirilmesinde standart sözleşme dokümanlarının kullanılması yaygın bir uygulamadır. İnşaat faaliyetleri yoğun olan bir çok kamu ve özel sektör kuruluşu kendi ihtiyaçlarına uygun şekilde geliştirdikleri standart sözleşme dokümanları kullanmaktadırlar. Diğer yanda çeşitli sivil toplum örgütleri, genel olarak bütün toplumun ihtiyaçlarına cevap verebilecek standart dokümanlar geliştirmişlerdir. Bu kurumlardan başlıcaları;

- AGC (Associated General Contractors of America)
- AIA (American Institute of Architects)
- CMAA (Construction Management Association of America)
- DBIA (Design-Build Institute of America)
- EJCDC (Engineers Joint Contract Documents Committee)

- FIDIC (Fédération Internationale des Ingénieurs Conseils)
- JCT (Joint Contracts Tribunal)

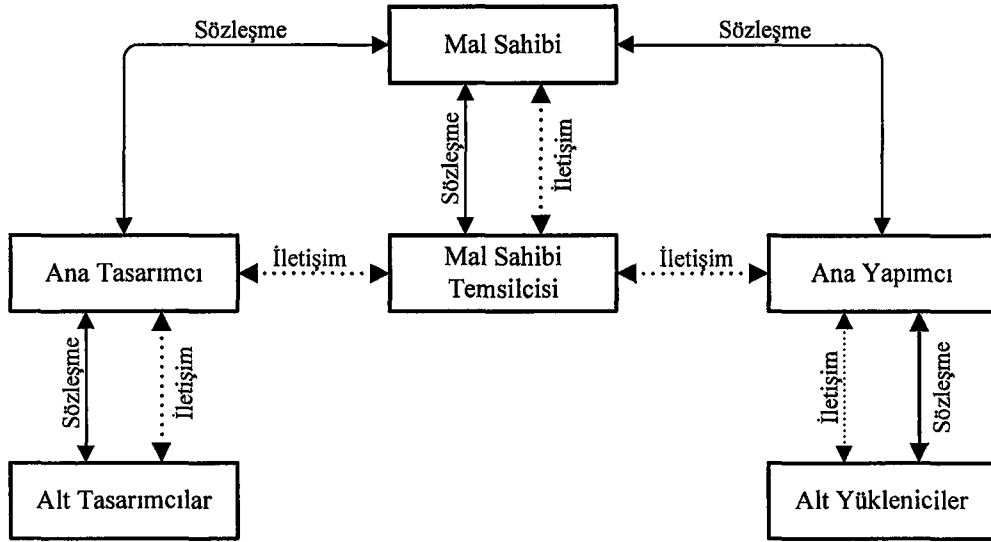
olarak sıralanabilir (Gould ve Joyce, 2000; Halpin ve Woodhead, 1998; Murdoche ve Hughes, 1992; Poage, 2000).

Kamu ve özel sektör kuruluşları tarafından geliştirilen standart dokümanlar genellikle o kuruluşun kendi ihtiyaçlarına yöneliktir ve bu nedenle bütün inşaat projeleri için geçerli olan genellemeler yapmak mümkün değildir. Bundan başka, CMAA ve DBIA gibi kurumlar tarafından geliştirilen standart dokümanlar, söz konusu kurumların kendi kuruluş amaçlarını oluşturan proje teslim yöntemlerine yöneliktir, dolayısıyla diğer proje teslim yöntemlerine yönelik dokümanları içermemektedir. Diğer yanda, FIDIC, JCT, BPF, AIA, AGC ve EJCDC gibi kurumlar alternatif proje teslim yöntemleri ve her bir proje teslim yönteminde uygulanabilecek alternatif sözleşme tipleri yönünden daha fazla seçenek sunan standart dokümanlar geliştirmişlerdir.

Bu bölümde alternatif proje teslim yöntemleri AGC ve AIA tarafından geliştirilmiş standart anlaşma metinleri ve yapım işleri genel şartnameleri referans alınarak incelenecektir.

2.7.3 Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Projenin mal sahibi temsilcisi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemi mal sahibinin tasarımcı, yapımcı ve mal sahibi temsilcisiyle ayrı sözleşmeler yaptığı yöntemidir. Bu yöntemde mal sahibi işin başlangıcında bir mal sahibi temsilcisi görevlendirir ve bu birim mal sahibi adına hareket ederek projeyi yönetir. Mal sahibi tarafından görevlendirilen ana tasarımcı inşaat objesinin çizimlerini ve diğer gerekli yapım dokümanlarını hazırlar. Tasarım tamamlandıktan sonra mal sahibi ana yapımcıyı görevlendirir. Bu yöntemde mal sahibiyle diğer katılımcılar ve ana tasarımcıyla ana yapımcı arasındaki iletişim mal sahibi temsilcisi, alt tasarımcılarla diğer katılımcılar arasındaki iletişim ana tasarımcı ve alt yüklenicilerle diğer katılımcılar arasındaki iletişim ise ana yapımcı kanalıyla kurulur. Bu yöntemin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.2’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.3.1 Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC tarafından projenin bağımsız mal sahibi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemi için geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AGC-810 (2002) mal sahibi – mal sahibi temsilcisi anlaşma metni
- AGC-240 (2000) mal sahibi – tasarımcı anlaşma metni
- AGC-200 (2000) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni ve yapım işleri genel şartnamesi (götürü bedel)
- AGC-230 (2000) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni ve yapım işleri genel şartnamesi (maksimum fiyat garantili olmayan maliyet+kar)
- AGC-250 /2000) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni ve yapım işleri genel şartnamesi (maksimum fiyat garantili maliyet+kar)
- AGC-650 (1998) yapımcı – alt yüklenici anlaşma metni (mal sahibi ödemeleriyle ilgili riskin yapımcı tarafından üstlenilmesi)
- AGC-655 (1998) yapımcı – alt yüklenici anlaşma metni (mal sahibi ödemeleriyle ilgili riskin yapımcı ve alt yüklenici tarafından paylaşılması)

dokümanlarıdır. AGC ana tasarımcı – alt tasarımcı sözleşmeleri için standart bir doküman geliştirmemiştir.

AIA tarafından geleneksel teslim sistemlerine yönelik olarak geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları, projenin ana tasarımcı tarafından yönetilmesi öngörülmektedir ve bu nedenle projenin bağımsız mal sahibi temsilcisi tarafından yönetildiği geleneksel teslim yönteminin dinamiklerine uygun değildir.

Bu bölümde mal sahibi tarafından yönetilen geleneksel teslim yöntemindeki mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, ana tasarımcı ve ana yapımcı yükümlülükleri AGC dokümanları çerçevesinde incelenecektir. Ancak AGC'nin ana tasarımcı – alt tasarımcı sözleşmeleri için standart bir doküman geliştirmemiş olmasından ötürü alt tasarımcı yükümlülüklerinde AIA-C141 (1997) dokümanı referans alınacaktır. Benzer şekilde alt yüklenici yükümlülükleri AIA-A401 (1997) çerçevesinde incelenecektir.

2.7.3.2 Mal Sahibi Yükümlülükleri

Mal sahibi, projeyi başlatan ve sonuçtaki ürün olan inşaat objesini teslim alan kişi olarak inşaat proje sisteminin kilit aktörüdür. Mal sahibinin tasarım, yapım ve projenin yönetimi için görevlendirdiği katılımcılara karşı birincil yükümlülüğü bu katılımcılara verdikleri hizmetler karşılığında ödeme yapmaktır. Bununla birlikte, Bölüm 2.4.1'de belirtildiği gibi, mal sahibi ödeme yapmak dışında çeşitli yükümlülükleri yerine getirmek zorundadır. Mal sahibinin yükümlülükleri aşağıdaki gibidir:

- İşi yapan tarafa sözleşmede belirtilen tutarları ödemek (AGC-200, 2000, Madde 7.1; AGC-230, 2000, Madde 7.1; AGC-240, 2000, Madde 6.1; AGC-250, 2000, Madde 7.1; AGC-810, 2002, Madde 5)
- Projenin amaçlarını ve sınırlamalarını, mekan ihtiyaçlarını, mekanlar arasındaki ilişkiler, esneklik ve genişleme, özel ekipman ve sistemler ve işin yapılacağı yerle ilgili isteklerini içeren ihtiyaç programını tasarımcıya vermek (AGC-200, 2000, Madde 11)

- Yapım dokümanlarını yapımcıya vermek (AGC-200, 2000, Madde 4.6; AGC-230, 2000, Madde 4.6; AGC-250, 2000, Madde 4.6)
- İşe başlamadan önce, diğer sözleşme tarafının talep etmesi durumunda, sözleşme yükümlülüklerinin yerine getirilmesini sağlayacak finansal düzenlemenin yapılmış olduğunu kanıtlayan bir belgeyi vermek (AGC-200, 2000, Madde 4.2; AGC-230, 2000, Madde 4.2; AGC-240, 2000, Madde 4.4; AGC-250, 2000, Madde 4.2)
- İşin yapılacağı yerle ilgili enformasyonu, projeye ilgili kararları ve ödemeleri sözleşmede belirtilen tarihlerde diğer sözleşme tarafına iletmek (AGC-200, 2000, Madde 4.1; AGC-230, 2000, Madde 4.1; AGC-240, 2000, Madde 4.1; AGC-250, 2000, Madde 4.1)
- Mal sahibi adına karar vermeye yetkili bir temsilci atamak ve bunu diğer sözleşme tarafına bildirmek (AGC-200, 2000, Madde 4.7; AGC-230, 2000, Madde 4.7; AGC-240, 2000, Madde 4.2; AGC-250, 2000, Madde 4.7)
- Projeye ilgili ruhsatlar, harçlar ve onaylar gibi yasal mercilerle ilgili çalışmaları yapmak ve maliyetlerini karşılamak (AGC-200, 2000, Madde 4.4; AGC-230, 2000, Madde 4.4; AGC-250, 2000, Madde 4.4)
- Projede yapılmasını istediği değişiklikleri karşı tarafa yazılı olarak bildirmek, bu değişikliklerin maliyet ve/veya süre sapmalarına yol açması durumunda sözleşme tutarını ve süresini yeniden müzakere etmek (AGC-200, 2000, Madde 8.1; AGC-230, 2000, Madde 8.1; AGC-250, 2000, Madde 8.1)
- All-risk gayrimenkul sigortası yaptırmak (AGC-200, 2000, Madde 10.4; AGC-230, 2000, Madde 10.4; AGC-250, 2000, Madde 10.4)

2.7.3.3 Mal Sahibi Temsilcisi Yükümlülükleri

Mal sahibi temsilcisi proje sürecinde iş yerinde mal sahibi adına hareket etmek üzere çeşitli yetkilerle donatılmış birimdir. Mal sahibi temsilcisi sınırı sözleşmede belirtilen tutarı aşmayan iş kalemlerinde mal sahibinin onayını almadan mal sahibini bağlayıcı karar almaya yetkilidir, bu limiti aşan konularda mal sahibinin önceden

yazılı onayının alması zorunludur (AGC-810, 2002, Madde 3.1). Mal sahibi temsilcisinin yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Genel yükümlülükler:

- Mal sahibinin projeye ilgili konularda tasarımcı ve yapımcı ile kuracağı iletişime aracılık etmek (AGC-810, 2002, Madde 3.4.1)
- Yapım sırasında gerçekleşen toplantı notları, uygulama detayları, çizimler ve şartnameler, ürün verileri, yapımcıların sözleşme dokümanları, hakedişleri ve ödeme başvuruları dahil, bütün proje dokümanlarının birer kopyasını muhafaza etmek (AGC-810, 2002, Madde 3.4.2)
- Proje toplantılarına katılmak ve mal sahibine rapor vermek (AGC-810, 2002, Madde 3.4.3)
- İşin ilerleyişi ve kalite bakımından şantiye gözlemlerinde bulunarak bu konularda ve bütün proje katılımcılarının sağladığı hizmetler konusunda mal sahibine rapor vermek (AGC-810, 2002, Madde 3.4.4)

Tasarım öncesi aşama yükümlülükleri:

- Mal sahibi ile projenin hedeflerini, amaçlarını, sınırlamalarını ve ilişkilerini etüt etmek, ihtiyaç programının geliştirilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.5.1-3.5.2)
- Arsa seçiminde ve/veya mevcut tesislerin kullanımında mal sahibine yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.5.3)
- Maliyet tahmini ve iş programı hazırlamak ve/veya başkaları tarafından hazırlananları incelemek, mal sahibine bunlarla ilgili tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.5.4-3.5.5)
- Tasarımcının, diğer danışmanların ve bu katılımcılarla yapılacak sözleşmelerinin tiplerinin seçiminde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.5.6)
- Mal sahibinin resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasına yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.5.8)

- Projenin kalite düzeyi kriterlerini incelemek (AGC-810, 2002, Madde 3.5.9)
- Proje yönetim enformasyon sistemini ve raporlama prosedürlerini etüt etmek, toplantılara katılmak ve yükümlülüklerin uygun şekilde yerine getirilip getirilmediğini denetlemek (AGC-810, 2002, Madde 3.5.10)

Tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Proje teslim yönteminin seçiminde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.1)
- Tasarımcının geliştirdiği ön tasarım, kesin tasarım ve yapım dokümanlarını incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.2)
- Tasarım sürecindeki kalite düzeyini denetlemek (AGC-810, 2002, Madde 3.6.3)
- Çizimlerdeki ve şartnamelerdeki hatalı ve unutulmuş noktaları araştırmak, bunları tasarımcıyla etüt etmek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.4)
- Tasarımcıyla birlikte inşa edilebilirlik, malzemelerin bulunabilirliği ve değer mühendisliği konularında alınan tavsiyeleri incelemek ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.5)
- Ön tasarım, kesin tasarım ve yapım dokümanlarının tamamlanmasından sonra güncellenmiş bütçe ve iş programı hazırlamak ve/veya başkaları tarafından hazırlananları incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.7)
- Projede yapılan değişikliklerle ilgili bütçeleri hazırlamak ve/veya başkaları tarafından hazırlananları incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.8)

Yapımcı seçimi aşaması yükümlülükleri:

- Teklif alma stratejisi, ön seçim kriterleri ve kesin seçim sürecinin belirlenmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.10)

- Yapımcıdan olası alt yüklenicilerin ve malzeme satıcılarının listesini almak, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.11)
- Tasarımcıyla ve diğer kişilerle yapımcılardan teklif almak için ortak çalışma yapmak, teklif alma ve/veya işi verme öncesindeki toplantılara katılmak, teklifleri ve önerilen alt yüklenicileri incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.12)
- Mal sahibinin en düşük teklifi ya da müzakere edilen teklifi kabul etmemeye karar vermesi durumunda, sözleşme dokümanlarında gereken değişiklikleri yapmak için tasarımcıyla ve diğer kişilerle birlikte çalışmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.14)
- Mal sahibi – yapımcı sözleşmesinin hazırlanmasına yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.6.17)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- İş programını incelemek ve takip etmek (AGC-810, 2002, Madde 3.7.6)
- Yapımcıların uygulamayla ilgili önerilerini teslim almak, tasarımcıyla birlikte incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.4)
- Tasarımcının iş yeri ziyaretlerine eşlik etmek, tasarımcının iş yeri ziyareti raporlarını incelemek ve gerekirse mal sahibine bu raporlara verilecek cevaplar konusunda tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.5)
- İşteki hatalarla ilgili tüm uyarıları almak ve incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.8-3.7.11)
- Yapımcının süre uzatımı ve ek hakediş başvurularını almak ve incelemek, bu konular üzerinde tasarımcıyla birlikte çalışmak ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.12-3.7.13)
- Yapımcının güvenlik ve tehlikeli maddelerle ilgili raporlarını incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.14-3.7.17)

- Yapımcının geçici hakediş başvurularını almak ve incelemek, miktarları, tutarları, düzeltmeleri ve varsa yapılacak kesintileri içeren tavsiyelerle birlikte mal sahibine iletmek (AGC-810, 2002, Madde 3.7.18-3.7.20)

Yapım sonrası/ teslim aşaması yükümlülükleri:

- İşin geçici kabule hazır olup olmadığını belirleyecek incelemelerde yer almak ve kesin kabul için tamamlanması ya da düzeltilmesi gereken iş kalemlerinin saptanmasına yardımcı olmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.21)
- Yapımcının geçici kabul başvurusunu teslim almak ve incelemek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-810, 2002, Madde 3.7.22)
- Yapımcıdan kesin kabulün ve son ödemenin yapılması için gereken bütün dokümanları almak, incelemek ve mal sahibinin onayına hazır hale getirerek mal sahibine iletmek (AGC-810, 2002, Madde 3.8.1)

2.7.3.4 Ana Tasarımcı Yükümlülükleri

Ana tasarımcı, mal sahibiyle sözleşme yaparak sözleşmeye konu olan inşaat objesinin mimari, statik, elektrik, mekanik gibi bütün alt sistemlerinin tasarımını ve yapıma rehberlik edecek olan çizimler, teknik şartnameler gibi yapım dokümanlarını hazırlayan ve/veya temin eden birimdir. Ana tasarımcının yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Tasarım öncesi aşama yükümlülükleri:

- Mal sahibi ihtiyaç programını, süre ve maliyet ile ilgili taleplerini etüt etmek, mal sahibine tavsiyelerde bulunmak ve mal sahibinin ihtiyaç programını rafine etmesine yardımcı olmak (AGC-240, 2000, Madde 3.1.1)
- Mal sahibinin maliyet tahmini hazırlamak için üçüncü şahısları görevlendirdiği durumlar hariç, birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi tekniklerle projenin kaba maliyet tahminini hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak. Mal sahibinin öngördüğü bütçenin aşılması durumunda, mal sahibine maliyet sınırları içinde kalınmasını sağlamaya yönelik tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.1)

- Mal sahibinin iş programı hazırlamak için üçüncü şahısları görevlendirdiği durumlar hariç, mal sahibinin vermesi gereken kararlar, tasarım aşamaları, tasarım dokümantasyonu ve yapım işlerinin başlangıç ve geçici kabul tarihini içeren bir iş programı hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak. Mal sahibinin öngördüğü süreden sapmalar olması durumunda, mal sahibine süre sınırları içinde kalınmasını sağlamaya yönelik tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.2)
- Mal sahibinin resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasına yardımcı olmak (AGC-240, 2000, 3.1.5)
- Görevlendireceği alt tasarımcılar için mal sahibinin yazılı onayını almak (AGC-240, 2000, Madde 3.5)

Tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Mal sahibinin onayladığı ihtiyaç programı, iş programı ve maliyet tahminine dayanarak ön tasarımı gerçekleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.3)
- Mal sahibinin onayladığı ön tasarıma dayanarak kesin tasarımı gerçekleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.4)
- Mal sahibinin onayladığı kesin tasarıma dayanarak yapım dokümanlarını hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.5)
- Mal sahibinin iş programı ve/veya maliyet tahmini hazırlamak için üçüncü şahısları görevlendirdiği durumlar hariç, her aşamada iş programını ve maliyet tahminini güncelleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.21-3.2.2)
- Gerek kendisi, gerekse mal sahibi tarafından görevlendirilen bütün tasarımcıların çalışmalarını koordine etmek (AGC-240, 2000, Madde 3.2.6)

Yapımcı seçimi aşaması yükümlülükleri:

- Yapımcı adaylarının verecekleri tekliflere esas oluşturan dokümanların kopyalarını hazırlamak, teklif alma öncesinde ve/veya işin verilmesinden sonra

gerekli toplantılara katılmak, yapımcılar tarafından önerilen alt yüklenicilerin değerlendirilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC- 240, 2000, Madde 3.2.7)

- Alınan tekliflerdeki fiyatın mal sahibinin onayladığı maliyeti aşması durumunda, mal sahibinin talebi üzerine, tasarımı bedelsiz olarak maliyeti azaltacak şekilde yeniden geliştirmek (AGC-240, 2000, Madde 3.2.7.1)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Yapımcı tarafından verilen iş programının uygunluğunu incelemek ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8)
- Yapımcının verdiği uygulama detayları, ürün verileri, numuneler gibi enformasyonu incelemek, uygun gördüklerini onaylamak ve/veya mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.1)
- Yapım aşamasında iş yerini ziyaret etmek, işin kalite ve iş programı yönünden sözleşme dokümanlarına uygun olarak yapılıp yapılmadığını denetlemek, mal sahibine ilerleme raporları vermek. İş yeri ziyaretleri sırasında saptanan hataları ya da eksiklikleri yazılı olarak mal sahibine bildirmek (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.3)
- İlave edilmesi, çıkartılması ya da değiştirilmesi istenen iş kalemlerinin çizim ve şartnamelerini hazırlamak, bu değişiklikleri süre ve sözleşme tutarı açısından etüt etmek ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.2)
- Yapımcının işyeri güvenliği önlemlerinde gördüğü eksiklikleri yazılı olarak mal sahibine bildirmek (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.4)
- Yapımcının hakediş başvurularının değerlendirilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.5)

Yapım sonrası/ teslim aşaması yükümlülükleri:

- Geçici kabulden önce iş yerini ziyaret ederek eksik ya da hatalı işleri saptamak, mal sahibinin inşaat objesini kullanmaya başlayıp başlayamayacağını belirlemesine yardımcı olmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.7)

- Geçici kabul eksiklerinin giderilip giderilmediğini denetleyerek mal sahibine kesin kabul konusunda yardımcı olmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.8)

2.7.3.5 Alt Tasarımcı Yükümlülükleri

Alt tasarımcı, ana tasarımcının mal sahibi ile yaptığı sözleşmeye konu olan inşaat objesinin kendi uzmanlık alanı dışında kalan alt sistemlerinin tasarımını ve yapım dokümanlarını hazırlamak üzere görevlendirdiği birimdir. Ana tasarımcı – alt tasarımcı sözleşmesinde ana tasarımcının birincil yükümlülüğü hizmetleri karşılığında alt tasarımcıya ödeme yapmaktır. Alt tasarımcı yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Tasarım öncesi aşama yükümlülükleri:

- Mal sahibinin maliyet tahmini hazırlamak için üçüncü şahısları görevlendirdiği durumlar hariç, birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi tekniklerle projenin o bölümü için kaba maliyet tahminini hazırlamak ve ana tasarımcının onayına sunmak. Bu maliyetlerin mal sahibinin öngördüğü bütçenin aşılmasına neden olması durumunda, ana tasarımcıya işin o bölümüyle ilgili tavsiyelerde bulunmak (AIA-C141, 1997, Madde 3.2.1)

Tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Mal sahibi tarafından onaylanmış ve ana tasarımcı tarafından teyit edilmiş ihtiyaç programı, iş programı ve maliyet tahminine dayanarak işin o bölümünün ön tasarımını gerçekleştirmek ve ana tasarımcının onayına sunmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.1)
- Mal sahibi tarafından onaylanmış ve ana tasarımcı tarafından teyit edilmiş ön tasarıma dayanarak işin o bölümünün kesin tasarımını gerçekleştirmek ve ana tasarımcının onayına sunmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.2)
- Mal sahibi tarafından onaylanmış ve ana tasarımcı tarafından teyit edilmiş kesin tasarıma dayanarak işin o bölümünün yapım dokümanlarını hazırlamak ve ana tasarımcının onayına sunmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.3)

- Mal sahibinin maliyet tahmini hazırlamak için üçüncü şahısları görevlendirdiği durumlar hariç her aşamada işin o bölümünün maliyet tahminini güncelleştirmek ve ana tasarımcının onayına sunmak (AIA-C141, 1997, Madde 3.2.1)
- Mal sahibinin resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasında ana tasarımcıya yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.3.2)

Yapımcı seçimi aşaması yükümlülükleri:

- Yapımcı adaylarından teklif alma, bu teklifleri değerlendirme ve sözleşmelerin hazırlanmasında mal sahibi ve ana tasarımcıya yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.4)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Yapımcının işin bu bölümüyle ilgili olarak verdiği uygulama detayları, ürün verileri, numuneler gibi enformasyonu incelemek, uygun gördüklerini onaylamak ve/veya ana tasarımcıya tavsiyelerde bulunmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.11)
- İşin bu bölümüyle ilgili olarak ilave edilmesi, çıkartılması ya da değiştirilmesi istenen iş kalemlerinin mal sahibinin onayına sunulmasında ana tasarımcıya yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.13)
- Yapım aşamasında iş yerini ziyaret etmek, işin o bölümünün kalite ve iş programı yönünden sözleşme dokümanlarına uygun olarak yapılıp yapılmadığını denetlemek, ana tasarımcıya ilerleme raporları vermek. İş yeri ziyaretleri sırasında işin bu bölümüyle ilgili olarak saptanan hataları ya da eksiklikleri yazılı olarak ana tasarımcıya bildirmek (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.3-4.5.4)
- Yapımcının hakediş başvurularının değerlendirilmesinde işin o bölümüyle ilgili olarak ana tasarımcıya yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.6)

Yapım sonrası/teslim aşaması yükümlülükleri:

- Geçici kabulden önce iş yerini ziyaret ederek işin o bölümüyle ilgili denetimleri yapmak, varsa eksik ya da hatalı işleri saptamak, inşaat objesinin kullanıma hazır olup olmadığının belirlenmesinde ana tasarımcıya yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.14)

- İşin o bölümüyle ilgili geçici kabul eksiklerinin giderilip giderilmediğini denetleyerek ana tasarımcıya kesin kabul konusunda yardımcı olmak (AIA-C141, 1997, Madde 4.5.14)

2.7.3.6 Ana Yapımcı Yükümlülükleri

Ana yapımcı, mal sahibiyle yaptığı sözleşmenin dokümanlarında betimlenen inşaat objesini fiziksel bir varlığa dönüştürmek için gereken malzeme, işçilik, ekipman vb. kaynakları temin ederek yapım işlerini organize ve koordine eden birimdir. Ana yapımcının sözleşme yükümlülükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İşin her bölümüne başlamadan önce gerek mal sahibi tarafından verilen işin yapılacağı yerle ilgili enformasyonu ve gerekse işin o bölümüyle ilgili çizimleri ve diğer sözleşme dokümanlarını incelemek ve karşılaştırmak, işin o bölümüyle ilgili mevcut koşulların saha ölçümlerini yapmak ve işi etkileyecek koşulları araştırmak. Bu araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılan hatalar, uyumsuzluklar ve unutulmuş konuları derhal mal sahibine rapor etmek. Bu taahhüdü yerine getirilmemesi durumunda, bu koşulların ortaya çıkmasından doğan maliyeti mal sahibine ödemek (AGC-200, 2000, Madde 3.3; AGC-230, 2000, Madde 3.3; AGC-250, 2000, Madde 3.4)
- Mal sahibinin talep ettiği teminat bonolarını yine mal sahibi tarafından kabul edilen kurumlardan temin etmek ve mal sahibine vermek (AGC-200, 2000, Madde 10.7; AGC-250, 2000, Madde 11.7)
- Sözleşmenin imzalanmasından sonra alt yüklenicilerin ve malzeme satıcılarının listesini mal sahibinin onayına sunmak, mal sahibinin itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermek (AGC-200, 2000, Madde 5.2; AGC-230, 2000, Madde 3.2.8; AGC-250, 2000, Madde 3.2.8)
- Mal sahibinin isteği üzerine, alt yüklenicilerden ve malzeme satıcılarından sözleşme dokümanlarında istenen garanti belgelerini temin etmek ve mal sahibine vermek (AGC-200, 2000, Madde 3.8; AGC-230, 2000, Madde 3.6; AGC-250, 2000, Madde 3.6)

- Sözleşmenin imzalanmasından sonra ve ilk geçici hakediş başvurusundan önce işin çeşitli bölümlerinin başlama ve bitiş tarihlerini, mal sahibinin enformasyon sağlaması ve onaylaması gereken tarihleri içeren iş programını mal sahibinin onayına sunmak, mal sahibinin itiraz ettiği sıralamayı değiştirmek, onaylı iş programını her ay güncelleştirmek (AGC-200, 2000, Madde 6.2; AGC-250, 2000, Madde 6.2)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek güvenlik önlemlerini almak (AGC-200, 2000, Madde 3.11; AGC-230, 2000, Madde 3.7; AGC-250, 2000, Madde 3.9)
- Uygulama detayları, numuneler ve ürün verilerini mal sahibinin onayına sunmak (AGC-200, 2000, Madde 3.14,1; AGC-230, 2000, Madde 3.3.6.1; AGC-250, 2000, Madde 3.4.7.1)
- Geçici kabulden önce ve geçici kabulden sonraki bir yıl içinde mal sahibinin saptadığı ve yapımçıya yazılı olarak bildirdiği hata ve arızaları mal sahibinden ek bir ücret talep etmeden düzeltmek. Bu taahhüdün yerine getirilmemesi ve gerekli düzeltmelerin mal sahibi tarafından yaptırılması durumunda, harcanan tutarı mal sahibine ödemek (AGC-200, 2000, Madde 3.9; AGC-230, 2000, Madde 3.6; AGC-250, 2000, Madde 3.7)

2.7.3.7 Alt Yüklenici Yükümlülükleri

Alt yüklenici, projenin ana yapımçıyla yaptığı sözleşmede tanımlanan bölümünün yapımı için gereken malzeme, işçilik, ekipman vb. girdileri temin eden ve işin sözleşmeye konu olan bölümünü gerçekleştiren birimdir. Ana yapımıcının kendi personelini kullanarak yapacağı işler için gerekli malzemeyi yapımçıya satan ve kazı, nakliye, dolgu gibi işler için gerekli ekipmanı yapımçıya kiralayan birimler bu kapsama girerler.

Ana yapımçı – alt yüklenici sözleşmesinde ana yapımıcının birincil yükümlülüğü hizmetleri karşılığında alt yükleniciye ödeme yapmaktır. Ana yapımçı ayrıca, sözleşmenin imzalanmasından sonra, mal sahibinin onayladığı iş programını ve işin bu bölümüyle ilgili tüm enformasyonu alt yükleniciye vermek zorundadır (AIA-

A401, 1997, Madde 3.1.1). Bundan başka ana yapımcı, iş yerinde alt yüklenicinin iş için gereken malzeme ve ekipmanını depolayabileceği bir yer göstermek ve bunların güvenliğini sağlamakla yükümlüdür (AIA-A401, 1997, Madde 3.1.2). Alt yüklenicinin yükümlülükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Ana yapımcının talep etmesi durumunda, ana yapımcı tarafından kabul edilen kurumlardan teminat bonoları temin etmek ve ana yapımcıya vermek (AIA-A401, 1997, Madde 13.5)
- İşin bu bölümünde kullanılan malzeme ve işçiliğin kusursuz ve sözleşme dokümanlarına uygun olduğunu belirten garanti belgelerini ana yapımcıya vermek (AIA-A401, 1997, Madde 4.5.1)
- Sözleşmenin imzalanmasından sonra işin sözleşmeye konu olan bölümüyle ilgili iş programını ana yapımcının onayına sunmak, yapımcının itiraz ettiği sıralamayı değiştirmek ve onaylı iş programını düzenli aralıklarla güncelleştirmek (AIA-A401, 1997, Madde 4.1)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek güvenlik önlemlerini almak (AIA-A401, 1997, Madde 4.3)
- Uygulama detayları, numuneler ve ürün verilerini ana yapımcının onayına sunmak (AIA-A401, 1997, Madde 4.2.2)
- Geçici kabulden önce ve sonra ana yapımcının alt yükleniciye bildirdiği hata ve arızaları yapımcıdan ek bir ücret talep etmeden düzeltmek. Bu taahhüdün yerine getirilmemesi ve gerekli düzeltmelerin yapımcı tarafından yaptırılması durumunda, harcanan tutarı ana yapımcıya ödemek (AIA-A401, 1997, Madde 11.9)
- Ana yapımcının mal sahibine işin bu bölümüyle ilgili ek hakediş başvurusunda bulunması durumunda gerekli tüm enformasyonu ana yapımcıya vermek (AIA-A401, 1997, Madde 3.2.6)

2.7.3.8 Projenin Bağımsız Mal Sahibi Temsilcisi Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Problemleri

Geleneksel teslim yöntemlerinde karşılaşılan temel problem alanı, farklı amaçları olan bağımsız ekonomik birimler olan proje katılımcıları arasındaki ters yönlü ilişkilerdir. Bu yöntemde her proje katılımcısı üstlendiği görevi risklerini en aza indirecek ve kazancını en çoğa çıkartacak şekilde yürütme eğiliminde olması tarafları ters yöne götürerek çıkar çatışmasına neden olmaktadır.

Bölüm 1.1.2’de Gardiner ve Simmons (1995) çalışması açıklanmış ve bu çalışmadan elde edilen bulgulara dayanarak inşaat proje sürecindeki çatışmalar tasarım öncesi, tasarım, yapım ve teslim aşamalarında çıkan çatışmalar olmak üzere dört ana başlık altında incelemiştir. Araştırma bulgularına göre katılımcılar arasında en sık rastlanan çatışmalar, yapımcı ile tasarımcı arasında tasarımın teknik özellikleri konusunda çıkan görüş ayrılıkları ve mal sahibiyle yapımcı arasında maliyetler konusunda çıkan anlaşmazlıklardır. Yazarlar yapımcının tasarım sürecine katılmamasının, dolayısıyla belirtilen konularda yorum yapma fırsatı bulamamasının bu çatışmalara neden olduğunu belirtmektedirler. Aynı çalışmada teslim aşamasında meydana gelen çatışmaların büyük bölümünün, kullanıcıların ya da işletmecilerin işin sonuna doğru değişiklik talep etmelerinden kaynaklandığı ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Yazarlara göre bunun nedeni, işletmecilerin ve/veya kullanıcıların tasarım sürecine katılımlarının yetersizliği, hatta bazen hiç olmamasıdır.

Bir başka çalışmada Nam ve Tatum (1992) inşaat proje sisteminde tasarımcının şöhret ve uzmanlığına göre, yapımcının ise teklif ettiği fiyat esasına göre seçildiğini belirterek, tasarımcının şöhretini koruma hedefi ile yapımcının fiyat rekabeti ve maliyetleri azaltma hedefleri arasındaki farklılığın tarafları ters yönlere götüren ve ortak çalışmayı güçleştiren bir ilişki yarattığını vurgulamaktadırlar. Aynı görüşü öne süren Gordon (1994) tasarımcı ile yapımcı arasındaki ekip çalışması eksikliğinin ve ters yönde ilişkilerin geleneksel teslim yöntemini olumsuz yönde etkilediği belirtmektedir.

Puddicombe (1997) tarafından yapılan alan araştırması sonucunda elde edilen bulgular, tasarımcı ve yapımcı arasındaki ters yönlü ilişkiyi doğrulamaktadır. Söz konusu araştırma sonucunda, tasarımcıların yapımcıyı proje ekibinin önemli bir üyesi

olarak görmedikleri, dolayısıyla yapımcılarla belli bir mesafeyi korumak istedikleri bu nedenle de bu mesafeyi sağlayan geleneksel teslim yöntemini tercih ettikleri bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen bir diğer bulgu, tasarımcıların yapımcının karlılığına aldırış etmedikleridir ve yazar bunu potansiyel bir çatışma nedeni olarak değerlendirmektedir. Aynı araştırmada tasarımcıların yapımcı ve alt yükleniciler arasında fark görmedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakımdan tasarımcıların alt yüklenicileri işi yapan taraf ve yapımcıyı ise risklerin yüklenebileceği bir araç olarak gördüklerini öne sürmek mümkündür.

Geleneksel teslim yöntemi katılımcıları arasındaki bir diğer potansiyel çatışma alanı mal sahibi temsilcisi ile yapımcılar arasındaki ilişkilere dir. Hartman (1993) tarafından Kanada’da gerçekleştirilen ve 62 projeyi kapsayan araştırmadan elde edilen bulgulara göre yapımcılar mal sahibi temsilcisinin sözleşme konularında ve yorumlarında tarafsız davranmadığına inanmaktadırlar.

Geleneksel teslim yöntemlerindeki bir diğer problem alanı, tasarıma inşa edilebilirlik sağlama konusundaki eksikliklerdir. Gordon (1994) ve Walker (1984) tasarımcıların daha fazla teknik tasarım bilgisine ihtiyaç duymalarının ve yükümlülüklerinin artmasının yapım deneyimi kazanmalarına fazla fırsat tanımadığını ve bu nedenle yapımcının yapım öncesi faaliyetlere katılmadığı projelerde, inşa edilebilirlik, değer mühendisliği gibi konularda sorunlar doğduğunu ve sonuç olarak tasarımcıların mal sahibi çıkarlarını koruma olasılığının azaldığını belirtmektedirler.

Yukarıdaki değerlendirmelere göre geleneksel teslim yöntemlerinin problemleri;

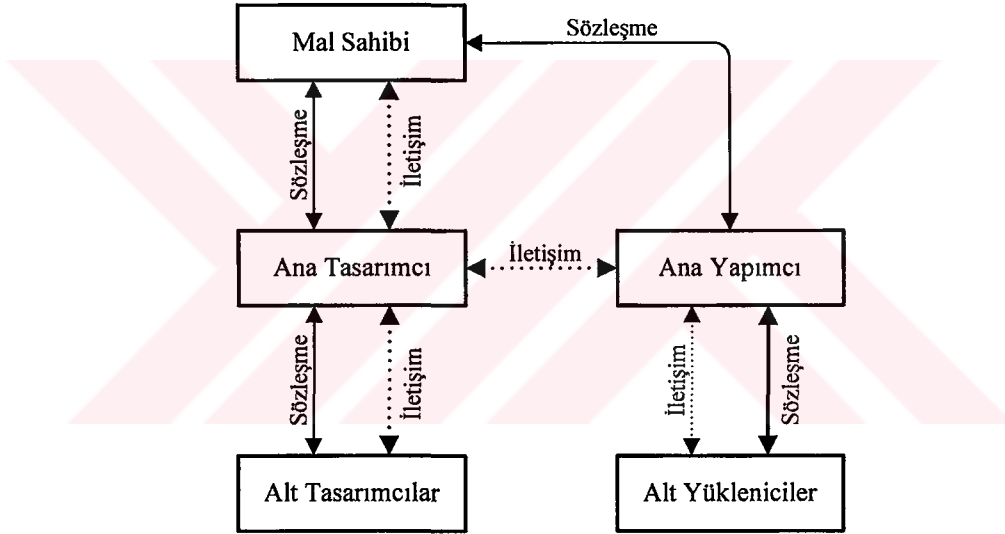
- Farklı amaçları olan bağımsız ekonomik birimler olan proje katılımcılarının ortak amaçları olan bir ekip olarak çalışmasının güçlüğü,
- Proje katılımcıları arasındaki çıkar çatışmaları ve anlaşmazlıklar,
- Kullanıcıların ve işletmecinin tasarım sürecine katılmamalarından kaynaklanan değişiklik istekleri ve bu değişikliklerin yol açtığı süre ve maliyet artışları
- Yapımcının tasarım sürecine katılmamasından doğan inşa edilebilirlik problemleri,

olarak özetlenebilir.

2.7.4 Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Projenin ana tasarımcı tarafından yönetildiği geleneksel teslim yöntemi, mal sahibinin tasarımcı ve yapımcıyla ayrı sözleşmeler yaptığı geleneksel teslim yöntemidir. Ancak bu yöntemde ana tasarımcının mal sahibi temsilcisi rolünü de üstlenmesi, projenin organizasyon yapısını, uygulanan prosedürleri ve tasarımcıların görevlerini farklılaştırmaktadır.

Bu yöntemde mal sahibiyle yapımcı arasındaki iletişim ve alt tasarımcılarla diğer katılımcılar arasındaki iletişim ana tasarımcı kanalıyla, alt yüklenicilerle diğer katılımcılar arasındaki iletişim ise ana yapımcı kanalıyla kurulur. Bu yöntemin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.4.1 Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC ana tasarımcı tarafından yönetilen proje teslim yöntemine yönelik dokümanlar geliştirmemiştir. AIA tarafından bu yöntem için geliştirilen dokümanlar ise;

- AIA-B141 (1997) mal sahibi – ana tasarımcı anlaşma metni
- AIA-C141 (1997) ana tasarımcı – alt tasarımcı anlaşma metni

- AIA-A101 (1997) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni (götürü bedel)
- AIA-A111 (1997) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni (maksimum fiyat garantili maliyet+kar)
- AIA-A114 (2001) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni (maksimum fiyat garantili olmayan maliyet+kar)
- AIA-A201 (1997) yapım işleri genel şartnamesi
- AIA-A401 (1997) yapımcı – alt yüklenici anlaşma metni

dokümanlarıdır.

Bu bölümde ana tasarımcının yükümlülükleri AIA-B141 (1997) standart mal sahibi – tasarımcı anlaşma metni çerçevesinde incelenecektir. Mal sahibi yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.2’de, alt tasarımcı yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.5’te, ana yapımcı yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.6’da ve alt yüklenici yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.7’de incelenmiş olduğundan bu bölümde tekrar ele alınmayacaktır.

2.7.4.2 Ana Tasarımcı Yükümlülükleri

Ana tasarımcı tarafından yönetilen geleneksel teslim yönteminde ana tasarımcı tasarım işlerine ek olarak yapım sürecinin yönetilmesiyle ilgili çeşitli görevleri yerine getirmek durumundadır. Ana tasarımcının bu yöntemdeki yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Tasarım öncesi aşama yükümlülükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programını, süre ve maliyet ile ilgili taleplerini inceleyerek bu konularda mal sahibine tavsiyelerde bulunmak ve mal sahibinin ihtiyaç programını rafine etmesine yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.3.1)
- Mal sahibinin vermesi gereken kararlar, tasarım işleri, yapım dokümanlarının tamamlanması, yapım işlerinin başlangıç ve geçici kabul tarihini içeren bir iş programı hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.1.2)

- Birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi tekniklerle projenin kaba maliyet tahminini hazırlamak ve bu maliyetlerin mal sahibinin öngördüğü bütçeyi aşması durumunda, projenin büyüklüğü, kalitesi ya da bütçesi açısından mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.1.7.1)
- İşin yapılacağı yeri zemin koşulları, mal sahibi ihtiyaç programı, süre ve maliyet istekleri bakımından incelemek ve mevcut koşulların proje üzerindeki etkilerini mal sahibine bildirmek (AIA-B141, 1997, Madde 2.3.2)
- Mal sahibinin yapımcı seçme yöntemi ve sözleşme tipiyle ilgili tercihlerini incelemek ve bu tür yöntemlerin proje üzerindeki olası etkilerini mal sahibine rapor etmek (AIA-B141, 1997, Madde 2.3.3)
- Mal sahibinin resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasına yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.1.6)

Tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Mal sahibinin onayladığı ihtiyaç programı, iş programı ve maliyet tahminine dayanarak ön tasarımı gerçekleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.4.2)
- Mal sahibinin onayladığı ön tasarıma dayanarak kesin tasarımı gerçekleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.4.3)
- Mal sahibinin onayladığı kesin tasarıma dayanarak yapım dokümanlarını hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.4.4)
- Tasarımın her aşamasında iş programını ve maliyet tahminini güncelleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.1.7.1)
- Maliyet tahminlerinin mal sahibinin daha önce onayladığı bütçeyi aşması durumunda projenin büyüklüğü, kalitesi ya da bütçesi açısından mal sahibine tavsiyelerde bulunmak. Mal sahibi istediği takdirde, tasarımı ek bir ücret talep etmeden maliyet tahminlerinin azalmasını sağlayacak şekilde revize etmek (AIA-B141, 1997, Madde 2.1.7.1)

Yapımcı seçimi aşaması yükümlölükleri:

- Yapım işleri genel şartnamesi, özel şartname, yapımcı ile mal sahibi arasında yapılacak sözleşmenin biçimi, teklif vermeye davet formu, ihalenin yeri ve zamanı gibi teklif alma ve yapım işleriyle ilgili diğer dokümanların hazırlanmasında mal sahibine yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.4.4.2)
- Teklif istenecek yapımcıların saptanması, alınan tekliflerin değeriendirilmesi ve işin verileceğı yapımcının seçilmesi konularında mal sahibine yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.5.1-2.5.5)
- Teklif alma öncesinde ve/veya işin verilmesinden sonra gerekli toplantılara katılmak, yapımcıların önerdiği alt yüklenicileri değeriendirmek suretiyle mal sahibine yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.5.4-2.4.5)

Yapım aşaması yükümlölükleri:

- Yapım aşamasında işin kalite ve iş programı yönünden sözleşme dokümanlarına uygun olarak yapılip yapılmadığını denetlemek, mal sahibine ilerleme raporları vermek. Saptanan hataları ya da eksiklikleri yazılı olarak mal sahibine bildirmek (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.2.1-2.6.2.2)
- Yapımcının geçici hakediş başvurularını incelemek, uygunluklarını onaylamak ya da varsa eksiklikleri saptamak, bunlara uygun ödeme emirlerini hazırlayarak mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.3.1)
- Yapımcının verdiği uygulama detayları, ürün verileri, numuneler gibi enformasyonu incelemek, uygun gördüklerini onaylamak ve/veya mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8; AIA-B141, 1997, Madde 2.6.4)
- Yapımcının süre uzatımı ve ek hakediş başvurularını almak, değeriendirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.5)
- İlave edilmesi, çıkartılması ya da değeriştirilmesi istenen iş kalemlerinin çizim ve şartnamelerini hazırlamak, bu değerişiklikleri süre ve sözleşme tutarı açısından etüt

etmek ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.2; AIA-B141, 1997, Madde 2.6.5)

Yapım sonrası/teslim aşaması yükümlülükleri:

- Geçici kabulden öncesinde eksik ya da hatalı işleri saptamak, mal sahibinin inşaat objesini kullanmaya başlayıp başlayamayacağını belirlemesine yardımcı olmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.6)
- Geçici kabulden sonra mal sahibini kalan proje eksiklikleri ve yapımcıya ödenecek bakiye tutar hakkında bilgilendirmek (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.6.3)
- Geçici kabul eksiklerinin giderilip giderilmediğini denetleyerek mal sahibine kesin kabul konusunda yardımcı olmak (AGC-240, 2000, Madde 3.2.8.8; AIA-B141, 1997, Madde 2.6.6)
- Yapımcının kesin hakediş başvurusunu incelemek, işin sözleşme dokümanlarına uygun olarak tamamlanıp tamamlanmadığını değerlendirmek, gerekirse yapılacak kesintiler dahil, yapımcıya ödenecek son tutarın ödeme emrini hazırlayarak mal sahibinin onayına sunmak (AIA-B141, 1997, Madde 2.6.6.1)

2.7.4.3 Projenin Ana Tasarımcı Tarafından Yönetildiği Geleneksel Teslim Yönteminin Problemleri

Bölüm 2.7.3.8'de mal sahibi temsilcisi tarafından yönetilen geleneksel teslim sisteminin problemleri; farklı amaçları olan proje katılımcılarının bir ekip olarak çalışmasındaki güçlüklerden ve ters yönlü ilişkilerden kaynaklanan çıkar çatışmaları ve anlaşmazlıklar, kullanıcı ve işletmeci katılımının eksikliğinden kaynaklanan proje değişiklikleri ve bu değişikliklerin neden olduğu süre ve maliyet artışları ve tasarımdaki inşa edilebilirlik sorunları olarak belirtilmiştir. Projenin ana tasarımcı tarafından yönetilmesi bu problemleri ortadan kaldırmamaktadır.

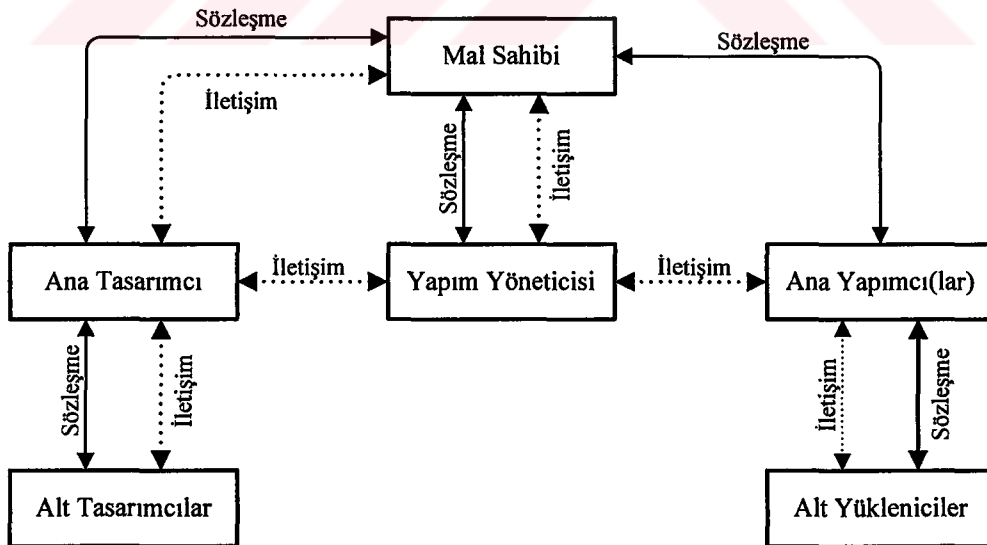
Gordon (1994) literatürdeki çeşitli çalışmalarda tasarımcıların üstlendiği finansal ve idari yetkilerin tasarım sorumluluklarıyla bağdaşmadığının öne sürüldüğünü aktarmaktadır. Walker (1984) tasarımcının ikili bir rol oynamasının karar noktalarında yeterince tarafsız olmaması riskini doğuracağını, ayrıca bu pozisyondaki bir kişinin birbiriyle uyumlu olmayan beceriler gerektiren işler

üstlenmenin getireceği baskılara maruz kalacağını, dolayısıyla projenin doğru biçimde yönetilmesinin güçleşeceğini belirtmektedir. Bu bakımdan, projenin tasarımcı tarafından yönetilmesinin projedeki ters yönlü ilişkileri ve anlaşmazlık potansiyelini daha da olumsuz yönde etkilediğini öne sürmek mümkündür.

2.7.5 Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Yapım yönetimi/danışmanlık, mal sahibinin ana tasarımcı, yapım yöneticisi ve bir veya daha fazla sayıda yapımcıyla sözleşme yaptığı proje teslim yöntemidir. Bu yöntemin geleneksel teslim yöntemlerinden farklı olan özelliği tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini, değer analizi gibi konularda girdi sağlanmasıdır.

Yapım yöneticisi/danışman yönteminde mal sahibi, yapım yöneticisi ve tasarımcı birlikte iletişim kurarak işle ilgili konulardaki enformasyonu paylaşırlar. Buna karşılık yapımcıyla mal sahibi ve tasarımcı arasındaki iletişim yapım yöneticisi kanalıyla, alt tasarımcılarla diğer katılımcılar arasındaki iletişim ana tasarımcı kanalıyla, alt yüklenicilerle diğer katılımcılar arasındaki iletişim ise ana yapımcı kanalıyla kurulur. Bu yöntemin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.5.1 Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC tarafından yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi için geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AGC-510 (1997) mal sahibi – yapım yöneticisi anlaşma metni
- AGC-530 (2000) mal sahibi – tasarımcı anlaşma metni.
- AGC-520 (1997) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni

AIA tarafından yapım yönetimi/danışmanlık yöntemine yönelik olarak geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AIA-B801/CMa (1992) mal sahibi – yapım yöneticisi/danışman anlaşma metni
- AIA-B141/CMa (1992) mal sahibi – ana tasarımcı anlaşma metni
- AIA-A101/CMa (1992) mal sahibi – yapımcı anlaşma metni (götürü bedel)
- AIA-A201/CMa (1992) yapım işleri genel şartnamesi

dokümanlarıdır.

Yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi için özel olarak geliştirilmiş ana tasarımcı – alt tasarımcı ve ana yapımcı – alt yüklenici sözleşmeleri bulunmamaktadır. Bunun nedeni bu yöntemde alt tasarımcı yükümlülüklerinin Bölüm 2.7.3.5’te, alt yüklenici yükümlülüklerinin ise Bölüm 2.7.3.7’de açıklanan yükümlülüklerle aynı olmasıdır. Bu yükümlülükler sözü edilen bölümlerde incelenmiş olduğundan bu bölümde tekrar ele alınmayacaktır. Benzer şekilde, mal sahibinin yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.2’de açıklanmıştır ve bu bölümde tekrar incelenmeyecektir.

2.7.5.2 Yapım Yöneticisi Yükümlülükleri

Yapım yöneticisi/danışmanlık yönteminde yapım yöneticisi tasarım aşamasına inşa edilebilirlik, maliyet tahmini gibi konularda enformasyon girdisi sağlayan ve tasarım tamamlandıktan sonra tasarımcıyla birlikte yapım sürecinin mal sahibi adına yöneten birimdir. Yapım yöneticisinin yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Yapım öncesi aşama yükümlölükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programının ön değerlendirmesini yapmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.1; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.2)
- Mal sahibi ve tasarımcıyla toplantılara katılmak; arsa kullanımı ve ıslahı, malzeme, yapım sistemi ve ekipmanların seçimi, yapım fizibilitesi, işgücü ve malzeme sıkıntılarının aşılmasında benimsenecek yöntemler, tedarik, montaj ve yapımla ilgili süre gereksinimleri ve maliyetlerle ilgili faktörler gibi konularda mal sahibi ve tasarımcıya tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.2; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.4)
- Proje ihtiyaçları belirlendiğinde, mal sahibinin, tasarımcının ve yapımcının çalışmalarını kapsayan ve entegre eden bir ön iş programı hazırlamak ve tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Tasarım ilerledikçe, iş programını daha detaylı hale getirmek ve güncelleştirmek. Bu güncelleştirmeler sonucunda ön iş programında öngörülen tarihlerin gerçekleşemeyeceğinin fark edilmesi durumunda, mal sahibine gereken tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.3; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.5)
- Mal sahibinin ihtiyaç programının ve temel tasarım kriterlerinin belirlenmesinden sonra birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi tekniklerle projenin kaba maliyet tahminini hazırlayarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Tasarım ilerledikçe, her aşamada maliyet tahminini daha ayrıntılı verilerle güncelleştirerek tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Maliyet tahminlerinin mal sahibinin daha önceki aşamalarda onayladığı maliyet tahminlerini aşması durumunda mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.4; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.6)
- Çizimleri ve şartnameleri potansiyel inşa edilebilirlik sorunları açısından incelemek ve bu incelemenin sonuçlarını tasarımcı ve mal sahibine rapor etmek. Bundan başka, çizimlerde ve şartnamelerde bulduğu hata ve eksiklikleri tasarımcı ve mal sahibine rapor etmek (AGC-510, 1997, Madde 3.1.5; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.4)

- Yapımcıların ortaklaşa kullanacağı geçici şantiye tesisleri, ekipman, malzeme ve servislerle ilgili tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.6; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.8)
- İşin paketlere bölünmesiyle ilgili tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.8; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.10)
- Yapımcı seçme yöntemi ve yapımcı sözleşmeleriyle ilgili tavsiyelerde bulunmak. Teklif istenebilecek yapımcı adaylarının listesini hazırlayarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.9; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.17)
- Yapımcı adaylarından alınan teklifleri inceleyerek mal sahibine teslim etmek ve tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.10; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.19)
- Mal sahibinin resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasına yardımcı olmak (AGC-510, 1997, Madde 3.1.13; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.21)
- Yapımcı sözleşmelerinin hazırlanmasında ve müzakere edilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.2.1; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.2.20)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Projeyi yönetecek şantiye organizasyonu ve yetki hiyerarşisini tesis etmek. Mal sahibi, tasarımcı ve ilgili yapımcıların işle ilgili konuları görüşeceği toplantıları programlamak ve yürütmek, toplantı tutanaklarını hazırlamak ve dağıtmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.2.2; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.4)
- Yapımcı çalışmalarının yapım dokümanlarına uygunluğunu denetlemek, mal sahibini hatalardan ve eksikliklerden korumak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.5.1; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.13)
- Yapımcıların güvenlik önlemlerini incelemek ve koordine etmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.5.3; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.12)

- Yapımcıların hakediş başvurularını teslim alarak değerlendirmek, hakediş başvurularını birleştirerek bir proje ödeme başvurusu hazırlamak ve tasarımcıya iletmek, tasarımcıyla birlikte proje ödeme emrini hazırlayarak mal sahibine iletmek (AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.11)
- Tasarımcının ek ödeme ve süre uzatımı başvurularını değerlendirmesine yardımcı olmak (AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.18)
- Yapımcıların verdiği iş programlarından yararlanarak projenin iş programını revize etmek, yapımcıların çalışmalarını bu iş programına göre takip etmek ve gerekirse düzeltici önlemlerin alınması için mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.3; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.5)
- Mal sahibine ve tasarımcıya işin ilerleyişiyle ilgili aylık raporlar vermek. Hava durumu, çalışan yapımcılar, işçi sayısı, biten işler, karşılaşılan sorunlar gibi verileri içeren günlük raporları düzenlemek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.2.3; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.21)
- Yapımcı sözleşmeleri, yapım dokümanları, hakedişler, numuneler, satın alma belgeleri, malzeme ve ekipman kullanma kılavuzları gibi işle ilgili bütün dokümanların birer kopyasını şantiyede bulundurmak ve iş bitiminde mal sahibine teslim etmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.2.5; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.1.22)
- Değişiklik talimatlarının hazırlanmasına ve işleme konmasına yönelik bir prosedür geliştirmek ve yürürlüğe koymak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.4.5; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.17)
- Tasarımcıyla ortak çalışma yaparak uygulama detaylarının hazırlanmasına ve onayına yönelik prosedürler geliştirmek ve yürürlüğe koymak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.6; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.120)
- Yapımcıların geçici ve kesin hakedişlerinin aylık olarak görülmesini sağlayacak bir nakit akış prosedürü geliştirmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.4.3 AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.9)

- Bitmemiş işler dahil, işin toplam maliyetini kapsayan bir maliyet kontrol sistemi geliştirmek, bu sistemi süreç içinde güncelleştirmek ve mal sahibine düzenli aralıklarla maliyet raporları vermek. Maliyet projeksiyonlarının bütçeyi aşması durumunda mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.4.1; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.8)
- İşin maliyet muhasebesi kayıtlarını tutmak ve bunları kesin kabulden itibaren üç yıl süreyle muhafaza etmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.4.2; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.10)

Yapım sonrası/teslim aşaması yükümlülükleri:

- Tasarımcı ve mal sahibinin işletme ve bakım personeliyle birlikte, sistemlerin test edilmesinde hazır bulunmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.7.2; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.24)
- Mal sahibine işin tamamının ya da bölümlerinin geçici kabul tarihleriyle ilgili tavsiyelerde bulunmak. Yapımcıyla birlikte geçici kabule hazır işlerin eksiklerini ve bu eksiklerin iş programını hazırlayarak tasarımcıya iletmek. Tasarımcının geçici kabul incelemesine yardımcı olmak (AGC-510, 1997, Madde 3.2.7.1; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.25; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 9.8)
- Kesin kabul eksiklerinin giderilmesini ve işin tamamlanmasını koordine etmek. Yapımcının kesin kabul başvurusunu alarak işin son incelemeye hazır olduğunu mal sahibi ve tasarımcıya yazılı olarak bildirmek. Tasarımcının kesin kabul incelemelerine yardımcı olmak. Tasarımcıyla birlikte kesin ödeme emrini hazırlayarak mal sahibine iletmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.7.3; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.26; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 9.10)
- Yapımcılardan garanti belgeleri, ibranameler, teminat bonoları, vb. belgeleri toplamak ve mal sahibine teslim etmek (AGC-510, 1997, Madde 3.2.7.4; AIA-B801/CMa, 1992, Madde 2.3.27)

2.7.5.3 Ana Tasarımcı Yükümlölükleri

Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde tasarımcı tasarım işlerini gerçekleştiren ve yapım yöneticisiyle birlikte yapım sürecini mal sahibi adına yöneten birimdir. Tasarımcının bu yöntemdeki yükümlölükleri aşağıdaki gibidir.

Tasarım öncesi aşama yükümlölükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programını, süre ve maliyet ile ilgili taleplerini etüt ederek bu konularda mal sahibine tavsiyelerde bulunmak ve mal sahibinin ihtiyaç programını rafine etmesine yardımcı olmak (AGC-530, 2000, Madde 3.1.1; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.2.1)
- Mal sahibi ve yapım yöneticisiyle birlikte, yapım sistemleri, malzeme ve ekipmanlar, zemin ıslahı, alternatif tasarım ve yapım yöntemlerini etüt etmek (AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.2.2-2.2.3)
- Yapım yöneticisinin iş programını hazırlamasına yardımcı olmak için, kendi hizmetlerini ve aktivitelerini içeren bir iş programı hazırlayarak yapım yöneticisinin görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.2)
- Resmi makamlarla ilgili belgeleri hazırlamasında mal sahibi ve yapım yöneticisine yardımcı olmak (AGC-530, 2000, 3.1.5; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.4.5)

Tasarım aşaması yükümlölükleri:

- Mal sahibinin onayladığı ihtiyaç programı, iş programı ve maliyet tahminine dayanarak ön tasarımı geliştirmek. yapım yöneticisinin görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.3; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.2)
- Mal sahibinin onayladığı ön tasarıma dayanarak kesin tasarımı geliştirmek, yapım yöneticisinin görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.4; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.3)

- Mal sahibinin onayladığı kesin tasarıma dayanarak yapım dokümanlarını hazırlamak, yapım yöneticisinin görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.5; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.4)
- Yapım yöneticisinin teslim süresi uzun kalemlerle ilgili olarak hazırladığı iş programının değerlendirilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.7)
- Gerek kendisi, gerekse mal sahibi tarafından görevlendirilen bütün tasarım danışmanlarının çalışmalarını koordine etmek (AGC-530, 2000, Madde 3.2.6)

Yapımcı seçimi aşaması yükümlülükleri:

- Yapım yöneticisinin işin paketlere bölünmesiyle ilgili tavsiyelerinin değerlendirilmesinde mal sahibine yardımcı olmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.8)
- Yapım işleri genel şartnamesi, özel şartname, yapımcı ile mal sahibi arasında yapılacak sözleşmenin biçimi, teklif vermeye davet formu, ihalenin yeri ve zamanı gibi teklif alma ve yapım işleriyle ilgili diğer dokümanların hazırlanmasında mal sahibine yardımcı olmak, teklif alma öncesinde ve/veya işin verilmesinden sonra gerekli toplantılara katılmak (AGC- 530, 2000, Madde 3.2.8; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.5)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Yapım aşamasında iş yerini ziyaret etmek, işin kalite ve iş programı yönünden sözleşme dokümanlarına uygun olarak yapılıp yapılmadığını denetlemek, mal sahibine ilerleme raporları vermek. İş yeri ziyaretleri sırasında saptanan hataları ya da eksiklikleri yazılı olarak mal sahibine bildirmek (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.3; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.5)
- Yapımcıların verdiği uygulama detayları, ürün verileri, numuneler gibi enformasyonu incelemek, uygun gördüklerini onaylamak ve/veya yapım yöneticisine tavsiyelerde bulunmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.1; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.11)

- Yapım yöneticisi tarafından hazırlanan ve mal sahibinin onayına sunulan değişiklik talimatlarını etüt etmek ve yapım yöneticisine yardımcı olmak (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.2; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.12)
- Yapımcı hakedişlerinin değerlendirilmesinde mal sahibine ve yapım yöneticisine yardımcı olmak. Yapım yöneticisinin hazırladığı proje ödeme başvurusunu inceleyerek, yapım yöneticisiyle birlikte proje ödeme emrini hazırlamak ve mal sahibine iletmek (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.5; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.9; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 4.6.9)
- Yapımcı ek ödeme ve süre uzatımı başvurularını incelemek ve değerlendirmek (AIA-A201/CMa, 1992, Madde 4.7.2)

Yapım sonrası/teslim aşaması yükümlülükleri:

- Yapım yöneticisinin yardımıyla geçici kabul ve kesin kabul tarihlerini belirlemek. Yapım yöneticisinden alınan garanti belgelerini inceleyerek mal sahibine iletmek (AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.14)
- Yapımcı ve yapım yöneticisi tarafından hazırlanan eksik işler listesini aldıktan sonra iş yerini ziyaret ederek işin geçici kabule hazır olup olmadığını saptamak ve geçici kabul tarihini, mal sahibi ve yapımcının güvenlik, bakım, sigorta gibi konulardaki yükümlülüklerini ve yapımcının bütün eksikleri giderme tarihini içeren bir geçici kabul tutanağı hazırlayarak yapımcı ve mal sahibine vermek (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.7; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.14; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 9.8.2)
- Geçici kabul eksiklerinin giderilip giderilmediğini denetlemek ve yapım yöneticisiyle birlikte kesin hakediş ödeme emrini hazırlayarak mal sahibine iletmek (AGC-530, 2000, Madde 3.2.9.8; AIA-B141/CMa, 1992, Madde 2.6.14)

2.7.5.4 Ana Yapımcı Yükümlülükleri

Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde yapımcı, geleneksel teslim yöntemlerinde olduğu gibi, yapım işlerini gerçekleştiren birimdir. Bununla birlikte yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde tasarımcı ve yapım yöneticisinin mal sahibi adına birlikte hareket etme zorunluluğu ve buna bağlı olarak yapım sürecinin yönetiminde

uyulması gereken prosedürlerin farklılaşması nedeniyle bu yönetime uygun standart mal sahibi – yapımcı anlaşma metinleri ve genel yapım şartnameleri geliştirilmiştir. Yapımcının bu yöntemdeki yükümlülükleri aşağıdaki gibidir:

- İşe başlamadan önce gerek mal sahibi tarafından verilen işin yapılacağı yerle ilgili enformasyonu ve gerekse işin o bölümüyle ilgili çizimleri ve diğer sözleşme dokümanlarını incelemek ve karşılaştırmak, işin o bölümüyle ilgili mevcut koşulların saha ölçümlerini yapmak ve işi etkileyecek koşulları araştırmak. Bu araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılan hatalar, uyumsuzluklar ve unutulmuş konuları derhal tasarımcıya ve yapım yöneticisine rapor etmek. Bu taahhüdü yerine getirilmemesi durumunda, bu koşulların ortaya çıkmasından doğan maliyeti mal sahibine ödemek (AGC-520, 1997, Madde 10.2; AIA-A201/CMA, 1992, Madde 3.2)
- Mal sahibinin talep ettiği teminat bonolarını yine mal sahibi tarafından kabul edilen kurumlardan temin etmek ve mal sahibine vermek (AGC-520, 1997, Madde 6; AIA-A201/CMA, 1992, Madde 11.1)
- Sözleşmenin imzalanmasından sonra alt yüklenicilerin ve malzeme satıcılarının listesini mal sahibinin, tasarımcının ve yapım yöneticisinin görüş ve onayı için yapım yöneticisine sunmak, bu birimlerden herhangi birinin itiraz ettiği alt yüklenicilerin yerine yenilerini önermek (AIA-A201/CMA, 1992, Madde 5.2)
- Sözleşme dokümanlarında istenen garanti belgelerini temin etmek (AGC-520, 1997, Madde 10.11; AIA-A201/CMA, 1992, Madde 3.5)
- Sözleşmenin imzalanmasından sonra işin çeşitli bölümlerinin başlama ve bitiş tarihlerini, mal sahibinin enformasyon sağlaması ve onaylaması gereken tarihleri içeren iş programını tasarımcı ve mal sahibinin bilgisine ve yapım yöneticisinin onayına sunmak. İş programının diğer yapımcıların programlarıyla çatışmasını önlemek için yapım yöneticisiyle ortak çalışma yapmak (AGC-520, 1997, Madde 7.2; AIA-A201/CMA, 1992, Madde 3.10)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek

güvenlik önlemlerini almak (AGC-520, 1997, Madde 10.14-10.17; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 10)

- Tasarımcının görüşü ve/veya onayı için uygulama detayları, numuneler ve ürün verilerini yapım yöneticisine teslim etmek (AGC-520, 2000, Madde 10.3; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 3.12)
- Geçici kabulden önce ve geçici kabulden sonraki bir yıl içinde saptanan ve yapımcıya yazılı olarak bildirilen hata ve arızaları ek bir ücret talep etmeden düzeltmek. Bu taahhüdün yerine getirilmemesi ve gerekli düzeltmelerin mal sahibi tarafından yaptırılması durumunda, harcanan tutarı mal sahibine ödemek (AGC-520, 1997, Madde 10.12.3; AIA-A201/CMa, 1992, Madde 12.2)

2.7.5.5 Yapım Yönetimi/Danışmanlık Yönteminin Problemleri

Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde proje katılımcılarının ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmaları nedeniyle Bölüm 2.7.3.8'de geleneksel teslim yöntemleri için açıklanan ters yönlü ilişkiler, çıkar çatışmaları ve anlaşmazlık problemleri bu yöntem için de geçerlidir. Nitekim CCM (1987) yapım yönetimi yönteminde çıkar çatışması potansiyelinin her zaman bulunduğunu vurgulamaktadır.

Yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi esas itibarıyla geleneksel teslim yöntemlerinde bir eksiklik olarak görülen tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlanması amacına hizmet eden bir yöntemdir. Bundan başka, bu yöntemde mal sahibinin daha sofistike olmasının gerekmesi ve yapım yöneticisinin tasarım öncesinde rol alması, mal sahibi isteklerinin tam ve doğru olarak ifade edilmesinde geleneksel teslim yöntemlerine oranla avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte bu yöntemde kullanılan sözleşme dokümanlarının kullanıcıların ve işletmecinin isteklerinin belirlenmesine yönelik hükümler içermemesi, projede değişiklik yapılması ve buna bağlı olarak çatışma ve anlaşmazlık çıkması riskini doğurmaktadır.

Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde tasarıma inşa edilebilirlik girdisi yapım yöneticisi tarafından sağlanmakta, buna karşılık yapım işleri başka bir birim tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlara ek olarak yapım yöneticisinin mal sahibini temsil etmesi ve Bölüm 2.7.3.8'de belirtildiği gibi, yapımcıların mal sahibi

temsilcisinin tarafsız davranmadığına inanması, yapımcıyla yapım yöneticisi ve tasarımcı arasındaki anlaşmazlık potansiyelini beraberinde getirmektedir.

Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminin sağladığı öne sürülen bir diğer avantaj, hızlandırılmış yapım teknikleri vasıtasıyla, yani tasarım çalışmaları tümüyle tamamlanmadan yapıma başlanmasıyla proje süresinin kısaltılması ve dolaylı olarak maliyetlerden tasarruf sağlanmasıdır. Ancak Bölüm 2.2.4'te belirtildiği gibi, hızlandırılmış yapımın her zaman istenen faydayı sağlamadığı, tasarımdaki hatalar, unutulmuş noktalar, değişiklik yapma gerekliliği gibi nedenlerden ötürü yeniden yapım işlerine yol açabildiği ve dolayısıyla arzu edilen sonucun tam tersine süre ve maliyet artışlarına neden olabildiği çeşitli yayınlarda rapor edilmektedir (Gould ve Joyce, 2000; Love, 2002).

Yukarıdaki değerlendirmelere göre yapım yönetimi/danışmanlık yöntemindeki temel problemler;

- Farklı amaçları olan bağımsız ekonomik birimler olan proje katılımcılarının ortak amaçları olan bir ekip olarak çalışmasının güçlüğü,
- Proje katılımcıları arasındaki çıkar çatışmaları ve anlaşmazlıklar,
- Kullanıcıların ve işletmecinin tasarım sürecine katılmamalarından kaynaklanan değişiklik istekleri ve bu değişikliklerin yol açtığı süre ve maliyet artışları
- İnşa edilebilirlik girdisinin bizzat yapımı gerçekleştirecek olan birim tarafından sağlanmamasından doğan görüş ayrılıkları,
- Hızlandırılmış yapım tekniklerinin kullanılmasından doğan yeniden yapım işleri ve bunların neden oldukları süre ve maliyet artışları

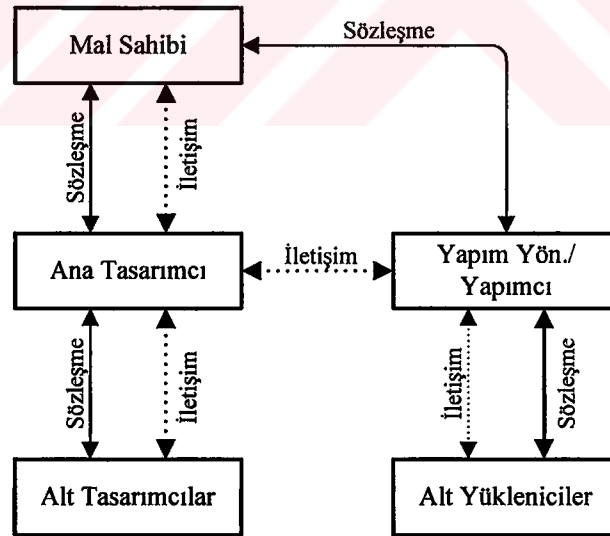
olarak özetlenebilir.

2.7.6 Yapım Yönetimi/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Yapım yönetimi/yapım, mal sahibinin tasarımcı ve yapım yöneticisiyle ayrı sözleşmeler yaptığı proje teslim yöntemidir. Bu yöntemin geleneksel teslim yöntemlerinden farklı olan özelliği, tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini, değer mühendisliği konularında girdi sağlanması, yapım yönetimi/danışmanlık

yönteminden farklı olan yönü ise, bu girdileri sağlayan yapım yöneticisinin tasarım tamamlandıktan sonra yapım işini üstlenmesi ve yapım sürecinin mal sahibi adına ana tasarımcı tarafından yönetilmesidir. Gerçekte bu yöntemde yapım yöneticisi olarak adlandırılan birim Bölüm 2.7.5'te açıklanan yapım yönetimi/danışmanlık yöntemindeki yapım yöneticisi gibi yapım sürecinin yönetmemekte, tam tersine risk alarak bizzat üstlenmektedir. Bu nedenle literatürde bu birim riskteki yapım yöneticisi (construction manager at risk) ya da yapım yöneticisi/yapımcı (construction manager/constructor) olarak adlandırılmaktadır. Bu bölümde kavram kargaşasını önlemek amacıyla tasarıma enformasyon girdisi sağladıktan sonra yapım işini üstlenen birim yapım yöneticisi/yapımcı olarak anılacaktır.

Yapım yönetimi/yapım yönteminde mal sahibi ve yapım yöneticisi/yapımcı ana tasarımcı kanalıyla iletişim kurarlar. Ana tasarımcı tarafından görevlendirilen alt tasarımcılarla diğer proje katılımcıları arasındaki iletişim ana tasarımcı kanalıyla, yapım yöneticisi/yapımcının görevlendirdiği alt yüklenicilerle diğer proje katılımcıları arasındaki iletişim ise yapım yöneticisi/yapımcı kanalıyla kurulur. Yapım yönetimi/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Yapım Yönetimi/Yapım Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.6.1 Yapım Yönetimi/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC ve AIA yapım yöntemi/yapım yöntemi için AIA-A121/CMc – AGC-565 (1991) ve AIA-A131/CMc – AGC-566 (1994) mal sahibi – yapım yöneticisi/yapımcı sözleşme dokümanlarını geliştirmişlerdir. Bu dokümanlar arasındaki temel fark sözleşme tutarının birincisi dokümanda maksimum fiyat garantisi, ikincisinde ise maksimum fiyat garantisi olmayan bir maliyet+kar esasına dayanmasıdır.

AGC ve AIA dokümanlarında yapım yönetimi/yapım yöntemi için özel olarak geliştirilmiş bir mal sahibi – tasarımcı sözleşmesi bulunmamaktadır. Bunun yerine, AIA-A121/CMc – AGC-565 (1991) ve AIA-A131/CMc – AGC-566 (1994) dokümanlarının kullanma talimatlarında bu dokümanların geleneksel teslim yöntemleri için geliştirilmiş olan AIA-A201 yapım işleri genel şartnamesi ve AIA-B141 mal sahibi – tasarımcı sözleşmesiyle birlikte kullanılmasının gerektiği belirtilmektedir. Bu bağlamda Bölüm 2.7.4.2’de incelenen mal sahibi – ana tasarımcı sözleşmesindeki ana tasarımcı yükümlülüklerinin yapım yönetimi/yapım yöntemindeki ana tasarımcı yükümlülükleri için geçerli olduğunu öne sürmek mümkündür.

Bu bölümde yapım yönetimi/yapım yönteminde yapım yöneticisi/yapımcının yükümlülükleri AIA-A121/CMc – AGC-565 (1991) ve AIA-A131/CMc – AGC-566 (1994) standart anlaşma metni çerçevesinde incelenecektir. Mal sahibi yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.2’de, mal sahibi adına projeyi yöneten ana tasarımcının yükümlülükleri Bölüm 2.7.4.2’de, alt tasarımcı yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.5’te ve alt yüklenici yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.7’de açıklanmış olduğundan bu bölümde tekrar ele alınmayacaktır.

2.7.6.2 Yapım Yöneticisi/Yapımcı Yükümlülükleri

Yapım yönetimi/yapım yönteminde yapım yöneticisi/yapımcı, tasarım sürecine girdi sağladıktan sonra yapım işlerini üstlenen birimdir. AIA ve AGC tarafından ortaklaşa geliştirilen standart sözleşme dokümanlarına göre yapım yöneticisi/yapımcının bu yöntemdeki yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Yapım öncesi aşama yükümlölükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programının ön değerdendirmesini yapmak ve bulgularını mal sahibine bildirmek (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.1; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994; Madde 2.1.1)
- Mal sahibi ve tasarımcıyla toplantılara katılmak; arsa kullanımı ve ıslahı, malzeme, yapım sistemi ve ekipmanların seçimi, yapım fizibilitesi, işgüdü ve malzeme sıkıntılarının aşılmasında benimsenecek yöntemler, tedarik, montaj ve yapımla ilgili süre gereksinimleri ve maliyetlerle ilgili faktörler gibi konularda mal sahibi ve tasarımcıya tavsiyelerde bulunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.2; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994; Madde 2.1.2)
- Proje ihtiyaçları belirlendiğinde, mal sahibinin, tasarımcının çalışmalarını ve yapım işlerini kapsayan bir ön iş programı hazırlamak ve tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Tasarım ilerledikçe, iş programını daha detaylı hale getirmek ve güncelleştirmek. Bu güncelleştirmeler sonucunda ön iş programında öngörülen tarihlerin gerçekleşemeyeceğinin fark edilmesi durumunda, mal sahibine gereken tavsiyelerde bulunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.3; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994; Madde 2.1.3)
- Projenin aşamalı yapımına uygun olması durumunda, ekonomi, süre, malzeme ve işçiliğın sağlanabilirliğı, geçici tesisler gibi konuları dikkate alarak, hızlandırılmış yapım konusunda tasarımcı ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.4; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994; Madde 2.1.4)
- Mal sahibinin ihtiyaç programının ve temel tasarım kriterlerinin belirlenmesinden sonra birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi tekniklerle projenin kaba maliyet tahminini hazırlayarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.5.1; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.5.1)
- Ön tasarım hazırlandıktan ve mal sahibi tarafından onaylandıktan sonra daha detaylı bir maliyet tahmini hazırlayarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Kesin tasarım geliştirilirken bu maliyet tahminini mal sahibi,

tasarımcı ve yapım yöneticisi/yapımcı tarafından belirlenen zaman dilimlerinde güncelleştirmek (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.5.2; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.5.2)

- Kesin tasarım hazırlandıktan ve mal sahibi tarafından onaylandıktan sonra detaylı bir maliyet tahmini hazırlayarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak. Yapım dokümanları geliştirilirken bu maliyet tahminini mal sahibi, tasarımcı ve yapım yöneticisi/yapımcı tarafından belirlenen zaman dilimlerinde güncelleştirmek (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.5.3; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.5.3)
- Maliyet tahminlerinin mal sahibinin daha önce onayladığı maliyet tahminlerini aşması durumunda tasarımcıya ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.5.4; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.5.4)
- Olası alt yüklenici adaylarının listesini hazırlayarak tasarımcının ve mal sahibinin görüşüne sunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.6; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.6)
- Teslim süresi uzun olan kalemler için bir tedarik programı hazırlayarak tasarımcı ve mal sahibine tavsiyelerde bulunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.1.7; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.1.7)
- Yapım dokümanları tamamlandıktan sonra çizimleri, şartnameleri, yapılan değişikliklerle ilgili tutanakları, yapım işleri maliyet tahminini, teslim tarihini, sözleşme dokümanlarını ve eklerini içeren bir kontrol dosyasını mal sahibinin onayına sunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.2; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.2)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Kontrol dosyasının onaylanmasından sonra detaylı bir iş programı hazırlamak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.3.2.4; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.3.2.4)

- Yapım öncesi aşamada sunduğu listede yer alan alt yüklenicilerden teklifler alarak tasarımcının görüşüne ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.3.2.1; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.3.2.1)
- Mal sahibi, tasarımcı, yapım yöneticisi/yapımcı ve ilgili alt yüklenicilerin işin durumunu görüşebileceği toplantılar düzenlemek ve katılmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.3.2.3; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.3.2.3)
- İşin ilerleyişi hakkında aylık raporlar hazırlayarak tasarımcıya ve mal sahibine sunmak. Ayrıca hava durumunu, sahada çalışan alt yüklenicileri, işçi sayısını, biten işleri, karşılaşılan problemleri içeren günlük raporlar tutmak (AIA-A121/CMc – AGC-565, 1991, Madde 2.3.2.3; AIA-A131/CMc – AGC-566, 1994, Madde 2.3.2.3)

Yapım yöneticisi/yapımcının teminatlar, iş yeri güvenliği, uygulama detayları, geçici ve kesin hak edişler, hatalı işlerin düzeltilmesi, geçici ve kesin kabul başvurusu gibi genel yükümlülükleri Bölüm 2.7.3.6’da açıklanan geleneksel teslim yöntemindeki yapımcı yükümlülükleriyle aynıdır.

2.7.6.3 Yapım Yönetimi/Yapım Yönteminin Problemleri

Yapım yönetimi/yapım yöntemindeki temel problemler, Bölüm 2.7.5.5’te açıklanan yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi problemleriyle benzerlik taşır. Bir başka deyişle, yapım yönetimi/yapım yönteminin temel problemleri, farklı amaçları olan proje katılımcıları arasındaki ters yönlü ilişkiler ve anlaşmazlıklar, kullanıcıların ve işletmecinin tasarım sürecine katılmamasının yol açtığı değişiklik isteklerinin ve hızlandırılmış yapım tekniklerinin neden olduğu yeniden yapım işlerinden kaynaklanan süre ve maliyet artışları olarak özetlenebilir.

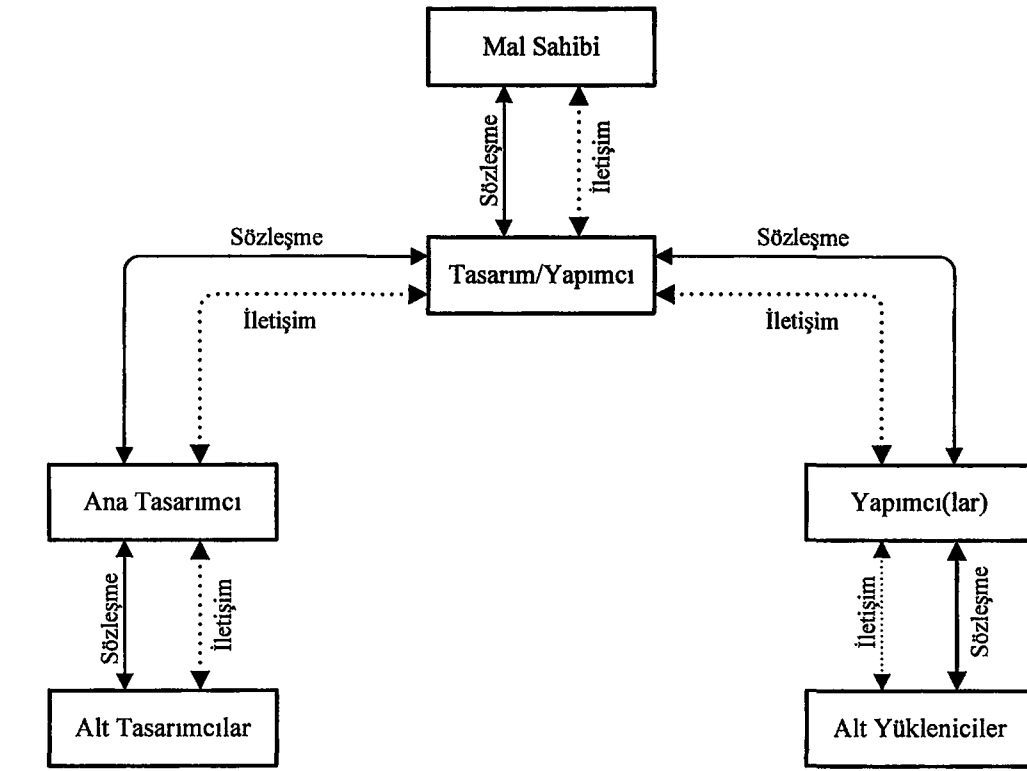
Yapım yönetimi/yapım yönteminin yapım yönetimi/danışmanlık yöntemine göre problemler bakımından getirdiği avantaj, tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlayan birimin aynı zamanda yapım işini de üstlenmesi, böylece yapım yöneticisiyle yapımcı arasındaki görüş ayrılıkları ve anlaşmazlık sorununun ortadan kalkmasıdır. Ancak bu yöntemde projenin mal sahibi adına tasarımcı tarafından yönetilmesi

Bölüm 2.7.4.3'te ana tasarımcı tarafından yönetilen geleneksel teslim yöntemleri kapsamında açıklanan sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bundan başka bu yöntemde, hem tasarımcıyla ve hem de mal sahibiyle ters yönlü ilişkisi olan yapımcının aynı zamanda bu birimlerle ortak çalışma yapmasının zorunlu olması, sözü edilen ters yönlü ilişkinin derinleşmesine yol açacak kritik bir faktördür.

2.7.7 Tasarım/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Tasarım/yapım yöntemi mal sahibinin tasarımı geliştirmek ve yapım işlerini gerçekleştirmek üzere tasarım/yapımcı olarak adlandırılan tek bir birimle sözleşme yaptığı proje teslim yöntemidir. Bu yöntemin geleneksel teslim yöntemlerinden ve yapım yönetimi yöntemlerinden farkı, mal sahibinin tek bir birimi görevlendirmesi ve yapım yönetimi yöntemlerindeki tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini ve değer analizi girdisi sağlama çalışmalarının tasarım/yapım organizasyonu çatısı altında gerçekleşmesidir.

Tasarım/yapımcı, bağımsız bir tasarımcı ve yapımcının kendi aralarında anlaşarak oluşturdukları bir ortaklık, söz konusu işleri gerçekleştirecek kadroları kendi bünyesinde bulunduran bir tüzel kişi ya da bağımsız tasarımcı ve/veya yapımcı birimleri sözleşme vasıtasıyla görevlendiren özel ya da tüzel kişi olabilir. Bu bağlamda tasarım/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısında çeşitli varyasyonlar ortaya çıkmaktadır. Buna göre tasarımcının ve yapımcının aynı organizasyonun çalışanları olmaları durumunda, ve tasarımcının ya da yapımcının tasarım/yapımcı rolünü üstlenerek diğer tarafı sözleşmeyle görevlendirmesi durumunda tasarımcı ve yapımcı doğrudan iletişim kurarlar. Tasarım/yapımcı tarafından ayrı sözleşmelerle görevlendirilen tasarımcı ve yapımcı ise gerek kendi aralarında ve gerekse mal sahibiyle tasarım/yapımcı kanalıyla iletişim kurarlar. Tasarımcı tarafından sözleşme yoluyla atanan alt tasarımcılar diğer proje katılımcılarıyla tasarımcı vasıtasıyla, benzer şekilde yapımcı tarafından sözleşme yoluyla atanan alt yükleniciler diğer proje katılımcılarıyla yapımcı vasıtasıyla iletişim kurarlar. Tasarım/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.6'da gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Tasarım/Yapım Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.7.1 Tasarım/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC tarafından tasarım/yapım yöntemi için geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AGC-410 (1999) mal sahibi – tasarım/yapımcı anlaşma metni ve genel yapım şartnamesi (maksimum fiyat garantili maliyet+kar)
- AGC-420 (1999) tasarım/yapımcı – tasarımcı anlaşma metni
- AGC-460 (1999) tasarım/yapımcı – tasarım/yapım alt yüklenicisi anlaşma metni (mal sahibi ödemeleriyle ilgili riskin tasarım/yapımcı tarafından üstlenilmesi)
- AGC-465 (1999) tasarım/yapımcı – tasarım/yapım alt yüklenicisi anlaşma metni (mal sahibi ödemeleriyle ilgili riskin tasarım/yapımcı ve tasarım/yapım alt yüklenicisi tarafından paylaşılması)

AIA tarafından tasarım/yapım yöntemi için geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AIA-A191 (1996a) mal sahibi – tasarım/yapımcı anlaşma metni Bölüm 1 (ön tasarım işleri)
- AIA-A191 (1996b) mal sahibi –tasarım/yapımcı anlaşma metni Bölüm 2 (kesin tasarım ve yapım işleri)
- AIA-B901 (1996a) tasarım/yapımcı – tasarımcı anlaşma metni Bölüm 1 (ön tasarım işleri)
- AIA-B901 (1996b) tasarım/yapımcı – tasarımcı anlaşma metni Bölüm 2 (kesin tasarım ve yapım işleri)
- AIA-A491 (1996a) tasarım/yapımcı – yapımcı anlaşma metni Bölüm 1 (ön tasarım işleri)
- AIA-A491 (1996b) tasarım/yapımcı – yapımcı anlaşma metni Bölüm 2 (kesin tasarım ve yapım işleri)

dokümanlarıdır. Bu dokümanların her biri ayrı imzalanması gereken iki bölümden oluşmasının nedeni birinci bölüm yükümlülükleri yerine getirildikten, yani ön tasarım tamamlandıktan sonra taraflara sözleşme ilişkisini sonlandırma fırsatının verilmesidir. Ancak mal sahibi tasarım/yapımcının yazılı izni olmadan bu ön tasarımı kullanamaz, yani başka tasarımcılar istihdam edip kesin tasarıma dönüştüremez ve inşa edemez. Benzer şekilde ikinci bölüm sözleşmenin imzalanması, birinci bölüm yükümlülüklerinin yerine getirilmesine bağlıdır ve birinci bölüm sözleşme ikinci bölüm sözleşmenin ekidir (AIA-A191, 1996b, Madde 1.3.5; AIA-A191, 1996b, Madde 1.1.1).

AGC-460 (1999) ve AGC-465 (1999) anlaşma metinleri mal sahibiyle sözleşme yaparak tasarım ve yapım işlerini üstlenen tasarım/yapımcının aynı hizmetleri, yani tasarım ve yapım hizmetlerini kendisine sunmak üzere bir tasarım/yapım alt yüklenicisi ile yaptığı sözleşmelerdir, dolayısıyla bu çerçevede tasarımcının tasarım/yapım alt yüklenicisi tarafından görevlendirilmesi zorunludur. Bu bakımdan söz konusu AGC dokümanları Şekil 2.6'da gösterilen ve tasarımcıyla yapımcının ayrı sözleşmelerle tasarım/yapımcıya bağlı olduğu sözleşme yapısıyla uyumlu değildir. Bu nedenle bu bölümde tasarım/yapım yöntemi AIA dokümanları

çerçevesinde incelenecektir. Mal sahibinin genel yükümlölükleri Bölüm 2.7.3.2’de açıklanmış olduğundan burada tekrar ele alınmayacaktır.

2.7.7.2 Tasarım/Yapımcı Yükümlölükleri

Tasarım/yapımcı, sözleşmeye konu olan inşaat objesinin mimari, statik, mekanik ve sıhhi tesisat, elektrik tesisatı gibi bütün alt sistemlerinin ön tasarım, kesin tasarım ve yapım işlerini gerçekleştiren birimdir. Tasarım/yapımcının yükümlölükleri aşağıdaki gibidir.

Ön tasarım aşaması yükümlölükleri

- Mal sahibi ihtiyaç programının, süresinin ve bütçesinin ön değerlendirmesini yapmak, işin yapılacağı yerin koşullarını, yasal mevzuatı, alternatif tasarım ve yapım tekniklerini etüt etmek, mal sahibine bu değerlendirme ve incelemelerin sonuçlarını içeren bir rapor sunmak, mal sahibinin ihtiyaç programından farklı olan yönleri özellikle belirtmek (AGC-410, 1999, Madde 3.1.1; AIA-A191, 1996a, Madde 1.3.1-1.3.4)
- Mutabık kalınan değerlendirme raporuna dayanarak ön tasarımı geliştirmek, projenin temel elemanlarını, ölçeğini, arsayla ilişkisini ve genel karakterini ortaya koyan ön tasarım çizimleri, şartnameler, malzeme listesi gibi ön tasarım dokümanlarını, ön maliyet tahmini ve ön iş programını içeren bir öneri raporu hazırlamak, değerlendirme raporundan farklı olan yönleri belirtmek ve ön tasarım dokümanlarını mal sahibinin onayına sunmak (AIA-A191, 1996a, Madde 1.3.5)

Kesin tasarım aşaması yükümlölükleri:

- Onaylı ön tasarım dokümanlarına dayanarak yapım için gereken bütün enformasyonu içeren yapım dokümanlarını hazırlamak, malzeme değişiklikleri ve tasarım geliştirme dokümanlarından sapmaları belirtmek, iş programı ve maliyet tahminini güncelleştirmek ve mal sahibinin onayına sunmak (AIA-A191, 1996b, Madde 3.2.3)

Yapım aşaması yükümlölükleri:

- İşin gerçekleştirilmesi için gereken bütün tasarım hizmetleri, malzeme, işçilik, ekipman, nakliye, taşıma, kaldırma, depolama alanları gibi kaynakları sağlamak (AIA-A191, 1996b, Madde 3.2.5)
- İşin çeşitli bölümlerinin başlama ve bitiş tarihlerini, mal sahibinden alınması gereken enformasyonla ilgili tarihler ve mal sahibinin onay tarihlerini içeren iş programını mal sahibinin onayına sunmak, iş ilerledikçe iş programını güncelleştirmek (AIA-A191, 1996b, Madde 4.4)
- Mal sahibine işin ilerleyişiyle ilgili periyodik raporlar sunmak (AIA-A191, 1996b, Madde 3.2.7)
- Alt yüklenicilerin ve malzeme satıcılarının listesini mal sahibinin onayına sunmak, mal sahibinin itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermek (AIA-191, 1996, Madde 11.2)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek güvenlik önlemlerini almak (AIA-A191, 1996b, Madde 6)
- Geçici kabulden önce ve geçici kabulden sonraki bir yıl içinde mal sahibinin saptadığı ve yapımcıya yazılı olarak bildirdiği hata ve arızaları mal sahibinden ek bir ücret talep etmeden düzeltmek (AIA-A191, 1996b, Madde 9)

2.7.7.3 Tasarımcı Yükümlölükleri

Tasarım/yapım yönteminde tasarımcı, tasarım/yapımcı tarafından görevlendirilerek tasarım işlerini gerçekleştiren birimdir. Tasarım/yapımcı – tasarımcı sözleşmesinde tasarım/yapımcının birincil yükümlölüğü tasarımcıya hizmetleri karşılığında ödeme yapmaktır. Bundan başka, tasarım/yapımcının mal sahibinden temin ettiği ihtiyaç programı, arsanın fiziksel ve hukuksal durumuyla ilgili belgeler, vb. tüm enformasyonu ve tasarım/yapımcı tarafından görevlendirilen diğer tasarımcıların, danışmanların ve yapımcıların listesini tasarımcıya vermesi zorunludur (AIA-B901, 1996a, Madde 2). Tasarım/yapım yönteminde tasarım/yapımcı tarafından görevlendirilen tasarımcının yükümlölükleri aşağıdaki gibidir.

Ön tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programının ve bütçesinin ön değerlendirmesini yapmak, alternatif tasarım ve yapım tekniklerini etüt etmek, tasarım/yapımcı istediği takdirde, mal sahibinin onayına sunulacak ön değerlendirme raporunun hazırlanmasına yardımcı olmak (AIA-B901, 1996a, Madde 1.1.2-1.1.4)
- Proje bileşenlerinin ölçeğini ve birbiriyle ilişkilerini gösteren çizimleri ve diğer belgeleri içeren bir konsept tasarımı geliştirerek konsept tasarımı dokümanlarını tasarım/yapımcının onayına sunmak (AIA-B901, 1996a, Madde 1.1.5)
- Onaylı ön değerlendirme raporu ve konsept tasarım dokümanlarına dayanarak, projenin mimari, statik, elektrik ve mekanik sistemlerinin malzemesini, kalitesini, büyüklüğünü ve genel karakterini ortaya koyan ön tasarım çizimleri ve diğer belgeleri içeren ön tasarım dokümanlarını hazırlamak ve tasarım/yapımcının onayına sunmak (AIA-B901, 1996a, Madde 1.1.6)

Kesin tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Onaylı ön tasarım dokümanlarına dayanarak yapım için gereken bütün enformasyonu içeren yapım dokümanlarını hazırlamak, ön tasarım dokümanlarından sapmaları ve malzeme değişikliklerini yazılı olarak belirtmek, bu belgeleri tasarım/yapımcının onayına sunmak (AIA-B901, 1996b, Madde 1.1.2)
- Tasarım/yapımcının resmi makamlara sunacağı belgelerin hazırlanmasına yardımcı olmak (AIA-B901, 1996b, Madde 1.1.3)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Yapım aşamasında iş yerini ziyaret etmek, işin kalite ve iş programı yönünden sözleşme dokümanlarına uygun olarak yapılıp yapılmadığını denetlemek, tasarım/yapımcıya ilerleme raporları vermek, saptanan hataları ve eksiklikleri tasarım/yapımcıya rapor etmek (AIA-B901, 1996b, Madde 1.2.2)

- Yapımcının verdiği uygulama detayları, ürün verileri, numuneler gibi enformasyonu incelemek, uygun gördüklerini onaylamak ve/veya tasarım/yapımcıya tavsiyelerde bulunmak (AIA-B901, 1996b, Madde 1.2.9)
- İlave edilmesi, çıkarılması ya da değiştirilmesi istenen iş kalemlerine ait çizimleri ve şartnameleri hazırlamak ve tasarım/yapımcının onayına sunmak (AIA-B901, 1996b, Madde 1.2.10)

2.7.7.4 Yapımcı Yükümlülükleri

Tasarım/yapım yönteminde yapımcı, tasarım/yapımcı tarafından görevlendirilerek tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini ve değer analizi konularında enformasyon girdisi sağlayan ve yapım işlerini gerçekleştiren birimdir. Tasarım/yapımcı – yapımcı sözleşmesinde tasarım/yapımcının birincil yükümlülüğü, hizmetleri karşılığında yapımcıya ödeme yapmaktır. Tasarım/yapımcı ayrıca mal sahibinden temin ettiği ihtiyaç programı, arsanın fiziksel ve hukuksal durumuyla ilgili belgeler, vb. tüm enformasyonu ve tasarımcı tarafından hazırlanan konsept tasarımı, ön tasarım ve kesin tasarım dokümanları gibi belgeleri yapımcıya vermek zorundadır (AIA-A491, 1996a, Madde 3.1.2-3.1.7). Tasarım/yapımcı tarafından görevlendirilen yapımcının yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

Ön tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Mal sahibinin ihtiyaç programının ve bütçesinin ön değerlendirmesini yapmak, tasarım/yapımcı ve tasarımcıyla toplantılara katılarak alternatif tasarım ve yapım teknikleri konusunda danışmanlık yapmak, yapım sistemleri, malzeme, ekipman, satın alma ve montaj süreleri, maliyet tahmini, vb. konularda tavsiyelerde bulunmak (AIA-A491, 1996a, Madde 2.1.2-2.1.4)
- Aktivitelerin süre ve sıralaması, onaylar, numune ve uygulama detaylarının teslim tarihleri, işin geçici kabul tarihi gibi önemli kilometre taşlarını içeren ön iş programını hazırlamak ve tasarım/yapımcının onayına sunmak, tasarım geliştikçe iş programını detaylandırmak ve güncelleştirmek (AIA-A491, 1996a, Madde 2.1.5)

- Tasarımcının konsept tasarım dokümanlarını teslimi üzerine, birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi teknikler kullanarak projenin ön maliyet tahminini hazırlamak ve tasarım/yapımcının onayına sunmak. Tasarım geliştikçe maliyet tahminini detaylandırmak ve güncelleştirmek (AIA-A491, 1996a, Madde 2.1.7-2.1.8)
- Ön tasarım dokümanları hazırlandıktan sonra tasarım/yapımcıya bir götürü bedel ya da maksimum fiyat garantili teklif vermek (AIA-A491, 1996a, Madde 2.1.9-2.1.12)

Kesin tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Yapım dokümanları tasarımcı tarafından tamamlanıncaya kadar ön tasarım aşamasında verdiği hizmetlere devam etmek, tasarımcı ve tasarım/yapımcıyla toplantılara katılarak alternatif tasarım ve yapım teknikleri konusunda danışmanlık yapmak, yapım sistemleri, malzeme, ekipman, satın alma ve montaj süreleri, maliyet tahmini, vb. konularda tavsiyelerde bulunmak, iş programı ve maliyet tahminini detaylandırmak ve güncelleştirmek (AIA-A491, 1996b, Madde 2.1)

Yapım aşaması yükümlülükleri:

- Yapım dokümanlarında tarif edilen işi, sözleşmede belirtilen çerçevede gerçekleştirmek (AIA-A491, 1996b, Madde 2.2)
- İşin detaylı muhasebe kayıtlarını tutmak ve bu kayıtları kesin kabul tarihinden itibaren üç yıl süreyle korumak (AIA-491, 1996b, Madde 10.1)
- Alt yüklenicilerden ve malzeme satıcılarından teklifler alarak tasarım/yapımcının onayına sunmak, tasarım/yapımcının itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermek (AIA-491, 1996b, Madde 9)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek güvenlik önlemlerini almak (AGC-410, 1999, Madde 3.5; AIA-A191, 1996b, Madde 6)

2.7.7.5 Tasarım/Yapım Yönteminin Problemleri

Tasarım/yapım yönteminde başarıyı etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik olarak Songer ve Molenaar (1996) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre bu yöntemde mal sahibinin proje kapsamını iyi tanımlamasının ve tasarım/yapımcının proje kapsamını iyi anlamasının başarıyı etkileyen en önemli faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Akintoye (1994) tarafından İngiltere'deki tasarım/yapım firmalarında yapılan araştırmanın sonuçları bu bulguyu destekler niteliktedir. Araştırmanın sonuçlarına göre, tasarım/yapım yönteminin başarısının büyük ölçüde mal sahibi brifinginin başarısına bağlı olduğu konusunda genel bir mutabakat bulunmaktadır. Diğer yanda çalışmasının sonuçlarına göre tasarım/yapım yönteminde karşılaşılan temel problemler;

- Mal sahibi ihtiyaçlarının tanımlanmasındaki zorluklar
- Mal sahibinin yapımcıyı erken atama konusundaki isteksizliği
- Mal sahibinin işin kapsamını değiştirme potansiyeli konusundaki endişeleri
- Mal sahibi brifinginin açık ve net olmaması,
- Mal sahibinden doğru brifing almanın zorluğu
- Yapımın karmaşıklığı

olarak belirtilmiştir. Bundan başka bu çalışmada araştırılan firmalardan % 54'ü tasarım/yapımın proje süresini kısalttığını, % 62'si proje maliyetlerinden tasarruf sağlandığını, ancak bu yöntemin kalite yönünden önemli bir avantaj sağlamadığını ifade etmişlerdir.

Ibbs ve diğ. (2003) 67 projenin analizinden elde ettikleri bulgulara dayanarak tasarım/yapım yönteminin, literatürdeki diğer çalışmaların tersine, proje performansına her bakımdan fayda sağlamadığını, bu yöntemin süre tasarrufu bakımından avantaj sağlamakla birlikte, üretkenlik ve maliyet tasarrufu konularının tartışmalı olduğunu belirtmektedirler.

Doree (1996) tasarım/yapımda tasarımcının mal sahibi organizasyonu ve kullanım süreci hakkındaki bilgisinin sınırlı olduğunu, bunun sonucu olarak kullanım

özelliklerinin tasarımıda hesaba katılmasının güçleştiğini, bu yöntemde mal sahibiyle tasarımcı arasındaki ilişkinin genellikle problemlili olduğunu ve mal sahibinin tasarım aktivitelerini etkileme fırsatının bulunmadığını, sonuç olarak tasarım/yapım yönteminde tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlanmasıyla proje maliyetlerinden tasarruf sağlanabileceğini, ancak mal sahibiyle tasarımcı arasındaki ilişkinin mesafeli olması nedeniyle objenin kullanım değerin ve/veya kullanım maliyetlerinin istenen düzeyde olmayabileceğini belirtmektedir.

Gardiner ve Simmons (1995) geleneksel teslim yöntemlerinde çok sayıda tasarımcı arasından seçme yapma olanağı olduğunu, aranan niteliklere uygun bir tasarımcı bulununcaya kadar pazar taraması yapılabileceğini, buna karşılık tasarım/yapım firmaları için çalışan tasarımcıların az sayıda olmasından ötürü, büyük prestij projelerinde uygun bir tasarım/yapımcı bulunamayabileceğini, tasarım/yapımcının tasarım çalışmalarını yönlendirebilecek uygun bir tasarımcı olmadığında projenin dereceli olarak artan bir şekilde çatışmalara yol açabileceğini belirtmektedir.

Yukarıda değerlendirmelere göre tasarım/yapım yönteminde karşılaşılan temel problemler;

- Mal sahibi isteklerinin saptanmasındaki güçlükler,
- İstenen tasarım kalitesinin elde edilmesiyle ilgili sorunlar,
- Kullanıcı ve işletmeci isteklerinin saptanmasıyla ilgili sorunlar
- Mal sahibi denetiminin sınırlı olmasından kaynaklanan sorunlar,

olarak özetlenebilir.

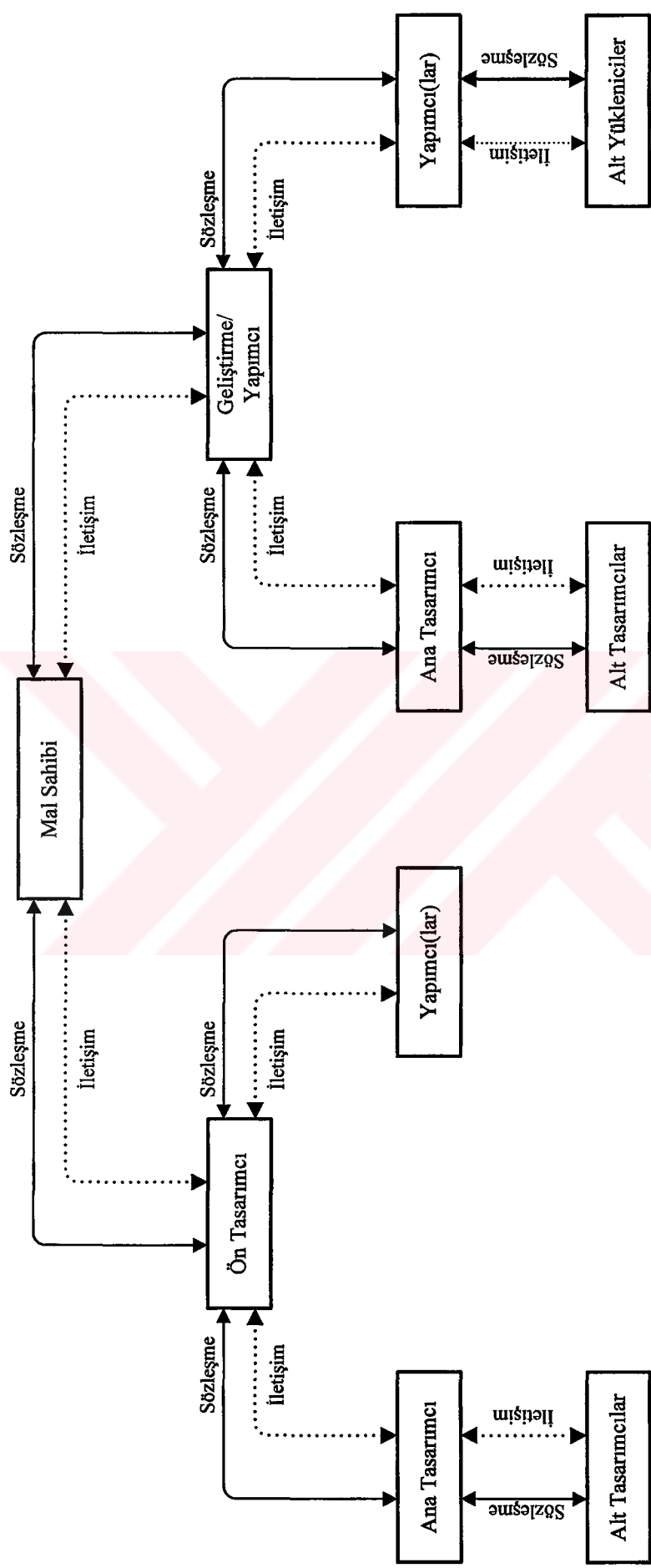
2.7.8 Geliştirme/Yapım Yöntemi ve Standart Sözleşme Dokümanları

Geliştirme/yapım yöntemi mal sahibinin ön tasarımı geliştirmek için bir bağımsız bir tasarımcı ya da tasarım/yapımcıyı ve bu birimin geliştirdiği ön tasarımı kesin tasarıma dönüştürmek ve yapım işlerini gerçekleştirmek için başka bir tasarım/yapımcıyla görevlendirdiği proje teslim yöntemidir. Bu yöntemin geleneksel teslim yöntemlerinden, yapım yönetimi yöntemlerinden ve tasarım/yapım yönteminden farklı olan temel özelliği ön tasarım çalışmalarıyla kesin tasarım ve

yapım çalışmalarının ayrı birimler tarafından gerçekleştirilmesidir. Bundan başka bu yöntem tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlanması yönünden geleneksel teslim yöntemlerinden, tasarımcıyla tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlayan uzmanların aynı organizasyon çatısı altında bulunmalarından ötürü yapım yönetimi yöntemlerinden ayrılmaktadır.

Akintoye (1994) tasarım/yapım seçeneklerini tanımlarken geliştirme/yapım yönteminde ön tasarımın mal sahibi danışmanları tarafından geliştirildiğini belirtmektedir. Buna karşılık AGC dokümanlarında hem ön tasarımın hem de kesin tasarım ve yapım işlerinin tasarım/yapımcılar tarafından geliştirilmesi öngörülmektedir, dolayısıyla bu dokümanlara göre hem ön tasarımı gerçekleştiren birim hem de kesin tasarım ve yapım işlerini gerçekleştiren birim tasarımcıyı ve yapımcıyı kapsayan birer organizasyondur. Bu tutumu hem ön tasarıma hem de kesin tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamaya yönelik bir girişim olarak değerlendirmek mümkündür. Ancak bu bölümde kavram kargaşasını önlemek amacıyla ön tasarım işlerini üstlenen birim ön tasarımcı, kesin tasarım ve yapım işlerini üstlenen birim ise geliştirme/yapımcı olarak adlandırılacaktır.

Gerek ön tasarımcı gerekse geliştirme/yapımcı birimlerin organizasyon yapılarında Bölüm 2.7.7’de açıklanan tasarım/yapım yönteminde olduğu gibi çeşitli alternatifler söz konusu olabilmektedir. Bu yöntemde ön tasarımcı ve geliştirme/yapımcı birbirleriyle mal sahibi kanalıyla iletişim kurarlar. Bundan başka, ön tasarımcı ve geliştirme/yapımcı tasarım işlerini gerçekleştirecek tasarımcıları ve/veya tasarıma inşa edilebilirlik, maliyet tahmini, vb. konularda enformasyon sağlayacak yapımcıları kendi organizasyonlarında istihdam edebilirler ya da bu birimleri sözleşme yoluyla atayabilirler. Ön tasarımcı tarafından görevlendirilen tasarımcı ve yapımcı diğer proje katılımcılarıyla ön tasarımcı vasıtasıyla, geliştirme/yapımcı tarafından görevlendirilen tasarımcı ve yapımcı ise diğer proje katılımcılarıyla geliştirme/yapımcı kanalıyla iletişim kurarlar. Benzer şekilde tasarımcıların atadığı alt tasarımcılar üçüncü şahıslarla tasarımcı vasıtasıyla, yapımcılar tarafından görevlendirilen alt yükleniciler de üçüncü şahıslarla yapımcı vasıtasıyla iletişim kurarlar. Geliştirme/yapım yönteminin sözleşme ve iletişim yapısı Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Geliştirme/Yapım Yönteminin Sözleşme ve İletişim Yapısı

2.7.8.1 Geliştirme/Yapım Yöntemine Yönelik Standart Sözleşme Dokümanları

AGC tarafından geliştirme/yapım yöntemi için geliştirilmiş olan standart sözleşme dokümanları;

- AGC-400 (1999) mal sahibi – tasarım/yapımcı ön tasarım anlaşma metni
- AGC-415 (1999) mal sahibi – tasarım/yapımcı kesin tasarım/yapım anlaşma metni ve genel yapım şartnamesi (mal sahibinin ön tasarım dahil ihtiyaç programına dayanan götürü bedel)

dokümanlarıdır. AGC ön tasarımcının ve geliştirme/yapımcının tasarımcı ve yapımcıyla yaptığı sözleşmelere yönelik standart dokümanlar geliştirmemiştir. Bunun olası nedeni, tasarımcının ve yapımcının yükümlülüklerinin Bölüm 2.7.7.3 ve Bölüm 2.7.7.4’te açıklanan ön tasarım, kesin tasarım ve yapım aşaması yükümlülüklerinden farklı olmamasıdır.

AIA geliştirme/yapım yöntemine yönelik standart dokümanlar geliştirmemiştir. Bu nedenle bu bölümde ön tasarımcının ve geliştirme yapımcının yükümlülükleri AGC dokümanları çerçevesinde incelenecektir. Bu yöntemde referans alınacak standart dokümanların bulunmamasından ötürü ön tasarımcı ve geliştirme/yapımcı tarafından görevlendirilen tasarımcıların ve yapımcıların yükümlülükleri incelenmeyecektir.

2.7.8.2 Ön Tasarımcı Yükümlülükleri

Ön tasarımcı, sözleşmeye konu olan inşaat objesinin ön tasarım ve ön bütçe işlerini gerçekleştiren birimdir. Bu birimin yükümlülükleri ilke olarak Bölüm 2.7.7.2’de açıklanan tasarım/yapımcının ön tasarım aşaması yükümlülükleriyle aynıdır. Bu bağlamda geliştirme/yapım yönteminde ön tasarımcının yükümlülükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Mal sahibinin ihtiyaç programının, süresinin ve bütçesinin ön değerlendirmesini yapmak, işin yapılacağı yerin koşullarını, yasal mevzuatı, alternatif tasarım ve yapım tekniklerini incelemek, mal sahibine bu değerlendirme ve incelemelerin sonuçlarını içeren bir rapor sunmak, mal sahibinin ihtiyaç programından farklı olan yönleri özellikle belirtmek

- Mal sahibinin ve ön tasarımcının aktivitelerini ve kilometre taşlarını içeren bir ön iş programı hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak, onaylı iş programını sürecin ilerleyişine göre güncelleştirmek
- Birim yöntemi ya da alan yöntemi gibi teknikler kullanarak projenin ön maliyet tahminini hazırlamak ve mal sahibinin onayına sunmak, süreç ilerledikçe onaylı maliyet tahminini güncelleştirmek ve mal sahibine tavsiyelerde
- Mutabık kalınan değerlendirme raporuna ve onaylı ön maliyet tahminine dayanarak, projenin mimari, statik, elektrik ve mekanik sistemlerinin kalitesini, büyüklüğünü ve genel karakterini ortaya koyan ön tasarım çizimleri, şartnameler, malzeme listesi gibi ön tasarım dokümanlarını, işin ön bütçesini ve iş programını içeren bir öneriyi hazırlamak, değerlendirme raporundan farklı olan yönleri belirtmek ve ön tasarım dokümanlarını mal sahibinin onayına sunmak

2.7.8.3 Geliştirme/Yapımcı Yükümlülükleri

Geliştirme/yapımcı, mal sahibi tarafından tedarik edilen ön tasarımı geliştirerek kesin tasarımı hazırlayan ve yapım işlerini gerçekleştiren birimdir. Geliştirme/yapımcının yerine getirmek zorunda olduğu yükümlülükler kesin tasarım ve yapım aşamaları başlıkları altında toplanabilir. Bu yükümlülükler aşağıdaki gibidir.

Kesin tasarım aşaması yükümlülükleri:

- Onaylı ön tasarım dokümanlarına dayanarak, projenin büyüklüğünü ve karakterini, arsa kullanımını ve mimari, statik, elektrik ve mekanik alt sistemlerini birleştiren çizimler ve şartnamelerden oluşan tasarım geliştirme dokümanlarını hazırlamak. Sözleşmedeki götürü bedelden ve iş programından sapmalara yol açan malzeme.değişikliklerini ve ön tasarımdan farklı olan diğer yönleri yazılı olarak belirtmek ve bu belgeleri mal sahibinin onayına sunmak (AGC-415, 1999, Madde 3.1.1)
- Onaylı tasarım geliştirme dokümanlarına dayanarak yapım için gereken bütün enformasyonu içeren yapım dokümanlarını hazırlamak. Sözleşmedeki götürü bedelden ve iş programından sapmalara yol açan malzeme değişikliklerini ve tasarım geliştirme dokümanlarından farklı olan diğer yönleri yazılı olarak

belirtmek ve bu belgeleri mal sahibinin onayına sunmak (AGC-415, 1999, Madde 3.1.2)

Yapım aşaması yükümlölükleri:

- İşin çeşitli bölümlerinin başlama ve bitiş tarihlerini, mal sahibinin enformasyon sağlaması ve onaylaması gereken tarihleri içeren iş programını mal sahibinin onayına sunmak, iş ilerledikçe iş programını güncelleştirmek (AGC-415, 1999, Madde 3.3)
- Mal sahibine işin ilerleyişiyle ilgili periyodik raporlar sunmak (AGC-415, 1999, Madde 3.2.6)
- İşin detaylı muhasebe kayıtlarını tutmak ve bu kayıtları kesin kabul tarihinden itibaren üç yıl süreyle korumak (AGC-415, 1999, Madde 3.2.6)
- Mal sahibinin talep ettiği teminat bonolarını yine mal sahibi tarafından kabul edilen kurumlardan temin etmek ve mal sahibine vermek (AGC-415, 1999, Madde 10.9)
- Alt yüklenicilerin ve malzeme satıcılarının listesini mal sahibinin onayına sunmak, mal sahibinin itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermek (AGC-415, 1999, Madde 5)
- İş yerinde çalışan kişilerin, iş yerinde ya da iş yeri dışında depolanan malzeme ve ekipmanın, inşaat objesinin ve iş yerindeki tesislerin zarar görmesini engelleyecek güvenlik önlemlerini almak (AGC-415, 1999, Madde 3.4)
- Alt yüklenicilerden ve malzeme satıcılarından sözleşme dokümanlarında istenen garanti belgelerini temin etmek ve mal sahibine vermek (AGC-415, 1999, Madde 3.8)
- Geçici kabulden önce ve geçici kabulden sonraki bir yıl içinde mal sahibinin saptadığı ve yapımıcıya yazılı olarak bildirdiği hata ve arızaları mal sahibinden ek bir ücret talep etmeden düzeltmek (AGC-415, 1999, Madde 3.8)
- İşin sonunda as-built projeleri hazırlamak ve mal sahibine teslim etmek (AGC-415, 1999, Madde 3.2.9)

2.7.8.4 Geliştirme/Yapım Yönteminin Problemleri

Geliştirme/yapım ilke olarak tasarım/yapım yönteminin Bölüm 2.7.7.5'te açıklanan, mal sahibinin arzu ettiği kalitede bir çıktı elde edememesi sorununu gidermek amacıyla yönelik bir yöntemdir. Ancak bu yöntemde ön tasarımı geliştiren birimle kesin tasarım/yapım işlerini üstlenen birimin ayrı olması ve geliştirme/yapımcının ön tasarıma dayanarak götürü bedel sözleşmeyle atanması bu yöntemi Bölüm 2.7.3 ve Bölüm 2.7.4'te açıklanan geleneksel teslim yöntemlerine benzer kılmakta ve sonuçta geleneksel teslim yöntemlerinde ortaya çıkan problemlerin bu yöntemde de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Öte yanda geliştirme/yapım yönteminin tasarım/yapım yönteminin bir türevi olması Bölüm 2.7.7.5'te açıklanan tasarım/yapım problemlerinin bir bölümünün bu yöntemde ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Bölüm 2.7.3.8'de mal sahibi temsilcisi tarafından yönetilen geleneksel teslim yönteminin problemleri açıklanırken, bu yöntemdeki temel sorunun katılımcılar arasındaki ters yönlü ilişkiler ve aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmanın güçlüğü olduğu belirtilmiştir. Geliştirme/yapım yönteminde ön tasarım ve kesin tasarım/yapım işlerinin ayrı birimler tarafından gerçekleştirilmesi ve geliştirme/yapımcının götürü bedel sözleşmeyle atanması mal sahibiyle geliştirme/yapımcı ve ön tasarımcıyla geliştirme/yapımcı arasındaki ters yönlü ilişki problemini beraberinde getirmektedir.

Bölüm 2.7.3.8'de geleneksel teslim yöntemlerinde karşılaşılan ikinci problem tasarım hatalarından kaynaklanan maliyet ve süre artışları olarak ortaya konulmuştur. Geliştirme/yapım yönteminde ön tasarım ve kesin tasarımın ayrı katılımcılar tarafından hazırlanması, ön tasarımdaki hatalardan ve diğer faktörlerden kaynaklanan değişikliklere bağlı olarak ek ödeme ve süre uzatımı başvurularını ve mal sahibiyle geliştirme/yapımcı arasındaki anlaşmazlıklara yol açma potansiyelini taşımaktadır.

Bölüm 2.7.7.5'te tasarım/yapım yönteminde en temel problem olarak görülen mal sahibi isteklerinin saptanmasıyla ilgili güçlükler, geliştirme/yapım yönteminde ön tasarımcının sorumluluğundadır. Bu bakımdan geliştirme/yapımcının bu konudaki güçlüklerle uğraşması söz konusu değildir. Buna karşılık kullanıcı ve işletmeci isteklerinin saptanmasıyla ilgili sorunlar, işin verilmesinden sonra projede değişiklik

yapma olanağının sınırlı olması ve mal sahibinin denetim olanaklarının kısıtlılığı bu yöntemde de karşılaşılan sorunlardır.

Yukarıda değerlendirmelere dayanarak geliştirme/yapım yöntemindeki temel problemler;

- Proje katılımcıları arasındaki ters yönlü ilişkiler,
- Tasarım değişikliklerinden kaynaklanan maliyet ve süre artışları ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan anlaşmazlıklar,
- Mal sahibi denetiminin sınırlı olmasından kaynaklanan sorunlar,
- Kullanıcı ve işletmeci isteklerinin saptanmasıyla ilgili sorunlar

olarak özetlenebilir.

2.8 İnşaat Proje Sisteminde Kritik Başarı Faktörleri

İnşaat proje sisteminin amacı, mal sahibinin çeşitli nedenler sonucunda ortaya çıkan ihtiyacını karşılayacak bir inşaat objesinin başarıyla tamamlanarak mal sahibine teslim edilmesidir ve dolayısıyla inşaat projelerinde başarı mal sahibi tarafından belirlenen kalite, süre ve maliyet kriterleri bakımından ölçülürler. Bu bağlamda projenin başarısını, yani kalite, süre ve maliyet hedeflerini olumsuz yönde etkileyen ve dolayısıyla mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını engelleyen her faktör, inşaat proje sistemi açısından bir problem olarak kabul edilebilir. Bu nedenle, inşaat proje sistemindeki problemleri belirlemek için atılması gereken ilk adım, inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörlerini saptamaktır.

Literatürde inşaat projelerinde kritik başarı faktörlerini saptamak amacıyla yapılmış olan birçok araştırma bulunmaktadır. Bu bölümde inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörleri Sanvido ve diğ. (1992), Chua ve diğ. (1999), Arditi ve Gunaydin (1998) tarafından gerçekleştirilen çalışmalara yer verilecek ve bölüm sonunda bu çalışmalardan elde edilen bulgular derlenerek inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörleri sergilenecektir.

- Sanvido ve diğ. (1992) Çalışması

Sanvido ve diğ. (1992) inşaat projelerinde kritik başarı faktörlerini belirlemeye yönelik çalışmalarında önce literatür taraması, beyin fırtınası gibi yöntemlerle inşaat projelerinde başarıyı etkileyen faktörleri belirleyerek yönetim, planlama, tasarım, yapım ve işletme kategorilerine göre sınıflandırmışlar ve bir anket formuna dönüştürmüşlerdir. Daha sonra 8 mal sahibi ve bu mal sahipleri tarafından yaptırılan ve biri başarılı, biri de başarısız bulunan ikişer proje seçilerek, başarı faktörlerinin bu 16 proje üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu analizin sonucunda;

- Objenin planlanması, tasarlanması, inşa edilmesi ve işletilmesi için iyi organize edilmiş bir ekip oluşturulmasının,
- Çeşitli uzmanların çıkar çatışması ve farklı amaçları olmayan bir ekip olarak davranmalarını sağlayan ve teşvik eden sözleşmeler yapılmasının,
- Proje ekibinin benzer objelerin yönetim, planlama, tasarım, yapım ve işletmesinde deneyim sahibi olmasının,
- Planlama ve tasarım aşamalarında mal sahibi, kullanıcı, tasarımcı, yapımcı ve işletmeciden zamanında ve doğru enformasyon sağlanmasının

inşaat projelerinde başarıyı etkileyen kritik faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

- Chua ve diğ. (1999) Çalışması

Chua ve diğ. (1999) Sanvido ve diğ. (1992) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın stratejik yönetim faktörlerini ele aldığını, ancak inşaat projelerindeki kritik başarı faktörlerinin belirlerken proje aktivitelerini içeren taktik faktörlerin de araştırılması gerektiğini belirterek bu amaca yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada literatür taraması, beyin fırtınası, vb. yöntemlerle belirlenen 67 faktör proje özellikleri, sözleşmeler, proje katılımcıları ve interaktif süreçler başlıkları altında gruplandırılmış ve 20 uygulamacıdan bu faktörleri bütçe, süre ve kalite kriterleri açısından önem derecesine göre puanlamaları istenmiştir. Daha sonra bu veriler analitik hiyerarşi süreci (analytical hierarchy process, AHP) tekniğiyle analiz edilmiş ve sözü edilen 67 faktörün genelde ve bütçe, süre ve kalite kriterleri açısından önem

sıralamaları bulunmuştur. Bu dört gruptaki sıralama içinde önem derecesi bakımından ilk 10'a giren kritik faktörler ve sıralamadaki yerleri Tablo 2.1'te gösterilmektedir.

Tablo 2.1. İnşaat Projelerindeki Kritik Başarı Faktörlerinin Önem Dereceleri (Chua ve diğ., 1999)

GRUP	BAŞARI FAKTÖRÜ	ÖNEM DERECEŚİ			
		Genel Açıdan	Bütçe Açısından	Süre Açısından	Kalite Açısından
Proje Özellikleri	İnşa edilebilirlik	2	2	2	2
	Ekonomik riskler	9	3		
	Fon yeterliliği		6		
Sözleşmeler	Çizim ve şartnamelerin yeterliliği	1	1	1	1
	Gerçekçi ve açık amaçlar	4	3	6	5
	Sözleşmedeki teşvik unsurları	6	9	5	10
	Risk teşhisi ve dağılımı		10		
Proje Katılımcıları	Proje yöneticisinin taahhüt ve katılımı	3	8	3	4
	Proje yöneticisinin uzmanlığı	4	5	4	6
	Yapımcının kilit personelinin yetenek ve kapasitesi			9	9
İnteraktif Süreçler	Şantiye denetimleri	7		10	3
	Yapım kontrol toplantıları	8		8	7
	Yapım sürecindeki formel iletişim	9			8
	Bütçe güncelleştirme		7		
	İş programı güncelleştirme			7	
	Tasarım kontrol toplantıları				10

Tablo 2.1'de gösterilen dört kategoride ilk onda yer alan 16 faktörden 6'sı interaktif süreçler grubunda yer almaktadır. Bu bakımdan proje katılımcıları arasındaki karşılıklı ilişki ve iletişimi kapsayan faktörlerin projenin başarısı açısından en kritik faktör olduğu öne sürülebilir. Ancak bu faktörlerin ağırlıklı olarak süre ve kalite kriterlerini etkilemesine karşılık, sözleşme düzenlemesi grubundaki 4 faktörden 3'ü bütün kategorilerde ilk onda yer almaktadır. Özellikle çizim ve şartnamelerin

yeterliliği bütün kategorilerde birinci sıradadır, dolayısıyla projenin başarısını etkileyen en kritik faktördür. Benzer şekilde, proje katılımcıları grubundaki 3 faktörden proje yöneticisiyle ilgili olan 2'si bütün kategorilerde ilk on içindedir. Bunun bir diğer anlamı, mal sahibi adına projeyi yöneten birimin projenin başarısını etkileyen anahtar katılımcı olarak görüldüğüdür.

Tablodaki verilerden ortaya çıkan bir diğer sonuç, inşa edilebilirliğin, bütün kategorilerde ikinci sırayı alması, dolayısıyla çizimler ve şartnamelerin doğruluğundan sonra projenin başarısını etkileyen en önemli faktör olarak görülmesidir.

Tablo 2.1'deki verilerin değerlendirilmesi sonucunda inşaat projelerinde bütçe, süre ve kaliteyle ilgili amaçların tümü bakımından başarıyı etkileyen kritik faktörleri;

- Çizimlerin ve şartnamelerin yeterliliği,
- İnşa edilebilirlik analizi,
- Mal sahibi adına projeyi yöneten birimin uzmanlık, deneyim ve katılımı,
- Proje amaçlarının gerçekçi ve net olması,
- Sözleşmelerdeki motivasyon ve teşvik unsurları,

olarak sıralamak mümkündür.

- Arditi ve Gunaydin (1998) Çalışması

Arditi ve Gunaydin (1998) inşaat projelerindeki kalite düşüklüğünün süre ve maliyeti olumsuz yönde etkilediği görüşünü literatürdeki çeşitli çalışmalarla destekleyerek, inşaat projelerinde kaliteyi etkileyen kritik faktörleri saptamayı amaçlayan bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada tasarım, yapım, işletme ve yapım yönetimi alanlarında faaliyet gösteren 100'er firma uzmanlık alanından bağımsız jenerik faktörler ve uzmanlık alanlarıyla ilgili faktörler iletilerek, bunları kalite üzerindeki etkisi bakımından önem derecesine göre puanlamaları istenmiştir. Ankete cevap veren 137 firmadan elde edilen veriler analizi sonucunda inşaat projelerinde kaliteyi etkileyen tasarım, yapım ve işletme aşaması faktörleri belirlenmiştir.

Yazarlar araştırmanın bulgularını tartıştıkları sonuçlar bölümünde tasarım aşamasında kaliteyi etkileyen kritik faktörleri;

- Proje şartnameleri (mal sahibi ihtiyaç programı)
- Uygun uzmanlığa sahip tasarımcı seçim
- Katılımcılar arasındaki iletişim (mal sahibiyle ana tasarımcı ve ana tasarımcıyla alt tasarımcılar arasında)
- Yapım bilgisinden yararlanarak tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlama

yapım aşamasında kaliteyi etkileyen kritik faktörleri;

- Yapım işlerinin, özellikle alt yükleniciler tarafından gerçekleştirilen işlerin, etkili bir şekilde denetlenmesi,
- Proje için doğru yapımcının seçilmesi,
- Açık ve doğru yapım dokümanlarının zamanında teslim edilmesi,

işletme aşamasında kaliteyi etkileyen kritik faktörleri ise;

- Bakım kılavuzu
- İşletme bütçesi

olarak özetlemektedirler.

Bölüm 2.2.1’de belirtildiği gibi, her inşaat projesi kapsam, büyüklük, tasarım çözümü, katılımcılar, katılımcıların amaçları, vb. gibi bir çok bakımdan bireyseldir ve dolayısıyla her inşaat projesinde ulaşılması istenen hedefler, bu hedeflerin öncelikleri ve bunlara bağlı olarak maruz kalınan problemler birbirinden farklıdır. Bununla birlikte, yukarıda kısaca açıklanan araştırmaların sonuçlarını birlikte ele alarak, inşaat projelerindeki kritik başarı faktörleri hakkında bazı çıkarımlar yapmak mümkündür.

Bu bölümde incelenen araştırmalarda Sanvido ve diğ. (1992) planlama ve tasarım aşamalarında mal sahibi, kullanıcı, tasarımcı, yapımcı ve işletmeciden zamanında ve doğru enformasyon sağlanmasının, Chua ve diğ. 1999) çizimlerin ve şartnamelerin

yeterliliğinin, Arditi ve Gunaydin (1998) mal sahibi ihtiyaç programının ve yapım dokümanlarının kritik faktörler olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Doğru ihtiyaç programının geliştirilmesi mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin isteklerinin doğru formüle edilmesine ve doğru yorumlanmasına bağlıdır. Bu isteklerin doğru formüle edilmemesi, gerçek ihtiyaçları karşılamayan bir tasarım ve buna bağlı olarak hatalı yapım dokümanlarının geliştirilmesine, dolayısıyla yapım başladıktan sonra projede değişiklik yapılmasına ve bunun sonucunda maliyet ve süre artışlarına yol açmaktadır. Bu bağlamda inşaat proje sisteminde birinci kritik başarı faktörü mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin istek ve ihtiyaçların doğru formüle edilmesi ve yorumlanmasıyla doğru bir ihtiyaç programı geliştirilmesidir.

Yapım dokümanlarının doğruluğu; kendi aralarında uyumlu ve tutarlı olmaları, objenin temel özelliklerini tam ve net olarak yansıtmaları, yapım başladıktan sonra değişiklik ve yeniden yapım işlerine yol açmamaları, böylece sözleşme kapsamının değişmesine ve taraflar arasında anlamazlıklar doğmasına yol açmamaları ile doğru orantılıdır. Nitekim inşaat projelerinde ek ödeme ve süre uzatımı başvurularının büyük bölümünün tasarım hatalarından kaynaklandığı Bölüm 1.1.1'de ortaya konulmuştur. Bu bakımdan inşaat proje sisteminde ikinci kritik başarı faktörü, yapım dokümanlarının doğru, hatasız ve eksiksiz olmasıdır.

Sanvido ve diğ. (1992) planlama ve tasarım aşamalarında yapımcıdan doğru zamanda doğru enformasyon sağlanmasını kritik bir faktör olarak belirtmektedirler. Bunun anlamı, yapımcıdan inşa edilebilirlik enformasyonu sağlanmasıdır. Benzer şekilde Chua ve diğ. (1999) ve arditi ve Gunaydin (1998) çalışmalarında inşa edilebilirlik girdisi kritik bir faktör olarak bulunmuştur. İnşa edilebilirlik açısından güçlükler içeren bir proje, yapımcının teklif fiyatını ve dolayısıyla mal sahibinin proje maliyetlerini artırma potansiyeline sahiptir. Bu soruna engel olmak için tasarımcının tasarımı geliştirirken yapımcının gereksinme ve sınırlamalarını dikkate alması zorunludur. Dolayısıyla, inşaat proje sisteminde üçüncü kritik başarı faktörü, tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamasıdır.

Sanvido ve diğ. (1992) planlama ve tasarım aşamalarında kullanıcı ve işletmeciden doğru ve zamanında enformasyon girdisi sağlanmasını öngörmektedirler. Buradaki amaç, kullanım aşamasıyla ilgili istekleri saptamak ve tasarıma bu beklentilerle ilgili

işlevsellik, işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik girdisi sağlamaktır. Nitekim Bölüm 1.1.3'te tasarım kararlarıyla kullanım maliyetleri arasındaki ilişkiler ve kullanım aşamasının yeterince dikkate alınmadığı bir tasarım geliştirilmesinin yol açtığı sorunlar açıklanmış ve Bölüm 1.1.2'de ise Gardiner ve Simmons (1995) çalışmasına atıfta bulunularak kullanıcı ve işletmecinin sürece katılmamasının çatışmalara yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu bakımdan inşaat proje sisteminde dördüncü kritik başarı faktörü tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlanmasıdır.

Sanvido ve diğ. (1992) planlama, tasarım, yapım ve işletme konusunda deneyimli katılımcılardan oluşan ve iyi organize edilmiş bir ekip oluşturulmasının, Chua ve diğ. (1999) mal sahibi adına projeyi yöneten birimin uzmanlık, deneyim ve katılımcılığının, Arditi ve Gunaydin (1998) uygun uzmanlığa sahip tasarımcı ve proje için doğru yapımcının seçilmesinin projenin başarısını etkileyen kritik faktörler olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bulguları, proje için doğru ekibin oluşturulması olarak özetlemek mümkündür. Bu bağlamda inşaat proje sisteminde başarıyı etkileyen beşinci kritik faktör benzer işlerdeki deneyim ve uzmanlık, teknik kadro, mali durum, iş yükü gibi faktörleri değerlendirerek proje için doğru katılımcıların seçilmesi ve doğru proje ekibinin oluşturulmasıdır.

Sanvido ve diğ. (1992) ve Chua ve diğ. (1999) çalışmalarında proje katılımcılarını ortak bir amaca hizmet eden bir ekip olarak çalışmaya teşvik eden sözleşme düzenlemeleri projenin başarısında kritik bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. İnşaat proje sisteminde katılımcıların farklı amaçları olan bağımsız ticari birimlerden oluşması ekip üyeleri arasında ters yönlü ilişkiler ve çıkar çatışması doğmasına neden olabilmektedir. Bu tür sorunları önlemenin yolu, katılımcıların ortak çalışmayı teşvik eden sözleşmeler vasıtasıyla atanmasıdır. Bu açıdan inşaat proje sistemindeki altıncı kritik başarı faktörü proje katılımcılarının aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmalarını teşvik eden sözleşme düzenlemeleridir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörleri;

- Mal sahibi, kullanıcı ve işletmeci birimlerin istek ve ihtiyaçlarının doğru formüle edilmesi ve yorumlanmasıyla doğru ihtiyaç programının geliştirilmesi,

- Yapım dokümanlarının doğru, hatasız ve eksiksiz olması,
- Tasarıma inşa edilebilirlik enformasyonu sağlanması,
- Tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabirlik enformasyonu sağlanması,
- Benzer projelerde deneyim ve uzmanlık sahibi olan doğru katılımcıların görevlendirilmesi,
- Proje katılımcılarının aynı amaçları güden bir ekip olarak ortak çalışma ve işbirliği yapmaya teşvik eden sözleşme düzenlemeleri

olarak özetlenebilir.

2.9 İnşaat Proje Sisteminin Problemleri

Bölüm 2.7’de inşaat proje teslim yöntemleri kapsamında her proje teslim yöntemi açıklandıktan sonra, yöntemin dinamikleri tartışılmış ve literatürdeki kaynaklardan da yararlanarak her bir yöntemin problemleri ortaya konulmuştur. Bununla birlikte bu proje teslim yöntemlerinin kendine özgü dinamikler içermesi, aralarında benzerlikler olsa bile, problemlerinin kendilerine özgü olmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla söz konusu değerlendirmelerden yararlanarak inşaat proje sisteminin problemleri hakkında genel bir yargıya varmak yanıltıcıdır. Bu nedenle inşaat proje sisteminin problemleri hakkında genelleme yapabilmek için yürürlükteki uygulamaların kritik başarı faktörlerini ne ölçüye kadar karşıladığının irdelenmesi gerekmektedir.

Bu bölümde inşaat proje sisteminin problemlerini saptayabilmek için, yürürlükteki proje teslim yöntemleri Bölüm 2.8’de ortaya konulan kritik başarı faktörleri bakımından tartışılacak, mevcut uygulamaların sözü edilen ilkelerin yürürlüğe konmasına ne ölçüde izin verdiği irdelenecek, sonuç olarak bu uygulamalarda yapılması gereken değişiklikler ortaya konulacaktır.

- Mal Sahibi, Kullanıcı ve İşletmeci Birimlerin İstek ve İhtiyaçlarının Doğru Formüle Edilmesi ve Yorumlanmasıyla Doğru İhtiyaç Programının Geliştirilmesi

Bölüm 2.3.1’de mal sahibi isteklerinin saptanması ve ihtiyaç programına dönüştürülmesi için önce mal sahibinin bu konuda kendisine yardımcı olacak mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanları atadığı, ihtiyaç programının proje teslim yöntemine karar vermeden önce formüle edildiği, tasarım ekibinin ilk görevinin mal sahibi ihtiyaç programını rafine etmek olduğu belirtilmiş ve Bölüm 2.7.3.3, Bölüm 2.7.3.4, Bölüm 2.7.3.5, Bölüm 2.7.4.2, Bölüm 2.7.5.2, Bölüm 2.7.5.3, Bölüm 2.7.7.2 ve Bölüm 2.7.8.2’de mal sahibi adına projeyi yönetecek ve tasarımı geliştirecek olan birimlerin ihtiyaç programının ön değerlendirmesini yapmak ve rafine edilmesinde mal sahibine yardımcı olmakla ilgili yükümlülükleri açıklanmıştır. Bu bakımdan, kuramsal olarak, yürürlükteki proje teslim yöntemlerinin tümü doğru bir mal sahibi ihtiyaç programının geliştirilmesine izin vermektedir.

Diğer yanda Bölüm 2.2.5’te inşaat objelerinin uzun ömürlülük ve kullanım maliyetleri açıklanırken, literatürdeki kaynaklara dayanarak tasarım kararlarıyla bu maliyetler arasında güçlü bir ilişki bulunduğu, ancak kullanıcı açısından en önemli özellik olan bakılabilirliğin tasarımcılar tarafından yeteri kadar önemslenmediği ve bu kriteri karşılamayan inşaat objelerinin mal sahibi açısından çeşitli sorunlara yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu durumun üstesinden gelebilmek için kullanıcı ve işletmeci isteklerinin saptanması, mal sahibi istekleriyle karşılaştırılarak optimize edilmeleri ve böylece mal sahibi, kullanıcı ve işletmeci istek ve ihtiyaçlarının entegre bir şekilde ifade edildiği bir ihtiyaç programının geliştirilmesi zorunludur.

İnşaat proje sürecinde tasarım ekibinin ilk görevinin mal sahibi ihtiyaç programının bir değerlendirmesini yapmak ve ihtiyaç programının rafine edilmesini sağlamak olmasından hareket ederek, yukarıda belirtilen optimizasyon çalışmalarının tasarım ekibi tarafından yerine getirilmesinin zorunlu olduğunu öne sürmek mümkündür. Diğer yanda tasarım ekibi katılımcıları ve yükümlülükleri proje teslim yöntemiyle ilgili konulardır. Bu bağlamda, inşaat proje sisteminde birinci kritik başarı faktörü olarak belirlenen mal sahibi, kullanıcı ve işletmeci istek ve ihtiyaçlarının doğru formüle edilmesi ve bunları içeren doğru bir ihtiyaç programının geliştirilebilmesi için, mevcut proje teslim yöntemlerinin bu optimizasyon çalışmalarını içerecek

şekilde yeniden yapılandırılması ya da yeni bir proje teslim yönteminin geliştirilmesi gereklidir.

- **Yapım Dokümanlarının Doğru, Hatasız ve Eksiksiz Olması**

Bölüm 1.1.1’de inşaat projelerindeki ek ödeme başvurularının % 40’ının, süre uzatımı başvurularının ise % 18’inin tasarım hatalarından kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Yapım dokümanlarının doğru, hatasız ve eksiksiz olması, bu tür sorunların meydana gelmemesine ve böylece projenin öngörülen maliyet ve süre sınırları içinde tamamlanmasına yönelik bir ilkedir.

Bölüm 2.7.3.6’da ana yapımcı yükümlülükleri açıklanırken, bu yöntemlerde ana yapımcının işin bölümlerine başlamadan önce yapım dokümanlarının doğruluğunu incelemek, saptadığı hataları mal sahibine bildirmek, aksi halde bu hatalardan kaynaklanan yeniden yapım, vb. işlerin sonuçlarına katlanmakla yükümlü tutulmuştur. Bu durumda yapımcı katılmadığı bir tasarım sürecinin sonuçlarından doğabilecek risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Diğer yanda Bölüm 2.7.6-2.7.8’de açıklanan yapım yönetimi/yapım, tasarım/yapım ve geliştirme/yapım yöntemleri yapımcının tasarım sürecine katılmasını ve böylece yapım dokümanlarının doğru, hatasız ve eksiksiz olmasına katkıda bulunmasını sağlayan yöntemlerdir.

- **Tasarıma İnşa Edilebilirlik Enformasyonu Sağlanması**

İnşa edilebilirlik, proje amaçlarına ulaşmak için planlama, mühendislik, tedarik ve şantiye işlemler konularındaki bilgi ve deneyimin optimum kullanımı olarak tanımlanmaktadır (CII, 1986). Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi, bu ilkenin yerine getirilmesi için bu konularda bilgi ve deneyim sahibi uzmanların tasarım sürecine katılarak bu konularda enformasyon girdisi sağlaması zorunludur.

Bölüm 2.7.3 ve Bölüm 2.7.4’te açıklanan geleneksel teslim yöntemlerinde inşa edilebilirlik girdisi, yapımcının tasarım tamamlandıktan sonra sürece katılması nedeniyle mal sahibi temsilcisi temsilcisinin ve tasarımcının inşaat konusundaki bilgi ve deneyimine bağlıdır. Buna karşılık, Bölüm 2.7.3.8’de belirtildiği gibi, tasarımcılar giderek daha fazla teknik tasarım bilgisine ihtiyaç duymakta ve yükümlülükleri artmakta, bu nedenlerden ötürü yapım deneyimi kazanma fırsatları

azalmaktadır. Bundan ötürü geleneksel teslim yöntemleri tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlanması açısından uygun değildir.

Bölüm 2.7.5'te açıklanan yapım yönetimi/danışmanlık yönteminin ortaya çıkmasındaki ana fikir yapım yöneticisinin tasarım sürecine katılarak inşa edilebilirlik girdisi sağlamasıdır. Ancak Bölüm 2.7.5.5'te belirtildiği gibi, yapım işlerinin mal sahibiyle ayrı bir sözleşmesi olan bağımsız bir yapımçı tarafından üstlenilmesi, yapım yöneticisiyle yapımçı arasında görüş ayrılıklarının doğması ve ters yönlü ilişkilerin ortaya çıkması riskini ortaya çıkarmaktadır. Bundan başka, Bölüm 2.7.3.8'de belirtildiği gibi, yapımçıların önemli bölümünün mal sahibi adına projeyi yöneten birimin tarafsız davrandığına inanmaması, yapım yöneticisiyle yapımçı arasındaki anlaşmazlık riskini güçlendirmektedir. Bu nedenlerden ötürü yapım yönetimi/danışmanlık yönteminin, tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlamakla birlikte, projenin verimliliğine katkısı sınırlıdır.

Bölüm 2.7.6'de açıklanan yapım yönetimi/yapım ve Bölüm 2.7.7'de açıklanan tasarım/yapım yöntemi yapım işlerini üstlenen birimin tasarım sürecine katılması bakımından CII (1986) tarafından tanımlanan anlamda inşa edilebilirlik girdisinin elde edilmesine elverişli yöntemlerdir.

Bölüm 2.7.8'de açıklanan geliştirme/yapım yönteminde ön tasarım işlerini gerçekleştiren birimin bir tasarımcı ya da tasarım/yapımçı olabileceği belirtilmiştir. Her iki seçenekte de yapım işlerini bizzat yerine getirecek olan birimin ön tasarım sürecine katılmaması, geleneksel teslim yöntemleri ve yapım yönetimi/danışmanlık yöntemindeki sorunların ortaya çıkması potansiyelini taşımaktadır.

Yukarıdaki değerlendirmeden hareket ederek, geleneksel teslim yöntemlerinin inşa edilebilirlik girdisi elde etmeye uygun olmadığını, yapım yönetimi/danışmanlık ve geliştirme/yapım yöntemlerinin kuramsal olarak inşa edilebilirlik girdisi sağlamaya uygun olmakla birlikte, projeye katkısının sınırlı olduğunu öne sürmek mümkündür. Diğer yanda yapım yönetimi/yapım ve tasarım/yapım yöntemleri yapım işlerini bizzat üstlenen birimin tasarımın başlangıcında sürece katılmasını sağlamak bakımından CII (1986) tarafından tanımlanan anlamda inşa edilebilirlik girdisi elde etmeye en elverişli yöntemler olarak ortaya çıkmaktadır.

- Tasarıma İşletilebilirlik, Bakılabilirlik, Onarılabilirlik Enformasyonu Sağlanması

Bölüm 1.1.3'te literatürdeki kaynaklara dayanarak inşaat proje sisteminde kullanıcıların inşaat objesinden beklediği en önemli özelliğin bakılabilirlik olduğu ve tasarım kararlarıyla kullanım maliyetleri arasında güçlü bir ilişki olduğu, buna ek olarak Bölüm 1.1.2'de kullanıcıların ve işletmecilerin sürece yeterli ölçüde, hatta çoğunlukla hiç katılmamasının çeşitli sorunlara ve çatışmalara yol açtığı ortaya konulmuş ve Bölüm 2.8'de doğru bir ihtiyaç programı geliştirebilmek için mal sahibi, kullanıcı ve işletmeci isteklerinin optimize edilmesinin zorunlu olduğu ifade edilmiştir. Bu istekleri karşılayan bir tasarımın geliştirilmesi, inşa edilebilirlik girdisi sağlayan yapımcı gibi, işletme konusunda uzman bir birimini tasarım sürecine katılarak işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlamasıyla mümkündür. Diğer yanda, Bölüm 2.7'de incelenen proje teslim yöntemlerinin sözleşme ve iletişim yapılarında işletmecinin formel olarak tasarım sürecine katılmasını öngören düzenlemeler bulunmamaktadır. Bu nedenle tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik sağlanması ilkesinin yerine getirilebilmesi için, mevcut proje teslim yöntemlerinin yeniden yapılandırılması ya da yeni bir proje teslim yönteminin geliştirilmesi gereklidir.

- Benzer Projelerde Deneyim ve Uzmanlık Sahibi Katılımcıların Görevlendirilmesi

Benzer projelerde deneyim ve uzmanlık sahibi olan katılımcıların seçilmesi süreçte rol alan katılımcılar ve bu katılımcıları seçme kriterleriyle ilgili bir konudur. Ancak proje için seçilen teslim yönteminin katılımcı seçme yöntemini dikte etmesinden ötürü, benzer projelerde deneyim ve uzmanlık sahibi olan doğru katılımcıların görevlendirilmesi konusunun başlangıç noktası proje teslim yöntemi alternatifleridir.

Bölüm 2.7 kapsamında açıklanan geleneksel teslim, yapım yönetimi/danışmanlık ve geliştirme/yapım yöntemleri doğru tasarımcının seçilmesi ve mal sahibi tarafından görevlendirilmesi bakımından istenen tasarım kalitesinin elde edilmesini kolaylaştıran yöntemlerdir. Ancak bu yöntemlerde yapımcının ihale yoluyla ve götürü bedel sözleşmeyle görevlendirilmesi doğru yapımcının görevlendirilmesi olasılığını azaltmakta ve istenen yapım kalitesinin elde edilememesi riskini doğurmaktadır. Tasarım/yapım yönteminde ise tasarımcının mal sahibi tarafından seçilmemesi, bir yandan tasarımcının mal sahibiyle olan ilişkisinin sınırlı olmasını ve

diğer yanda tasarım/yapımcıya karşı sorumlu olmasını beraberinde getirmekte, bunun sonucunda mal sahibi isteklerinin doğru anlaşılması ve istenen tasarım kalitesinin elde edilmesi güçleşmektedir. Bu nedenlerden ötürü, Bölüm 2.7.6'da açıklanan ve katılımcıların müzakere yoluyla maliyet+kar esasına dayanan sözleşmelerle görevlendirildiği yapım yönetimi/yapım inşaat proje sisteminde doğru katılımcıların seçimine en elverişli yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak, Bölüm 2.7.6.3'te belirtildiği gibi, bu yöntemde tasarımcı ve yapımcının ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmalarından ve projenin ana tasarımcı tarafından yönetilmesinden doğan sorunlar çözüm getirilmesi gereken problem alanlarıdır.

- Proje Katılımcılarının Ortak Çalışma ve İşbirliği Yapmasına Yönelik Sözleşme Düzenlemeleri

Proje katılımcılarının aynı amaçları güden bir ekip olarak ortak çalışma ve işbirliği yapmaları, bütün proje teslim yöntemlerinde problemlili olan bir konudur. Bölüm 2.7.3.8'de açıklandığı gibi, geleneksel teslim yöntemlerinde tasarımcının şöhret ve uzmanlığı esas alınarak, yapımcının ise fiyat rekabetine dayanarak seçilmesi ve bu birimlerin ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmaları, aralarında ters yönlü bir ilişki yaratmakta, bu ters yönlü ilişkiler ve farklı amaçlar söz konusu birimlerin ortak çalışma ve işbirliği yapmalarını engellemektedir. Benzer şekilde, yapım yönetimi yöntemlerinin her ikisi de tasarımcı ve yapımcının ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmaları bakımından aynı sorunla karşı karşıyadır. Yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde yapımcı birim genellikle tasarımın tümü ya da bölümleri tamamlandıktan sonra rekabet esasına göre seçilmekte ve bunun sonucunda geleneksel teslim yöntemlerindeki sorun aynı şekilde ortaya çıkmaktadır. Yapım yönetimi/yapım yönteminde yapımcının proje başlangıcında görevlendirilmesi ve tasarımcıyla ortak çalışma yapması her iki tarafın amaçlarının farklı olması gerçeğini değiştirmemektedir.

Tasarım/yapım yöntemi, tasarımcının ve yapımcının aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışması bakımından en uygun yöntem olarak görünmektedir. Ancak bu yöntemde mal sahibinin sürece müdahale olanaklarının sınırlı olması, söz konusu tasarım/yapım ekibinin kendi çıkarlarını ön plana alarak projenin ve mal sahibinin çıkarlarını ikinci plana atmaları riskini taşımaktadır. Bu bağlamda tüm katılımcıların bir ekip olarak çalışacakları ve mal sahibinin de bu ekibin bir üyesi olacağı bir

düzenleme projenin başarısı açısından yaşamsal önem taşıyan ve çözümlenmesi gereken bir problemidir.

Geliştirme/yapım yöntemi ön tasarımla kesin tasarım ve yapım işlerinin ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı birimler tarafından gerçekleştirilmesi bakımından geleneksel teslim yöntemlerindeki ters yönlü ilişki ve çıkar çatışması potansiyelini, kesin tasarımı geliştiren tasarımcıyla yapımının geliştirme/yapım organizasyonunda yer alması bakımından da tasarım/yapım yöntemindeki mal sahibi çıkarlarının ikinci plana atılması riskini taşımaktadır.

Bu bölümde yapılan analize dayanarak; mevcut proje teslim yöntemlerinin yapım dokümanlarının tam ve eksiksiz olması, tasarıma inşa edilebilirlik enformasyonu sağlanması, doğru katılımcıların seçilmesi ve katılımcıların aynı amaca yönelik bir ekip olarak çalışmalarını sağlayan sözleşme düzenlemeleri bakımından çeşitli avantaj ve dezavantajlar sağladığı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte yürürlükteki proje teslim yöntemleri mal sahibi ihtiyaç programına odaklanmakta, ancak kullanıcı ve işletmecinin sürece katılarak isteklerini ifade etmelerini ve mal sahibi dahil, diğer proje katılımcılarının istekleriyle karşılaştırarak optimize edilmeleri ve böylece objenin tüm yaşam çemberini hesaba katan bir ihtiyaç programı geliştirilmesi ve tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlanması bakımından yetersiz kalmaktadırlar. Bunun sonucunda kullanıcı ihtiyaçlarını tam olarak karşılamayan inşaat objeleri geliştirilmekte, bu objelere talebin düşük olması mal sahibinin yatırdığı sermayenin geri dönüşünü ve hedeflerine ulaşmasını riske atmaktadır.

Bu problemlerin çözümü için, inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin projenin erken aşamalarında bir araya gelerek istek ve ihtiyaçlarını ortaya koymaları, söz konusu isteklerin optimize edilmesiyle bu aktörlerin tümünün mutabık kaldıkları bir hedef değerler setinin geliştirilmesi ve inşaat objesinin bu hedef değerleri karşılayacak şekilde geliştirilmesi, yani tasarlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir. Bu tür bir yaklaşım proje katılımcılarının ve bu katılımcılar arasındaki ilişkilerin farklılaşmasından ötürü alternatif bir proje teslim yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Pietroforte (1997) AIA tarafından geliştirilen standart sözleşme dokümanlarının günümüzün gereksinimlerine cevap vermediğini belirterek, tasarım sürecinin çeşitli katılımcıların çeşitli aşamalarda katkıda bulunduğu kolektif bir problem çözme süreci olduğu kabulüne dayanan yeni bir sözleşme düzenlemesinin gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

Oxman (1995) büyük projelerde her biri farklı alanlarda uzman olan çok sayıda aktörün süreçte rol aldığını ve bu aktörlerin hep birlikte bir ekip olarak hareket etmeleri gerektiğini vurgulayarak, taraflar arasında veri paylaşımı, fikir alışverişi, çözümlerin müzakere edilmesi, çatışmaların yönetilmesi ve çözümlenmesi sorunlarının önemine değinmekte ve imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımının bu sorunları çözme potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir.

Duncombe (1997) ve Saxon (2001) eşzamanlı mühendislikle yatırım maliyetlerinden % 25-30 oranında tasarruf sağlanabileceğini, Eldin (1997) ise eşzamanlı mühendislik uygulaması sonucunda proje süresinin % 25-30 dolayında kısalabileceğini öne sürmektedirler. Kamara ve diğ. (1997) eşzamanlı mühendisliğin inşaat sektörüne müşteri memnuniyeti, kalite artışı ve maliyetlerin azaltılması gibi faydalar sağlayacağını, ancak eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde sözleşme formları geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerinde uygulanabilirliğini irdelemeden önce bu yaklaşımın temel özelliklerinin ortaya konulması zorunludur. Bu nedenle Bölüm 3'te eşzamanlı mühendislik yaklaşımı analiz edilecektir.

3. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK

Bu bölümün amacı, eşzamanlı mühendislik yaklaşımını tanıtmak, bir sistem çerçevesi içinde analiz ederek dinamiklerini sergilemek, bu analizden ve literatürdeki kaynaklardan yararlanarak eşzamanlı mühendisliğin temel ilkelerini ortaya koymaktır.

Ürün geliştirme; ihtiyacın belirlenmesi ile başlayıp ürünün pazara teslim edilmesiyle sona eren süreç içinde gerçekleşen bütün faaliyet ve aşamaları kapsayan bir kavramdır. (Prasad, 1996a; Ribbens, 2000) Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik, çeşitli ihtiyaçları karşılayacak fiziksel ürünleri geliştirmek amacına yönelik bir ürün geliştirme sistemidir. Bir başka ifadeyle, eşzamanlı mühendislik ihtiyacın belirlenmesini, ihtiyacı karşılayacak ürünün tasarlanmasını, üretilmesini ve pazara ve/veya müşteriye teslimini kapsamaktadır. Bu yaklaşımın geleneksel ürün geliştirme sistemlerinden ayırt edilmesini sağlayan temel özellikler;

- İşin başlangıcında ürünün yaşam çemberindeki tüm aşamaları temsil eden aktörlerin bir araya gelmesiyle çoğul disiplinli bir ekibin oluşturulması,
- Ürünü isteyen müşterinin çoğul disiplinli ekibe katılarak istek ve önceliklerini kendi terminolojisiyle ifade etmesi,
- Alt yüklenicilerin çoğul disiplinli ekibe katılarak enformasyon girdisi sunması
- Çoğul disiplinli ekibin müşteri isteklerini ve üretim, vb. tasarım sonrası aşamaların sınırlamalarını optimize ederek ürünün karşılaması gereken hedef değerlere dönüştürmesi,
- İş mümkün olduğu oranda bağımsız yürütülebilir parçalara bölerek paralel çalışma yapılması,
- Üretim ve sonrası aşamalarındaki aktivitelerin tasarımla entegre bir şekilde planlanması

olarak özetlenebilir. Bu bağlamda eşzamanlı mühendislik yaklaşımının ayırt edici özellikleri tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır.

Eşzamanlı mühendisliğin uygulandığı imalat sektöründe üretilen ürünlerin işlev, biçim, teknik özellikler, vb. açısından sayılamayacak kadar çok ve çeşitli olması ve dolayısıyla her birinin kendine özgü yöntemler ve teknikler vasıtasıyla üretilmesi, dağıtılması ve teslim edilmesi, ürün özellikleri ve ürünle ilgili tasarım sonrası aktiviteler hakkında genelleme yapma olanağını ortadan kaldırmaktadır.

Eşzamanlı mühendisliğin analizinde karşılaşılan bir diğer problem, sistemin işleyişini etkileyen çevre faktörlerinin belirlenmesidir. Ürün tiplerinin çokluğunun yanı sıra sistem çevresinin sistemin karar vericisinin kontrolü dışındaki her şeyi içermesi, bilinmeyen değişken sayısını çoğaltmakta ve böylece ürün, ürün geliştirme süreci ve çevre faktörleri arasında anlamlı korelasyonlar elde edilmesini güçleştirmektedir.

Yukarıda belirtilen nedenlerden ötürü bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin analizine yönelik açıklamalar tasarım öncesi ve tasarım aşamalarıyla sınırlı tutulacak, üretim ve üretim sonrası aşamalar ele alınmayacaktır. Bundan başka, bir sistem elemanı olarak ürünün kendisi ve sistem çevresi unsurları analiz kapsamı dışında tutulacaktır.

Eşzamanlı mühendislikte tasarım aşamasına katılan tasarım ekibi, müşteri ve alt yüklenicileri çoğul disiplinli ekip başlığına indirgeyerek incelemek mümkündür. Ancak ürünlerin yaşam çemberinde çok sayıda aktör rol alması ve bu aktörlerin tümünün başlangıçta bir araya getirilmesi, iletişim ve koordinasyon yönünden sorunlar yaratma potansiyelini taşımaktadır. Bu nedenle çoğul disiplinli ekibin kademeli olarak geliştirilmesi gereklidir ve sonuçta hangi birimin, ne amaçla sürece ne zaman katılacağı, tasarım öncesi aşamada atılması gereken adımları oluştururlar. Bu nedenle bu bölümde eşzamanlı mühendislik analiz edilirken, sistemin elemanlarını oluşturan çoğul disiplinli ekip katılımcıları, katılımcıların temel işlevleri ve katılımcı seçme yöntemleri, eşzamanlı mühendislik sürecindeki çoğul disiplinli ekip oluşturma aktivitesiyle entegre bir şekilde incelenecektir.

Bu bölümün birinci adımında önce literatürdeki eşzamanlı mühendislik tanımlarına yer verilecek ve bu tanımlardaki temel özellikler derlenerek eşzamanlı mühendislik kavramı tanımlanacaktır. İkinci adımda, eşzamanlı mühendisliğin ortaya çıkış nedenlerini, ürün geliştirme sürecine getirdiği yenilikleri ve günümüze kadar

geçirmiş olduğu evrimi ortaya koymak amacıyla, eşzamanlı mühendisliğin arka planı ve tarihsel gelişimi aktarılacaktır. Üçüncü adımda, bir sistem olarak eşzamanlı mühendisliğin amacı ortaya konulacaktır. Dördüncü adımda, eşzamanlı mühendislik süreci ve bu süreçte kullanılan araçlar açıklanacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi, çoğul disiplinli ekibin temel katılımcıları, katılımcı seçme yöntemleri ve katılımcıların temel işlevleri süreçteki çoğul disiplinli ekip oluşturma aktivitesiyle birlikte ele alınacaktır. Beşinci adımda, çoğul disiplinli ekipteki karşılıklı ilişkiler irdelenerek eşzamanlı mühendisliğin organizasyon ve yönetim yapısı ortaya konulacaktır. Altıncı adımda, literatürdeki kaynaklara dayanarak eşzamanlı mühendisliğin ürüne ve ürün geliştirme sürecine sağladığı avantajlar, yedinci adımda ise uygulama problemleri ortaya konulacaktır. Son bölüm olan sekizinci adımda, eşzamanlı mühendislik sisteminin analizi sonucunda elde edilen bulgulardan ve literatürdeki kaynaklardan yararlanarak eşzamanlı mühendisliğin temel ilkeleri derlenecektir.

3.1 Eşzamanlı Mühendisliğin Tanımı

Eşzamanlı mühendislik 1980’li yılların ikinci yarısına kadar simültane mühendislik, paralel mühendislik, yaşam çemberi mühendisliği gibi terimlerle adlandırılmıştır. Hartley (1992) eşzamanlı mühendislik teriminin ilk kez 1986 yılında A.B.D. Savunma Bakanlığı’nın ürün geliştirme sürecinde veri entegrasyonu sağlamak amacıyla başlattığı CALS (Computer-aided Acquisition and Logistics Support) programında kullanıldığını belirtmektedir. CALS raporundaki tanıma göre;

eşzamanlı mühendislik, ürünün, konsept oluşturulmasından ortadan kalkmasına kadar gerçekleşen bütün yaşam çemberi aşamalarını dikkate alan bir ürün tasarımı yaratmaya yönelik, sistematik bir yaklaşımdır. Eşzamanlı mühendislik, ürünü, ürün geliştirme süreçlerini ve lojistik destek gibi gerekli olan bütün yaşam çemberi süreçlerini eşzamanlı olarak betimler. Eşzamanlı mühendislik, mevcut sıralı ve ileri beslemeli mühendislik sürecinin keyfi olarak ortadan kaldırılması demek değildir. Daha çok, üretim ve kullanım varyasyonları toleranslı olan, sıralı ürün geliştirme sürecine oranla daha düşük maliyetli ve daha sağlam bir tasarım elde etmek amacıyla, bütün düzey akıllı özelliklerin birlikte tasarlanmasıdır (CALS, 1991).

Eşzamanlı mühendislik konusunda yapılan araştırmalarda en sık atıfta bulunulan tanım, Winner ve ekibinin A.B.D. Savunma Bakanlığı adına yürüttüğü DICE

(DARPA Initiative in Concurrent Engineering) projesinin sonuç raporunda yapılan tanımdır. Bu tanıma göre;

eşzamanlı mühendislik, ürünlerin ve, üretim ve destek dahil, ürünlerle ilgili süreçlerin entegre ve eşzamanlı olarak tasarlanmasına yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın amacı, tasarımı geliştirenlerin, ürünün konsept oluşturulmasından ortadan kalkmasına kadar meydana gelecek bütün yaşam çemberi aşamalarını, başlangıçtan itibaren kalite, süre ve kullanıcı istekleri dahil bütün yönleriyle ele almalarını sağlamaktır (Winner ve diğ., 1988).

Cleetus (1992) DICE raporundaki tanımın, ürünün tüm yaşam çemberi aşamalarının işin başından itibaren ele alınmasını vurguladığını ve bu tanıma göre eşzamanlı mühendisliğin esasının entegre bir yaklaşıma dayandığını belirtmiş ve eşzamanlı mühendisliğin tanımını bu entegre sistem içinde rol oynayacak olan ekip değerlerini de kapsayacak şekilde geliştirmiştir. Bu yeni tanıma göre;

eşzamanlı mühendislik, müşteri beklentilerini karşılamayı ön plana alan, ortak çalışma, güven ve paylaşma gibi ekip değerlerini bünyesinde barındıran, karar verme sürecinin bütün yaşam çemberi perspektiflerinin erken aşamalardan itibaren paralel çalışarak ele alınmasıyla ve uzlaşmaya varmak için bilgi alışverişinde bulunarak senkronize edilmesiyle ilerlediği, sistematik bir entegre ürün geliştirme yaklaşımıdır (Cleetus, 1992).

Literatürdeki diğer eşzamanlı mühendislik tanımlardan başlıcaları aşağıdaki gibidir:

Eşzamanlı mühendislik, ekibin işin parçalarının gerçekleştirilmesinden değil, bütününün gerçekleştirilmesinden sorumlu olduğu ve bunun için önemli tasarım kararları verdiği, amaç yönelimli bir çabadır (Turino, 1992).

Eşzamanlı mühendislik, ürün kalitesini sadece tasarım aşamasında değil, aynı zamanda bütün yaşam çemberi boyunca yükseltmek amacıyla bilgisayar destekli tasarım teknolojisinin kullanıldığı bir tasarım mühendisliği ortamıdır (Ellis, 1992).

Eşzamanlı mühendislik ideal durumda ürünün yaşam çemberi boyunca içerdiği unsurların ürün tasarımı sırasında eşzamanlı olarak ele alınmasıyla ilgilidir. Eşzamanlılık stratejisi, farklı mühendislik disiplinleri arasında işlevsellik, pazarlanabilirlik, üretilebilirlik, bakılabilirlik, vb. konularında meydana gelen çatışmaların erken bir aşamada çözülmesi için fırsat sağlar (Kannapan ve Marshek, 1992).

Bu tanımlardan elde edilen bilgiler doğrultusunda eşzamanlı mühendislik; ürünün ve ürünle ilgili üretim ve kullanım süreçlerinin ürün yaşam çemberi boyunca rol alacak aktörlerin ya da temsilcilerinin biraya gelerek oluşturdukları çoğul disiplinli ekipler tarafından entegre bir şekilde tasarlanması yoluyla ürünün tüm yaşam çemberinde doğabilecek problemlerin tasarımın erken aşamalarından itibaren proaktif bir biçimde ele alınarak çözümlenmesini, böylece üretim ve kullanım aşamalarında ortaya çıkabilecek değişiklik, düzeltme ve/veya yeniden yapım işlerinin azaltılmasını içeren sistematik bir ürün geliştirme yaklaşımı olarak tanımlanabilir.

3.2 Eşzamanlı Mühendisliğin Arka Planı ve Tarihsel Gelişimi

Eşzamanlı mühendislik geleneksel ürün geliştirme yaklaşımlarına alternatif olarak imalat sektöründe ortaya çıkmış, 1980'li yıllardan itibaren birçok araştırmaya konu olmuş, böylece çeşitli yönleri irdelenerek rafineleşmesi sağlanmıştır. Bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin geleneksel ürün geliştirme yaklaşımlarına hangi açılardan yenilik getirdiğinin ortaya koymak ve günümüzde varmış olduğu noktanın anlaşılmasına yardımcı olmak amacıyla, önce eşzamanlı mühendisliğin ortaya çıkış nedenleri ve arka planı, daha sonra bu yaklaşımın tarihsel gelişimi açıklanacak ve eşzamanlı mühendislik konusunda yapılan önemli çalışmalar tanıtılacaktır.

3.2.1 Eşzamanlı Mühendisliğin Arka Planı

Ürün geliştirme; ihtiyacın belirlenmesi ile başlayıp ürünün pazara teslim edilmesiyle sona eren süreç içinde gerçekleşen bütün faaliyet ve aşamaları kapsayan bir kavramdır (Prasad, 1996a; Ribbens, 2000). Geleneksel ürün geliştirme sistemleri çeşitli yayınlarda sıralı süreçler olarak anılmakta ve işleyişi açıklanmaktadır (Carlson ve Ter-Minassian, 1996; CERG/SMIC, 1999; Hartley, 1992; Jo ve diğ., 1993; Prasad, 1996a). Bu kaynaklardan yararlanarak geleneksel ürün geliştirme sistemlerinin işleyişini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

Geleneksel ürün geliştirme sistemlerinde bireyler ve departmanlar sadece kendi atandıkları işlevden sorumludur. Pazar araştırma departmanı ya da üst düzey bir yönetim kademesi müşteri isteklerini ve buna bağlı olarak ihtiyacı saptar ve bu verileri planlama departmanına iletir. Planlama departmanı bu verilerden hareket ederek ürünün teknik gereksinimlerini belirler ve bu teknik gereksinimlerin ifade

edildiği şartnameleri tasarım departmanına gönderir. Tasarım grubu ürünü kendi başına, üretim sürecinden adeta yalıtılmış olarak tasarlar ve çizimleri ürünün üretilmesi için üretim departmanına aktarır. Ancak bir tasarımın hiç revizyon görmeden üretilmeye başlaması ender rastlanan bir durumdur. Sıralı süreçte, bütün tasarım ve üretim problemleri giderilinceye kadar, tasarım ve üretim departmanları arasında birçok müzakere yapılır ve büyük zaman harcanır. Tasarım bu süre boyunca tasarım ve üretim departmanları arasında gidip gelir.

Tasarımın artık üretilbileceği konusunda mutabakata varıldıktan sonra, üretim sürecinde gereken malzeme, ekipman ve benzeri girdilerin temin edilmesi için satın alma departmanı, bunlar için gereken parasal kaynakların sağlanması için de finansman departmanı devreye girer. Girdi tedariki ya da finansman konusunda sorun çıkması durumunda, tasarım alternatif çözümler üretmek ya da değiştirilmek üzere tasarım departmanına geri döner ve süreç tekrarlanır. Daha sonra ürünü hedeflenen pazara tanıtmak üzere pazarlama ve satış departmanı sürece dahil olur. Bu departmanın müşteri isteklerini karşılamak için yapılması gereken değişiklikleri tanımlamasıyla, bütün süreç yeniden başlar.

Departmanların aralarında duvar varmışçasına birbirlerinden bağımsız hareket etmeleri yüzünden “Duvar Üzeri” (Over the Wall) olarak da adlandırılan bu yaklaşımın süreçte rol alan aktörler arasında iletişim kurulmasını teşvik etmemesi, tasarımın kalitesi ve ürünün yaşam çemberi üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Çeşitli departmanlardan gelen düzeltme ve değişiklik istekleri, ileri aşamalarından tekrar başlangıç noktasına dönülmesine, ürünün pazara teslim süresinin uzamasına ve maliyetlerin artmasına yol açmaktadır (CERG/SMIC, 1999; Jo ve diğ., 1993).

Prasad (1996a) sıralı ürün geliştirme sürecinin yetersizliklerini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

- Yeni bir aşama, kendisinden bir önceki aşama bitmeden başlayamaz. Bunun anlamı, ürün geliştirme süresinin uzamasıdır.
- Üretim departmanı tasarımın üretilbilirliği hakkında fikir belirtinceye kadar, üretim maliyetlerinin önemli bölümü (% 50-80'i) doğrusal girdi olarak ürün geliştirme maliyetlerine girmiş olur.

- Sonuçta elde edilen ürün, zaman kaybı nedeniyle, başlangıçta hedeflenen pazara uygunluk özelliklerini yitirmiş olabilir (Prasad, 1996a, s. 95).

Sıralı ürün geliştirme sürecinin yukarıda belirtilen yetersizliklerinin yanı sıra, 1973 yılında dünya çapında maruz kalınan petrol krizinin bütün ülkelerin ekonomileri ve imalat sektörleri üzerindeki olumsuz etkileri ve daha sonraki dönemlerde artan uluslararası rekabet ve hızla gelişen teknoloji, firmaların pazar paylarını korumalarını ve buna bağlı olarak hayatta kalmalarını güçleştirmiş, bu nedenlerden ötürü firmalar, yüksek kalitede ve düşük maliyetli ürünleri daha kısa sürede geliştirip pazara teslim etmek ve bu amaca yönelik olarak da organizasyonel yapılarının verimliliğini arttıracak teknikler geliştirmek zorunda kalmışlardır. Firmaların verimliliğini artırmaya yönelik yöntemler geliştirmek amacıyla yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular, tasarım sırasında verilen kararların ürünün tüm yaşam çemberinde üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu amaca yönelik çalışmalardan bazılarında öne sürülen görüşleri aşağıdaki gibidir.

Boothroyd (1988) Ford Motor Company'nin yayınlanmış raporlarına atıfta bulunarak tasarım maliyetinin toplam ürün maliyeti içindeki payının sadece % 5 olduğunu, buna karşılık toplam maliyetin % 70'ini etkilediğini öne sürmektedir. Huthwaite (1987) tasarım maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payı ve toplam maliyete etkisi konusunda aynı yüzdeleri vermekte, tasarım işlevini organizasyonu temsil eden bir gölün ortasına atılan bir taşla benzeterek, bu taşın organizasyonun her alanını dalga dalga yayılarak etkilediğini öne sürmekte ve tasarımın bu etkisini "Dalga Etkisi" (Ripple Effect) olarak adlandırmaktadır. Dixon ve Duffy (1988) kalite sorunlarının % 40'ının kötü tasarımdan kaynaklandığını belirtmektedirler. Suh (1990) üretim aşamasındaki üretkenliğinin % 70-80'inin tasarım aşamasında belirlenebileceğini savunmaktadır.

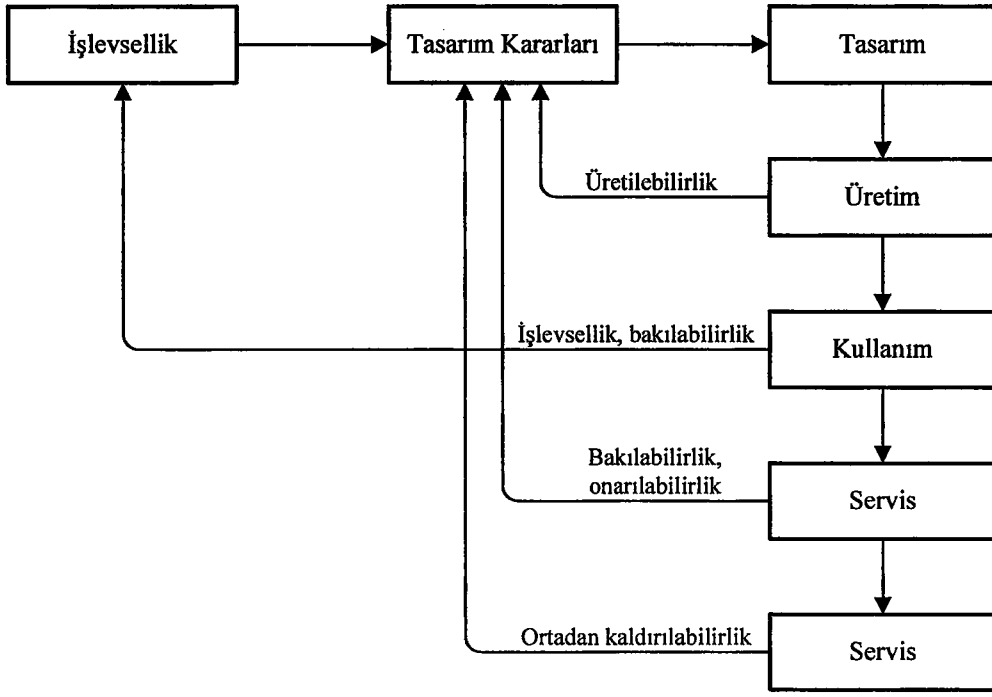
Tasarımın kullanım aşaması üzerindeki etkilerini ele alan çalışmalarda, Prasad (1996a) tasarımcıların çoğunun üretimde kullanılan malzeme ve işgücü gibi doğrudan maliyetleri dikkate aldığını, doğrudan maliyetlerin dışında kalan diğer yaşam çemberi maliyetlerini azaltma konusuna fazla önem vermediklerini, oysa bu maliyetlerin doğrudan maliyetlerin 4-5 katına kadar çıkabildiğini vurgulamaktadır. Schrage (1993) kaliteyi ürünün pazara teslim edildikten sonra toplumda neden olduğu kaybın en aza indirilmesi olarak tanımlamakta ve kalitenin ürünün yaşam

çemberinin her aşaması bakımından dikkate alınması gereken bir unsur olduğunu, bu nedenle ürünlerin ve ürünle ilgili süreçlerin entegre ve eşzamanlı olarak tasarlanmasının zorunlu olduğunu ifade etmektedir. Kapur (1993) ürünün imal edilebilirlik ve bakılabilirlik için tasarlanmasının zorunlu olduğunu, böylece hem üreticinin hem de tüketicinin maliyetlerden tasarruf sağlayacağını öne sürmektedir. Cleetus (1994) ürünlerin çevreye zarar vermeden ortadan kaldırılması konusunun tasarım aşamasında ele alınması gerektiğini, bu yolla ürün yaşam çemberi maliyetlerinin azalacağını savunarak, bu konuda çeşitli önerilerde bulunmaktadır.

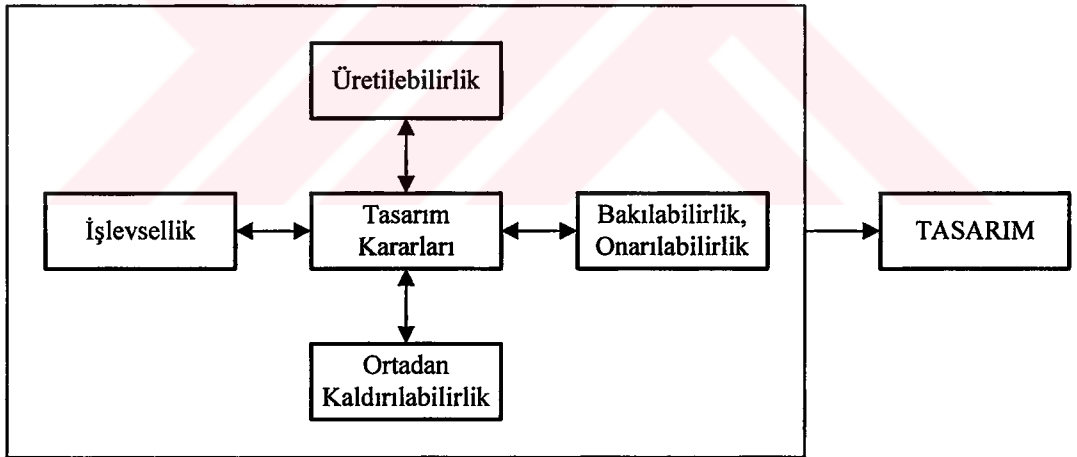
Bu bilgiler doğrultusunda varılan sonuç, firmaların pazar payını koruyabilmeleri ve buna bağlı olarak varlıklarını sürdürebilmeleri için, ürünlerini bütün yaşam çemberi aşamalarını dikkate alarak geliştirmek zorunda oldukları, buna karşılık geleneksel ürün geliştirme yaklaşımlarının katılımcılar arasında iletişim, ortak çalışma ve işbirliğini teşvik etmemelerinden ötürü bu ihtiyacı karşılamakta yetersiz kaldıklarıdır.

Eşzamanlı mühendislik, firmaların yukarıdaki paragraflarda ortaya konulan problemlerine çözüm getirmek amacıyla geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın birincil özelliği, ürün yaşam çemberindeki tüm aşamaları temsil eden aktörlerin tasarım ekibinde rol almaları ve tasarım kararlarına katılmalarıdır. Geleneksel sıralı mühendislik sistemlerinin ve eşzamanlı mühendisliğin tasarım aşamalarındaki enformasyon akışları Şekil 3.1’de karşılaştırılmaktadır.

Şekil 3.1’de, geleneksel sıralı süreçte katılımcılar arasındaki enformasyon akışının yaşam çemberi sıralaması içinde gerçekleştiği ve sürecin ileri aşamalarından tekrar başlangıç noktasına dönüldüğü görülmektedir. Sonuç olarak bu geri dönüşler geleneksel sistemlerde ürün geliştirme süresinin uzamasına ve maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Buna karşılık eşzamanlı mühendislikte ürünün yaşam çemberinde rol alan aktörler tasarım ekibine katılarak bilgi ve deneyimlerini sunmakta, tasarım bu enformasyon doğrultusunda geliştirilmektedir. Böylece ürünün yaşam çemberinde doğabilecek problemler proaktif bir biçimde ele alınmakta ve daha sonraki aşamalarda ortaya çıkabilecek değişiklik, düzeltme ve yeniden yapım işleri önlenerek süre ve maliyetlerden tasarruf sağlanmaktadır.



A- Geleneksel Sıralı Mühendislikte Tipik Enformasyon Akışı



B- Eşzamanlı Mühendislikte Tipik Enformasyon Akışı

Şekil 3.1. Geleneksel Mühendislikte ve Eşzamanlı Mühendislikte Tipik Enformasyon Akışı

Literatürdeki çeşitli yayınlar eşzamanlı mühendislikte, bütün işlevsel özelliklerin dikkatle incelenmesi gerektiğinden, tasarım için harcanan sürenin uzadığını, ancak ilerideki aşamalarda daha az tasarım değişikliği ihtiyacı ortaya çıkmasının, uzayan tasarım süresinin daha sonra çember içinde telafi edilmesini ve ürün teslim süresinin kısalmasını sağladığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar ve eşzamanlı mühendisliğin sağladığı avantajlar Bölüm 3.6’da ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

3.2.2 Eşzamanlı Mühendisliğin Tarihsel Gelişimi

Ziemke ve Spann (1993) eşzamanlı mühendislik konusunda yapılacak bir literatür taramasının 1980’li yıllara varıncaya kadar bu alanda bir çalışma yapılmadığı yargısına varılmasıyla sonuçlanacağını, ancak bunun yanıltıcı olduğunu, eşzamanlı mühendisliğin kökeninin daha eski dönemlere dayandığını belirtmektedirler. Çeşitli yazarlara göre eşzamanlı mühendislik ilkeleri ilk olarak Henry Ford tarafından uygulanmıştır (Prasad, 1996a; Jo ve diğ., 1993; Ziemke ve Spann, 1993).

Ziemke ve Spann (1993) İkinci Dünya Savaşı sırasında, savaş öncesinde otomobil üreten firmaların öncülüğüyle, çoğul disiplinli ekipler tarafından eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde silah, tank, savaş uçağı, vb. üretildiğini örneklerle anlatmakta ve bu yaklaşıma özel bir isim verilmesi gerekmediğini, çünkü bunun o dönemdeki normal üretim tarzı olduğunu, ancak savaşın bitmesinden sonra bu yaklaşımın göz ardı edildiğini belirtmektedirler.

Jo ve diğ. (1993) 1960’lı yıllarda teknolojik açıdan rekabetin artması üzerine, üretim kaynaklarının verimli kullanılmasının ve maksimum değer elde edilmesinin öneminin kavranmaya başladığını ve Gladman’ın, ürünlerin başlangıçtan itibaren üretim için tasarlanmasını vurguladığını aktarmaktadırlar. Yazarlara göre Gladman “Üretim için Tasarım” (Design for Production) kavramını ortaya atmış ve üretim süreciyle ilgili tüm verilerin diğer uzmanlar tarafından tasarımcıya temin edilmesi gerektiğini, böylece tasarımcının bu bilgileri tasarımın erken aşamalarında dikkate alarak üretilebilir ve ekonomik bir tasarım elde edeceğini öne sürmüştür.

1973 yılında maruz kalınan petrol krizinin etkisiyle 1970’li yılların sonuna doğru büyük bir mali sıkıntı içine düşen Ford Motor Company, İkinci Dünya Savaşı sırasında benimsediği çoğul disiplinli ekiplerle ürün geliştirme yaklaşımına yeniden

yatırım yapmış ve bu yolla ürettiği Ford Taurus modelinin pazarda büyük başarı kazanması üzerine bu uygulamayı sürdürmüş, 1980’li yıllarda ürettiği diğer modeller de pazarda aynı şekilde başarılı olmuştur (Ziemke ve Spann, 1993).

Simültane mühendislik ve paralel mühendislik gibi adlarla da anılan çoğul disiplinli ekipler vasıtasıyla entegre ürün geliştirme yaklaşımı ilk kez CALS programında eşzamanlı mühendislik olarak adlandırılmıştır (Hartley, 1992). A.B.D. Savunma Bakanlığı tarafından 1986 yılında ürün geliştirme sürecinde veri entegrasyonu amacıyla başlatılmış bir proje olan CALS’ın hedefleri, enformasyonun entegrasyonu ve otomasyonu vasıtasıyla maliyetleri düşürmek, kaliteyi yükseltmek ve ürün teslim süresini kısaltmaktır. Bu konseptin temelleri;

- Enformasyonu bir kere oluşturmak ve birçok kez kullanmak,
- Bu enformasyonu ürünün bütün yaşam çemberi boyunca kullanmak,
- İşlevler ve süreçler üzerinde ortak çalışma yapılmasını sağlamak,
- Enformasyona ulaşmada şeffaf sistemler yaratmak,
- İş akışını konfigüre etmek ve yönetmek

esasına dayanmaktadır (Pallot ve Sandoval, 1998). A.B.D. Savunma Bakanlığı eşzamanlı mühendislik yaklaşımına büyük önem vermiş, bu konuda CALS dışında araştırmalar başlatmış ve silah sistemleri geliştirilmesinde uygulamıştır. 1988 yılında, Bakanlığa bağlı DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) birimi hükümet, sanayi ve akademinin katılımıyla, bir proje üzerinde çalışan her üyenin hızlı bir bilgisayar ağı üzerinden iletişim kurabilmesini ve enformasyon alışverişinde bulunabilmesini sağlayacak bir mimari geliştirmek amacıyla DICE (DARPA Initiative in Concurrent Engineering) konsorsiyumunu oluşturmuştur (Jo ve diğ., 1993).

A.B.D. Savunma Bakanlığı eşzamanlı mühendisliğin araştırılıp yaygınlaştırılmasına öncülük etmiş, konu üzerinde kapsamlı araştırmalar başlatmıştır. Eşzamanlı mühendisliğin ilk kayda değer tanımları CALS ve DICE raporlarında ortaya konulmuş, böylece terminoloji birliği sağlanmıştır. Bu projelerin ardından 1990’lı yıllarda eşzamanlı mühendislik konusunda çok sayıda araştırma yapılmış ve

yayınlanmıştır (Hartley, 1992; Kusiak, 1993; Parsaei ve Sullivan, 1993; Turtle, 1994; Prasad, 1996a; Prasad, 1996b; Pallot ve Sandoval, 1998; Ribbens, 2000). Ayrıca, eşzamanlı mühendisliği araştırma ve yaygınlaştırma amacını güden çeşitli akademik ve bağımsız kurumlar tesis edilmiştir. Bunlardan başlıcaları;

- Eşzamanlı Ürün Geliştirme Kurumu (Society of Concurrent Product Development) (SCPD, 2004)
- Avrupa Eşzamanlı Mühendislik Kurumu (European Society of Concurrent Engineering) (ESoCE, 2003)
- Meksika Eşzamanlı Mühendislik Kurumu (Sociedad Mexicana de Ingenieria Concurrente) (SMIC, 2003)
- West Virginia Üniversitesi Eşzamanlı Mühendislik Araştırma Merkezi (West Virginia University Concurrent Engineering Research Center) (CERC, 2002)

olarak sayılabilir. Gerek bu kurumlar ve gerekse burada anılmayan kurumlar ve kişiler tarafından eşzamanlı mühendislik konusunda çok sayıda araştırma yapılmış, çeşitli tarih ve yerlerde konuyla ilgili yerel ve uluslararası konferanslar ve sempozyumlar düzenlenmiştir. İnternet vasıtasıyla bu çalışmaların bir bölümüne ulaşma olanağı bulunmaktadır.

3.3 Eşzamanlı Mühendisliğin Amacı

Bölüm 3.2.1’de eşzamanlı mühendisliğin arka planı açıklanırken, bu yaklaşımın firmaların müşteri memnuniyeti elde etmeleri, bu yolla rekabet şanslarını korumaları ve hayatta kalabilmeleri için geleneksel ürün geliştirme yöntemlerine alternatif olarak ortaya çıktığı ortaya konulmuştur. Bu bağlamda eşzamanlı mühendisliğin nihai hedefi, yüksek kalitede ürünleri kısa sürede düşük maliyetlerle pazara teslim ederek müşteri memnuniyeti elde etmek, böylece firmanın firmaların rekabet düzeyini koruyarak ve/veya arttırarak hayatta kalmasını sağlamaktır. Eşzamanlı mühendisliğin diğer ürün geliştirme yaklaşımlarından ayırt edilmesini sağlayan temel özellik, bu hedefe ulaşmak için benimsediği stratejidir.

Eşzamanlı mühendisliğin temel stratejisi, ürünü satın alan ve/veya kullanan müşterinin talep ettiği değer ve kalite özelliklerinin yanı sıra, ürün müşteriye teslim edilinceye kadar gerçekleşen yaşam çemberi aşamalarında rol alan aktörlerin talep ettikleri üretilebilirlik, monte edilebilirlik gibi işlevsel gereksinimleri karşılayan özellikleri de içeren bir tasarım geliştirmektir. Bir başka deyişle, eşzamanlı mühendislikte tasarım; üretim, bakım, onarım, kullanım ve ortadan kaldırma gibi yaşam çemberi aşamalarını dikkate almak zorundadır, dolayısıyla ürün;

- Üretilebilirlik için tasarım (Design for Manufacturability, DFM)
- Monte edilebilirlik için tasarım (Design for Assemblability, DFA)
- Bakılabilirlik için tasarım (Design for Maintainability, DFMA)
- Onarılabilirlik için tasarım (Design for Repairability, DFR)
- İşletilebilirlik için tasarım (Design for Operability, DFO)
- Kalite için tasarım (Design for Quality, DFQ)
- Maliyet için tasarım (Design for Cost, DFC)
- Ortadan kaldırılabilirlik için tasarım (Design for Disposability, DFD)

gibi ürünün yaşam çemberiyle ilgili bütün kriterleri karşılayacak şekilde tasarlanmak durumundadır. Jo ve diğ. (1993) bu ilkenin Gatenby ve Foo tarafından X-edilebilirlik için tasarım (Design for X-ability, DFX) olarak adlandırıldığını ve buradaki X'in ürünle ilgili bütün yaşam çemberi işlevlerini sembolize ettiğini belirtmektedirler.

Prasad (1996a) X-edilebilirliği ürünün beklenen özellikler, X-edilebilirlik için tasarımı da eşzamanlı mühendisliğin temel stratejisi olarak tanımlamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde eşzamanlı mühendisliğin amacı, ürünün yaşam çemberinde rol alan bütün aktörlerin ürünle ve ürünün yaşam çemberiyle ilgili beklentilerini, başka bir deyişle X-edilebilirlik kriterlerini karşılayan bir ürün geliştirmektir.

3.4 Eşzamanlı Mühendislik Süreci

Eşzamanlı mühendislik bir ürüne duyulan ihtiyacın saptanmasıyla başlayab ve o ürünün pazara teslim edilmesiyle sona eren zaman diliminde gerçekleştirilen tüm tasarım öncesi, tasarım, yapım, üretim ve teslim faaliyetlerini kapsayan bir ürün geliştirme sürecidir. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik sürecini Şekil 3.2'deki gibi görselleştirmek mümkündür.

Şekil 3.2'de gösterilen eşzamanlı mühendislik sürecinin tasarım öncesi, tasarım, üretim ve teslim aşamaları çeşitli aktiviteleri içeren alt süreçlerdir. Benzer şekilde bu alt süreçler de çeşitli alt-alt, vb. süreçleri içermektedirler. Bölüm 3.2.1'de açıklandığı ve Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, eşzamanlı mühendisliğin geleneksel ürün geliştirme sistemlerine getirdiği yenilikler tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bundan başka bu yaklaşımın uygulandığı imalat sektöründe ürünler kendilerine özgü teknikler ve yöntemlerle üretilmeleri ve pazara teslim edilmeleri nedeniyle, üretim ve teslim aşamalarındaki faaliyetlerle ilgili genelleme yapma olanağı bulunmamaktadır. Bu nedenle bu bölümde eşzamanlı mühendislik süreci;

- Hazırlık çalışmaları
- Çoğul disiplinli ekibin oluşturulması
- Müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesi
- Paralel çalışmanın organize edilmesi
- Tasarımın geliştirilmesi

başlıkları altında incelenecek, üretim ve teslim aşamaları ele alınmayacaktır.

3.4.1 Hazırlık Çalışmaları

Hazırlık çalışmaları eşzamanlı mühendislik uygulamasına geçme kararıyla başlayan ve organizasyonun bu uygulamaya hazır hale getirilmesiyle sona eren bir süreçtir. Birçok yazara göre eşzamanlı mühendislik organizasyonda bir dizi kültürel, organizasyonel ve teknolojik değişikliğe yol açmaktadır (Hartley, 1992; Spears, 1992; Karandikar ve diğ., 1993; Maddux ve Souder, 1993; Pallot ve Sandoval, 1998).

A- TASARIM ÖNCESİ	
A.1- Hazırlık çalışmaları A.1.1- Organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin ölçülmesi A.1.2- Eşzamanlı mühendislik ilkelerini engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılması A.2- Çoğul disiplinli ekibin oluşturulması A.2.1- Tasarım ekibinin atanması A.2.2- Müşteri katılımının sağlanması A.2.3- Alt yüklenici katılımının sağlanması A.2.3.1- Alt yüklenici organizasyonunun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin saptanması A.2.3.2- Alt yüklenici organizasyonda eşzamanlı mühendisliğe engel olan faktörlerin ortadan kaldırılması	
B- TASARIM	
B.1- Müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesi B.1.1- Müşterinin istek ve önceliklerinin saptanması B.1.2- Ürün model (aday tasarım) oluşturulması B.1.3- Müşteri isteklerinin ve teknik özelliklerin optimize edilmesi B.1.4- Hedef değerler setinin belirlenmesi B.2- Paralel çalışmanın organize edilmesi B.2.1- İşin paralel yürütülebilir parçalara ayrılması B.2.2- Süreç modeli oluşturulması B.2.3- Paralel çalışma gruplarının atanması B.3- Tasarımın geliştirilmesi ve üretim dokümanlarının hazırlanması	
C- ÜRETİM	
D- TESLİM	

Şekil 3.2. Eşzamanlı Mühendislik Sürecindeki Aşamalar ve Bu Aşamalardaki Temel Aktiviteler

Maddux ve Souder (1993) organizasyonel değişimin gerekli olduğunun önce tepe yönetim tarafından kabul edilmesi, daha sonra alt kademelere yayılması, bunun için yeterli zaman ayrılması, o güne kadar birlikte çalışması gerekmemiş departmanların bir günde işbirliği yapacak noktaya gelmelerinin beklenmemesi gerektiğini belirtmektedir. Spears (1992) yönetilmesi en zor değişikliğin kültürel değişiklik olduğunu, ekip çalışması, güven, paylaşma ve diğer değerlerin organizasyona dikte edilemeyeceğini, bu değerlerin organizasyonun bir parçası haline gelmesinin zorunlu olduğunu ifade etmektedir. Yazar ayrıca, organizasyonel değişikliğin görünüşte en kolay değişiklik olduğunu, ancak kültürel ve işlemsel değişiklik olmadığı takdirde organizasyonel değişikliğin bir anlam taşımayacağını belirtmektedir.

Birçok yazara göre çalışanların çeşitli nedenlerden ötürü değişime gösterdikleri direnci ortadan kaldırmak, motive etmek, ödüllendirme sistemleri geliştirmek, çalışanları eşzamanlı mühendislik ve bu uygulamada kullanılacak teknikler konusunda eğitmek, gereken teknolojiyi temin etmek gibi görevlerin tepe yönetimin sorumluluğundadır ve dolayısıyla tepe yönetimin destek ve taahhüdü olmadan organizasyonun eşzamanlı mühendisliğin getirdiği değişikliklere uyum sağlaması mümkün değildir (Hartley, 1992; Spears, 1992; Evans, 1993; Karandikar ve diğ., 1993; Maddux ve Souder, 1993; Pallot ve Sandoval, 1998). Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik yaklaşımının ön koşulu tepe yönetimin tam destek ve taahhüdünün sağlanmasıdır. Tepe yönetimin hazırlık çalışmaları kapsamındaki temel işlevleri aşığıda açıklanmaktadır.

- Organizasyonun Eşzamanlı Mühendisliğe Hazır olma Düzeyinin Ölçülmesi

Eşzamanlı mühendisliğin firmada bir dizi kültürel ve organizasyonel değişikliğe yol açan bir yaklaşım olması, bu yaklaşımı yürürlüğe koymadan önce organizasyonun bu yeni uygulamaya ne ölçüde hazır olduğunun saptanmasını kritikleştirmektedir. Bu nedenle tepe yönetimin atması gereken ilk adım, organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olup olmadığını ve bu uygulamayı engelleyen faktörleri belirlemektir. Khalfan ve diğ. (2001) bu amaca yönelik olarak geliştirlmiş olan;

- RACE (Readiness Assessment for Concurrent Engineering)
- PMO (Process Model of Organizations)

- PMO-RACE (PMO ve RACE modellerinin bileşimi)
- PRODEVO (RACE modeline dayanan bir İsveç modeli)
- CMM (Capability Maturity Model)
- Project Management Project Maturity (PM)² Model
- SPICE (Standardized Process Improvement for Construction Enterprises)

modellerini kısaca tanıtarak çeşitli kriterler açısından karşılaştırmakta ve West Virginia Üniversitesinde geliştirilmiş olan RACE dışındaki yöntemlerin büyük bölümünün çalışmanın yapıldığı tarihte henüz geliştirme düzeyinde olduğunu, dolayısıyla geçerliliklerinin kanıtlanmadığını belirtmektedirler. RACE yöntemindeki değerlendirme kriterleri Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Organizasyonun Eşzamanlı Mühendisliğe Hazır Olma Düzeyini Ölçmeye Yönelik RACE Yöntemindeki Değerlendirme Kriterleri

BİLEŞEN	KRİTERLER
Süreç	Müşteriye odaklanma Sürece odaklanma Ekip oluşturma ve geliştirme stratejileri Organizasyondaki ekipler Yönetim sistemleri Model test etme mekanizmaları Organizasyonun değişikliklere uyum sağlama hızı Eşzamanlı mühendisliği destekleyici liderlik Disiplin
Teknoloji	Uygulama araçları İletişim Koordinasyon Enformasyon paylaşımı Entegrasyon

RACE yönteminde organizasyon çalışanlarına anket formları dağıtarak firmanın mevcut durumunu Tablo 3.1’de gösterilen süreç ve teknoloji başlıkları altındaki kriterler bakımından puanlamaları istenmektedir. Daha sonra bu veriler analiz edilerek organizasyonda eşzamanlı mühendislik uygulamasını engelleyen bariyerler ve darboğazlar saptanmaktadır (Karandikar ve diğ., 1993).

- Eşzamanlı Mühendislik İlkelerini Engelleyen Faktörlerin Ortadan Kaldırılması

Eşzamanlı mühendislik uygulamasını engelleyen faktörlerin belirlenmesini izleyen adım, bu problemlerin ortadan kaldırılmasıdır. Eşzamanlı mühendislik konusunda yapılan çeşitli çalışmalarda bu yaklaşımın uygulamasında karşılaşılan problemlerin çoğunlukla organizasyonel yapıdan ve olumsuz birey davranışlarından kaynaklandığı belirtilmektedir (Jo ve diğ., 1993; Evans, 1993; Eldin, 1997; Syan, 1997). Aynı görüşü savunan Maddux ve Souder (1993) organizasyonda köklü değişiklikler yapabilmek için bireylerin korku ve güvensizlikten kaynaklanan statükocu davranışlarının ortadan kaldırılması gerektiğini belirterek, tepe yönetim tarafından kontrol edilen üç faktörün ortak çalışma, işbirliği ve yeni yaklaşımların benimsenmesini kolaylaştırdığını öne sürmektedirler. Yazarlara göre;

- Her bireyin atandıkları görev ve sorumlulukların iyi tanımlanması ve bunun organizasyonda yer alan diğer kişiler tarafından bilinmesi,
- Her bireye farklı roller oynama, başka bir deyişle rol esnekliği olanağının verilmesi,
- Organizasyonun yeni fikirlere açık olduğunun ve tarafların birbirine güvendiğinin algılanması

yeni yaklaşımların benimsenmesini ve işbirliği yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Maddux ve Souder (1993) organizasyonel engellerden başka teknolojik engellerin de eşzamanlı mühendislik uygulamasını olumsuz yönde etkilediğini belirtmektedirler. Bu bağlamda tepe yönetim eşzamanlı mühendislik uygulamasına geçmeden önce çalışanları bu yeni yaklaşım ve bu yaklaşımda kullanacakları araçlar konusunda eğitmek, motive etmek, yeni uygulamaya gösterdikleri veya gösterebilecekleri direnci ortadan kaldırmak ve organizasyonu gereksinme duyduğu teknolojiyle desteklemek zorundadır.

3.4.2 Çoğul Disiplinli Ekibin Oluşturulması

Eşzamanlı mühendisliğin geleneksel ürün geliştirme yöntemlerinden ayırt edilmesini sağlayan temel özelliği, ürünün yaşam çemberini temsil eden aktörlerin işin başlangıcında bir araya getirilmesiyle oluşturulan çoğul disiplinli ekiptir. Prasad (1996a) çoğul disiplinli ekibinin işi yapan (örn. tasarımcı, üretim mühendisi), gereksinimleri belirleyen (örn. pazar araştırma), işten fayda sağlayan (örn. müşteri) ve kaynakları yöneten (örn. satın alma, finansman) üyelerden oluşması gerektiğini belirtmektedir. Bundan başka Prasad (1996a) ve Hartley (1992) geleneksel yöntemlerde üretim sürecine girdi sunan alt yüklenicilerin eşzamanlı mühendislikte tasarım sürecine katılarak enformasyon sağlamaları gerektiğini belirtmektedirler.

Çoğul disiplinli ekibin tip ve büyüklüğünün geliştirilecek olan ürünün tipine ve karmaşıklığına, ekip üyelerinin sayı ve niteliklerinin ise ürünün yapısına, sektöre ve deneyim, bilgi, yetenek gibi kişisel özelliklere bağlı olması bakımından bütün firmalar için geçerli evrensel bir formül bulunmamaktadır. Bununla birlikte eşzamanlı mühendislikte çoğul disiplinli ekip katılımcıları ilke olarak;

- tasarım ekibi,
- müşteri
- alt yükleniciler

başlıkları altında toplanabilir. Bu katılımcıların tümünün işin başlangıcında bir araya getirilmesi çalışmaların planlanması, koordinasyonu, denetlenmesi ve iletişim bakımından sorun yaratma potansiyeline sahiptir, bu nedenle çoğul disiplinli ekibin kademeli olarak oluşturulması gereklidir. Şekil 3.2’de gösterilen çoğul disiplinli ekip oluşturma faaliyetinin adımları aşağıda açıklanmaktadır.

3.4.2.1 Tasarım Ekibinin Atanması

Tasarım ekibi, ürünü geliştiren firmanın çalışanları arasından atanan ve tasarım, üretim, depolama, satış, servis gibi ürün yaşam çemberi aşamalarında rol oynayan disiplinleri, dolayısıyla farklı sınırlamaları temsil eden üyelerin bir araya gelerek oluşturdukları ekiptir. Büyük ve karmaşık ürünlerin geliştirilmesinde çok sayıda disipliner uzmanın rol alması ve bu uzmanların hepsinin işin başlangıcında bir araya

getirilmesi iletişim ve koordinasyon açısından problemler yaratır. Bu nedenle işin başlangıcında ürünün özelliklerine göre belirlenecek bir çekirdek tasarım ekibi oluşturulması gerkenlidir. Bu çekirdek ekibin temel işlevleri,

- Sürece katılacak müşterinin taşıması gereken özellikleri belirlemek,
- Müşteri isteklerini saptamak,
- Sürece katılması gereken alt yüklenicileri belirlemek
- Ürün modeli (aday tasarım) geliştirmek,
- Müşteri isteklerini optimize ederek hedef değerleri belirlemek,
- İş parçalara bölmek
- Süreç modeli oluşturmak
- Paralel çalışma grubu üyelerinin niteliklerini belirlemek

olarak özetlenebilir.

Eşzamanlı mühendisliğin imalat sektöründe uygulanan bir yaklaşım olmasından ötürü, kuramsal olarak, tasarım ekibi üyelerinin aynı firmanın çatısı altında ortak amaçlara yönelik olarak çalıştıklarını öne sürmek mümkündür. Ancak ekip üyelerinin farklı disiplinler uzmanlıklara, dolayısıyla farklı kültürlere sahip olmaları, firmanın farklı işlevsel departmanlarında görev yapmaları, bu departmanların kendi uygulamalarına ve tercihlerine uygun değerler geliştirmeleri, bu departmanların ve üyelerinin firma amaçlarına ulaşmak için işbirliği yapmak yerine kendi aralarında rekabet eder hale gelmeleri riskini doğurmaktadır. Nitekim çeşitli çalışmalarda işlevsel departmanlar arasındaki işbirliği eksikliği ve bu olgunun nedenleri rapor edilmektedir (Eldin, 1997; Maddux ve Souder, 1993; Prasad, 1996a; Syan, 1997). Bunlara ek olarak farklı departmanlardan atanan ekip üyelerinin bireysel amaçlarının da olabilmesi, sorunun daha da ağırlaşmasına yol açmaktadır. Buna karşılık eşzamanlı mühendislikte ekip üyelerinin ortak hareket etmeleri ve bireysel hedefler yerine ortak hedeflere yönelik çalışmaları esastır. Bu bağlamda ekip üyeleri arasında amaç birliğinin nasıl sağlanacağı sorusu ortaya çıkmaktadır.

Evans (1993) çoğul disiplinli topluluklar oluşturma'nın ekip oluşturulduğu anlamına gelmediğini öne sürerek ekibi ortak bir amacı paylaşan ve bu amaca ulaşmak için üyelerin her birinin çabasının gerekli olduğunun farkında olan grup olarak tanımlamakta ve bu ortak amaca yalnızca ortak bir performans ölçümüyle ulaşılabilirliğini, ürünün başarısından da başarısızlığından da ekibin tümünün sorumlu olduğunu, bu bakımdan ekip üyelerinin eşit olduğunu belirtmektedir. Aynı görüşü paylaşan Klement (1993) ekip üyelerinin ortak hareket etmelerini ve aynı amaca yönelik olarak çalışmalarını sağlamak için eğitilmelerinin ve ekip davranışını ödüllendirmenin önemine değinmektedir. Amaca yönelik katkıları değerlendiren ve ekip çalışmasını teşvik eden ödüllendirme sistemlerinin önemi Maddux ve Souder (1993) ve Syan (1997) tarafından da rapor edilmektedir. Burada çözümlenmesi gereken problem ekip performansının hangi kriterlere göre ölçüleceğidir.

Sanchez ve diğ. (1993) ve Prasad (1996b) müşteri isteklerinin optimizasyonu sonucunda elde edilen hedef değerlerin ekiplerin performansını ölçmeye yönelik bir yönetim aracı işlevi gördüğünü belirtmektedirler. Bu bakımdan tasarım ekibinin performansının müşteri isteklerinin optimize edilmesiyle elde edilen hedef değerler seti bakımından ölçülmesi bir eşzamanlı mühendislik ilkesidir.

3.4.2.2 Müşteri Katılımının Sağlanması

Müşteri ürünü satın alan ve/veya kullanan birimdir. Müşterinin eşzamanlı mühendislik yaklaşımındaki temel işlevleri ürünle ilgili istek ve önceliklerini tasarım ekibine ifade etmek ve optimizasyon kararlarına katılmaktır.

Geleneksel yöntemler uygulayan firmalarda, müşteri isteklerinin saptanması pazarlama departmanı tarafından yerine getirilen bir görevdir. Pazarlama departmanının elde ettiği pazar araştırması verilerinin zamanlaması, doğruluğu ve maliyeti, bu verilere dayanarak verilecek ürün kararlarının firmanın gelecekteki karlılığını ve büyüme potansiyelini etkileyecek olması bakımından büyük önem taşımaktadır. Bundan başka bu verilerin doğru analiz edilmesi ve yorumlanması da son derece önemlidir, çünkü yanlış bir yorum hatalı bulgulara ve maliyetli ürünlere yol açabilir. Buna karşılık, pazarlama departmanı müşteri isteklerini ürün ve süreç özelliklerine dönüştürecek yöntem ve araçlara sahip değildir. Bir diğer sorun da, pazarlama departmanının soruları kendi almak istediği cevapları elde edecek şekilde

yönlendirmesi olasılığıdır. Her iki durumda, ortaya çıkan bilgiler müşterinin gerçek sesini yansıtmayacaktır. Bu yüzden müşterinin üründen beklediklerini bizzat ifade etmesi müşteri isteklerinin doğru formüle edilebilmesi açısından yaşamsal önem taşır (Maddux ve Souder, 1993; Ribbens, 2000).

Maddux ve Souder (1993) bazı müşterilerin ne istediklerini çok iyi bildiklerini ve bunu detaylı olarak ifade edebildiklerini, buna karşılık bazı müşterilerin ise bu kadar sofistike olmadıklarını, bunlardan elde edilecek bilgilerle hazırlanacak şartnamelerin hatalı ve kullanışsız ürünler doğurabileceğini, bu yüzden müşterinin ürün geliştirme ekibine katılarak isteklerini kendi terminolojisiyle ifade etmesi gerektiğini belirtmektedirler. Aynı şekilde Prasad (1996b) eşzamanlı mühendislikte başarı ya da başarısızlığının müşteri isteklerinin doğru analiz edilmesine ve doğru hedefler belirlenmesine bağlı olduğunu belirtmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için müşterinin optimizasyon kararlarına katılması zorunludur. Burada çözümlenmesi gereken problem müşterinin sürece katılımını sağlayacak yöntemler geliştirmektir.

Müşterinin sürece katılması, firmanın bazı fedakarlıkları göze almasıyla mümkün olabilir. Ürün fiyatlarında indirim yapılması, servis kolaylıkları gibi uygulamalar müşterinin sürece katılmasını sağlayacak yöntemler geliştirmek tepe yönetimin işidir, ancak sürece katılacak müşterinin sahip olması gereken özellikler tasarım ekibi tarafından belirlenmelidir.

Yukarıdaki açıklamalara dayanarak, eşzamanlı mühendislikte müşteri katılımıyla ilgili temel ilkeler;

- Ekibe katılacak müşterinin özelliklerinin tasarım ekibi tarafından belirlenmesi
- Tepe yönetimin ürün fiyatlarında indirim, servis kolaylığı gibi teşvik yöntemleriyle müşteri katılımını sağlaması
- Müşterinin isteklerini kendi terminolojisiyle tasarım ekibine ifade etmesi
- Müşterinin optimizasyon kararlarına katılması

şeklinde özetlenebilirler.

3.4.2.3 Alt Yüklenici Katılımının Sağlanması

Alt yükleniciler ürün geliştirme ekibindeki alt sistemlere malzeme, işçilik, hizmet vb. gibi üretim faktörlerini sunan alt alt sistemlerdir. Alt yüklenicilerin eşzamanlı mühendislik yaklaşımındaki temel işlevi bu hizmeti sunmadan önce çoğul disiplinli ekibe katılarak uzman olduğu konularda enformasyon sağlamak ve ürünün X-edilebilirlik için tasarımına katkıda bulunmaktır.

Geleneksel yaklaşımlarda ürünü geliştiren firma kendi ihtiyacını belirler ve bunu ya bir şartname halinde ya da doğrudan ürünün tipini belirterek fiyat almak üzere alt yüklenicilere iletir ve alt yükleniciler bu belgeyi fiyatlandırarak teklif haline getirirler. Siparişi veren firma genellikle en düşük fiyatı onaylar ve bu fiyatı veren firmayla bir satış sözleşmesi yapılır. Alt yüklenici sipariş verilen ürünü gerekiyorsa tasarlar, geliştirir ve/veya bitmiş ürünü teslim eder.

Hem ürün şartnamesi esasına göre yapılan sözleşmelerde hem de ürün tipi belirtilerek yapılan sözleşmelerde alt yüklenicinin işverenin tasarım sürecine katılmamasından kaynaklanan sakıncalar bulunmaktadır. Ürün şartnamesi esasına göre verilen siparişlerde alt yüklenicinin kendisinden beklenenleri yorumlamak zorunda kalması, istenen özellikleri taşımayan bir ürünün satın alınmasıyla sonuçlanabilir. Ürün tipi belirtilerek yapılan sözleşmelerde, alt yüklenicinin istenen performansı sağlayan ve maliyeti daha düşük olan ya da maliyeti daha yüksek olmakla birlikte daha iyi bir performans sağlayan alternatif bir ürün önerme şansı ortadan kalkmış olur. Bir diğer sakınca, sipariş verilen ürün üretilirken gereksiniminin değişmesi olasılığıdır. Bu tür sakıncaları önlemenin yolu, alt yüklenicinin siparişi veren firmanın tasarım sürecine katılarak konusundaki uzmanlığını tasarım ekibine sunması, böylece ekibe ürün hakkında enformasyon sağlamasıdır.

Alt yüklenici katılımını ele alan Hartley (1992) satın alma personelinin ürünlerin ve ekipmanın maliyet/performans ilişkileri konusunda eğitilmesi, en ucuzun en iyi olduğu anlayışından vazgeçilmesi, alt yüklenicilerle sadece pazarlık için bir araya gelme eğiliminin terk edilmesi, alt yüklenicilerle uzun vadeli ilişkiler kurulması, ana kalemelerin alt yüklenicilerinin tasarım sürecinin erken aşamalarında ekibe katılması gerektiğini belirtmektedir.

Tasarım sürecine hangi alt yüklenicilerin katılacağı ürüne ve müşteri isteklerine bağlı bir konudur, dolayısıyla bu konuda evrensel düzeyde geçerli bir yöntem yoktur. Bundan başka projede çok sayıda alt yüklenici varsa, enformasyon akışı ve iletişim gibi konularda aşırı artış olması ve bunun sonucunda süreçte kaos meydana gelmesi riski artar, bu nedenle alt yüklenici sayısının azaltılması gereklidir. Dolayısıyla alt yüklenici seçimi kritik bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Prasad (1996a) kalite ve müşteri memnuniyetini taahhüt eden ve ortak amaçlar ve standartlar gibi stratejik değerleri paylaşan alt yüklenicilerin seçilmesi gerektiğini belirtmekte ve bu alt yüklenicilerle partnerlik esasına dayanan uzun vadeli sözleşmeler yapılması gerektiğini belirtmektedir.

Bundan başka enformasyon akışındaki kaosu önlenmesi açısından hangi alt yüklenicinin sürece ne zaman katılacağı tasarım ekibi tarafından belirlenmesinin, ancak alt yüklenicilerle olan sözleşme ilişkileri tepe yönetim tarafından yürürlüğe konmasının gerekli olduğunu öne sürmek mümkündür.

Alt yüklenici seçiminde dikkate alınması gereken bir diğer konu alt yüklenici organizasyonunun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyidir. De Graaf (1994) eşzamanlı mühendislik uygulaması sonucunda alt yüklenici organizasyonunun çalışma yöntemleri ve kültürü değişime uğrayacağından, atama yapılmadan önce Bölüm 3.4.1’de açıklanan RACE, vb. yöntemlerle alt yüklenici organizasyonunun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin saptanmasının, darboğazlarının belirlenmesinin ve gerekirse alt yükleniciye teknik destek sağlanmasının gerekli olduğunu, alt yüklenicinin de aynı şekilde kendisine girdi sunan alt-alt yüklenicileri test etmesi ve gerekirse onlara destek olması gerektiğini belirtmektedir.

Alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılımı konusunda bir diğer önemli konu, taraflar arasında güven ilişkisinin tesis edilmesidir. Bunun için taraflar arasında uzun vadeli ilişkiler kurulması gereklidir. Bundan başka, alt yüklenicinin çoğul disiplinli ekibin doğal bir üyesi haline gelmesinin ve bunun sonucunda ekibin başarısından da başarısızlığından da payına düşeni almasının yarattığı karşılıklı bağımlılık ilişkisi, tarafların işbirliği yapmasını kolaylaştıran bir unsurdur.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, eşzamanlı mühendislikte alt yüklenicinin tasarım sürecine katılımının sağlanmasındaki ilkeler;

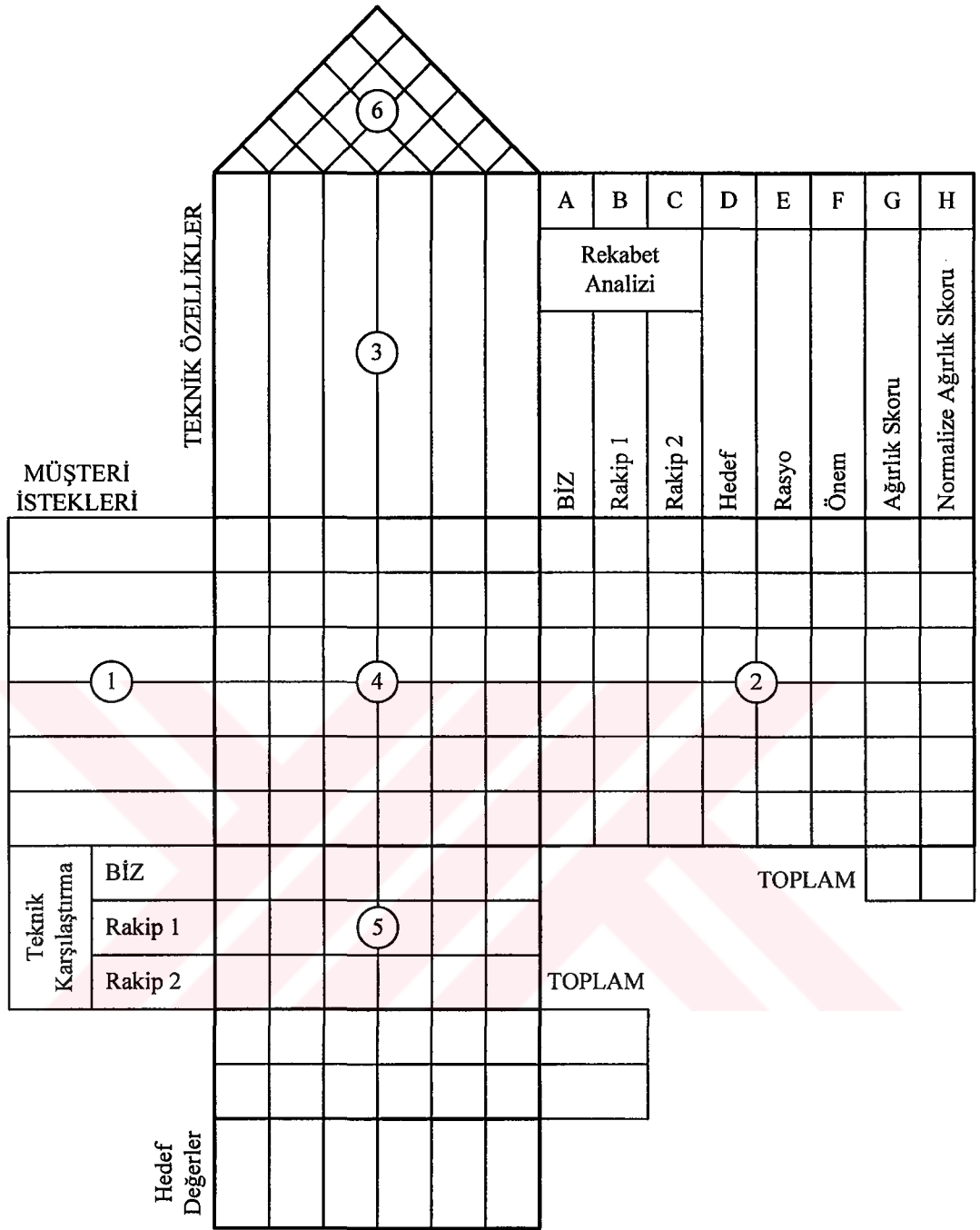
- Hangi alt yüklenicilerin katılması gerektiğinin tasarım ekibi tarafından belirlenmesi
- Alt yüklenici organizasyonunun RACE, vb. yöntemlerle test edilerek eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin saptanması, gerekirse teknik destek sağlanması
- Alt yükleniciyle uzun vadeli sözleşmeler yapılması
- Alt yükleniciyi çoğul disiplinli ekibin doğal bir üyesi haline getirerek projenin başarısından da başarısızlığından da payına düşeni almasının sağlanması

olarak özetlenebilirler.

3.4.3 Müşteri İsteklerinin Hedef Değerlere Dönüştürülmesi

Çoğul disiplinli ekibin atanmasını izleyen adım müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesidir. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi bu süreç müşteri isteklerinin saptanmasını, bu istekleri etkileyen faktörlerin test edilmesini sağlayacak bir ürün modeli geliştirilmesini, “NE”, “NİÇİN”, “NASIL” ve “NE KADAR” sorularının cevaplarının bulunmasını ve sonuçta optimal çözümler üreterek tasarımı geliştirme çalışmalarına girdi oluşturacak optimal değerlerin belirlenmesini kapsamaktadır. Kapur (1993), Kim (1993), Prasad, 1996b), Sanchez ve diğ. (1993), Schrage (1993), Thurston ve Locascio (1993) eşzamanlı mühendislikte “müşterinin sesi”nin “mühendisin sesi” ile ilişkilendirmesi ve aralarında ödünleşmelerde bulunarak optimize edilmesi için önerdikleri QFD (Quality Function Deployment) tekniğini örneklerle açıklamaktadırlar. Müşteri isteklerinin kalite bakımından ifade edilmesi ve matrisin analog olarak bir eve benzetilmesinden ötürü Kalite Evi (House of Quality) olarak da adlandırılan QFD tekniğinin işleyişi Şekil 3.3’te gösterilmektedir.

QFD tekniğinde atılması gereken birinci adım “müşterinin sesi” olarak adlandırılan ve “NE” sorusuna cevap veren müşteri isteklerinin saptanmasıdır. Bu aşamada beyin fırtınası yöntemiyle ürünü satın alan ve kullanan müşteri ile depolama, dağıtım, servis gibi üretim sonrası faaliyetlerin temsilcilerinden oluşan grubun üründen bekledikleri bütün özellikleri belirtmeleri ve bu özelliklerin her birini önem derecesi bakımından puanlamaları istenir.



- ① Müşterinin sesi (NE?)
- ② Rekabet analizi (NİÇİN?)
- ③ Mühendisin sesi (NASIL?)
- ④ Müşteri istekleri ve teknik özellikler arasındaki korelasyonlar
- ⑤ Teknik karşılaştırma (NE KADAR?)
- ⑥ Teknik özellikler arasındaki korelasyonlar

Şekil 3.3. QFD Tekniğinin Temel Adımları (Sanchez ve diğ., 1993)

Müşteri isteklerinin ve önceliklerinin saptanmasından sonra müşteri istekleri Şekil 3.3'deki matrisin müşteri istekleri kolonundaki satırlara, her bir isteğin önem derecesi ise matristeki F kolonuna girilir.

QFD tekniğindeki ikinci adım "NİÇİN" sorusuna cevap veren rekabet analizini kapsamaktadır. Bu aşamada müşteri grubundan firma ürününün ve rakip ürünlerin müşteri isteklerini karşılama bakımından ne ölçüde başarılı olduklarını puanlamaları istenir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.3'deki A, B ve C kolonlarına girilir. Bu kolonlardaki müşteri değerlendirme skorlarına ve F kolonundaki önem derecesine dayanarak her müşteri isteği için bir hedef değerlendirme skoru seçilerek D kolonuna girilir. D kolonundaki hedef değerlendirme skoru firmanın ürünü iyileştirmek istediği düzeyi ifade eder. Matrisin E kolonundaki rasyo rakamları bu hedefleri karşılamak için gereken görece iyileştirmeyi gösterir ve D kolonundaki hedeflerin A kolonundaki güncel performansa bölünmesiyle hesaplanır. Daha sonra E kolonundaki rasyolarla F kolonundaki önem skorları çarpılarak her müşteri isteğinin G kolonunda gösterilen ağırlık skoru hesaplanır. Bu değerlerin yüzde oranına dönüştürülmesiyle H kolonundaki normalize ağırlık skorları elde edilir.

Üçüncü adım müşteri isteklerini karşılayan teknik özelliklerin saptandığı ve "NASIL" sorusunun cevaplandırıldığı aşamadır. Bu aşamada her müşteri isteğinin karşılanmasına yönelik en az bir teknik özellik seçilerek matrisin ilgili kolonuna girilir.

Dördüncü adım satırlardaki müşteri istekleriyle kolonlardaki teknik özellikler arasındaki ilişkilerin saptanmasıdır. Güçlü, orta ve zayıf ilişkiler çeşitli sembollerle ifade edilir. Eğer bir müşteri isteği ile bir teknik özellik arasında ilişki yoksa kesişme kutusu boş bırakılır.

Beşinci adım ürünün ve rakip ürünlerin teknik özellikler bakımından karşılaştırılmasını kapsar ve üründe "NE KADAR" iyileştirme yapılacağının belirlenmesine yöneliktir. Bu karşılaştırma rakip ürünlerin şartnamelerine dayanarak ya da ürünleri aynı koşullarda test ederek gerçekleştirilebilir. Daha sonra her teknik özelliğin ham önemi hesaplanır. Bu rakam söz konusu teknik özelliğin her bir müşteri isteğiyle olan ilişkisinin G kolonundaki ağırlık faktörüyle çarpılmasıyla elde edilen sonuçların toplamıdır. Ham önem rakamları yüzdeye çevrilerek teknik

özelliklerin önem dereceleri belirlenir ve her bir teknik özellik için hedef değerler seçilir.

Altıncı adımda önce teknik özellikler arasındaki ilişkiler saptanarak QFD matrisinin tepesinde yer alan üçgende işaretlenir. Burada güçlü pozitif, pozitif, negatif ve güçlü negatif ilişkiler çeşitli sembollerle ifade edilir. Özelliklere ait hedef değerler arasında ödünleşmelerde bulunarak optimum çözüme ulaşma çabaları sürdürülür. Süreç üzerinde uzlaşma sağlanmış optimize değerler elde edilinceye kadar devam eder ve sonuçta ürünle ilgili hedef değerleri içeren ürün şartnamesi ortaya çıkar.

Sanchez ve diğ. (1993) müşteri isteklerini etkileyen faktörlerin Ishii (1993) tarafından aday tasarım olarak adlandırılan bir model üzerinde test edilmesi gerektiğini belirtmektedirler. Bu aday tasarım bir analitik model, bir simülasyon modeli ya da fiziksel bir prototip olabilir. Bu testten elde edilen sonuçların analiz edilmesiyle müşterinin beklediği performans değerleri optimize edilebilir ve performans şartnamesine dönüştürülebilir. Benzer şekilde Chiredast ve diğ. (1993) tasarım optimizasyonu sürecinde ilk adım olarak bir ürün modelinin oluşturulması gerektiğini vurgulamakta ve ekibin bu modeli üretim, montaj, taşıma, vb. gibi ürün yaşam çemberi faaliyetlerinin gereksinimlerini karşılayacak şekilde modifiye ve rafine ederek optimal tasarıma ulaşabileceğini belirtmektedirler. Bu nedenle müşteri isteklerinin belirlenmesinin ardından atılması gereken adım bir ürün modeli yaratmaktır. Bu model ürünün performansını etkileyen tasarım ve üretim faktörlerinin görece öneminin değerlendirilmesinde ve bu faktörlere yönelik olarak alınacak önlemlerin saptanmasında kullanılır (Sanchez ve diğ., 1993).

QFD tekniğiyle elde edilen hedef değerlerin birinci işlevi organizasyon için bir iletişim kurma aracı oluşturması, ikinci işlevi ise bu hedeflere ne ölçüde yaklaşıldığının belirlenmesi sonucunda ekip performansını değerlendirilmesini ve bunun sonucunda ekip performansına dayalı ödüllendirme sistemlerinin temelini oluşturan bir kriterler seti meydana getirmesidir. Sanchez ve diğ. (1993) bu kriterlerin hem organizasyon içi iletişim kurma, hem de hedeflere ne kadar yaklaşıldığını belirleme, yani ekibin performansını ölçme aracı olarak son derece büyük önem taşıdığını belirtmektedirler.

Prasad (1996b) eşzamanlı mühendisliğin başarı ya da başarısızlığının ekibin doğru hedef değerler ve ölçme kriterleri geliştirmesine bağlı olduğunu belirterek, doğru ölçme kriterlerinin işlevlerini sıralamaktadır. Yazara göre doğru hedef değerler ve kriterler;

- Sürecin darboğazlarını teşhis eder,
- Performans ve verimliliği değerlendirmeye yönelik bir yönetim aracı işlevi görür,
- Ekiplerin süreci daha iyi anlamalarına yardımcı olur,
- Kaynakların ne zaman ve nerede kullanılacağını saptar,
- Ürün geliştirme sürecindeki ilerlemenin gözlemlenmesini sağlar,
- Ürün, süreç ve organizasyon karmaşıklığını saptar ve minimize eder,
- Nesnelliği ve üretkenliği artırır,
- Rakiplerin değerlendirilmesini sağlayarak en iyi ürün özelliklerinin ve en iyi uygulamaların saptanmasını sağlar,
- Mühendislik görevlerini yeniden organize eder ve kritik kararların yaşam çemberinin erken aşamalarında alınmasına olanak verir,
- Performansı değerlendirir, değişiklikleri sınıflandırır ve aralarında ödünleşme (trade-off) yapılmasını ya da optimize edilmelerini sağlar (Prasad, 1996b, s. 55-56).

3.4.4 Paralel Çalışmanın Organize Edilmesi

Hedef değerler setinin oluşturulmasını izleyen aşama paralel çalışmanın organize edilmesidir. Paralellik, birden fazla çalışma grubunun aynı zaman dilimi içerisinde faaliyet göstermesini ve bütünün parçalarını oluşturan birden fazla aktivitenin, görevin, vb. aynı zaman dilimi içinde gerçekleştirilmesini ifade etmektedir (Prasad, 1996a). Bu amaca yönelik aktiviteler aşağıda açıklanmaktadır.

- İşin Paralel Yürütülebilir Parçalara Ayrılması

Paralel çalışmanın organize edilmesinde atılması gereken ilk adım işin parçalara ayrılmasıdır. İşin parçalara ayrıştırılıp ayrıştırılamayacağı ve/veya ne şekilde ayrıştırılacağı, bütünü meydana getiren parçaları geliştirmek için gereken görevler

arasındaki bağımlılık ilişkisi tarafından belirlenir. Kusiak ve Wang (1993) eşzamanlı mühendislikte görevler arasındaki bağımlılık ilişkilerinin analiz edilmesine yönelik olarak DSM (Design Structure Matrix) tekniğini örneklerle açıklamaktadırlar. DSM tekniğinin işleyişini açıklamak amacıyla söz konusu çalışmadan esinlenerek hazırlanmış bir örnek Şekil 3.4'te gösterilmektedir.

DSM tekniğinde önce görevler aynı sıralama içinde matrisin satırlarına ve kolonlarına girilir. Daha sonra her satırdaki görevin başlayabilmesi için kolonlardaki görevlerden hangilerinin bitmiş olması gerektiği, yani her satırdaki görevin kolonlardaki görevlerden hangisinden girdi alacağı saptanarak kesişme noktası işaretlenir.

DSM tekniğinin ikinci adımında bölme algoritmaları vasıtasıyla matris yeniden organize edilir. Görevler arasındaki bağımlılıkların saptanmasında önemli bir gösterge DSM ikinci adım matrisini sol üstten sağ alta doğru bölen diyagonaldır. Bir kolondaki görevin diyagonalin üst parçasındaki kesişme noktalarında işaret bulunmaması o görev için gereken girdilerin işe başlarken hazır olduğunu gösterir. Buna karşılık, diyagonalin üst kısmında işaret varsa, bunun anlamı, kolondaki görevle kesiştiği görev arasında karşılıklı ilişki bulunmasıdır. Örneğin Şekil 3.4'teki ikinci adımda 2 ve 10, 4 ve 8, 6 ve 7 no.lu görevler arasında karşılıklı bağımlılık ilişkisi bulunduğu görülmektedir (Kusiak ve Wang, 1993).

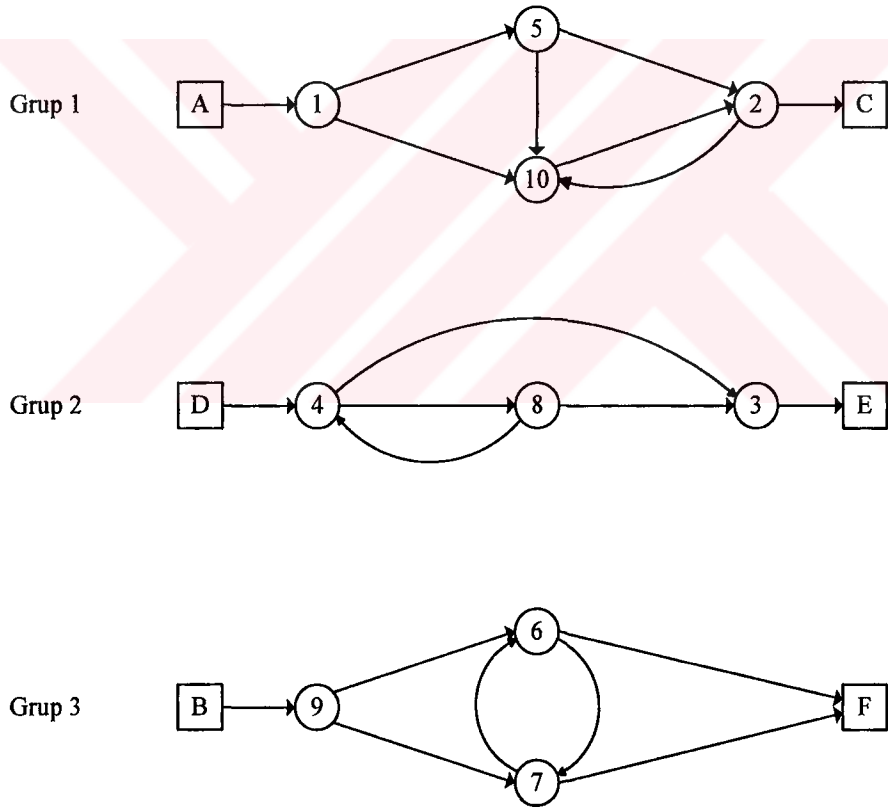
Aralarında bağımlılık ilişkisi bulunduğu saptanan iş parçaları sıralı olarak yürütülmek zorundadırlar. Aralarında bağımlılık ilişkisi bulunmayan ve küme (cluster) olarak adlandırılan iş parçaları ise her birine birer çoğul disiplinli ekip atanarak paralel olarak yürütülebilirler. Şekil 3.4'teki örnekte işin bütününi oluşturan üç parçanın paralel yürütülebileceği görülmektedir.

1. ADIM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2					x					x
3				x				x		
4								x		
5	x									
6							x		x	
7						x			x	
8				x						
9										
10	x	x			x					

2. ADIM

	1	5	10	2	4	8	3	9	7	6
1										
5	x									
10	x	x		x						
2		x	x							
4						x				
8					x					
3					x	x				
9										
7								x		x
6								x	x	



Şekil 3.4. DSM Tekniğiyle İşin Parçalara Ayrılması (Kusiak ve Wang, 1993)

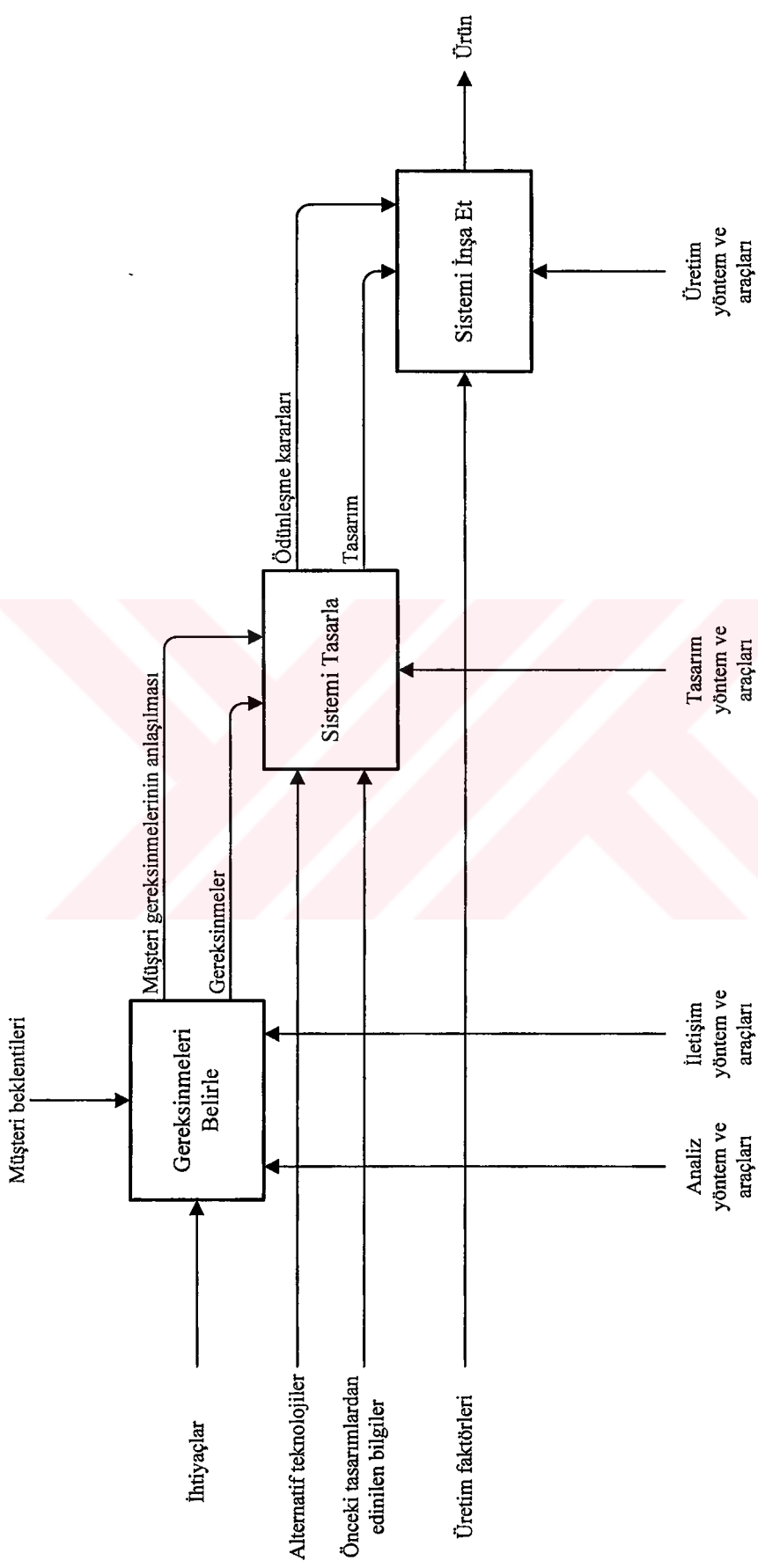
- Süreç Modeli Geliştirilmesi

Eşzamanlı mühendislikte tasarımı geliştirme ve buna bağlı olarak paralel çalışma gruplarının çalışmalarının koordine ve entegre edilebilmesi için bir referans süreç modelinin oluşturulması ve çalışmaların takip edilmesi zorunludur. Prasad (1996a) süreç modelini bir yol haritasına benzeterek süreç modelinin;

- Kim ne yapıyor?
- Bir aktiviteyi gerçekleştirirken hangi adımlar gereklidir?
- Aktivitelerin girdileri ve çıktıları nelerdir?
- Belli bir aktiviteyi gerçekleştirirken ne kadar süre gereklidir?
- Karar verme noktaları nerededir?
- Aktivitelerin gerçekleştirilme sırası nedir?

sorularına cevap vermesi gerektiğini belirtmekte ve eşzamanlı mühendislikte süreç modellerinin geliştirilmesinde kullanılan IDEFØ, IDEF1X, vb. modelleme tekniklerini tanıtmaktadır.

Mayer ve diğ. (1992) her biri ayrı bir işlev üstlenen, buna karşılık hep birlikte uyum içinde çalışan bir yöntemler seti olarak tasarlanan IDEF Ailesi yöntemlerini örneklerle açıklamaktadırlar. Bu açıklamalara göre A.B.D. Hava Kuvvetleri tarafından bir sistem ya da organizasyondaki kararların, davranışların ve aktivitelerin modelini oluşturmak üzere geliştirilmiş olan IDEFØ tekniğinde sürecin grafik gösterimi kutular ve oklardan oluşmaktadır. Her kutu bir aktiviteyi, aktivitenin solundaki ok girdileri, üstündeki ok aktiviteyi sınırlayan faktörleri, altındaki ok aktiviteyi gerçekleştiren ya da destekleyen enstrümanları, sağındaki ok ise aktivitenin çıktılarını ifade eder. kutular aktivitelerin sınırlarını temsil etmektedir ve her kutunun içindeki aktivite hiyerarşik bir biçimde alt, alt-alt, vb. aktivitelere bölünmüş olabilir. Mayer ve diğ. (1992) çalışmasında sunulan ve IDEFØ yöntemiyle geliştirilmiş olan bir süreç modeli örneği Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5. IDEF0 Tekniğiyle Hazırlanmış Bir Süreç Modeli Örneği (Mayer ve diğ., 1992)

IDEF Ailesi kapsamındaki IDEF1 organizasyonda ne tür bir enformasyonun yönetilmekte olduğunu, ihtiyaç analizi sırasında saptanan problemlerin hangilerinin hatalı enformasyon yönetiminden kaynaklandığını, bu sorunları gidermek için ne yapılması gerektiğini analiz ederek bir enformasyon yönetim modeli oluşturulmasını sağlamaktadır. IDEF1X enformasyon ihtiyaçlarının saptanmasının ve bir veri tabanı kullanılmasına karar verilmesinin ardından, söz konusu veri tabanının tasarımına yönelik bir veri tabanı modelleme yöntemidir. IDEF2 sistem dinamiklerini ortaya koyan bir simülasyon modeli oluşturulmasını ve tasarım ekibindeki uzmanların bu simülasyon modelindeki varsayımlar kanalıyla iletişim kurmalarını sağlamaktadır. IDEF3 tasarım ekibindeki uzmanların sistemin ya da organizasyonun belli bir parçasının nasıl çalıştığı hakkındaki bilgisini sisteme katmasını, ödünleşmeler yapılmasını, paylaşılan kritik verileri etkileyen kararların belgelenmesini ve değişiklikleri kontrol etme politikasının betimlenmesini sağlayarak IDEF0 modelinin rafine edilmesine yardımcı olmaktadır (Mayer ve diğ., 1992).

- **Paralel Çalışma Gruplarının Atanması**

Paralel çalışma grupları ilke olarak ürünü geliştiren firmanın çalışanları arasından atanan çoğul disiplinli tasarım ekipleridir. Bununla birlikte alt yüklenicilerin paralel çalışma gruplarında görev yapmaları mümkündür. Paralel çalışma gruplarının temel işlevleri optimizasyon süreci sırasında modifiye edilmiş olan ürün modelini (aday tasarımı) hedef değerler çerçevesinde detaylı tasarıma dönüştürmektir. Bu grupların organizasyon strüktürü ve yönetim yapısı Bölüm 3.5'te ele alınacaktır.

3.4.5 Tasarımın Geliştirilmesi

Tasarımın geliştirilmesi modifiye edilmiş ürün modelinin optimizasyon süreci sonunda belirlenen hedef değerler çerçevesinde kesin tasarıma dönüştürülmesini ve tasarım çizimleri, üretim planlaması, bakım, onarım ve kullanma kılavuzu gibi dokümanların hazırlanmasını kapsar. Tasarım sürecinin çıktısı olan bu dokümanlar üretim aşamasının girdilerini oluştururlar.

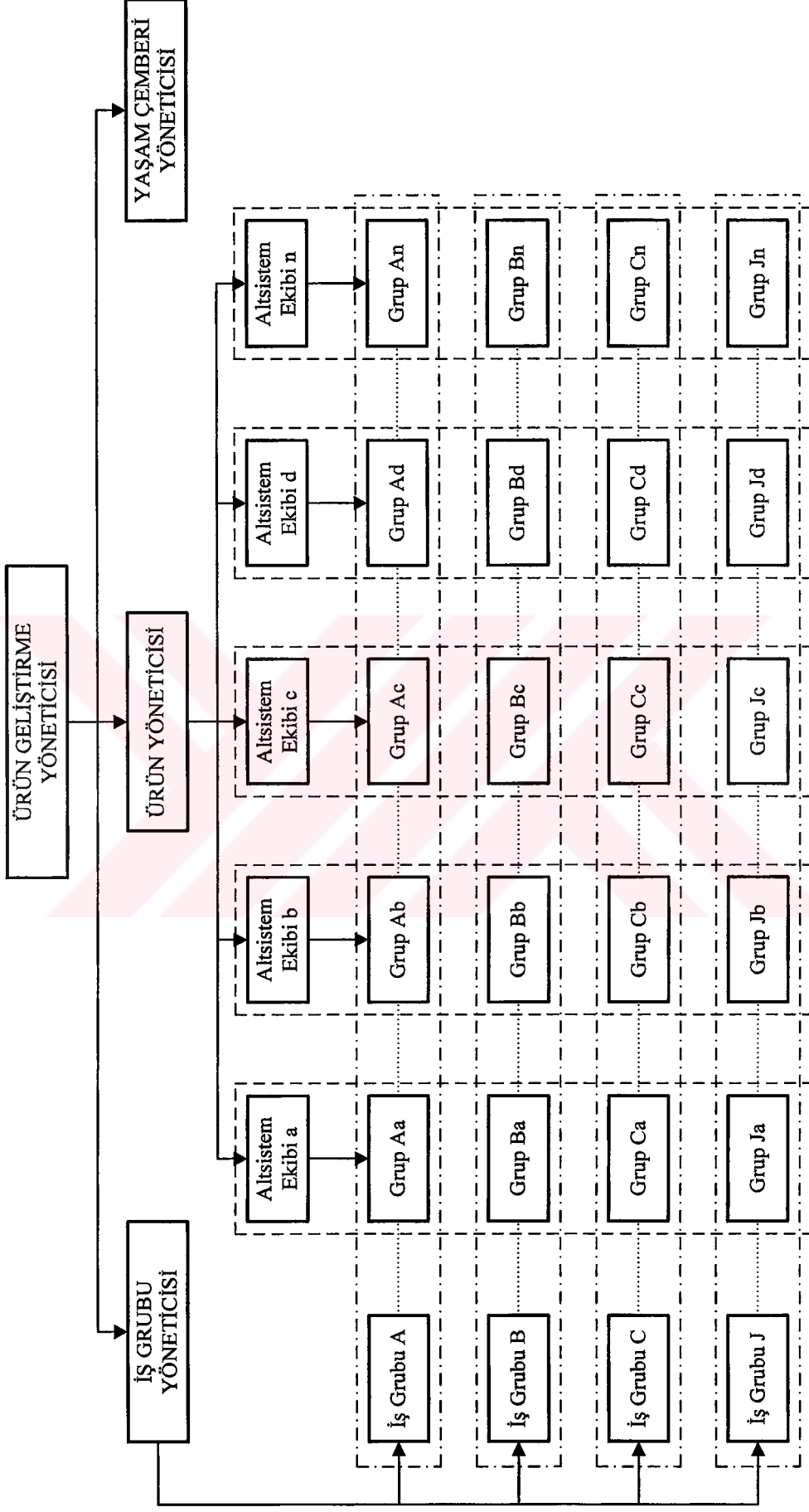
3.5 Eşzamanlı Mühendislikte Tasarım Çalışmalarının Organizasyon ve Yönetim Yapısı

Bir sistemin elemanları arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin zaman içindeki değişimleri o sistemin strüktürünü ortaya çıkarır. Bu bağlamda çoğul disiplinli ekibin organizasyon strüktürü ve ekip içi karşılıklı ilişkiler eşzamanlı mühendisliğin dinamiklerini ortaya çıkarmaktadır.

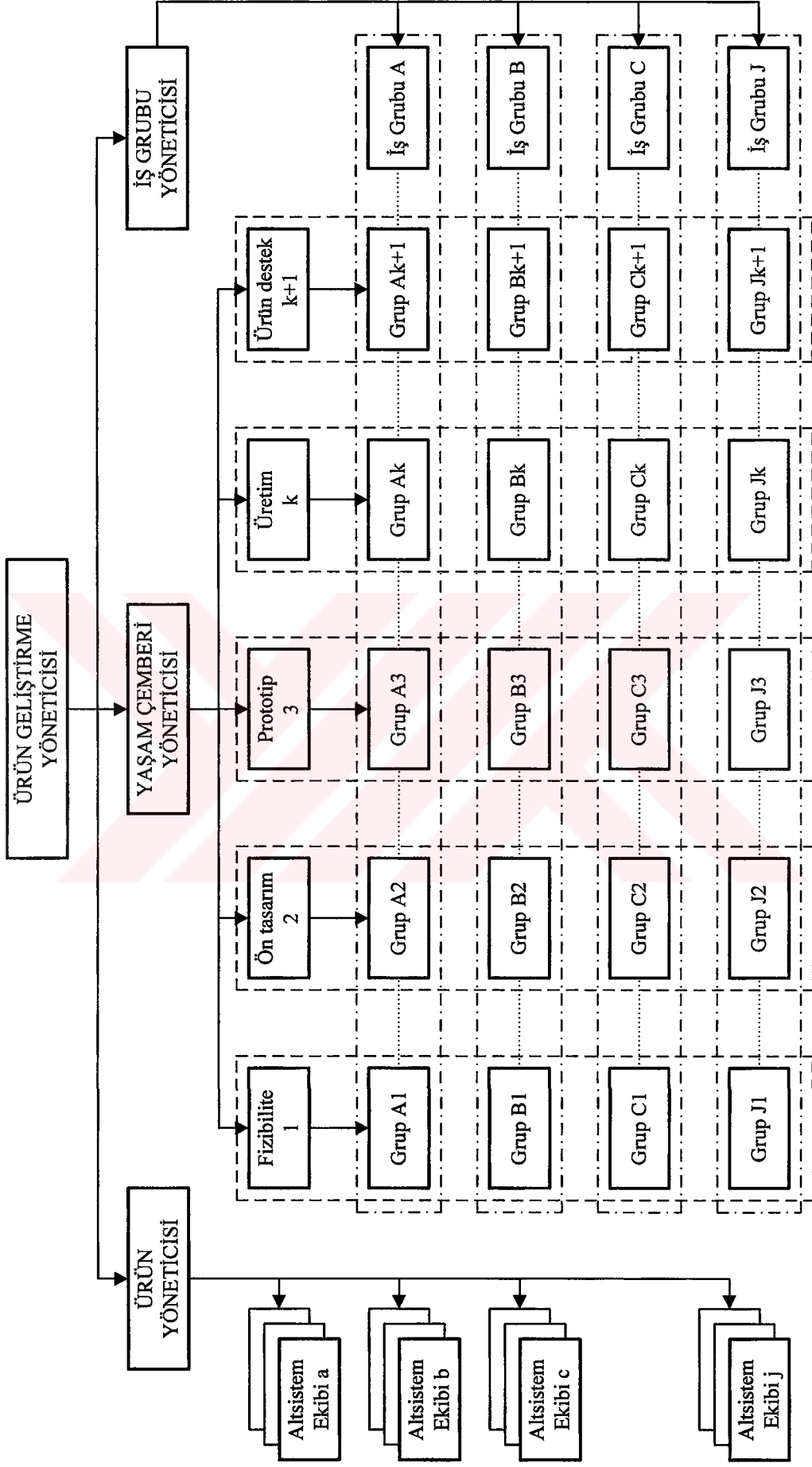
Prasad (1996a) çeşitli nedenlerden ötürü hiyerarşik organizasyonların eşzamanlı mühendisliğe uygun olmadığını ve bu yaklaşımda çoğul disiplinli ekibin matris biçiminde örgütlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Yazara göre hiyerarşik yapıların eşzamanlı mühendisliğe uygun olmamasının birinci nedeni; bu organizasyonlarda karar verme stilinin düşey akışlı bir yol izlemesi, bunun sonucunda çoğul disiplinli ekip işe başlarken birçok kararın daha önce verilmiş olması, bu yüzden uzmanlardan gelecek girdi ve geri beslemenin sınırlanmasıdır. İkinci neden; hiyerarşik organizasyonlarda çalışanların kendilerine dikte edilen katı ve karmaşık prosedürlere uymalarının istenmesi ve böylece ekip özerkliğinin kısıtlanması, dolayısıyla ürünün başarısından ya da başarısızlığından sorumlu tutulma olanağının azalmasıdır. Üçüncü neden ise; hiyerarşik organizasyon yapısında çalışanların kişisel katkılarına göre değerlendirilmelerinin ve bu esasa göre ödüllendirilmelerinin ekip çalışmasını teşvik etmemesidir. Yazar, bu nedenlerden ötürü eşzamanlı mühendislikteki çoğul disiplinli ekibin matris biçiminde organize olması gerektiğini belirtmektedir.

Bölüm 3.4.4'te paralel çalışmanın organize edilmesi sürecinde DSM tekniği vasıtasıyla görevler arasındaki bağımlılık ilişkilerinin belirlendiği ve aralarında bağımlılık ilişkisi olmayan görev kümelerinin birer çoğul disiplinli çalışma grubu atanmasıyla paralel yürütüldüğü açıklanmıştır.

Prasad (1996a) paralel çalışma gruplarının ayrıştırılmasını belirleyen faktörleri ürün açılım şeması (product breakdown structure, PtBS) ve süreç açılım şeması (process breakdown structure, PsBS) başlıkları altında toplamakta ve “matris içinde matris” olarak adlandırdığı bu organizasyon yapısını Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de gösterilen örneklerle açıklamaktadır. Şekil 3.6 ürün açılım şemasına göre organize olan paralel çalışma gruplarını, Şekil 3.7 ise süreç açılım şemasına göre organize olan paralel çalışma gruplarını göstermektedir.



Şekil 3.6. Eşzamanlı Mühendislikte Ürün Ekibi Organizasyon Strüktürü (Prasad, 1996a, s. 240)



Şekil 3.7. Eşzamanlı Mühendislikte Yaşam Çemberi Ekibi Organizasyon Strüktürü (Prasad, 1996a, s. 242)

Eşzamanlı mühendisliğin organizasyon yapısındaki dinamiklerin anlaşılabilmesi için Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'nin entegre bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Her iki şekilde de hiyerarşinin tepesinde bir ürün geliştirme yöneticisi bulunmaktadır. Ürün geliştirme yöneticisi kendisine bağlı yöneticilerin ve bu yöneticilere bağlı ekiplerin çalışmalarının yönetiminden ve entegrasyonundan sorumludur. Organizasyon strüktürünün ikinci basamağında yer alan ürün yöneticisi, yaşam çemberi yöneticisi ve iş grubu yöneticisi ürün geliştirme yöneticisinin liderliğinde birlikte çalışmakta ve kendilerine bağlı ekipler ile ürün geliştirme yöneticisi arasında enformasyon aracı işlevi görmektedirler.

Şekil 3.6 ürün açılım şeması (PtBS) üzerinde çalışan ürün ekibinin detaylarını göstermektedir. Şekildeki alt sistem ekipleri, ürünün paralel olarak tasarlanabilecek parçalarına atanan çoğul disiplinli çalışma gruplarını ifade etmektedir. Eğer ürün çok büyük ve karmaşıksa, alt sistemler, alt bileşenler, malzemeler, vb. gibi hiyerarşik alt birimlere ve dolayısıyla alt ekiplere bölünmekte, böylece alt ekipler bu alt birimler üzerinde paralel çalışabilmektedirler. Bu ekiplerin bağlı olduğu ürün yöneticisi ürün açılım şemasının sistem yöneticisi olarak işlev görmektedir ve bu kümelerin ürün açılım şemasına entegre edilmesini sağlamaktadır (Prasad, 1996a).

Şekil 3.7 ise süreç açılım şeması (PsBS) üzerinde çalışan yaşam çemberi ekibinin detaylarını göstermektedir. Buradaki paralel çalışma grupları ürünün yaşam çemberi aşamalarıyla ilgilidir. Eğer yaşam çemberi uzun ve karmaşıksa, alt aşamalara ve alt ekiplere bölünmekte, böylece alt ekipler bu alt aşamalar üzerinde paralel çalışabilmektedirler. Bu ekiplerin bağlı olduğu yaşam çemberi yöneticisi süreç açılım şemasının sistem yöneticisi olarak işlev görmektedir ve çalışma kümelerinin süreç açılım şemasına entegre edilmesini sağlamaktadır (Prasad, 1996a).

Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de görülen iş gruplarının işlevi ise ürün yöneticisine bağlı olarak çalışan alt sistem gruplarının sağladığı ürün açılım şeması enformasyonu, yaşam çemberi yöneticisine bağlı çalışan alt ekiplerinin üzerinde çalıştığı yaşam çemberi açılım şemasına geri besleme sağlamaktır. Bu iş grupları ürün ve yaşam çemberi uzmanlarından oluşan bir havuz niteliğindedir. Bir iş grubunun üyeleri en az bir ürün ya da yaşam çemberi konusunda uzmandır, bu yüzden bir iş grubu üyesinin bir ürün ekibine ve/veya yaşam çemberi ekibine ait mümkündür. Böylece üyeler iki organizasyon kümesi arasında dağılmakta ve çoğul sorumlulukları yerine

getirmektedirler. Prasad (1996a) bu nedenden ötürü iş grubu üyelerinin belirlenmesini, çoğul disiplinli bir ekip oluşturma'nın en önemli adımlarından biri olarak görmektedir.

Eşzamanlı mühendisliğin başarıyla uygulanmasında, çoğul disiplinli ekipler oluşturma'nın yanı sıra bir diğer önemli faktör, bu ekiplerin tasarımı daha hızlı ve doğru analiz etmelerini sağlayacak teknolojiyle desteklenmeleridir. Ekip üyelerinin gereksindikleri enformasyona daha hızlı ulaşmalarını ve kendi ürettikleri enformasyonu göndererek diğer üyelerin kullanımına sunmalarını sağlayan ortak veri tabanları, ürün modelleri gibi bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi eşzamanlı mühendislik konusunda yapılan çalışmalarda önemli yer tutmaktadır (Kusiak, 1993; Parsaei ve Sullivan, 1993; CERC, 2002).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, farklı iletişim sistemleri, yazılımlar, vb. içeren heterojen bilgisayar sistemleri arasındaki veri paylaşımı sorunu çözümlenmiş, elektronik veri mübadelesi (Electronic Data Interchange, EDI) olarak adlandırılan teknolojik gelişme, farklı sistemler kullanan organizasyonların ortak çalışma yapabilmesini sağlamıştır. Elektronik veri mübadelesi temel olarak bilgisayardan bilgisayara gönderilen verilerin bir yazılım vasıtasıyla standart bir formata tercüme edilmesi esasına dayanmakta ve böylece göndericinin ve alıcının verileri kendi kullandıklarının dışında başka bir sisteme uyarlamaya çalışma sorununu ortadan kaldırmaktadır. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standards Institute, ANSI) ve Uluslararası Standartlar Örgütü (International Standards Organization, ISO) çeşitli sektörlerde verilerin ortak bir protokole tercüme edilmesini sağlayacak yazılımlara yönelik olarak çeşitli standartlar geliştirmişlerdir (Gibson ve Bell, 1990). Pallot ve Sandoval (1998) bu standartlar çerçevesinde geliştirilmiş çeşitli bilgisayar yazılımlarını tanıtmaktadırlar.

Bilgisayar ağları aracılığıyla veri mübadelesini elektronik yakınlık olarak adlandıran Prasad (1996a) ekip üyelerinin aynı mekanda bir araya getirilmesiyle fiziksel yakınlık sağlanacağını, fiziksel yakınlığın vücut dili, tensel temas ve grup dinamiği gibi birçok iletişim modunu maksimize ettiğini, kişilerin ortak çalışma yapmalarını ve kararlarını optimize etmelerini engelleyen kültür ve dil bariyerlerinin yıkılmaya başladığını, dolayısıyla ekip ruhu ve işbirliği sağlamanın kolaylaştığını, buna karşılık, ürün karmaşıklıkça ve buna bağlı olarak ekip üyelerinin sayısı arttıkça bu

avantajın kaybolmaya başladığını, bu bakımdan, ekip üyelerinin nerede, ne şekilde yerleştirileceğinin stratejik bir karar olduğunu belirtmektedir.

Eşzamanlı mühendisliğin imalat sektöründe ortaya çıkmış bir yaklaşım olması, tasarım faaliyetleri sırasında daha önceki ürün ve süreç modellerinden yararlanarak bunları daha da geliştirmeye çabalama olgusunu beraberinde getirmektedir. Schrage (1993) CALS raporunda alınan derslerin kilit ekip üyelerinin erişimine açık bilgi tabanlarında kaydedilerek gelecekteki tasarım faaliyetlerine geri besleme sağlanmasının, böylece sürekli gelişim ilkesinin hayata geçirilmesinin eşzamanlı mühendisliğin temel ilkelerinden biri olarak belirtildiğini aktarmaktadır. Sürekli gelişim ilkesinin önemi Prasad (1996a) tarafından da vurgulanmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalara dayanarak eşzamanlı mühendisliğin organizasyon ve yönetim yapısına yönelik ilkeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Paralel çalışma grupları matris organizasyon strüktürü biçiminde örgütlenmelidir.
- Enformasyon teknolojilerinden yararlanarak ekip üyeleri arasında veri paylaşımı ve iletişim hızlandırılmalı ve kolaylaştırılmalıdır.
- Ekip üyeleri arasında elektronik yakınlığın yanı sıra fiziksel yakınlık da kurulması sağlanmalı ve bu yolla vücut dili, tensel temas gibi iletişim modları maksimize edilmelidir.
- Alınan derslerin kilit ekip üyelerinin erişimine açık tarihsel veri tabanlarına kaydedilmesiyle gelecekteki tasarım faaliyetlerine geri besleme yapılmalı, bu yolla sürekli gelişim ilkesi hayata geçirilmelidir.

3.6 Eşzamanlı Mühendisliğin Sağladığı Avantajlar

Eşzamanlı mühendislik uygulamasının firmalara sağladığı avantajları ortaya koymak için çeşitli araştırmalar yapılmış ve bu araştırmaların sonuçları yayınlanmıştır. Bu amaca yönelik bir alan çalışması yapan Eldin (1997) eşzamanlı mühendislik yaklaşımını uygulayan 4 firmada yaptığı incelemenin sonucunda proje teslim süresinin katılımcı firmaların geçmişteki performanslarına göre % 20-25 oranında kısaldığını, bundan başka yeniden tasarım ve yeniden yapım maliyetlerinde azalma,

ürün kalitesinin artması, müşteriyle olan ilişkilerin iyileşmesi gibi faydaların da elde edildiğini rapor etmektedir.

Deasley ve Lettice (1997) tarafından eşzamanlı mühendislik yaklaşımını uygulayan 20 imalat firmasında yapılan anket sonucunda, ankete katılan firmaların % 64'ü ürünlerinin pazara teslim süresinin % 25'in üzerinde kısaldığını, % 77'si ürün kalite ve/veya maliyetlerinde önemli iyileşmeler kaydettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmanın sonucunda ekip ruhu, disiplinler arası entegrasyon ve gayriresmi iletişim gibi sayısal olarak ölçülemeyen konularda önemli düzelmeler elde edildiği ifade edilmiştir.

Eşzamanlı mühendisliğin sağladığı avantajları konudaki en kapsamlı çalışma olarak kabul edilen ve literatürde en sık atıfta bulunulan araştırma A.B.D. Savunma Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre eşzamanlı mühendislik uygulaması sonucunda;

- Boeing'de ürün geliştirme çemberinin süresi % 40-60, teslim süresi % 30,
- Deere and Company'de üretim maliyeti % 30-40, ürün geliştirme süresi % 60, zayıf ve yeniden yapım maliyetleri % 75,
- AT&T'de üretim süresi % 46, hatalı üretim % 30,
- McDonnell Douglas'ta yeniden yapım maliyetleri % 29, zayıf maliyetleri % 57,
- IBM'de montaj süresi % 45,
- Deere and Company'de yeni ürün geliştirme süresi % 60, ürün geliştirme maliyetleri % 30,
- Hewlett-Packard'da üretim hataları % 83, üretim süresi % 95 ürün geliştirme süresi % 35

oranında azalmış, ürün kalitesi ve ürün yaşam çemberi bu uygulamadan olumlu yönde etkilenmiştir (Carlson ve Ter-Minassian, 1996, Creese ve Moore, 1990; Prasad 1996a).

Yukarıda sözü edilen araştırmaların bulgularından ortaya çıkan sonuçlara göre eşzamanlı mühendislik uygulamasının sağladığı avantajlar; hatalı tasarım ve buna bağlı olarak hatalı üretim gibi süre ve maliyeti olumsuz yönde etkileyen faktörlerin ve bunların sonucunda ilerideki aşamalarda ortaya çıkabilecek yeniden tasarım, yeniden çizim ve yeniden yapım işlerinin azalması, bunun sonucunda ürün geliştirme ve ürün teslim süresinin kısalması, maliyetlerin düşmesi, üretkenliğin ve ürün kalitesinin yükseltilmesi ve müşteriyle olan ilişkilerin iyileşmesi olarak özetlenebilir.

3.7 Eşzamanlı Mühendisliğin Problemleri

Hartley (1992), Spears (1992), Karandikar ve diğ. (1993), Pallot ve Sandoval (1998) eşzamanlı mühendislik uygulamasının firmanın yeniden yapılanmasını ve organize olmasını zorunlu kıldığını, firmanın bir dizi kültürel, organizasyonel ve teknolojik değişim geçirmesinin gerektiğini belirtmektedirler. Eşzamanlı mühendislik konusunda yapılan çeşitli çalışmalarda bu yaklaşımın uygulamasındaki problemlerin çoğunlukla organizasyonel yapıdan ve birey davranışlarından kaynaklandığı öne sürülmektedir (Jo ve diğ., 1993; Evans, 1993; Maddux ve Souder, 1993; Eldin, 1997; Syan, 1997).

Jo ve diğ. (1993) eşzamanlı mühendislik uygulamasındaki yetersizlikleri; ekibin etkili yönetilmemesi, ekip üyelerinin bilgilerinin sınırlı olması ve ekibi yaşatma maliyetleri olarak sıralamakta, ürün büyüyüp karmaşılaştıkça ekibin de büyüyüp karmaşılaştığını ve böyle bir ekibi yönetmenin güçleşeceğini belirtmektedirler.

Eşzamanlı mühendisliğin hayata geçirilmesi aşamasını irdeleyen Evans (1993), bu aşamadaki sorunların büyük bölümünün yönetimden kaynaklandığını öne sürmektedir. Bu yeni yaklaşımın organizasyon için neden gerekli olduğunun ve ne gibi yararlar sağlayacağını yönetim tarafından yeterince açık ve anlaşılır olarak ifade edilmemesi organizasyonda amaç birliğinin oluşmasını engellemekte, organizasyonun değişime direnmesine neden olmakta, böylece ekiplerin işbirliği ve ortak çalışma yapması sektöre uğramaktadır.

Syan (1997) tarafından yapılan ve İngiltere’de otomotiv, elektrik, elektronik ve havacılık-uzay sektörlerinde eşzamanlı mühendislik yaklaşımını uygulayan 639

firmayı kapsayan araştırmada, anketi cevaplayan 81 firma, eşzamanlı mühendislik konusunda karşılaşılan sorunların;

- Departmanlar arası iletişim sorunları (% 100)
- İnsan katılımı ile ilgili güçlükler (% 75)
- Proje yönetimi sorunları (% 53,1)

olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, ankete cevap veren firmalardan % 50'si eşzamanlı mühendislik uygulamasının organizasyonda sorunlara yol açtığını, % 46,8'i de bu yaklaşımın hayata geçirilmesinin zor ve zaman alıcı olduğunu ifade etmişlerdir.

Eldin (1997) tarafından eşzamanlı mühendislik yaklaşımını benimsemiş 4 firmada yapılan incelemenin sonuçlarında, eşzamanlı mühendislik uygulamasında karşılaşılan problemlerin;

- Taraflar arasında güven ve işbirliği eksikliği ve proje amaçlarının yeterince iyi anlaşılmaması yüzünden, işveren, yüklenici ve alt yükleniciler arasında oluşan negatif bir “biz ve onlar” yaklaşımı,
- İşveren ve tasarımcıların alt yüklenicilerin tasarım tamamlanmadan önce sürece katılmalarına direnmeleri,
- İşlevsel yöneticilerin proje ekiplerine yetki ve sorumluluk verme konusunda isteksiz davranmaları

olduğu belirtilmektedir.

Souder'in 1987 yılında gerçekteştirdiği ve rasgele seçilmiş 300 firmayı kapsayan araştırmasının Maddux ve Souder (1993) tarafından analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgulara göre, eşzamanlı mühendisliğin başarıyla uygulanmasını engelleyen faktörler organizasyonel engeller ve teknik engeller olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Buna göre söz konusu organizasyonel engeller;

- Tepe yönetim desteğinin eksikliği,
- Organizasyonel ortamın elverişli olmayışı,

- Korumacı işlevsel yöneticiler,
- Uygun olmayan ödüllendirme sistemleri,
- Müşteri katılımının eksikliği,
- Alt yüklenici katılımının eksikliği,
- Yaratıcılığını yitirme korkusu

başlıkları altında toplanmaktadır.

Maddux ve Souder (1993) eşzamanlı mühendisliğin başarısını engelleyen teknik faktörlerin;

- Eşzamanlı mühendislik uygulamasını destekleyecek uygun CAD/CAM sisteminin bulunmaması,
- Gereksinme duyulan bilgisayar donanım ve yazılımının satın alınmasıyla sorunun çözüleceğini varsayan yanlış anlayış

olduğunu belirtmektedirler.

Yukarıda aktarılan çalışmalarından elde edilen sonuçlar, eşzamanlı mühendislik uygulamasında karşılaşılan problemlerin büyük bölümünün olumsuz birey ve organizasyon davranışlarından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu yüzden, eşzamanlı mühendislik uygulamasının başarılı olabilmesi için, öncelikle insanların ve insanların oluşturduğu organizasyonların davranışlarıyla ilgili sorunların açıklığa kavuşturulması ve çözümlenmesi gerekmektedir.

3.8 Eşzamanlı Mühendisliğin Temel İlkeleri

Yukarıdaki bölümlerde eşzamanlı mühendislik yaklaşımını analiz ederken çeşitli kaynaklarda öngörülen ilkelere atıfta bulunulmuştur. Ayrıca, Hartley (1992), Klement (1993) ve Schrage (1993) çalışmalarında doğrudan doğruya eşzamanlı mühendislik ilkelerine yönelik önerilerde bulunmaktadır.

Hartley (1992) eşzamanlı mühendislik ilkelerini;

- Çoğul disiplinli ekip,
- Müşteri terimleriyle tanımlanan, daha sonra mühendislik terimlerine tercüme edilen ürün gereksinimleri,
- Kalite optimizasyonu sağlayacak parametre tasarımı,
- Üretilbilirlik ve monte edilebilirlik için tasarım,
- Ürünün, üretim ekipman ve süreçlerinin, kalite kontrol ve pazarlamanın eşzamanlı olarak geliştirilmesi

şeklinde sıralamaktadır.

Klement (1993) eşzamanlı mühendislik ilkelerini;

- Tasarım programlarında çoğul disiplinli ekip oluşturulması,
- Ekiplerin rekabet etmek yerine ortak hareket etmelerini sağlamak için eğitilmeleri,
- Bireysel hedefler yerine program hedeflerine ulaşılması için ekip davranışının ödüllendirilmesi,
- Çoğul disiplinli ekibin tasarıma erken aşamada katılması için yeterli fon sağlanması,
- Ürün tasarımı için ortak bir veri tabanı kullanılması,
- Ortak veri tabanına bilgisayar destekli analiz araçlarını entegre ederek tasarımın hızlı analiz edilmesinin sağlanması

olarak belirtmektedir.

Schrage (1993) CALS raporundan derlediği eşzamanlı mühendislik ilkelerini ve bu ilkeleri hayata geçirmek için gerekli uygulamaları tablo haline getirmiştir. Söz konusu çalışma Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri ve Gereken Uygulamalar (Schrage, 1993)

EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİ		GEREKEN UYGILAMALAR	
1.	Kapsamlı bir sistem mühendisliğine dayanan, düşey akışlı bir tasarım yaklaşımı	1.1.	Tepe yönetim desteği
		1.2.	Sistem mühendisliği yönetim planı
		1.3.	Konfigürasyon yönetimi ve kontrolü için bilgisayarla entegre bir enformasyon ortamı
2.	Müşteriyle yakın ilişkiler	2.1.	Müşterinin sesini ürün ve süreç özelliklerine dönüştürecek yöntemler
		2.2.	Süreç içinde müşteriye sürekli olarak geri besleme sağlanması
3.	Çoğul disiplinli ekipler	3.1.	Ürün yaşam çemberini temsil eden ekip üyeleri
		3.2.	Ekip üyelerinden gelen girdilerin kabulü ve yönetimi
		3.3.	Ekip üyelerinin farklı analiz yeteneklerinin adil yönetilmesi
4.	Ekiplerin sürekliliği	4.1.	Ekiplerin tasarımın başlangıcında oluşturulması
		4.2.	Kilit ekip üyelerinin ürün geliştirme aşamasıyla birlikte yer değiştirmesi
		4.3.	Yer değiştirecek kilit ekip üyelerinin eğitilmesi ve teşvik edilmesi
5.	Ürün ve süreç modellerinin optimize edilmesi	5.1.	Nicel ve nitel optimizasyon prosedürlerini birleştirecek yöntemler
		5.2.	Anahtar ürün ve süreç özellikleri için optimizasyon değerlerinin seçimi
6.	Dijital ürün modeli yaratarak tasarımda benchmarking sağlama	6.1.	Geleceğe dönük tasarım (design by future) yöntemleri
		6.2.	Ürün tanımı ve veri mübadelesi standartları
7.	Ürün performansı ve üretim, destek, vb. süreçlerin simülasyonu	7.1.	Dağıtılan simülasyon sistemleri
		7.2.	Süreç boyunca ürün değerlendirmesini sağlayacak simülasyon düzeyleri
8.	Simülasyon vasıtasıyla saptanan riskleri test edecek deneyler	8.1.	Riskli ürün ve süreç özelliklerini test edecek deneylerin tasarlanması
		8.2.	Kritik bileşen, parça ve teknolojilerin geçerli kılınması ve doğrulanması
9.	Alt yüklenicilerin erken katılımı	9.1.	Organizasyonun kritik yörünge, program ve eşzamanlılığı sağlayacak şekilde ayrışması
		9.2.	Tepe yönetimin alt yüklenici katılımını teşvik etmesi
10.	Sürekli gelişim ve alınan derslere odaklanma	10.1.	Tasarım sürecini gözlemleyecek ve alınan derslerden geri besleme sağlayacak yöntemler
		10.2.	Kilit ekip üyelerinin erişimine açık bilgi tabanları

Aşağıda sunulan eşzamanlı mühendislik ilkeleri bu bölümde eşzamanlı mühendislik yaklaşımı analiz edilirken atıfta bulunulan çalışmalarda önerilen ilke ve esasların derlenmesi sonucunda elde edilmiştir. Buna göre eşzamanlı mühendislikte;

- Tepe yönetimin liderlik ve taahhüdü sağlanmalıdır (Bölüm 3.4.1; Tablo 3.2).
- RACE, vb. yöntemler vasıtasıyla organizasyonun eşzamanlı mühendislik uygulamasına hazır olup olmadığı belirlenmeli, olası darboğazları ve problem alanları saptanmalıdır (Bölüm 3.4.1).
- Katılımcı organizasyonlar eşzamanlı mühendislik ve bu uygulamada kullanacakları araçlar konusunda eğitilmeli, motive edilmeli ve yeni uygulamaya yönelik engeller ortadan kaldırılmalıdır (Bölüm 3.4.1; Bölüm 3.4.2.3; Tablo 3.2).
- İşin başlangıcında ürünün yaşam çemberini temsil eden departmanlardan atamalar yapılarak çoğul disiplinli tasarım ekibi oluşturulmalıdır (Bölüm 3.4.2.1; Tablo 3.2).
- Tasarım ekibi, sürece katılacak müşteri ve alt yüklenicilerin taşıması gereken özellikleri belirlemelidir (Bölüm 3.4.2.1; Bölüm 3.4.2.2; Bölüm 3.4.2.3).
- Alt yükleniciler sürece katılmadan önce RACE, vb. yöntemlerle eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyi bakımından analiz edilmeli, gerekirse eğitim ve teknik destek sağlanmalıdır (Bölüm 3.4.2.3).
- Alt yüklenicilerle uzun vadeli sözleşmeler yapılmalı, ekibin başarı ya da başarısızlığına ortak edilerek işbirliği yapmaya özendirilmelidir (Bölüm 3.4.2.3).
- Ekip performansını ödüllendirme sistemleri geliştirilmeli, bu sistemler optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerlere dayanmalı, böylece ekipte amaç birliği sağlanmalı, ortak çalışma ve işbirliği teşvik edilmelidir (Bölüm 3.4.3; Bölüm 3.5).
- Müşteri istek ve ihtiyaçlarını kendi terminolojisi ile tasarım ekibine ifade etmelidir (Bölüm 3.4.2.2.; Bölüm 3.4.3).
- Bir ürün modeli (aday tasarım) oluşturulmalıdır (Bölüm 3.4.3; Tablo 3.2).

- QFD tekniğiyle müşterinin sesi mühendisin sesiyle karılatırılmalı, her iki tarafın istekleri optimize edilerek hedef değerlere dntrlmeli, müşteri optimizasyon kararlarına katılmalıdır (Bölüm 3.4.3; Tablo 3.2).
- rn modeli ve DSM tekniği vasıtasıyla i elverdiği oranda parçalara bölünmeli, her bir aktivite kümesine bir alt ekip atanarak paralel çalışma sağlanmalıdır (Bölüm 3.4.4; Bölüm 3.5).
- Paralel alıma grupları matris organizasyon strüktürü biçiminde örgütlenmelidir (Bölüm 3.5).
- IDEF, vb. tekniklerle süreçteki enformasyon akışı gereksinmelerini ortaya koyan bir süreç modeli oluşturularak ekipler arasındaki karşılıklı ilişkiler ve aktivite sıralaması ortaya konulmalı, böylece çalışmaların gözlem ve kontrolü sağlanmalıdır (Bölüm 3.4.4; Tablo 3.2).
- Ürünün tüm yaşam çemberiyle ilgili konular çoğul disiplinli ekipler tarafından tasarımın erken aşamalarından itibaren proaktif bir anlayışla ele alınmalı ve böylece X-edilebilirlik için tasarım yapılması sağlanmalıdır (Bölüm 3.3).
- Ekipler veri paylaşımını kolaylaştıracak ve hızlandıracak enformasyon teknolojisi ile desteklenmelidir (Bölüm 3.5).
- Ekip yeleri arasında elektronik yakınlığın yanı sıra fiziksel yakınlık da kurulması sağlanmalı ve bu yolla vücut dili, tensel temas gibi iletişim modları maksimize edilmelidir (Bölüm 3.5).
- Alınan derslerin kilit ekip üyelerinin erişimine açık tarihsel veri tabanlarına kaydedilmesiyle gelecekteki tasarım faaliyetlerine geri besleme yapılmalı, bu yolla sürekli gelişim ilkesi hayata geçirilmelidir (Bölüm 3.5; Tablo 3.2).

Eşzamanlı mühendislik, görece uzun bir zaman dilimi içerisinde yüksek maliyetli ürünlerin üretildiği inşaat proje sistemine önemli avantajlar sağlama potansiyelinin inşaat proje sistemiyle ilgili çeşitli kişi ve kurumların ilgisini çekmesi sonucunda eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bölüm 4'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanmasını ele alan çalışmalar incelenecektir.

4. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİNİN UYGULANMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Bu bölümün amacı, Bölüm 3'te incelenen eşzamanlı mühendisliğin yaklaşımının inşaat proje sisteminde uygulanması amacına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaları tanıtmaktır.

Bölüm 3.2.1'de eşzamanlı mühendisliğin tarihsel gelişimi açıklanırken bu yaklaşımı ele alan kapsamlı çalışmaların A.B.D. Savunma Bakanlığının öncülüğünde 1980'li yılların ikinci yarısından itibaren başladığı ve terminoloji birliği sağlandığı aktarılmıştır. Aynı dönemde inşaat projelerinde çoğul disiplinli ekip çalışması, bilgisayar destekli entegre inşaat projesi geliştirme ortamları, elektronik veri mübadelesi ve inşa edilebilirlik gibi temelde eşzamanlı mühendislik ilkelerini içeren çeşitli konularda çalışmalar yapılmış, ancak bu çalışmalarda eşzamanlı mühendislik terimi kullanılmamıştır. Tatum (1987), O'Connor ve Tucker (1986), O'Connor ve diğ. (1986), O'Connor ve diğ. (1987), O'Connor ve Davis (1988), Eldin (1988), Mohan (1990), Sanvido ve Medeiros (1990), Gibson ve Bell (1990), Gibson ve Bell (1992) araştırmaları bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir.

İnşaat proje sistemiyle ilgili literatürde eşzamanlı mühendislik terimi, eşzamanlı mühendislik literatürüne paralel olarak 1990'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlamış, bu konuda uluslararası konferanslar düzenlenmiş, başka alanlarda düzenlenen kongre ve konferanslara inşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanmasıyla ilgili bildiriler sunulmuştur. Bunlara ek olarak, çeşitli yayın organlarında ve internette konuyla ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Literatürdeki bir çok çalışmada, diğer sektörlerdeki eşzamanlı mühendislik uygulamaları incelenmiş ve bu incelemelerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu yaklaşımın inşaat projelerine uygulanmasına yönelik ilkelerin saptanmasına çalışılmıştır.

Literatürdeki çalışmaların bir bölümü ise, eşzamanlı mühendislik sürecinde kullanılan araçların, yani yöntem ve tekniklerin inşaat projelerinde kullanılabilirliğini test etmeye ve gerekli değişiklikleri yaparak inşaat proje sisteminin dinamiklerine uyum sağlayacak şekilde adapte edilmesi ve/veya yeniden geliştirilmesiyle ilgilidir.

Bu bölümde, yukarıdaki açıklamalara dayanarak, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasını ele alan çalışmaları kapsayan literatür taraması;

- İnşaat proje sistemine özgü eşzamanlı mühendislik ilkelerini saptamaya yönelik çalışmalar
- İnşaat proje sisteminde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulamasına yönelik araçlar

başlıkları altında sunulacaktır.

4.1 İnşaat Proje Sistemine Özgü Eşzamanlı Mühendislik İlkelerini Saptamaya Yönelik Çalışmalar

Çeşitli sektörlerdeki eşzamanlı mühendislik uygulamalarını analiz eden çalışmaların nihai hedefi, bu uygulamalardan alınan dersler vasıtasıyla inşaat projelerinde uygulanması gereken eşzamanlı mühendislik ilkelerini ve/veya eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerine uygulanmasını etkileyen faktörleri ve problemleri saptamaktır. Bu amaca yönelik olarak Deasley ve Lettice (1997), Brooks ve diğ. (1999) imalat sektöründe, Tookey ve Betts (1999) havacılık sektöründe, Anumba ve diğ. (1997) petro-kimya sektöründe faaliyet gösteren firmaları incelemişlerdir. Manivong ve Jaafari (2000) ve Jaafari (1997) inşaat proje sistemindeki proje teslim yöntemlerini eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından irdeleyerek çeşitli önerilerde bulunmuştur. Benzer şekilde Kamara ve diğ. (1997) inşaat proje sistemini eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından ele almışlar ve çeşitli ilkeler saptamaya çalışmışlardır. Turtle (1994) eşzamanlı proje yönetimi olarak adlandırdığı bir model geliştirmiş ve söz konusu modelin inşaat projelerindeki uygulanmasına yönelik örnekler vermiştir. Sözü edilen çalışmalar aşağıda açıklanmaktadır.

4.1.1 Deasley ve Lettice (1997) Çalışması

Deasley ve Lettice (1997) 20 imalat firmasındaki eşzamanlı mühendisliği yürürlüğe koyma ve kalıcılaştırma sürecini incelemekte ve inşaat proje sistemini,

- Değişime hazırlık (1. aşama)
- Entegre ürün geliştirme ortamı yaratma (2. aşama)
- Çoğul disiplinli ekiple organizasyonun geri kalanı arasındaki ara yüzeyi (interface) yönetme (3. aşama)
- Eşzamanlı mühendisliği kalıcılaştırma (4. aşama)

aşamalarında saptadıkları 10 kritik başarı faktörü açısından tartışarak eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerine uygulanabilirliğini irdelemektedirler. Araştırmaya göre bu aşamalarda saptanan kritik başarı faktörleri aşağıdaki gibidir.

Değişme hazırlık aşamasındaki kritik başarı faktörleri:

- Tepe yönetimin eşzamanlı mühendisliğin net olarak anlaşılmasını sağlaması, bunun için çalışanlara gerekli eğitimi vermesi, özellikle işlevsel yöneticileri sürece katarak çalışanların endişe ve güvensizliklerini gidermesi,
- Organizasyondaki değişiklikleri içeriden gözlemleyecek ve yönlendirecek, tepe yönetimin ve çoğul disiplinli ekibin isteklerini dengeleyecek, böylece tepe yönetime yardımcı olacak değişim liderlerinin görevlendirilmesi,
- Pilot projeler vasıtasıyla yeni uygulamanın avantaj ve sorunlarının kısa sürede ortaya çıkarılması,

Entegre ürün geliştirme ortamının şekillendiği aşamadaki kritik başarı faktörleri:

- Ürünün bütün yaşam çemberi aşamalarının temsil edildiği çoğul disiplinli ekibin oluşturulması,
- Çoğul disiplinli ekibin kitlesel üretim aşamasına kadar tam zamanlı olarak bir arada çalışması, böylece gayriresmi iletişimin maksimize edilmesi,

- Ekip üyelerinin rol ve sorumluluklarının net ve anlaşılır olması, aralarında güven ilişkisi kurulmasının sağlanması, ekibe yeterli ölçüde yetki verilmesi

Çoğul disiplinli ekiple organizasyonun geri kalanı arasındaki ara yüzeylerin geliştirildiği aşamadaki kritik başarı faktörleri:

- Bu ara yüzeylerin bütün çalışanlara yayılması

Eşzamanlı mühendisliği kalıplaştırma aşamasındaki kritik başarı faktörleri:

- Ekip çalışmasını teşvik eden ödüllendirme sistemleri ve bu amaca yönelik performans metrikleri geliştirilmesi,
- Pilot projelerden alınan derslere dayanarak entegre ürün geliştirme sisteminde gereken değişikliklerin yapılması,
- Proje analizleri, seminerler, atölye çalışmaları, vb. yöntemlerle eşzamanlı mühendislik uygulamasından edinilen deneyimlerin diğer çalışanlara aktararak öğrenme süreci oluşturulması

Deasley ve Lettice (1997) inşaat projelerinde işlevsel sorumlulukların bağımsız organizasyonlar tarafından üstlenilmesinin, proje katılımcıları arasında yapısal bir karşı karşıya gelme durumu yarattığını, buna karşılık eşzamanlı mühendisliğin esas itibariyle işbirliğine dayandığını vurgulayarak, değişime hazırlık sürecindeki tepe yönetim liderliği, değişim liderleri ve pilot proje faktörlerinin sistemin gelecek aşamalarındaki başarısını etkileyeceğini, bu yüzden de yaşamsal önem taşıdığını belirtmektedirler. Yazarlara göre, inşaat projelerinde eşzamanlı mühendisliğin kapsamının anlaşılmasını ve güven ortamı yaratılmasını sağlayan eğitim işin başında verilmeli ve proje boyunca sürdürülmelidir. Ekipteki değişimi gözlemleyecek ve yönlendirecek olan ekip lideri dikkatle seçilmeli ve bütün katılımcılarla ilişkisi olan biri olmalıdır. Erken gelen başarı girişimi birleştirici etki yapacağından, pilot proje uygulaması önemlidir.

Araştırmaya göre, inşaat projelerinde entegre ürün geliştirme ortamının yaratılması için projeye ilgili bütün katılımcıların, yani mal sahibi ve/veya temsilcisi, tasarımcı, yapımcı, vb. birimlerin çoğul disiplinli ekibe katılması zorunludur. İnşaat proje ekibi üyelerinin ayrı firmalarda görev yapmaları bu kişilerin mekansal olarak bir araya

getirilmelerini güçleştirmektedir, ancak enformasyon teknolojisinin varmış olduğu nokta coğrafi açıdan farklı bölgelere dağılmış olan ekip üyelerinin ortak çalışma yapmasını olanaklı kılmaktadır. Buradaki yaşamsal konu ekip üyeleri arasında güven oluşturulmasıdır.

Deasley ve Lettice (1997) inşaat projelerinde çoğul disiplinli ekiple organizasyonun geri kalanı arasındaki ara yüzeyleri yönetmenin, ekip çalışmasını ödüllendiren sistemler geliştirmenin, pilot projelerden dersler çıkararak bunları diğer çalışanlara aktarmanın en zor konular olduğunu, bu duruma inşaat projelerinin bireyselliği yüzünden deneyim edinme ve deneyimleri kayıt altına almanın güçlüğüne yol açtığını belirtmektedirler.

4.1.2 Brooks ve diğ. (1999) Çalışması

Brooks ve diğ. (1999) imalat sektöründe faaliyet gösteren 13 firmanın incelendiği bir başka araştırmada elde edilen bulgulara dayanarak imalat sektöründeki proje aktiviteleriyle inşaat proje sistemini;

- Süreç,
- Katılımcılar ve organizasyon strüktürü,
- Araçlar
- Kontrol mekanizmaları

bakımından karşılaştırmakta ve eşzamanlı mühendislik ilkelerinin bu unsurlar üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmaktadırlar.

Çalışmada süreç; projeyi gerçekleştirmek için gereken aktiviteleri ve bu aktiviteler arasındaki ilişkileri ifade etmektedir. Yazarların yaklaşımına göre imalat sektöründeki projeler pazar gereksinmelerinin belirlenmesiyle başlayan ve ürünü üretmek için gereken bütün enformasyonu içeren şartnamelerin hazırlanmasıyla sona eren bir süreçtir ve şartnamelerin tamamlanması üretime başlamak için bir başlangıç noktası olarak görülür; buna karşılık inşaat projeleri yalnız objeyle ilgili enformasyonun değil, objenin de teslimini içerir, dolayısıyla şartnamelerin hazırlanması sürecin doğal bir parçasıdır. Yazarlar eşzamanlı mühendisliğin

aktivitelerin mümkün olduğu oranda paralel yürütölmesi esasına dayandığını belirterek, inşaat projelerinde üretime geçildiğinde bütün enformasyonun hazır olmamasının aktivitelerin paralel yürütölmesini imalat sektöründeki projelerden daha riskli ve kritik hale getirdiğini öne sürmektedirler.

Çalışmada katılımcılar ürünü geliştirmek için gereken bilgi ve beceriye sahip kişilerin üstlendikleri rolleri, strüktür ise bu kişiler arasındaki ilişkileri ifade etmektedir. Yazarlara göre, imalat sektöründeki proje katılımcılarının uzmanlık ve sayıları ürünün karmaşıklığına bağılı olarak değişmekte ve bu ekipler müşteriye ve önemli bileşenlerin alt yüklenicilerini içerseler bile, aynı firmanın çalışanlarından oluşmaktadır, buna karşılık inşaat projeleri sürecin farklı aşamalarına katılan çok sayıda profesyonelin katılımını içermektedir. Yazarlar eşzamanlı mühendislikte ürün yaşam çemberinin aşamalarını temsil eden katılımcıların özerk bir ekip olarak aynı amaca yönelik işbirliği ve ortak çalışma yapmalarının zorunlu olduğunu vurgulayarak, inşaat projelerinde ekip üyelerinin farklı disiplinleri temsil etmelerinin yanı sıra, farklı amaçları olan bağımsız firmalardan gelmelerinin, aynı amaca yönelik olarak işbirliği ve ortak çalışma yapmalarını güçleştiren bir faktör olduğunu belirtmektedirler.

Çalışmada araçlar, katılımcıların aktivitelerini gerçekleştirirken kullanacağı bilgisayara dayalı ya da kağıt üzerindeki enformasyon araçlarını ifade etmektedir. Yazarlar, eşzamanlı mühendislikte ekibin enformasyon paylaşımını kolaylaştıracak ve hızlandıracak teknolojiyle desteklenmesi gerektiğini vurgulayarak, imalat sektöründeki projelerde üç boyutlu model teknikleriyle sanal örnekler yaratılmasının ve gerekli analizlerin bu örnekler üzerinde yapılmasının oldukça yaygın olduğunu, buna karşılık inşaat projelerinde enformasyon mübadelesinin ağırlıklı olarak iki boyutlu modellerle yapıldığını belirtmektedirler. Yazarlara göre bunun nedeni mimari, statik, vb. disiplinlerin gereksinmelerinin farklı olmasıdır ve üç boyutlu modellerin tam olarak kullanılmaya başlanabilmesi için modelin telif hakları konusunun çözümlenmesi gerekmektedir.

Çalışmadaki tanımlara göre kontrol, sistemin amaçlara ulaşmasını sağlayan mekanizmayla ilgilidir. Yazarlar, eşzamanlı mühendislikte hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığının performans ölçümleriyle belirlendiğinin altını çizerek, imalat sektöründe kontrolün bireysel projeler düzeyinde gerçekleştiğini ve projede

kullanılan kaynakların ve harcanan sürenin gözlemlendiğini, ancak sürecin çıktısı olan tasarımın kalitesinin nadiren ölçüldüğünü, buna karşılık inşaat projelerinde kontrol mekanizmasının nasıl işleyeceğinin seçilen proje teslim yöntemiyle ilişkili olduğunu ve sözleşme dokümanlarında saptandığını belirtmektedirler. Sözleşmelerde proje ekibinin her üyesinin sorumlulukları ve bu sorumlulukların yerine getirilmemesi durumunda uygulanacak cezalar ayrıntılı olarak belirtilmekte ve proje çalışmalarının koordinasyonu mal sahibinin atadığı bir yetkili birim tarafından sağlanmaktadır. Yazarlar bu uygulamanın yarattığı çıkar çatışmasının katılımcılar arasında ters yönlü ilişkilere yol açtığını, böylece taraflar arasındaki işbirliğini güçleştirdiğini vurgulamaktadırlar.

Brooks ve diğ. (1999) bu analiz ve karşılaştırmanın sonucunda inşaat projelerine çok sayıda farklı organizasyonun katılmasının ve bu katılımcılar arasındaki sözleşmeye dayalı ilişkilerin eşzamanlı mühendislik ortamı yaratılmasında güçlükler yaratabileceğini, bu birimler arasında eşzamanlı mühendisliğin gerektirdiği şekilde iletişim kurulabilmesindeki güçlüklerin sorunu daha da ağırlaştıracağını öne sürmektedirler.

4.1.3 Tookey ve Betts (1999) Çalışması

Tookey ve Betts (1999) havacılık sektöründe faaliyet gösteren 8 firmadaki eşzamanlı mühendislik uygulamasını incelemişler, elde ettikleri bulguları;

- Organizasyon strüktürü,
- Alt yüklenici yönetimi,
- Müşteri katılımı,
- Ekip çalışmasının desteklenmesi

başlıkları altında toplayarak bu alanlardaki eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanabilirliğini ve alınması gereken dersleri belirlemeye çalışmışlardır.

Araştırma bulgularına göre incelenen havacılık firmalarındaki organizasyon strüktürünün temel özelliği, tasarımın program ve işlev matrisine göre düzenlenmiş

çoğul disiplinli ekipler tarafından gerçekleştirilmesidir. Yazarlara göre inşaat proje ekibi sözleşme süresince oluşturulan bir uzman organizasyonlar bileşimidir ve bu uzman organizasyonlar arasındaki ilişkiler imalat firmalarındaki departmanlar arasındaki ilişkilere benzer, ancak inşaat projelerinde her uzmanlığın ayrı bir firma tarafından temsil edilmesi, bundan başka bu uzman firmalar tarafından ekibe atanan bireylerin kurumsal hedeflerin yanı sıra bireysel hedeflerinin de olması, inşaat proje ekibindeki entegrasyon ve işbirliğini olumsuz yönde etkiler. Yazarlar, inşaat projelerinde eşzamanlı mühendisliğin faydalarını elde edebilmek için, tasarım/yapım gibi çeşitli işlevleri üstlenen bağımsız organizasyonların her zaman birlikte çalışan konsorsiyumlar oluşturmalarının ideal bir çözüm olabileceğini öne sürmektedirler.

Araştırma bulguları havacılık sektöründeki eşzamanlı mühendislik uygulamalarında, bireysel hedefleri yerine tüm girişimin lehine çalışmayı taahhüt eden az sayıda alt yükleniciyle uzun vadeli ilişkiler kurulduğunu, alt yüklenicilere eğitim ve teknik danışmanlık gibi hizmetler verildiğini ve bu alt yüklenicilerin şartnamelerin hazırlanmasına katıldığını göstermektedir. Yazarlar inşaat projelerinde gereksinimlerin daha ekonomik bir şekilde karşılanabilmesi için ikame edilebilir malzeme ve bileşen esasına dayanan tasarımlar geliştirildiğini ve bu yüzden şartnamelerin hazırlanmasında alt yüklenici görevlendirilemediğini belirterek bu durumun eşzamanlı mühendisliğin alt yüklenici katılımı ilkesiyle uyumlu olmadığını öne sürmektedirler. Yazarlar ayrıca alt yüklenicilere eğitim verilmesinin sadece uzun vadeli ilişkiler kurulması durumunda yarar sağlayabileceğine dikkat çekerek, yukarıdaki nedenlerden ötürü inşaat proje sisteminde alt yüklenicilerle uzun vadeli ilişkiler kurulmadığını, dolayısıyla bu uygulamanın inşaat projelerinde problemliliğini belirtmektedirler.

Araştırmaya göre inşaat projelerinde yapımcı ve alt yüklenici arasındaki risk paylaşımı yöntemleri; alt yüklenici hakedişlerinden teminat kesintisi yapılması, alt yükleniciden garanti belgesi alınması ve alt yükleniciye mal sahibi ana yapımcıya ödeme yaptığı anda ödeme yapılmasıdır. Yazarlar bu yöntemlerden hiç birinin ortak çalışma ve işbirliği konseptine uygun olmadığını, dolayısıyla eşzamanlı mühendisliği desteklemediğini savunmaktadırlar.

Araştırma kapsamında incelenen havacılık firmalarında müşterinin ya da tayin ettiği bir temsilcinin tam zamanlı olarak çoğul disiplinli ekiplere katıldığı gözlemlenmiştir.

Ayrıca son kullanıcılar da dış müşteri olarak tasarımın rafine edilmesi çalışmalarına katılmaktadırlar. Yazarlar havacılık sektöründeki müşterilerle inşaat projelerinin müşterileri arasında farklara işaret ederek havacılık sektöründe uçakların deneyimli, ne istediğini net olarak bilen firmalar tarafından sipariş edildiğini ve işletildiğini, buna karşılık inşaat projelerinde müşterilerin büyük bölümünün bir kereye özgü inşaat yaptıran, sistemin işleyişi hakkında bilgi ve deneyim sahibi olmayan, ve sürecin ileri aşamalarında fikrini değiştirebilen mal sahipleri olduğunu belirtmektedirler. Mal sahibinin ileri aşamalarda değişiklik taleplerinin süre ve maliyet üzerinde olumsuz etki yapmasına değinen yazarlar, bu bakımdan mal sahibinin sürece tam zamanlı katılımının ve ihtiyaçlarının belirlenmesinin inşaat projelerinde kritik bir konu olduğunu belirtmektedirler.

Araştırma bulgularına göre havacılık sektöründe ekiplerin bir araya getirilmeleri, gereken enformasyon teknolojisiyle donatılmaları ve ek eğitim almaları ekip çalışmasını kolaylaştıran unsurlardır. Yazarlar inşaat projelerinde ayrı firmaların elemanları olan ekip üyelerinin aynı mekanda bir araya getirilmesinin problemli olduğunu, bundan başka günümüzde kullanılmakta olan sözleşme dokümanlarının ekip çalışmasına çok az alan bırakacak kadar kesin ve detaylı olduğunu, bu nedenle inşaat projelerinde ekip çalışmasını desteklemenin kolay olmadığını belirtmektedirler.

Araştırmanın sonucunda özetle, inşaat proje sisteminde eşzamanlı mühendislik ilkelerinden yarar elde edebilmek için proje ekibinin daha entegre bir yapı içinde organize olması gerektiği, sözleşme maddeleri vasıtasıyla bu entegrasyonu empoze etmenin en uygun yol olmadığı ve bütün uzmanlıkları tek bir bünyede toplayan organizasyonların daha büyük yarar sağlayacağı öne sürülmektedir.

4.1.4 Anumba ve diğ. (1997) Çalışması

Anumba ve diğ. (1997) bu çalışmada petro-kimya endüstrisindeki inşaat faaliyetlerinde benimsenmiş olan yeni iş ilişkilerini analiz ederek bu uygulamaların eşzamanlı mühendislik ilkeleriyle olan benzerliklerini ve inşaat projelerine uygulanabilirliğini etüt etmişlerdir.

Araştırmaya göre petro-kimya endüstrisindeki inşaat faaliyetlerinin temel aktörleri tesislerinin sahibi ve işletmecisi olmaları bakımından müşteri konumunda olan işletmeciler ve bu tesislerin geliştirilmesi ve işletilmesi için gereken hizmetleri sağlayan katılımcı firmalardır. Yazarlar bu birimlerin 1990'dan önceki ilişkilerini karakterize eden temel özellikleri; kısa vadeli ve ters yönlü sözleşmeler, anlaşmazlıklar, başlıca seçme kriterinin en düşük fiyat olduğu ihale yöntemi, işin çoklu sözleşmeye bölünmesi, çalışmaların ve dokümantasyonun mükerrer olması, yaşam çemberi maliyetleri yerine başlangıç maliyetlerinin düşük olmasına önem verilmesi olarak belirtmektedirler. 1990'dan sonra CRINE (Cost Reduction Initiative for the New Era) programı çerçevesinde israfı, mükerrer çalışmaları, projeye değer katmayan ve yapımcının uzmanlığından yararlanılmayan alışkanlık ve uygulamaları ortadan kaldırmayı hedefleyen uzun vadeli işbirliği ilişkileri kurma eğilimi ağırlık kazanmış ve bunun sonucunda entegre hizmetler (integrated services) ve ittifak (alliance) olarak adlandırılan iki yaklaşım ortaya çıkmıştır.

Entegre hizmetler yaklaşımı çeşitli hizmet ya da ürün paketlerinin tek bir sözleşme altında toplanmasını içermektedir. İttifak ise iki ya da daha fazla firma arasında ortak çıkarlara dayanan uzun vadeli bir ilişkidir. Entegre hizmetler yaklaşımında müşteri maliyetlerin azaltılması sorumluluğunu katılımcı firmaya vermekte, buna karşılık ittifaklarda katılımcı firma müşterinin maliyetlerinin düşürülmesi sorumluluğunu, müşteri de katılımcının kar etmesi sorumluluğunu kabul etmektedir. Araştırmada incelenen üç vakada müşteri konumundaki tesis işletmecileriyle katılımcılar arasında ittifak yaklaşımının benimsendiği görülmektedir.

Araştırmada incelenen birinci vaka olan Andrew Alliance projesinde müşteri olan British Petroleum ve yedi katılımcı arasında tek bir ittifak anlaşması bulunduğu belirtilmekte ve izlenen strateji aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- İttifak partnerleri projenin başlangıcında sürece katılmış, böylece projenin bütün yaşam çemberi erken aşamalardan itibaren etüt edilebilmiştir.
- Her bir katılımcıyla British Petroleum arasında ittifak anlaşmasına ek olarak ayrı bir iş sözleşmesi yapılmış, böylece görevlerin katılımcılar arasında ayrıştırılması paralel çalışmayı mümkün kılmıştır.

- British Petroleum proje yöneticisinin ve her bir katılımcının proje yöneticisinin katılımıyla bir entegre proje yönetim ekibi oluşturulmuştur.
- İttifak üyeleri ve alt yükleniciler arasında elektronik veri mübadelesi vasıtasıyla enformasyon alışverişi sağlanmıştır.

İncelenen ikinci vaka olan Conoco Jupiter Project'te ittifak üyeleri müşteri ve tasarım, yönetim, üretim ve montaj işlerini yüklenen katılımcılardır. Bu ittifakın sonuçları aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Bütün taraflar tasarım girdisi sağlamış ve yakın işbirliği yapmıştır.
- Elde edilen maliyet tasarrufu taraflar arasında daha önce kararlaştırılmış bir "risk ve ödül" stratejisine göre paylaştırılmıştır.
- Elektronik veri mübadelesi, benzer CAD sistemleri ve ortak proje modeliyle işbirliği ve koordinasyon sağlanmış, tasarımcılar ve üretim işlerini üstlenen birimler arasındaki iletişimde video konferans sisteminden yararlanılmıştır.

Üçüncü vaka olan Britannia Topsides Alliance yedi tesis işletmecisi grubun oluşturduğu bir konsorsiyumu olan müşteri ile altı ana katılımcı arasındaki ittifakı içermektedir. Araştırma tarihinde henüz sürmekte olan bu projenin analizinde elde edilen bazı bulgular aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Petro-kimya tesislerine yönelik bir yazılım olan PPMS vasıtasıyla bir proje modeli oluşturulmuştur.
- Çizimlerin elektronik yolla transferi vasıtasıyla farklı bölgelerdeki katılımcıların aktiviteleri arasında iletişim sağlanmıştır.
- Aktivitelerin farklı partnerlere ayrıştırılmasıyla paralel çalışma sağlanmıştır.

Yazarlar vaka analizlerinden elde edilen bazı bulguların eşzamanlı mühendislik özellikleri taşıdığını belirtmektedirler. Buna göre incelenen ittifak vakalarında;

- İşbirliği yapılmasını sağlayan bir organizasyonel iskelet olması,
- Projenin bütün yaşam çemberi konularının sürecin erken aşamalarından itibaren dikkate alınması,

- Her bir katılımcıyla müşteri arasında yapılan bireysel iş sözleşmeleriyle aktivitelerin ayrıştırılması ve böylece paralel çalışma yapılabilmesi,
- Proje enformasyonunun depolanmasını ve paylaşımını sağlayan teknolojiden yararlanarak iletişim ve işbirliği olanaklarının artırılması

eşzamanlı mühendislik ilkelerinin yerine getirilmesini sağlayan özelliklerdir.

Yazarlar yukarıdaki saptamalardan sonra eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasındaki problemleri irdelemektedirler. Yazarlara göre, inşaat proje sürecinde aşamaların ve her bir aşamadaki sorumlulukların bölünmüş olması inşaat projelerinde eşzamanlı mühendisliğin avantajlarından yararlanılmasını engellemektedir. Ayrıca, inşaat projelerinde uygulanmakta olan rekabet yoluyla katılımcı seçme yöntemi; yaşam çemberi tasarımı, ekip çalışmasını ve işbirliğini kolaylaştıran ittifaklar ya da ortaklıklar kurulmasına izin vermemektedir. Bundan başka tasarımcı, maliyet uzmanı gibi mal sahibi danışmanlarının inşaat projelerinde dominant rol oynaması mal sahipleriyle yapımcılar arasında eşzamanlı çalışmayı kolaylaştıracak ortaklıklar kurulmasını engelleyici niteliktedir. Yazarlar sonuç olarak inşaat projelerinde petro-kimya endüstrisindeki uygulamaların sağladığı avantajların elde edilebilmesi için proje teslim yöntemleri, mal sahibinin rolü ve enformasyon yönetimi ve iletişimi kolaylaştırıcı teknoloji kullanımı konularının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

4.1.5 Manivong ve Jaafari (2000) Çalışması

Manivong ve Jaafari (2000) proje katılımcıları arasında işbirliği yapılmasına en fazla izin veren yaklaşımlar olarak nitelendirdikleri tasarım/yapım ve ittifak yöntemlerini eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışmaktadırlar. Yazarlara göre tasarım/yapım yönteminde mal sahibi katılımının sınırlı olması yarı optimal çözümlerin üretilmesine yol açmakta, mal sahibinin tasarım ve yapımın kalitesini gerektiği kadar denetleyememesi düşük kalitede bir inşaat objesinin üretilmesiyle sonuçlanmaktadır.

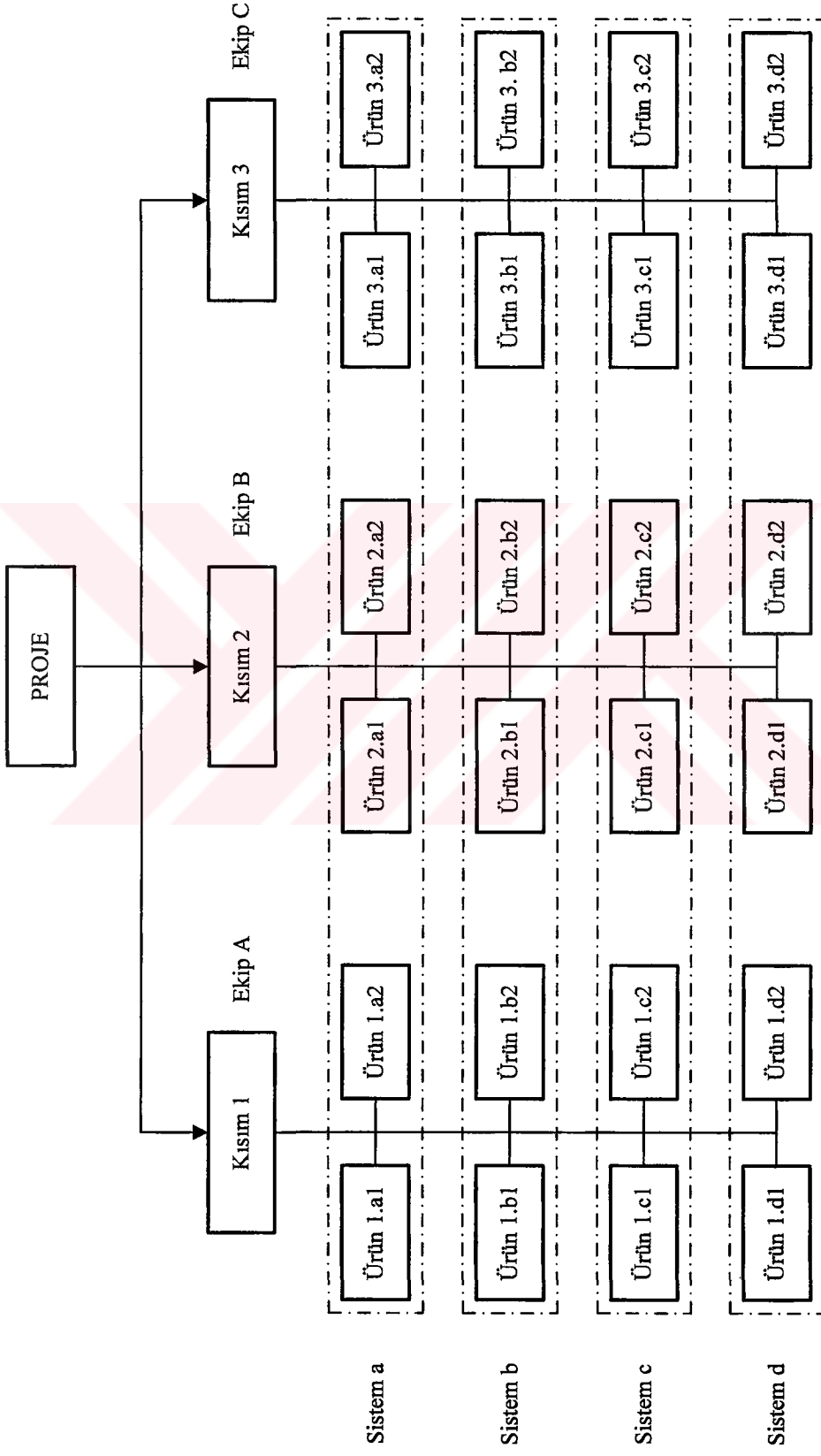
Çalışmada ittifak sözleşmelerinin geleneksel yöntemleri değiştirdiği, ancak bu yöntemde projenin hala aşamalar halinde geliştirildiği, işlevsel/matris organizasyon şemalarının kullanılması yüzünden ekibin tam entegrasyonunun sağlanamadığı,

projenin ana bölümler yerine iş paketlerine bölünmesi ve bunları yönetme üzerine odaklanması nedeniyle enformasyon entegrasyonunun tam olarak elde edilemediği ve proje yöneticisinin karar süreçlerine başkanlık etmediği ve bu nedenlerden ötürü ittifak sözleşmelerinin eşzamanlı mühendisliğin tüm faydalarını sağlamadığı öne sürülmektedir. Çalışmada inşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik yaklaşımının uygulanması amacıyla yönelik olarak Sydney Üniversitesinde geliştirilmiş olan yaşam çemberi proje yönetim sistemi tanıtılmaktadır. LCPM (Life Cycle Project Management) olarak adlandırılan bu sistemdeki organizasyon şeması Şekil 4.1’de, sistemin işleyişi ve ekip çalışmalarının yönetimi ise Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

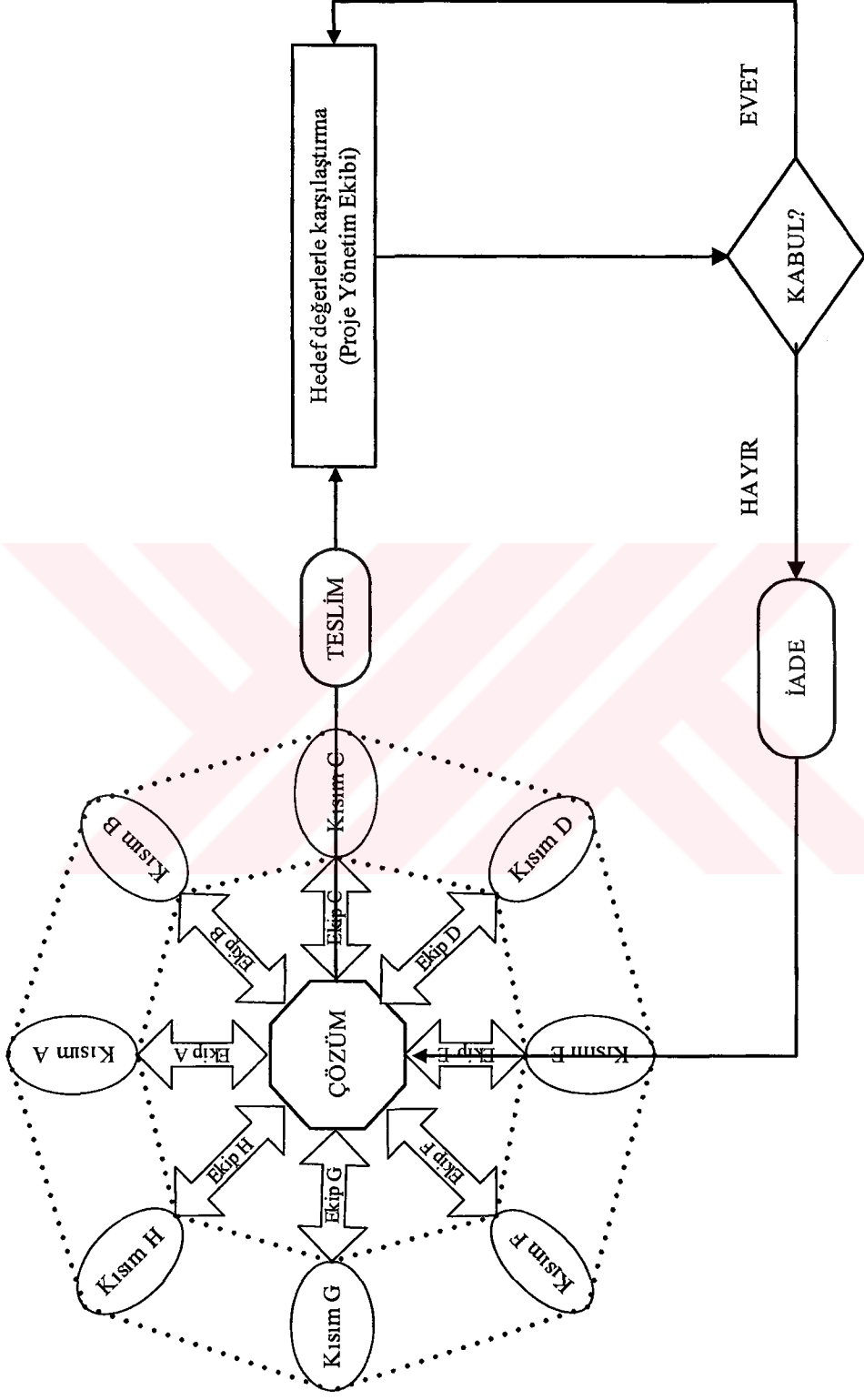
Şekil 4.1’de Kısım 1, Kısım 2 ve Kısım 3 projenin bağımsız yürütülebilir parçalarını, Sistem A, Sistem B, Sistem C ve Sistem D projedeki disiplinler sistemleri, Ürün1.a1, vb. ise parçaları oluşturan bileşenleri ifade etmektedir. Projenin parçalarına birer çoğul disiplinli ekip atanmasıyla paralel çalışma yapılabilmektedir. Bu ekiplerin çalışmalarının nasıl entegre edileceğini ve yönetileceğini gösteren şema ise Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Şekil 4.2’de görülen elipsler projenin bağımsız yürütülebilir parçalarını, iki yönlü geniş oklar bu proje parçaları üzerinde optimum çözüm bulma amacıyla yönelik olarak paralel çalışan çoğul disiplinli ekipleri ifade etmektedir. Ekiplerin projeye sunduğu girdiler bir proje yönetim ekibi tarafından daha önce belirlenmiş olan yaşam çemberi hedef değerleriyle karşılaştırılmakta, hedef değerlere uygun çözümler onaylanmakta, eğer önemli sapmalar varsa üzerinde yeniden çalışılmak üzere ekibe geri gönderilmektedir. (Manivong ve Jaafari, 2000)

Chaaya ve Jaafari (2000) LCPM modelindeki proje yönetim ekibi ve paralel çalışma grubu üyelerinin projeye katılan mal sahibi, tesis işletmecisi, malzeme satıcısı, imalatçı, yapımcı ve tasarımcı organizasyonlardan atandığını belirterek, LCPM modelini entegre bir enformasyon sistemine dönüştürmeyi hedefleyen IFE (Intergrated Facility Engineering) projesini ve sistem mimarisini tanıtmaktadırlar.



Şekil 4.1. LCPM Yaşam Çemberi Proje Yönetim Sisteminde Disipliner Sistemler ve Proje Parçaları Arasındaki İlişkiler (Manivong ve Jaafari, 2000)



Şekil 4.2. LCPM Yaşam Çemberi Proje Yönetim Sisteminin İşleyişi ve Ekip Çalışmalarının Yönetimi (Manivong ve Jaafari, 2000)

4.1.6 Jaafari (1997) Çalışması

Jaafari (1997) bu çalışmada eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanmasını eşzamanlı inşaat olarak adlandırmakta ve eşzamanlı inşaatı, konsept geliştirme aşamasından objenin teslimine kadar bütün proje aktivitelerinin entegre bir şekilde yürütülmesi olarak tanımlamakta, eşzamanlı inşaatın amacını ve bu yaklaşımda uygulanması gereken bazı ilkeleri öne sürmekte, mevcut proje teslim yöntemlerini bu ilkeler açısından tartışmakta ve eşzamanlı inşaat yaklaşımına yönelik bir iskelet önermektedir. Çalışmada ayrıca geleneksel proje yönetim sistemleri eşzamanlı inşaat açısından irdelenmekte ve eşzamanlı inşaat ilkelerine uygun olduğu öne sürülen bir model tanıtılmaktadır.

Yazar, eşzamanlı inşaat yaklaşımında proje amaçlarını tanımlarken maliyet, süre ve kaliteyle ilgili amaçlara ek olarak toplam yaşam çemberi maliyeti, maliyet/değer oranı (cost/worth ratio), iç sermaye geri dönüş oranı (internal rate of return) ve güncel değer ya da karlılık endeksi (net güncel değer toplam sermaye maliyetine oranı) amaçlarının da tanımlanması gerektiğini belirtmektedir.

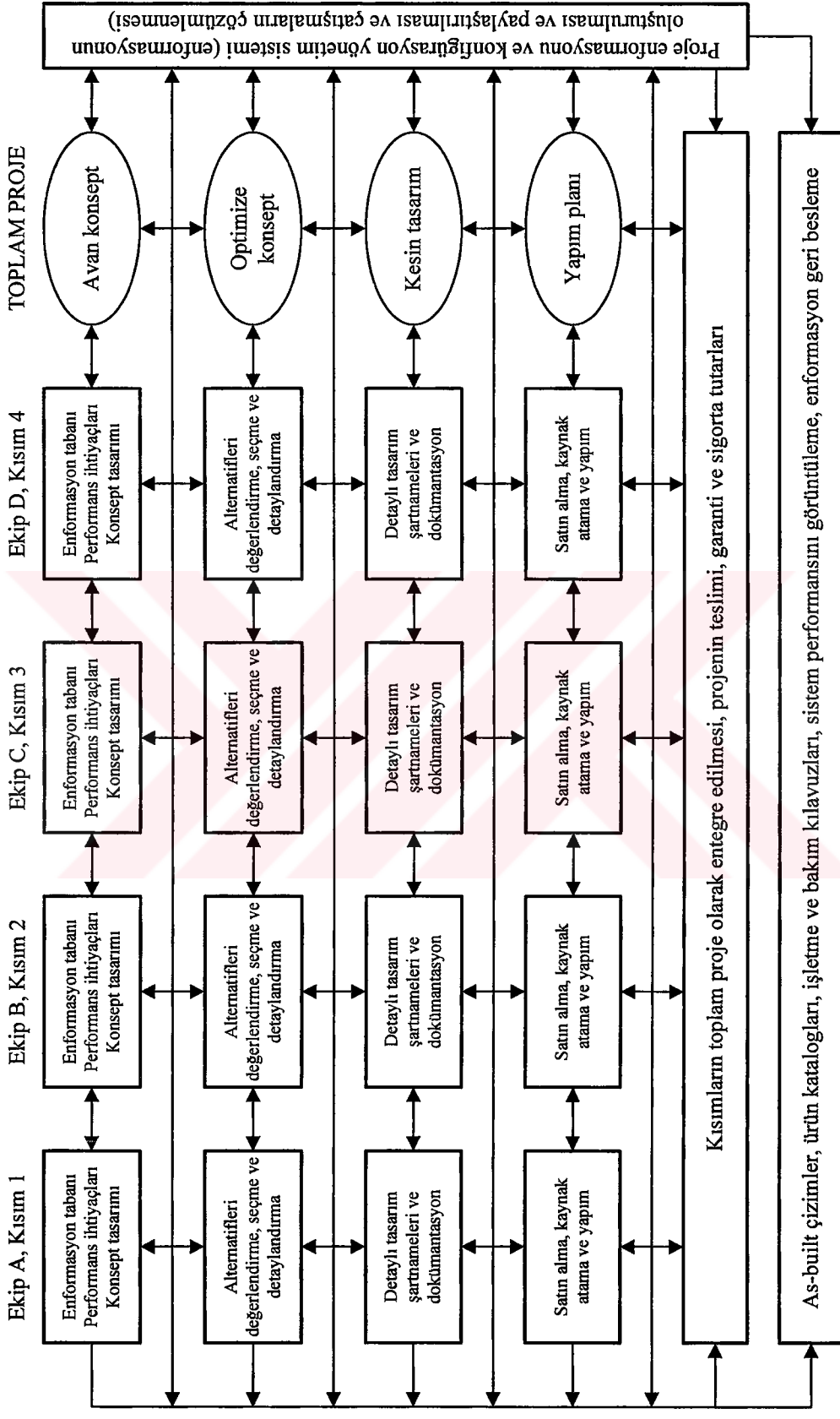
Çalışmada yürürlükteki proje teslim yöntemleri eşzamanlı inşaatla uygunluk açısından tartışılmaktadır. Yazarın öne sürdüğü görüşe göre, geleneksel teslim sistemlerinde her katılımcının kendi işini risklerini en aza indirecek şekilde yürütme eğiliminde olması katılımcıların amaçlarının proje amaçlarından farklı olmasına yol açmakta ve katılımcılar arasında ekip çalışması yapılmasına izin vermemektedir, dolayısıyla eşzamanlı inşaatla uyumlu değildir.

Çalışmaya göre yapım yönetimi yöntemi de geleneksel teslim yöntemlerine benzer şekilde işin tasarım çizimlerinin ve şartnamelerin temini, malzeme ve ekipman tedariki, şantiye yönetimi, vb. gibi sözleşme bakımından ayrı yönetilecek paketlere bölünmesi esasına dayanmaktadır. Yapım yöneticisinin temel işlevi çalışmaları koordine etmek ve işin çok sayıda sözleşmeye bölünmesinden doğan ara yüzeyleri yönetmektir. Tasarımcıların ve yapımçıların rollerini kendi sözleşmelerinin koşullarını yerine getirmek olarak görmeleri nedeniyle bu yöntemde entegre ekip yaklaşımı yoktur, dolayısıyla eşzamanlı inşaat için uygun değildir.

Çalışmada tasarım/yapım yönteminin ekip çalışması sağlaması bakımından diğer proje teslim yöntemlerine oranla eşzamanlı inşaatla daha elverişli bir yapıya sahip olduğu, ancak bu yöntemde mal sahibinin ve tesisi işletecek kişi veya kurumun ön tasarım ve proje amaçlarına yönelik hedef değerlerin belirlenmesi dışında projeyi önemli ölçüde etkileme olanağının bulunmadığı, buna karşılık eşzamanlı inşaatın mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin proje sürecine maksimum katılımını gerektirdiği, bu nedenle tasarım/yapım yönteminin eşzamanlı inşaatın gereklerini yerine getirebilmek için önemli ölçüde yeniden düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir.

Çalışmada öne sürülen görüşe göre teşvik primi esasına dayanan sözleşmeler proje katılımcılarını ekip çalışmasına motive etmesi bakımından eşzamanlı inşaat için uygun bir platform oluşturmaktadır. Ancak bu sözleşme tipinin eşzamanlı inşaatla tam anlamıyla uygun olabilmesi için primler ve cezalar proje amaçlarına ulaşmayla bağlantılı olmalıdır.

Çalışmada proje teslim yöntemlerinin yanı sıra proje yönetim sistemleri de eşzamanlı inşaatla uygunluk açısından tartışılmaktadır. Yazar geleneksel proje yönetim sistemlerinde projenin her aşamasının ayrı yönetildiğini, her aşamada oluşturulan ve kullanılan enformasyonun ayrı organizasyonlarda muhafaza edildiğini ve diğer proje katılımcılarının bu enformasyon deposuna erişmesine izin verilmediğini, proje aşamalarında alınan kararlarla proje amaçları arasında doğrudan bağlantı olmadığını, projenin proaktif yönetimi ya da projeye sürekli değer katma yerine proje kontrolünün ön plana alındığını, projeyi kontrol etmek için her aşamada sadece kendi içinde işleyen sistemlerin ve yazılımların kullanıldığını, bu nedenlerden ötürü geleneksel proje yönetim sistemlerinin eşzamanlı inşaatla uygun olmadığını belirtmekte ve projenin geliştirilmesiyle ve yönetilmesiyle ilgili bütün enformasyonu entegre edecek bir enformasyon strüktürü oluşturmanın zorunlu olduğunu öne sürmektedir. Yazar tarafından bu amaca yönelik olarak önerilen entegre iletişim sistemi Şekil 4.3'te gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Eşzamanlı İnşaatta Entegre İletişim Sistemi (Jaafari, 1997)

Şekil 4.3'teki sistemde belli bir proje yönetim işlevi yerine getirildiğinde bu işlevle ilgili tüm enformasyon sisteme girecektir. Sistem bu enformasyonu işlevin süreç modülünde belirtilen hiyerarşik modelle ilişkilendirecek, enformasyonu analiz edecek ve değerlendirecektir. Sisteme yeni bir enformasyon girdiğinde ya da mevcut enformasyonun bir bölümü değiştirildiğinde bütün proje yönetim işlevlerinin anında ve entegre bir esasa göre yürütülmesiyle projenin durumunu yeniden değerlendirmek mümkün olacaktır. Bundan başka bütün enformasyon birleşik bir sistemde tutulacak ve mükerrer enformasyon girişi önlenecektir. (Jaafari, 1997)

Yazara göre eşzamanlı inşaatın başarılı olabilmesi için enformasyon yönetimi, ekiplerin çalışmalarının entegre edilmesi ve çeşitli yönetim işlevlerinin yerine getirilmesi konularında mutabık kalınmış bir proje modelinin oluşturulması gereklidir. Bu model sadece projeyi oluşturan fiziksel ürünleri değil, aynı zamanda sisteme teslim edilecek bilgileri de içermeli ve ilgili disiplinlerin çalışmalarının iletiminde ve entegrasyonunda kullanılmalıdır.

Çalışmada eşzamanlı inşaatın başarıyla uygulanmasında mal sahibinin anahtar rol oynadığı ve bu yaklaşımda en zor yanın alışılmış proje teslim yöntemlerinin oluşturduğu sözleşme ve uygulama bariyerlerinin ortadan kaldırılması olduğu belirtilmekte ve aşağıdaki ilkeler önerilmektedir:

- Tasarımcı ve yapımcının proje partneri olduğu, primlerinin ve risklerinin kendi girdilerine ve elde edilen proje değerine göre belirlendiği teşvik primi esasına dayalı sözleşmeler yapılmalıdır. Primler sadece gerçekleşen süre ve maliyet değerlerine göre değil, toplam yaşam çemberi maliyeti, maliyet/değer oranı, iç sermaye geri dönüş oranı ve karlılık endeksi gibi amaçlar da göz önünde tutularak belirlenmelidir.
- Proaktif bir yönetim felsefesi geliştirilmelidir. Projenin alt sistemleri ya da tümü için yukarıda sözü edilen amaçlara yönelik hedef değerler seçilmeli ve alınan kararların bu hedef değerler üzerindeki etkisi ölçülmelidir.
- Entegre bir enformasyon yönetim sistemi kullanılmalıdır. Bu enformasyon sistemi ekibi interaktif bir şekilde desteklemeli, projenin bir bölümünde ya da tamamında tasarım, şartname, yapım süreci, kalite, vb. konularında verilen kararları ya da

yapılan değişiklikleri daha önce belirlenen hedef değerlerle karşılaştırılarak geri besleme sağlamalıdır.

- Eğer mümkünse eski projelerden ve diğer kaynaklardan projeye ve karar sürecine enformasyon aktarılmasını sağlayacak bilgi tabanı sistemleri kullanılmalıdır.
- Projenin başlangıcında mümkün olduğu kadar erken bir aşamada bir avan proje modeli oluşturulmalıdır. Bu model ortak bir iletişim temeli olarak kullanılmalıdır ve böylece aktivitelerin kümelenendirilmesi, ekiplerin oluşturulması ve kümelere atanması, ekip çalışmalarının eşzamanlı olarak koordine ve entegre edilmesi sağlanmalıdır.

4.1.7 Kamara ve diğ. (1997) Çalışması

Kamara ve diğ. (1997) bu çalışmada inşaat proje sistemini karakterize eden ve eşzamanlı mühendislik ilkeleriyle birlikte değişime uğrayacak olan uygulama ve gelenekleri;

- Mesleklerin durumu,
- Tasarımın yapımdan ayrı oluşu,
- Proje organizasyonlarının yapısı,
- Standart sözleşme dokümanları kullanımı

başlıkları altında incelenmekte ve inşaat proje sisteminde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanmasına yönelik tavsiyelerde bulunmaktadır.

Mesleklerin durumu başlığı altında, çoğul disiplinli ekiplerin ve bunlar arasındaki işbirliği ve enformasyon paylaşımının eşzamanlı mühendisliğin anahtar özelliği olmasının altı çizilmekte ve inşaat proje sisteminde, özellikle enformasyon paylaşımı açısından, mesleki ve organizasyonel engellerin kaldırılmasının gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Buna ek olarak, inşaat proje sisteminde farklı mesleklerin farklı tasarım yöntem ve araçları kullandığı, bunların etkili bir biçimde entegre edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Tasarımın yapımdan ayrı olmasının yapımcının ve alt yüklenicinin tasarım ekibine katılmasını güçleştirdiğini belirten yazarlar, tasarım/yapım yönteminin ilerideki aşamalarda rol alacak aktörlerin tasarım sürecine katılmaları için daha uygun bir iskelet sunduğunu öne sürmektedirler.

Proje organizasyonlarının yapısı başlığı altında vurgulanan konu, inşaat proje sistemindeki proje organizasyonlarının geçici oluşu, her bir projede ekip üyeleri karışımının değişmesi ve bu olgunun eşzamanlı mühendisliğe uygun bir iskelet sağlamak için gerekli olan organizasyonel prosedür ve süreçlerin oluşturulmasını güçleştirmesidir. Bununla birlikte inşaat firmalarının konsorsiyumlar oluşturmasının eşzamanlı mühendislik için uygun bir temel oluşturabileceği öne sürülmektedir.

Yazarlara göre standart sözleşme dokümanlarının varlığı yürürlükteki proje teslim yöntemlerinin benimsenmesini teşvik eden bir unsurdur, çünkü belli proje teslim stratejilerinin benimsenmesi büyük ölçüde bunlara uygun standart sözleşme dokümanlarının varlığına bağlıdır. Bu bakımdan başarılı bir eşzamanlı proje teslim sistemi uygulaması için ya uygun sözleşme dokümanları geliştirilmeli ya da mevcut yöntemler değiştirilmelidir.

Çalışmada eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanabilmesi için proje ekibindeki karşılıklı ilişkileri, tasarım sürecindeki aşamaları, aktiviteleri ve araçları, proje yaşam çemberi aktivitelerini betimleyen süreç modellerinin geliştirilmesi gerektiği belirtilmekte, bundan başka;

- Proje teslim yöntemi ve proje yönetimi bakımından genel bir eşzamanlı mühendislik iskeletinin geliştirilmesi,
- Yapım sürecindeki aktivitelerin süre, maliyet ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemeden dekompoze edilmesi,
- Eşzamanlı mühendislik paradigmasının inşaat projelerine uygulanmasını sağlayacak bilgisayar destekli sistemlerin geliştirilmesi,
- Tasarım ve yapım aşamalarında eşzamanlılığı sağlayacak araçların geliştirilmesi

konularının araştırılması gerektiği belirtilmekte, katılımcılar arasındaki ters yönlü ilişkilerin yerine işbirliğini sağlayacak kültür değişikliğinin önemi vurgulanmakta,

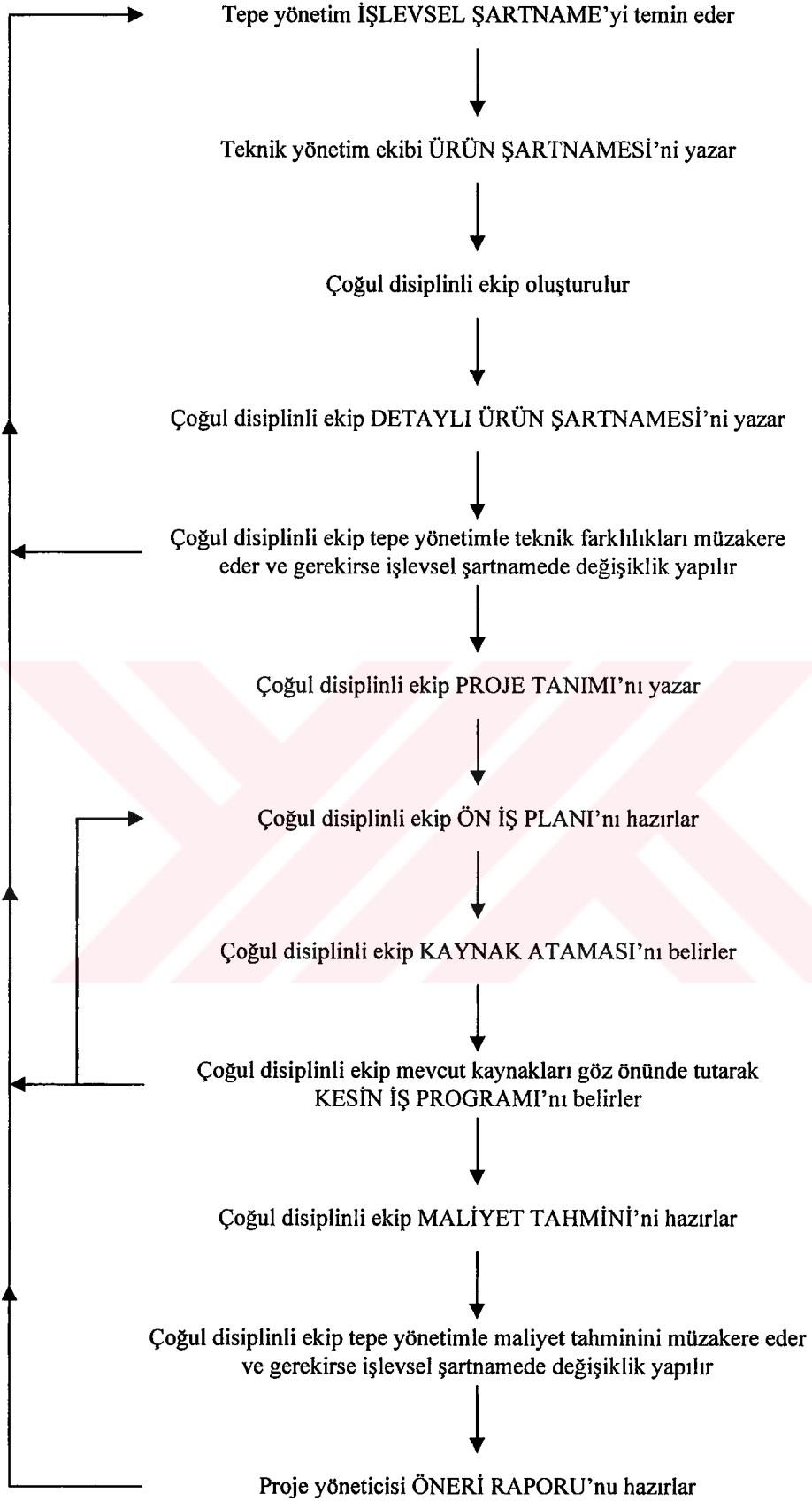
proje katılımcıları arasında işbirliğine izin veren mevcut uygulamalardan hareket etmenin eşzamanlı mühendislik ilkelerinin hayata geçirilmesini kolaylaştıracağı öne sürülmekte, ancak proje organizasyonu ile ilgili konular, mal sahibi danışmanlarının rolü, rekabet yoluyla katılımcı seçimi ve standart sözleşme dokümanlarının kullanılması gibi sektörün ve ürünlerin bireysel yapısından doğan bütün özelliklerin titizlikle etüt edilmesinin gerekli olduğu ifade edilmektedir.

4.1.8 Turtle (1994) Çalışması

Turtle (1994) esas olarak bütün sektörlerdeki proje yönetim faaliyetlerinin eşzamanlı mühendislik ilkelerine uygun olarak yürütülmesi amacıyla yönelik olarak Şekil 4.4'te gösterilen eşzamanlı proje yönetim sistemi modelini geliştirmiştir. Yazar modelin detaylarını açıklarken bir konutun tasarım ve yapımına ilişkin örnekler vermektedir. Bu nedenle söz konusu model inşaat projelerinde eşzamanlı proje yönetimine yönelik bir model olarak kabul edilmesi ve incelenmesi zorunludur.

Eşzamanlı proje yönetim modelinin ilk adımı, ürünün sağlaması gereken işlevsel özelliklerin tarif edilmesidir. Tepe yönetim firma amaçları, pazarlama hedefleri ve piyasadaki rekabeti etüt eder, müşteri isteklerini belirler ve bunlara dayanarak ürünün işlevsel şartnamesini hazırlar. Çalışmadaki konut projesi örneğinde işlevsel şartname projenin kapsamı, arsanın yeri ve yüzölçümü, yaşama alanı, çevre düzenleme, cephe görünüşü, taşıyıcı sistem, bodrum kat gibi özelliklerle ilgili tercihler, alt ve üst maliyet sınırları, teslim tarihi konularıyla ilgili bilgileri içermektedir.

İkinci adım, tepe yönetime rapor veren teknik ekibin işlevsel şartnameyi göz önünde bulundurarak ürünü daha detaylı betimleyen bir ürün şartnamesi hazırlamasıdır. Bu ürün şartnamesine dayanarak çoğul disiplinli ekip oluşturulur. Çoğul disiplinli ekip ürün şartnamesini etüt eder ve detaylandırır. Ürün şartnamesi detaylandıkça işlevsel şartnamenin değiştirilmesi gereği ortaya çıkabilir, bu nedenle sürecin bu aşamasında tepe yönetime geri besleme yapılması gerekebilir. Bu aşamada işlevsel şartname ve ürün şartnamesi arasında tam bir mutabakat sağlanıncaya kadar süreç tekrarlanır. Çalışmada verilen konut projesi örneğinde detaylı ürün şartnamesinin yapı mevzuatı, kullanılacak malzemeler, iç ve dış bitirmeler, bahçe düzenleme, garaj, yaya yolu, ulaşım, vaziyet planı ve projeye konu olan konutu diğer konutlardan farklılaştıran bütün detayları içermesi gerektiği belirtilmektedir.



Şekil 4.4. Eşzamanlı Proje Yönetim Modeli (Turtle, 1994, s. 136)

İşlevsel şartname ve ürün şartnameleri ürünü tarif eden belgelerdir. Bu iki belge tamamlandıktan sonra, ürün geliştirme sürecinin, yani tasarım ve üretim süreçlerinin tarif edilmesi gerekir. Bu amaca yönelik olarak çoğul disiplinli ekip tarafından geliştirilen proje tanımı tepe yönetime verilen bir kilometre taşı raporudur ve projenin önemli özelliklerini, süre ve maliyet tahminlerini, proje planlamasıyla ilgili iş programı, kaynak atama, maliyet programı gibi belgelerin ne zaman teslim edileceğini belirtir.

İş planı tepe yönetimin detaylı ürün şartnamesini onaylamasının ardından geliştirilen ve projeyi gerçekleştirmek için terine getirilmesi gereken görevleri belirten bir yol haritasıdır. Turtle (1994) iş planının iki düzeyde ele almakta ve birinci düzeyde kazı, taşıyıcı sistem, çatı işleri, tesisat gibi temel aktivitelerin, ikinci düzeyde ise yapım işleriyle ilgili tüm detayların yer alması gerektiğini belirtmektedir. Yazar ayrıca iş planında dikkate alınması gereken en önemli konulardan birinin, paralel yürütülecek aktivitelerin belirlenmesi olduğunu vurgulamaktadır.

Modele göre iş planının hazırlanmasından sonra aktivitelerin süre tahminleri ve kaynak ataması yapılır. Bu aşamada mevcut kaynakların durumuna bağlı olarak iş planının revize edilmesi ve sürecin tekrarlanması gerekebilir. İş programı kesinlik kazandıktan sonra tepe yönetimin onayına sunulur.

Maliyet tahmini projeye ilgili tüm doğrudan maliyetleri içerir. Çoğul disiplinli ekibin hazırladığı maliyet tahmininin tepe yönetim onayına sunulmasının ardından, işlevsel şartnamede değişiklik yapma zorunluluğu doğabilir. Bu durumda bütün süreç tekrarlanır. Süreçte oluşturulan bütün belgeler üzerinde mutabakat sağlanmasının ardından, proje yöneticisi raporunu yazarak tepe yönetime teslim eder.

4.2 İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik İlkelerinin Uygulanmasına Yönelik Araçlar

Araçlar bir işin yapılmasında kullanılan makine, alet gibi fiziksel mekanizmalar ve yöntem, model, teknik gibi fiziksel olmayan enstrümanlardır (GuruNet, 2004). Bu bölümde araçlar sözcüğü ürün geliştirme görevlerinin yerine getirilmesinde kullanılan yöntem, model, teknik gibi fiziksel olmayan araçları ifade etmektedir.

Bölüm 3.9’de eşzamanlı mühendislik ilkeleri derlenirken bu yaklaşımda;

- RACE, vb. yöntemler vasıtasıyla organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olup olmadığının test edilmesinin ve darboğazlarının saptanmasının,
- QFD gibi tekniklerle müşteri isteklerinin sayısal mühendislik değerlerine dönüştürülmesinin,
- DSM, vb. tekniklerle aktiviteler arasındaki bağımlılıkların saptanmasının ve bu yolla işin paralel yürütülebilir parçalara ayrılmasının,
- Ekiplerin matris biçiminde organize olmasının,
- Enformasyon teknolojisinden yararlanarak ekip çalışmalarının entegre edilmesinin, iletişim ve enformasyon paylaşımının kolaylaştırılmasının

esas olduğu belirtilmiştir. Literatürde bu ilkelerin inşaat projelerinde uygulanmasını sağlamak hedefini güden araçlarla ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde bu çalışmalar;

- İnşaat sektöründeki firmaların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyini ölçmeye yönelik BEACON tekniği
- İnşaat projelerinde müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesine yönelik QFD yöntemi
- İnşaat projelerinde aktivitelerin kümelendirilmesine yönelik DSM tekniği
- İnşaat projelerinde süreç modeli oluşturulmasına yönelik IDEFØ tekniği
- İnşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulamasına yönelik organizasyon ve yönetim modelleri
- İnşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulamasına yönelik enformasyon teknolojisi modelleri

başlıkları altında incelenecektir.

4.2.1 İnşaat Sektöründeki Firmaların Eşzamanlı Mühendisliğe Hazır Olma Düzeyini Ölçmeye Yönelik BEACON Tekniği

Bölüm 3.4.1’de eşzamanlı mühendisliğin yönetim yapısı açıklanırken bu yaklaşımda atılması gereken ilk adımın, organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olup olmadığının ve engel oluşturabilecek darboğazların saptanması olduğu belirtilmiş ve bu amaca yönelik olan geliştirilmiş RACE yöntemi kısaca tanıtılmıştır.

Khalfan ve diğ. (2001) RACE yöntemine ek olarak çeşitli sektörlerde organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyini ölçmek amacıyla geliştirilmiş yöntemleri inceleyerek bu yöntemlerden hiç birinin inşaat sektöründe kullanılmaya tam olarak elverişli olmadığı sonucuna ulaşmışlar ve inceledikleri yöntemler arasında inşaat sektöründe kullanılmaya en elverişli buldukları RACE yönteminden hareket ederek inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların eşzamanlı mühendislik yaklaşımına hazır olma düzeyini ve uygulama darboğazlarını saptamak üzere BEACON yöntemini geliştirmişlerdir.

BEACON yöntemi, RACE yöntemiyle aynı biçimde, firma çalışanları arasında anket yaparak, çalışanların süreç, insanlar, proje ve teknoloji başlıkları altında toplanan çeşitli özelliklerle ilgili çeşitli kriterler bakımından firmanın mevcut durumunu puanlamaları esasına dayanmaktadır. Bu puanlamanın sonuçları değerlendirilerek firmanın eşzamanlı mühendislik uygulamasına ne ölçüde hazır olduğu ve potansiyel problem alanları belirlenmektedir. BEACON modelindeki bileşenler ve bu bileşenlerin içerdiği değerlendirme kriterleri Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

Khalfan ve diğ. (2001) eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde gerçekleştirilecek bir inşaat projesinde bütün katılımcı firmaların BEACON yöntemiyle test edilmesi gerektiğini, böylece incelenen firmaların eşzamanlı mühendisliğe hazır olup olmadığını belirlemenin yanı sıra, eşzamanlı mühendislik uygulamasını engelleyen darboğazların da gözler önüne serileceğini belirtmektedirler.

Tablo 4.1. BEACON Modelinin Bileşenleri ve Değerlendirme Kriterleri

BİLEŞEN	ÖZELLİKLER
Süreç	Yönetim sistemleri Sürece odaklanma Organizasyonel düzenlemeler Strateji yayılımı Değişikliklere uyum sağlama hızı
İnsanlar	Organizasyondaki ekipler Disiplin Ekip liderliği ve yönetim Ekip oluşturma ve geliştirme
Proje	Tasarım Kalite garantisi Müşteriye odaklanma
Teknoloji	İletişim desteği Koordinasyon desteği Enformasyon paylaşımı Entegrasyon desteği Görev desteği

4.2.2 İnşaat Projelerinde Müşteri İsteklerinin Hedef Değerlere Dönüştürülmesine Yönelik QFD Yöntemi

Bölüm 3.4.3'te eşzamanlı mühendislikte müşteri isteklerinin optimize edilerek hedef değerlere dönüştürülmesinde kullanılan QFD yöntemi açıklanmıştır. Literatürde bu yöntemin inşaat projelerinde kullanılmasını ele alan çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Christensen ve diğ. (1996), Hannus ve diğ. (1997), Levitt ve diğ. (1996), Serén (1997) inşaat projelerinde mal sahibi isteklerinin işlenmesi için QFD tekniğini önermektedirler.

Eldin ve Hikle (2003) bir üniversite dersliğinin tasarımı için kullanıcı isteklerinin saptanmasında QFD tekniğini kullandıkları bir pilot çalışmanın detaylarını açıklamakta ve bu çalışmadan elde ettikleri bulgulara dayanarak QFD tekniğinin inşaat projelerinde kullanılmasına yönelik önerilerde bulunmaktadır.

Ahmed ve diğ. (2003) QFD tekniğinin mühendislik alanındaki sermaye projelerinde kullanılmasına yönelik olarak yaptıkları çalışmayı tanıtmakta ve bu çalışmadan elde ettikleri bulguları açıklamaktadırlar.

Kamara ve diğ. (2002) gerçekleştirdikleri alan araştırmasının sonucunda, inşaat projelerinde müşteri isteklerinin işlenmesine yönelik sistematik yöntemler bulunmadığı sonucuna ulaşmışlar ve bu eksikliğin giderilmesi amacıyla önce QFD tekniği vasıtasıyla CRPM (Client Requirements Processing Model) modelini, daha sonra da CRPM modelinin bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlayan ClientPro yazılımını geliştirmişlerdir.

4.2.3 İnşaat Projelerinde Aktivitelerin Kümelenendirilmesine Yönelik DSM Tekniği

Bölüm 3.4.4'te eşzamanlı mühendislikte paralel çalışmanın organize edilmesine yönelik olarak kullanılan DSM tekniği açıklanmıştır. Çeşitli yazarlar inşaat proje sisteminde aktivitelerin kümelenendirilmesine yönelik olarak kullanılan WBS (Work Breakdown Structure) gibi geleneksel teknikleri eleştirmekte ve inşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulaması için aktivite kümelenendirme aracı olarak DSM tekniğini önermektedirler.

Kähkönen ve Huovila (1999) WBS tekniğinin tasarım sürecindeki enformasyon akışını tam olarak yansıtmadığını, bu yüzden inşaat projelerini geleneksel araçlarla yönetmenin verimsizliğe yol açtığını öne sürerek bu sorunun çözümü için DSM tekniğini önermektedir.

Koskela ve Huovila (1997) WBS ve CPM (Critical Path Method) gibi geleneksel araçların tasarımı sadece bir dönüşüm süreci olarak gören bir bakış açısına dayandığını, fakat eşzamanlı mühendisliğin tasarımı bir dönüşüm süreci olmanın yanı sıra aynı zamanda bir enformasyon akışı haline getirdiğini, bu yüzden bu araçların eşzamanlı mühendisliğe uygun olmadığını, tasarımdaki enformasyon

akışının DSM tekniğiyle sağlanabileceğini ve bu tekniğin işin çizelgelenmesinde bir başlangıç noktası oluşturduğunu savunmaktadır.

Hannus ve diğ. (1997) DSM tekniğiyle optimize edilen aktivitelerin çizelgeleme için bir başlangıç noktası olacağını belirtmekte ve iki inşaat projesinde test ettikleri DSM tekniğinin nasıl kullanılacağını örneklerle açıklamaktadırlar.

4.2.4 İnşaat Projelerinde Süreç Modeli Oluşturulmasına Yönelik IDEF0 Tekniği

Bölüm 3.4.3'te eşzamanlı mühendislikte çeşitli amaçlara yönelik süreç modelleri oluşturmak için kullanılan IDEF0 tekniği açıklanmıştır. Literatürde inşaat projelerinde aktiviteler arasındaki ilişkilerin ifade edilmesinde kullanılan CPM (Critical Path Method) ve PERT (Program Evaluation and Review Technique) tekniklerini eleştiren ve IDEF0 tekniğinin inşaat projelerinde kullanılmasını ele alan çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Levitt ve diğ. (1996) inşaat projelerinde aktiviteler arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasında kullanılan gibi CPM ve PERT gibi ağ diyagramlarına dayalı araçların koordinasyonla ilgili görevleri ve buna bağlı olarak koordinasyon karmaşıklığının proje süresi üzerindeki etkisini ihmal ettiğini öne sürmektedirler.

Benzer biçimde Jin ve diğ. (1996) CPM tekniğinde aktiviteler arasındaki bağlantıların fiziksel ve/veya kaynak sınırlamalarını yansıttığını, fakat bu aktiviteler üzerindeki sınırlamaları yansıtmadığını, eğer tasarımda bir hata ya da değişiklik varsa, bunun sadece işin o bölümünün üretimini değil, aynı zamanda işin henüz tasarlanmamış ve/veya üretilmemiş bölümlerini de etkileyebileceğini belirtmektedirler. Sözü edilen iki çalışma, IDEF0 tekniğine dayanarak geliştirilmiş VDT (Virtual Design Team) modelini tanıtmaktadır.

Yukarıdaki çalışmalardan başka Björk ve diğ. (1999), Hannus ve diğ. (1997), Karhu (1999), Karstila ve Björk (1999), Storer ve Masat (1999), Turk ve Lundgren (1999) IDEF0 tekniğinin inşaat projelerinde kullanılmasını ele alan çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

4.2.5 İnşaat Projelerinde Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Uygulanmasına Yönelik Organizasyon Strüktürü ve Yönetim Modelleri

Literatürde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanması amacıyla yönelik olarak geliştirilen organizasyon ve yönetim modellerinden başlıcaları;

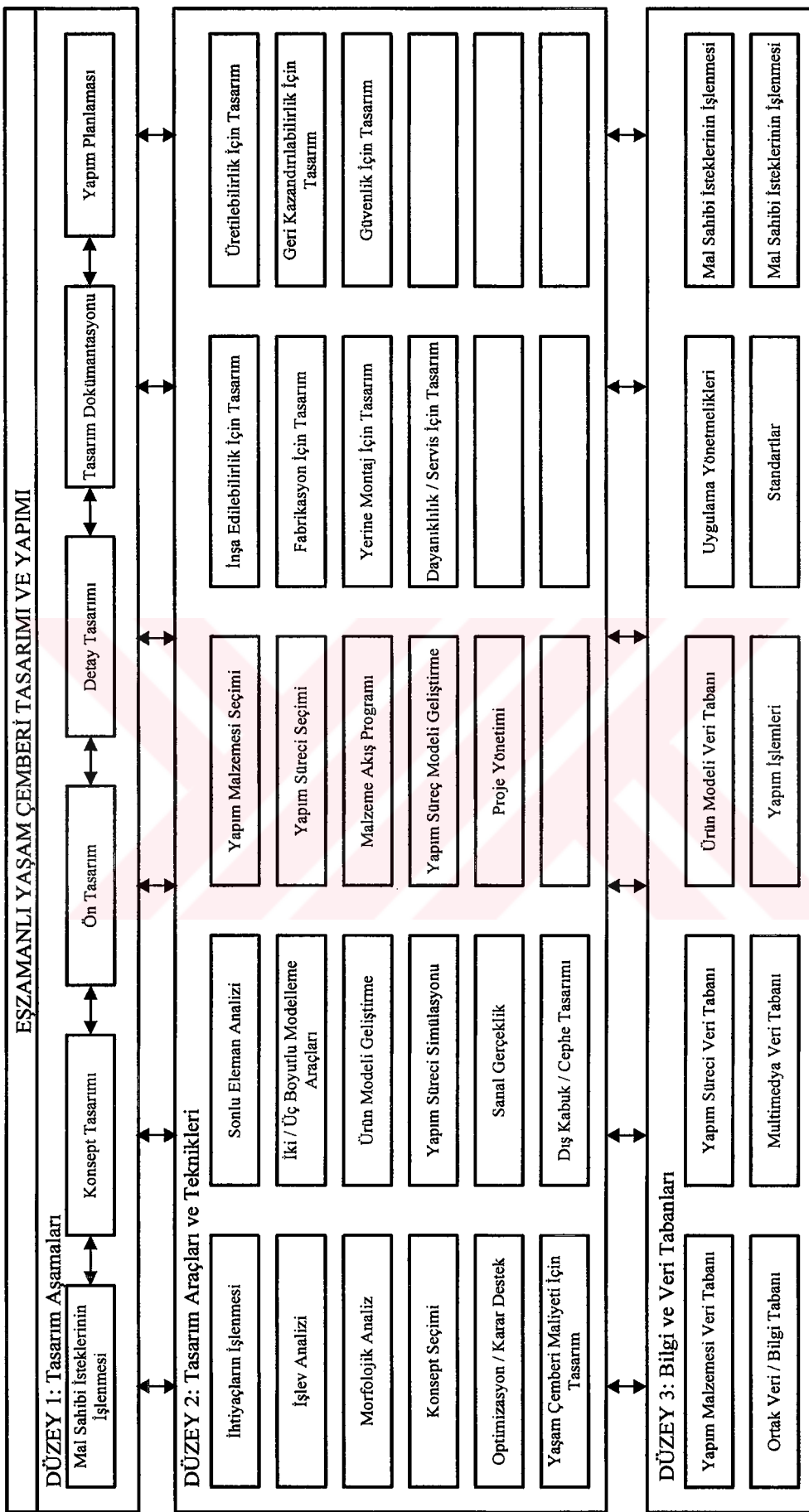
- LCPM modeli (Manivong ve Jaafari, 2000)
- Eşzamanlı inşaat entegre iletişim sistemi modeli (Jaafari, 1997)
- Eşzamanlı proje yönetim modeli (Turtle, 1994)
- CLDC (Anumba ve Evbuomwan, 1997)

olarak özetlenebilir. LCPM modeli Bölüm 4.1.5'te, eşzamanlı inşaat entegre iletişim sistemi modeli Bölüm 4.1.6'da, eşzamanlı proje yönetim modeli ise Bölüm 4.1.8'de açıklanmıştır. Daha önceki bölümlerde ele alınmayan CLDC (Concurrent Life-cycle Design and Construction) modeli Şekil 4.5'te gösterilmektedir.

Anumba ve Evbuomwan (1997) çalışmasında tanıtılan CLDC modeli üç düzeyden oluşmaktadır. Birinci düzeyi mal sahibi isteklerinin işlenmesiyle başlayan ve çizimler, yapım planı gibi yapım dokümantasyonu çıktılarıyla sona eren süreçte mimari, statik, elektrik, sıhhi ve mekanik tesisat gibi bir inşaat projesinin tasarımında rol alan bütün aktörler tarafından gerçekleştirilen tüm aktiviteleri kapsamaktadır. Modelin ikinci düzeyi, birinci düzeydeki tasarım aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan araç ve teknikleri, üçüncü düzeyi ise bu araç ve teknikleri destekleyecek enformasyonun depolandığı bilgi ve veri tabanlarını içermektedir.

4.2.6 İnşaat Projelerinde Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Uygulanmasına Yönelik Enformasyon Teknolojisi Modelleri

İnşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulanmasıyla ilgili literatürde tanıtılan enformasyon teknolojisi modelleri ekiplerin ortak çalışma yapabilmesini, enformasyon paylaşımını ve karar verme sürecini destekleyen bilgisayar sistemleri kapsamaktadır.



Şekil 4.5. CLDC Eşzamanlı Yaşam Çemberi Tasarım ve Yapım Modeli (Anumba ve Egbuomwan, 1997)

İnşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulamasına yönelik olarak geliştirilen enformasyon teknolojisi modellerinden başlıcaları;

- IBDE (Integrated Building Design Environment) (Fenves ve diğ., 1994)
- COMMIT (Construction Modelling and Methodologies for Intelligent Information Integration) (Rezgui ve diğ., 1997; Rezgui ve diğ., 1999)
- CONCUR (Hannus ve Aarni, 1999; Los ve Storer, 1997),
- VEGA (Virtual Enterprises Using Groupware Tools and Distributed Architectues) (Bakkeren ve diğ., 1997)
- ToCEE (Towards a Concurrent Engineering Environment in the Building and Engineering Structures Industry) (Amor ve Clift, 1997; Turk ve diğ., 1997; Wasserfuhr ve Scherer, 1999)
- EIME (Engineering Information Management Executive) (Watson ve diğ., 1997)
- CICC (Collaborative Integrated Communications in Construction) (Duke ve Anumba, 1997)
- COAST (COBRA Access to STEP Information Storage) (Amar ve diğ., 1997)
- CEE-IDAC (Concurrent Engineering Environment for Integration of Design and Construction) (Tah ve diğ., 1997)

olarak sayılabilir.

Bu bölümde aktarılan bilgilere dayanarak, literatürde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasıyla ilgili kapsamlı çalışmalar bulunduğunu, bu çalışmalardan elde edilen sonuçların önemli uygulama konularına ışık tuttuğunu ve özellikle araçlar ve teknikler bakımından eşzamanlı mühendislik yaklaşımının inşaat projelerine uygulanmasında sorun bulunmadığını öne sürmek mümkündür. Bununla birlikte bu konuda kesin yargılara varmadan önce inşaat proje sisteminin dinamikleriyle eşzamanlı mühendislik ilkelerinin karşılaştırılması ve uygunluk düzeyinin ortaya konulması zorunludur. Beşinci bölümde inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından değerlendirilecek ve tartışılacaktır.

5. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNİN EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK İLKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümün amacı inşaat proje sistemini eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından analiz etmek, bu ilkelerin inşaat projelerinin gerçekleştirilmesinde uygulanabilirliğini tartışmak, sonuçta eşzamanlı mühendisliğin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için gerekli olan temel ilkeleri ve çözümlenmesi gereken problemleri saptamaktır.

Bölüm 2’de inşaat proje sistemi analiz edilerek problemleri ortaya konulmuş, Bölüm 3’te ise eşzamanlı mühendislik yaklaşımı analiz edilerek ilkeleri gösterilmiş ve Bölüm 4’te inşaat proje sisteminde eşzamanlı mühendislik uygulamasını ele alan çalışmalar açıklanmıştır. Bu bölümde inşaat proje sistemiyle eşzamanlı mühendislik karşılaştırılarak tartışılacak, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sistemine uygulanabilirliği irdelenecek ve Bölüm 4’te açıklanan çalışmalarda ortaya atılan görüşlerden yararlanarak eşzamanlı mühendislik yaklaşımının inşaat proje sistemine uygulanmasındaki problemler ve ilkelerle ilgili bir senteze ulaşılmaya çalışılacaktır.

Bölüm 2.2’te ekonomik bir sistem olan inşaat proje sisteminin bir elemanı olan inşaat objelerinin temel özellikleri ve sistemi ne yönde etkilediği açıklanmıştır. Ancak diğer yanda Bölüm 3’te eşzamanlı mühendisliğin uygulandığı imalat sektöründe üretilen ürünlerin çok çeşitli olduğu, dolayısıyla ürün özellikleri hakkında genelleme yapmanın mümkün olmadığı belirtilmiş ve bu nedenle eşzamanlı mühendisliği analiz ederken sistem elemanı olan ürün kapsam dışı bırakılmıştır. Bu bakımdan Bölüm 3’teki analiz bir sistem elemanı olarak inşaat objelerinin temel özelliklerinin karşılaştırılabileceği ürün özelliklerini içermemektedir. Bundan başka, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat objelerinin bireysellik, toprağa bağlılık, kullanım yerinde üretim gibi temel özelliklerini etkilemesi mümkün değildir. Bu nedenlerden ötürü bu bölümde inşaat proje sistemiyle eşzamanlı mühendislik sisteminin karşılaştırılmasında sistem elemanı olan inşaat objeleri ve ürünler kapsam dışı tutulacak, inşaat objelerinin temel özellikleri eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından ele alınmayacaktır.

5.1 İnşaat Proje Sistemi Amacının Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.3'te eşzamanlı mühendisliğin amacı ürün yaşam çemberinde rol alan bütün aktörlerin talep ettikleri özellikleri simgeleyen X-edilebilirlik kriterlerini karşılayan bir ürünün geliştirilmesi olarak açıklanmış ve Bölüm 3.4.3'te literatürdeki çeşitli kaynaklara atıfta bulunarak eşzamanlı mühendisliğin başarısının müşteri isteklerinin optimize edilmesi sonucunda elde edilen hedef değerler bakımından ölçüldüğü belirtilmiştir. Diğer yanda, Bölüm 2.1'de inşaat proje sisteminin amacının projenin başarıyla teslim edilerek mal sahibine teslim edilmesi olarak ortaya konulmuş ve projenin başarısının mal sahibi tarafından belirlenen maliyet, süre ve kalite kriterleri bakımından ölçüldüğü belirtilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı bir inşaat proje sisteminde mal sahibinin kalite, süre ve maliyet kriterlerine ek olarak, yapım sürecinde rol alan aktörlerin inşa edilebilirlik kriterlerini, kullanıcıların ve işletmecilerin talep ettiği işlevsellik, bakılabilirlik, onarılabilirlik ve işletilebilirlik kriterlerini ve projeye konu olan inşaat objesinden etkilenen diğer paydaşların çevre etkisi kriterlerini karşılayan bir inşaat objesi geliştirilmesi ve söz konusu yaşam çemberi aktörlerinin istek ve önceliklerinin optimize edilerek proje başarısının bu optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerler bakımından ölçülmesi zorunludur.

Bölüm 4.1.6'da açıklanan çalışmada Jaafari (1997) eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde proje amaçlarını tanımlarken gerçekleştirme süreciyle ilgili maliyet, süre ve kalite amaçlarına ek olarak toplam yaşam çemberi maliyeti, maliyet/değer oranı, iç sermaye geri dönüş oranı ve güncel değer ya da karlılık endeksi gibi kullanım aşamasıyla ilgili amaçlarının da tanımlanması gerektiğini belirterek, proje başarısının tüm yaşam çemberiyle ilgili kriterler bakımından ölçülmesi savını destekleyen görüşler öne sürmektedir.

Bölüm 2.1'de sistem elemanlarının kendilerine özgü amaçları olan alt sistemler olmaları ve bu alt sistemlerin amaçlarının sistemin genel amacı ya da birbirleriyle çatışmaları durumunda sistemin amaçlara ulaşmasının güçleştiği belirtilmiştir. Diğer yanda Bölüm 3.8'de eşzamanlı mühendislik uygulamasında karşılaşılan sorunların büyük bölümünün olumsuz birey ve organizasyon davranışlarından kaynaklandığı, farklı disiplinleri ve kültürleri temsil eden departmanlardan atanan ekip üyelerinin

aynı amaca yönelik olarak ortak çalışma ve işbirliği yapmalarıyla ilgili sorunların bu yaklaşımda en sık karşılaşılan problem olduğu ortaya konulmuştur.

İnşaat proje sisteminde katılımcıların farklı disiplinleri ve kültürleri temsil etmelerinin yanı sıra farklı amaçları olan bağımsız firmalardan gelmeleri ve bu organizasyonlardan atanan ekip üyelerinin bireysel amaçlarının da olabilmesi, inşaat projelerinde amaç birliği yaratılmasını eşzamanlı mühendisliğin uygulandığı imalat sektöründeki firmalarda amaç birliği sağlanmasından daha problemli bir hale getirmektedir. Nitekim Bölüm 4.1.1’de Deasley ve Lettice (1997), Bölüm 4.1.2’de Brooks ve diğ. (1999), Bölüm 4.1.3’te Tookey ve Betts (1993), Bölüm 4.1.4’te Anumba ve diğ. (1997) inşaat proje ekibinin sözleşme süresince oluşturulan geçici bir uzman organizasyonlar bileşimi olduğunu, projede her uzmanlığın ayrı bir firma tarafından temsil edilmesinin ve bu uzman firmalar tarafından atanan bireylerin kurumsal amaçların yanı sıra bireysel amaçlarının da olmasının inşaat proje ekibindeki entegrasyon ve işbirliğini olumsuz yönde etkilediğini öne sürmektedirler. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasını güçleştiren en önemli faktörün proje katılımcılarının aynı amaca yönelik bir ekip olarak ortak çalışma ve işbirliği yapmalarının sağlanması olduğu konusunda bir mutabakat bulunduğu görülmektedir.

İnşaat projelerindeki amaç birliğinin, katılımcı birimler arasındaki amaç birliği ve bu katılımcı firmalardan atanan ekip üyeleri arasındaki amaç birliği olmak üzere iki düzlemde ele alınması gereklidir. Katılımcı birimler, çeşitli işlevler üstlenerek sürece katılan firmaları ve eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde istek ve önceliklerini ifade etmek ve optimizasyon kararlarında rol almak üzere tasarım sürecine katılmaları gereken kullanıcıları ve diğer birimleri temsil eden bireyleri ifade etmektedir.

İnşaat proje sisteminde ortak çalışma ve işbirliğini teşvik eden sözleşmeler vasıtasıyla katılımcı firmalar arasında amaç birliği sağlama olanağı bulunmaktadır. Burada çözümlenmesi gereken problem, kullanıcıları ve çevre birimleri temsil eden bireylerin aynı amaca yönelik olarak işbirliği yapmalarının sağlanmasıdır. Bölüm 3.4.2.2’de tepe yönetimin müşteri katılımına yönelik çeşitli teşvik yöntemleri geliştirmesi gerektiğinden söz edilmiştir. Bu bağlamda inşaat proje sisteminde mal

sahibi çeşitli teşvik yöntemleri geliştirerek, kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin katılımını ve işbirliği yapmalarını sağlamalıdır.

Benzer şekilde, katılımcı firmalardan atanan bireylerin kişisel amaçlar yerine amaçlarına yönelik işbirliği yapmaları ekip çalışmasını ödüllendiren yöntemler geliştirilmesiyle mümkündür.

Yukarıdaki değerlendirmeye dayanarak varılan sonuç, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için proje başarısının objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin amaçlarının optimize edilmesi sonucunda elde edilen hedef değerler seti bakımından ölçülmesinin ve katılımcıların aynı amaca yönelik işbirliği yapmalarının zorunlu olduğudur. Bunun sağlanması için çözümlenmesi gereken problemlerden birincisi, objenin kullanım aşamasını temsil eden birimlerin çoğul disipline katılmalarını ve işbirliği yapmalarını teşvik eden yöntemler geliştirmek, ikincisi ise katılımcı firmalardan atanan bireylerin proje amaçlarına yönelik bir ekip olarak çalışmalarını sağlayan ödüllendirme yöntemleri geliştirmektir.

5.2 İnşaat Proje Sürecinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.4'te eşzamanlı mühendisliğin, Bölüm 2.3'te ise inşaat proje sisteminin bir ürüne/inşaat objesine duyulan ihtiyacın saptanmasıyla başlayan ve bu ihtiyacı karşılayacak ürünün/objenin pazara/mal sahibine teslim edilmesiyle sona eren süreç içinde gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsayan bir ürün geliştirme sistemi olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla eşzamanlı mühendislik ve inşaat proje sistemleri birer ürün geliştirme sistemi olma bakımından örtüşmektedir ve karşılaştırılmaları mümkündür. Ancak eşzamanlı mühendisliğin geleneksel ürün geliştirme sürecine getirdiği yenilikler tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bundan başka gerek eşzamanlı mühendislikte gerekse inşaat proje sisteminde üretim süreci ürünlerin ve projelerin kendine özgü koşullarına bağlı olarak gerçekleşmeleri nedeniyle karşılaştırma yapma olanağı bulunmamaktadır. Bu nedenle bu bölümde eşzamanlı mühendisli ve inşaat proje süreçlerindeki tasarım öncesi ve tasarım aşamaları karşılaştırılarak tartışılacaktır.

Bölüm 3.4.1’de eşzamanlı mühendislik ilkelerinin hayata geçirilmesinde ön koşulun tepe yönetimin tam destek ve taahhüdü olduğu belirtilmiştir. İnşaat proje sisteminde mal sahibi süreci başlatan ve bütün nihai kararları veren kilit aktördür. Aynı şekilde Bölüm 4.1.6’da açıklanan çalışmada Jaafari (1997) eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerinde başarıyla uygulanmasında mal sahibinin anahtar rol üstlendiğini belirtmektedir. Bu bakımdan mal sahibi eşzamanlı mühendislikteki tepe yönetimin işlevlerini yerine getirmek durumundadır. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanmasının ön koşulu mal sahibinin liderliğidir.

Şekil 3.2’de gösterilen eşzamanlı mühendislik sürecinde tasarım öncesi faaliyetleri hazırlık çalışmaları ve çoğul disiplinli ekibin oluşturulması başlıkları altında toplanmaktadır. Bölüm 3.4.1’de açıklanan hazırlık çalışmaları organizasyonun eşzamanlı mühendisliğin getirdiği kültürel ve organizasyonel değişime ayak uydurmasını sağlamaya yönelik çeşitli faaliyetleri, Bölüm 3.4.2’de açıklanan çoğul disiplinli ekip oluşturulması ise ürünü geliştirecek organizasyonun çalışanları arasından atama yaparak tasarım ekibinin oluşturulması, müşterinin ve gerekli görülen alt yüklenicilerin ekibe katılması faaliyetlerini içermektedir.

Bölüm 3.4.1’deki hazırlık çalışmaları organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin ölçülmesini ve bu uygulamayı engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılmasına yönelik faaliyetleri kapsamaktadır. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanması için katılımcı firmaların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeylerinin test edilmesi ve bu uygulamayı engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılmasına yönelik bir hazırlık döneminden geçilmesi zorunludur. Bölüm 4.1.1’de açıklanan çalışmada Deasley ve Lettice (1997) ve Bölüm 4.1.3’te açıklanan çalışmada Tookey ve Betts (1999) proje ekibinin işin başında eğitilmesinin önemini vurgulayan görüşleri bu savı desteklemektedir. İnşaat proje sisteminde tasarım ekibinde yer alması gereken yaşam çemberi aktörlerinin bağımsız firmalar olmaları, inşaat proje sisteminde önce katılımcı firmaların belirlenmesini ve daha sonra hazırlık çalışmalarının gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bundan başka Şekil 2.1’de gösterildiği gibi, inşaat proje sisteminde tasarım ekibine katılacak firmalar seçilmeden önce mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanların atanması, fizibilite etürüleri, tedarik stratejisini karar verme aktivitelerinin gerçekleştirilmesi zorunludur. Bu açıdan bakıldığında eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde tasarım öncesi aktiviteler

imalat sektöründeki tasarım öncesi aktivitelerden daha uzun, farklı ve karmaşık hale gelmektedir.

Bölüm 3.4.2’de açıklanan çoğul disiplinli ekip oluşturma faaliyetleri tasarım ekibinin oluşturulmasını, daha sonra özellikleri tasarım ekibi tarafından belirlenen müşterilerin, ve müşteri istekleri doğrultusunda özellikleri yine tasarım ekibi tarafından belirlenen alt yüklenicilerin sürece katılmalarını kapsamaktadır. İnşaat proje sisteminde bunun anlamı, önce katılımcı firmalardan atamalar yapılarak tasarım ekibinin oluşturulması, daha sonra özellikleri tasarım ekibi tarafından belirlenen kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin sürece katılımının sağlanması ve daha sonra bu birimlerin isteklerinin saptanması sonucunda gerekli alt yüklenicilerin sürece katılmasıdır.

Şekil 3.2’de gösterilen eşzamanlı mühendislik sürecinin adımları müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesi ve paralel çalışmanın organize edilmesidir. Buna karşılık inşaat proje sisteminde Bölüm 2.3.2’de açıklanan tasarım aşaması aktiviteleri ön tasarım, kesin tasarım ve yapım dokümanlarının geliştirilmesidir.

Bölüm 3.4.3’te açıklanan müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesi, müşteri isteklerinin saptanmasını, bir ürün modelinin geliştirilmesini, müşteri istekleriyle tasarım ekibindeki aktörlerin isteklerinin bu ürün modeli ve QFD tekniği vasıtasıyla optimize edilmesini ve tasarımın geliştirilmesine kılavuzluk edecek hedef değerler setinin belirlenmesini kapsamaktadır. Konuya inşaat proje sistemi açısından bakıldığında, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanabilmesi için mal sahibine ek olarak, objenin kullanım aşamasını temsil eden diğer aktörlerin isteklerinin saptanması, bu istekleri karşılayabilecek bir konsept tasarımı geliştirilmesi, bu konsept tasarımı ve QFD tekniği vasıtasıyla müşteri grubu isteklerinin ve tasarım ekibindeki uzmanların isteklerinin optimize edilmesi ve tasarımın geliştirilmesine yönelik hedef değerler setinin belirlenmesi gereklidir. Bu bağlamda eşzamanlı mühendislik ilkeleri Şekil 2.1’de bir tasarım öncesi aktivite olarak gösterilen ihtiyaç programının rafine edilmesi ile tasarım aşaması aktivitesi olarak gösterilen ve ön tasarımın entegre bir şekilde yürütülmesini zorunlu kılarak bu yaklaşımdaki tasarım aşaması aktivitelerinin farklılaşmasına yol açmaktadır.

Bölüm 3.4.4'te açıklanan paralel çalışmanın organize edilmesi inşaat projelerinde kritik bir konudur. İnşaat objelerinin Bölüm 2.2.2'de açıklanan toprağa bağlı olma ve yerinde üretilme özellikleri, projedeki görevler arasında bağımlılık ilişkileri yaratmakta ve böylece paralel çalışmayı problemli hale getirmektedir. Bununla birlikte Bölüm 4.2.3'te açıklanan çalışmalar eşzamanlı mühendisliğin temel araçlarından biri olan DSM tekniğinin inşaat proje sisteminde kullanılabileceğini ve böylece görevler arasındaki bağımlılık ilişkilerinin analiz edilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla bu analizden elde edilen sonuçlara göre inşaat projelerinde paralel çalışma olanağı bulunmaktadır. Ancak inşaat proje sisteminde paralel çalışma ilkesinin hayata geçirilmesi projenin koşullarına bağlıdır.

Bölüm 3.4.5'te açıklanan tasarımın geliştirilmesi aktivitesi inşaat proje sürecindeki kesin tasarım aktiviteleriyle örtüşmektedir. Ancak eşzamanlı mühendislik ilkeleri tasarımla üretim planının entegre bir şekilde geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında inşaat proje sürecinde kesin tasarım çalışmalarıyla yapım dokümanlarının entegre bir şekilde yürütülmesi zorunludur.

Bölüm 3.4 kapsamında eşzamanlı mühendislik sürecinde kullanılan RACE, QFD, DSM ve IDEF0 teknikleri açıklanmış ve Bölüm 4.2'te bu tekniklerin inşaat proje sisteminde kullanılmasını ele alan çalışmalar sunulmuştur. Bu bakımdan eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerine uygulanmasında araçlar yönünden bir sorun olmadığını öne sürmek mümkündür. Ancak bu araçların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için, eşzamanlı mühendislik ilkeleri doğrultusunda, fakat inşaat proje sisteminin dinamiklerine özgü tasarım öncesi ve tasarım faaliyetleri prosedürünün geliştirilmesi gereklidir. Benzer bir görüş Bölüm 4.1.7'de Kamara ve diğ. (1997) tarafından dile getirilmekte ve yazarlar inşaat proje teslim yöntemi ve proje yönetimi bakımından genel bir eşzamanlı mühendislik iskeletinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.5'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanmasına yönelik model önerilerine yer verilmiştir. Ancak bu modeller uygulamaya yönelik prosedürleri içermemekte, dolayısıyla uygulamaya rehberlik etme niteliğini taşımamaktadır.

Bölüm 4.1.8’de açıklanmış olan Turtle (1994) çalışmasında inşaat projelerinde eşzamanlı mühendislik uygulamasına yönelik bir iskelet önerilmektedir. Eşzamanlı proje yönetim modeli olarak adlandırılan bu model, sözü edilen bölümde belirtildiği gibi, esas itibarıyla tüm sektörlerdeki proje faaliyetlerine yönelik olarak geliştirilmiş genel bir modeldir, ancak modelin açıklanması sırasında bir konut projesi örneğinin verilmesi, bu modelin inşaat projelerine uygun olma iddiasını taşıdığını göstermekte ve bu nedenle inşaat proje sistemine uygunluğunun tartışılmasını zorunlu kılmaktadır.

Turtle (1994) modelinin ilk adımı tepe yönetimin piyasa analizi ve müşteri istekleri doğrultusunda ürünün tipi, işlevsel özellikleri, vb. içeren işlevsel şartnameyi hazırlamasıdır. İnşaat proje sisteminde müşteri mal sahibidir ve Bölüm 2.3.1’de belirtildiği gibi, inşaat proje sürecinde mal sahibi öncelikle bir mal sahibi temsilcisi atamakta ve bu birim mal sahibi isteklerinin formüle edilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında mal sahibi temsilcisini Turtle (1994) modelindeki müşteri yani mal sahibi isteklerini saptayan tepe yönetimin karşılığı olarak görmek mümkündür.

Turtle (1994) modelinin ikinci adımı tepe yönetime rapor veren bir teknik yönetim ekibinin işlevsel şartnameyi etüt etmesi ve ürün şartnamesine dönüştürmesidir. Bölüm 2.3.1’de mal sahibi isteklerinin belirlenmesinin ardından çeşitli danışmanların görevlendirildiği, bu danışmanların mal sahibi isteklerinin ekonomik bir şekilde karşılanıp karşılanmayacağını saptamaya yönelik fizibilite etütleri ve analizler yaptıkları ve bunun sonucunda mal sahibi ihtiyaç programının formüle edildiği belirtilmiştir. Bu bağlamda bu danışmanlar Turtle (1994) modelinin ikinci aşamasındaki teknik yönetim ekibinin, mal sahibi ihtiyaç programı da Turtle (1994) modelindeki ürün şartnamesinin karşılığı olarak değerlendirilebilir.

Turtle (1994) modelinin üçüncü adımı çoğul disiplinli ekibin oluşturulmasıdır. Bu adım Şekil 2.1’deki “tasarım ekibinin oluşturulması” aktivitesinin karşılığı olarak kabul edilebilir. Ancak Turtle (1994) modeli çoğul disiplinli ekibin oluşturulmasına yönelik bir prosedür önerisi getirmemektedir.

Turtle (1994) modelindeki dördüncü adım çoğul disiplinli ekibin ürün şartnamesini detaylı ürün şartnamesine dönüştürmesidir. Bu aktivite Şekil 2.1’deki “mal sahibi

ihtiyaç programının rafine edilmesi” ve Şekil 3.2’deki “müşteri isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesi” faaliyetlerinin karşılığı olarak görülebilir, ancak model bu aktivitelerin detaylarını göstermemekte, bundan başka modelde paralel çalışmanın organize edilmesiyle ilgili prosedürler içermemektedir. Bu nedenlerden ötürü Turtle (1994) modeli eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasını sağlama bakımından yetersiz kalmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalara ve tartışmalara dayanarak varılan sonuç, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için inşaat proje sürecini eşzamanlı mühendislik süreciyle entegre eden ve atılması gereken adımları betimleyen bir süreç iskeletinin geliştirilmesinin gerekli olduğudur

5.3 İnşaat Proje Sistemi Katılımcılarının Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.4.2’de eşzamanlı mühendisliğin temel katılımcıları tasarım ekibi, müşteri ve alt yükleniciler başlıkları altında incelenmiş, ancak bu birimlerin tümünün çoğul disiplinli ekip çatısı altında bir araya geldikleri vurgulanmış ve Bölüm 3.8’de ürünün yaşam çemberinde rol alan bütün aktörlerin temsilcilerinin çoğul disiplinli ekibe katılmaları bir eşzamanlı mühendislik ilkesi olarak ortaya konulmuştur. Bu açıdan bakıldığında eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde objenin yaşam çemberinde rol alan bütün aktörlerin çoğul disiplinli ekipte temsil edilmeleri ve tasarım sürecinde rol almaları zorunludur.

Bölüm 4.1.1’deki Deasley ve Lettice (1997), Bölüm 4.1.6’daki Jaafari (1997), Bölüm 4.1.7’deki Kamara ve diğ. (1997) ve Bölüm 4.1.5’te atıfta bulunulan Chaaya ve Jaafari (2000) çalışmalarında eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı bir inşaat proje sisteminde çoğul disiplinli ekip üyeleri mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, kullanıcılar, işletmeci, tasarımcılar, yapımcılar ve alt yükleniciler olarak belirtilmektedir. Ancak inşaat objeleri çevreye girdi oluşturan ve bu bakımdan çevre üzerinde etkiler yaratan büyük ürünlerdir. Bölüm 1.1’de belirtildiği gibi, çevre birimlerinin objeyle ilgili istekleri projeyi geliştirirken dikkate alınması gereken faktörlerdir. Nükleer santral, havalimanı, otoyol gibi projelerde objenin çevre üzerinde yarattığı etkinin önemi daha da artmaktadır. Bu nedenle yukarıdaki

aktörlere ek olarak projenin çevresini temsil eden birimlerinde sürece katılarak isteklerini ifade etmeleri gereklidir.

Bölüm 5.2’de eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için ön koşulun mal sahibinin liderliği olduğu ve mal sahibinin tepe yönetim işlevini üstlendiği belirtilmiştir. Bu açıdan bakıldığında mal sahibi objenin yaşam çemberindeki aktörlerin sürece katılımını sağlamakla yükümlüdür. Burada çözümlenmesi gereken problem, kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin sürece katılmasını sağlayacak yöntemler geliştirmektir.

5.4 İnşaat Proje Sistemindeki Katılımcı Seçme Yöntemlerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.4.2’te eşzamanlı mühendislikte çoğul disiplin ekip oluşturma süreci açıklanırken, bu süreçte önce tasarım ekibinin atanması gerektiği ve Bölüm 3.4.2.1’de tasarım ekibi üyelerinin organizasyonun departmanlarından atandığı belirtilmiştir. Buna karşılık inşaat proje sisteminde tasarım ekibi üyelerinin bağımsız firmalardan atanması ve bu nedenle önce katılımcı firmaların görevlendirilmesi zorunluluğu söz konusu firmaların ne tür yöntemlerle seçileceği sorusunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bakımdan Bölüm 2.5’te açıklanan katılımcı seçme yöntemlerinin eşzamanlı mühendisliğe uygunluğunun tartışılması gerekmektedir.

Bölüm 2.5.1’de açıklanan ihale yoluyla katılımcı seçimi yöntemlerinde işin kapsamının net olarak tanımlanmış olmasının ön koşul olduğu, bu nedenle tasarım tamamlanmadan yapımcı atanmasını gerektiren proje teslim yöntemlerinde uygulanma olanağının bulunmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle ihale yöntemi tasarım başlamadan yapımcı atanmasını gerektiren eşzamanlı mühendislik ilkelerine uygun değildir.

Bölüm 2.5.2’de müzakere yönteminin, iş kapsamının tanımlanmış olmasını zorunlu kılan ihale yönteminin tersine, araştırma ve geliştirme sürecine ihtiyaç duyan, yapılacak işin teknik ve mali özelliklerinin gerekli olan netlikte belirlenemediği projeler için katılımcı atanmasına izin verdiği belirtilmiştir. Bu bakımdan müzakere yöntemi eşzamanlı mühendislik için uygun bir platform oluşturmaktadır. Burada

özmlenmesi gereken problem mal sahibinin katılımcı adaylarını değerlendirirken dikkate alacağı kriterlerin belirlenmesidir.

Bölüm 3.4.1’de eşzamanlı mühendisliğin organizasyonda bir dizi değişikliğe yol açtığı, bu nedenle çoğul disiplinli ekip oluşturmadan önce RACE, vb. yöntemler vasıtasıyla organizasyonun eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyinin belirlenmesi, Bölüm 3.4.2.3’te ise aynı şekilde alt yüklenici organizasyonlarının bu yöntemlerle test edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu açıdan bakıldığında katılımcı seçimine yönelik önemli bir kriter adayların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyleridir. Dolayısıyla eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sistemine uygulanabilmesi için katılımcı adaylarının bu ilkelerin uygulanmasına hazır olma düzeylerinin belirlenmesi zorunludur. Bölüm 4.2.1’de açıklanan BEACON bu amaca yönelik olarak geliştirilmiş bir yöntemdir, dolayısıyla katılımcı adaylarının eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeylerinin ölçülmesi teknik olarak mümkündür.

Yukarıdaki değerlendirmeden ortaya çıkan sonuç, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde katılımcıların müzakere yoluyla seçilmesi ve bu müzakerelerde katılımcı adayının eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyini ortaya koyan BEACON testi sonuçlarının dikkate alınması gerektiğidir.

5.5 İnşaat Proje Sistemindeki Sözleşme Tiplerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.4.2’de eşzamanlı mühendislikte çoğul disiplinli ekibin oluşturulması kapsamında önce firma çalışanları arasından atamalar yapılarak tasarım ekibinin oluşturulması gerektiği açıklanmıştır. Eşzamanlı mühendisliğin uygulandığı imalat sektöründe tasarım ekibi üyelerinin aynı firmanın çeşitli departmanlarından atanmasına karşılık, inşaat proje sisteminde tasarım ekibi sözleşmeler vasıtasıyla sürece katılan bağımsız firmalardan atanmaktadırlar. Bu bağlamda inşaat proje sisteminde önce tasarım ekibinde rol alacak katılımcı firmalarla sözleşme yapılması zorunludur ve bu nedenle Bölüm 2.6’da açıklanan sözleşme tiplerinin eşzamanlı mühendisliğe uygunluğunun irdelenmesi gerekmektedir.

Bölüm 2.6.1’de açıklanan götürü bedel sözleşmelerde işin kapsamının net olarak tanımlanmış olması zorunludur. Buna karşılık eşzamanlı mühendisliğin inşaat

projelerinde uygulanması mal sahibi ihtiyaç programının objenin yaşam çemberinde rol alan kullanıcı, işletmeci, yapımcı, vb. aktörlerin ihtiyaçlarıyla karşılaştırılıp optimize edilerek yeniden üretilmesini, tasarımın geliştirilmesini ve yapım aşaması faaliyetlerini kapsar. Dolayısıyla katılımcıların tekliflerinde esas alacakları iş kapsamını ve buna bağlı olarak çalışmaların maliyetini önceden kestirmek son derece güçtür. Bundan başka götürü bedel sözleşmeler taraflar arasında çıkar çatışması ve anlaşmazlık potansiyelini taşıma bakımından eşzamanlı mühendisliğin gerektirdiği ortak çalışma ve işbirliğini engelleyici niteliktedir. Bu nedenlerden ötürü götürü bedel sözleşmeler eşzamanlı mühendislikle uyumlu değildir.

Bölüm 2.6.2’de birim fiyat sözleşmelerinin çıktıları sayısal olarak ölçülebilen iş kalemlerinin belli bir fiyatla yapılması esasına dayandığı, ancak tasarımcı, yapım yöneticisi ve mal sahibi temsilcisi birimlerin çalışmalarını sayısal olarak ölçülmesindeki güçlüklerden dolayı bu sözleşme tipinin yapıcı sözleşmelerinde kullanıldığı belirtilmiştir. Eşzamanlı mühendislikte katılımcıların tasarım sürecindeki çalışmaları aynı şekilde zihinsel esasa dayanır ve dolayısıyla çıktıların sayısal olarak ölçülmesi güçtür. Bu nedenle birim fiyat sözleşmeleri eşzamanlı mühendislikle uyumlu değildir.

Bölüm 2.6.3’te açıklanan maliyet+kar sözleşmeleri, işin kapsamının tam olarak tanımlanamadığı, dolayısıyla verilecek hizmetin ve maliyetlerinin işin başında sayısal olarak tahmin edilemediği durumlarda anlam taşır. Eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde işin kapsamının başlangıçta tam olarak belirlenememesi nedeniyle maliyet+kar sözleşmeleri kuramsal olarak eşzamanlı mühendislik için uygun bir sözleşme iskeleti oluşturmaktadır. Ancak işi yapan tarafa ödenecek ücretin çeşitli formüllerle hesaplanması risk paylaşımı, ortak çalışma, maliyet ve süre tasarrufu gibi konuları etkilediğinden, maliyet+kar sözleşmesi varyasyonlarının eşzamanlı mühendislik ilkelerine uyum bakımından ayrı ayrı irdelenmeleri zorunludur.

Maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmesinde gerçekleşen maliyetin sözleşmede belirtilmiş olan bir yüzdesi katılımcıya ücret olarak ödenir. Maliyet ne kadar yüksekse, yapımcının alacağı ücretin de o kadar yüksek olması bakımından bu sözleşme tipi maliyetlerin kontrol altında tutulmasını ve aynı amaca yönelik ekip çalışmasını teşvik etmemektedir, bu yüzden eşzamanlı mühendisliğe uygun olmadığı

öne sürülebilir. Ancak eşzamanlı mühendislik uzun ve tekrarlara dayanan bir tasarım sürecini zorunlu kılan bir yaklaşımdır ve bu çalışmaların maliyetini önceden kestirmek güçtür. Bu nedenle eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde tasarım ekibindeki çalışmaların maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmesiyle karşılanması düşünülebilir.

Maliyet+sabit ücret sözleşmelerinde ücret işin tahmini bütçesinin bir yüzdesi olarak belirlenir ve bu tutarın işin tahmini süresine bölünmesiyle hesaplanan meblağlar katılımcıya periyodik hakedişler olarak ödenir. Bu sözleşme tipinde iş ne kadar kısa sürede bitirilirse ücretin tamamının o kadar kısa sürede alınması proje süresinin kısaltılmasına yöneliktir, ancak bu durumda proje ekibindeki tasarımcı ve/veya yapımcının oportünist davranışlar sergileyerek pahalı malzemeler, yöntemler, vb. yoluyla işi hızlandırma eğiliminin ortaya çıkması riski bulunur, dolayısıyla katılımcıların aynı amaca yönelik çalışması güçleşir. Bu nedenle maliyet+sabit ücret sözleşmeleri eşzamanlı mühendislik ilkeleriyle uyumlu değildir.

Maliyet+teşvik primi sözleşmeleri maliyetleri kontrol eden ve minimumda tutan yapımcının ödüllendirilmesini sağlayan sözleşme tipleridir. Bölüm 4.1.6'da açıklanan çalışmada Jaafari (1997) teşvik primi esasına dayanan sözleşmelerin eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanması için uygun bir platform oluşturduğunu, ancak bu sözleşme tipinin eşzamanlı mühendislik ilkelerine tam anlamıyla uyumlu olabilmesi için primlerin ve cezaların sadece proje süresi ve proje maliyetleri değil, aynı zamanda toplam yaşam çemberi amaçları da göz önünde tutularak belirlenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Bölüm 2.6.3'te bu sözleşme tipinin varyasyonları olan maliyet+sabit ücret+tasarruf paylaşımı ve maliyet+değişken ücret sözleşmeleri açıklanmış, maliyet+sabit ücret+tasarruf paylaşımı sözleşmesinde iş önceden belirlenen bir tavan maliyetin altında bitirirse, sağlanan tasarrufun önceden belirlenen bir orana göre mal sahibi ile yapımcı arasında paylaşıldığı, tavan maliyetin aşılması durumunda paylaşılacak bir kazanç olmayacağı, maliyet+değişken ücret sözleşmesinin ise sadece tavan maliyetin altında kalmanın ödüllendirilmesini değil, aynı zamanda tavan maliyetin aşılmasının cezalandırılmasını içerdiği belirtilmiştir. Bu bakımdan maliyet+değişken ücret sözleşmeleri Jaafari (1997) tarafından önerilen prim ve ceza sistemine uygundur. Buradaki temel problem primlerin ve cezaların hangi kriterlere göre ölçüleceğidir.

Bölüm 2.7.7.4'te tasarım/yapım yöntemindeki yapımcı yükümlülükleri açıklanırken, yapımcının ön tasarım aşaması sonunda bir götürtü bedel ya da garantili maksimum fiyat teklifi vermekle yükümlü olduğu ortaya konulmuştur. Diğer yanda, Bölüm 5.1'de proje başarısının objenin yaşam çemberi aktörlerinin isteklerinin optimize edilmesi sonucunda elde edilen hedef değerler bakımından ölçülmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı bir inşaat projesinde maliyet+değişken ücret sözleşmesindeki ücret, buna bağlı olarak primler ve cezalar, sözü edilen optimizasyon süreci sonunda elde edilen maliyet hedefleri bakımından ölçülmelidir.

Bölüm 3.4.2.3'te eşzamanlı mühendislikte alt yüklenicilerle uzun vadeli sözleşmeler yapılması gerektiği ortaya konulmuştur. Dolayısıyla inşaat proje sisteminde mal sahibiyle tasarım ekibi katılımcıları arasında ve bu firmalarla alt yükleniciler arasında uzun vadeli sözleşmeler yapılmasının gerektiğini öne sürmek mümkündür. Ancak inşaat projelerinin bireysellik özelliğinin her projenin ihtiyaçlarını ve dolayısıyla katılımcılarının farklı olması, mal sahiplerinin önemli bölümünün sürekli olarak inşaat yaptırmaması, bundan başka inşaat sektöründeki talebin genel ekonominin durumundan etkilenerek dalgalanma göstermesi, proje katılımcıları arasında uzun vadeli sözleşmeler yapılmasını güçleştirmektedir. Bu açıdan bakıldığında eşzamanlı mühendislik yaklaşımının sık inşaat yaptıran mal sahiplerine uygun bir yaklaşım olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yukarıdaki değerlendirme doğrultusunda varılan sonuç, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için mal sahibiyle projeyi gerçekleştirecek ekip arasında maliyet+kar esasına dayanan sözleşmeler yapılmasının zorunlu olduğudur. Eşzamanlı mühendisliğin uzun süren ve tekrarlara dayanan bir tasarım aşaması içermesi nedeniyle tasarım çalışmalarında maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmeleri, yapım çalışmalarında ise maliyet+değişken ücret sözleşmeleri olumlu sonuçlar doğurma potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu iki sözleşme tipinin birlikte kullanılabilmesi sözleşmenin iki aşamalı olmasına bağlıdır. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanacağı inşaat projelerinde katılımcılar arasındaki sözleşmelerin iki aşamalı olması gerektiğini öne sürmek mümkündür.

5.6 İnşaat Proje Teslim Yöntemlerinin Eşzamanlı Mühendislik İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi

Bölüm 3.4.2.1’de eşzamanlı mühendislikteki tasarım ekibi üyelerinin aynı organizasyonun departmanlarından atandığı belirtilmiştir. Buna karşılık, inşaat proje sisteminde tasarım ekibi katılımcıları bağımsız ekonomik birimlerden atanan bireylerden oluşmaktadır ve bu atamaların yapılabilmesi için önce katılımcı firmalar arasında sözleşme ilişkisi kurulması zorunludur. İnşaat proje sisteminde sözleşme strüktürünün proje teslim yöntemini ortaya çıkarması nedeniyle Bölüm 2.7 kapsamında açıklanan proje teslim yöntemlerinin eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından irdelenmesi zorunludur.

Bölüm 2.7.3 ve Bölüm 2.7.4’te incelenen geleneksel teslim yöntemlerinde yapımçı tasarım tamamlandıktan sonra seçilmekte ve eşzamanlı mühendislikteki yaşam çemberi aktörlerinin tasarım ekibinde rol alması ilkesini karşılamamaktadır, Bundan başka Bölüm 4.1.7’de açıklanan çalışmada Jaafari (1997) geleneksel teslim yöntemlerinde her katılımcının kendi risklerini en aza indirecek şekilde davranma eğiliminde olduğunu, bunun sonucunda katılımcı amaçlarıyla proje amaçlarının farklılaştığını ve katılımcılar arasında ekip çalışmasının güçleştiğini, bu nedenle geleneksel teslim yöntemlerinin eşzamanlı mühendisliğe uygun olmadığını belirtmektedir. Bu nedenlerden ötürü geleneksel teslim yöntemleri eşzamanlı mühendisliğe uygun değildir.

Bölüm 2.7.5’te açıklanan yapım yönetimi/danışmanlık yönteminde yapımçı, geleneksel teslim yöntemleriyle aynı şekilde tasarım tamamlandıktan sonra atanmaktadır. Ayrıca Bölüm 4.1.7’de Jaafari (1997) bu yöntemde işin tasarım, yapım ve şantiye yönetimi gibi kapsam ve taraflar bakımından ayrı sözleşmelere dayandığını, tasarımcının ve yapımcının rollerini kendi sözleşme yükümlülüklerini yerine getirmek olarak görmelerinin entegre ekip yaklaşımını ortadan kaldırdığını, bu nedenle eşzamanlı mühendisliğe uygun olmadığını belirtmektedir. Bu nedenlerden ötürü yapım yönetimi/danışmanlık yöntemi eşzamanlı mühendisliğe uygun değildir.

Bölüm 2.7.6’da incelenen yapım yönetimi/yapım yöntemi ilke olarak tasarımcıyla yapımcının proje başlangıcında görevlendirilmesi esasına dayanmakta ve bu bakımdan çoğul disiplinli tasarım ekibi ilkesini bir ölçüye kadar karşılamaktadır.

Bununla birlikte bu yöntemde tasarımcının ve yapımcının ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olması aralarında ters yönlü ilişkiler doğmasına neden olmakta ve işbirliği yapmalarını güçleştirmektedir. Nitekim Bölüm 2.7.6.3'te bu yöntemdeki problemlerin geleneksel teslim yöntemlerindeki problemlerle aynı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenlerden ötürü yapım yönetimi/yapım yöntemi eşzamanlı mühendislik ilkeleriyle tam olarak uyumlu değildir.

Bölüm 2.7.7'de incelenen tasarım/yapım yöntemi, tasarımcı ve yapımcının işin başlangıcında bir araya gelmeleri bakımından çoğul disiplinli tasarım ekibi ilkesini bir ölçüye kadar karşılamakta, ayrıca aynı organizasyon çatısı altında çalışmalarını aralarındaki işbirliğini kolaylaştırmakta, ancak Bölüm 2.7.7.5'te belirtildiği gibi, bu yöntemde mal sahibinin sürece katılımının sınırlı oluşu arzu edilen kalitede bir çıktının elde edilmemesiyle sonuçlanabilmektedir. Bölüm 4.1.5'teki Manivong ve Jaafari (2000) ve Bölüm 4.1.6'daki Jaafari (1997) çalışmalarında bu yöntem mal sahibi katılımının sınırlı olması bakımından eleştirilmekte ve Jaafari (1997) tasarım/yapımın diğer teslim yöntemlerine göre eşzamanlı mühendisliğe daha uygun bir yapıya sahip olduğunu, ancak mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin maksimum katılımını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesinin gerektiğini belirtmektedir. Benzer şekilde, Bölüm 4.1'de açıklanan çalışmaların bir bölümünde tasarım/yapım yöntemi eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanması için bir başlangıç noktası olarak görülmektedir. Bölüm 4.1.3'te Tookey ve Betts (1999) eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasında tasarım/yapım gibi bağımsız organizasyonların her zaman birlikte çalışan konsorsiyumlar oluşturmalarının ideal bir çözüm olabileceğini savunmaktadırlar. Bölüm 4.1.7'de Kamara ve diğ. (1997) katılımcı firmaların konsorsiyumlar oluşturmalarının eşzamanlı mühendislik için uygun bir temel oluşturabileceğini, tasarım/yapımın ilerideki aşamalarda rol alacak aktörlerin tasarım sürecine katılmalarını sağlayan bir iskelet sunması bakımından buna elverişli olduğunu, bu yöntemden hareket ederek proje teslim yöntemi ve proje yönetimi bakımından genel bir eşzamanlı mühendislik iskeletinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler. Mevcut uygulamalarda kullanılmakta olan AGC-299 (2002), AGC-499 (2001) ve AIA-C801(1993) gibi standart sözleşme dokümanları katılımcı firmalar arasında konsorsiyum ve benzeri ortaklıkların kurulmasını sağlamaktadır.

Bölüm 2.7.8’de incelenen geliştirme/yapım yöntemi ön tasarım ve kesin tasarımın sıralı olarak ve ayrı birimler tarafından geliştirilmesi bakımından eşzamanlı mühendislik ilkelerine uygun değildir.

Bölüm 2.9’da belirtildiği gibi, mevcut proje teslim yöntemlerinin ortak özelliği alt yüklenicilerin ana yapımcı tarafından sürecin ileri aşamalarında atanması ve alt yüklenicilerle diğer katılımcılar arasındaki iletişimin ana yapımcı vasıtasıyla kurulmasıdır. Bu bakımdan alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılarak enformasyon sunma olanağı bulunmamakta, dolayısıyla eşzamanlı mühendisliğin önemli bir ilkesi hayata geçirilememektedir. Aynı görüşü savunan Tookey ve Betts (1999) Bölüm 4.1.3’te ele alınan çalışmada inşaat proje sisteminin mevcut koşullarında alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılmasının problemli bir konu olduğunu ifade etmektedir.

Mevcut proje teslim yöntemlerinin eşzamanlı mühendislik yönünden bir başka eksikliği kullanıcıların ve işletmecilerin sürece katılmalarının sağlanmasıyla ilgilidir. Bölüm 1.1.2’de Gardiner ve Simmons (1995) çalışmasına atıfta bulunarak kullanıcı ve işletmecilerin sürece katılımlarının yetersizliğinin, hatta bazen hiç olmamasının ilerleyen aşamalarda çeşitli çatışmalara yol açtığı ifade edilmiş, Bölüm 2.8’de mal sahibi isteklerine ek olarak kullanıcı isteklerinin saptanmasının ve tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlanmasının proje başarısını etkileyen kritik faktörler olduğu sonucuna ulaşılmış, ancak Bölüm 2.9’da kullanıcı ve işletmecilerin sürece katılmalarını sağlamanın inşaat proje sisteminde çözümlenmesi gereken bir problem olduğu ortaya konulmuştur. Dolayısıyla yürürlükteki proje teslim yöntemleri eşzamanlı mühendislikteki tüm yaşam çemberi aktörlerinin sürece katılması ilkesini karşılamamaktadır.

Yukarıdaki bilgilere dayanarak, tasarım/yapım yönteminin eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanması için uygun bir başlangıç platformu oluşturduğunu öne sürmek mümkündür. Ancak eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine tam anlamıyla uygulanabilmesi için çözümlenmesi gereken temel problem, bu yöntemin mal sahibi, kullanıcı, işletmeci ve alt yüklenicilerin sürece maksimum katılımını sağlayacak şekilde organize edilmesi ve bu amaca yönelik olarak genel bir eşzamanlı mühendislik iskeletinin geliştirilmesidir.

5.7 Eşzamanlı Mühendisliğin İnşaat Proje Sisteminde Uygulanmasına Yönelik Temel İlkeler

Yukarıdaki bölümlerde inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik uygulamalarıyla karşılaştırılmış ve Bölüm 4'te açıklanan çalışmalardan da yararlanarak çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlara dayanarak eşzamanlı mühendislik yaklaşımının inşaat projelerine uygulanmasına yönelik temel ilkeler aşağıdaki gibi özetlenebilirler.

- Eşzamanlı mühendisliğin inşaat projelerine uygulanmasında projeyi başlatan kilit aktör olarak mal sahibi önderlik etmelidir (Bölüm 5.2).
- Katılımcılar arasında maliyet+kar esasına dayanan iki aşamalı sözleşmeler yapılmalı, primler ve cezalar müşteri grubu isteklerinin optimize edilmesiyle elde edilen hedef değerlere dayanmalıdır (Bölüm 5.1, Bölüm 5.5).
- BEACON, vb yöntemlerle bütün katılımcı firmaların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeyi test edilmeli, problem alanları belirlenmelidir (Bölüm 5.4).
- Katılımcı firmalardaki personel eşzamanlı mühendislik ve bu uygulamada kullanacakları araçlar konusunda eğitilmeli, gerekli teknolojiyle desteklenmeli ve böylece uygulamaya yönelik engeller ortadan kaldırılmalıdır (Bölüm 5.2).
- Katılımcı firmalardan atamalar yapılarak çoğul disiplinli tasarım ekibi oluşturulmalıdır (Bölüm 5.2; Bölüm 5.3).
- Tasarım ekibi, sürece katılacak kullanıcı, çevre birimi ve alt yüklenicilerin taşınması gereken özellikleri belirlemelidir (Bölüm 5.2).
- Mal sahibi kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin tasarım sürecine katılmasını ve işbirliği yapmalarını sağlayacak teşvik yöntemleri geliştirmelidir (Bölüm 5.1).
- Mal sahibi, kullanıcı ve projeden etkilenen çevre birimlerinden oluşan müşteri grubu istek ve ihtiyaçlarını kendi terminolojileriyle ifade etmelidir (Bölüm 5.2).
- Bir proje modeli oluşturulmalıdır (Bölüm 5.2).

- Müşteri grubu istekleri ve tasarım ekibindeki uzmanların gereksinimleri QFD tekniği ve proje modeli vasıtasıyla optimize edilmeli ve hedef değerler setine dönüştürülmelidir (Bölüm 5.2).
- Ekip performansını ödüllendirme sistemleri geliştirilmeli, böylece ekipte amaç birliği sağlanmalı, ortak çalışma ve işbirliği teşvik edilmelidir (Bölüm 5.1).
- Proje modeli ve DSM tekniği vasıtasıyla iş elverdiği oranda parçalara bölünmeli, her bir aktivite kümesine bir alt ekip atanarak paralel çalışma sağlanmalıdır (Bölüm 5.2).
- IDEF0, vb. tekniklerle süreçteki enformasyon akışı gereksinimlerini ortaya koyan bir süreç modeli oluşturularak ekipler arasındaki karşılıklı ilişkiler ve aktivite sıralaması ortaya konulmalı, böylece çalışmaların gözlem ve kontrolü sağlanmalıdır (Bölüm 5.2).
- Objenin tüm yaşam çemberiyle ilgili konular tasarımın erken aşamalarından itibaren proaktif bir anlayışla ele alınmalı ve böylece X-edilebilirlik için tasarım yapılması sağlanmalıdır (Bölüm 5.1).

5.8 Eşzamanlı Mühendisliğin İnşaat Proje Sisteminde Uygulanması İçin Çözümlemesi Gereken Problemler

Bölüm 5.1-5.6'da inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışılmış, imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımının imalat sektöründeki ürün geliştirme sistemlerinden farklı özellikler içeren inşaat projelerinin gerçekleştirilmesinde uygulanmasına yönelik temel ilkeler ve çözümlemesi gereken problemler konusunda çeşitli sonuçlara ulaşılmış ve inşaat proje sistemine özgü temel eşzamanlı mühendislik ilkeleri Bölüm 5.7'de sergilenmiştir. Bu ilkelerin hayata geçirilmesi için çözümlemesi gereken problemler konusunda ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Bölüm 5.1'de eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde amacın objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin beklentilerini karşılayan bir proje geliştirmek olduğu ve proje katılımcılarının farklı hedefleri olan alt sistemler olmasının aynı amaca yönelik işbirliği yapmalarını güçleştirdiği belirtilmiş,

literatürdeki kaynaklarda bu işbirliği zorluğunun çözümlenmesi gereken bir problem olduğu konusunda mutabakat bulunduğu ortaya konulmuştur. Diğer yanda Bölüm 5.5'te inşaat proje sistemindeki sözleşme tipleri eşzamanlı mühendislik ilkeleri bakımından tartışılmış ve Bölüm 2.6.3'te açıklanan maliyet+kar esasına dayanan iki aşamalı eşzamanlı mühendislik ilkeleriyle uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanmasında katılımcı firmalar arasında ortak çalışma ve işbirliği kuramsal olarak mümkündür.

Bölüm 5.1'de ayrıca tasarım sürecine katılmaları gereken kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin sürece katılmasını ve işbirliği yapmasını sağlayacak yöntemler geliştirilmesinin zorunlu olduğu ortaya konulmuştur. Bundan başka, katılımcı firmalardan atanan ekip üyelerinin farklı disiplinlerden ve dolayısıyla farklı kültürlerden gelmelerinin, buna ek olarak bireysel amaçlarının olabilmemesinin, ekip üyelerinin aynı amaca yönelik olarak işbirliği yapmalarını güçleştirdiği ve bu üyelerin proje amaçlarına yönelik işbirliği yapmalarını sağlayacak ödüllendirme sistemlerinin geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için çözümlenmesi gereken birinci problem, kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin katılımına yönelik teşvik yöntemleri geliştirilmesi, ikinci problem ise bağımsız organizasyonlardan atanan ekip üyeleri arasında işbirliği ortamı yaratacak ödüllendirme sistemlerinin geliştirilmesidir.

Bölüm 5.2'de inşaat proje süreci ve eşzamanlı mühendislik süreci karşılaştırılmış, eşzamanlı mühendisliğin inşaat proje sürecindeki tasarım öncesi ve tasarım aşaması aktivitelerine yenilik getirdiği belirtilmiş, Bölüm 4.2.5 kapsamında açıklanan modeller her iki süreç bakımından tartışılarak çeşitli eksiklikler barındırdıkları ortaya konulmuş ve hem eşzamanlı mühendisliğin hem de inşaat proje sisteminin dinamiklerini entegre ederek süreçte atılması gereken adımları ve izlenmesi gereken prosedürleri ortaya koyan genel bir süreç iskeleti geliştirilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için çözümlenmesi gereken problemlerden biri, inşaat proje sistemi sürecini eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanmasını sağlayacak şekilde yeniden düzenleyen genel bir süreç iskeletinin geliştirilmesidir.

Bölüm 5.3'te inşaat proje sistemi katılımcıları eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışılmış, objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin sürece katılımının zorunlu olduğu ve sistemin kilit aktörü olarak mal sahibinin kullanıcı ve çevre birimlerinin sürece katılmalarını sağlayacak yöntemler geliştirmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanmasına yönelik olarak çözümlenmesi gereken bir diğer problem, kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin sürece katılımını ve işbirliği yapmalarını sağlayacak yöntemler geliştirmektir.

Bölüm 5.4'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerine uygulanabilmesi için katılımcı firmaların Bölüm 2.7.2'de açıklanan müzakere yöntemi ve Bölüm 4.2.1'de açıklanan BEACON modeline dayanan bir yöntemle seçilmelerinin, Bölüm 5.5'te ise katılımcılar arasında Bölüm 2.6.3'te açıklanan maliyet+değişken ücret esasına sözleşmeler yapılmasının gerektiği ortaya konulmuştur.

Bölüm 5.6'da inşaat proje teslim yöntemleri eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından tartışılmış ve literatürdeki kaynaklardan yararlanarak, tasarım/yapım yönteminin proje katılımcılarının aynı amaca yönelik bir ekip olarak ortak çalışma ve işbirliği yapması açısından uygun bir başlangıç noktası olduğu, ancak bu yöntemin mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin maksimum katılımını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesinin ya da yeni bir proje teslim yöntemi geliştirilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıdaki açıklamalara dayanarak, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için çözümlenmesi gereken problemler;

- Katılımcı firmalardan atanan ekip üyelerinin bireysel amaçlar yerine aynı amaca yönelik olarak işbirliği yapmalarını sağlayacak ödüllendirme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Kullanıcı ve çevre birimi temsilcilerinin sürece katılmalarını ve işbirliği yapmalarını sağlayacak teşvik yöntemlerinin geliştirilmesi,
- İnşaat proje sistemiyle eşzamanlı mühendislik sistemini entegre ederek süreçte atılacak adımları, izlenecek prosedürleri, katılımcılar arasındaki karşılıklı

ilişkileri, aktiviteleri ve araçları betimleyen genel bir süreç modelinin geliştirilmesi,

olarak özetlenebilirler.

Katılımcı firmalardan atanan ekip üyelerin özellikleri, beklentileri ve hangi faktörlerin bu kişileri işbirliğine teşvik edeceği bireysel konulardır. Bu bakımdan bu tür ödüllendirme sistemlerinin her projede ve her firmada özel olarak geliştirilmesi gerektiğini öne sürmek mümkündür ve dolayısıyla bu konuda genelleme yapma olanağı bulunmamaktadır. Benzer şekilde kullanıcı ve çevre birimlerin sürece katılımını ve işbirliği yapmalarını sağlayan yöntemler de proje bazlı olmak durumundadır. Buna karşılık süreç modelinin geliştirmesi teknik bir konudur ve Bölüm 5.7’de ortaya konulan ilkelere hareket ederek eşzamanlı mühendislik ilkelerine uygun bir inşaat proje süreç modeli geliştirmek mümkündür.

Bölüm 5.6’da atıfta bulunulan Jaafari (1997), Tookey ve Betts (1999), Kamara ve diğ. (1997) çalışmalarında öne sürülen görüşler, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sistemine uygulanmasının alternatif bir proje teslim yöntemi ortaya çıkardığını göstermektedir. Proje teslim yöntemi, kimlerin sürece katılması gerektiğini, katılımcıların yükümlülüklerini, katılımcılar arasındaki ilişkileri, uyulması gereken prosedürleri ve atılması gereken adımları kapsayan, dolayısıyla süreci betimleyen bir kavramdır. Bu açıdan bakıldığında eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı alternatif bir proje teslim yöntemi, yukarıdaki ortaya konulan süreç modeli geliştirilmesi probleminin çözümlerini de beraberinde getirecektir. Bu bakımdan eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için çözümlenmesi gereken temel problem, alternatif bir proje teslim yöntemi iskeletinin geliştirilmesidir.

Bölüm 6’da bu tez kapsamında inşaat projelerine yönelik olarak eşzamanlı mühendislik ilkeleri çerçevesinde geliştirilen proje teslim yönteminin temel ilkeleri sunulacak, bu yöntemde atılması gereken adımlar, izlenmesi gereken prosedürler, ve süreçte kullanılması gereken araçlar, katılımcıların süreçteki temel yükümlülükleri ve karşılıklı ilişkileri açıklanacaktır.

6. İNŞAAT PROJE SİSTEMİNDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK (IPS-EM) MODELİ

Bu bölümün amacı, Bölüm 1.2’de tanımlanan problemin çözümüne yönelik olarak tez kapsamında geliştirilen İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik modelini açıklamaktır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde söz konusu model IPS-EM modeli olarak anılacaktır.

Bölüm 5’te inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından analiz edilmiş ve bu ilkelerin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için sistemdeki temel katılımcıları, süreçte atılması gereken adımları, izlenmesi gereken prosedürleri, ve katılımcılar arasındaki ilişkileri ortaya koyan genel bir proje teslim yöntemi iskeletinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. IPS-EM modeli objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin istek ve ihtiyaçlarını karşılayan bir inşaat objesi meydana getirebilmek için, bu aktörlerin tasarım öncesi ve tasarım süreçlerine katılarak isteklerini ifade ettikleri, tasarımın bu isteklerin optimize edilmesi sonucunda elde edilen hedef değerler doğrultusunda geliştirildiği ve objenin bu tasarım sürecinde üretilen yapım dokümanları çerçevesinde inşa edilerek mal sahibine teslim edildiği bir inşaat projesi geliştirme sistemidir. Bu sistemde Bölüm 2.4’te incelenen temel katılımcılara ek olarak kullanım aşamasını temsil eden katılımcıların tasarım sürecinde rol almasının zorunlu oluşu, Bölüm 2.7’de incelenen proje teslim yöntemlerinden farklı bir organizasyon ve sözleşme yapısını gerekli kılmakta, bunun sonucunda IPS-EM modeli alternatif bir proje teslim yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır.

IPS-EM modeli bir proje teslim yöntemi olarak tasarım öncesi, tasarım, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarını kapsamak durumundadır. Ancak Bölüm 5.2’de sergilendiği gibi, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanması tasarım öncesi ve tasarım aşamalarına yenilik getirmektedir. Bu bakımdan modelin mevcut uygulamalardan farklı olan yönleri tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle modelin geliştirilmesine

yönelik çalışmalar bu aşamalarla sınırlı tutulmuş, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamaları ele alınmamıştır. Dolayısıyla bu bölümde IPS-EM modeli tanıtılırken, tasarım öncesi ve tasarım aşamaları açıklanacak, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamaları kapsam dışı tutulacaktır.

Diğer yanda, Bölüm 2.3.1’de bir inşaat objesine ihtiyaç duyan malsahibinin önce mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanları görevlendirerek yatırım kararı vermesine yardımcı olacak fizibilite etütlerini yaptırmak, yatırım kararı aldıktan sonra tedarik stratejini belirlemenin ilk adımı olarak proje teslim yöntemine karar vermek zorunda olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda bir proje teslim yöntemi olarak IPS-EM modeli Şekil 2.1’de gösterilen inşaat proje sürecindeki A.3 no.lu aktiviteden sonra işlerlik kazanmaktadır. Bu nedenle modeli geliştirirken Şekil 2.1’deki A.1, A.2 ve A.3 no.lu aktivitelerin gerçekleştirilmiş olduğu kabul edilmiştir ve bu aktiviteler bu bölümde tekrar açıklanmayacaktır.

Bu bölümde IPS-EM modeli bir sistem çerçevesi içinde ele alınacaktır. Buna açıdan birinci adımda sistemin amacı açıklanacaktır.

IPS-EM modeli, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin gereği olarak, inşaat objesinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin sürece katılmaları esasına dayanmakta, bunun sonucunda Bölüm 2.7 kapsamında incelenen proje teslim yöntemlerinden farklı bir katılımcı profili ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan ikinci adımda IPS-EM modelinin katılımcıları açıklanacaktır.

Her inşaat projesinde olduğu gibi, IPS-EM modelinde de katılımcıların farklı amaçları olan bağımsız ekonomik birimler olmaları sözleşmeler vasıtasıyla sürece katılmalarını beraberinde getirmektedir. Bu nedenle üçüncü adımda IPS-EM modelinin sözleşme yapısı bağlamında katılımcılar arasındaki sözleşme ilişkileri sergilenecek ve işi yapan tarafa hizmetleri karşılığında ne şekilde ödeme yapılacağını ortaya koyan sözleşme tipleri açıklanacaktır.

Dördüncü adımda IPS-EM modelinin süreci açıklanacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi, modeldeki sürecin Şekil 2.1’de gösterilen klasik inşaat proje sürecinden farklı olan yönleri tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle önce modelin genel süreç akışı ortaya konulacak, daha sonra tasarım öncesi ve

tasarım aşamalarında gerçekleştirilmesi gereken aktiviteler, aktivitelerdeki temel katılımcılar ve kullanılması gereken araçlar sergilenecektir.

Beşinci adımda, IPS-EM modeli katılımcılarının tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında yerine getirmeleri gereken temel yükümlülüklerler açıklanacaktır.

Bölüm sonunu oluşturan altıncı adımda, sistemin strüktürünü ve modelin dinamiklerini ortaya koymak amacıyla, tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında yerine getirilmesi gereken görevler ve bu görevlerde rol alması gereken katılımcılar derlenerek tablo biçiminde sunulacak, böylece katılımcıların süreçteki karşılıklı ilişkileri ortaya konulacaktır.

6.1 IPS-EM Modelinin Amacı

IPS-EM modelinin amacı, mal sahibinin maliyet, süre ve kalite kriterlerine ek olarak kullanıcıların işlevsel kalite, bakılabilirlik, onarılabilirlik ve işletilebilirlik isteklerini, projeden etkilenen çevre birimlerinin projenin çevre üzerindeki etkilerine yönelik taleplerini ve yapım sürecinde rol alan yapımcı ve alt yüklenicilerin inşa edilebilirlik taleplerini karşılayan bir inşaat objesi tasarlamak, objenin yapımını bu süreç sonunda elde edilen yapım dokümanları çerçevesinde gerçekleştirmek, böylece yapım ve kullanım aşamalarında ortaya çıkabilecek düzeltme, değişiklik ve yeniden yapım işlerini azaltmak, bu yolla yapım ve kullanım maliyetlerinden tasarruf elde ederek ve kullanım kalitesini yükselterek mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını sağlamaktır.

6.2 IPS-EM Modelinin Temel Katılımcıları

IPS-EM modelinde, eşzamanlı mühendislik ilkelerinin gereği olarak objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin tasarım sürecine katılmaları zorunludur. Nitekim Bölüm 5.3'te inşaat proje sistemi katılımcıları eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından değerlendirilmiş ve bu ilkelerin uygulanabilmesi için mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, kullanıcı temsilcileri, çevre temsilcileri, tasarımcılar, yapımcılar, alt yükleniciler, işletme uzmanları ve diğer gerekli aktörlerin çoğul disiplinli ekipte rol almalarının zorunlu olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda söz konusu birimlerin IPS-EM modeline katılmaları öngörülmüştür.

Diğer yanda Bölüm 5.2’de katılımcı organizasyonların eşzamanlı mühendislik uygulamasına hazır olma düzeylerinin ölçülmesinin, bu yaklaşımın getirdiği kültürel ve organizasyonel değişikliklere uyum sağlamak ve süreçte kullanacakları OFD, DSM, IDEF gibi araçlar konusunda eğitilmelerinin önemi ortaya konulmuştur. Bu nedenle IPS-EM modelinde, yukarıda sözü edilen katılımcılara ek olarak, diğer katılımcıların modelin uygulanmasına hazır olma düzeylerini ölçmeye yönelik testleri yapmak, gerekli eğitimi vermek ve süreçte kullanılan teknik ve yöntemlerin uygulanmasında moderatörlük yapmak üzere bir eşzamanlı mühendislik uzmanının görevlendirmesi düşünülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda IPS-EM modelinin temel katılımcıları;

- Mal sahibi
- Mal sahibi temsilcisi
- Eşzamanlı mühendislik uzmanı
- Kullanıcı temsilcileri
- Çevre temsilcileri
- Ana tasarımcı(lar)
- Ana yapımcı(lar),
- Alt tasarımcılar
- Alt yükleniciler
- İşletme uzman(lar)ıdır.

Mal sahibi, Bölüm 2.4.1’de tanımlandığı gibi, inşaat objesini gerçekleştirme hakkını elinde bulunduran, gerekli finansmanı temin ederek projenin gerçekleştirilmesinde kullanılan mal ve hizmetleri tedarik eden, sonuçtaki ürünü teslim alarak yasalar çerçevesinde kullanma hakkına sahip olan ve dolayısıyla projeyle ilgili tüm stratejik kararları verme yetkisini elinde bulunduran katılımcıdır.

Mal sahibi temsilcisi, Bölüm 2.4.2’de tanımlandığı gibi, mal sahibi tarafından çeşitli yetkilerle donatılarak kendisini temsil etmekle görevlendirilen ve bu yetkiler çerçevesinde mal sahibi adına hareket eden katılımcıdır.

Eşzamanlı mühendislik uzmanı, mal sahibi ve mal sahibi temsilcisi organizasyonu dahil, süreçte rol alacak bütün katılımcı firmaların eşzamanlı mühendislik uygulamasına hazır olup olmadığını saptamaya yönelik testleri yapmak, test sonuçlarını değerlendirerek mal sahibinin katılımcıları seçmesine yardımcı olmak, katılımcı organizasyonlarda eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanmasını engelleyen faktörlerin saptanmasında ve gerekli önlemlerin alınmasında yol göstermek, katılımcı firmalardaki personeli eşzamanlı mühendislik ve tasarım sürecinde kullanacakları yöntem, model, teknik, vb. araçlar konusunda eğitmek ve bu araçların kullanılmasında moderatörlük yapmak üzere sürece dahil olan katılımcıdır.

Kullanıcı temsilcileri, bitmiş inşaat objesini bizzat kullanacak olan gerçek kişiler arasından ya da anonim bir kullanıcı kitlesini temsilen kullanıcıların objeyle ilgili istek ve önceliklerini ifade etmek ve optimizasyon kararlarına katılmak üzere sürece dahil edilen katılımcılardır.

Çevre temsilcileri, objenin varlığından etkilenen çevreyi temsilen objenin çevre üzerindeki etkileriyle ilgili istek ve önceliklerini ifade etmek ve optimizasyon kararlarına katılmak üzere süreçte yer alan katılımcılardır.

Ana tasarımcı, Bölüm 2.4.3’te tanımlandığı gibi, mal sahibi tarafından belirlenen işlevi yerine getirecek olan inşaat objesini meydana getirmek için bir araya getirilmesi gereken parçaları, bu parçalar arasındaki ilişkileri ve bu parçaların arsa durumu, zemin koşulları, yasal mevzuat, yapımcıların teknolojik düzeyi gibi çeşitli sınırlamalar içinde nasıl bir araya getirileceğini tarif eden ve bu tarifi görsel olarak ifade eden çizimler, şartnameler gibi belgeleri üreten katılımcıdır.

Ana yapımcı, tasarım sürecinde inşa edilebilirlik, değer analizi, vb. konularda enformasyon girdisi sunan ve tasarım tamamlandıktan sonra inşaat objesinin üretimi için gereken malzeme, işçilik, ekipman gibi üretim faktörlerini temin eden ve bu kaynaklarla gerçekleştirilen üretim faaliyetlerini organize ve koordine eden, böylece çizimler, şartnameler gibi yapım dokümanlarında tarif edilen inşaat objesini fiziksel çıktıya dönüştüren katılımcıdır.

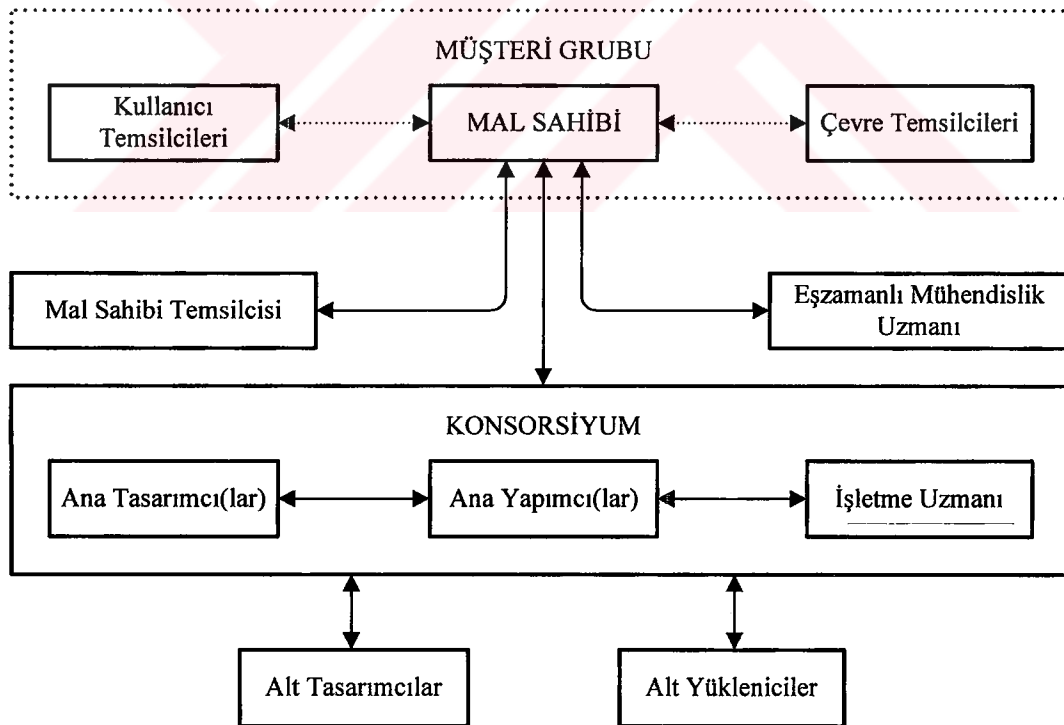
Alt tasarımcı, inşaat objesinin özel uzmanlık gerektiren bir bölümüyle ilgili olarak yukarıda ana tasarımcı için belirtilen işlevleri yerine getiren katılımcıdır.

Alt yüklenici, inşaat objesinin özel uzmanlık gerektiren bir bölümüyle ilgili olarak yukarıda ana yapımcı için belirtilen tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sunma ve üretim faaliyetlerini gerçekleştirme işlevlerini yerine getiren katılımcıdır.

İşletme uzmanı, tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sunmak üzere sürece dahil olan katılımcıdır.

6.3 IPS-EM Modelinin Sözleşme Yapısı

Bölüm 6.2’de IPS-EM modelinin temel katılımcıları mal sahibi, mal sahibi temsilcisi, eşzamanlı mühendislik uzmanı, kullanıcı temsilcileri, çevre temsilcileri, ana tasarımcılar, alt tasarımcılar, ana yapımcılar, alt yükleniciler ve işletme uzmanları olarak belirtilmiştir. Bu birimler arasındaki sözleşme ilişkileri Şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1. IPS-EM Modelinin Sözleşme Yapısı

- **Mal Sahibi – Konsorsiyum Sözleşmesi**

Bölüm 5.6'da eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat proje sisteminde uygulanabilmesi için tasarımcıyla yapımıcının ortak çalışma ve işbirliği yapmasını kolaylaştıran tasarım/yapım yönteminin uygun bir başlangıç noktası olabileceği ortaya konulmuştur. Bu nedenle IPS-EM modelinde yapısında tasarım/yapım yönteminden hareket edilerek mal sahibinin tasarım ve yapım işlerini gerçekleştirecek bir konsorsiyumla sözleşme yapması öngörülmüştür.

IPS-EM modelindeki mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesinin Bölüm 2.7.7'de açıklanan tasarım/yapım yöntemi gibi ön tasarım sözleşmesi ve kesin tasarım+yapım sözleşmesi olmak üzere iki aşamalı olması uygun bulunmuştur. Bunun nedeni, birinci aşamayı oluşturan ön tasarım çalışmalarının sonunda işin istenen maliyet, süre ve kalite sınırlamaları içerisinde gerçekleştirilemeyeceğinin anlaşılması durumunda taraflara sözleşme ilişkisini sona erdirmeye fırsatı verilmesidir.

Birinci aşamadaki ön tasarım sözleşmesinin, Bölüm 5.5'te belirtildiği gibi tasarım çalışmalarının sayısal olarak ölçülmesindeki ve buna bağlı olarak bu çalışmaların maliyetinin önceden kestirilmesindeki güçlüklerinden ötürü, konsorsiyumun maruz kaldığı maliyetlerin karşılanması ve bu maliyetlerin sözleşmede belirtilen bir katsayıyla çarpılmasıyla elde edilen meblağın kar payı olarak ödenmesi esasına dayanan maliyet+maliyetin yüzdesi tipinde olması uygun bulunmuştur.

İkinci aşamadaki kesin tasarım+yapım sözleşmesinin ise, yine Bölüm 5.5'te belirtildiği gibi, maliyet+değişken ücret esasına dayınması, primlerin ve cezaların müşteri grubu isteklerinin hedef değerlere dönüştürülmesini kapsayan ön tasarım çalışmaları sonucunda meydana getirilen kesin tasarım dokümanlarındaki değerlere dayanması öngörülmüştür.

- **Mal Sahibi – Mal Sahibi Temsilcisi Sözleşmesi**

Bölüm girişinde Bölüm 2.3.1'deki açıklamalara atıfta bulunarak, bir inşaat objesine ihtiyaç duyan mal sahibinin önce mal sahibi temsilcisini ve diğer gerekli danışmanları atayarak fizibilite etütlerini yaptırmak, bu analizlerden elde edilen sonuçlara dayanarak yatırım yapıp yapmamaya karar vermek ve yatırım yapmaya karar verdiği takdirde tedarik stratejini belirlerken önce proje teslim yöntemine karar

vermek zorunda olduğu ve bir proje teslim yöntemi olarak IPS-EM modelinin bu noktadan sonra işlerlik kazanacağı belirtilmiştir. Bu bakımdan mal sahibi temsilcisi IPS-EM modelinin katılımcılarından biridir.

Bölüm 2.6.3'te belirtildiği gibi, mal sahibi temsilcisi çalışmalarının sayısal olarak ölçülmesinin zorluğundan ötürü IPS-EM modelinde mal sahibi temsilcisiyle maliyet+maliyetin yüzdesi esasına dayanan sözleşme yapılması öngörülmüştür.

- **Mal Sahibi – Eşzamanlı Mühendislik Uzmanı Sözleşmesi**

Bölüm 6.2'de belirtildiği gibi IPS-EM modelinde katılımcı organizasyonların eşzamanlı mühendislik uygulamasına hazır olma düzeylerinin ölçülmesine yönelik testleri uygulamak, süreçte kullanacakları OFD, DSM, IDEF gibi araçlar konusunda eğitmek ve süreçte kullanılan teknik ve yöntemlerin uygulanmasında moderatörlük yapmak üzere bir eşzamanlı mühendislik uzmanının görevlendirmesi düşünülmüştür.

Eşzamanlı mühendislik uzmanının çalışmalarının, mal sahibi temsilcisine benzer şekilde sayısal olarak ölçülmesindeki güçlüklerden ötürü, bu birimle de maliyet+maliyetin yüzdesi esasına dayanan bir sözleşme yapılması öngörülmüştür.

- **Mal Sahibi – Kullanıcı Temsilcisi ve Mal Sahibi – Çevre Temsilcisi Anlaşmaları**

Bölüm 5.3'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı inşaat projelerinde kullanıcıların ve objenin varlığından etkilenen çevre birimlerinin tasarım ekibinde temsil edilmesinin gerektiği ve bu birimlerin sürece katılmalarının mal sahibinin sorumluluğunda olduğu ortaya konulmuştur. Mal sahibi kullanıcı ve çevre temsilcilerinin sürece katılmalarını sağlamak için bazı fedakarlıklarda bulunmak ve söz konusu birimlere yazılı taahhütlerde bulunmak durumundadır ve bu taahhütnameleri birer sözleşme olarak görmek mümkündür. Bununla birlikte burada vurgulanması gereken konu, diğerkatılımcıların gerçek kişiler olmasına karşılık, kullanıcı temsilcilerinin ve çevre temsilcilerinin anonim bir kitleyi temsil ettikleri, ayrıca mal sahibiyle bu birimler arasında yapılan anlaşmanın diğerkatılımcılarla yaptığı sözleşmelerden farklı bir nitelik taşımasıdır. Bu nedenle Şekil 6.1'de mal sahibiyle kullanıcı temsilcileri ve çevre temsilcileri arasındaki ilişkiler farklı bir stilde gösterilmiştir.

Kullanıcı temsilcilerinin ve çevre temsilcilerinin nasıl seçileceği ve sürece katılımının nasıl sağlanacağı, mal sahibinin kişisel kullanım, kiralama ya da satış amaçlı inşaat yaptırması, kullanım için öngördüğü hedef kitle, mal sahibinin kullanıcılarla ilişkileri gibi pek çok faktöre bağlı olarak farklı çözümler gerektiren bir problem alanıdır ve bu nedenle bu konuda genelleme yapmak güçtür. Bu bağlamda bu temsilcilerin seçimi ve sürece katılımı derinlemesine araştırılması ve çözümlenmesi gereken bir problem alanıdır.

- Konsorsiyum Sözleşmesi

Bölüm 5.6'da literatürdeki çalışmalara atıfta bulunarak tasarımı geliştirecek olan ekibin üyelerinin aynı organizasyon çatısı altında yer almalarını sağlayarak aynı amaca yönelik ortak çalışma ve işbirliği yapmalarını kolaylaştıran tasarım/yapım organizasyonlarına benzer konsorsiyumlar oluşturmalarının eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için elverişli bir platform oluşturduğu sergilenmiş ve bu bakımdan IPS-EM modelinde mal sahibinin tasarım ve yapım işlerini gerçekleştirmek üzere bir konsorsiyum ataması öngörülmüştür. Bu noktada tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik girdisi sağlayacak olan işletme uzmanının hangi yöntemle sürece katılımının sağlanacağı çözümlenmesi gereken bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bu problemin çözümüne yönelik olarak tasarıma girdi sağlayacak işletme uzmanının mal sahibi tarafından görevlendirmesi ya da konsorsiyum çatısı altında yer alarak sürece katılması seçenekleri değerlendirilmiştir.

Mal sahibi tarafından görevlendirilen bir işletme uzmanının işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlamak üzere tasarım sürecine katılması, ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olan birimler arasında ters yönlü ilişkilere yol açarak ortak çalışma ve işbirliği güçleştirme riskini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle tasarıma girdi sağlayacak işletme uzmanının konsorsiyum tarafında yer almasının doğru olacağı kanısına varılmıştır.

Diğer yanda, mal sahibi tarafından bir işletmeci görevlendirildiği takdirde, bu birimin yukarıda açıklanan kullanıcı temsilcileri arasında yer alarak müşteri grubu içinde tasarım sürecine dahil olmasının, bu yolla aynı saflarda yer aldığı mal sahibi ve diğer kullanım aşaması aktörlerinin istek ve önceliklerinin formüle edilmesine yardımcı olmanın yanı sıra, uzmanlığından yararlanarak tasarımın işletilebilirlik,

bakılabilirlik ve onarılabilirlik ihtiyaçlarını karşılama düzeyini denetlemeye yönelik bir kontrol mekanizması işlevi görmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Şekil 6.1’deki modele göre ana tasarımcı, ana yapımcının ve tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sunacak işletme uzmanları arasında bir sözleşme ilişkisi bulunmaktadır. Bölüm 5.6’da katılımcı firmaların ortaklıklar kurmalarını sağlayan standart sözleşme dokümanlarının varlığından söz edilmiştir. Dolayısıyla ana tasarımcı – ana yapımcı – işletme uzmanı konsorsiyumunun oluşturulmasında bu tür standart dokümanlardan yararlanılabilir ya da ortaklar kendi koşullarına uygun özel bir sözleşme düzenleyebilirler. Ortakların birbirlerine karşı yükümlülükleri, uymaları gereken prosedürler ve mal sahibi ödemelerinin taraflar arasında nasıl paylaşılacağı bu sözleşmede açıklık getirilmesi gereken konulardır. Bundan başka bu birimlerden bir ya da bir kaçının konsorsiyuma ortak olmak yerine konsorsiyum tarafından sözleşme yoluyla görevlendirilmesi araştırılması gereken bir seçenektir.

- Konsorsiyum – Alt Tasarımcı Sözleşmesi

Bölüm 2.1’de incelenen inşaat proje sisteminde alt tasarımcılar tasarım sürecinin doğal bir parçasıdır, ancak mevcut uygulamalarda alt tasarımcılar ana tasarımcı tarafından görevlendirilmekte ve diğer katılımcılarla ana tasarımcı kanalıyla iletişim kurmakta, dolayısıyla mevcut uygulamalar eşzamanlı mühendisliğin gerektirdiği ortak çalışma ve enformasyon paylaşımını problemli hale getirmektedir. Bu nedenle katılımcılar arasındaki iletişim kanallarının sayısını azaltmak ve enformasyon paylaşımını kolaylaştırmak açısından IPS-EM modelinde alt tasarımcıların ana tasarımcı yerine konsorsiyum tarafından atanması uygun bulunmuştur.

Bölüm 2.7 kapsamında incelenen proje teslim yöntemlerinin standart sözleşme dokümanlarında, her inşaat projesinde tasarım işlerini gerçekleştirecek olan birim alt tasarımcı adaylarını mal sahibine bildirmek ve onayını almak zorunda olduğu ortaya konulmuştur. Bundan başka Bölüm 6.4.1’de sergileneceği gibi, IPS-EM modelinde bütün katılımcı organizasyonların eşzamanlı mühendislik ilkelerine hazır olma düzeylerinin ölçülmesi ve hazırlık çalışmaları kapsamındaki eğitime katılmaları gerekmektedir. Bu nedenle modelde konsorsiyumun alt tasarımcı adaylarını mal

sahibine bildirerek onayını almak ve mal sahibinin itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermesi uygun bulunmuştur.

Alt tasarımcıların çalışmalarının sayısal olarak ölçülmesinin güç olmasından ötürü, IPS-EM modelinde konsorsiyum – alt tasarımcı sözleşmeleri maliyet+maliyetin yüzdesi esasına dayanması gerekmektedir.

- Konsorsiyum – Alt Yüklenici Sözleşmesi

Bölüm 2.9’da mevcut proje teslim yöntemlerinin alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılmalarına yönelik düzenlemeler içermediği ortaya konulmuş, diğer yanda Bölüm 5.7’de alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılarak uzmanlık alanındaki konularda tasarıma girdi sağlaması bir eşzamanlı mühendislik ilkesi olarak belirlenmiştir. Taraflar arasındaki iletişim ve enformasyon paylaşımını kolaylaştırmak açısından, Bölüm 2.7 kapsamında incelenen proje teslim yöntemlerinde ana yapımcı tarafından görevlendirilen atanan alt yüklenicilerin IPS-EM modelinde konsorsiyum tarafından atanması öngörülmüştür.

Bölüm 2.7 kapsamında incelenen proje teslim yöntemlerinin standart sözleşme dokümanlarında, her inşaat projesinde ana yapımcının görevlendireceği alt yüklenicileri işverene bildirmek ve onayını almakla yükümlü olduğu ortaya konulmuştur. Bundan başka Bölüm 6.4.1’de sergileneceği gibi, IPS-EM modelinde bütün katılımcı organizasyonların eşzamanlı mühendislik ilkelerine hazır olma düzeylerinin ölçülmesi ve hazırlık çalışmaları kapsamındaki eğitime katılmaları gerekmektedir. Bu nedenle modelde konsorsiyumun alt yüklenici adaylarını mal sahibine bildirerek onayını almak ve mal sahibinin itiraz ettiklerinin yerine yenilerini önermesi uygun bulunmuştur.

Konsorsiyum – alt yüklenici sözleşmeleri, mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesine bağlı olarak iki aşamalı olmalı, ön tasarım çalışmalarını kapsayan birinci aşama sözleşmede alt yüklenicinin maruz kaldığı maliyetler maliyet+maliyetin yüzdesi sözleşmesiyle karşılanmalı, kesin tasarım+yapım işlerine yönelik ikinci aşama sözleşme ise maliyet+değişken ücret esasına dayanmalı, böylece alt yüklenicinin tasarım sürecine katılması ve işbirliği yapması teşvik edilmelidir.

6.4 IPS-EM Modeli Süreci

Bölüm girişinde belirtildiği gibi IPS-EM modeli bir proje teslim yöntemi olarak tasarım öncesi, tasarım, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarını kapsamaktadır. Bu bağlamda modelin genel süreç akışı ve sözü edilen aşamalardaki temel katılımcılar Şekil 6.2’de gösterilmektedir.

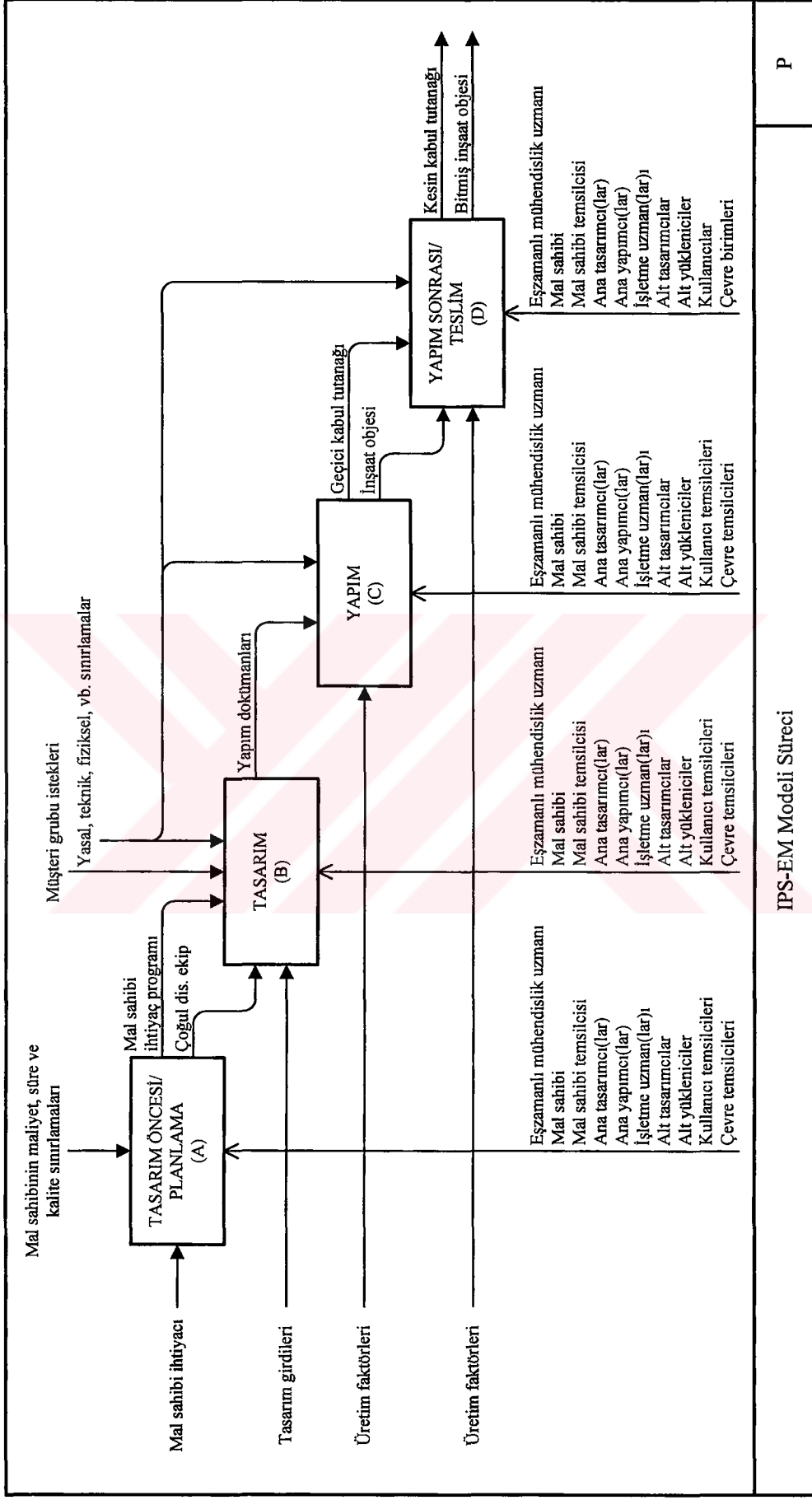
Bölüm 1.6’da çalışmanın sınırlamaları açıklanırken belirtildiği gibi, IPS-EM modelinin yürürlükteki klasik inşaat proje sürecinden farklı olan yönlerinin tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında yoğunlaşmasından ötürü bu bölümde söz konusu aşamalardaki temel aktiviteler ve bu aktivitelerin gerçekleştirilmesinde kullanılması öngörülen araçlar açıklanacak, yapım ve yapım sonrası/teslim aşamaları ele alınmayacaktır.

6.4.1 IPS-EM Modelinin Tasarım Öncesi Aşaması

Bölüm 2.3.1’de her inşaat projesinde mal sahibinin önce mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanları görevlendirerek fizibilite etütlerini yaptırmak, bu çalışmalar sonucunda yatırım yapma kararı vermesi durumunda tedarik stratejisini belirlemenin ilk adımı olarak organizasyon strüktürüne, yani proje teslim yöntemine karar vermek zorunda olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla alternatif bir proje teslim yöntemi olarak IPS-EM modeli bu noktadan itibaren işlerlik kazanmaktadır. Bu bağlamda IPS-EM modelinde tasarım öncesi aşama mal sahibinin bu yöntemi uygulamaya karar vermesiyle başlayan ve çoğul disiplinli ekibin oluşturulmasıyla sona eren süre içerisinde gerçekleştirilen faaliyetleri içeren bir alt süreçtir. Bu aşamadaki temel aktiviteler;

- Eşzamanlı mühendislik uzmanı seçimi
- Konsorsiyum seçimi
- Hazırlık çalışmaları
- Çoğul disiplinli ekibin atanması

olarak gruplandırılabilir.



Şekil 6.2. IPS-EM Modeli Süreci

IPS-EM modelinin tasarım öncesi aşamasındaki temel aktiviteler, bu aktivitelerin girdileri, sınırlamaları ve bu aktivitelerin gerçekleştirilmesinde rol alan temel katılımcılar Şekil 6.3'te sunulmaktadır.

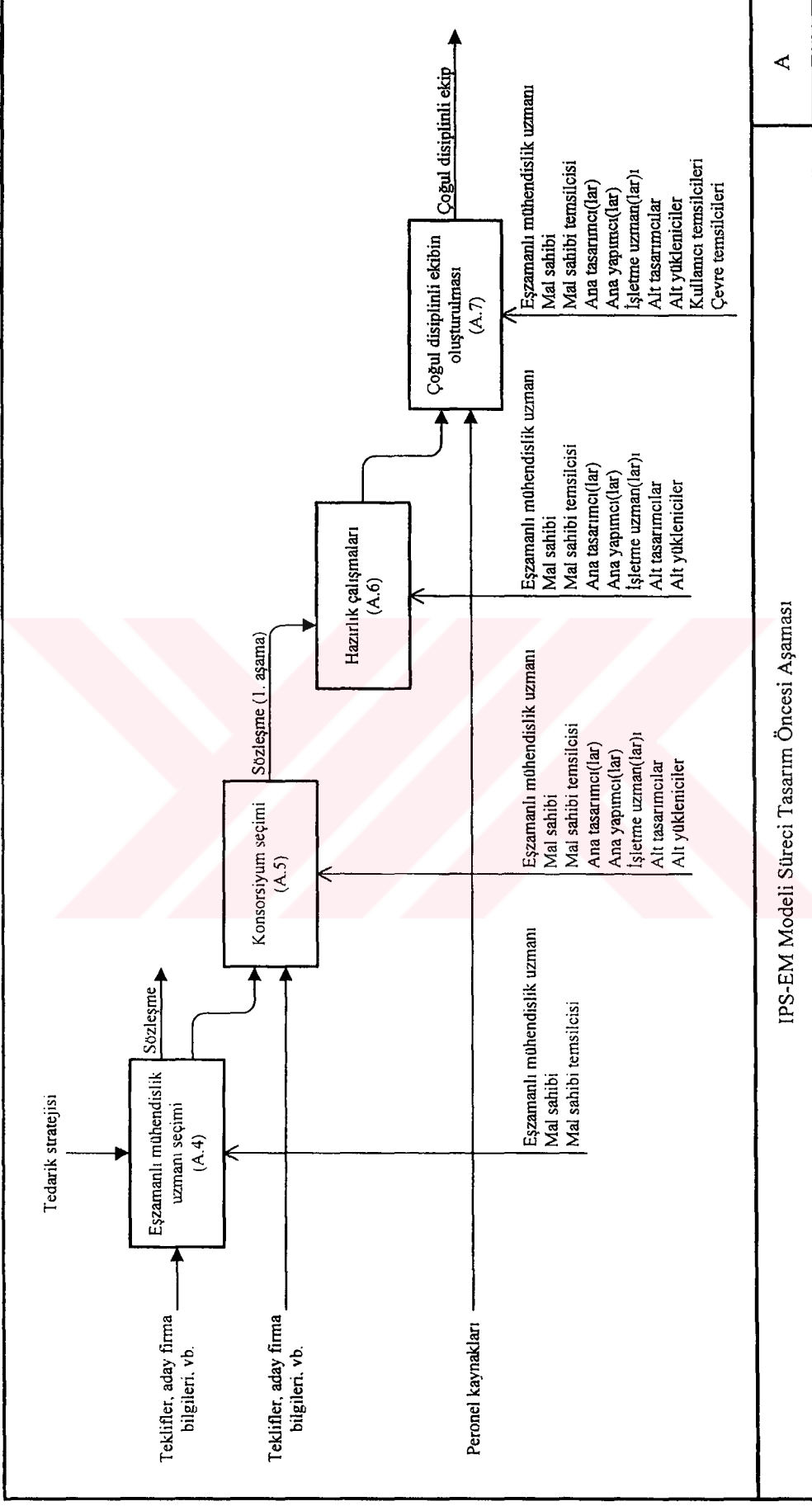
Hangi tedarik stratejisi ve dolayısıyla hangi proje teslim yöntemi benimsenirse benimsensin, her inşaat projesinde mal sahibi temsilcisi ve diğer danışmanların atanması, fizibilite etütlerinin yapılması, mal sahibi ihtiyaç programının formüle edilmesi ve uygun tedarik stratejisinin belirlenmesi zorunlu olduğundan, IPS-EM modelinde bu faaliyetlerin gerçekleştirilmiş olduğu kabul edilmiş ve Şekil 6.3'teki aktivite poz.no.ları, Şekil 2.1'de gösterilen klasik inşaat proje süreciyle bütünlük ve süreklilik sağlaması açısından A.4 ile başlatılmıştır.

IPS-EM modelindeki eşzamanlı mühendislik uzmanı seçimi, konsorsiyum seçimi, hazırlık çalışmaları ve çoğul disiplinli ekibin oluşturulması aktiviteleri aşağıda açıklanmaktadır.

6.4.1.1 Eşzamanlı Mühendislik Uzmanı Seçimi

IPS-EM modelini uygulamaya karar veren bir mal sahibinin atması gereken ilk adım bir eşzamanlı mühendislik uzmanı görevlendirmektir. Bunun nedeni, Bölüm 5.4'te belirtildiği gibi, projeyi gerçekleştirecek tasarım ve yapım ekibinin seçiminde adayların eşzamanlı mühendislik uygulamasına hazır olma düzeylerinin önemli bir değerlendirme kriteri oluşturmasıdır. Bu nedenle modelde diğer katılımcı adaylarına bu amaca yönelik BEACON testini uygulaması ve sonuçları analiz ederek konsorsiyum seçiminde mal sahibine yardımcı olması için bir eşzamanlı mühendislik uzmanının işin başlangıcında görevlendirilmesi öngörülmüştür.

Mal sahibi, proje için doğru eşzamanlı mühendislik uzmanını seçebilmek için, benzer projelerde deneyim, finansal stabilite gibi kriterleri karşılayan isteklileri gazete ilanı, Internet gibi araçlar vasıtasıyla başvurmaya davet etmelidir. Seçme kriterlerinin belirlenmesi, davet ilanının hazırlanması ve başvuran adayların değerlendirilmesinde mal sahibi temsilcisi mal sahibine yardımcı olmalıdır.



Şekil 6.3. IPS-EM Modeli Süreci Tasarım Öncesi Aşaması

6.4.1.2 Konsorsiyum Seçimi

Bölüm 6.3'te belirtildiği gibi, IPS-EM modelinde konsorsiyum, tasarım ve yapım işlerini gerçekleştirecek olan tasarımcı-yapımcı-işletme uzmanı ortaklığını ifade etmektedir. Mal sahibi, eşzamanlı mühendislik uzmanı seçiminde uygulanan prosedüre benzer şekilde, en uygun konsorsiyumu seçebilmek için, benzer işlerde deneyim, finansal stabilite, personel kapasitesi, görevlendirecekleri alt tasarımcılar ve alt yükleniciler gibi konuları içeren bir kriterler seti hazırlamalı ve bunu gazete ilanı, Internet gibi ortamlarda yayınlarak uygun adayları başvuruda bulunmaya davet etmelidir. Mal sahibi temsilcisi ve eşzamanlı mühendislik uzmanı bu kriterlerin belirlenmesinde ve ilanla ilgili belgelerin hazırlanmasında mal sahibine yardımcı olmalıdır.

Bölüm 5.4'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulandığı bir inşaat projesinde katılımcıların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeylerinin Bölüm 4.2.1'de açıklanan BEACON tekniğiyle ölçülmesi ve seçimin bu testlerden elde edilen sonuçlara dayanarak yapılması gerektiği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda IPS-EM modelinde başvuran istekli konsorsiyumlardaki ortak firmaların ve başvuru dokümanlarında belirttikleri alt tasarımcı ve alt yüklenicilerin BEACON tekniğiyle modelin uygulanmasına hazır olma düzeylerinin test edilmesi öngörülmüştür. Bu seçme sürecinde eşzamanlı mühendislik uzmanı adayların BEACON tekniğiyle test edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde, mal sahibi temsilcisi de diğer müzakere konularının belirlenmesi ve yürütülmesinde mal sahibine yardımcı olmalıdır.

6.4.1.3 Hazırlık Çalışmaları

Hazırlık çalışmaları konsorsiyum ortağı firmaların ve konsorsiyumun mal sahibiyle yaptığı sözleşmede belirtilen alt tasarımcı ve alt yüklenicilerin IPS-EM modelini, dolayısıyla eşzamanlı mühendislik ilkelerini uygulamaya hazır hale gelmelerini kapsayan bir alt süreçtir. Bu alt süreç söz konusu firmalardaki çalışanların yeni uygulama ve bu uygulamada kullanacakları araçlar konusunda eğitilmelerini, motive edilmeleri, gereken teknolojiyle donatılmaları ve BEACON testi sonucunda belirlenen diğer problemlerin ortadan kaldırılmasını kapsamaktadır.

Eşzamanlı mühendislik ve bu yaklaşımda kullanılacak araçlar konusunda verilecek eğitim eşzamanlı mühendislik uzmanı tarafından yerine getirilmesi gereken bir görevdir. Diğer yanda konsorsiyum ortağı ve konsorsiyum tarafından görevlendirilen alt tasarımcı ve alt yüklenici firmalarda çalışan personelin motive edilmesi ve uygulamaya yönelik dirençlerinin ortadan kaldırılmasına yönelik teşvik yöntemleri, çalışanların bağlı bulunduğu firmalar tarafından geliştirilmelidir.

6.4.1.4 Çoğul Disiplinli Ekibin Oluşturulması

Çoğul disiplinli ekip, konsorsiyum ortağı firmalardan atanan tasarım, yapım ve işletme uzmanları, mal sahibi, mal sahibi temsilci, kullanıcı temsilcileri ve çevre temsilcilerinin, başka bir deyişle objenin yaşam çemberindeki tüm aktörlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan ekibi ifade etmektedir. Modelde bu aktörlerin tümünün işin başlangıcında bir araya getirilmesinin iletişim ve koordinasyon açısından problemler yaratabileceği düşüncesinden hareket ederek, çoğul disiplinli ekibin kademeli olarak oluşturulması öngörülmüştür. Bu amaca yönelik adımlar;

- Çekirdek tasarım ekibinin atanması
- Müşteri grubunun oluşturulması
- Alt yüklenici ve alt tasarımcı katılımının sağlanması

olarak özetlenebilir.

• Çekirdek Tasarım Ekibinin Atanması

Çekirdek tasarım ekibi mal sahibi temsilcisi, eşzamanlı mühendislik uzmanı ve konsorsiyumdaki tasarım, yapım ve işletmeciler firmalardan atanan uzmanlardan oluşan ekiptir. Bu ekibin temel işlevleri;

- Müşteri grubundaki kullanıcı ve çevre temsilcilerinin taşıması gereken özellikleri belirlemek
- Müşteri grubunun istek ve önceliklerini saptamak
- Sürece katılması gereken alt tasarımcı ve alt yüklenicileri belirlemek

- Konsept tasarımını geliştirmek
- Müşteri grubu isteklerini optimize etmek
- Ön tasarımı ve kesin tasarım dokümanlarını (hedef değler setini) geliştirmek
- Projeyi analiz ederek paralel çalışmayı organize etmek

olarak özetlenebilir. Bu çalışmaların detayları ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

Konsorsiyum ortağı firmalardaki çalışanların çoğul disiplinli ekip oluşturulmadan önce IPS-EM yöntemine hazırlayan eğitimi almış oldukları göz önünde tutulduğunda, bu ekibe atama yaparken dikkate alınması gereken en önemli konu atanacak üyelerin ortak çalışma ve işbirliğine yatkın bireyler olmasıdır. Bu nedenle atama yapılmadan önce gerekirse psikolojik testler uygulanmalı ve bu bireylerin takım oyuncusu olma potansiyeli belirlenmelidir. Bundan başka ekip çalışmasını ödüllendiren yöntemler vasıtasıyla ekip üyelerinin işbirliği yapması teşvik edilmelidir.

- Müşteri Grubunun Oluşturulması

Müşteri grubu bitmiş inşaat objesinden fayda elde eden ve objenin varlığından etkilenen birimlerin temsilcilerini içerir. Bu bağlamda IPS-EM modelinde müşteri grubunun temel katılımcıları;

- Mal sahibi
- Kullanıcı temsilcileri
- Çevre temsilcileridir.

Müşteri grubunun temel işlevi projeye konu olan inşaat objesiyle ilgili isteklerini kendi terminolojileriyle çekirdek tasarım ekibine ifade etmek, ödünleşme ve optimizasyon kararlarına katılmak ve böylece tüm katılımcıların mutabık kaldıkları bir hedef değler setinin oluşturulmasına katkıda bulunmaktır.

Çekirdek tasarım ekibi üyelerinin objenin işleyişi, içinde gerçekteştirilen eylemler, vb. konularındaki uzmanlıkları ve buna bağılı olarak bu eylemlerin kimler tarafından gerçekteştirileceğini daha net bir şekilde kestirebilmelerinden ötürü, müşteri

grubunda hangi birimlerin temsil edileceği çekirdek tasarım ekibi tarafından belirlenmelidir. Ancak bu birimleri temsil edecek bireylerin sürece katılmalarını ve verimli olmalarını sağlamak mal sahibinin yükümlülüğündedir. Bölüm 6.3'te belirtildiği gib, mal sahibi bu amaca yönelik olarak çeşitli fedakarlıklara katlanmak durumundadır.

- Alt Yüklenici ve Alt Tasarımcı Katılımının Sağlanması

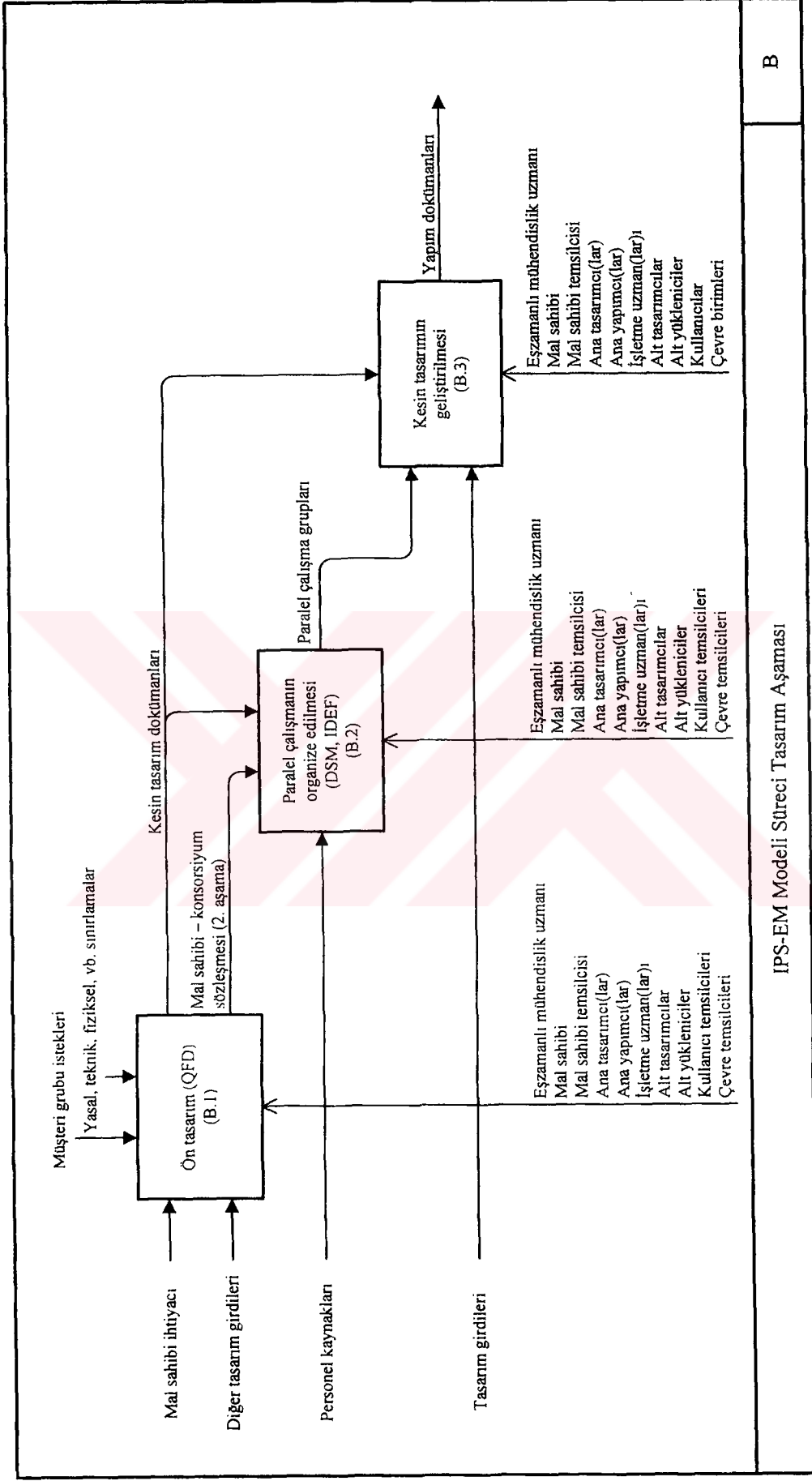
Alt tasarımcı ve alt yükleniciler, Şekil 6.1'de gösterildiği gibi, konsorsiyum tarafından sözleşme yoluyla görevlendirilen uzman birimlerdir. Bölüm 6.3'te başvuruda bulunan konsorsiyum adaylarının görevlendirecekleri alt tasarımcıların ve alt yüklenicilerin listesini mal sahibine vermelerinin, Bölüm 6.4.1.2'de bu birimlerin BEACON yöntemiyle test edilmesinin, Bölüm 6.4.1.3'te hazırlık çalışmaları kapsamında eğitilmelerinin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda hangi alt tasarımcıların ve alt yüklenicilerin sürece katılacağı teknik bir karardır. Bununla birlikte, müşteri grubu istekleri belirlendikten sonra mal sahibi ihtiyaç programında öngörülmeyen, ancak projenin gerektirdiği alt sistemlerin tasarımını gerçekleştirecek uzman alt tasarımcıların ve tasarıma inşa edilebilirlik, işletilebilirlik, vb. enformasyonu sağlayacak alt yüklenicilerin katılımının gerekli olduğu ortaya çıkabilir. Bu birimlerin de eşzamanlı mühendislik ilkelerinin uygulanmasına hazır olma düzeyleri BEACON yöntemiyle test edilmeli ve hazırlık çalışmaları vasıtasıyla uygulamadaki engelleri ortadan kaldırılmalıdır.

6.4.2 IPS-EM Modelinin Tasarım Aşaması

IPS-EM modelinde tasarım aşaması, müşteri grubu isteklerinin saptanmasıyla başlayan ve yapım dokümanlarının tamamlanmasıyla sona eren süre içerisinde gerçekleştirilen faaliyetleri kapsayan bir alt süreçtir. Bu aşamadaki temel aktiviteler;

- Ön tasarım
- Paralel çalışmanın organize edilmesi
- Kesin tasarım

olarak gruplandırılabilirler. Modelin tasarım aşaması ve sözü edilen aktivitelerde rol alan katılımcılar Şekil 6.4'te gösterilmektedir.



Şekil 6.4. IPS-EM Modeli Süreci Tasarım Aşaması

6.4.2.1 Ön Tasarım Çalışmaları

Ön tasarım çalışmaları müşteri grubu üyelerinin istek ve önceliklerinin saptanmasıyla başlayan, bu isteklerin ve disiplinler sınırlamaların optimize edilerek hedef değerlere dönüştürülmesini kapsayan ve bu hedef değerleri içeren kesin tasarım dokümanlarına dönüştürülmesiyle sona eren bir alt-alt süreçtir. Bu süreçte atılması gereken adımlar;

- Müşteri grubu istek ve önceliklerinin saptanması
- Konsept tasarımı (aday tasarım) geliştirilmesi
- Müşteri isteklerinin ve disiplinler sınırlamaların optimize edilmesi
- Kesin tasarım dokümanlarının (hedef değerler setinin) hazırlanması

olarak özetlenebilirler.

Ön tasarım çalışmaları Bölüm 3.4.3'te açıklanan QFD tekniğiyle yürütülen, başa dönüşler ve tekrarlar içeren, dolayısıyla kesin çizgilerle birbirinden ayrılmayan faaliyetlerdir. Söz konusu faaliyetlerin temel özellikleri aşağıda açıklanmaktadır.

- Müşteri Grubunun İstek ve Önceliklerinin Saptanması

Müşteri grubu istek ve öncelikleri Şekil 3.3'te gösterilen QFD tekniğindeki "müşterinin sesi"ni ortaya koyarlar. Bu adımda müşteri grubu üyelerinin inşaat objesinden bekledikleri özellikleri ve öncelikleri belirtmeleri istenir. Müşteri grubu üyelerinin temel istekleri Tablo 6.1'de sunulmaktadır.

Projenin kapsamı projenin yerine getirmek zorunda olduğu temel işlevleri, bu işlevler arasındaki temel ilişkileri ve buna bağlı olarak projenin tipini ifade etmektedir. Örneğin bir toplu konut projesinde konutların yanı sıra otopark, alışveriş merkezi gibi farklı işlevleri olan ortak alanlar istenebilir. İşin kapsamını belirleyen aktör yatırımcı olmanın doğal sonucu olarak mal sahibidir.

Tablo 6.1. Müşteri Grubu Üyelerinin Temel İstekleri

İSTEKLER	İLGİLİ MÜŞTERİLER
Projenin kapsamı	Mal sahibi
Projenin yeriyle ilgili veriler	Mal sahibi
Proje maliyet hedefi	Mal sahibi
Yıllık kullanım maliyeti hedefi	Mal sahibi, kullanıcı
Proje teslim süresi hedefi	Mal sahibi
İşlevsel kalite istekleri	Mal sahibi, kullanıcı
Teknik kalite istekleri	Mal sahibi, kullanıcı
Estetik kalite istekleri	Mal sahibi, kullanıcı, çevre birimleri
İşletme, bakım ve onarım istekleri	Mal sahibi, kullanıcı
Projenin çevre üzerindeki etkileriyle ilgili istekler	Çevre birimleri

Projenin yeriyle ilgili enformasyon tapu, irtifak, ipotek, imar planı gibi hukuki belgeleri, röperli kroki, plankote, ağaç-bina rölövesi, zemin etütleri, sondaj raporları gibi işin yapılacağı yerin fiziksel özelliklerini betimleyen teknik belgeleri ve ÇED raporu, çevresel konular, tehlikeli maddeler ve diğer mevcut koşullarla ilgili testler, incelemeler ve diğer raporları içermelidir. Bu belgelerin temin edilmesi mal sahibinin yükümlülüğüdür.

Proje maliyet hedefi mal sahibinin proje için harcamak istediği tutarı belirtmektedir. Yatırımcı olarak bu tutarın belirlenmesinde tek karar verici mal sahibidir.

Yıllık kullanım maliyeti hedefi bitmiş objenin kullanımından doğan işletme, bakım ve onarım maliyetleri toplamını ifade etmektedir. Kişisel kullanım için inşaat yaptıran bir mal sahibi bu harcamaları bizzat üstleneceğinden, bu tutarla ilgili hedeflerini belirlemek zorundadır. Kiralama ya da satış amaçlı olarak inşa edilen projelerde kullanım maliyetlerinin önemli bölümü kullanıcılar tarafından karşılanacaktır, ancak kullanıcıların bu konudaki istekleri mal sahibinin yatırım maliyetlerinin artmasına yol açabilir. Bu nedenle gerek kullanıcıların gerekse mal sahibinin yıllık kullanım maliyeti hedeflerinin saptanması zorunludur.

Proje teslim süresi, inşaat objesinin tamamlanarak işler durumda mal sahibine teslim edilmesi istenen tarihi belirtmektedir. Bu tarih objenin kullanılmaya, kiralamaya ya da satışa hazır hale gelerek mal sahibinin yatırdığı sermayenin geri dönmeye başlamasıyla doğrudan ilişkilidir, bu nedenle mal sahibi tarafından belirlenmelidir.

İşlevsel kalite kullanıcı eylemlerinin gerçekleştirilmesi sırasında hissedilen konfor duygusuyla ilişkilidir. Örneğin bir konut mutfağı tasarımında ocağın yeri pişirme eyleminin konforlu olarak gerçekleştirilmesini etkiler. Kişisel kullanım için inşaat yaptıran mal sahiplerini dahi söz konusu objeyi başka bireylerle paylaştıklarından (örn. hane halkı) işlevsel kalite konusunda mal sahibi istekleriyle kullanıcı istekleri aynı derecede önem taşır ve optimize edilmeleri zorunludur.

Teknik kalite objeyi meydana getiren fiziksel bileşenlerin dayanıklılığını ifade etmektedir. Objenin kendisinden beklenen işlevi yerine getirmesi, kullanıcı eylemlerinin güvenli bir biçimde gerçekleştirilmesi ve kullanım maliyetleri teknik kalite özelliklerinin bir sonucudur. İstenen teknik kalite özellikleri proje maliyetleri ve teslim süresinin yanı sıra kullanım maliyetleri üzerinde de etkilidir, bu nedenle hem mal sahibinin hem de kullanıcıların teknik kalite isteklerinin belirlenmesi ve gerek kendi aralarında gerekse diğer isteklerle karşılaştırılarak optimize edilmeleri zorunludur.

Estetik insanın dış dünyaya gösterdiği, “güzel” ve “çirkin” sözcükleriyle dile gelen tepkileriyle ilgilidir. Bütün işlevlerini yerine getirmesine rağmen insanlar tarafından çirkin olarak nitelendirilen inşaat objelerinin kullanımına olan talep düşüktür. Bu nedenle inşaat objesi mal sahibi, kullanıcılar ve çevre birimlerinin estetikle ilgili beklentilerini karşılamak durumundadır. Bununla birlikte kişilerin estetik açıdan istekleri bireysel beğeni yargılarına dayanır ve sübjektiftir, dolayısıyla müşteri grubu üyelerinin estetik isteklerinin optimize edilmesi zorunludur. Diğer yanda, estetikle ilgili istekler biçim, bileşenler, malzeme, vb. ile ilgili tasarım kararlarını ve buna bağlı olarak Tablo 6.1’de listelenen maliyet ve süre isteklerini etkileyici rol oynarlar. Bu nedenle estetik kalite isteklerinin kendi aralarında ve diğer isteklerle karşılaştırılarak optimize edilmeleri gerekmektedir.

İşletme, bakım ve onarımla ilgili istekler bu faaliyetlerin kolay, ucuz ve güvenli olması gibi birçok konuyu içerebilir. Bu tür sorunlarla mal sahibinin ve/veya

kullanıcının uğraşması gerektiğinden, ayrıca bu konularda alınacak önlemlerin yatırım maliyetlerini etkilemesinden ötürü, mal sahibi ve kullanıcı isteklerinin optimize edilmesi gereklidir.

İnşaat proje sisteminin çıktısı olan inşaat objeleri çevreye girdi oluşturarak sistem çevresini etkilerler. Örneğin bir havaalanı ya da otoyol projesinde çevre birimlerin gürültü sorunu, doğal yaşamı koruma gibi istekleri tasarımı önemli ölçüde etkileyebilir. Benzer şekilde kent içi yapılarda, tarihsel doku içinde inşa edilecek projelerde estetik beklentiler ağırlık kazanabilir. Bu nedenle projenin sonuçlarından etkilenecek olan varlıkları temsil eden sivil toplum örgütleri, projeye kredi sağlayan finans kuruluşları çevre birimlerinin istekleri dikkate alınmak zorundadır.

Müşteri grubunun istek ve önceliklerinin saptanması Bölüm 3.4.3'te açıklanan QFD tekniğinin birinci adımındaki "NE" sorusunun, yani "müşterinin sesi"nin karşılığıdır. Bunun ardından her müşteri isteği için en az bir teknik özellik belirlenerek "NASIL" sorusunun karşılığının verilmesi, yani "mühendisin sesi"nin belirlenmesi gereklidir. IPS-EM modelinde mühendisin sesi yapımcı ve alt yüklenicilerin inşa edilebilirlik isteklerini ve işletmecinin işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabirlik isteklerini içermektedir.

- Konsept Tasarımı (Aday Tasarım) Geliştirilmesi

Konsept tasarımı Bölüm 3.4.3'te eşzamanlı mühendislik sürecinde müşteri isteklerini optimize etme faaliyetleri açıklanırken aday tasarım olarak da adlandırıldığı belirtilen ürün modelinin karşılığıdır. Konsept tasarımı konsorsiyum ortaklarının üzerinde daha önce çalışmış oldukları bir tasarım ya da eldeki projeye özel olarak geliştirilmiş bir tasarım olabilir. Konsept tasarımının temel işlevi, müşteri isteklerinin karşılanmasını etkileyen faktörlerin test edilmesini sağlayan bir platform oluşturması ve böylece optimizasyon çalışmalarında bir başlangıç noktası sağlamasıdır.

- Müşteri İsteklerinin ve Disipliner Sınırlamaların Optimize Edilmesi

Müşteri grubu isteklerinin optimize edilmesi, müşteri istekleriyle teknik özelliklerin karşılaştırılmasını, müşteri isteklerini ve teknik özellikleri etkileyen faktörlerin konsept tasarım üzerinde test edilmesini, bu testten elde edilen sonuçlar doğrultusunda aralarında ödünleşmelerde bulunarak optimize edilmelerini ve

üzerinde bütün katılımcıların uzlaşmaya vardıkları hedef değerler setinin belirlenmesini içeren uzun soluklu ve tekrarlı bir süreçtir. Bu süreçteki çalışmaların teknik ağırlıklı olmasına karşın, müşteri grubu üyelerinin ödünleşme kararlarına katılımının sağlanması ve sonuçtaki hedef değerlerin müşteri grubuna onaylatılması zorunludur.

- Kesin Tasarım Dokümanlarının (Hedef Değerler Setinin) Hazırlanması

Kesin tasarım dokümanları Tablo 6.1’de gösterilen müşteri grubu isteklerinin ve bu istekler doğrultusunda geliştirilmiş olan konsept tasarımının optimizasyon süreci sonucunda modifiye edilmiş yeni durumunu içeren bir dokümanlar setidir. Kesin tasarım dokümanlarının içeriği Tablo 6.2’te gösterilmektedir.

Tablo 6.2. IPS-EM Modelindeki Kesin Tasarım Dokümanlarının İçeriği

Projenin kapsamı
Projenin yeriyle ilgili veriler
Ön tasarım çizimleri
Yapım işleri maliyeti
Yıllık kullanım maliyeti
Proje teslim tarihi
İşlevsel şartname
Teknik şartname
Estetik şartname
İşletme, bakım ve onarım şartnamesi
Çevre etkisi şartnamesi

Projenin kapsamı, projenin yerine getirmek zorunda olduğu temel işlevleri, bu işlevler arasındaki ilişkileri ve buna bağlı olarak projenin tipini ifade etmektedir. Kullanıcı istekleri, süre ve maliyet hedefleri gibi faktörlerin projenin kapsamı üzerinde etkili olabilmesi ve değişmesine yol açması nedeniyle projenin kapsamının optimizasyon süreci sonunda yeniden tanımlanması gereklidir.

Projenin yeriyle ilgili veriler Tablo 6.1'deki müşteri grubu isteklerine yönelik açıklamalarda belirtilen hukuki, teknik, vb. belgeleri içerirler. Optimizasyon sürecinde bu belgeler üzerinde herhangi bir değişiklik yapılabilmesi söz konusu değildir, ancak kesin tasarımın geliştirilmesi sırasında bu enformasyonun dikkate alınmasının zorunlu oluşundan ötürü kesin tasarım dokümanlarında yer almaları gereklidir.

Ön tasarım çizimleri, müşteri grubu üyelerinin istekleri belirlendikten sonra geliştirilmiş olan konsept tasarımının optimizasyon süreci sonunda modifiye edilmiş durumunu gösteren iki ve/veya üç boyutlu görsel dokümanlardır. Bu dokümanların temel işlevi, paralel çalışmanın organize edilmesinde ve kesin tasarımın geliştirilmesinde başlangıç noktası oluşturmaktır.

Yapım işleri maliyeti, optimizasyon çalışmaları sonucunda yeniden belirlenen ve konsorsiyumun projeyi mal etmeyi taahhüt ettiği parasal tutarı ifade etmektedir. Yapım işleri maliyetinin temel işlevi, ikinci aşama mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesindeki hedef maliyet değerini oluşturmaktır.

Yıllık kullanım maliyeti, optimizasyon süreci sonunda belirlenen hedef kullanım maliyetinin güncel değerini ifade etmektedir. Bu tutar, yapım işleri maliyetine benzer şekilde, tasarımı geliştirirken dikkate alınması gereken bir diğer temel kriterdir.

Proje teslim tarihi, konsorsiyumun normal koşullar altında, yani beklenmeyen kötü hava koşulları, mücbir sebepler, vb. gibi tarafların hiç birinin kontrolü altında olmayan koşullar dışında, tasarım ve yapım işlerini tamamlayarak objeyi işler halde mal sahibine teslim etmeyi taahhüt ettiği tarihi ifade etmektedir.

İşlevsel şartname, kullanıcıların eylemlerini gerçekleştirmek için talep ettikleri işlevsel kalite koşullarının optimizasyon süreci sonunda yeniden formüle edilmiş durumunu ifade etmektedir. Proje teslim süresi, yapım maliyeti gibi faktörlerin bu konuya yönelik istekler üzerinde etkili olabilmesi nedeniyle, işlevsel kalitenin optimizasyon süreci sonunda yeniden formüle edilmesi gereklidir.

Teknik şartname, objeyi meydana getiren fiziksel bileşenlerin özelliklerini ifade etmektedir. Bu özelliklerin yapım maliyetleri, proje teslim süresi ve kullanım

maliyetleri üzerinde etkili olması optimizasyon süreci sonunda yeniden belirlenmelerini zorunlu kılmaktadır.

Estetik şartname, objenin iç ve dış görünüşünün bireylerin haz duygularına hitap edebilmek için taşınması gereken özelliklerin betimlenmesini içerir. Estetik değer yargılarının bireysel ve sübjektif olmasına karşın, bu beklentilere yanıt vermeyen objeler talep görmeme ve dolayısıyla mal sahibinin amaçlarına ulaşmasını engelleme riskini taşımaları nedeniyle belli bir estetik standardı tutturmak zorundadır. İç görünüş kullanıcıların, dış görünüş ise tüm müşteri grubu üyelerinin isteklerinin optimize edilmesi sonucunda belirlenmelidir.

İşletme, bakım ve onarım şartnamesi, objenin işletilmesi, bakılması ve onarılmasıyla ilgili faaliyetlerin zamanlaması, güvenlik koşulları, vb. konuları içermelidir. Bu konuya yönelik isteklerin yatırım ve kullanım maliyetlerini etkilemesinden ötürü optimizasyon süreci sonunda yeniden formüle edilmeleri gereklidir.

Çevre etkisi şartnamesi, objenin atıklar, gürültü, vb. yoluyla çevre üzerinde yaptığı olumsuz etkilerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak taşınması gereken özellikleri ve standartları betimlemelidir. Bu özelliklerin ve standartların yapım ve kullanım maliyetlerini etkilemesinden ötürü, bu konuya yönelik isteklerin diğer taleplerle birlikte ele alınarak optimize edilmesi ve sonuçta yeniden belirlenmesi zorunludur.

Kesin tasarım dokümanlarının birinci işlevi, konsorsiyumun projenin geliştirilmesinde taahhüt ettiği hedef değerleri ortaya koyarak mal sahibinin projeye devam edip etmeme kararını vermesine ve kesin tasarım+yapım işlerine yönelik ikinci aşama mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesine temel oluşturmasıdır. Kesin tasarım dokümanlarının ikinci işlevi, paralel çalışma gruplarının çalışmalarının organize edilmesi, değerlendirilmesi ve yönetilmesine yönelik bir temel oluşturmasıdır. Kesin tasarım dokümanları bütün ekip katılımcıları tarafından imzalanarak, üzerinde mutabakat sağlandığı belgelenmelidir. Bu bağlamda kesin tasarım dokümanlarının tamamlanması projeye devam edip etmeme kararını ortaya koyan bir kilometre taşıdır.

6.4.2.2 Paralel Çalışmanın Organize Edilmesi

Paralel çalışmanın organize edilmesi, kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasını izleyen ve kesin tasarımı geliştirecek personelin atanmasıyla sona eren zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilen faaliyetleri kapsayan bir alt-alt süreçtir. Bu süreçteki temel aktiviteler;

- Projenin paralel yürütülebilir parçalara bölünebilirliğinin analiz edilmesi (DSM tekniği)
- Tasarım süreç modelinin oluşturulması (IDEFØ yöntemi)
- Paralel çalışma gruplarının atanması

olarak özetlenebilir. Bu aktivitelerin temel özellikleri, katılımcıları ve kullanılması gereken araçlar aşağıdaki gibidir.

- Projenin Paralel Yürütülebilir Parçalara Bölünmesi (DSM Tekniğiyle)

Projenin paralel yürütülebilir parçalara bölünebilirliği, çekirdek tasarım ekibi tarafından Bölüm 3.4.4'te açıklanan DSM tekniği vasıtasıyla gerçekleştirilmesi gereken bir görevdir. Bu analizde kesin tasarım dokümanlarının bir parçası olan ön tasarım başlangıç noktasıdır. Gerçekte her inşaat projesi bir bütündür ve parçaları arasında bağımlılık ilişkisi bulunur, bununla birlikte ön tasarımdan ve DSM tekniğinden yararlanarak projenin parçaları arasındaki bağımlılık ilişkilerini analiz etmek ve sonuçlara göre projeyi paralel yürütülebilir parçalara ayırmak mümkün olabilir. Burada benimsenmesi gereken temel ilke, her parçanın tek bir bütünsel çıktısının olmasıdır. Örneğin bir üniversite kampüsü projesinde fakülte binaları, idari binalar, spor salonu gibi bağımsız bölümlerle ilgili tasarım çalışmaları paralel yürütülebilirler. Buna karşılık kent içi bir arsa üzerinde bitişik nizamda inşa edilmesi gereken bir apartman ya da iş yeri projesinin çıktısı tektir, dolayısıyla bu objeye ilişkin tasarım çalışmalarının paralel yürütülmesi genellikle söz konusu olmaz.

- Tasarım Süreç Modeli Oluşturulması (IDEFØ Yöntemiyle)

Projenin parçalara ayrılmasını izleyen adım, kesin tasarım çalışmalarını gerçekleştirecek tasarım ekibi üyeleri ve varsa paralel çalışma grupları arasındaki

karşılıklı ilişki ihtiyacını ortaya koyan bir süreç modelinin oluşturulmasıdır. IPS-EM modelinde süreç modelinin Bölüm 3.4.4'te açıklanan IDEF0 tekniğiyle ve diğer IDEF Ailesi teknikleriyle geliştirilmesi öngörülmüştür. Böylece sürece katılan disiplinler, paralel çalışma grupları ve/veya ekip üyeleri arasındaki enformasyon akışının ve görevlerin yerine getirilip getirilmediğinin izini sürmeyi sağlayacak bir temel geliştirilmiş olur.

Yukarıdaki paragraflarda, her inşaat projesinin paralel çalışmaya elverişli olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte her inşaat projesinde çalışmaların koordinasyon ve denetimine yönelik bir iş programının geliştirilmesi zorunludur. Bu nedenle paralel çalışmanın yapılamadığı projelerde de IDEF0 ve diğer IDEF Ailesi teknikleriyle bir süreç modelinin geliştirilmesi gerekmektedir.

- Paralel Çalışma Grubu Üyelerinin Atanması

Paralel çalışma grupları projenin parçalara ayrılmasından sonra konsorsiyum ortağı firmalardan atanan çalışanlardan ve çekirdek tasarım ekibi tarafından tasarım sürecine katılması gerekli görülen alt yüklenicilerden ve alt tasarımcılardan oluşan çoğul disiplinli ekiplerdir. Bu grupların temel işlevi optimizasyon süreci sonunda elde edilen ön tasarımı kesin tasarım dokümanlarında belirtilen esaslar dahilinde kesin tasarıma dönüştürmektir.

Paralel çalışma grupları projenin parçalara ayrılabilir olmasıyla ilgilidir ve projenin kendine özgü koşullarına göre belirlenirler. Bu nedenle paralel çalışma gruplarının üyeleri hakkında genelleme yapma olanağı sınırlıdır. Bununla birlikte paralel çalışma grupları çekirdek tasarım ekibinin uzantıları olarak kabul edilebilirler, dolayısıyla paralel çalışma grupları tasarımcıları, tasarıma inşa edilebilirlik girdisi sağlayacak uygulamacıları, benzer şekilde tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik girdisi sağlayacak işletme uzmanlarını, mal sahibi adına sözleşme idaresiyle yükümlü olan mal sahibi temsilcisini ve çalışmalar sırasında moderatör olarak işlev görecektir eşzamanlı mühendislik uzmanını içermelidir.

Paralel çalışma grubu üyelerinin seçiminde uzmanlıklarının yanı sıra, ortak çalışmaya yatkın bireyler olmalarına özen gösterilmesi, bundan başka bağımsız firmalardan atanan bu üyelerin aynı amaca yönelik bir ekip olarak davranmasını sağlamak amacıyla, ekip performansını ödüllendiren sistemler geliştirilmesi

gereklidir. Bu sistemlerde parasal ödüller yerine, eğitim olanakları, teknik geziler, vb. yöntemler dikkate alınmalıdır.

Projenin tek bir fiziksel çıktısının olması ve dolayısıyla paralel çalışma olanağının bulunmaması durumunda, doğal olarak paralel çalışma grupları da olmayacaktır. IPS-EM modelinde bu tür projelerde tasarımın geliştirilmesi faaliyetlerinin, işin başlangıcından beri konuya vakıf olan çekirdek tasarım ekibi tarafından üstlenilmesi öngörülmüştür.

6.4.2.3 Kesin Tasarım Çalışmaları

Kesin tasarımın geliştirilmesi, paralel çalışmanın organize edilmesinin ardından başlayarak kesin tasarım dokümanlarındaki ön tasarımın yine bu dokümanlarda belirtilen hedef değerler çerçevesinde kesin tasarıma dönüştürülmesi çalışmalarını kapsayan ve yapım dokümanlarının hazırlanmasıyla sona eren bir alt-alt süreçtir.

Kesin tasarım çalışmalarının temel girdisi kesin tasarım dokümanları, çıktısı ise yapım dokümanlarıdır. IPS-EM modeline göre yapım dokümanlarının içermesi gereken belgeler Tablo 6.3'te sunulmaktadır.

Tablo 6.3. IPS-EM Modelindeki Yapım Dokümanlarının İçeriği

Kesin tasarım çizimleri
Yapım planlaması ve iş programı
Yapım işleri teknik şartnamesi
İşletme şartnamesi
Bakım şartnamesi
Ön tasarımda yapılan değişikliklerle ilgili belgeler

Çizimler işin tasarımını, boyutlarını, alt sistemler arasındaki ilişkileri gösteren planları, kesitleri, görünüşleri ve gerekli detayları içerirler.

Yapım planlaması ve iş programı yapım aşamasında gerçekleştirilmesi gereken aktiviteleri, bu aktivitelerin sıralamasını ve aralarındaki ilişkileri ve sürelerini gösterir.

Yapım işleri teknik şartnamesi, yapım işinde kullanılacak malzeme, işçilik, ekipman, vb. girdilerin taşınması gereken teknik özellikleri yazılı olarak ifade eder.

İşletme şartnamesi teknik şartnamede öngörülen kalorifer kazanı, asansör, hidrofor gibi teknik ekipmanın kullanım ve işletmesiyle ilgili talimatname, kılavuz gibi belgeleri içerir.

Bakım şartnamesi işletme şartnamesindeki teknik ekipmanın periyodik bakımıyla ilgili koşulları ve objenin bunlar dışında kalan diğer bileşenlerinin bakımıyla ilgili tavsiyeleri içerir.

IPS-EM modelinde çoğul disiplinli ekibin enformasyon mübadelesi ve veri paylaşımını hızlandıracak enformasyon teknolojisiyle donatılması gereklidir. Bölüm 4.2.6'da açıklanan enformasyon teknolojisi modelleri ekiplere bu olanağı sunmaktadır. Bu modeller vasıtasıyla paylaşılan veri tabanları üzerinde ortak çalışma yapılabilmekte, alınan tasarım kararının hedef değerler üzerindeki etkisi kısa sürede görülebilmekte, dijital imza vasıtasıyla tasarımda yapılan değişikliklerin hangi ekip üyesinden kaynaklandığının izi sürülebilmektedir. Bununla birlikte, Bölüm 3.5'te vurgulandığı gibi, ekip üyeleri arasındaki dil ve kültür bariyerlerinin ortadan kalkması ve amaç birliğinin sağlanması için ekip üyelerinin aynı çatı altında çalışmaları sağlanmalı, ancak konsantrasyon sorunu olmadan çalışmalarını sağlayacak bir ortam yaratılmalıdır.

6.5 IPS-EM Modelinde Katılımcıların Tasarım Öncesi ve Tasarım Aşamalarındaki Temel Yükümlülükleri

Bölüm 6.4.1 ve Bölüm 6.4.2'de IPS-EM modelinin tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki temel faaliyetler ve bu faaliyetlerde rol alan katılımcılar ortaya konulmuştur. Bu verilere dayanarak katılımcıların tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında yerine getirmesi gereken yükümlülükler bakımından temel ilkelerin belirlenmesi mümkündür.

Şekil 6.1'de ana tasarımcı, ana yapımcı ve işletme uzmanı birimlerin bir konsorsiyum oluşturarak mal sahibiyle sözleşme ilişkisi kurdukları gösterilmiştir. Dolayısıyla IPS-EM modelinde konsorsiyum yükümlülüklerinin ele alınması

gereklidir. Ancak konsorsiyum ortaklarının farklı disiplinler uzmanlıkları temsil etmeleri, dolayısıyla sistemde farklı işlevler üstlenmeleri, bu katılımcıların sistem elemanı olarak farklı işlevler üstlenmelerini, dolayısıyla farklı yükümlülükler üstlenmelerini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle bu bölümde konsorsiyum yükümlülükleri yerine, ana tasarımcı, ana yapımcı ve işletme uzmanı birimlerin yükümlülükleri bireysel olarak ele alınacaktır.

6.5.1 Mal Sahibi Yükümlülükleri

Bölüm 6.4.1’de IPS-EM modelinin yatırım kararı alındıktan ve tedarik stratejisi belirlendikten sonra işlerlik kazandığı belirtilmiştir. Bu bağlamda mal sahibinin bu modeli uygulamaya karar verdikten sonra yerine getirmesi gereken tasarım öncesi ve tasarım aşaması yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Eşzamanlı mühendislik uzmanı ve konsorsiyum seçimine yönelik çalışmaları hayata geçirmek ve söz konusu katılımcıları seçmek
- Sözleşme yaptığı organizasyonlara hizmetleri karşılığında ödeme yapmak
- Katılımcı organizasyonların eğitilmesine ve gerekli teknolojiyle donatılmasına yönelik hazırlık çalışmalarını yapmak
- Kullanıcı temsilcilerine ve çevre temsilcilerine yazılı taahhütlerde bulunarak sürece katılmalarını sağlamak
- Ön tasarım sürecine katılarak istek ve önceliklerini tasarım ekibine aktarmak, optimizasyon kararlarına katılmak, gerekirse ön ihtiyaç programında belirtilen maliyet, süre ve kalite kriterlerini yeniden düzenlemek
- Ön tasarım tamamlandıktan sonra projeye devam edip etmemeye karar vermek
- Kesin tasarım dokümanlarını sözleşmede öngörülen süre içerisinde onaylamak ya da itirazlarını yazılı olarak konsorsiyuma bildirmek
- Yapım dokümanlarını sözleşmede öngörülen süre içinde onaylamak ya da itirazlarını yazılı olarak konsorsiyuma bildirmek

6.5.2 Mal Sahibi Temsilcisi Yükümlülükleri

Mal sahibi temsilcisinin IPS-EM modelindeki genel yükümlülüğü mal sahibinin diğer katılımcılarla yaptığı sözleşmelerin idaresidir. Bölüm 6.4.1’de belirtildiği gibi, IPS-EM modeli tedarik stratejisinin belirlenmesinden sonra işlerlik kazanmaktadır, dolayısıyla mal sahibi temsilcisi her inşaat projesinde ve her teslim yönteminde bu noktaya kadar olan yükümlülüklerini yerine getirilmek zorundadır. Bu bağlamda IPS-EM modelinde mal sahibi temsilcisinin tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki başlıca yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Eşzamanlı mühendislik uzmanı seçimine yönelik ön yeterlilik ilanının hazırlanmasında, başvuruların değerlendirilmesinde, adaylarla yapılan müzakerelerde ve seçimde mal sahibine yardımcı olmak
- Konsorsiyum seçimine yönelik ön yeterlilik ilanının hazırlanmasında, başvuruları değerlendirerek kısa listenin oluşturulmasında, adaylarla yapılan müzakerelerde ve seçimde eşzamanlı mühendislik uzmanıyla birlikte mal sahibine yardımcı olmak
- Organizasyonundaki çalışanların hazırlık aşamasındaki eğitime katılmalarını sağlamak, çeşitli ödüllendirme sistemleri geliştirerek personelini modelin uygulanmasına motive etmek
- Organizasyonundaki çalışanlar arasından çekirdek tasarım ekibine ve paralel çalışma gruplarına üyeler atamak
- Ön tasarım ve kesin tasarım çalışmalarının mal sahibi lehine yürütülmesini denetlemek
- Kesin tasarım dokümanlarını ve yapım dokümanlarını mal sahibine iletmek
- Eşzamanlı mühendislik uzmanı ve konsorsiyumun hakediş ve kesin hesap belgelerini incelemek ve düşüncelerini rapor ederek mal sahibi onayına sunmak

6.5.3 Eşzamanlı Mühendislik Uzmanı Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde eşzamanlı mühendislik uzmanının yerine getirmesi öngörülen yükümlülükler aşağıdaki gibidir.

- Konsorsiyum seçimine yönelik ön yeterlilik ilanının hazırlanmasında, başvuruların değerlendirilmesinde ve kısa listenin oluşturulmasında mal sahibi temsilcisiyle birlikte mal sahibine yardımcı olmak
- BEACON yöntemiyle kısa listedeki konsorsiyumların ve bu konsorsiyumların görevlendireceği alt tasarımcı ve alt yüklenici firmaların eşzamanlı mühendisliğe hazır olma düzeylerini test etmek, sonuçları mal sahibine rapor ederek müzakereye davet edilecek adayların belirlenmesinde ve müzakerelerin yürütülmesinde mal sahibine yardımcı olmak
- Mal sahibi temsilcisi, konsorsiyum, alt tasarımcı ve alt yüklenici organizasyonları eşzamanlı mühendislik ve süreçte kullanacakları QFD, DSM, IDEF gibi teknikler konusunda eğitmek
- Ön tasarım ve kesin tasarım çalışmaları sırasında QFD, DSM ve IDEF tekniklerinin doğru kullanılmasına yönelik moderatörlük yapmak

6.5.4 Kullanıcı ve Çevre Temsilcisi Yükümlülükleri

Kullanıcı temsilcileri ve çevre temsilcilerinin IPS-EM modelindeki yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Ön tasarım çalışmalarına katılarak objeyle ilgili işlevsellik, işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik isteklerini ve önceliklerini belirtmek,
- Müşteri grubu isteklerinin ve disiplinler sınırlamaların optimize edilmesi sürecindeki ödünleşmelere katılarak hedef değerler setinin, dolayısıyla kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasına katkıda bulunmak
- Kesin tasarım geliştirilirken hedef değerlerde değişiklik yapma ihtiyacının ortaya çıkması durumunda ödünleşme kararlarına katılarak yeni hedef değerlerin belirlenmesine katkıda bulunmak

6.5.5 Ana Tasarımcı Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde ana tasarımcının mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesi imzalandıktan sonra yerine getirmek durumunda olduğu temel tasarım öncesi ve tasarım aşaması görevleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışanlarının hazırlık çalışmaları kapsamında verilen eğitime katılmalarını sağlamak
- Çalışanlarını IPS-EM modeli uygulamasına ve diğer çoğul disiplinli ekip üyeleriyle işbirliği yapmaya teşvik edecek ödüllendirme sistemleri geliştirmek ve uygulamak
- Çekirdek tasarım ekibine ve paralel çalışma gruplarına üye atamak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılacak kullanıcı ve çevre temsilcilerinin niteliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılması gereken alt tasarımcıları ve alt yüklenicileri belirlemesine yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri grubu üyelerinin istek ve önceliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Konsept tasarımını geliştirmek
- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri istekleriyle disiplinler sınırlamaları optimize etmesine yardımcı olmak ve konsept tasarımını ön tasarıma dönüştürmek
- Kesin tasarım dokümanlarının hazırlamasında konsorsiyuma yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin projeyi paralel yürütülebilir parçalara ayırmasına yardımcı olmak
- Tasarım süreç modeli geliştirmek
- Kesin tasarımı geliştirmek,
- Konsorsiyumun yapım dokümanlarını hazırlamasına yardımcı olmak

6.5.6 Ana Yapımcı Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde ana yapımcının mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesi imzalandıktan sonra yerine getirmek durumunda olduğu tasarım öncesi ve tasarım aşaması yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışanlarının hazırlık çalışmaları kapsamında verilen eğitime katılmalarını sağlamak
- Çalışanlarını IPS-EM modeli uygulamasına ve diğer çoğul disiplinli ekip üyeleriyle işbirliği yapmaya teşvik edecek ödüllendirme sistemleri geliştirmek ve uygulamak
- Çekirdek tasarım ekibine ve paralel çalışma gruplarına üye atamak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılacak kullanıcı ve çevre temsilcilerinin niteliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılması gereken alt tasarımcıları ve alt yüklenicileri belirlemesine yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri grubu üyelerinin istek ve önceliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Konsept tasarımına inşa edilebilirlik enformasyonu sunmak
- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri istekleriyle ve disipliner sınırlamaları optimize etmesine yardımcı olmak ve konsept tasarımının ön tasarıma dönüştürülmesi çalışmalarına inşa edilebilirlik enformasyonu sağlamak
- Kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı sunmak
- Çekirdek tasarım ekibinin projeyi paralel yürütülebilir parçalara ayırmasına yardımcı olmak
- Tasarım süreç modelinin geliştirilmesinde ana tasarımcıya yardımcı olmak
- Kesin tasarıma inşa edilebilirlik enformasyonu sağlamak
- Konsorsiyumun yapım dokümanlarını hazırlamasına yardımcı olmak

6.5.7 Alt Tasarımcı Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde konsorsiyumla sözleşme imzaladıktan sonra sürece katılan alt tasarımcıların bu noktadan sonra yerine getirmeleri gereken tasarım öncesi ve tasarım aşaması yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışanlarının hazırlık çalışmaları kapsamında verilen eğitime katılmalarını sağlamak
- Çalışanlarını IPS-EM modeli uygulamasına ve diğer çoğul disiplinli ekip üyeleriyle işbirliği yapmaya teşvik edecek ödüllendirme sistemleri geliştirmek ve uygulamak
- Çekirdek tasarım ekibine ve/veya paralel çalışma gruplarına üye atamak
- Konsept tasarımını geliştirmesinde işin o bölümüyle ilgili olarak konsorsiyuma yardımcı olmak
- Müşteri istekleriyle disiplinler sınırlamaların optimize edilmesinde ve konsept tasarımının ön tasarıma dönüştürülmesinde konsorsiyuma yardımcı olmak
- Kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı olmak
- Projenin paralel yürütülebilir parçalara ayrılmasında konsorsiyuma yardımcı olmak
- Tasarım süreç modelinin geliştirilmesinde konsorsiyuma yardımcı olmak
- Kesin tasarımın geliştirmesi ve yapım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı olmak

6.5.8 Alt Yüklenici Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde Konsorsiyumla sözleşme yaptıktan sonra sürece katılan alt yüklenicilerin tasarım öncesi ve tasarım aşaması yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışanlarının hazırlık çalışmaları kapsamında verilen eğitime katılmalarını sağlamak

- Çalışanlarını IPS-EM modeli uygulamasına ve diğer çoğul disiplinli ekip üyeleriyle işbirliği yapmaya teşvik edecek ödüllendirme sistemleri geliştirmek ve uygulamak
- Çekirdek tasarım ekibine ve/veya paralel çalışma gruplarına üye atamak
- Müşteri istekleriyle ve disiplinler sınırlamaların optimize edilmesi ve konsept tasarımının ön tasarıma dönüştürülmesi çalışmalarına işin o bölümüyle ilgili inşa edilebilirlik enformasyonu sağlamak
- Kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı olmak
- Projeyi paralel yürütülebilir parçalara ayrılmasında konsorsiyuma yardımcı olmak
- Tasarım süreç modeli geliştirilmesinde konsorsiyuma yardımcı olmak
- Kesin tasarıma işin o bölümüyle ilgili inşa edilebilirlik enformasyonu sağlamak, yapım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı olmak

6.5.9 İşletme Uzmanı Yükümlülükleri

IPS-EM modelinde işletme uzmanının mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesi imzalandıktan sonra yerine getirmek durumunda olduğu yükümlülükleri aşağıdaki gibidir.

- Çalışanlarının hazırlık çalışmaları kapsamında verilen eğitime katılmalarını sağlamak
- Çalışanlarını IPS-EM modeli uygulamasına ve diğer çoğul disiplinli ekip üyeleriyle işbirliği yapmaya teşvik edecek ödüllendirme sistemleri geliştirmek ve uygulamak
- Çekirdek tasarım ekibine ve paralel çalışma gruplarına üye atamak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılacak kullanıcı ve çevre temsilcilerinin niteliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Çekirdek tasarım ekibinin sürece katılması gereken alt tasarımcıları ve alt yüklenicileri belirlemesine yardımcı olmak

- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri grubu üyelerinin istek ve önceliklerini belirlemesine yardımcı olmak
- Konsept tasarımına işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sunmak
- Çekirdek tasarım ekibinin müşteri istekleriyle ve disipliner sınırlamaları optimize etmesine yardımcı olmak ve konsept tasarımının ön tasarıma dönüştürülmesi çalışmalarına işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlamak
- Kesin tasarım dokümanlarının hazırlanmasında konsorsiyuma yardımcı sunmak
- Çekirdek tasarım ekibinin projeyi paralel yürütülebilir parçalara ayırmasına yardımcı olmak
- Tasarım süreç modelinin geliştirilmesinde ana tasarımcıya yardımcı olmak
- Kesin tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlamak
- Konsorsiyumun yapım dokümanlarını hazırlamasına yardımcı olmak

6.6 IPS-EM Modelinde Katılımcıların Tasarım Öncesi ve Tasarım Aşamalarındaki Karşılıklı İlişkileri

Bir sistemde elemanlar arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin zaman içindeki değişimi o sistemin dinamiklerini ortaya koyarlar. Bu bağlamda IPS-EM modelinin dinamiklerinin sergilenebilmesi için katılımcıların süreç içerisindeki karşılıklı ilişkilerinin ortaya konulması gerekmektedir. Bir sistem olarak IPS-EM modelinin elemanlarını oluşturan katılımcılar Bölüm 6.4.1’de, süreci ise Bölüm 6.4.2’de açıklanmıştır. Bu bölümlerdeki açıklamalara dayanarak IPS-EM modelinin tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında yerine getirilmesi gereken görevlerle bu görevlerde rol alan katılımcıları bir matris şeklinde ilişkilendirmek ve dolayısıyla modeldeki katılımcıların ilişki strüktürünü ve sistemin dinamiklerini sergilemek mümkündür. IPS-EM modelinde rol alan katılımcıların tasarım öncesi ve tasarım aşamalarındaki ilişki strüktürü Tablo 6.4’te gösterilmektedir.

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada inşaat objelerinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin objeyle ilgili istek ve beklentilerini karşılayan bir proje geliştirmek ve böylece mal sahibinin amaçlarına ulaşabilmesini sağlamak amacıyla, imalat sektöründe uygulanmakta olan eşzamanlı mühendislik yaklaşımı çerçevesinde söz konusu aktörleri formel olarak bir araya getiren alternatif bir proje teslim yöntemindeki tasarım süreciyle ilgili problemlerin çözümüne yönelik temel ilkelerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Birinci bölümde literatürdeki kaynaklardan yararlanarak tasarım kararlarının inşaat objelerinin tüm yaşam çemberi üzerinde etkili olduğu sergilenmiş; inşaat projelerindeki maliyet, süre ve kalite sapmalarını, proje katılımcıları arasındaki çatışmaları ve objenin kullanılması sırasında doğan sorunları azaltmak için, objenin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin tasarım sürecine katılarak isteklerini ifade etmelerinin, bu isteklerin karşılıklı ödünleşmelerle optimize edilmesinin, tasarımın bu optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerleri karşılayacak şekilde geliştirilmesinin ve bunun için tüm yaşam çemberi aktörlerinin tasarım sürecinde formel olarak bir araya getirilmesinin gerekli olduğu ortaya konulmuştur. Buna bağlı olarak çalışmada çözüm getirilmesi hedeflenen problem tanımlanmış, çalışmanın amacı ve çalışmada izlenecek yöntem açıklanmıştır.

İkinci bölümde inşaat proje sistemi sistem yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Bu bağlamda önce inşaat proje sisteminin amacı, inşaat objelerinin temel özellikleri, inşaat proje süreci, süreçte rol alan temel katılımcılar ve bu katılımcıların özellikleri ortaya konulmuştur. Daha sonra sistemin dinamiklerini serfileyebilmek için inşaat proje sistemindeki katılımcı seçme yöntemleri, sözleşme tipleri ve katılımcıların yükümlülüklerini ve diğer katılımcılarla ilişkilerini ortaya koyan alternatif proje teslim yöntemleri açıklanmıştır. Bu analizin ardından literatürdeki kaynaklardan yararlanarak inşaat proje sistemindeki kritik başarı faktörleri açıklanmış, mevcut proje teslim yöntemleri bu faktörler bakımından irdelenmiş ve yürürlükteki proje teslim yöntemlerinin objenin kullanım aşamasında rol alan kullanıcıların,

işletmecilerin, objenin varlığından etkilenen evre birimlerinin ve alt yüklenicilerin formel olarak tasarım sürecine katılmalarına yönelik düzenlemeler içermediği, bu bakımdan birinci bölümde tanımlanan problemin çözümünde yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır.

nc bölümde, imalat sektöründe uygulanmakta olan ve, müşteri ve alt yükleniciler dahil, ürünün yaşam çemberini temsil eden tüm aktörlerin tasarım sürecine katılarak çoğul disiplinli bir ekip oluşturması, bu ekibin ilerideki aşamalarda doğabilecek problemlere proaktif çözümler üreterek ürünü ve ürünle ilgili yaşam çemberi süreçlerini entegre bir şekilde tasarlaması esasına dayanan eşzamanlı mühendislik yaklaşımı analiz edilmiş, amacı, süreci, süreç katılımcılarının temel özellikleri, organizasyon ve yönetim yapısı açıklanmış, literatürdeki kaynaklardan yararlanarak ürüne ve ürün geliştirme sistemlerine getirdiği avantajlar ve uygulama problemleri ortaya konulmuş ve temel ilkeleri derlenmiştir.

Dördüncü bölümde eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanmasını hedefleyen çalışmalar özetlenmiştir.

Beşinci bölümde, inşaat proje sistemi eşzamanlı mühendislik ilkeleri açısından analiz edilmiş, dördüncü bölümdeki literatür taramasında açıklanan çalışmalardan yararlanarak inşaat proje sistemine özgü eşzamanlı mühendislik ilkeleri konusunda bir senteze ulaşmaya çalışılmış ve bu değerlendirme sonucunda Bölüm 2.7.7’de açıklanan ve tasarımcıyla yapımcının aynı amaca yönelik bir ekip olarak ortak hareket etmesini ve işbirliği yapmasını sağlayan tasarım/yapım yönteminin elverişli bir başlangıç noktası olduğu, ancak mal sahibi, kullanıcı ve işletmecinin maksimum katılımını sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Altıncı bölümde bu çalışma kapsamında geliştirilen İnşaat Proje Sisteminde Eşzamanlı Mühendislik (IPS-EM) modeli açıklanmıştır. Bu modelin geliştirilmesinde, ilk adım olarak hangi faaliyetlerin gerçekleştirileceği belirlenmiş ve böylece modelin süreci oluşturulmuş, ikinci adımda ise bu faaliyetlerin kimler tarafından yerine getirileceğine karar verilmiştir.

Modelin geliştirilmesinde, beşinci bölümdeki değerlendirmelerden elde edilen bulgulara dayanarak tasarım/yapım yöntemi bir başlangıç noktası olarak kabul edilmiş, bu bağlamda mal sahibinin tasarım ve yapım işlerini üstlenmek üzere bir

konsorsiyumla ön tasarım ve kesin tasarım+yapım çalışmalarını kapsayan iki aşamalı bir sözleşme yapması öngörülmüştür. Bunun nedeni, ön tasarım çalışmaları sonucunda projenin mal sahibi tarafından belirlenen maliyet ve süre sınırlamaları içerisinde gerçekleştirilemeyeceğinin anlaşılması durumunda sözleşme ilişkisini sona erdirmeye fırsatının verilmesidir. Tasarım çalışmalarının maliyetlerinin tam olarak kestirilmesindeki güçlüklerden ötürü, mal sahibi – konsorsiyum sözleşmesinin ön tasarım işlerine yönelik olan birinci bölümünün maliyet+maliyetin yüzdesi esasına dayanması uygun bulunmuştur. Sözleşmenin kesin tasarım ve yapım işleriyle ilgili ikinci bölümünün ise maliyet+değişken ücret esasına dayanması ve böylece konsorsiyumun maliyet tasarrufu sağlayan bir proje geliştirmeye teşvik edilmesi, primlerin ve cezaların ön tasarım çalışmaları sonucunda belirlenen hedef değerler bakımından ölçülmesi öngörülmüştür.

Modelin geliştirilmesinde tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlayacak olan işletmecinin sürece nasıl katılacağı çözümlenmesi gereken bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bu problemin çözümüne yönelik olarak işletmecinin mal sahibi tarafından görevlendirilmesi ya da konsorsiyum tarafında yer alması opsiyonları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, işletmecinin ve konsorsiyumun ayrı sözleşmelerle mal sahibine bağlı olmalarının aralarında ters yönlü ilişkilere yol açabileceği ve ortak çalışma yapmalarını güçleştireceği düşüncesinden hareket ederek, tasarıma girdi sağlayacak işletme uzmanının konsorsiyum çatısı altında yer almasının daha doğru olacağı kanısına varılmıştır. Böylece konsorsiyum ortakları tasarımcı, yapımcı ve işletmeci birimler olarak belirlenmiştir. Mal sahibi tarafından görevlendirilen işletmecilerin ise kullanıcı temsilcileriyle birlikte müşteri grubu içinde yer alabileceği düşünülmüştür. Burada vurgulanması gereken konu, mal sahibi organizasyonundaki işletmecinin müşteri grubuyla birlikte istek ve önceliklerini tasarım ekibine ifade etmesinin gerektiği, buna karşılık konsorsiyumdaki işletme uzmanının tasarıma işletilebilirlik, bakılabilirlik ve onarılabilirlik enformasyonu sağlamakla yükümlü olmasıdır.

Şekil 6.1’de konsorsiyumdaki işletmecinin tasarım ve yapım işlerini yürütecek organizasyonlarla ortak olduğu gösterilmiştir. Bu ortaklık ilişkisinin kurulmasında Bölüm 5.6’da söz edilen AGC-299, AGC-499 ve AIA-C801 gibi standart sözleşme dokümanlarından yararlanılabilir ya da özel sözleşmeler yapılabilir. Bundan başka,

işletmecinin konsorsiyum tarafından bir alt yüklenici olarak görevlendirilmesi araştırılması gereken bir konudur.

Bölüm 5.4'te eşzamanlı mühendislik ilkelerinin inşaat projelerinde uygulanabilmesi için katılımcı adaylarının bu yaklaşımın ilkelerinin uygulanmasına hazır olma düzeylerinin katılımcı seçiminde önemli bir kriter olduğu, dolayısıyla katılımcı adayı firmaların Bölüm 4.2.1'de açıklanan BEACON yöntemiyle test edilmesi gerektiği; Bölüm 5.3'te ise katılımcı organizasyonlardaki personelin eşzamanlı mühendislik ve süreçte kullanmaları gereken QFD, DSM, IDEF Ailesi gibi teknikler konusunda eğitilmelerine yönelik bir hazırlık döneminden geçilmesinin gerektiği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda IPS-EM modelini geliştirirken söz konusu test etme ve eğitim verme işlerinin kimin tarafından yerine getirileceği sorusu ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözebilmek için modelde mal sahibinin eşzamanlı mühendislik konusunda uzman bir katılımcıyı görevlendirmesi öngörölmüştür.

Bölüm 5.3'te belirtildiği gibi, eşzamanlı mühendislikte alt yüklenicilerin tasarım sürecine katılarak uzman oldukları konularda enformasyon girdisi sunmalarının gerekmesine karşılık, Bölüm 2.7'de incelenen proje teslim yöntemlerinde alt yükleniciler yapımcı tarafından görevlendirilmekte ve diğer katılımcılarla olan iletişimleri de dolaylı yoldan, yapımcı kanalıyla kurulmaktadır. IPS-EM modelinde katılımcılar arasındaki iletişim kanallarının sayısını azaltmak ve böylece enformasyon paylaşımını kolaylaştırmak amacıyla alt yüklenicilerin ve benzer şekilde alt tasarımcıların konsorsiyum tarafından atanmasının doğru olacağına karar verilmiştir.

Sürecin ve süreçteki faaliyetleri gerçekleştirecek katılımcıların belirlenmesi sonucunda IPS-EM modelinin Şekil 6.1'de gösterilen sözleşme yapısı biçimlenmiş, böylece katılımcıların süreçteki temel yükümlölükleri ve karşılıklı ilişkileri netlik kazanmıştır. Bunun sonucunda Bölüm 6.5'te katılımcıların temel yükümlölüklerini açıklamak ve Tablo 6.4'te karşılıklı ilişkilerini göstermek mümkün olmuştur.

IPS-EM modeli, inşaat objesinin yaşam çemberinde rol alan tüm aktörlerin tasarım sürecine katılarak isteklerini ifade etmelerini, bu isteklerin optimize edilmesini ve tasarımın optimizasyon süreci sonunda elde edilen hedef değerleri karşılayacak şekilde geliştirilmesini sağlaması bakımından Bölüm 1.2'de tanımlanan problemin

çözümüne elverişli bir potansiyele sahiptir. Ancak bu modelin gerçek hayatta uygulanabilmesi ve yaygınlaştırılabilmesi için bazı koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir.

IPS-EM modelinin uygulanabilmesi için karşılanması gereken birinci koşul, bu çalışmada ele alan tasarım öncesi ve tasarım aşamalarına ek olarak yapım aşaması ve yapım sonrası/teslim aşamalarına yönelik çalışmalar yapılması ve modeldeki katılımcıların yapım ve yapım sonrası/teslim aşamalarındaki yükümlülüklerine yönelik ilkelerin belirlenmesidir. Bölüm 2.7.2’de belirtildiği gibi, inşaat proje sisteminde yapım aşaması aktörlerinin yükümlülükleri yapım işleri genel şartnamelerinde tarif edilmektedir. Bu bakımdan, IPS-EM modelindeki katılımcıların yapım aşaması yükümlülüklerine yönelik ilkelerin belirlenmesi, standart sözleşme dokümanlarının geliştirilmesi açısından önemli bir adım olacaktır.

IPS-EM modelinin hayata geçirilmesinde standart sözleşme dokümanlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır, çünkü Bölüm 4.1.7’de belirtildiği gibi, alternatif proje teslim yöntemlerinin benimsenip uygulanması uygun sözleşme dokümanlarının varlığına bağlıdır. Bölüm 2.7.2’de sergilendiği gibi, inşaat proje sisteminde sözleşmeler tarafların hak ve yükümlülüklerin yanı sıra işin kapsamında, süresinde ya da tutarında değişiklik yapma koşulları, geçici ve kesin kabul esasları, ödeme şekli, teminatlar ve sigortalar, işin durdurulması ve/veya sözleşmenin feshine ilişkin hükümler ve anlaşmazlıkların çözümü gibi yapım işleri genel şartnamelerinde betimlenen bir çok konuyu kapsamaktadır ve IPS-EM modelinin işlerlik kazanabilmesi için bu konulara açıklık getirilmesi zorunludur. Böylece model çerçevesinde sözleşmeler yapılabilmesi için uygun bir temel sağlanabilecektir. Özet olarak, modelin yürürlüğe konulabilmesi için eşzamanlı mühendislik ilkelerine uygun;

- mal sahibi – eşzamanlı mühendislik uzmanı sözleşmesi
- mal sahibi - konsorsiyum ön tasarım sözleşmesi (1. aşama)
- mal sahibi – konsorsiyum kesin tasarım+yapım sözleşmesi (2. aşama)
- konsorsiyum – alt tasarımcı sözleşmesi
- konsorsiyum – alt yüklenici ön tasarım sözleşmesi (1. aşama)

- konsorsiyum – alt yüklenici kesin tasarım+yapım sözleşmesi (2. aşama)

dokümanlarının geliştirilmesi gereklidir. Bundan başka, IPS-EM modelinde mal sahibi temsilcisi eşzamanlı mühendislik uzmanıyla birlikte mal sahibi adına hareket ettiği için, rollerinin net olarak betimlenmesi ve bu bakımdan standart mal sahibi – mal sahibi temsilcisi sözleşmelerinin önemli ölçüde değiştirilmesi ya da yeni bir sözleşme dokümanının geliştirilmesi gerekmektedir.

IPS-EM modelinin hayata geçirilebilmesi için yerine getirilmesi gereken bir başka koşul, eşzamanlı mühendislik uzmanlığının bir meslek/kariyer haline getirilmesi ve eşzamanlı mühendislik uzmanlarının yetiştirilmesidir. Bunun için kısa vadede Bölüm 3.2.2’de anılan Eşzamanlı Ürün Geliştirme Kurumu, Avrupa Eşzamanlı Mühendislik Kurumu, Meksika Eşzamanlı Mühendislik Kurumu, West Virginia Üniversitesi Eşzamanlı Mühendislik Araştırma Merkezi gibi eşzamanlı mühendislik yaklaşımının yaygınlaştırılmasını hedefleyen kurumlarda sertifika programları düzenlenebilir, orta vadede yüksek eğitim kurumlarında lisansüstü eğitim verilebilir. Uzun vadede ise eşzamanlı mühendislik konusunda lisans eğitimi verilmesi üzerinde düşünmeye ve araştırmaya değer bir konudur.

IPS-EM modelinin uygulanmasında kullanıcı temsilcilerinin ve çevre temsilcilerinin seçimi ve sürece nasıl katılacakları derinlemesine araştırılması ve çözümlenmesi gereken problem alanlarıdır.

Modelin uygulanabilmesi için araştırılması ve çözümlenmesi gereken bir diğer problem alanı, tasarım ekibinde farklı organizasyonlardan atanan, farklı disiplinleri temsil eden ve dolayısıyla farklı kültürel altyapıya sahip olan, bundan başka kişisel amaçları da olabilen bireylerin nasıl seçileceği ve ortak çalışma yapmalarının nasıl sağlanacağıdır. Performansa dayalı ödüllendirme yöntemleriyle bu bireylerin aynı amaca yönelik bir ekip olarak ortak çalışma yapmaları teşvik edilmelidir, ancak burada çözümlenmesi gereken problem performansın hangi kriterler bakımından ölçüleceğidir.

IPS-EM modeli, katılımcı firmalardaki personelin eğitilmelerini ve gerekli enformasyon teknolojisiyle donatılmalarını gerektiren, dolayısıyla uzun süreli bir yatırımı zorunlu kılan bir yöntemdir. Bu açıdan bakıldığında, bu modelin uygulanmasına yapılan yatırımdan katılımcılar arasında uzun vadeli iş ilişkileri

kurulmasıyla verim elde edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Bu uzun vadeli iş ilişkileri elde edilen bilgi, deneyim ve enformasyonun veri tabanlarında saklanması ve yeni projelerde tekrar kullanılmasını, böylece inşaat proje sisteminde problemleri konular olan öğrenme eğrisi sorununun çözülmesini ve sürekli gelişim ilkesinin hataya geçirilebilmesini beraberinde getirecektir. Diğer yanda, taraflar arasında uzun süreli iş ilişkilerinin kurulması gerekliliği, bu modelin düzenli olarak benzer tipte inşaat yaptıran mal sahipleri için uygun bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır.

Mantıksal olarak IPS-EM modelinin maliyet ve süre yönünden sağlayacağı avantajlar uygulama sonucunda ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte bu modelin, eşzamanlı mühendislik uzmanları yetiştirilmesi ve katılımcıların tasarım ve yapım aşamalarındaki yükümlülüklerini ve diğer sözleşme konularını ortaya koyan standart sözleşme dokümanlarının geliştirilmesi koşuluyla uygulanması sonucunda, tasarım hataları, yapım başladıktan sonra yapılan değişiklikler ve yeniden yapım işlerinden kaynaklanan maliyet, süre ve kalite sapmaları ile katılımcılar arasındaki çatışmaları önleme, kullanıcıların ve çevre birimlerinin isteklerini karşılama ve objenin kullanım değerini yükseltme potansiyeli taşıdığı açıktır. Bu bakımdan IPS-EM modelinin uygulanması sonucunda mal sahibi ve katılımcı firmalara ek olarak, kullanıcıların ve kamunun büyük faydalar elde edeceğini öne sürmek mümkündür.

KAYNAKÇA

- AGC**, 2002. AGC contract documents at a glance, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-200**, 2000. Standard form of agreement and general conditions between owner and contractor (where the contract price is a lump sum), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-230**, 2000. Standard form of agreement and general conditions between owner and contractor (where the contract price is the cost of the work with an option for preconstruction services), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-240**, 2000. Standard form of agreement between owner and architect/engineer, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-250**, 2000. Standard form of agreement and general conditions between owner and contractor (where the contract price is a guaranteed maximum price with an option for preconstruction services), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-299**, 2002. Standard form of joint venture agreement between contractors, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-400**, 1999. Preliminary design-build agreement between owner and design-builder, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-410**, 1999. Standard form of design-build agreement and general conditions between owner and design-builder (where the basis of payment is the cost of the work plus a fee with a guaranteed maximum price), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-415**, 1999. Standard form of design-build agreement and general conditions between owner and design-builder (where the basis of payment is a lump sum based on an owner's program including schematic design documents), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-420**, 1999. Standard form of agreement between design-builder and architect/engineer for design-build projects, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-450**, 1999. Standard form of agreement between design-builder and subcontractor (where the design-builder assumes the risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-455**, 1999. Standard form of agreement between design-builder and subcontractor (where the design-builder and subcontractor share the

- risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-460**, 1999. Standard form of agreement between design-builder and design-build subcontractor (where the subcontractor provides a guaranteed maximum price and where the design-builder assumes the risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-465**, 1999. Standard form of agreement between design-builder and design-build subcontractor (where the subcontractor provides a guaranteed maximum price and where the design-builder and subcontractor share the risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-499**, 2001. Design-build teaming agreement, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-510**, 1997. Standard form of construction management agreement between owner and construction manager (where the construction manager is the owner's agent and the owner enters into all trade contractor agreements), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-520**, 1997. Standard form of agreement between owner and trade contractor (where the construction manager is the owner's agent), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-530**, 2000. Standard form of agreement between owner and architect/engineer (where a construction manager acting as an agent has been retained by the owner), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-650**, 1998. Standard form of agreement between contractor and subcontractor (where contractor assumes risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-655**, 1998. Standard form of agreement between contractor and subcontractor (where contractor and subcontractor share risk of owner payment), *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-800**, 1996. Standard form of program management agreement and general conditions between owner and program manager, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AGC-810**, 2002. Standard form of agreement between owner and owner's representative, *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- Ahmed, S.M., Sang, L.P. and Torbica, Z.M.**, 2003. Use of quality function deployment in civil engineering capital project planning. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **129(4)**, 358-368.
- AIA-A101**, 1997. Standard form of agreement between owner and contractor where the basis of payment is a stipulated sum, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.

- AIA-A101/CMa**, 1992. Standard form of agreement between owner and contractor where the basis of payment is a stipulated sum (construction manager-advisor edition), *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A111**, 1997. Standard form of agreement between owner and contractor where the basis of payment is the cost of the work plus a fee with a guaranteed maximum price, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A114**, 2001. Standard form of agreement between owner and contractor where the basis of payment is the cost of the work plus a fee without a guaranteed maximum price, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A121/CMc – AGC-565**, 1991. Standard form of agreement between owner and construction manager where the construction manager is also the constructor, *The American Institute of Architects*, Washington D.C. and *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AIA-A131/CMc – AGC-566**, 1994. Standard form of agreement between owner and construction manager where the construction manager is also the constructor and where the basis of payment is the cost of the work plus a fee and there is no guarantee of cost, *The American Institute of Architects*, Washington D.C. and *The Associated General Contractors of America*, Alexandria, VA.
- AIA-A191**, 1996. Standard form of agreement between owner and design/builder, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A191**, 1996a. Standard form of agreement between owner and design/builder Part 1, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A191**, 1996b. Standard form of agreement between owner and design/builder Part 2, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A201**, 1997. General conditions of the contract for construction, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A201/CMa**, 1992. General conditions of the contract for construction (construction manager-advisor edition), *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A401**, 1997. Standard form of agreement between contractor and subcontractor, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A491**, 1996a. Standard form of agreement between design/builder and contractor Part 1, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-A491**, 1996b. Standard form of agreement between design/builder and contractor Part 2, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-B141**, 1997. Standard form of agreement between owner and architect with standard form of architect's services, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.

- AIA-B141/CMa** 1992. Standard form of agreement between owner and architect (construction manager-advisor edition), *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-B801/CMa**, 1992. Standard form of agreement between owner and construction manager, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-B901**, 1996a. Standard form of agreement between design/builder and architect Part 1, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-B901**, 1996b. Standard form of agreement between design/builder and architect Part 2, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-C141**, 1997. Standard form of agreement between architect and consultant, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-C801**, 1993. Joint venture agreement, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- AIA-D200**, 1995. Project checklist, *The American Institute of Architects*, Washington D.C.
- Akintoye, A.**, 1994. Design and build: a survey of construction contractors' views. *Constr. Mgmt. and Economics*, **12**, 155-163.
- Amar, V., Zarli, A, Koethe, M. and Schulz, K.**, 1997. An open STEP-based distributed infrastructure: The COAST platform, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 227-240.
- Amor, R. and Clift, M.**, 1997. Documents as an enabling mechanism for concurrent engineering in construction, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 151-162.
- Anabritannica**, 1994, Ana Yayıncılık, İstanbul
- Anumba, C.J. and Evbuomwan, N.F.O.**, 1997. Concurrent engineering in design-build projects. *Constr. Mgmt. and Economics*, **15**, 271-281.
- Anumba, C.J., Kamara, J.M. and Evbuomwan, N.F.O.**, 1997. Construction in the UK petrochemical industry – aspects of concurrent engineering practice, *Proceedings of the 4th Congress on Computing in Civil Engineering*, Philadelphia, Pennsylvania, June 1997, 114-121.
- Arditi, D. and Gunaydin, M.**, 1998. Factors that affect process quality in the life cycle of building projects. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **124(3)**, 194-203.
- Bai, Y. and Hazem, A.A.**, 2003. Integrating innovative project delivery methods into the construction curriculum. <http://www.asceditor.unl.edu/archives/2003/bai03.htm>, dated 04.07.2003.
- Bakkeren, W., Kothe, M. and Schulz, K.**, 1997. Using workflow management to control the information flow in virtual enterprises, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 122-130.

- Barrie, D.S. and Paulson, B.C.**, 1992. Professional construction management: including CM, design-construct, and general contracting. McGraw-Hill, New York.
- Bigat, E.**, 1983. Yapı İşletmesi. Kipaş Dağıtım, İstanbul.
- Björk, B.C., Nilsson, A. and Lundgren, B.**, 1999. The construction and facilities management process from an end users perspective – ProFacile, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 327-336.
- Boothroyd, J.**, 1988. Estimate costs at an early stage. *American Machinist*, **132**, 54-57.
- Brooks, N.J., Anumba, C.J. and Kamara, J.M.**, 1999. A comparison of new product introduction in the construction and manufacturing industries: Implications for implementing concurrent engineering, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 399-408.
- Burati, J.L., Farrington, J.J. and Ledbetter, W.B.**, 1992. Causes of quality deviations in design construction, *ASCE J. of Constr. Engrg and Mgmt.*, **118**(1), 34-49.
- CALS Concurrent Engineering Task Group**, 1991. First principals of concurrent engineering: A competitive strategy for electronic system development, in *Concurrent Engineering Fundamentals Volume 1 – Integrated Product and Process Organization*, pp. 165, Ed. Prasad, B., Prentice Hall, New Jersey.
- Carlson, S.E. and Ter-Minassian, N.**, 1996. Planning for concurrent engineering. <http://www.devicelink.com/mddi/archive/96/05/023.html>, dated 18.08.2001.
- CCM The Committee on Construction Management**, 1987. Qualification and selection of construction managers with suggested guidelines for selection process, *ASCE J. of Constr. Engrg and Mgmt.*, **113**(1), 51-89.
- CEC99 International Conference on Concurrent Engineering in Construction** 99, 2002. <http://cic.vtt.fi/cec99/panel.html>, dated 08.04.2002.
- CERC West Virginia University Concurrent Engineering Research Center**, 2002. <http://www.cerc.wvu.edu>, dated 24.11.2002.
- CERG/SMIC Concurrent Engineering Information Center**, 1999. <http://www.mor.itesm.mx/EVENTOS/CERG/research.html>, dated 21.02.1999.
- Chaaya, M. and Jaafari, A.**, 2000. Collaboration and integration of product life cycle design information using IT systems, *Proceedings of the International Conference on Construction Information Technology*, Hong Kong, January 2000, 277-291.
- Chiredast, M., Linder, B., Yang, J. and Papalambros, P.Y.**, 1993. Concurrent engineering in optimal structural design, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 75-109, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.

- Christensen, L.C., Christiansen, T.R. and Jin, Y.**, 1996. Process models in enterprise engineering – tools for enhancing process description, *Proceedings of the 3rd Congress on Computing in Civil Engineering*, Anaheim, California, June 1996, 634-641.
- Chua, D.K.H., Kog, Y.C. and Loh, P.K.**, 1999. Critical success factors for different project objectives. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **125(3)**, 142-150.
- CII Construction Industry Institute Constructability Task Force**, 1986. Constructability, a primer, in *Benefits of Constructability on Construction Projects*, Eds. Jergeas, G. and Van der Put, J., ASCE J. of Constr. Engrg and Mgmt., **127(4)**, 281-290.
- Cleetus, K.J.**, 1992. Definition of concurrent engineering, *CERC Technical Report Series Research Note*, **CERC-TR-RN-92-003**, West Virginia University Concurrent Engineering Research Center, Morgentown, WV.
- Cleetus, K.J.**, 1994. Concurrent engineering: The disposal perspective, *CERC Technical Report Series Technical Memoranda*, **CERC-TR-TM-94-003**, West Virginia University Concurrent Engineering Research Center, Morgentown, WV.
- CMAA Construction Management Association of America**, 2003. Choosing the best delivery method for your project. <http://cmaanet.org>, dated 04.07.2003.
- Creese, R.C. and Moore, L.T.**, 1990. Cost modeling for concurrent engineering. *Cost Engineering*, **6**, 23-26.
- CSI Construction Specifications Institute**, 1996. CSI's complete manual of practice with appendices, *The Construction Specification Institute of Architects*, Alexandria, VA.
- DBIA Design-Build Institute of America**, 2003. <http://www.dbia.org/pubs/>, dated 04.07.2003.
- Deasley, P. and Lettice, F.**, 1997. Concurrent engineering approach to construction; Learning from cases in manufacturing industry, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 296-305.
- De Graaf, R.**, 1994. Assessing Europe's readiness for concurrent engineering. http://www.tm.tue.nl/race/ce/ce94_art.html dated 18.08.2001.
- Diekmann, J.E. and Nelson, M.C.**, 1985. Construction claims: frequency and severity. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **111(1)**, 74-81.
- Dixon, J.R. and Duffy, M.R.**, 1988. Quality is not accidental – it's designed. *The New York Times*, June, 26.
- Doree, A.G.**, 1996. The price of the independent design, in *Architectural Management*, pp. 40-54, Ed. Nicholson, M.P., E & FN Spon, London.
- Duke, A. and Anumba, C.J.**, 1997. Enabling collaboration for virtual construction project teams, *Proceedings of the 1st International Conference on*

- Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 163-172.
- Duncombe, L.**, 1997. The BAA project process – A partnership approach, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 288-295.
- EJCDC-1910-8**, 1996. Standard general conditions of the construction contract, *National Society of Professional Engineers, American Consulting Engineers Council, American Society of Civil Engineers*, USA.
- Eldin, N.N.**, 1988. Constructability improvement of project designs. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **114(4)**, 631-640.
- Eldin, N.N.**, 1997. Concurrent engineering: A schedule reduction tool. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **123(3)**, 354-362.
- Eldin, N. and Hikle, V.**, 2003. Pilot study of quality function deployment in construction projects. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **129(3)**, 314-329.
- Ellis, L.W.**, 1992. Practice in concurrent engineering, in *Concurrent Engineering Fundamentals Volume 1 – Integrated Product and Process Organization*, pp. 165, Ed. Prasad, B., Prentice Hall, New Jersey
- ESoCE European Society of Concurrent Engineering**, 2003. <http://www.esoce.net>, dated 22.01.2003.
- Evans, S.**, 1993. Implementation: Common failure modes and success factors, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and Modern Design Tools*, pp. 42-60, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.
- Feld, J. and Carper, K.L.**, 1997. Construction failure. John Wiley & Sons, New York.
- Fellows, R., Langford, D. Newcombe, R. and Urry, S.**, 1990. Construction management in practice. Longman Scientific & Technical, Essex.
- Fenves, S., Flemming, U., Hendrickson, C., Maher, M.L., Quadrel, R., Terk, M. and Woodbury, R.**, 1994. Concurrent computer-aided building design. Prentice Hall, New Jersey.
- Ferry, D.J. and Brandon, P.**, 1986. Cost planning of buildings. Collins Professional and Technical Books, London.
- FIDIC**, 1987. Conditions of contract for works of civil engineering construction, *Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils*, Lausanne.
- Franks, J.**, 1994. Building contract administration and practice. B T Batsford, London.
- Gardiner, P.D. and Simmons, J.E.L.**, 1995. Case explorations in construction conflict management. *Constr. Mgmt. and Economics*, **13**, 219-234.
- Gibson, G.E. and Bell, L.C.**, 1990. Electronic data interchange in construction. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **116(4)**, 727-737.
- Gibson, G.E. and Bell, L.C.**, 1992. Integrated data-base systems. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **118(1)**, 50-59.

- Gordon, C.**, 1994. Choosing appropriate construction contracting method. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **120(1)**, 196-210.
- Gould, F.E. and Joyce, N.E.**, 2000. Construction project management. Prentice Hall, New Jersey.
- GuruNet**, 2004. <http://www.gurunet.com>, dated 04.01.2004.
- Halpin, D.W. and Woodhead, R.W.**, 1998. Construction management. John Wiley & Sons, New York.
- Hannus, M. and Aarni, V.**, 1999. Requirements for concurrent engineering in CONCUR project, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 99-110.
- Hannus, M., Huovila, P., Lahdenperä, P., Laurikka, P. and Seren, K.J.**, 1997. Methodologies for systematic improving of construction processes, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 55-64.
- Harrison, F.L.**, 1983. Advanced project management. Gower Publishing, Hants.
- Hartley, A.**, 1992. Concurrent engineering – Shortening lead times, raising quality and lowering costs. Productivity Press, Oregon.
- Hartman, F.T.**, 1993. Construction dispute resolution through an improved contracting process in the Canadian context, in *More-stable Owner-Contractor Relationships*, Eds. Dozzi, P., Hartman, F., Tidsbury, N. and Ashrafi, R., *ASCE J. of Constr. Engrg and Mgmt.*, **122(1)**, 30-35.
- Heuer, J.H.B., Künhe-Büning, L., Nordalm, V. and Drevermann, M.**, 1979. *Lehrbuch der Wohnungswirtschaft*. Fritz Knapp Verlag, Frankfurt.
- Huot, J.C.**, 1991. Concurrency in major projects. *AACE Transactions*, **E.6**, 1-4.
- Huthwaite, B.**, 1987. Product design for manufacture and assembly: The five fundamentals, *Proceedings of the 2nd International Conference on Product Design for Manufacture and Assembly*, New Port, Rhode Island, April 1987, 6-8.
- Ibbs, C.W., Kwak, Y.H., Ng, T. and Odabasi, A.M.**, 2003. Project delivery systems and project change: quantitative analysis. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **129(4)**, 382-387.
- Ishii, K.**, 1993. Modeling of concurrent engineering design, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 19-39, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.
- Jaafari, A.**, 1997. Concurrent engineering and life cycle project management. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **123(4)**, 427-436.
- Jin, Y., Christiansen, T., Levitt, R.E. and Teicholz, P.**, 1996. Process modeling for design-build project management, *Proceedings of the 3rd Congress on Computing in Civil Engineering*, Anaheim, California, June 1996, 642-648.
- Jo, H.H., Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G.**, 1993. Principles of concurrent engineering, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and*

Modern Design Tools, pp. 13-23, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.

- Kähkönen, K. and Huovila, P.**, 1999. Setting up efficient design process management for the construction and engineering projects, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 311-318.
- Kamara, J.M., Anumba, C.J. and Evbuomwan, N.F.O.**, 1997. Considerations for the effective implementation of concurrent engineering in construction, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 33-44.
- Kamara, J.M., Anumba, C.J. and Evbuomwan, N.F.O.**, 2002. Capturing client requirements in construction projects. Thomas Telford, London.
- Kannapan, S.M. and Marshak, K.M.**, 1992. A schema for negotiation between intelligent design agents in concurrent engineering, in *Concurrent Engineering in Design-build Projects*, Eds. Anumba, C.J. and Evbuomwan, N.F.O., Constr. Mgmt. and Economics, **15**, 271-281.
- Kapur, K.C.**, 1993. Quality engineering and tolerance design, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 287-306, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.
- Karandikar, H.M., Fota, M.E., Lawson, M. and Wood, R.T.**, 1993. Assessing organizational readiness for implementing concurrent engineering practices and collaborative technologies, *CERC Technical Report Series Technical Memoranda, CERC-TR-TM-93-006*, West Virginia University Concurrent Engineering Research Center, Morgentown, WV.
- Karhu, V.**, 1999. Formal languages for construction process modeling, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 337-346.
- Karstila, K. and Björk, B-C.**, 1999. Models for the construction process – The MoPo-project, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 321-326.
- Khalfan, M.M.A., Anumba, C.J. and Carrillo, P.M.**, 2001. Development of a readiness assessment model for concurrent engineering in construction. *Benchmarking: An International Journal*, **8(3)**, 223-239.
- Kim, S.H.**, 1993. Integrated knowledge systems for adaptive concurrent design, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and Modern Design Tools*, pp. 413-425, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.
- Klement, M.A.**, 1993. Design for maintainability, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 385-399, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.

- Koskela, L. and Huovila, P., 1997.** On foundations of concurrent engineering, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 22-32.
- Kusiak, A., 1993.** Concurrent engineering – Automation, tools and techniques. John Wiley & Sons, New York.
- Kusiak, A. and Wang, J., 1993.** Decomposition in concurrent engineering, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 481-507, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.
- Levitt, R.E., Christiansen, T.R., Cohen, G., Jin, Y. and Kunz, J.C., 1996.** The virtual design team (VDT): Concurrent design of facility products, processes and organizations, *Proceedings of the 3rd Congress on Computing in Civil Engineering*, Anaheim, California, June 1996, 268-274.
- Los, R. and Storer, G., 1997.** Taking control of the building process, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 109-121.
- Love, P.E.D., 2002.** Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **128(1)**, 18-29.
- Maddux, G.A. and Souder, W.E., 1993.** Overcoming barriers to the implementation of concurrent engineering, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and Modern Design Tools*, pp. 61-74, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.
- Manivong, K. and Jaafari, A., 2000.** A life cycle project management model for global collaboration, *Proceedings of the International Conference on Construction Information Technology*, Hong Kong, January 2000, 155-175.
- Mayer, R.J., Painter, M.K. and DeWitte, P.S., 1992.** IDEF family of methods for concurrent engineering and business re-engineering applications. <http://www.ideal.com/downloads/pdf/ideffami.pdf>, dated 14.03.2004.
- Mohan, S., 1990.** Expert systems applications in construction management and engineering. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **116(1)**, 87-99.
- Murdoch, J. and Hughes, W., 1992.** Construction contracts – Law and Maagement. E & FN Spon, London.
- Nam, C.H. and Tatum, C.B., 1992.** Non-contractual methods of integration on construction projects. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **118(2)**, 385-398.
- Neese, T.A. and Ledbetter, W.B., 1991.** Quality performance management in engineering/construction, in *Factors That Affect Process Quality In The Total Life Cycle of Building Projects*, Eds. Arditi, D. and Gunaydin, H.M., *ASCE J. of Constr. Engrg and Mgmt.*, **124(3)**, 194-203.
- Nicholas, J.M., 1990.** Managing business& engineering projects – Concepts & implementation. Prentice Hall, New Jersey.

- O'Brien, J.J.**, 1998. Construction change orders. McGraw-Hill, New York.
- O'Connor, J.T. and Davis, V.S.**, 1988. Constructability improvement during field operations. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **114(4)**, 548-564.
- O'Connor, J.T., Larimore, M.A. and Tucker, R.L.**, 1986. Collecting constructability improvement ideas. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **112(4)**, 463-475.
- O'Connor, J.T., Rusch, S.E. and Schulz, M.J.**, 1987. Constructability concepts for engineering and procurement. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **113(2)**, 235-248.
- O'Connor, J.T. and Tucker, R.L.**, 1986. Industrial project constructability improvement. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **112(1)**, 69-82.
- Oxman, R.**, 1995. Data, knowledge and experience in multiuser information systems. *Constr. Mgmt. and Economics*, **13**, 401-409.
- Pallot, M. and Sandoval, V.**, 1998. Concurrent enterprising: Towards the concurrent enterprise in the era of the Internet and electronic commerce. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G.**, 1993. Concurrent engineering – Contemporary issues and modern design tools. Chapman & Hall, London.
- Pfarr, K.**, 1984. Grundlagen der Bauwirtschaft. Deutscher Consulting Verlag, Essen.
- Pietroforte, R.**, 1997. Communication and governance in the building process. *Constr. Mgmt. and Economics*, **15**, 71-82.
- Poage, W.S.**, 2000. The building professional's guide to contract documents. R.S. Means, Kingston, MA.
- Prasad, B.**, 1996a. Concurrent engineering fundamentals Volume 1 – Integrated product and process organization. Prentice Hall, New Jersey.
- Prasad, B.**, 1996b. Concurrent engineering fundamentals Volume 2 – Integrated product development. Prentice Hall, New Jersey.
- Puddicombe, M.S.**, 1997. Designers and contractors: impediments to integration. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **123(3)**, 245-252.
- Rezgui, Y., Cooper, G. and Brandon, P.**, 1999. IT support for the design process in a multiactor environment, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 111-120.
- Rezgui, Y., Cooper, G., Yip, J. and Brandon, P.**, 1997. Construction collaborative engineering in a concurrent multiactor environment, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 183-194.
- Ribbens, J.**, 2000. Simultaneous engineering for new product development. John Wiley & Sons, New York.
- Sanchez, S.M., Ramberg, J.S., Fiero, J. and Pignatiello, J.J.**, 1993. Quality by design, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 235-286, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.

- Sanvido, V. and Medeiros, D.,** 1990. Applying computer-integrated manufacturing concepts to construction. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **116(2)**, 365-379.
- Sanvido, V., Grobler, F., Parfitt, K., Guvenis, M. and Coyle, M.,** 1992. Critical success factors for construction projects. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **118(1)**, 94-111.
- Saxon, R.,** 2001. Changing construction culture, in *Interdisciplinary Design in Practice*, pp. 7-14, Eds. Spence, R., Macmillan S. and Kirby, P., Thomas Telford, London.
- Schrage, D.P.,** 1993. Concurrent design – A case study, in *Concurrent Engineering – Automation, Tools and Techniques*, pp. 535-581, Ed. Kusiak, A., John Wiley & Sons, New York.
- SCPD Society of Concurrent Product Development,** 2004. <http://www.scpdnet.org>, dated 22.08.2004.
- Serén, K-J.,** 1997. Management of requirements in a building construction CE environment, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 173-182.
- SMIC Sociedad Mexicana de Ingenieria Concurrente,** 2003. <http://dns1.mor.itesm.mx/~smic>, dated 22.01.2003.
- Smith, B.,** 2003. Project delivery risks: theory and reality <http://www.smps.org/marketer/marketerach/angmarketer/fea2pro.htm>, dated 04.07.2003.
- Songer, A.D. and Molenaar, K.R.,** 1996. Project characteristics for successful public-sector design-build. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **123(1)**, 34-40.
- Sorguç, D.,** 1989. Yapı İşletmesi Ders Notu II. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Spears, J.R.,** 1992. Management of concurrent engineering: Cultural and organizational issues, *CERC Technical Report Series Research Note, CERC-TR-RN-92-008*, West Virginia University Concurrent Engineering Research Center, Morgentown, WV.
- Storer, G. and Masat, J.,** 1999. Time compression – Construction process supported by appropriate IT, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 57-67.
- Suh, N.P.,** 1990. The principles of design. Oxford University Press, New York.
- Syan, C.S.,** 1997. Concurrent engineering: Key issues in implementation and practice, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 13-21.
- Tah, J.H.M., Howes, R. and Wong, H.W.,** 1997. Towards a concurrent engineering environment for integration of design and construction (CEE-IDAC), *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 206-215.

- Tatum, N.**, 1987. Improving constructability during conceptual planning. *ASCE J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, **113(2)**, 191-207.
- TDK Türk Dil Kurumu**, 2004. <http://www.tdk.gov.tr>, dated 03.04.2004.
- Thompson, A.**, 1999. Architectural design procedures. Architectural Press, Oxford.
- Thurston, D.L. and Locascio, A.**, 1993. Multiattribute design optimization and concurrent engineering, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and Modern Design Tools*, pp. 207-230, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.
- Tookey, J.E. and Betts, J.**, 1999. Concurrent engineering issues in the aerospace industry: Lessons to be learned for construction?, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 427-437.
- Tunstall, G.**, 2000. Managing the building design process. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Turino, J.L.**, 1992. Managing concurrent engineering: Buying time to a market – A definitive guide to improved competitiveness in electronics design and manufacturing, in *Concurrent Engineering Fundamentals Volume 1 – Integrated Product and Process Organization*, pp. 165, Ed. Prasad, B., Prentice Hall, New Jersey.
- Turk, Z. and Lundgren, B.**, 1999. Communication workflow perspective on engineering work, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 347-356.
- Turk, Z., Wasserfuhr, R., Katranuschkov, P., Scherer, R.J., Amor, R. and Hannus, M.**, 1997. Conceptual modeling of a concurrent engineering environment, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 195-205.
- Turtle, Q.C.**, 1994. Implementing concurrent engineering project management. Prentice Hall, New Jersey.
- Vischer, J. and Marcus, C. C.**, 1982. Design awards: who cares?, in *User Participation in Building Design and Management*, pp. 19-20, Eds. Kernohan, D., Gray, J. Daish, J. and Joiner, D., Architectural Press, Oxford.
- Walker, A.**, 1984. Project management in construction. William Collins Sons, London.
- Wasserfuhr, R. and Scherer, R.J.**, 1999. Towards role based management of cooperative design process, *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, Espoo, Finland, August 1999, 389-398.
- Watson, A.S., Riley, P.R. and Kamperis, G.**, 1997. Managing shared data in a design environment, *Proceedings of the 1st International Conference on Concurrent Engineering in Construction*, London, UK, July 1997, 141-150.

- Winner, R.I., Pennel, J.P., Bertrand, H.E. and Slusarczyk, M.M.G., 1988.** The role of concurrent engineering in weapons system acquisition, in *Concurrent Engineering Fundamentals Volume 1 – Integrated Product and Process Organization*, pp. 164, Ed. Prasad, B., Prentice Hall, New Jersey.
- Ziemke, M.C. and Spann, M.S., 1993.** Concurrent engineering's roots in the World War II era, in *Concurrent Engineering – Contemporary Issues and Modern Design Tools*, pp. 24-41, Eds. Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., Chapman & Hall, London.



ÖZGEÇMİŞ

1958 İstanbul doğumludur. 1968-1976 yılları arasında İstanbul Erkek Lisesinde eğitim gördü. 1978 yılında Kütahya Lisesinden mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinde lisans eğitimine başlayarak 1984 yılında mezun oldu. Çeşitli özel sektör kuruluşlarında çalıştıktan sonra 1989 yılında başladığı yüksek lisans öğrenimini 1992 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Bilgisi Programında tamamladı. 1984 yılından bu yana özel sektördeki çeşitli firmalarda planlama, iş programı, hakediş, maliyet kontrolü konularında çalışmayı sürdürmektedir.

