İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE FİZİBİLİTE AŞAMASINDA MALİYET TAHMİNİ YAPMAKTA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. İlke GÖKTÜRK

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Yapı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Dr. Murat KURUOĞLU

HAZİRAN 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE FİZİBİLİTE AŞAMASINDA MALİYET TAHMİNİ YAPMAKTA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. İlke GÖKTÜRK
Enstitü No: 501041061

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Dr. Murat Kuruoğlu

Diğer Jüri Üyeleri: Dr. Akın Erişkon

Doç.Dr. Yakup Selvi (İ.Ü.)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Lisans eğitimimden sonra çok saygıdeğer bir mesleğe sahip olmama rağmen tıpkı diğer mezun arkadaşlarım gibi ne konuda çalışabileceğim belli değildi. Mühendislik eğitiminden sonra aldığım derslerle bana işletme vizyonu ve bir uzmanlık dalını kazandıran tüm Yapı İşletmesi hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Lisans bitirme ödevimle birlikte beni günümüzün gözde uzmanlık dalı olan planlama ile tanıştıran ve çalışmaya sevk eden, vizyonu, bilgisi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli tez danışmanım Dr. Murat KURUOĞLU 'na teşekkürlerimi sunarım.

Üzerimden dualarını ve desteklerini eksik etmeyen sevgili aileme; manevi desteği, anlayışı ve bana sonsuz inancı için sevgili eşime teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2007

İlke GÖKTÜRK

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **vi**
TABLO LİSTESİ **vii**
ŞEKİL LİSTESİ **ix**
ÖZET **x**
SUMMARY **xii**

1.GİRİŞ **1**

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN ÖZELLİKLERİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE MALİYET KAVRAMI **4**
2.1. İnşaat Sektörünün Özellikleri 4
2.2. İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmini ve Bütçe Oluşturulması 5
2.3. İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmininin Amacı 9
2.4. İnşaat Yatırımlarındaki Genel Maliyet Bileşenleri 14
2.5. İnşaat Yatırımlarındaki Maliyet Artış Nedenleri 23

3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE FİZİBİLİTE AŞAMASINDA ÖN MALİYET TAHMİNİ **25**
3.1. Maliyet Tahminini Etkileyen Faktörler 27
3.1.1. Proje Tipi ve Büyüklüğü 27
3.1.2. Projenin Gerçekleştirileceği Bölgenin Coğrafi Konumu 29
3.1.3. Tasarım 30
3.1.4. Kullanılan Teknoloji 34
3.1.5. Kullanılan Sözleşme Tipi 34
3.1.6. Ekonomik Durum 37
3.1.7. Rekabet 37
3.1.8. Finansman Olanakları 37
3.1.9. Kullanılan Tahmin Modeli 37
3.1.10. Kullanılan Enformasyon 38
3.1.11. Tahmini Yapan Kişinin Beceri ve Tecrübe Düzeyi 38
3.2. Ön Maliyet Tahmin Yöntemleri 39
3.2.1. İstatistik – Olasılık Analizlerine Dayalı Ön Tahmin Yöntemleri 41
3.2.1.1. Birim Yöntemi 41
3.2.1.2. Hacim Yöntemi 42
3.2.1.3. Alan Yöntemi 45
3.2.1.4. Kat Kabuğu Yöntemi 46
3.2.1.5. Iftikhar Kamil Madni Nedensel Tahmin Yöntemi 48
3.2.1.6. Regresyon Analizine Dayalı Parametrik Maliyet Tahmini Yöntemi 49
3.2.1.7. Erdem Fonksiyonel Elemanların Analizine Dayalı Maliyet Tahmin Yöntemi 52

3.2.1.8. Beklenen Değer (Expected Value) Tahmin Yöntemi 54
3.2.1.9. Range Yöntemi 55
3.2.1.10.Varyasyon İndirgeme Modeli (Successive Estimating) 58
3.2.1.11. Simülasyon Yöntemi (Stokastik Modeller) 59
3.2.1.12. Boyutsuz Büyüklükler ile Maliyet Tahmin Yöntemi 62
3.2.1.13. Oran (Faktör) Yöntemi 63
3.2.1.14. Maliyet – Kapasite Faktörleri ile Tahmin Yöntemi 64
3.2.2. Benzer Proje ile Karşılaştırma Yöntemi 65
3.2.2.1. Erken Maliyet Tahmini 66
3.2.2.2. Elemanlara Dayalı Maliyet Analizi İle Karşılaştırma Yöntemi (elemental cost analysis) 66
3.2.2.3. İlk (ön) Tahmin Yöntemi 66
3.2.2.4. Döşeme Alanına Dayalı Eleman Modeli 68
3.2.2.5. RS Means m² Tahmin Yöntemi 69
3.2.2.6. RS Means m² Ticari Bina Modeli Yazılımı 70
3.2.2.7. RS Means Konut Modeli Yazılımı 71
3.2.2.8. RS Means Birim Maliyet Çarpanı, Toplam Maliyet Çarpanı Yöntemi 71
3.2.2.9. R.S.Means Çabuk Maliyet Hesaplayıcısı Yazılımı 72
3.2.2.10. RS Marshall & Swift Konutlarla İlgili Tahmin Yöntemi 73
3.2.2.11. R.S.Marshall & Swift Ticari Binalarla İlgili Tahmin Yöntemi 73
3.2.2.12.R.S. Marshall & Swift Konutlarla İlgili Tahmin Yazılımı 74
3.2.2.13.R.S. Marshall & Swift Ticari Binalarla İlgili Tahmin Yazılımı 74
3.2.2.14. SAYLOR Company, Inc. Ticari Binalar İçin m² Maliyet Tahmin Yöntemi 75
3.2.2.15. SAYLOR Company, Inc. Konut Binaları İçin m² Maliyet Tahmin Yöntemi 75
3.2.2.16. SAYLOR Company, Inc. S.A.F.E Yazılımı 76
3.2.2.17. BCIS m² Maliyet Tahmin Yöntemi 76
3.2.2.18. Esra Bostancıoğlu Konut Binalarında Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Faktörlere Dayalı Maliyet Tahmin Yöntemi 77
3.2.3 Yapay Zeka Tekniklerine Dayalı Maliyet Tahmini Yöntemi 78
3.2.3.1. Yapay Sinir Ağları (YSA) İle Tahmin Yöntemi 79
3.2.3.2. Bulanık Mantık Metodu (Fuzzy Logic Concepts) 89
3.2.3.3. Genetik Algoritmalar 92
3.2.3.4. Uzman Sistemler ile Tahmin 95
3.2.3.5. Vaka Tabanlı Gerekçeleme 97
3.2.4. Maliyet İndeksleri İle Maliyetlerin Ayarlanması 99
3.3 Maliyet Tahmin Yöntemi Seçimini Etkileyen Faktörler 102

4. ARAŞTIRMANIN AMACI, YÖNTEMİ VE ARAÇLARI 104
4.1. Araştırmanın Modeli 104
4.2. Araştırmanın Amacı 104
4.3. Araştırmanın Kapsamı 104

4.4. Veri ve Bilgi Toplama Yöntemi ve Aracı 105
4.5. Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Anket Sorularının Sınıflandırılması 106
4.5.1. Standartlaştıramama Kaynaklı Nedenler 107
4.5.2. Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler 108
4.5.3. İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler 108
4.5.4. Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler 109
4.5.5. Elde Edilemeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler 111
4.5.6. Ekonomi Kaynaklı Nedenler 112
4.5.7. Revizyon Kaynaklı Nedenler 113
4.6. Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerilerinin Belirlenmesi 113
4.7. Veri ve Bilgilerin Analize Hazırlanması ve Analiz Yöntemi 115
4.8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliliği 115

5. ANKET ÇALIŞMASINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR 117
5.1. Firma Hakkında Bilgiler 117
5.1.1. Firmalarının Verdikleri Hizmetler 117
5.1.2. Firma Büyüklüğüne Göre Değerlendirme 118
5.2. Görüşülen Kişi Hakkında Bilgiler 118
5.2.1. Anketi Dolduranların İş Tecrübesi 118
5.2.2. Anketi Dolduranların Firmadaki Görevleri 119
5.3. Projeler Künyesi ve Değerlendirilmesi 120
5.3.1. Firmaların Faaliyette Bulunduğu Proje Tipi 120
5.3.2. Firmaların Gerçekleştirdiği Proje m² Ölçeği 121
5.3.3. Firmaların Gerçekleştirdiği Projelerin Bütçeleri 121
5.3.4. Firmaların Kullandığı Sözleşme Tipleri 122
5.3.5. Anketi Cevaplayan Firmaların Projedeki İşverenleri 122
5.4. Maliyet Tahmini Hakkında Değerlendirme 123
5.4.1. Firmaların Arşivlerinin Kaç Yıllık Olduğu 123
5.4.2. Ön Maliyet Tahmini Gerçekleştirme Sebepleri 123
5.4.3. Firmaların Kullandığı Maliyet Tahmin Yöntemleri 124
5.4.4. Ön Maliyet Tahmininde Kullanılan Kaynaklar 125
5.4.5. Anketi Dolduran Firmaların Maliyet Takip ve Kontrol Sıklığı 125
5.4.6. Ön Maliyet Tahmininde Sapma Oranı 126
5.4.7. Tasarım ve Keşif sonrası Hedef Bütçe Tutturma Oranı 127
5.5.Ön Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar 127
5.5.1 Standartlaştıramama Kaynaklı Nedenler 127
5.5.2. Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler 129
5.5.3. İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler 135
5.5.4. Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler 140
5.5.5.Elde Edilemeyen Veri Ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler 143
5.5.6.Ekonomi Kaynaklı Nedenler 149
5.5.7.Revizyon Kaynaklı Nedenler 152
5.6.Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri 155

5.7.Çapraz Değerlendirmeler 166
5.7.1. Yurtiçi ve Yurtdışı İş Yapan Firmalara Göre Değerlendirme 166
5.7.1.1 Yanlızca Yurtiçinde İş Yapan Firmaların Karşılaştığı Zorluklar ve Çözüm Önerileri 166
5.7.1.2 Yanlızca Yurtdışı İş yapan Firmaların Karşılaştığı Zorluklar ve Çözüm Önerileri 167
5.7.2. Firma Personel Sayısının Büyüklüğüne Göre Değerlendirme 167
5.8.2.1 Personel Sayısı 500'den Az olan Firmalardaki Değerlendirme 167
5.8.2.2 Personel Sayısı 500'den Fazla Firmalardaki Değerlendirme 168
5.7.3. Proje Tiplerine Göre Değerlendirme 169
5.8.3.1 Konut Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme 169
5.8.3.2 Otel/Hastane Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme 169
5.8.3.1 Endüstriyel Tesis Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme 170
5.7.4. İşin m2 Büyüklüğüne Göre Değerlendirme 170
5.8.4.1 m2'si 25.000'den Az olan Firmalardaki Değerlendirme 170
5.8.4.2 m2'si 25.000'den Fazla olan Firmalardaki Değerlendirme 171
5.7.5. Projenin Bütçesine Göre Değerlendirme 171
5.7.5.1 Bütçesi 10.000.000 USD'den Az Olan Projelerdeki Değerlendirme 171
5.7.5.2 Bütçesi 10.000.000 USD'den Fazla Olan Projelerdeki Değerlendirme 172
5.7.6. Ön Maliyet Tahmini Sapma Oranlarına Göre Değerlendirme 172
5.7.6.1 Sapma Oranı %5'den Az Olan Firmalara Göre Değerlendirme 172
5.7.6.2 Sapma Oranı %5-%10 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme 173
5.7.6.3 Sapma Oranı %10-%15 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme 173
5.7.6.4 Sapma Oranı %15-%20 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme 174
5.7.6.5 Sapma Oranı %20'den Fazla Olan Firmalara Göre Değerlendirme 174
5.7.7. Ön Maliyet Tahmininde Kullandığı Yöntemlere Göre Değerlendirme 175
5.7.7.1 Ortalama Birim Maliyete Dayalı Tahmin Yapan Firmalardaki Değerlendirme 175
5.7.7.2 Benzer Projelerin Verilerini Kullanılmasına Dayalı Tahmin Yapan Firmalardaki Değerlendirme 175
5.7.7.3 Birim Fiyat Analizine Dayalı Tahmin Yapan Firmalardaki Değerlendirme 176

6.SONUÇ **177**

KAYNAKLAR **180**

EK-A **185**

EK-B **186**

ÖZGEÇMİŞ **192**

KISALTMALAR

MMK	**:** Maliyet Merkez Kodları
DİE	**:** Devlet İstatistik Enstitüsü
CSI	**:** Construction Specifications Institute
CI/SfB	**:** Classification Index System for Bu
BCIS	**:** Building Cost Information Service
RICS	**:** The Royal Institution of Chartered Surveyors
TAKS	**:** Taban Alanı Katsayısı
KAKS	**:** Kat Alanı Katsayısı
DKA	**:** Dış Kabuk Alanı
DA	**:** Döşeme Alanı
BPM	**:** Business Project Management
ERP	**:** Enterprice Resource Planning

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. DKA/DA Oranı…… 29
Tablo 3.2. DKA/DA Oranı…… 31
Tablo 3.3. Elemanlara Dayalı Maliyet Analizi Yöntemindeki Örnekteki Mevcut ve Yeni Fabrikanın Özellikleri …….... 67
Tablo 3.4. DİE Bina İnşaatı Maliyet İndeksi (1991=100) (Üçer Aylık Dönemlik)…… 101
Tablo 5.1. Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması …… 128
Tablo 5.2. Bir firmanın yaptığı projelerin birbirinden farklı tipte olması (Baraj, Hastane, Altyapı vb.) …… 128
Tablo 5.3. Üst yönetimin bu konuya önem vermemesi ve yeterli kaynak ayırmaması…… 130
Tablo 5.4. Şirkette çalışan tecrübeli personelin bilgilerini paylaşmamaları 130
Tablo 5.5. Zaman Yetersizliği 131
Tablo 5.6. Tahmin çalışmalarını yapanların saha bilgisi ve inşaat süreci ile ilgili tecrübe eksikleri…… 131
Tablo 5.7. Maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği …… 132
Tablo 5.8. Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı ……..…. 132
Tablo 5.9. Proje dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmemesi, dikkatli okunmaması, yeterli yorumlanmaması…… 133
Tablo 5.10. Şirketin bilgisayar tabanlı maliyetlendirme sisteminin olmaması (BPM, ERP vb.)…… 135
Tablo 5.11. Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması…… 135
Tablo 5.12.Şirketin veri bankasının kolay ulaşılabilir olmaması …… 136
Tablo 5.13. Şirketin veri bankasının güncellenmemesi …… 136
Tablo 5.14.Şirkete ait Verim değerlerinin bulunmaması (adam/saat ;Makine / saat) …… 137
Tablo 5.15. Gerçekleşen maliyetlerin geri bildirim eksikliği …… 137

Tablo 5.16. Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması …… 138
Tablo 5.17. Şirketlerdeki personel sirkülasyonundan dolayı, geçmiş verilere ve bilgilere sağlıklı ulaşılamaması …… 138
Tablo 5.18. Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) koordinasyon eksikliği nedeni ile atlanan maliyet kalemleri …… 139
Tablo 5.19. Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması …… 140
Tablo 5.20. İşçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmaması (A sınıfı işçi vb..) …… 141
Tablo 5.21. Proje bölgesi rayiç fiyatlarına ulaşılamaması 142
o 5.22. Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması …… 143
Tablo 5.23. Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler …… 144
Tablo 5.24. İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması …… 144
Tablo 5.25. Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan) …… 145
Tablo 5.26. Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi 145
Tablo 5.27. İhale tipinin(Birim fiyatlı, anahtar teslimi, maliyet+kar vb.) maliyete etkisinin tahmin edilememesi …… 146
Tablo 5.28. Şantiye Genel giderlerin öngörülememesi …… 146
Tablo 5.29 Fiziksel ve teknik İhtiyaçtan doğan maliyetlerin öngörülememesi .. 147
Tablo 5.30. Doğa koşulları nedeniyle öngörülemeyen zemin ve altyapı işleri .. 147
Tablo 5.31 Kaynak(malzeme, makina, personel, işçilik vb.) fiyatlarının enflasyon oranından bağımsız artış ve azalışları …… 149
Tablo 5.32 Türkiye siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması …… 149
Tablo 5.33.Bölgesel fiyat değişiklikleri …… 150
Tablo 5.34. Bitirilmiş proje verilerinin eskalasyonun, güncel fiyatlarla farklı olması …… 150
Tablo 5.35. Öngörülmediği halde Mevcut makine ve ekipmanların kullanılması, yada mevcut makinanın uygun olmadığından öngörüldüğü halde kullanılamaması …… 152
Tablo 5.36. Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi …… 152
Tablo 5.37. Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri …… 153
Tablo 5.38. DIE vb. kuruluşların inşaat sektörüne yönelik daha detaylı ve kapsamlı istatistiki veriler oluşturması …… 155

Tablo 5.39. İşçileri verimlerine göre sınıflandırılması, sertifikalandırılması ve ücretlendirilmesi …… 155
Tablo 5.40. Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması …… 156
Tablo 5.41. CSI , CI/SfB vb. yurtdışında olan kaynak kodları gibi türkiye kodlama listesi olması ve kaynakların değişen maliyetleri istatistiki olarak tutulması ve 3 aylık dilimlerle yayınlanması …… 156
Tablo 5.42. Fiyatların bölgesel değişiklikleri değerlendirilmeli …… 157
Tablo 5.43. Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli … 157
Tablo 5.44. Tek düzen hesap planı içerisinde kullanılacak, Meslek Odalarının belirleyip, yayınladığı inşaat sektörüne yönelik (MMK) maliyet merkez kodlama listesi olmalı …… 158
Tablo 5.45. Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi) …… 158
Tablo 5.46. Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması …… 159
Tablo 5.47. Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların (maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması …… 159
Tablo 5.48. Maliyet kontrol data birikim sisteminin etkinliğinin (kolay data alınabilirliğinin) sağlanması …… 160
Tablo 5.49. Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması …… 160
Tablo 5.50. Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması … 161
Tablo 5.51. Şirketlerin spesifik projelerin imalatı üzerinde çalışması …… 161
Tablo 5.52. İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi …… 162
Tablo 5.53. Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması …… 162
Tablo 5.54. Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli …… 163
Tablo 5.55. Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı …… 163
Tablo 5.56. Tasarım konseptinin ihale sürecinden sonra ve özellikle proje gerçekleşme evresinde çok radikal şekillerde değişmemesi …… 164

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. : İnşaat Sürecinde Maliyetin Oluşumu…… **6**
Şekil 2.2. : Tahmin Süreci…… **8**
Şekil 2.3. : İnşaat Projelerindeki Genel Maliyet Bileşenler…… **15**
Şekil 2.4. : Dolaysız Maliyet Bileşenleri…… **16**
Şekil 2.5. : Maliyet artışları ve kar düşüşlerinin nedenleri…… **23**
Şekil 3.1. : Freiman Eğrisi …….. **25**
Şekil 3.2. : Kapasite ile Değişken ve Sabit Maliyetler Arasındaki Bağlantı…… **28**
Şekil 3.3. : Örnek Plan Tipleri…….. **31**
Şekil 3.4. : Birim Hacim Yönteminde RIBA Premetrik Ölçüm Kuralları …… **44**
Şekil 3.5. : Parametrik Maliyet Tahmin Prosedürü …… **50**
Şekil 3.6. : Range Yönteminde Kullanılan Beta Dağılım Eğrisi …… **55**
Şekil 3.7. : Range Yönteminde Kullanılan Üçgen Olasılık Dağılımı …… **56**
Şekil 3.8. : Range Yönteminde Kullanılan Normal Dağılım Eğrisi…… **57**
Şekil 3.9. : Birim Maliyetleri Dönüştürme Grafiği …… **72**
Şekil 3.10. : Toplam Maliyetleri Dönüştürme Grafiği …… **72**
Şekil 3.11. : Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları…… **80**
Şekil 3.12. : Sinir Sisteminin Blok Diyagramı ……. **80**
Şekil 3.13. : Yapay nöronun yapısı ……. **81**
Şekil 3.14. : Yapay nöronun detaylı yapısı …….. **81**
Şekil 3.15. : YSA'ların Genel Yapısı ……. **82**
Şekil 3.16. : Geri Yayılma Bağlantı Yapısı…… **83**
Şekil 3.17. : İleri Beslemeli ve Geri Beslemeli Ağ Yapıları …… **87**
Şekil 3.18. : Bulanık bir denetleyicinin yapısı ……. **90**
Şekil 3.19. : 'Doğru' ve 'Yanlış'ın tanımı; a) keskin kümelerle,
ve b) bulanık kümeler……. **90**
Şekil 3.20. : Uzman Sistemin Yapısı ……..…… **94**
Şekil 3.21. : Vaka Tabanlı Gerekçeleme Süreci ……...…… **96**
Şekil 3.22. : Vaka Tabanlı Gerekçeleme Modeli…… **98**

Şekil 5.1. : Anketi dolduranların Firmalarının Verdikleri Hizmetler……. **117**
Şekil 5.2. : Ankete Katılan Firmalarda Çalışan Personel Sayısı…….. **118**
Şekil 5.3. : Anketi Dolduranların İş Tecrübesi…….. **118**
Şekil 5.4. : Anketi Dolduranların Firmadaki Görevleri…….. **119**
Şekil 5.5. : Ankete Katılan Firmaların Gerçekleştirdikleri İnşaat Projeleri Tipleri……..……. **120**
Şekil 5.6. : Anketi Dolduran Firmaların Gerçekleştirdiği Proje m2 Ölçeği……. **121**
Şekil 5.7. : Anketi Dolduran Firmaların Gerçekleştirdiği Projelerin Bütçesi….. **121**
Şekil 5.8. : Anketi Cevaplayan Firmaların Kullandığı Sözleşme Tipleri……. **122**
Şekil 5.9. : Anketi Dolduran İşveren Tipleri…….. **122**
Şekil 5.10. : Ankete Katılan Firmaların Arşiv Miktarı…… **123**
Şekil 5.11. : Anketi Dolduran Firmaların Ön Maliyet Tahmini Gerçekleştirme Sebepleri……. **123**
Şekil 5.12. : Anketi Cevaplayanların Kullandığı Maliyet Tahmin Yöntemleri…. **124**
Şekil 5.13. : Ön Maliyet tahmininde Kullanılan Yardımcı Kaynaklar…….. **125**
Şekil 5.14. : Anketi Dolduran Firmaların Maliyet Takip ve Kontrol Sıklığı……. **125**
Şekil 5.15. : Ön Maliyet Tahmininde Sapma Oranı…… **126**
Şekil 5.16. : Tasarım ve Keşif sonrası Hedef Bütçe Tutturma Oranı…….. **127**
Şekil 5.17. : Standartlaştırmama Kaynaklı Nedenler Grafiği……. **129**
Şekil 5. 18. : Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler Grafiği…… **134**
Şekil 5.19. : İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler Grafiği……. **139**
Şekil 5.20. : Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler Grafiği……. **142**
Şekil 5.21. : Elde Edilmeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler Grafiği… **148**
Şekil 5.22. : Ekonomi Kaynaklı Nedenler Grafiği…… **151**
Şekil 5.23. : Revizyon Kaynaklı Nedenler Grafiği…….. **154**
Şekil 5.24. : Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri…….. **165**

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE FİZİBİLİTE AŞAMASINDA MALİYET TAHMİNİ YAPMAKTA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

ÖZET

Hızla değişen dünyada başarılı olabilmenin temeli günümüzde gerçekleşen ve gelecekte meydana gelmesi muhtemel değişimlere uyum sağlayabilmeye bağlıdır. Değişime ayak uydurmanın temel ise geleceği tahmin etmeye yani iyi bir öngörüye dayanır.

Yatırımcı, yatırım için gerekli finansmanı sağlayabilmek için yapacağı yatırımın bütçesini bilmek ister; İşi yapmaya aday firmalar (Yükleniciler) tarafından bakıldığında ise onlar da uygun fiyat vererek ihaleyi kazanmak için maliyeti doğru tahmin etmek isterler. Hem yatırımcı, hem yüklenici için doğru maliyet tahmini çok önemlidir.

Bu çalışma kapsamında ön inşaat maliyeti tahmini yapmakta karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara çözüm önerileri incelenmektedir. Dünyada maliyet tahmini yapmak için kullanılan çok çeşitli yöntemler vardır. Birim maliyet değerleriyle; dönüştürme modeliyle; nedensel ve deneysel modeller ile regresyon modeliyle; boyutsuz büyüklükler ile olasılık modelleriyle; faktör yöntemiyle; uzman sistemleri ile; maliyet indeksleriyle; fonksiyonel elemanlara dayalı; yapı birimlerine dayalı; kaynaklara dayalı olarak vb. yöntemler sıralanabilir. Türkiye'de bu yöntemlerin bazıları sıklıkla kullanılmakta bazıları ise hiç bilinmemektedir.

Türkiye'de inşaat maliyeti ön tahmini yöntemleri literatür taraması sonucu elde edilmiş ve Türkiye'de ön maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri düzenlenen bir anket ile araştırılmıştır. Literatür taraması sonucunda ön

maliyet tahmininin sıklıkla yapılmadığını, ilk maliyet tahmininin genel olarak tasarım aşamasından sonra yapıldığı belirlenmiştir.

Yapılan anket sonucunda Türkiye'de ön maliyet tahminin sapma oranının %10 ~ %20 arasında olduğu belirlenmiştir.

Ön maliyet tahmini yaparken karşılaşılan zorlukların nedenleri olarak, ön maliyet tahminine yeterli zaman ayrılmaması, işverenlerin beklenti ve taleplerini değiştirmesi, dalgalanmalı enflasyon oranına bağlı fiyat değişiklikleri, inşaatın doğası gereği ortaya çıkan öngörülemeyen maliyetler ve şirket ve devlet istatistikleri dayalı veri depolarının ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır.

Araştırma sonucunda ortaya çıkan çözüm önerileri ise proje sonlarında verilerin düzenlenerek depolanması ve bilgiye dönüştürülmesi, proje yöneticilerinin maliyet odaklı olarak yönetimlerinin sağlaması iyi bulunan çözüm önerileri arasındadır.

AN EVALUATION ABOUT DIFFICULTIES AND SOLUTIONS IN THE STEP OF COST ESTIMATING FOR FEASIBILITY PROCESS IN THE CONSTRUCTION SECTOR

SUMMARY

To get succeeded in the very fast changing world is up to become adapted to the developings and changes which has just happened or probably is going to happen. This is possible by estimating future and proper forecasting.

Investor naturally wants to know job budget that it is going to finance. In the point of the view of the nominee to make the job-contractor- it needs accurate forecasting and cost estimating to win the tender by announcing the accurate price. So the cost estimation is very essential for both investors and contractors.

Based on this project's scope; it is invested about problems that is faced in pre-construction cost estimating and solutions to these. In the global literature there are many cost estimation methods. Unit Cost Evaluation; Converting Models; Causal and Experimental Models, Regression Models, Probability Models for Unitless Quantities; Factor Method; Specialist Systems, Cost Index, Based on Functional Elements Method; Based on Construction Parts Method; Based on Sources Method ….etc methods are used. In Turkey some of these methods are mostly used some of them are not even known.

Following the literature scan pre-cost estimating methods used in Turkey are obtained. An questionary is used to determine the difficulties and solutions for the cost estimation in Turkish construction sector. In the conclusion of the literature scan; pre-cost estimating methods are not often used, mostly first cost estimation is done after the design process.

In the result of the questionary; declination ratio of the pre-cost estimation in Turkey is between %10 and %20.

The reasons that cause the problems for cost estimating process; not enough time for estimating, the change of the demands and expectations of investors, change in price by the volatile inflation, contingency bdue to the the nature of the construction projects, not enough data base systems existed by firms and government.

In conclusion of this study; solutions are as developing data base system when the project has finished and transfer these datas as efficient information and project managers need to qualify with the cost-based managerial skills.

1. GİRİŞ

Medeniyetin kalbi olan inşaat sektörünün yapı inşası için doğa ve insan arasındaki dengeyi kurması ve uyumu sağlaması gerekir. İnşaat sektörün kendine özgü koşulları, sektörün alt sektörlerinin sayısının çokluğu, imalata giren bileşenlerin sayısı göz önünde bulundurulduğunda büyük, karmaşık, dış etkenlerle iletişim halinde ve insana bağlı bir sektördür. Böylesi bileşene sahip iç ve dış etkenlere maruz kalan inşaat sektöründeki projelerin yönetimi, kaynakların etkin kullanılması, projenin planlanan zamanda, bütçe limitini aşmayacak biçimde istenen kalitede gerçekleştirilmesine bağlıdır.

Günümüzde gerçekleştirilen inşaat projelerinde kalite, maliyet ve zaman üçlüsünün optimizasyonu esastır. Bu optimizasyonun yapılması için planlama, uygulama, kontrol etmek gerekmektedir. Üç beklentinin (kalite,maliyet,zaman), üç (planlama,uygulama, kontrol etme) aşamada optimizasyonu ise ayrı ayrı incelenmesi gereken 3x3'lük bir matris oluşturur. Projenin başarısı doğru tahminlerle başlar. 9 parçadan oluşan bu matrisin bir parçası olan (maliyet x planlama) kısmını yani ön maliyet tahmini konusu bu çalışma kapsamında irdelenecektir.

Evrensel bilimin amacı bugüne ve düne bakıp, yarın ne olabileceğini belirlemeye çalışmaktır. Fizibilite safhasında yapılan ön maliyet tahmini de aynı amacı taşımaktadır. Bu yüzden bugüne ve düne ait verilerin düzgün olması ön maliyet tahmini açısından çok önemlidir.

Yatırımcı, yatırım için gerekli finansmanı sağlayabilmek için yapacağı yatırımın bütçesini bilmek ister; İşi yapmaya aday firmalar(Yükleniciler) tarafından bakıldığında ise onlar da uygun fiyat vererek ihaleyi kazanmak için maliyeti doğru tahmin etmek isterler. Hem yatırımcı, hem yüklenici için doğru maliyet tahmini çok önemlidir.

Dünyada maliyet tahmini yapmak için çok çeşitli yöntemler vardır. Birim maliyet değerleriyle; dönüştürme modeliyle; nedensel ve deneysel modeller ile regresyon modeliyle; boyutsuz büyüklükler ile olasılık modelleriyle; faktör yöntemiyle; uzman sistemleri ile; maliyet indeksleriyle; fonksiyonel elemanlara dayalı; yapı birimlerine dayalı; kaynaklara dayalı olarak vb. yöntemler sıralanabilir. Türkiye'de bu yöntemlerin bazıları sıklıkla kullanılmakta bazıları ise hiç bilinmemektedir.

İnşaat yatırımında projelerin amaçlarının (Okul, Hastane, Konut, Baraj vb.) birbirinden farklı olması, çizilen her yeni projenin tasarımlarının değişken olması; proje girdilerinin (mal sahibi, yüklenici, kullanılan malzemeler, makine ve ekipmanlar vb.) farklı olması, enflasyon oranının ülkemizde değişken olması ve isteklerin projenin ilerleyen her safhasında değişmesinden dolayı maliyetlerin kesin olarak belirlenmesi güçtür.

Ülkemizde istatistik verilerin kapsamının darlığı, mevcut istatistiklerin uygulama kullanımına yönelik olmaması, dalgalanmalı enflasyon oranlarından kaynaklı fiyat değişiklikleri, yatırımcıların proje ilerlemesi safhasında değişen beklentileri ve istekleri, maliyet tahmin yöntemlerinin hepsinin bilinmemesi, inşaatın doğasından kaynaklı öngörülemeyen maliyetlerin olması vb. nedenlerle yapılan tahmin gerçekleşeni yakalayamamaktadır.

İnşaat projesinin bileşenleri insan, makine, ekipman, malzeme vb. kaynaklardır. İşte bu kaynaklara ait fiyat ve miktar bilgileri, proje organizasyonundaki yeni kurulan ekip, o projeye ait alt yüklenici ve tedarikçilerin farklı oluşu vb. her proje için ayrı girdilerin olması ve isteklerin projenin her safhasında değişebilmesinden dolayı maliyetlerin kesin olarak belirlenmesi son derece zordur.

Bu çalışmaya ön maliyet tahmini ile ilgili çeşitli kütüphanelerden basılı yayınlar araştırılmış, internet aracılığıyla aynı başlıklı incelemeye devam edilmiş ve ön maliyet tahminine yönelik tahmin yöntemleri, ilgili tanımlar ve örnekler bulunmuş fakat bu ön maliyet tahmini yapmakta Türkiye'de karşılaşılan zorluklara ait, yapılan tahminlerin gerçekleşen değerlerle arasındaki sapma nedenleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, yatırım fizibilitesi aşamasında ön maliyet tahmini yapmakta kullanılan modellerin belirlenip, tahmin yapmakta karşılaşılan zorlukların

sınıflandırılması ve bu zorluklara sektörden tecrübeli kişilerin çözüm önerilerinin öncelik sırasına göre sıralanmasıdır.

Bir yapının üretim süreci; fizibilite evresinden gerçekleştirme evresine, hatta teslim, kullanım ve yok etme evrelerinin sonuna kadar uzanan oldukça geniş ve kapsamlı bir süreç olduğu göz alınırsa, sürecin çeşitli evrelerine yönelik, niteliği ve ölçeği farklı birçok maliyet tahmini türü söz konusudur. Tez kapsamında fizibilite evresinde kullanılan ön maliyet tahmini yaparken karşılaşılan zorluklar ve sektörden çözüm önerileri ortaya çıkacaktır.

Bu çalışmada maliyet tahmini konusunda sektörün karşılaştıkları zorlukları ve çözüm önerilerini belirlemek amaçlı anket yapılmıştır.

Tez çalışmasının 2. bölümünde inşaat sektörünün özellikleri ve inşaat sektöründe maliyet kavramı ele alınmıştır.

Tez çalışmasının 3.bölümünde, inşaat sektöründe ön maliyet tahmini yöntemlerinden, tahmini etkileyen faktörlerden, maliyet tahmin model seçimini etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir.

Tez çalışmasının 4.bölümünde, Türkiye'de inşaat sektöründe ön maliyet tahmin yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri konusunda yapılan araştırmanın amacı, yöntemi ve araçları belirlenmiştir.

Tez çalışmasının 5.bölümünde, Türkiye'de inşaat sektöründe ön maliyet tahmin yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri konusunda yapılan anket çalışmasından elde edilen bulguların analizi, sonuçları ve çapraz değerlendirmeler yeralmaktadır.

Tez çalışmasının 6. bölümünde, Türkiye'de inşaat sektöründe ön maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri konusunda yapılan araştırma çalışmasının sonuçları değerlendirilmiştir.

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN ÖZELLİKLERİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE MALİYET KAVRAMI

2.1. İnşaat Sektörünün Özellikleri

Bir projeyi ilk yatırım tahmini aşamasından alıp tamamlama ve kullanıma sokma işlemi; karmaşık, genellikle siparişe bağlı ve beraberinde zaman gerektiren tasarım ve üretim işlemleri içermektedir. Bu süreçte değişik yetenek ve ilgi alanlarına sahip çok sayıda insana ihtiyaç duyulur ve birbirinden farklı ancak ilişkili, geniş bir yelpazedeki pek çok işin koordinasyonu gerekir. Tüm bunların yanında bu karmaşıklık pek çok dış kontrol edilemeyen etken tarafından artırılır. [1]

İnşaat sektörü, tüm dünya ülkelerinde, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinde önemli bir paya sahiptir. Sektörün; alt sektörlere önernli miktarda iş istihdamı sağlaması, emek yoğun teknolojiler kullanılması, ülke ekonomisi için dengeleyici özelliklerinin olması ve özellikle bu sektörün canlandırılabilmesi için dışarıdan hiçbir yardımın gerekmemesi gibi özelliklerinden dolayı inşaat sektörü birçok ülke ekonomisinde lokomotif görevi üstlenmiştir.[2]

İki ayrı inşaat projesinin birbirinin tamamen aynısı olması çok az rastlanan bir durumdur. Doğaları gereği yapım projeleri birbirlerinden farklıdırlar ki, bu da her projenin tamamen kendi başına düşünülmesi gerektiği anlamına gelir. [1] Tasarımları birbirinin aynı olan projeler bile uygulandıkları arazi koşullarına göre, yapılacak yerin imar mevzuatı, belediye kanununa göre değişiklik gösterecektir.

İnşaat sektörü gerek strüktürel yapısı gerek sonuç ürünün fiziksel yapısı itibariyle diğer sektörlerden farklıdır. İnşaat sektöründe ortaya çıkan ürün geniş çaplı, yüksek maliyetli ve tek defaya özgü olduğundan prototip oluşturmak ekonomik olmadığı gibi pratikte değildir. [3]

Birçok alanda gözlemlenen endüstriyel gelişmenin inşaat sektörüne yansıması ve bu sektördeki projelerin belirli bir sistematik dahilinde uygulanmasını ve kontrolünü

gerektirmektedir. Projelerin gerçekleştirilmesi için gerekli kaynakların maliyetlerinin tahmini ve kontrolü, kaynakların az yada diğer bir ifadeyle sınırlı olduğu bir ortamda, etkin planlama ve reel bütçe oluşturulabilmesi açısından önemlidir. [2]

İnşaat sektörü, ortaya çıkan ürünün yüksek maliyetli ve tek defaya özgü olması bakımından diğer sektörlerden farklılık göstermektedir. Bu sektörde rol alan birçok kişi ya da kuruluş için maliyet tahmini, sürecin gerçekleştirilmesi ve devamlılığına yönelik uygun kararların verilmesi ve kaynakların en etkin biçimde kullanılması açısından büyük önem taşımaktadır. (Hall ve Tomkins, 2001). Ayrıca bu şekilde tutarlı tasarım alternatiflerinin oluşturulması ve finansal modelin doğru biçimde kurulması sağlanmış olacaktır. [17]

İnşaat üretiminin özelliklerini kısaca özetlersek : [27]

- İnşaat sanayinde üretim yeri gezici, ürün sabittir.
- İnşaat işletmeleri ellerindeki projeler dışında uzun vadeli faaliyet programları yapamazlar.
- İnşaat sürecinde daima belirsizlikler vardır.
- İhale teklifindeki tahmini maliyet, çeşitli açılardan ve değişik koşullarda edinilen tecrübeye dayanılarak saptanır.
- İnşaat sektöründe açık rekabetten söz edilemez.
- İnşaatta rasyonelleşme, işveren veya proje bürosu tarafından öncelikle tasarım aşamasında yapılmalıdır.
- İnşaat işçisinin büyük çoğunluğu geçici olarak çalışır.
- İnşaat emek yoğun teknoloji kullanır.
- İnşaat uygulamasına gayri resmi ilişkiler hakimdir.

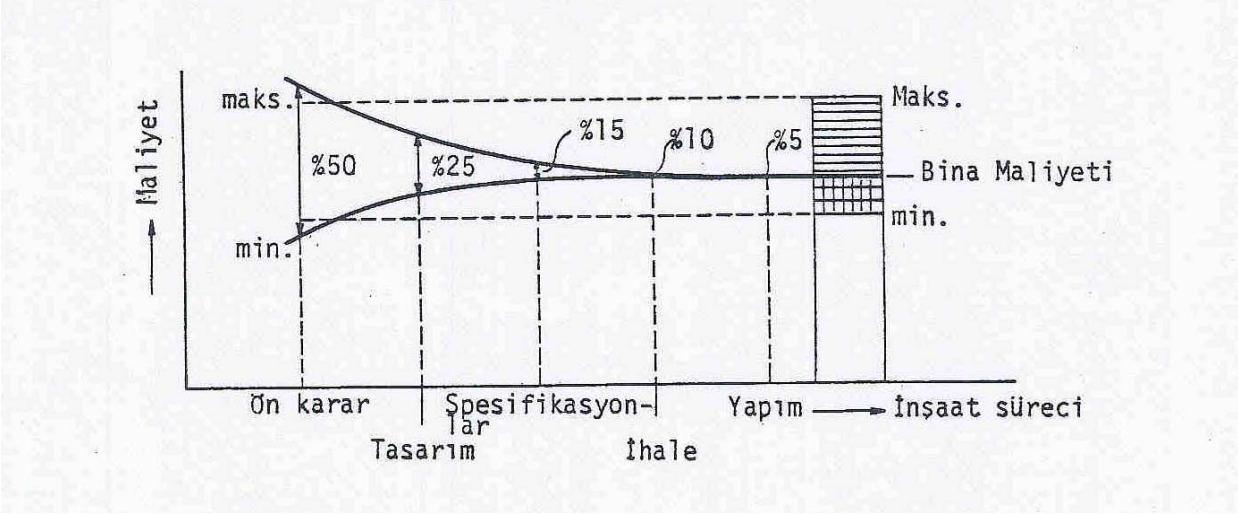
2.2. İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmini ve Bütçe Oluşturulması

Maliyet tahmininin amacı, sınırlı kaynakları en etkin şekilde kullanarak, istenilen seviyede hizmet ya da ürünün sağlanabilmesinde gerekli maliyeti tanımlayabilmektir. Maksimum üretkenliğin sağlanabilmesi, söz konusu işin tamamlanabilmesi için gereken maliyetlerin doğru tahmini ve kabul edilen maliyet sınırları çerçevesinde etkin yönetilmesiyle mümkündür [3].

Doğru bir tahmin, yüklenici ve alt yükleniciler açısından sektörde etkin ve kalıcı bir yere sahip olabilme şansı sağlayabildiği gibi, gerçeğinden uzak bir tahmin olumsuz etkiler yaratabilir[4].

İnşaat sektörü, strüktürel yapısı ve sonuç ürünün fiziksel yapısı itibariyle diğer sektörlerden farklıdır. Endüstriyel alanda olduğu gibi, yeni bir ürün için prototip (ilk örnek) oluşturmak, söz konusu ürünün fonksiyon ve maliyetinin test edilmesi, gerçek ürün üretildiğinde veya satıldığında ortaya çıkabilecek problemlerin tespiti ve giderilmesi açısından önemlidir. İnşaat sektöründe ortaya çıkan ürün; geniş çaplı, yüksek maliyetli ve tek defaya özgü olduğundan, prototip oluşturmak ekonomik olmadığı gibi pratik de değildir. Bu nedenle, gerçek ürünün fonksiyon ve performansının bir ölçütü olan maliyetinin belirlenmesinde farklı yaklaşımlar söz konusudur.[8]

İnşaat sektöründe yapım maliyetlerinin yüksek olması ve sektörde rekabet ortamının gelişmiş olmasından dolayı, özellikle bina üretim süreci gibi girdi sayısının çok fazla ve üretim sürecinin uzun olduğu işlerde, ürün maliyetinin en hızlı ve en doğru tahmininin yapılmasının önemi büyüktür. [2]



Şekil 2.1. İnşaat Sürecinde Maliyetin Oluşumu[2]

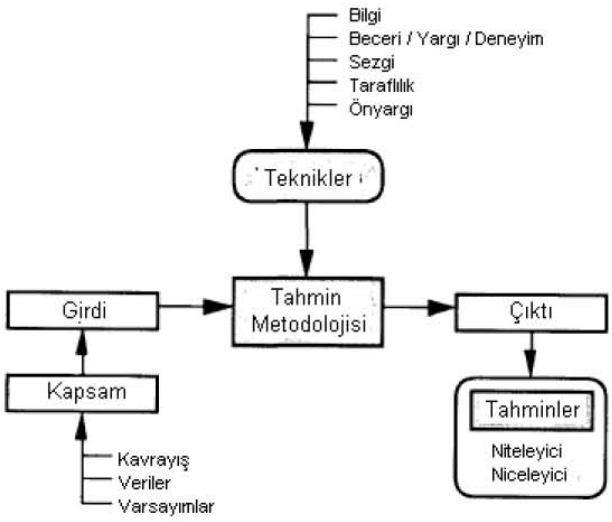
Yapı ekonomisi açısından en önemli maliyet tahminin karar evresinde ortaya çıktığı kabul edilir. Mal sahibinin-müşterinin-işlevsel niteliksel ve ekonomik ihtiyaç ve istekleri ile bunları sınırlayan kısıtlamalar belirlenir. Mimar için bina müşterisinin ne kadar harcamayı düşündüğünü saptamak, maliyet ve kalite faktörlerini dengelemek oldukça zordur. İhtiyaçları karşılamak üzere birtakım alternatif çözüm yolları

belirlenerek değerlendirilir. kullanıcı isteklerinin ve ihtiyaçlarının bina büyüklüğü ve kalitesini büyük ölçüde belirlediği ve maliyetin de bu değişkenlerin bir fonksiyonu olduğu düşünülürse bu evrenin önemi anlaşılır. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, maliyet büyük oranda bu aşamada verilen kararlarla oluşmaktadır (Şekil 2.1.) [21].

Müşteri, genellikle, herhangi bir çizim yapılmadan önce bir maliyet değeri bilmek ister. Bu evrede, benzer tipte, daha önce inşa edilmiş bir binanın güncel değerine dayanan bir maliyet verilebilir. Bunun yanında, yatırım tutarı, genellikle, bina alanı ile yaklaşık birim alan maliyetinin çarpılmasıyla bulunmaktadır. Güvenilir olmamasına karşın çabuk ve kolaydır. Toplam maliyetin, metreküp bina hacmi ile birim hacim maliyet çarpılarak bulunduğu küp metodu ya da binanın maliyeti ile o binadaki fonksiyonel birimlerin sayısı arasında bir ili5ki olduğu (hastanelerde yatak başına, okullarda sıra başına, tiyatrolarda koltuk başına maliyet vb.) esasına dayanan birim yöntem bu evrede kullanılabilecek maliyet tahmin yöntemleri arasındadır. Regresyon analizleri kullanılarak geliştirilen modeller de bu evrede kullanılabilir. [15]

Bina üretim sürecinin her safhasında, mal sahibinin temel beklentilerinin; belirlenen amaca, maliyete ve planlanan süreye uygunluğu sağlanmandır. Bina maliyetinin oluşumuna ve söz konusu maliyeti kontrol altında tutmaya yönelik kararların büyük ölçüde bina üretim sürecinin tasarım evresinde verildiği göz önüne alınırsa, tasarım evresinin çeşitli alt safhalarında gerçekleştirilecek maliyet tahminlerinin; mal sahibi, tasarımcı, yüklenici, alt yüklenicilerin vs., sürecin devamlılığı konusunda karar verebilmeleri açısından önemi büyüktür. [2]

Geçmişten bugünkü koşullara ve sonrasında geleceğe yönelik çıkarımlar yapılır. Bu çıkarımlar; geçmişteki bir durumun, bunu değiştirecek yeni bir etken olmadığı sürece devam edeceği yaklaşımına bağlı kalarak gerçekleştirilir. [1]



Şekil 2.2. Tahmin Süreci[1]

Şekil 2.2. de görüldüğü gibi Tahmin girdi ve çıktısı olan bir süreçtir. Tahmin işleminin iki aşaması bulunmaktadır. İlk olarak, önerilen eylem olmadan geleceğin ne şekilde olacağı çıkarılır. Gelecek, elbette ki belirsizdir, bu da çıkarımların yanlış olabileceği anlamına gelir. Beklenmeyen bir olay, yapılan varsayımları geçersiz kılabilir, geleceğe dair hatalı veya eksik bilgiye dayalı yada yanlış çıkarımlarda bulunulabilir. Bu insani eylemlerin içinde yer alan bir risktir. Tahminlerin bize söylediği, böyle bir riskle baş etmenin bir yolunun geçmiş deneyimlerden faydalanmak olduğudur. Aslında gelecek hakkında çıkarımda bulunmak için geçmiş deneyimler kullanılabileceği gibi, geçmiş risk deneyimlerinden faydalanarak kararların gelecekteki risklilikleri çıkarılabilir.

Yalnızca geçmişe dayandırılmış modellerin çok daha karmaşık ve belirsiz bir geleceği öngörmesi beklenemez. Geçmişe duyulan koşulsuz güven, düşünce sürecinin önünde engel oluşturup etraflıca düşünmeyi kısıtlayabilir. [1]

Her tahmin tekniğinin kendine özgü güçlü ve güçsüz yanları olmasına karşın her durum, zaman, para veya veri gibi kısıtlara tabidir. Göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalar şöyle sıralanabilir;

- Verilerin bulunabilirliği,

Eğer veri eksikliği bulunuyorsa çok karmaşık yöntemler kullanmanın bir anlamı yoktur. Verinin kapsamı, kesinlik derecesi ve temsil yeteneği önem taşır.

- Verinin değişkenliği ve tutarlılığı,

- Zaman aralığı,

Tahminin yapıldığı zaman aralığı, sonuçların kesinlik derecesini etkileyecektir. Gelecek iki yıla yönelik bir tahminin 20 yıla yönelik bir tahmine göre doğru çıkma olasılığı daha yüksektir. Bunun ötesinde, tahminin üretilmesi için harcanan zamanın da tahminin kesinlik derecesi ve güvenilirliği konusunda önemli etkileri olacaktır. [1]

Tahminin ortaya çıkma maliyeti,

Kesinlik derecesi ve güvenilirlik,

Risk analizi bir tahmin için olasılıkların kapsamının belirlenmesine yardım eder; en önemlisi ise kendimize bir grup "... gerçekleşirse ne olur" sorusu sormamıza neden olur. Aynı zamanda olagelen olasılıklarının da incelenmesini mümkün kılar. [1]

Gelecek hakkında açık fikirli olmak [1]

Tahminde bulunan kişinin önünde bulunan tekil ve dağılımsal olmak üzere iki çeşit bilgi tipi arasında bir ayrım yapması gereklidir. Tekil bilgi yalnızca üzerinde durulan olay hakkında kanıt içerir. Dağılımsal bilgi ise benzeri olayların dağılımı ve sonuçlarına ilişkin bilgi içerir. Örneğin yeni bir kanalizasyon tesisatının fiyatı ile ilgili tahminde bulunulurken, kanalizasyon tasarımının detayları bilinir, bu tekil bilgidir. Benzer kanalizasyon tasarımları ile ilgili sahip olunan bilgi ise dağılımsal

bilgi niteliği taşır. Tekil bilgi, tasarımın, tasarımı benzerlerinden farklı kılan özelliklerini ifade ederken, dağılımsal bilgi herhangi başka bir yerde karşılaşılan sonuçları ortaya koyar. [1]

2.3. İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmininin Amacı

İnsanlar her dönemde yeni bir yapı inşa etmeye başlamadan önce ne kadara mal olacağını bilmek istemişlerdir. 19. yüzyılın başlarına kadar kaba bir tahmin bu ihtiyacı karşılamaya yetmiştir. Çünkü bu zamana kadar kaynak kıtlığı pek önemli bir problem haline gelmemişti. [15]

Endüstri Devrimi ile birlikte maliyet tahminine ve bu tahmin sınırları içinde kalabilmek için maliyet denetimine ve bu tahmin sınırları içerisinde kalabilmek için maliyet denetimine verilen önem giderek artmaya başlamıştır. Bunun sebebi şöyle sıralanabilir : [15]

- Kar etme düşüncesi ile maliyet bilincinin artması
- Projenin teknolojik karmaşıklığının artması
- Geleneksel ekonomik ve sosyal düzenin daha olgun ve dinamik bir hale gelmesi
- Bina ihtiyacının her geçen gün biraz daha artması ve "büyük ihtiyaç- kıt kaynak dengesinin sağlanması zorunluluğu, başka bir değişle kıt ekonomik kaynakların rasyonel olarak kullanılması zorunluluğu

Bu durumda karar verme sürecinin yapısı değiştirilerek, önce karar vermek, sonra maliyetleri hesaplamak yerine belirli maliyet sınırları içinde karar vermek yaklaşımı benimsenmiştir. [15]

Maliyet tahmininin önemli bir özelliği hangi amaçla yapıldığının bilinmesi gerekliliğidir. Bu nedenle tahmin yapmak üzere çalışmalara başlarken yapılacak ilk iş şu beş soruya cevap vermek olacaktır. Sorular "kim, ne, nerede, niçin ve ne zaman" soru kelimeleri ile yapılır. [16]

- Tahmin yapılmasını kim istiyor?
- Ne tip bir tahmin isteniyor?
- Proje nerede inşa edilecek?
- Tahmine niçin ihtiyaç duyulur?
- Proje ne zaman inşa edilecek?

Kullanıcının kendisine ait bir arsa üzerinde, yine kendisi için bir bina.yaptırması durumu dışında, genellikle, ilk yatırım maliyetini oluşturan harcamalar tek bir kişi ya da kuruluş tarafından yapılmamaktadır. Şu halde, bu kişi ya da kuruluşların (girişimci, tasarımcı, yapımcı-yüklenici) kullanım evresinden önceki evrelerde yaptıkları işlemler sonucunda oluşan maliyetler birtakım kar paylarını da

içermektedir. Bu duruma göre her kuruluş kendi maliyetleri ve kar paylarını belirleyebilmek için maliyet hesabı yapmak zorundadır. [15]

Maliyet tahmini farklı kişiler için farklı anlamlar taşır;

Mal sahibi için yapılan ilk tahmin, mal sahibinin belirlediği ihtiyaç ve istekler çerçevesinde bu iş için ayırdığı veya ayırabileceği finansmanın yeterli olup olmadığının belirlenmesi için yapılır. Yapılan bu ilke tahmin olumlu ise tasarım çalışmaları başlar, değilse, mal sahibi ek kaynak bulmak, isteklerinde değişiklik yaparak daha küçük ve düşük nitelikli bir binaya razı olmak ya da bu girişiminden tamamen vazgeçmek durumunda kalabilir. [15]

Tasarım ekibi (mimar, mühendis, plancı ve diğer üyeler) açısından ise maliyet tahmininin önemi, gerçekleşecek maliyetin, başlangıçta mal sahibi ile belirlenen maliyet sınırları içinde kalmasını sağlamak için bu tahminleri kullanarak ihtiyaçlar ile bütçe dengelenene kadar tasarımda değişiklik yapmak zorunda olmasından kaynaklanmaktadır. [15]

Yüklenicinin amacı öncelikle, girdiği ihaleyi kazanmak, sonra sözleşmede belirli şartlarla üstlendiği üretimin istenen performansta, en kısa sürede ve en az maliyetle gerçekleşmesini sağlamaktır. Bir yüklenicinin teklifi, işin yükleniciye maliyetinin tahminine dayalıdır. Başarılı bir teklifin ölçüsü sözleşmeyi kazanmaya yetecek kadar düşük, kar edebilecek kadar yüksek olmasıdır. Etkili bir bütçeleme ve denetim, yüklenicinin çeşitli koşullar altında maliyetleri doğru tahmin edebilmesine bağlıdır. Yüklenici maliyet tahminine dayanarak gelecekteki nakit akışını da kestirebilir.

Bu yolla finansal gereklilik de görecek ve gerekli önlemleri alacaktır. [15]

Maliyet tahmini; projenin tamamlanması için gerekli kaynakların maliyetlerini proje süresince tahmin etme ve geliştirme işlerini kapsar. Bu işlemler yapılırken eski projelerde gerçekleşmiş işlerden ve maliyetlerden, zaman ve para anlamında faydalanmak gerekmektedir. Bu tür tahminler yapılırken doğal olarak çizim, detay ve şartnamelerin eksikliğinin az olması ölçüsünde, maliyet tahminlerindeki yüzdesel sapmaların az olacağı aşikardır. [22]

Maliyet tahminin doğasında şu terimler vardır.

- Amaç
- Doğruluk
- Aşama
- Çaba
- Sorumluluk

Genel olarak maliyet tahminleri amaçları doğrultusunda tanımlanırlar. Bir ihaleye teklif verilmesi için, bütçe oluşturulması için veya proje fon temini amaçlı vb. olabilirler. Maliyet tahminleri teklif aşamasında kanıt olarak ya da tavsiye olarak kullanılırlar. [22]

Maliyet tahminlerinin en yaygın kullanım amacı en iyi ve gerçek bilgileri teklif sürecine sağlamaktır. İhalede maliyet tahmininden daha iyi bilgi mevcut değildir. [22]

Bazı firmalar maliyet tahmininin toleransını ±5%, bazıları ±10% bazıları da +25% ve -10% arasında olmasını isterler. Doğruluk bu tahminler için kritik bir önem taşımaktadır. İstenen doğruluk oranı tutturulmak zorundadır.

Bazı yöneticiler ise maliyet tahminini yapılan işin iyimi kötümü yapıldığını ölçmek için bir hedef olarak görürler. [22]

Maliyet tahmini gerçek maliyeti tahmin etmek için yapılan bir girişimdir. Tahminin doğruluğu tahmini yapan kişinin asıl amacıdır ve gerçekleşen tahminlerin hemen hemen yarısı gerçek maliyeti aşarken diğer yansı da gerçek maliyetten düşük kalmaktadır. Bunun için aynı statik hesaplarda olduğu gibi bir güvenlik katsayısı(faktörü) olması gerektiği savunulmaktadır. Güvenlik faktörü maliyeti arttırırken hiçbir maliyet komponenti tahmininin düşük kalmadığının güvencesidir. [22]

Bazı şirketler aşama kavramını maliyet tahminini tanımlamak için kullanmaktadırlar. Örnek olarak ön maliyet tahmini ya da nihai maliyet tahmini şeklinde tanımlandırılmaktadır. Bunun amacı maliyet tahminini bölümlere ayırmak ve sağlam

temele oturmayan, kapsamlı mühendislik çalışması içermeyen tahminleri elemektir. [22]

İlk tahminler işten vazgeçme, sonlandırma sonucunu çıkarmazda devam kararına sebep olursa ilave metotlar gerekecektir. Dikkatler hazırlığı daha titiz ve doğru olan metotlara çevrilecektir. Bu aşamada tasarımı yapanlar detayları doldururlar ve maliyet tahmini yapanlar da genişletilmiş miktarlar üzerinden sağlanan bilgiler ışığında bir maliyet tahmin yapısı oluşturmaya başlarlar. Bazı hallerde detaylı maliyet tahminleri ön maliyet tahminlerinin tekrarlanmasıdır çünkü sadece çok az güncelleştirme gerekmektedir. Dolayısıyla bu maliyet tahminleri için çaba değişkendir. [22]

Detaylı maliyet tahminleri daha miktarsaldır. Keyfi olarak ve aşırıya kaçılmış düşünce faktörleri bastırılır. Detaylı maliyet tahmin modeli, ister bir bilgisayar programı ister önemli noktalan sıralayan bir sayfa ya da hesaplama kodu olsun niyet aynıdır; maliyeti bulmak için biçimsel kurallar kullanmak. [22]

Bütçe; ileriye dönük, mevcut bilgi ve işte kazanılan deneyimlerden yararlanarak belli bir zaman aralığı için yapılan gelir gider tablosudur.

Şantiye bütçesinin hazırlanmasında kullanılan verilerin elde edilmesine yardımcı olan kaynak ve bilgiler. [22]

- İhale hesapları

- Gerçekleşen maliyetler

- Önceden yapılmış rekalkülasyonlar

- Proje revizyonları

- Ülkenin ekonomik koşulları

• Alınacağına kesin gözü ile bakılan taleplerdir. [16]

Maliyet tahmini yapılırken şüphesiz bir takım riskler söz konusudur. Bu riskler şöyle sıralanabilir.

- İnşaat süresi ve dizayn oluşumu süresince oluşan başarısızlık

- Proje tasarımındaki değişiklikler

- İş programındaki gecikmeler

- Kötü zemin koşullan

- Olağanüstü hava koşulları

- İşçilik ve malzemedeki beklenmeyen fiyat değişiklikleri

- Grevler

- Şantiye kazaları

- Spekülatif gelişmeler

- Kötü işçilik

- Doğal afetler (sel, deprem, vs.)

- Geç üretim nedeniyle gelen zarar talepleri

- Proje bütçesinin aşılması

- Bu risklerin sonuçları ise;

- Hesaplanan maliyetten sapma, bütçeyi aşma

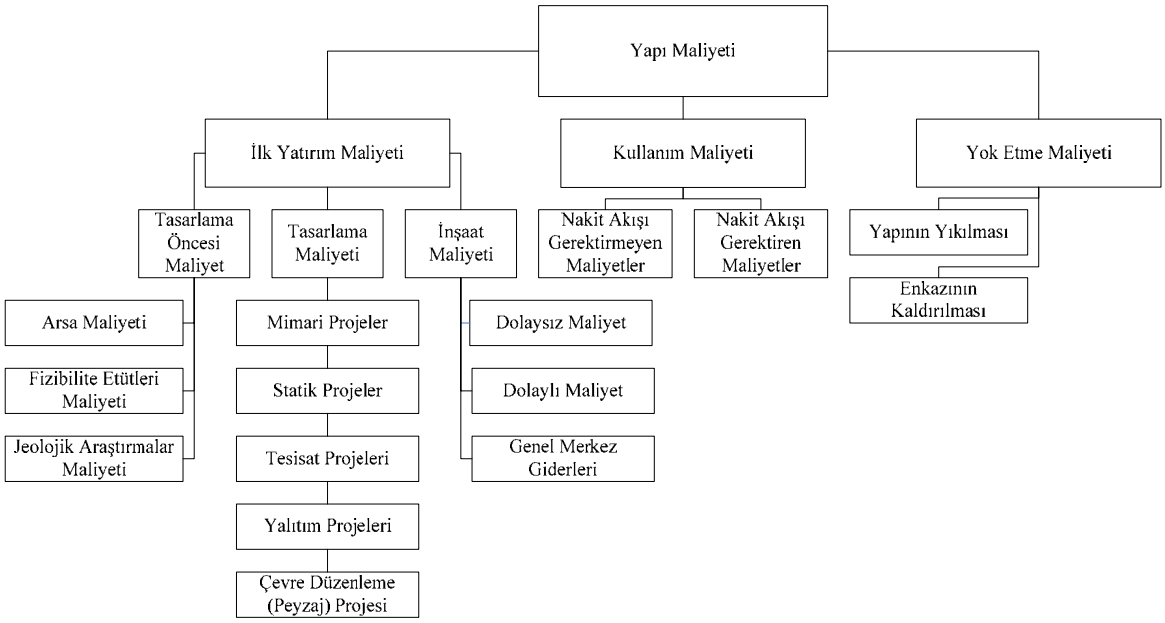
- Belirlenen, istenen sürede işi bitirememe

- İstenen kalite ve işlevsel düzeyi sağlayamama şeklinde etkilerini gösterebilir.

2.4. İnşaat Yatırımlarındaki Genel Maliyet Bileşenleri

Bir yapının maliyeti Şekil 2.3 te de görüleceği gibi , ilk yatırım, kullanım ve yok etme maliyetleri olmak üzere üç bileşene ayrılabilir. [23]. Yapı maliyeti = İlk Yatırım Maliyeti + Kullanım Maliyeti + Yok Etme Maliyeti. İlk yatırım maliyeti, ön karar evresinden itibaren yapının gereksinimlerinin tespiti ile başlayan ve inşaatın sona ermesi ile tamamlanan; arsa bedeli, projelerin bedelleri, ruhsat harçları, inşaatın gerçekleştirilmesi için yapılan harcamaların toplamı sonucunda oluşan maliyettir. İlk

yatırım maliyeti de yapının gerçekleştirilmesinden önce meydana gelen tasarlama öncesi ve tasarlama maliyeti ile gerçekleştirilmesi aşamasında meydana gelen maliyet olmak üzere üçe ayrılabilir. [23]



Şekil 2.3. İnşaat Projelerindeki Genel Maliyet Bileşenler [23]

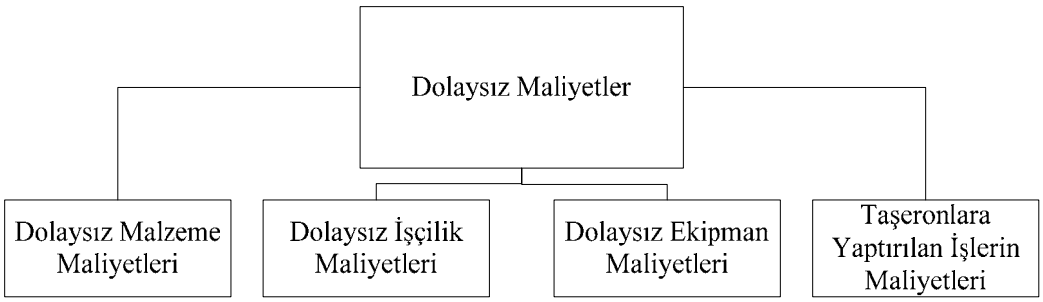
Tasarlama öncesi maliyet, yapı fikrinin ortaya çıkması ile başlayan fizibilite etütleri, jeolojik araştırmaları içeren işlemlerin ve arsa maliyetinin oluşturduğu maliyettir. [23]

Tasarlama maliyeti, tüm tasarlama işlemlerinin maliyetidir. Mimari, statik, tesisat (elektrik ve makine grubu) ve yalıtım projeler için yapılan harcamaların meydana getirdiği maliyettir. [25]

İnşaat maliyeti, inşaatı gerçekleştirebilmek için yapılması gereken harcamaların ve katlanılması gereken fedakârlıkların toplamıdır. İnşaat maliyeti tüm iş kalemleri giderlerinin oluşturduğu dolaysız maliyet ile birlikte yapının oluşturulması için yapılan diğer harcamaların oluşturduğu dolaylı maliyet ve de genel merkez giderleri toplamıdır. [23]

İnşaat Maliyeti = Dolaysız Maliyet + Dolaylı Maliyet + Genel Yönetim (Merkez) Giderleri

Şekil 2.4. te de görüldüğü gibi Dolaysız maliyetler, malzeme,işçilik,ekipman ve taşeron işleri olmak üzere dörde ayrılır.



Şekil 2.4. Dolaysız Maliyet Bileşenleri [23]

Dolaysız malzeme maliyetleri, bir yapının inşaatının gerçekleştirilmesinde iş kalemleri ile doğrudan ilişki kurulabilen ve belirli bir dönemde tüketilecek tüm malzemelerin maliyetlerini içermektedir. Örneğin konut inşaatında dolaysız malzemeler beton, demir, çimento, tuğla, kiremit, kereste; yol inşaatında kullanılan dolaysız malzemeler ise kaldırım taşları, asfalt, çakıl vb. malzemelerdir.

Eğer kapı-pencere doğramaları, boya-badana malzemeleri, cam, sıhhi tesisat malzemeleri, asansör vb. imalatlar da taşeronlar tarafından yapılmıyorsa, bu işler için de kullanılan malzemeler direkt malzemelere ilave edilecektir. [26]

Dolaysız işçilik maliyetleri, iş kalemlerinde tespit edilebilen ve maliyetlere doğrudan yüklenebilen işçilik maliyetleridir. İlk olarak müteahhidin kendine bağlı elemanlarca yaptığı işlere ait işçilik maliyetleridir. Bu maliyetler sadece ücretleri içermeyip ayrıca ücretlerin eklentileri olan SSK işveren prim payları, yemek ücretleri vb. gibi maliyetleri de içermektedir. [26]

Dolaysız makine-ekipman maliyetleri, imalatların gerçekleştirilmesi için kullanılacak makine ve ekipmanların çalışmalarına göre maliyetlere doğrudan ilave edilen maliyettir. [23]

Taşeronlara yaptırılan işlerin maliyetleri, taşeronun müteahhitle yaptığı sözleşmede belirtilen hizmetler karşılığında gerçekleşecek maliyetlerdir. Bu maliyetler de inşaat taahüdüne direkt olarak yüklenilen maliyetlerdir. [26]

Dolaylı maliyetler, iş kalemlerinin kapsamadığı fakat bu imalatları gerçekleştirirken şantiyede ortaya çıkan maliyetlerdir. İnşaat işlerine doğrudan yüklenemeyen ve dolaysız malzeme, dolaysız işçilik ve taşeronlara yaptırılan işlerin maliyetleri dışında kalan şantiye genel giderleridir. Örneğin, şantiye alanında yapılan geçici tesislerin amortisman (yıpranma payı) payları, bakım-onarım maliyetleri, kalite kontrol maliyetleri, mazot-yağ maliyetleri, taşıt yıpranma payı maliyetleridir.[26]

Dolaylı Maliyetler - Şantiye (Genel) Giderleri Ayrıntılı Listesi

a) Şantiye mobilizasyon (kuruluş ve yerleşim) - demobilizasyon (söküm ve terk ediş) giderleri

1. Amortismana tabi tesis giderleri

1.1. Tesis temin bedelleri

1.2. Tesislerin tefriş giderleri

1.3. Tesislerdeki ekipman giderleri

1.4. Diğer giderler

2. Amortismana tabi olmayan tesis giderleri (Saha tanzim, nakliye, montaj, temel (kazı dâhil) demontaj, dönüş nakliye, temel yıkım, çevre tanzimi, çit)

2.1 Tesislerin saha tanzimi masrafları

2.2. Tesislerin geliş nakliye giderleri

2.3. Tesislerin montaj masrafları

2.4. Tesislerin kazı dâhil temel masrafları

2.5. Tesislerin çevre tanzimi masrafları

2.6. Tesislerin çevresine çit çekilmesi masrafları

2.7. Tesislerin demontaj masrafları

2.8. Tesislerin dönüş nakliye giderleri

2.9. Tesislerin temellerinin yıkım masrafları

2.10. Diğer (yol, iş sonu şantiye temizliği vb)

b) Şantiye altyapı hizmetleri

1. Ulaşım yolları
2. Betonlaşmış sahalar
3. Şantiye çiti
4. Spor tesisleri
5. Elektrik getirme (hat + trafo) masrafları

5.1. Yüksek gerilim hattı / trafo giderleri

5.2. Şebekeden elektrik sarf giderleri

5.3. Jeneratörle elektrik sağlanması giderleri

5.4. Dağıtım şebekesi giderleri

5.5. Bakım giderleri

6. Şantiye su ve kanalizasyon tesis giderleri

6.1. Satın alınan suyun bedeli

6.2. Kuyu açma masrafları

6.3. Şebekeden sarf giderleri

6.4. Bakım masrafları

6.5. Tankerle taşıma ilave maliyeti

6.6. Depo masrafı

6.7. Fosseptik ve pis su tesisatı

6.8. Arıtma (paket, kanalizasyon işleri)

7. Telekomünikasyon hattı giderleri

8. Diğer giderler

c) Makine / Ekipman giderleri

1. Amortisman giderleri

2. Yedek parça giderleri

3. Akaryakıt, yağ giderleri

4. Kiralar

5. Diğer giderler

d) İşletme giderleri

1. Altyapı kullanım giderleri

1.1. Elektrik enerjisi gideri (soğutma (klima) giderini de içermekte, ekipman da amortismana tabi giderlerde değerlendirilmekte)

1.2. Isınma gideri(elektrik dışı enerji kullanılması durumunda)

1.3. Telefon-faks-internet kullanımı (telekomünikasyon) giderleri

1.4. Diğer giderler

2. Şantiye tüketim giderleri

2.1. Beslenme gideri (idari ve teknik personel)

2.2. Kırtasiye gideri

2.3. Temizlik gideri

2.4. İkram gideri

2.5. Yakıt gideri

2.6. Kargo giderleri

2.7. Sağlık giderleri (ecza dolabı vb)

2.8. Diğer giderler

3. Şantiye idari ve teknik personel giderleri

3.1 İdari personel giderleri (proje müdürü, şefler, grup yöneticileri, muhasebeci, satın almacı)

3.2 İdari personel net aylıkları

3.3 İdari personel bordro giderleri

3.4 İdari personel primleri

3.5 İdari personel seyahat giderleri

3.6 Teknik personel ücretleri

3.7 Formen ücretleri

3.8 Hizmet personeli ücretleri

3.8.1. Aşçı

3.8.2. Bekçi, vb.

3.9 Diğer giderler

4. Şantiye dış ilişkileri

4.1. Merkez ofis gideri

4.2. Temsil gideri (törenler, hediyeler, protokol gezileri)

4.3. Fon kesintileri (hukuk, tazminatlar, hakemlik, arbitraj)

4.4. Diğer giderler

Genel yönetim (merkez) giderleri, belirli bir inşaatla direkt ilişkisi kurulamayan ve genellikle işletmenin var oluşundan kaynaklanan giderlerdir. Bunlar işletme müdürlerinin, büro çalışanlarının, sürveyanların maaşları; merkez bina amortismanı ve vergileri, büro malzemeleri, merkez bina telefon faturaları, sigorta vb. giderleridir.

Genel Yönetim (Merkez) Giderleri

1. Mukavele masrafları
2. Merkez masrafları payı
3. Komisyonlar
4. Vergi kesintileri (stopaj)
5. Sigorta masrafı
6. Finansman masrafları (kredi faizleri)
7. Proje ve danışmanlık hizmetleri
8. Diğer masraflar

    8.1. Teknoloji geliştirme giderleri

    8.2 Personel eğitimi giderleri

    8.3 Yeni yatırımlar, projeler için pay

9) Sözleşme ve yönetmelik giderleri

    9.1. Harçlar (idare tarafından hakedişle geri ödenecek harçlar dışında yükleniciye aitse ruhsat vs. gibi haçlar)

    9.2. SSK prim farkı

    9.3. Diğer giderler

Kullanım maliyeti, yapının gerçekleştirilmesinden kullanılma zamanının tamamlanmasına kadar geçen sürede yapıyla ilgili meydana gelen bakım, onarım ve yenileme ve işletme giderlerinden oluşur.

1. nakit akışı gerektirmeyen maliyetler

2. nakit akışı gerektiren maliyetler

2.1. yönetim maliyetleri

2.2. vergiler

2.3. işletme maliyetleri

2.3.1. bina temizliği

2.3.2. pissu temizliği

2.3.3. ısıtma-soğutma

2.3.4. elektrik

2.3.5. teknik sistem işletimi

2.3.6. bakım ve kontrol

2.3.7.açık alan düzenlemesi

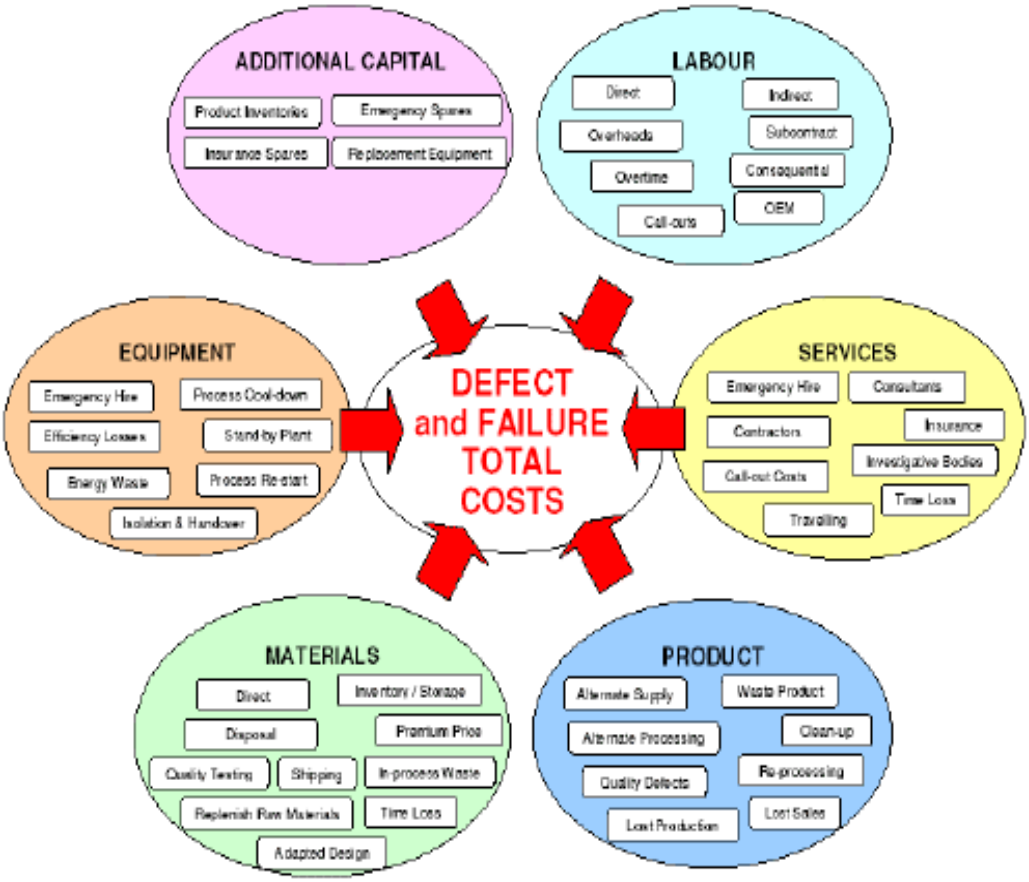
2.3.8. onarım maliyetleri

2.3.9. tadilat maliyetleri [111]

Yok etme maliyeti, kullanım dönemini tamamlayan artık kullanılamaz hale gelen yapının yıkılması ve enkazının kaldırılması için yapılan masrafların toplamıdır.

2.5. İnşaat Yatırımlarındaki Maliyet Artışları Nedenleri

Maliyet Artışları ve kar düşüşlerinin nedenleri kusurlar ve hatalardan kaynaklanır. Bu kusur ve hatalar Şekil 2.5. te de görüleceği gibi, işçilik , hizmetler , ürün , malzemeler, ekipmanlar ve ilave sermaye başlıkları altında toplanabilir.



Şekil 2.5. Maliyet artışları ve kar düşüşlerinin nedenleri

- İşçilik : Direkt, indirekt, alt yüklenici, fazla mesai, genel masraflar, grev vb.)
- Hizmetler : Danışmanlar, Acil kiralama , sigorta , Yükleniciler , işçi sözleşmeleri , Denetim , Zaman kaybı , Seyahat vb.
- Ürün : Alternatif Tedarik , Atık ürün , karşılıklı süreçler , Temizlik , Kalite eksiklikleri , Ön süreçler , Veresiye verilen ürünler, Kaybedilen satışlar

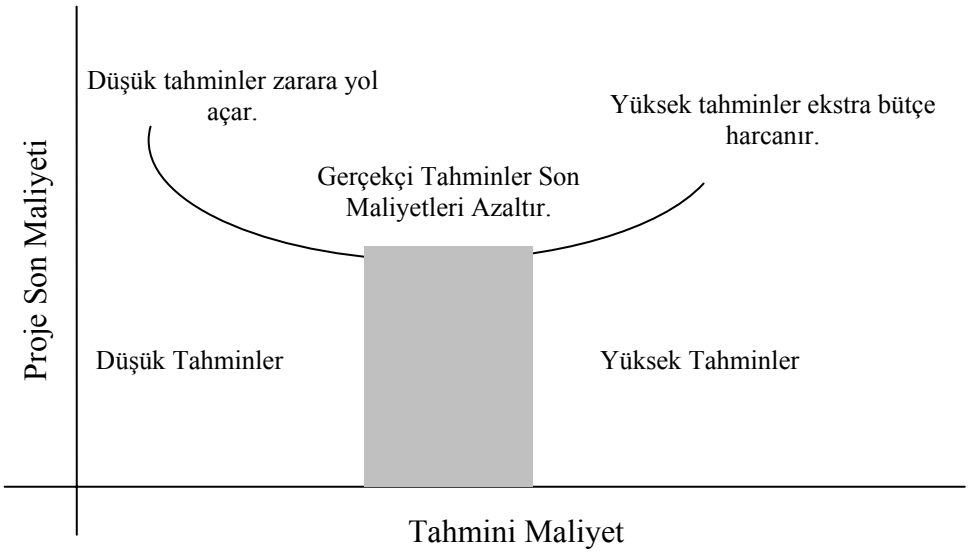
- Malzemeler : Direkt , Düzen-tanzim , Envanter-depo , kalite testleri , Nakliye , değeri üzerinde önenen fiyat , Zaiyat , dönüştürülebilir ham madde , zaman kayıpları , uygun hale getirilen tasarım vb.

- Ekipmanlar : Acil kiralama , verim kayıpları ,Amortisman , enerji kayıpları , Sürecin yediden başlatılması , ayırma ve teslim , yakıt vb.

- İlave sermaye : Ürün envanteri , Acil harcamalar , sigorta harcamaları , Ekipmanların yenilenmesi

3.İNŞAAT SEKTÖRÜNDE FİZİBİLİTE AŞAMASINDA ÖN MALİYET TAHMİNİ

İnşaatı gerçekleştirecek bir müteahhit firma da yükleneceği işi hem istenen kalitede hem de belirlediği ve genelde ihaleye girdiği, karını da içeren tahmini maliyet bedelini aşmamış vaziyette gerçekleştirmek durumundadır. Bunları gerçekleştirebilmek için güvenilir ve sağlam bir şekilde oluşacak maliyeti önceden tahmin etmek zorundadır. Aynı ifadeler alt yükleniciler için de geçerlidir. Bu yüzden doğru bir maliyet tahmini ihaleyi kazanmasını sağlayacak kadar düşük, kar edebilecek kadar yüksek olmalıdır.[23]



Şekil 3.1. Freiman Eğrisi [28]

Maliyet tahmini sonucu doğru, yüksek ya da düşük olabilir. Doğru hesaplanan projeler en ekonomik olarak gerçekleşen projeler olurken, düşük ya da yüksek tahminler daha fazla harcamalara sebep olurlar.[23]

Şekil 3.1'de de görüleceği gibi Maliyet tahmininin düşük ve yüksek olması durumunda da gerçekleşen en düşük maliyetin üzerindedir.

Düşük hesaplamalar tasarım ve şartnamelerin tahmin edilen daha fazla maliyet içermesi anlamına gelir. Bunun sebebi zayıf planlama ve tahmin sonucu önemli bileşenlerin ihmal edilmesidir. Bu tahmin proje gecikmelerine, organizasyonun ikinci bir defa oluşturulmasına, planlamaya sebep olur ki bu da maliyeti önemli ölçüde artırır.[23]

Yüksek tahmin de düşük tahmin gibi kötü sonuçlar doğurur. Proje daha düşük finansmanla gerçekleşebilecekken bu tahmin sonucunda ekstra bütçe çoğunlukla tamamen harcanacaktır. Proje sonunda daha düşük maliyetle tamamlanmış gibi gözükse de aslında daha fazla para harcanmıştır. [28]

Ayrıca tasarım ekibi açısından da yapı sahibi tarafından belirlenen tasarıma göre maliyetlendirme (cost to design) ya da maliyete göre tasarlama (design to cost) seçeneklerinden birine göre yapılacak tahmin ile talep-bütçe dengelemesini tasarımlarında kontrollü bir şekilde yürütmelerine imkân vermesi bakımından maliyet tahminin önemi büyüktür. [29]

Aynı zamanda maliyet tahmini etkin bir planlama aracı olarak da kullanılabilir. Düzgün, sistematik ve kapsamlı hazırlanmış bir maliyet tahmini ile, üretimde kullanılacak işgücü, malzeme, ekipman ve diğer kaynaklara olan ihtiyaçlar belirlenerek etkin bir planlama ve reel bütçe oluşturulur.[2]

Maliyet tahminlerinde kimi zaman oldukça büyük miktarda sapmalar meydana gelmektedir. Bunu önlemek için maliyetler değişik senaryolarda hesaplanarak veya bu maliyetlerin tümünü esas alan bir tahmin yapılmalıdır.[30]

Tahminlerden elde edilen sonuçlara kesin gözüyle bakılmamalıdır. Oluşacak ani olaylar için risk ve belirsizliği ele alan yöntemlerle maliyet tahmini yapılması daha gerçekçi sonuçlar verir. [29]

İnşaat maliyeti tahmini endüstriyel problemden öte daha çok bir organizasyon problemidir, yani inşaat süreci organizasyona has olabilir, gelecekte firma tarafından gerçekleştirilecek projeler benzer işi yapan organizasyondan ya da tüm inşaat endüstrisinden çok firmanın geçmişte gerçekleştirdiği projelerle ilgilidir.

Bu sebeple bir firma için yüksek doğrulukta tahminler üreten bir metot diğer bir firma için aynı doğrulukta olmayabilir.

Bundan dolayı firmalar kendi tahmin sistemlerini oluşturmalıdırlar, örneğin geçmişteki tecrübelerini kullanarak gelecekteki performanslarını tahmin edebilirler. [28]

3.1. MALİYET TAHMİNİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Doğruluk maliyet tahmin performansının bir ölçüsüdür. Tahmin, gerçeğin doğru bir yansıması olması gerektiğine göre, maliyet tahminini etkileyen faktörler aynı zamanda tahminin doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyen faktörler olarak da değerlendirilebilirler [5]. Tahminin doğruluğu ve güvenilirliği; tahmin için ayrılan süreye, ele alınan projenin mevcut detay seviyesine, eldeki verinin kalitesine, kullanılan tahmin modeline ve tahmincinin kişisel beceri ve tecrübesi ile de yakından ilişkilidir. [2]

Tahminin doğruluğu, gerçekleşen maliyet ile tahmin arasında karşılaştırma yapılarak anlaşılabilir. İhalelerde ise, gerçek maliyet sadece ihaleyi kazanan tarafından bilinebileceği için, tahminin başarısını değerlendirme konusu önemli bir problem noktasıdır [6].

3.1.1. Proje Tipi ve Büyüklüğü

Binanın özellikleri; tipolojisi, büyüklüğü vs. tahminin güvenilirliğini önemli ölçüde etkiler. Gerçekleşen maliyet ile yapılan tahmin arasındaki farkın oluşmasında bina tipolojisinin etkisi büyüktür. Konut, otopark vs. gibi örneklerine çok sayıda rastlanılan, tekrara dayalı, sık kullanılan inşaat teknikleri ile yapımı gerçekleştirilen binalar için yapılan maliyet tahminlerinin güvenilirliği çoğu zaman yüksektir.

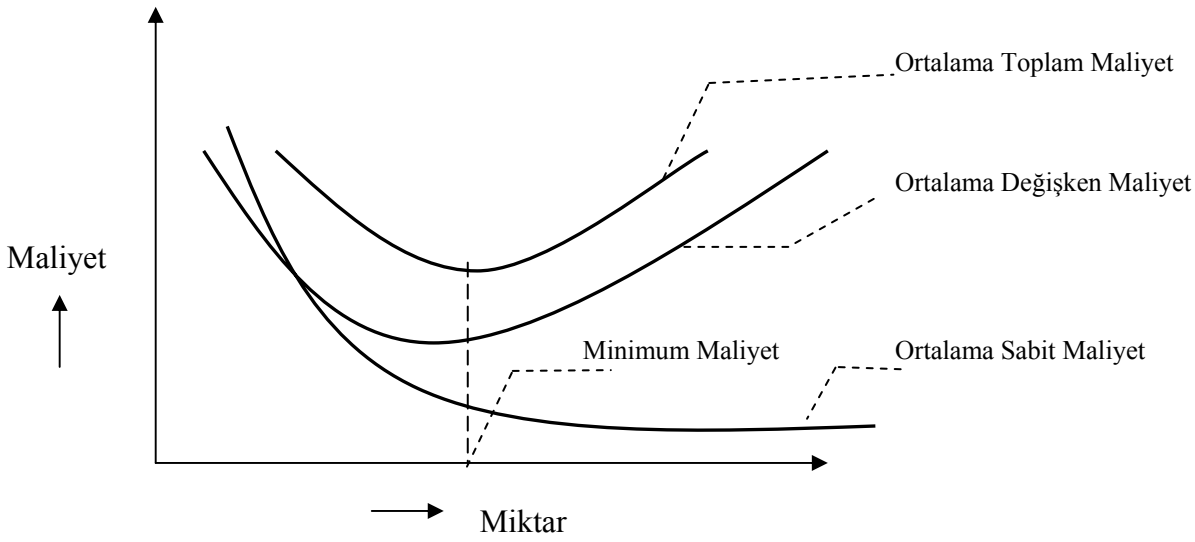
Prestij yapılan gibi; tek defaya özgü, özel malzeme ve yapım teknolojileri gerektiren projelerde, gerçekleşen maliyet ile yapılan tahmin arasındaki fark, bina tipolojisinin maliyet tahmini üzerindeki etkisini açıkça gösterir. [5]

Proje büyüklüğü ile maliyet tahmini arasındaki ilişki üzerine çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiş ve bu araştırmalar neticesinde varılan genel sav; maliyet

tahminindeki hata eğiliminin büyüklükle birlikte azaldığı, tutarlılığın ise arttığı olmuştur [7].

Binalar konut, ticaret, eğitim, endüstri, sağlık, v.s. gibi farklı türlere ayrılmakta, yani, farklı ihtiyaçlara cevap vermektedirler. Doğal olarak, fonksiyondaki bu farklılaşma maliyetlere de yansımaktadır. Binanın fonksiyonu, ilk yatırım maliyetlerini olduğu kadar kullanım maliyetlerini de büyük ölçüde etkiler. [15]

Kapasitenin/miktarın artması maliyeti aynı oranda arttırmaz ile belirli bir noktada minimum maliyete ulaşılır.



Şekil 3.2. Kapasite ile Değişken ve Sabit Maliyetler Arasındaki Bağlantı

Kapasite değişikliğinin sabit ve değişken maliyetler üzerindeki etkisi Şekil 3.2'de görülmektedir.

Büyük projelerin maliyetlerinin mutlak olarak, küçük projelere oranla daha fazla olacağı açıktır. Ancak proje büyüdükçe metrekare başına maliyetin azaldığı görülmüştür. Bunun nedeni; şantiyenin kurulması, düzenlenmesi, taşıma, montaj, depolama, ulaşım, geçici yollar, v.s. gibi bazı maliyetlerin bina büyüklüğü ile aynı oranda artmamasıdır. [15]

Boyutları 15x15 m olan kare bir bina ile yine aynı şekilde ve boyutları 150x150 m olan ikinci bir binayı karşılaştırdığımızı düşünelim : [15]

Tablo 3.1. DKA / DA Oranı

	Dış Kabuk Alanı (m²) (DKA)	Döşeme Alanı (m²) (DA)	DKA / DA
Bina A	180	225	0,8
Bina B	1.800	22.500	0,08

Tablo 3.1'de görüldüğü gibi küçük projelerde, dış kabuk alanı/döşeme alanı oranı daha yüksek olacaktır ve bu oranı azaltmak mümkün değildir.

3.1.2. Projenin Gerçekleştirileceği Bölgenin Coğrafi Konumu

Binanın inşa edileceği bölgenin coğrafi konumu, tahminin doğruluğunu önemli ölçüde etkiler. Bölgenin ulaşılabilirliği, kaynaklara olan 'mesafesi, yöresel işgücü temini imkanı, iklim koşulları ve bölgenin topoğrafyası maliyet tahmini üzerinde etkilidir. Bölge koşullarının önceden tespit edilip, maliyet tahmininin söz konusu faktörler göz önüne alınarak gerçekleştirilmesi yararlı olacaktır [7].

Çevresel etkenler ve arsa fiyatları göz önüne alındığında bina yerinin önemli bir maliyet kalemi oluşturduğu görülür. [15].

Arsa fiyatları şehirden şehire, hatta aynı şehirde merkez ile dış bölgeler arasında farklılık göstermektedir. Bugün arsa maliyetlerinin toplam maliyet içindeki payı %40-50, hatta önemli merkezlerde %70'lere çıkmaktadır. [15]

Bazı bölgelerde yönetmeliklerle getirilen sınırlamalar da arsa maliyetinin toplam maliyet içindeki payını etkilemektedir. Örneğin; aynı fiyata satın alınan bir arsa üzerinde, çeşitli nedenlerle, bir yerde beş, diğer bir bölgede on katlı bir bina inşasına izin verilebilir. [15]

Arsanın şekli ve boyutları, eğimi, toprak yükleme kapasitesi, kimyasal bileşimi, yoğunluğu ve çevresi (ışık kalitesi, gürültü, hava kirliliği) maliyeti etkileyen önemli faktörlerdir. [15]

Arsanın zemin koşulları, özellikle kazı işlemleri ile temel sistemini etkilemektedir. Zeminin kayalık olduğu durumlarda kazı işlemlerinin zorluğu nedeniyle, çok yumuşak özellikle doldurma zeminlerde de binanın stabilitesi nedeniyle (kazık temel) maliyetin artacağı açıktır. Aynı şekilde zeminden su çıkması durumunda da alınacak ek önlemler maliyet üzerinde önemli rol oynayacaktır. [15]

Arsanın eğimi, yapım işlemlerini ve mekanik araçlarla çalışmayı zorlaştırdığından maliyeti etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkacaktır. [15]

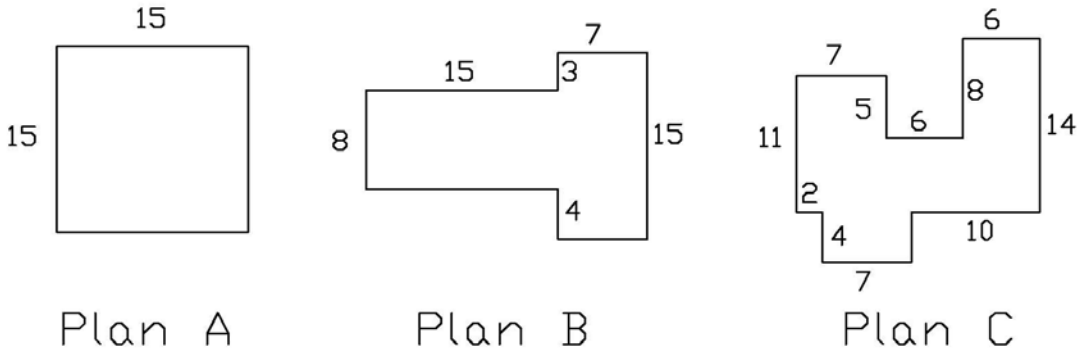
Arsanın ulaşım koşulları ve alt yapı şebekesi üzerinde ya da yakınında bulunmaması da maliyet üzerinde etkili olan faktörlerdir. Su ve kanalizasyon bağlantılarının yapılabilmesi, bu durumda, o bölgeye alt yapı şebekesinin getirilmesi ile mümkün olacaktır. [15]

Çevre koşullarının da, binanın nitelikleri üzerinde yaptıkları etkilerle maliyet üzerinde önemli rol oynadığı unutulmamalıdır. Örneğin; dış kabukla ısı geçişini düzenlemek.amacıyla bir önlem alınması gibi ya da kent içindeki konuma bağlı olarak oluşan gürültüden etkilenmemek amacıyla dış kabukta ses geçirimsizliğinin sağlanması gibi. Bu tür önlemler hem ilk yatırım, hem de bakım ve işletme maliyet-lerini arttırmaktadır. [15]

3.1.3. Tasarım

Plan şekli maliyeti etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Genel ilke; bina şekli basitleştikçe maliyetin de düşeceğidir. Dar, uzun ve karmaşık binalarda dış yüzey artacak, oldukça pahalı bir eleman olan dış duvar maliyetinin toplam maliyet içindeki oranı yükselecektir. Binanın plan şekli sadece dış duvarları değil, pencereleri, iç bölme elemanlarım , ısıtma ve tesisat sistemlerini de etkiler. Ayrıca, şantiye işlemleri artar, karmaşıklaşır ve dolayısıyla bu işlerin maliyetleri de yükselir. [15]

Plan Seklinin tüm etkisini ortaya çıkarmak her zaman kolay olmayabilir, fakat binanın dış kabuk elemanları ile döşeme alanı arasında bir bağıntı ile basit bir metot geliştirilmiştir. Bu bağıntı, dış kabuk elemanlarının alanının, binanın döşeme alanına oranı olarak açıklanabilir. Bu oran ne kadar küçük olursa maliyet de o kadar azalır [11].



Şekil 3.3. Örnek Plan Tipleri

Şekil 3.3'de aynı döşeme alanına sahip üç plan tipi göstermektedir. Kat yüksekliklerinin üçer metre olduğu kabul edilirse aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

Tablo 3.2. DKA/ DA Oranı

	Dış Kabuk alanı (m^2) (DKA)	Döşeme Alanı (m^2) (DA)	DKA/DA	
Plan A	180	225	0,80	1,00
Plan B	222	225	0,99	1,24
Plan C	252	225	1,12	1,40

Tablo 3.2'de görünen sonuçlara göre dış kabuk bakımından, 'A Planı'na göre 'B Planı'nın maliyetinin %24, 'C Planı'nın ise %40 daha fazla olacağı ortaya çıkar.

Plan şekli, diğer faktörlerle birlikte ele alınmalıdır. Böylece, dengeli bir çözüm elde edilebilir.

Kat yüksekliği bina m n hem iç, hem de dış düşey elemanlarını ve özellikle servisleri etkileyecektir.

Kat yüksekliği ile birlikte binanın dış duvar alanı büyüyecek, dolayısıyla bu elemanın oluşturulmasında kullanılacak malzeme miktarında (tuğla, ısı yalıtımı, bitirme) artış olacaktır. Binanın dış duvar alanı ile brüt döşeme alanı arasındaki oran büyüdükçe maliyette bir artış gözlendiğine göre kat yüksekliğinin artması maliyeti yükseltmektedir.

Şekil 3.2.'de görülen plan şemalarının kat yüksekliği 3 m' den 4 m' ye çıkarılıp hesaplar tekrarlandığında dış duvar alanı/döşeme alanı oranının Plan A için 0.80'den 1.07'ye, B için 0.99'dan 1.32'ye ve C için 1.12'den 1.49'a çıktığı görülmektedir.

Binanın zemine aktarılan yükünde bir artış olacağından temel maliyeti yükselecektir.

Servislere gelince; kat yüksekliğinin artmasının bina hacminde bir büyümeye yol açması, bunun sonucunda da ısıtma sisteminin kapasitesinin artması, ısıtma sistemine ait borularla, temiz ve pis su borularının boylarının uzaması, düşey sirkülasyon elemanları ile bunların alt bileşenlerinde kullanılan malzeme miktarının artması, maliyette miktara bağlı olarak artışlara neden olacaktır.

Binanın kat sayısının, dolayısı ile bina toplam yüksekliğinin artması, binanın maliyetinde mutlak olarak bir artışa neden olacaktır. Buna karşın; birim başına düsen dış işlerin maliyetinin azalması, arsa rantının yüksek olduğu durumlarda birim başına düşen arsa maliyetinin azalması, birim basına düşen temel maliyetlerinin azalması, birim başına düşen ısıtma giderlerinin azalması, çatı/dış duvar alanı oranının küçülmesi ile ısı kaybının azalması, gibi pozitif yönleri yanında, düşey sirkülasyon maliyetinin artması, (beş kata kadar olan binalarda kat sayısı ile ters orantılı olan maliyet, asansör ihtiyacının başladığı beş katlı binalarda maksimum düzeye ulaşmakta, sonra tekrar düşmektedir.) sirkülasyon alanlarının artması nedeniyle metrekare başına düşen maliyetin artması, bakım maliyetlerinin artması, yangın için alınan önlemlerin artması, gibi maliyeti arttıran negatif yönleri de vardır.

Yapılan bir araştırmaya göre kat say sının ikiden üçe çıkması maliyeti %30, üçten beşe çıkması %20 arttıracaktır. Kat sayısının altı-sekiz kata çıkarılması durumunda maliyet artışı %17 olacaktır. [11]

Sirkülasyon Alanı, binanın ekonomikliğini etkileyen diğer bir faktör, sirkülasyon alanlarıdır. Giriş, holler, pasajlar, koridorlar, merdiven evleri, asansör alanları,

temizleme, aydınlatma ve ısıtma için kullanılan alanlar karlı bir kullanıma sahip olmadıklarından ölü alan olarak kabul edilirler. Bazı binalar fonksiyonel olarak daha büyük sirkülasyon alanı gerektirmelerine rağmen (hastaneler) bunların çoğunda minimum sirkülasyon alanı istenir. Örneğin; koridor uzunluğunu azaltmak, genişliğini gereğinden fazla yapmamak bu alanların en aza indirilmesini sağlar. Ancak bu alanlar azaltılırken estetik ve fonksiyonel özelliklerin de göz önünde tutulması gereklidir. [15]

Sirkülasyon alanlarının artısı maliyeti dolaysız olarak etkiler. Bu artış ile net faydalı alanın brüt alana oranı düşmektedir. [15]

Özellikle büro binalarında kiraların net döşeme alanı ba5ına hesaplanması, sirkülasyon alanlarının küçük olmasını gerektiren bir ölçüttür. [15]

Kat Düzeni; Bir kattaki birim sayısının artmasıyla dü5ey sirkülasyon alanlarının ve araçlarının maliyetleri ile ortak olarak faydalanılan bileşenlerin birim başına düsen maliyetleri azalacaktır. Tesisatlar ortak alanlarda birleştirilebildiği takdirde tesisat maliyetlerinde de bir düşme olacaktır. [15]

Bina Saydamlığı; Pencere maliyetlerinin dış duvar maliyetine göre daha fazla olması nedeniyle bina saydamlığının arttığı durumlarda bina toplam maliyetinin de artacağı açıktır. [15]

Pencerelerin ısı geçirgenliği dış duvar elemanlarına göre daha fazla olduğundan, kullanım sırasında ısıtma giderleri artmakta, hatta yazın soğutma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. [15]

Malzeme Cinsi ve Kalitesi; Malzemenin kalitesi bina maliyetini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Malzemenin belirli bir nitelik tabanı altına düşmeden kendisinden bekleneni yerine getirmesi gerekir. [15]

Malzeme seçiminde, malzemenin sadece ilk maliyetinin değil, kullanım maliyetinin de göz önünde tutularak karar verilmesi büyük önem taşır. Örneğin; pencere doğraması için seçim yaparken, ahşap doğramanın ilk maliyetinin düşük, kullanım maliyetinin fazla olduğu, buna karşılık alüminyum ve PVC doğramaların ise ilk

maliyetlerinin yüksek, kullanım maliyetlerinin düşük olduğu göz önünde tutulmalıdır. [15]

Taşıyıcı Sistem maliyeti toplam maliyet içinde önemli bir yer tutar. Konutlarda %20 olan bu maliyet bir okul binasında %46'ya ulaşabilmektedir. Kolon açıklıkları ile sabit ve hareketli yükler strüktürün maliyetini etkileyen faktörlerdir. [15]

3.1.4. Kullanılan Teknoloji

Değişik üretim teknolojileri kullanılarak inşa edilen binaların maliyetleri farklılıklar göstermektedir. Geleneksel yapımdan prefabrike yapım tekniklerine uzanan alternatifler çok farklı özellikler taşıdığından maliyetleri de farklılıklar göstermektedir.[18]

3.1.5. Kullanılan Sözleşme Tipi

Sözleşme tipi, tasarım sürecini destekleyecek maliyet tahmin modelinin seçimini doğrudan etkiler. [2]

Maliyet+Kar vb. gibi sözleşme modellerinde, tasarım ve gerçekleştirme evrelerinin çakışabileceği düşünülürse, maliyet tahmininin; teklif fiyatlarında yoğun rekabetin yaşandığı ve gerçekleştirme evresine girilmeden önce tasarım sürecinde kesin maliyet hesabı gerektiren; sabit birim fiyat götürü vb. gibi sözleşme tipleri için gerçekleştirilecek tahminlere oranla daha esnek olabileceği söylenebilir. [2]

Sonuç olarak, yapım maliyetlerinin gerçekleştirme evresinde tespitine imkan vermeyen, diğer bir ifadeyle, tasarım ve gerçekleştirme evrelerinin çakışamayacağı sözleşme tiplerinde, yüklenicilerin ve alt yüklenicilerin; finansman, ekipman ve insan gücü olarak ihtiyaç duyacakları kaynakları ve buna ait maliyetleri tahmin edebilecekleri doğruluğu yüksek tahmin modellerine ihtiyaçları vardır. [2]

Gerçekleştirme evresinde, farklı yönetimsel yaklaşımlar üç grupta toplanabilir [19].

- Genel yüklenicilik sistemi,
- Tasarım-yapım sistemi,

- İnşaat yönetimi sistemi.

Genel yüklenicilik sistemi; tek bir genel yüklenici ile bina müşterisi arasında yapılan sözleşme hükümlerine göre, inşaat hizmetlerinin yürütülmesi esasına dayanır. Tasarım, bu hizmetler dışında kalır. Müşteri, inşaatın istenen Şartları yerine getirip getirmediğini in5aat süreci içinde denetler. Bu sistem, maliyetin belirlenmesinde ve ihalenin yapılıp zamanındaki farklılıklarından dolayı farklı isimler altında incelenebilir. [15]

"Götürü usul (pazarlık usulü)" de ihale, tasarım süreci sonunda yapılır. İnşaat devam ederken projenin deği5tirilmesi mümkün değildir ve kesin fiyat ihale sırasında belirlenir. Ödeme planı özel anlaşma ile saptanır, ancak müşterinin kazancı yüklenicinin zararı olduğundan anlaşmazlıklar çıkabilir. [15]

"Maliyet + kâr usulü" sözleşmelerde binanın maliyeti hesaplanarak üzerine belirli bir kâr yüzdesi eklenir. Bu nedenle özellikle kârın sabit olmadığı durumlarda yüklenici ile mal sahibinin çıkarları çakışacaktır. Yüklenici kârını arttırmak için maliyetleri arttırabilir. Üstelik kendi parasını harcamış olmayacağından, yüklenicinin alışılmış dürtüsü olan maliyeti düşürme isteği de ortadan kalkacaktır. [15]

Bu yüzden, bu tip sözleşmelerde, gerçekleştirme evresinde maliyet kontrolü büyük önem kazanır ve mimar, kontrolör ve yüklenici tarafından ortaklasa yapılması tercih edilmelidir. [15]

Kontrolörün ilk tahmini kendisinin projedeki değişikliklere ilişkin tahminine ya da yaklaşık miktarlara dayanabilir. özellikle ilk durumda yüklenici ile işbirliği içinde, kaynak esaslı bir yaklaşım benimsenebilir. Her iki durumda da tahminler mal sahibine verilmeden önce yüklenici ile tartışılmalıdır. Bu işbirliğinin amacı iki yönlüdür:

Kontrolörün herhangi bir yanlış varsayımda bulunmadığından emin olmak,

Yüklenicinin gereksiz şekilde pahalı ve etkin olmayan metot ve ekipmanlar önermesi durumunda müdahale edilmesini mümkün kılmaktır [20].

"Keşif esasına dayanan götürü usul"de proje, yapılacak inşaat işlemlerinin yaklaşık miktarları üzerinden ihaleye çıkarılır.

İnşaat sırasında ise ödemeler gerçek miktarlar üzerinden yapılır. İhalenin yapılabilmesi için uygulama projesinin tamamlanmış olması gerekmez, hatta proje kademeli bir şekilde ihaleye çıkarılabilir. [15]

Başlangıç noktası sözleşme toplamı ve sözleşmede yapılacak değişiklikler için hazırlanmış kurallardır. Tartışmaya neden olan kalemlerden biri provizyonal olası miktarların düzeltilmesidir. Bu, mimar tarafından önceden görülemeyen harcamaları ya da kabaca hataları veya mal sahibinin ekstra kalemler için yapmış olduğu harcamaları karşılamak için sözleşmeye konan bir miktardır. [15]

Bu tip sözleşmelerde yüklenici, ekstra maliyet artışına neden olabilecek şartları mimara yazılı olarak vermek zorundadır. Ancak, bu zamanlama çok iyi ayarlanmalıdır, aksi takdirde, bu bilgiler ele geçtiğinde maliyet kontrolü amacı ile kullanılması için iş işten geçmiş olabilir. [15]

Bu tip sözleşmelerin diğer bir özelliği de kontrolü yapanın maliyete ilişkin tahminini yükleniciye göstermenin sakıncalı olmasıdır. çünkü ekstra maliyetler için gerçekte olacağından daha yüksek bir varsayımda bulunulmuş olabilir. [15]

Tasarım-yapım sisteminde ihale tasarımdan önce yapılır. İhalenin yapılabilmesi için, istenilen binaya ilişkin programlar, şematik çizimler ve binadan beklenen özellikleri ifade eden şartnamelerin elde bulunması gerekmektedir. AG1kça görüldüğü gibi, bu sistemde, maliyetin planlanması ve kontrolü hem tasarım, hem de gerçekleştirme evrelerinde aynı kuruluş tarafından yapılmaktadır. Anahtar teslimi usulü bu grupta yer alır. [15]

İnşaat yönetim sisteminde, pek çok disiplinin yer alabileceği profesyonel bir kuruluş, müşteri adına projenin yürütülmesini üstlenir (İnşaat yöneticisi). Müşteri, inşaat yöneticisi ve tasarım grubuyla çoğu kez pazarlığa dayanan bir ücret ile sözleşme yapmaktadır. Bu sistem içinde de farklı modeller yer alır. Bunlar; fiyat garantili inşaat yönetimi, genişletilmiş servisli inşaat yönetimi, proje sahipliğinde inşaat yönetimi ve proje yönetimi modelleridir. Projenin planlama, tasarlama, ihale, inşaat ve kullanım ile ilgili tüm kararları ve maliyetin planlanarak kontrol edilmesi proje yöneticisinin görevidir. [15]

Farklı sözleşme tiplerinin maliyet kontrolü üzerindeki farklı etkilerine kısaca değindikten sonra, gerçekleştirme evresinde maliyet planlama ve kontrolünün başlangıç noktasına dönülerek nakit akışları üzerinde durulacaktır. [15]

3.1.6. Ekonomik Durum

Yapılan araştırmalar, tahmin eğilimlerinin yıldan yıla değiştiğini, bazı yıllarda elde edilen tahmin sonuçlarının gerçekleşen maliyetlere oranla iyi, bazı yıllarda ise kötü olduğunu göstermiştir. Bu iyi ve kötü yılların, yüklenicilerin en yüksek ve en düşük faaliyette bulunduğu yılları temsil ettiği söylenebilir. [7]

Ekonomik durumun iyi olduğu yıllarda yapılan tahminlerin, ekonomik durumun kötü olduğu yıllarda yapılan maliyet tahmininden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. [7]

3.1.7. Rekabet

Bu konuda yapılan araştırmalar, teklif verenlerin sayısı ile tahminlerin doğruluğu arasındaki ilişkiyi hedeflemektedir. [2]

1976 yılında Mc Caffar'ın yaptığı bir analizde, düşük maliyet ile teklif verenlerin sayısı arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiş, tahminin tutarlılığının, diğer bir ifadeyle doğruluğunun teklif verenlerin sayısıyla doğru orantılı olduğu fikri ortaya konmuştur. [7]

3.1.8. Finansman Olanakları

Girişimcinin (bina müşterisi) öz sermayesinden sağlayabileceği finansman olanakları ile elde edebileceği krediler de bina maliyetini etkileyen faktörlerdir. Bu konuda kredi olanaklarından yararlanılması durumunda kredinin uzun veya kısa vadeli, faizlerin düşük veya yüksek olması bina maliyetinin oluşumunu etkiler. [15]

3.1.9. Kullanılan Tahmin Modeli

Maliyet tahmininde kullanılabilecek çok sayıda tahmin modeli söz konusudur. Önemli olan, eldeki enformasyonun düzeyine, tahminin gerçekleştirileceği safhaya uygun bir tahmin modelinin seçilebilmesidir. [2]

Birim metot, alan metodu vb. gibi analitik yaklaşım modellerinde, tahminin doğruluğu nadiren ±30%' dan daha iyidir. Bu durum, tahminin neticesine bağlı kesin kararların verilebilmesi açısından yeterli değildir. Fonksiyonel elemanlara dayalı ya da yapım birimlerine dayalı modeller gibi kapsamlı maliyet tahmin modelleri, eldeki enformasyon düzeyinin, tasarımın ön safhalarına oranla daha üst seviyede olduğu aşamalarda kullanıldıklarından, gerçekleştirilecek tahminin doğruluk oranı da yüksek olacaktır. [2]

3.1.10. Kullanılan Enformasyon

Enformasyon; verilerin toplanması, analizi ve özetlenmesi anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle enformasyon; kullanıcısı tarafından gerçek ya da anlaşılabilir bir işlemi sonuçlandırmaya veya karar vermeye yarayan veridir. Bir bakıma veri, değerlendirmenin başında kullanılan enformasyon, enformasyon ise değerlendirmenin sonucunda ulaşılan veridir. [7].

Tüm maliyet tahminlerinin; süreç, ürün ve proje hakkında; tam, detaylı ve güncel enformasyonlar üzerine oturtulması gerekir. Enformasyon seviyesi, kullanılabilecek tahmin modelini de belirler. Mevcut enformasyon seviyesinin yükselmesi ve buna paralel daha kapsamlı bir maliyet tahmin modelinin kullanılması, gerçekleştirilecek maliyet tahmininin güvenilirliğini de olumlu yönde etkiler. [2]

Tahminde kullanılabilecek maliyet enformasyonları çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. Maliyetin doğru tahmin edilebilmesi için, ele alınan kaynakların; güvenilir ve istenen seviyede enformasyonlar içermesi önemlidir. [2]

3.1.11. Tahmini Yapan Kişinin Beceri ve Tecrübe Düzeyi

Tahminin performansı, tahmini gerçekleştiren kişinin yeteneğine büyük ölçüde bağlıdır. Tahminin bünyesine, tahmincinin kişisel yargıları ve tecrübeleri de girer.

İyi bir maliyet tahmincisinin sahip olması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Şantiye, inşaat bilgisi, şantiye teknikleri, ekipman ve ekip kapasiteleri, malzemeler hakkında bilgi ve proje detaylan okuyabilmede üst düzey beceri,
- Maliyet tahmin modelleri ve prosedürleri hakkında bilgi,

- Hesap makinasından kompleks kompüterize maliyet tahmin sistemlerine kadar her türlü maliyet tahmin aracına hakimiyet,
- Kendini sürekli geliştirme ve yenileme arzusu,
- Mantık, sağduyu ve sabır,

Diğer ekip çalışanları ile iletişim kurabilme ve organizasyon yeteneği [7].

3.2. ÖN MALİYET TAHMİN YÖNTEMLERİ

Bina üretim sürecinin çeşitli alt safhalarında gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin farklı amaçları ve özellikleri vardır. Farklı safhalarda gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin sonuçları da farklı niteliktedir. Bu farklılaşmalar, bir önceki bölümde ele alındığı gibi, eldeki mevcut veri düzeyinden ve bu veriyi. kullanan tahmin modelinin yapısından kaynaklanmaktadır. [2]

Bina maliyetinin tahmini, sadece tasarım sürecinin sonunda gerçekleştirilen bir eylem değildir. Ön hazırlık safhasından gerçekleştirme evresinin sonuna kadar bina maliyetinin tahmini ve kontrolünün sürekliliğini sağlamak amacıyla çeşitli modeller geliştirilmiştir. [2]

Söz konusu modeller; özellikleri, kullanıldıkları bina üretim süreci safhası, çıktılarının şekli, tarihi gelişimleri vb. faktörlere dayalı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler: [2]

a) Tarihi Gelişimlerine Göre Modeller:

1. Birinci kuşak modeller: 1950' lerin sonunda ortaya çıkıp, 1960' lı yılların sonuna kadar yoğun olarak kullanılmışlardır. Elemanlara yönelik maliyet planı yaklaşımı ile İngiltere' de ortaya çıkmıştır.
2. İkinci kuşak modeller: 1970' lerin ortasında kullanılmaya başlanmışlardır. İkinci kuşak modeller regresyon analizinin kullanımı ile karakterize olmuşlardır.
3. Üçüncü kuşak modeller: 1980' li yılların başında kullanılmaya başlanmışlardır. Genellikle Monte Carlo tekniğine dayalı modelleri kapsarlar. [9]

b) Çıktılarının Şekline Göre Modeller:

1. Birinci grup modeller: Karşılaştırmalı ve tahmine dayalı modellerdir. Karşılaştırmalı modellerin çıktısı; "1. alternatif, 2. alternatif' den daha ucuzdur." şeklindedir. Tahmine dayalı modellerin çıktısı ise; "1. alternatif i n maliyeti "x", 2. alternatif i n maliyeti "y" dir." şeklindedir.

2. İkinci grup modeller: "Glass Box" ya da "Black Box" olarak adlandırılan modellerdir. Tahminin kapsamımda neyin olup neyin olmadığını gösterirler.

3. Üçüncü grup modeller: Bu gruba ait modelleri üç alt gruba ayırabilmek mümkündür:

   3.1 Simülasyon modelleri (Gerçeğin matematiksel temsili)

   3.2 İstatistiki modeller (Verinin istatistiki olarak işlenmesi)

   3.3 Uzman sistemler (İstatistiki işlemleri, uzman düşüncesinde üretmek) [10]

c) Oluşumlarına Göre Modeller:

1. İkonik modeller: İncelenen parçalar fiziksel olarak simgelenir.
2. Karşılaştırmalı modeller: Bir özelliği simgelemek için diğer bir özellik seçilir.
3. Sembolik modeller: İncelenen bileşenlerin birbirleriyle olan ilişkileri sembollendirilir. [8]

Ön maliyet tahmini için gerekli en önemli 4 ana eleman geçmiş projelerden oluşan bir veritabanı; geçmiş maliyet değerlerini güncellemeyi sağlayan maliyet indeksleri, güncel üretkenlik oranları, spesifik saha koşulları vb. gibi bilgileri içeren güncel veri tabanı; tahmin algoritmalarını içeren bir tahmin metodolojisi, yöntemi ve tüm bunları organize eden tahmincidir.[23]

Ön Maliyet tahmin metotları, tasarım değişkenleri, yapım metotları, yapım işlemlerinin zamanlaması ve yapıya ilişkin çeşitli özelliklerin göz önünde bulundurulmasıyla oluşturulmuş yöntemlerdir.[25]

Bu yöntemler aşağıdaki tekniklere dayanarak oluşturulurlar:

1. İstatistik-olasılık analizleri
2. Benzer projeler ile karşılaştırma
3. Yapay zeka teknikleri

3.2.1. İstatistik – Olasılık Analizlerine Dayalı Ön Tahmin Yöntemleri

Bu yöntemlerde çeşitli istatistiksel analiz programları ya da spreadsheet yazılımlar ile veritabanında bulunan projeler verilerin analizi sonuçlarına göre ön maliyet tahmini belirlenir. Bu çerçevede geliştirilen yöntemler aşağıdaki gibidir. [23]

3.2.1.1 Birim Yöntemi

Birim metodu, binanın maliyeti ile fonksiyonel birim sayısı; otoparklarda araç sayısı, okullarda öğrenci sayısı, hastanelerde yatak sayısı vs. arasındaki ilişkiye dayandırılmıştır. Ele alınan projenin tahmini maliyeti, benzer projelerden elde edilmiş fonksiyonel birim maliyeti ile toplam birim sayısının çarpımı neticesinde elde edilebilir [8].

Fonksiyonel birim sayısının tespiti kolay bir işlemdir, fakat, uygun fonksiyonel birim maliyetin seçilmesi ciddi deneyim gerektirir. Fonksiyonel birim maliyet; tip, büyüklük ve yapım tekniği açısından benzer nitelikler taşıyan projelerin dikkatli analizi ve ele' alınan projenin tasarım, form, malzeme, arazi koşullan, piyasa ve ekonomik koşullar göz önüne alındığında yapılan güncellemeler neticesinde elde edilebilir [5].

Birim metodu, bina maliyetinin tahmininde kullanılabilecek en basit ve en hızlı tahmin modelidir. En önemli eksikliği presizyonluk olan birim metoduyla gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde, tahmin değerlerinin belli aralıklarla ifade edilmesi en uygun yaklaşımdır [5]. Her ne kadar, şekil, büyüklük, yapım tekniği, malzeme vs. gibi önemli tasarım kararlarının henüz alınmadığı ön hazırlık safhasına ait bir model olsa da, benzer projelerden tecrübe edilen değerler kullanılarak, bina maliyetinin tespitinde birim metodu kullanılabilir [11].

Bu yöntem şekil, büyüklük, yapım tekniği, malzeme vb. gibi önemli tasarım kararlarının henüz alınmadığı, ön hazırlık safhasına ait bir modeldir ve benzer projelerden tecrübe edilen değerler kullanılarak, bina maliyetinin belirlenmesinde kullanılabilir.[2]

Birim tipine örnek olarak okullarda öğrenci ya da sınıf sayısı, tiyatrolarda seyirci sayısı, otoparklarda araç sayısı, hastanelerde yatak sayısı verilebilir. Bu yöntem hastaneler, okullar, oteller, konser ve tiyatro salonları, otoparklar, sanayi tesisi inşaat maliyetini hesaplamak için kullanılabilir. [23]

Avantajları:

- Bu yöntemde hiçbir çizime ihtiyaç duyulmamaktadır. [24]
- Aynı zamanda birim maliyet yöntemi, bina maliyetinin tahmininde kullanılabilecek en basit ve en hızlı tahmin yöntemidir**.**[15]

Dezavantajları:

- Karşılaştırılan binalar arasındaki şantiyenin yeri, zemin, yapı kalitesi, tesisat ve piyasa koşulu bakımından farkların bulunmasından ötürü bu yöntem ile belirlenen tahmini maliyete güvenmek oldukça zordur. [31]
- Fiziksel yapıya ait hiçbir bilgi içermemektedir. Binaların arasındaki malzeme kalitesindeki, plan biçimindeki fiziksel farklılıklardan ötürü bina maliyetleri aynı olmaması gerektiği halde aynı birim miktarına sahip binaların maliyetleri aynı hesaplanmaktadır. Bu sebeple alternatif projeler arasında seçim yaparken kullanılamaz. [31]
- İnşaat ve tasarım yöntemlerinden kaynaklanan fiyat farklarının belirlenmesi güçtür.[32]
- Maliyeti azaltmak için tek seçeneğin birim sayısını azaltmak olduğu görülür ki bu da çok yetersiz kalmaktadır.
- Bu yöntemin esnek olmaması nedeni ile bina biçimi ve büyüklüğünden yapım metoduna, malzeme ve donanımlara kadar birçok faktör için karşılaştırma yapılması zordur. [15]

- Tahmini maliyet, çoğunlukla tahmincinin yargısına dayandığından başarı her zaman kritiktir. [15]

3.2.1.2 Hacim Yöntemi

Yapının maliyetinin hacmine dayanarak hesaplandığı bir yöntemdir. Bu yöntem özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında yaygın olarak kullanılmıştır. [15] Bu yöntemde yapı maliyetinin yapı hacmine oranı olarak tanımlanan metreküp maliyet, yükseklik faktörünü de dikkate almak istediğinden doğmuştur. Yöntemin uygulandığı ülkelerde tahmin büroları ellerinde bir küp kitabı bulundurmakta ve bir proje için sözleşme imzalandığında kabul edilen teklifin değerini bina hacmine bölerek bu kitaba işlemekteydi. [15]

Hacim metodu, maliyet ile bina hacmi arasındaki ilişkiye dayalıdır. Bina hacmi, RIBA (Royal Institute of British Architects) tarafından temel işlemsel kuralları konulmuş, binanın her bir parçasının en, boy ve genişliğinin (dış ölçüler) çarpımıyla elde edilen m^3 miktardır [5].

Şekil 3.4'de RIBA ölçüm kuralları görülmektedir.

Bu yöntem, maliyetleri karşılaştırılan binalar çok büyük benzerlikler taşımadıkça fazla kullanışlı olmamaktadır. Kat adedindeki farklılıklar bile maliyetlerde büyük sapmalara ve hesap hatalarına neden olabilmektedir. İlave bir kat, birçok imalat miktarını artırır ve maliyete önemli ölçüde yansır. Tüm bu eksiklikler çoğu tip projelerin tahmininde hacim yönteminin terk edilmesine sebep olmuştur. [23]

Bu yöntem belli bir hacme sahip bina tipi yapılarda yani depolar, kapalı spor salonları, büro binası vb. yapılarda uygulanabilir. [23]

Bu yöntem aşağıdaki aşamalar doğrultusunda maliyet tahmini ve hesaplamalarında uygulanmaktadır:

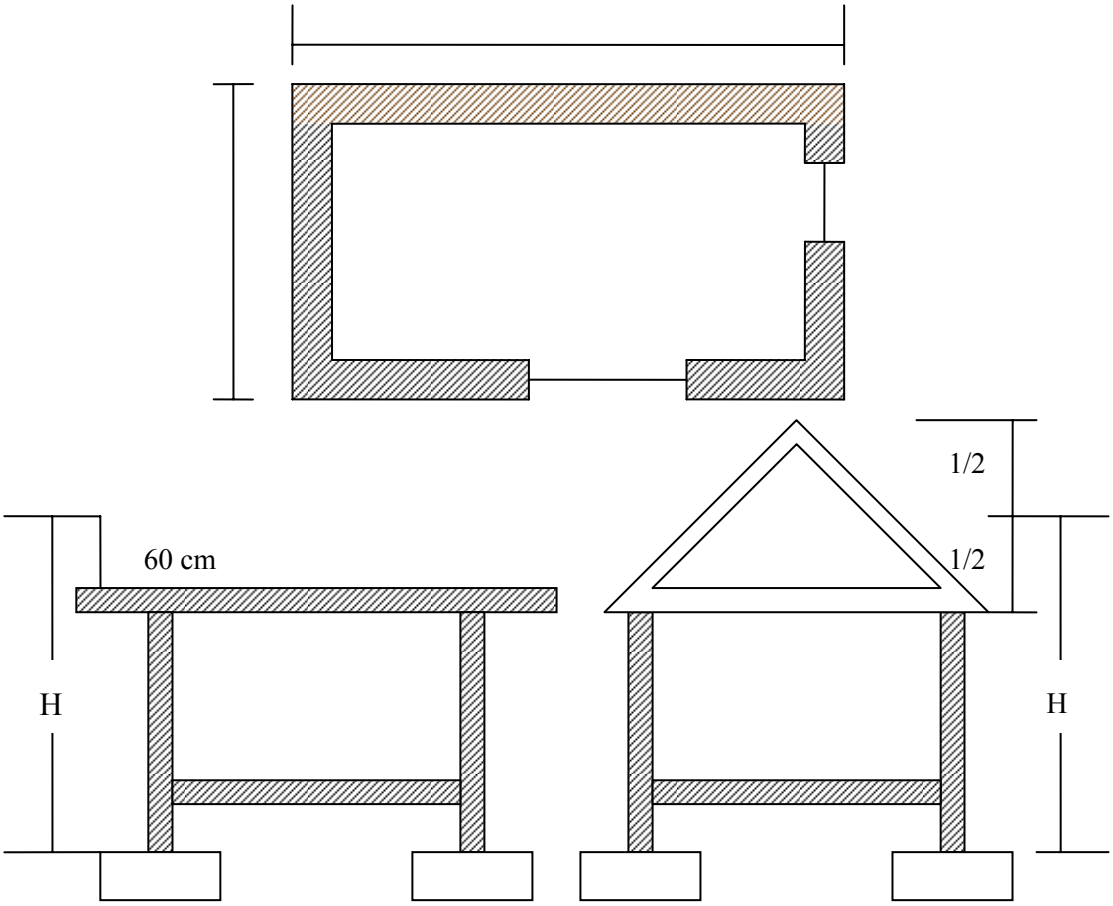
- Bu yöntemde yapılacak ilk iş binanın hacmini hesaplamaktır.

- Yapının hacmi hesaplandıktan sonra uygun birim hacim maliyeti ile çarpılarak yapı maliyeti tahmin edilir.

Avantajı: Bu yöntemin tek avantajı kolaylığıdır. [15]

Dezavantajları:

- Yapı sahibini faydalı alan hakkında bilgilendirmeme,
- Plan formu, kat sayısı gibi faktörleri dikkate almaması, [2]
- Ayrıca binanın özelliklerine bağlı olarak m³ birim fiyatının belirlenmesi de oldukça zordur. Aynı yapı hacmine sahip binaların maliyetini eşit veren yöntem ile avan proje aşamasında hesap yapılabilmesine karşın, gerçekte farklı maliyete sahip olan alternatif projeler arasında seçim yapılamaz. [31]



Şekil 3.4. Birim Hacim Yönteminde RIBA Premetrik Ölçüm Kuralları [2]

3.2.1.3 Birim Alan Yöntemi

Birim alan yöntemi, plan alanı ilişkisiyle maliyeti belirleyen ve uygulamada en çok kullanılan bir yöntemdir. Planın biçimsel yönden özellik göstermediği ve kat yükseklikleri arasındaki farklılaşmaların az olduğu durumlarda kullanılabilmektedir. [23]

Alan metodu, maliyet ile döşeme alanı arasındaki ilişkiye bağlıdır. Binanın tüm katları göz önüne alınarak toplam kat alanı; dış duvarların iç yüzeylerinden alınan ölçüler itibariyle hesaplanır [5].

İç duvarlar, bölmeler, merdivenler, geçitler, asansör boşlukları hesaptan düşülmez. Binanın alanını hesaplarken, çerçevelere bağlanan sütunların dış duvarların içinde bulunduğu hallerde, bu sütunlar ihmal edilerek boyutlar çerçeve duvarının iç yüzeyinden alınır. Döşeme seviyesinde hiç duvar yoksa, boyutlar sütunların dış yüzeylerinden alınır. Hesaplanan alanın, benzer nitelikler taşıyan projelerden alınan m^2 birim maliyetlerle çarpılmasıyla, tasarımın erken safhalarında kullanılabilecek bir tahmin gerçekleştirilebilir. [15]

Bu yöntemde kullanılacak geçmiş projeler % 100 tamamlanmış olmalıdır. [33]

Bu model konut, fabrika, depo, hastane, okul, kule vb. inşaat projelerinde uygulanabilir.

Avantajları:

- Hacim ve birim yöntemlerine göre daha hassastır.
- Maliyetin döşeme alanı ile olan ilişkisi hacmi ile ilişkisinden daha fazladır. [15]
- Bu yöntem bina planının biçimsel açıdan farklılık göstermediği ve kat yüksekliklerinin arasındaki değişiklikler büyük değilse kullanılabilir.
- Plan şeması, büyüklük vb. gibi faktörler, göz önüne alındığından bu yöntem sonucu elde edilen tahmin güvenilir olmaktadır. [2]

Dezavantajları:

- Bu yöntemde üçüncü boyuta ait özellikler yoktur. Bu da bina kabuğunda oluşan ve farklı malzeme girdilerinden dolayı denetlenemeyen bir takım maliyet sapmalarının oluşmasına neden olmaktadır. [31]

- Plan şeklindeki değişiklikleri ve toplam bina yüksekliğini doğrudan hesaba almaz. [31]

- İnşaat yeri ve koşulları, inşaat yöntemleri, malzemeler, dış yüzey kalitesi, tesisat özellikleri ve kalitesi gibi birçok değişkene dağıtım yapılması gerektiğinden dolayı mevcut binaların bilinen fiyatlarının değerlendirilerek m² birim fiyatının tespit edilmesi zordur. Bu nedenle avan proje evresinde maliyet hesabı yapılacak aynı alana sahip iki binanın bu yöntem sonucu maliyeti aynı olmasına rağmen gerçekte farklı olmasından dolayı projeler arasında seçim yapılamaz. [31]

- Kat yüksekliği, plan biçimi, büyüklüğü, inşaatların kalite sınıfları arasındaki farklar gibi etkenler göz önüne alınmadığı için sonuçlar yeteri kadar hassas değildir. [24]

- Alan yöntemi, bina kat yüksekliği çok fazla ise güvenilir değildir. [15]

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı m² maliyet verileri bir yıl için belirlenmekte bu nedenle bu bilgiler tahminin gerçekleştirileceği gün için güncel nitelik taşımamaktadır.

3.2.1.4 Kat Kabuğu Yöntemi

Kat kabuğu yöntemi, yapının dış duvarları, kat döşemeleri ve çatı döşemesi alanlarının hesaplanarak bu alanların da her birinin belirli katsayılarla çarpılması sonucu elde edilen değerlerin toplamı sonucunda "kat kabuğu" olarak adlandırılan değer ile yapının maliyeti arasında kurulan ilişkiye dayanmaktadır. [24]

Bu model depolar, büro binası vb. gibi inşaat projelerinde uygulanabilir. Bu modeldeki parametreler bina tipi, inşaatın yapıldığı yer, kat döşeme alanları, çatı alanı ve dış duvarların alanıdır. [23]

Kat kabuğu metodunda, her bir katın kabuğunu oluşturan dış duvarlar, döşeme ve tavanlar ölçülür. Kat kabuğu hesaplanırken şu ölçüm kuralları esas alınır. En alt kat döşeme alanı 2 ile çarpılır. En alt katın arazi kotunun altında olması durumunda ise 3 ile çarpılır. Çatı alanı, saçak hizasından plan düzlemi olarak alınır. İlk kat için 2 olarak alınan katsayı, sonraki ilk kat için 0.15, ikinci kat için 0.3, üçüncü kat için 0.45 vs. olmak üzere artan kat sayısına paralel oranlarda yükselen katsayılar olarak belirlenir. Dış duvar alam hesaplanır. Zemin kotunun altında kalan duvarların alanları ise 2 ile çarpılır.[15]

Kat kabuğu metodu, şu ana kadar ele alınan metotlar arasında, çıktılarının doğruluğu açısından en yüksek performansa sahip olanıdır, fakat metotla beraber kutlanılabilecek uygun maliyet verilerinin kolay elde edilememesi, kat kabuğu metodunu sık kullanılan bir metot olmaktan çıkartmıştır [5].

Avantajları:

- Binanın plan şemasına daha fazla önem verdiği için diğer metotlardan daha hassas sonuçlar verir. [24]

- Yöntem plan biçimini, kat yüksekliklerini ve yapının tüm yüksekliğini hesaba kattığından diğer modellerden daha başarılı bulunmaktadır. [23]

Dezavantajları:

- Veriler kolay elde edilememekte bu da yöntemin kullanımını engellemektedir. [2]

- Tüm duvar, döşeme ve çatının tek tek alanları ölçüldükten sonra ayrı katsayılarla çarpılması yöntemin eleştirilmesine sebep olmuştur. [23]

- Bu yöntem de binanın fiziksel formunu göz önüne almamaktadır. [15]

3.2.1.5 Iftikhar Kamil Madni Nedensel Tahmin Yöntemi

Madni [34] , 1999 yılında hapishane maliyetini, otel, hastane ya da okul inşaatları gibi m² maliyet, yatak sayısı, hücre sayısı gibi bir parametre ile hesaplayabilmenin mümkün olmamasından yola çıkmıştır.

Hapishanenin farklı alanlarında farklı inşaat gerekmektedir: maksimum x minimum güvenlik, tutuklama alanları x cezalandırma alanları, yatakhaneler x tek kişilik hücreler gibi bu faktörler göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle Madni bunları değerlendirerek bir deneysel tahmin gerçekleştirmektedir. 1996-1998 yılları arasında gerçekleştirilen bu projelerin maliyetleri yeni binanın başlangıç ve ortalama tarihi olacak olan 1 Ocak 2000 yılına ve ulusal ortalamaya indekslerle ayarlanmıştır.

Yatak sayısı, hücre sayısı ve toplam inşaat alanı değerleri ile maliyet değerleri veriler arasından seçilerek yatak sayısı-proje maliyeti, hücre sayısı-proje maliyeti ve toplam inşaat alanı-proje maliyeti x-y düzleminde olmak üzere işaretlenerek en küçük kareler yöntemine göre eğriler çizilmiştir. Yatak sayısından hareket edilerek proje maliyeti, hücre sayısından hareket edilerek yine ikinci bir proje maliyeti değeri belirlenir. Daha sonra bu iki değerin ortalaması alınarak ortalama maliyet belirlenmiş ve bu maliyete göre yine önceden gerçekleşmiş projelerin maliyet-alan doğrusu ile alanı belirlenmiştir. Fakat bu maliyet yukarıda belirtildiği gibi eğrilerin oluşturulması için ulusal ortalama ve belli bir zaman içindir. [23]

Maliyet değerinin yeni gerçekleştirilecek proje için yine indekslerle ayarlanması gerekir. Ayrıca bu maliyet değerine mimarlık-mühendislik ücretleri, inşaat yöneticisi ücreti, arsa fiyatı ve diğer mal sahibine ait maliyetler ilave edilmemiştir. İndekslerle güncellenmiş maliyet değerine bir de mimarlık-mühendislik ücretleri ilave edilmeli (%5-10), diğerleri mal sahibine ait olması dolayısıyla yüklenici fiyatı teklifinde yer almamalıdır. Yukarıdaki durum için son olarak da güvence maliyeti ilave edilmelidir. (%10 - %20) [23]

3.2.1.6 Regresyon Analizine Dayalı Parametrik Maliyet Tahmini Yöntemi

Parametrik tahmin metodu, proje maliyetinin projenin bir ya da daha fazla parametresi ile ilişkisine dayanarak tahmin edilmesidir. Parametrik metot bir matematiksel modelde proje karakteristiğini kullanmayı içermektedir. Bu metot ilk olarak bina parametreleri ile bina maliyeti arasındaki ilişkilerin saptanmasıyla geliştirilir. Bu amaçla en çok kullanılan teknik lineer regresyon analizidir. Oluşturulan model tek parametreli basit ya da çok parametreli karmaşık olabilir. [23]

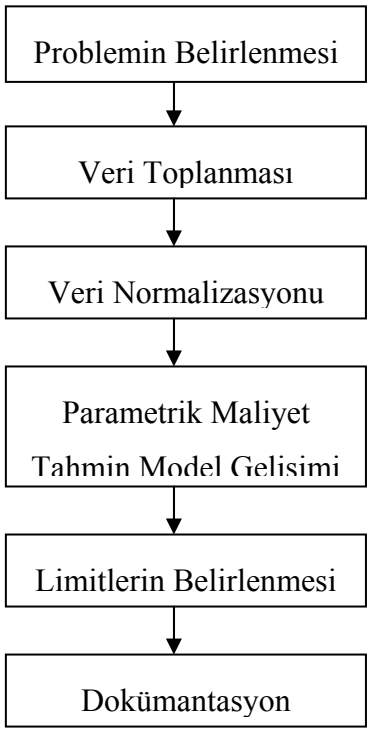
Parametrik tahmin, kullanışlı bir tahmin oluşturabilmek için geçmiş tecrübelere sahip bir kullanıcı/tahminci ve muhakemesinin gerekli olduğu bir yöntemdir. Tahminci bilgisayar tarafından oluşturulan miktarları incelerken ve uygulamalarında muhakemesini kullanırken, bilgisayar veriyi sınıflandırmalı, matematiksel hesaplamalar sağlamalı, veri dosyalarını ve veritabanını güncellemelidir. [35]

Parametrik tahminin en önemli zayıflığı ne kadar fazla girdi sağlanırsa o kadar çok doğru olmasıdır, farklı proje model sayısı veritabanında arttıkça tahmincinin erken proje aşamalarında parametrik tahminler hazırlama yeteneği artacaktır. [35]

Parametrik maliyet tahminin amacı minimum veri kullanarak gözlemlenen dünyayı yansıtan algoritmalar veya matematiksel modeller üretmektir.

Parametrik tahmin modeli kullanılarak oluşturulan tahminlerin doğruluğu -+5% ile +-25% arasındadır. Kullanılan mühendislik verisinin ve ekipman maliyetlerinin kalitesine bağlıdır. [36].Parametrik maliyet tahmin modeli organizasyonun tecrübelerini ve inşaat projelerindeki uzmanlaşma derecelerini yansıtır. Daha verimli ve hızlı tahmin süreci sağlar. Sistematik ve miktarsal yaklaşım tahmin sürecindeki subjektifliği azaltır ve tutarlı tahminler oluşturur. [28]

Parametrik tahmin prosedürü



Şekil 3.5 Parametrik Maliyet Tahmin Prosedürü [28]

Şekil 3.5'de de görüldüğü gibi parametrik maliyet tahmininin akış diyagramıdır.

Geleneksel olarak maliyet tahmin ilişkileri geçmiş proje bilgilerine regresyon analizi uygulanması ile geliştirilir. (Hegazy et al. 1998) Bu ilişkilerin belirlenebilmesi için bu konuda çalışan araştırmacılar tarafından çok sayıda gözleme dayanılarak yapılması gereken bir istatistiksel analiz çalışması, çoklu regresyon analizi yöntemi gerekmektedir. [37]

Regresyon analizi, bağımsız değişkenlerden bağımlı değişkenleri hesaplayabilmenin yanında, yapılan işlemlerin sonucunda sistemin hata payını ölçmek ve değişkenler arası ilişkinin güçlülük derecesini ölçmek amacıyla gerçekleştirilir. [24]

Nedensel modellerde örneğin yukarıda örneği verilen bir hapishane maliyeti tahmini örneğinde tasarım değişkenleri ile maliyet arasındaki ilişki sabit ve bunlar matematiksel olarak tanımlanabilir. Fakat sosyal bilimlerin ve insana dayalı gözlemlerin kullanıldığı, aynı zamanda birden fazla değişkenin bir arada bulunduğu bu modelleri açıklamak için istatistiki modellerin kullanıldığı regresyon analizlerinden faydalanılmalıdır.

Regresyon modellerinde amaç, olaylar arasındaki neden-sonuç ilişkilerini inceleyerek ilişkinin niteliğini ortaya çıkartmaktır. [24]

Regresyon analizine dayalı maliyet tahmin yöntemi için kullanılacak modelin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

1. Belirlenen kıstaslara uygun gözlemler alınır.

2. Modelde kullanılacak maliyeti etkilediği düşünülen değişkenler belirlenir. Çoklu regresyon analizinde daha çok "stepwise" yöntemi kullanılarak bağımsız değişkenler, tanımlanmış istatistiksel kriterlere göre denkleme alınıp çıkarılırlar. Alınacak ya da çıkarılacak bağımsız değişken kalmayıncaya kadar devam edilir.

3. Değişkenlerin tespitinden sonra gözlemler doğrultusunda oluşturulan serpilme diyagramları üzerinde regresyon doğrusu çizilir. Önceden gerçekleştirilmiş projeler göz önüne alınarak tahmin edilen değer ile gözlenen değer arasındaki farkın karesini minimum yapmaya çalışan en küçük kareler metodu ile ilişki kurulmaya çalışılır. [2]

4. Oluşturulan tahmin modeli sınanır yani hesaplama sonuçları değerlendirilir. Bu değerlendirme üç gruptan meydana gelir. Birincisi, modelin konu alanı ile ilişkili kuramsal ya da önsel kıstaslar, ikincisi istatistik kıstaslar (birinci dereceden kıstaslar), üçüncüsü ise ikinci dereceden sınamalar olarak isimlendirilmektedir. [38]

Bu yöntemle oluşturulan modellerden bazıları şunlardır:

- Kouskoulos ve Koehn Regresyon Modeli
- G. Schaffier Regresyon Modeli,
- Khalil, Assaf, Rahman Su Rezervuarı Maliyet Tahmini Modeli
- Murat Çıracı Regresyon Modeli
- Nelsen, Power, Federle Çoklu Regresyon Analizi ile Maliyet Tahmin Yöntemi
- Saeed Karshenas Regresyon Modeli
- Bowlby ve Schriver Regresyon Modeli (Bowlby et al. 1988)

- Fulden Baran Regresyon Modeli

- Mike Bauer Parametrik Regresyon Modeli

Dezavantajları:

- Tanımlayıcı modellerin pratikteki doğrulukları yayınlanmış teorik bilgilere göre daha azdır. Bu modellerin ön tasarım evresinde tüm binanın maliyetinin tahmin edilmesi amacıyla ve bakım-işletme maliyetlerinin tahmini için kullanılması gerektiği belirtilmektedir. [15]

- Yanlış değişken seçimi yapılabilir. Değişken seçiminde maliyet ile çok sıkı ilişkisi bulunanlar seçilmelidir. Ancak birbirleri ile çok basit ilişkili olan değişkenlerin seçilmesi yanlış sonuç verir. [31]

3.2.1.7 Erdem Fonksiyonel Elemanların Analizine Dayalı Maliyet Tahmin Yöntemi

A. E. Erdem (34) 1996 yılındaki çalışmasında konut projelerinde ön tasarım aşamasında kullanılmak üzere fonksiyonel elemanlara dayalı bir maliyet planlama ve tahmin modeli geliştirmiştir.

Çok sayıda göz önüne alınması gereken maliyet kriterinin olmasından dolayı (kat yüksekliği, kat sayısı, plan şeması, kat alanı, oda sayısı, iklim koşulları, kullanıcı istekleri, arsa şartları, zemin şartları, manzara yönü, kaplama malzeme fiyatları vb.) bu türlü bir seçimin bilgisayar ortamında daha doğru ve kolay olacağı tespit edilmiştir. Bilgisayar ortamında uzman sistemler olarak adlandırılan algoritmik yapılar içinde bu çok sayıdaki oluşum kriterinin tamamının birbirleri ile ilişkileri ve toplam bina inşaat maliyeti üzerindeki etkileri, çok daha kolay bir şekilde değerlendirilebilir.

Çalışmada kullanılan fonksiyonel eleman sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

1. Alt kabuk

2. Ara döşemeler ve merdivenler

3. Yan kabuk

3.1. Pencereler

3.1.1 Pencere doğramaları

3.1.2 Pencere camı

3.1.3 Kaplama malzemesi

3.2. Dış kapılar

3.3. Dış duvarlar

4. Üst kabuk

4.1. Oturtma çatılar

4.2. Teras çatılar

5. Düşey bölücüler

5.1. İç kapılar

5.2. İç duvarlar

6. Taşıyıcı sistem

6.1. Taşıyıcı iskelet

6.2. Temeller

Bu yöntemde iki aşamada tahmini maliyete ulaşılmaktadır. İlk aşamada fonksiyonel elemanların miktarlarının belirlenmesi. İkinci aşama kaplama malzemeleri alternatiflerine göre maliyetlendirilmesi sonucu elde edilen fonksiyonel elemanların maliyetlerinin toplanarak toplam ön maliyet tahminine erişilmesidir. [23]

Miktar hesaplamasının ardından binanın istenen kalite seviyesine göre seçilecek kaplama malzemeleri Erdem'in çalışmasındaki eklerdeki ilgili föyden fonksiyonel elemanlara dayalı olarak maliyet hesaplaması yapılabilir.

Daha sonra bu elemanların maliyetleri toplanarak toplam inşaat maliyetine ulaşılır. [23]

Bu yöntemle yapılan maliyet analizleri bir süre sonra bir maliyet veri bankası oluşturacak ve maliyetin oluşumu ile ana ve alt fonksiyonel elemanlara dağılımı daha etkin bir şekilde kontrol altına alınabilecektir. [23]

3.2.1.8 . Beklenen Değer (Expected Value) Tahmin Yöntemi

Bu model, geçmişte gerçekleştirilen projelerin maliyet bileşenlerinin istatistiksel analizi sonucu belirlenen aritmetik ortalamalar ve standart sapmalar kullanılarak ön maliyet tahmininin gerçekleştirildiği bir yöntemdir. Her bir maliyet bileşeninin ortalama maliyetine, sahip olduğu belirsizlik olasılık değerinin yüzdesel olarak katılması ile toplam maliyetin hesaplandığı yöntemdir.[23]

Bu modelin uygulaması aşağıdaki adımlardan meydana gelir:

- Her bir maliyet bileşeninin yaklaşık maliyeti veritabanında aynı özellikler taşıyan projelerin belirlenmesinin ardından bileşen maliyetlerinin alınarak istatistiksel analiz programı ile indekslerle güncellenmiş değerlerinin ortalamaları hesaplanır.

- Hesaplanan bu değerin sahip olduğu belirsizlik olasılık değeri de yine istatistiksel analiz programı vasıtasıyla normal dağılım fonksiyonu gibi uygun yaklaşımlarla standart sapmasının belirlenmesi ile hesaplanır.

- Bileşenlerin hepsi için belirlenen bu olasılık değerleri ile elemanların otalama maliyetleri çarpılır.

- Daha sonra bulunan bu değerlerin toplamı beklenen toplam inşaat maliyetini verir. [39]

Yukarıdaki işlemler aşağıdaki formül ile ifade edilebilir:

$$C(i) = \sum_{j}^{n} p_j x_{ij} \quad (92, \text{s.}214)$$

C : i projesi için beklenen maliyet değeri, YTL

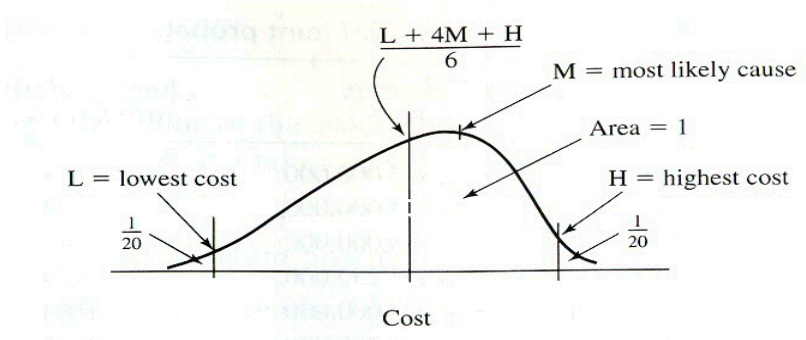
p_j : x bileşenin olasılık değeri, 0<= p_j <=1

x_{ij} : maliyet bileşeni

3.2.1.9 . Range Yöntemi

Range yöntemi, edinilen bilgilerdeki ve uygulanan yöntemlerdeki zayıflıkları dikkate alarak hesaplamadaki olası hatalara dikkat çekmektedir. Maliyet bir rastgele değişken olarak kabul edilmektedir. Bir rastgele değişken de istatistiksel anlamda bilgi kümesinin çıktıları için sayısal değer verilmiş bir fonksiyondur. [39]

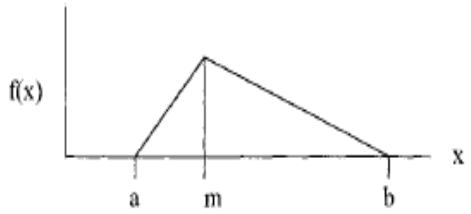
Bu modelde her bir maliyet bileşeni için üç farklı hesaplama yapılır. PERT için geliştirilen bir metoda dayanan bu yöntemde bir *en muhtemel*, bir *iyimser* (en düşük), bir de *kötümser* (en yüksek) maliyet hesaplaması elde edilir. Bu hesaplamaların beta dağılımına karşılık geldiği varsayılmaktadır. Bu dağılım birçok özelliği bakımından maliyet hesaplaması için uygundur. Örneğin, sadece pozitif değerli maliyetler kullanılabilir, normal ya da t dağılımında ise negatif değerlere de yer verilmektedir. Bu hesaplamadaki Şekil 3.6'da görülen beta dağılımı sola eğimlidir. Fakat simetrik ve sağa eğimli olan dağılımlar da kullanılabilir. Olasılık dağılım eğrisinin altındaki alan 1dir.



Şekil 3.6. Range Yönteminde Kullanılan Beta Dağılım Eğrisi [39]

Ayrıca Şekil 3.7'de de görülen üçgen olasılık dağılımı da uygun olduğu durumlarda alınabilir. Back, Boles ve Fry, 2000 yılındaki çalışmasında Teksas'taki bir büyük hükümet ajansında suçlarla ilgili hapishane, karakol ve diğer binaların geçmiş inşaat maliyetlerini modellemek için aşağıdaki gibi üçgen olasılık-yoğunluk fonksiyonunu

seçmiştir. Bu fonksiyonun oluşturulması için parametrelerin en küçük kareler yöntemi ile belirlenmesinin uygun olduğunu bulmuştur. [40]



Şekil 3.7. Range Yönteminde Kullanılan Üçgen Olasılık Dağılımı [40]

Bu yöntemde en düşük ve en yüksek oluşabilecek maliyet daha önceden inşaatı tamamlanan yapıların maliyetleri örnekleminde istatistiksel analiz programı ile hesaplanmaktadır. Bir maliyet bileşeni için ortalama değer ve varyansı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$E(C_i) = \frac{L + 4M + H}{6} \quad (42, \text{ s.216})$$

$$\text{var}(C_i) = \left(\frac{H - L}{6} \right)^2$$

$E(C_i)$: i bileşeninin beklenen, ortalama maliyet değeri, YTL, i=1,2,3,…,n

L : i bileşeninin en düşük maliyet değeri, YTL, i=1,2,3,…,n

M: en olasılıklı, model maliyet değeri, YTL, i=1,2,3,…,n

H: i bileşeninin en yüksek maliyet değeri, YTL, i=1,2,3,…,n

$\text{var}(C_i)$: i bileşeninin maliyet dağılımının varyansı , i=1,2,3,…,n

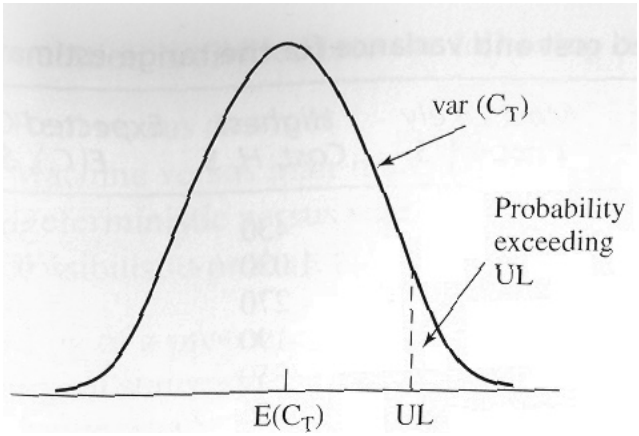
Aşağıdaki adımlar doğrultusunda tahmin işlemi gerçekleştirilir. [23]

1. Maliyeti tahmin edilecek projeye benzer niteliklerdeki projeler firmanın veritabanından ya da bir araştırma sonucu firma dışından elde edilir.

2. Her bir maliyet bileşeni için istatistiksel analiz programları ile veritabanındaki benzer özellikteki projelerin gerçekleşen bileşen maliyetleri doğrultusunda yukarıdaki formüller ifade edilmiş hesaplamalar yapılır. Yani veritabanındaki projelerin maliyet bileşenlerinin her biri için gerçekleştirilen analiz sonucunda en düşük, en yüksek ve en olasılıklı (ortalama) maliyet değeri ile beklenen değerleri ve varyansları hesaplanır.

3. Daha sonra her bir bileşenin birbirinden bağımsız olması ön koşuluyla toplamları alınır. Oluşan toplam maliyet dağılımı yaklaşık olarak normal dağılımda olmaktadır.

Toplam maliyetin beklenen değeri bileşenlerinin beklenen değerlerinin toplamı, varyansının da tüm bileşenlerinin varyansının toplamı olması gerektiğini belirten merkezi limit teoremine uyduğundan tüm değerlerin toplanması sonucu oluşan toplam maliyet dağılımının, bileşenlerin her birinin beta dağılımında olmasına rağmen Şekil 3.8'de görüldüğü gibi yaklaşık bir normal dağılım eğrisi oluşturduğu kabul edilir. Dolayısıyla bu dağılım sonucunda toplam maliyetin beklenen değeri ve varyansı belirlenmiş olur. [39] Bu işlemler aşağıdaki gibi ifade edilebilir:



Şekil 3.8. Range Yönteminde Kullanılan Normal Dağılım Eğrisi

$$E(C_T) = E(C_1) + E(C_2) + ... + E(C_n)$$

$$\text{var}(C_T) = \text{var}(C_1) + \text{var}(C_2) + ... + \text{var}(C_n)$$

$E(C_T)$: birbirinden bağımsız i bileşen dağılımlarının toplamından oluşan toplam beklenen maliyet.

$\text{var}(C_T)$: birbirinden bağımsız i bileşen dağılımlarının toplamından oluşan toplam maliyetin varyansı.

Elde edilen bu beklenen maliyet dağılımı kullanılarak belirlenen bir maliyet değerini aşma olasılığı belirlenebilir. Ya da teklif verileceği zaman alt ve üst sınırların belirlenmesi için kullanılabilir. İlk açıklanan yani üst maliyet limitini aşma olasılığı tespiti için aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$Z = \frac{UL - E(C_T)}{\left[\text{var}(C_T)\right]^{1/2}}$$

UL: üst limit maliyeti, YTL

Bulunan bu z değeri standart normal dağılımda bu değere karşılık gelen olasılık değeri okunarak aşma olasılığı (riski) 0.5-Pr(z) formülü ile hesaplanır. [39]

PERT uygulamalarında aynı koşullarda tekrarlanan aktiviteler için en düşük ve en yüksek maliyetler yirmide bir kez yanlış bulunmuştur. Fakat en muhtemel değer gerçekleşen değere çok yakın bir değer olarak gerçekleşmiştir. [39]

Avantajları:

- Bu hesaplamayla en yüksek belirsizliğe sahip bileşenler tespit edilir. Daha sonra bu bileşen ya da bileşenler üzerinde yoğunlaşılarak varyasyonu azaltmak için daha fazla bilgi toplanılmaya çalışılır.

3.2.1.10 Varyasyon İndirgeme Modeli (Successive Estimating)

Kuzey Avrupa'da oldukça sıkça kullanılan bu yöntem Danimarka Teknik Üniversitesi'ndeki Prof.Steen Lichtenberg tarafından ağ-bazlı planlama ve programlama için olduğu kadar maliyet hesaplaması için de geliştirilmiştir. İstatistik ilkeleri ile istatistiksel analiz programı kullanılarak benzer özelliklerdeki projelerin

analizi ile doğruluk arttırılmakta ve hesaplama süresinin azaltılması sağlanmaktadır. [39]

Bu model aşağıdaki adımlar doğrultusunda uygulanır:

- Bu yaklaşımda ilk olarak firma veritabanındaki ya da firma dışındaki projeler ele alınarak projeler elemanlarına ayrılır. Bu elemanların belirlenmesinde tüm projelerde mevcut olması sağlanmalıdır.

- Elemanların maliyeti belirsizlik (standart sapma) maliyeti ile birlikte saptanır.

- Daha sonra bu belirsizliklerin karesi alınır ve elemanların maliyet değerlerinin varyansları bulunur, tüm elemanların varyansları toplamının da karekökü alınarak toplam maliyetteki belirsizlik bulunur.

- En büyük sapma miktarına sahip olan eleman üzerinde odaklanılır. Bu sefer o eleman kendi içinde parçalanarak analiz edilir ve içindeki alt elemanların her birinin standart sapmasının karesi alınır, toplamlarının karekökü de hesaplanarak o elemanın yeni belirsizliği hesaplanır.

- Yeniden toplam projenin belirsizliği hesaplanır. Eğer sonuç yeterli değilse aynı süreç yeterli doğruluk derecesine ulaşılana kadar tekrar edilir. [41]

Avrupai tasarımcılar ve inşaatçılar alt elemanlara uniform seviyede detaylara ayrılmış bütün elemanlardan oluşan projede kullanılan successive tekniğinin geleneksel yaklaşımların %20si kadar çaba gerektirdiğini söylemektedirler. Aynı zamanda hesap uzmanları gerçekte projedeki belirsizliklerin nerede olduğunun da farkında olurlar. Geri kalan zamanda belirsizlik oranının düşük olduğu malzemeleri tasarımda kullanarak toplam maliyetteki doğruluk derecesini daha da artırabilmektedirler. [41]

3.2.1.11 Simülasyon Yöntemi (Stokastik Modeller)

Simülasyon yöntemi, yapı modelinin tasarım değişkenleri ve çevresel faktörleri ile bir sistem olarak ele alındığı ve bu sistemin davranışlarının genellikle bilgisayar ortamında kopya edilmeye çalışılarak değişkenlerin birbirleri üzerindeki ve maliyet üzerindeki etkilerinin incelendiği bir yöntemdir. [2]

Simülasyon modelinde oluşturulan sistemde tecrübeler doğrultusunda tahmin edilebilen ya da bazısı tahmin edilemeyen iç ve dış birçok değişken bulunmaktadır. Örneğin bir duvar ekibinin birim zamanda ördüğü ortalama duvar alanı bellidir. Fakat bu değer her durumda geçerli olmayan ideal şartlarda tespit edilmiş bir değerdir, örneğin uzun süreli çalışmaların gerektiği zamanlarda ekibin performansı azalabilir ya da hava şartları, salgın hastalıklar gibi daha önceden tahmin edilemeyen sebeplerden ötürü ekip her zaman için aynı performans düzeyinde çalışamamaktadır. "Simülasyon modelinin amacı bu çok sayıdaki bağımsız değişkenin sonuç (maliyet) üzerindeki ortak etkilerini incelemektir. [24]

Simülasyonun 3 temel özelliği söz konusudur.

- Direkt deneyimlerden, özel sistemler oluşturulması gerekeceğinden maliyeti yükseltmesi bakımından kaçınır.

- Simülasyonda sabit karakterli matematiksel problemlere değil, deneysel ve hataya bağlı gözlemlere ihtiyaç duyulur. İstatistiki analizler test edilerek performans hakkında sonuca varılır.

- Bu sonuç operasyonel araştırma alanının gelişmesine kadar uzanır. Bilimsel araştırma ve operasyonel araştırma arasındaki fark, daha sonra incelenen pek çok olaydaki değişkenliğin artmasıdır. [2]

Simülasyon modeli ile ulaşılmak istenen hedef toplam proje maliyeti için kümülatif dağılım fonksiyonunu oluşturmaktır. Bu fonksiyonun doğruluğu ve sermaye hacmi konusunda dağılım fonksiyonunu hesaplamak için genelde Monte Carlo simülasyonu kullanılmaktadır. [29]

"Monte Carlo simülasyonunun iki önemli özelliği; [29]

1. Belirsizliği de hesaba katıp olası bir tahminde bulunmaktır.

2. Bilgisayar sistemini geniş çapta kullanılması iletişim ile bilgi akımı bu sisteme dayandırılmıştır.

Monte Carlo simülasyonu, kesin olarak tahmin edilemeyen kontrollü faktörlerle ilgilenir. Modelde analizin rastgele sayılar ile uygulanmasından dolayı bu modele,

Monte Carlo denilmektedir. Bu rastgele sayılar en doğru şekilde bilgisayar yardımıyla belirlenmelidir. [2]

Monte Carlo analizinin adımları şunlardır:

1. Firma veritabanındaki ya da firma dışı gerçekleştirilecek projeye benzer projeler kullanılarak maliyet planındaki temel kategoriler belirlenir ve her biri için dağılımlar tanımlanır.

2. Her dağılım için bilgisayar yardımıyla rastgele sayılar (birim fiyat oranları) üretilir.

3. Rastgele seçilen birim fiyat oranları, ölçülen miktarlar ile çarpılır.

4. Üçüncü adım her kategori için tekrarlanarak toplandığında toplam proje maliyetine ait bir sonuca ulaşılır. Bu n kez tekrar edilir. (N=100, 200, 300…)

5. N tane tahminin kümülatif frekans eğrisi ve histogramı çizilir. N sayısı ne kadar büyük olursa daha düzgün bir kümülatif frekans eğrisi ve histogramı elde edilecektir. [9]

6. Bu grafikler yardımıyla da benzer bir yapının tahmin edilen maliyetinin yüzde kaç olasılıkla gerçekleşebileceği öğrenilir. Dolayısıyla tahminin doğruluğu ölçülebilir. [9]

Bazı simülasyon yaklaşımları şunlardır:

- Flanagan Modeli
- Touran Modeli
- Nilüfer Yaylagül Modeli
- Arpacı Modeli
- Okuyan Simülasyon Modeli

3.2.1.12 Boyutsuz Büyüklükler ile Maliyet Tahmin Yöntemi

İTÜ İnşaat Fakültesi öğretim üyelerinden Dr. Murat Kuruoğlu tarafından geliştirilmiştir. Bu ön tahmin yapı türü ve inşaat alanına dayalı bir sistematik yaklaşım içinde gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem ile konut inşaatlarının % 80'ini oluşturan dolaysız maliyet hesaplanmakta ve bu değere bağlı bir katsayı yardımıyla gider kalemlerinin ilave edilmesi ile toplam inşaat maliyeti hesaplanmaktadır. [42]

Bu yaklaşımda konut inşaatları belirli kalite sınıflarına ayrılmış, her yapı türünden bir örnek alınarak metrajı ve piyasa rayiçlerine dayalı olarak maliyetleri belirlenmiş ve yapılan bir istatistiksel analiz sonucu oluşturulmuş boyutsuz büyüklüklere göre dolaysız maliyet hesaplanmıştır. Daha sonra bir ihaledeki teklif fiyatı dolaysız maliyetlerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmiştir:

Teklif Fiyatı = Toplam Maliyet (TM) + KAR + RİSK

Toplam Maliyet = İnşaat Maliyeti (İM) + Genel Giderler (GG)

İnşaat Maliyeti = DM +ŞG + GG + Kar ve Risk

Boyutsuz büyüklüklere göre maliyet tahmin yönteminde sonuç olarak da teklif fiyatı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. (72, s.37)

Teklif Fiyatı = DM + ŞG + GG + KAR ve RİSK

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda diğer gider kalemlerinin dolaysız maliyete bağlı olarak ifade edilmesinde yukarıdaki formül aşağıdaki gibi ifade edilir:

Teklif Fiyatı = DM + K1*DM + K2*DM + KAR ve RİSK

K1: Şantiye Gider Payı

K2: Merkez Gider Payını ifade etmektedir.

Bu model konut projesi maliyet tahmini hesaplamasında örneklenmiştir.

Metot: Bu yöntemdeki tahmini maliyet hesabı aşamalar şeklinde aşağıdaki gibidir.

- Yapı Sınıfının Belirlenmesi

- İnşaat Alanı Hesabı
- İmalat Kalemlerinin Metraj Tahmini
- İmalat Kalemlerinin Maliyetinin Tahmini
- Toplam İnşaat Maliyetinin Tahmini
- Yaklaşık Maliyet ve Teklif Fiyatının Belirlenmesi

3.2.1.13 Oran (Faktör) Yöntemi

Bu yöntem genel olarak bir maliyetin diğer bir maliyetin oranı ya da faktörü olarak hesaplanması esasına dayanmaktadır. Örneğin, binanın elektrik, havalandırma, ısıtma sistemleri ile birlikte toplam maliyetinin kabuğunun maliyetinin 1,6 gibi bir değer ile çarpılması sonucu ya da her bir inşaat elemanın maliyetinin ekipman maliyetinin bir değer ile çarpılması sonucu bulunarak toplamlarından da toplam maliyetin bulunması gibi. Bu gibi faktörlere maliyet-oran faktörleri denir.

Metodoloji makine/ekipman maliyeti * "faktör + güvence" ile tahmini içermektedir. [43]

Bu yöntemi uygulamak için çok iyi bir veri tabanına ihtiyaç vardır. Bu metotla gerçekleştirilen hesaplamalardaki doğruluk oranı +-20 %'dir. [5]

Oranlar ya da faktörler çeşitli tekniklerle hesaplanabilmektedir. Yapı sahibinin firmanın tecrübe edindiği projelerinin istatistiksel analizleri, yüklenici firmaların maliyet analizleri, haber dergileri, hükümet kayıtları kaynak olarak kullanılabilir. [44] Önerilen faktörler ve güvenceler her projede aynı şekilde uygulanamaz. Projeye özel faktör ve güvenceyi belirlemek için tecrübe ve muhakeme sonucu önerilen faktörlere ve güvenceye modifikasyonlar yapılmalıdır. (Factored Estimating Guidelines – Refinery / Petrochemical Projects)

İyi muhakeme - metodolojideki faktörleri ve sonuçları ayarlama, modifiye etmek için iyi muhakeme kullanılmalı.

Tecrübe - hem genel hem de belirli bir proje tipi ile ilgili tecrübelere sahip kişiler ile çalışılmalı ya da gerçekleştirilen tahminler inceletilmeli.

Süreklilik - sürekli aynı ekiple çalışıldığında bu ekip geçmiş projelerden edinecekleri tecrübelerle hatalarını azaltacak, metodolojilerini, faktörlerini ve güvencelerini daraltacaklardır.

Bütünlük ve veritabanı - her tesis için proje maliyet tecrübesi veritabanı her yerleşim için ayrı inşa edilmelidir. Her yerleşim, iklim koşulları, işçilik maliyeti, verimlilik, çalışma alanı bakımından farklılıklara sahip olabilir. Yanlış tahminlerin sebeplerinden en büyüğü farklı setten bir faktör ya da oran kullanmasındandır. (Factored Estimating Guidelines – Refinery / Petrochemical Projects)

3.2.1.14 Maliyet – Kapasite Faktörleri ile Tahmin Yöntemi

Bu yöntem, genellikle endüstriyel tesislerin maliyetlerinin tesisin kapasitesindeki değişimin maliyet üzerindeki etkisini ifade eden maliyet – kapasite faktörleri ile tahmin edildiği bir yöntemdir. [23]

İnşaatı gerçekleştirilecek endüstriyel tesis ya da havalimanı vb. binalar için veritabanındaki daha önce yapılmış benzer tesislerin kapasite ve inşaat maliyet değerleri göz önüne alınarak gerçekleştirilen maliyet-kapasite istatistiksel analizi sonucu maliyet – kapasite faktörleri elde edilmektedir.

Bu kapasite ve maliyet değerleri iki boyutlu koordinat düzlemine yerleştirildiğinde lineer olmayan bir eğilim göze çarpmaktadır. Bu ilişki aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

(2. tesisin maliyeti / 1. tesisin maliyeti) = (2.tesisin kapasitesi / 1.tesisin kapasitesi)^{x}

Bu üssel ilişki eşitliğin her iki tarafının logaritması alınarak lineer ilişkiye dönüştürülür.

ln(2.tesisin maliyeti / 1.tesisin maliyeti) = x * ln(2.tesisin kapasitesi / 1.tesisin kapasitesi)

Bu dönüşümden sonra maliyet – kapasite faktörü basit lineer regresyon analizi ile bulunur. Maliyet-kapasite faktörü ortaya çıkan lineer doğrunun eğimidir.

Bu yöntem ile maliyet tahminini gerçekleştirebilmek için gerekli parametreler, tesis tipi, tesisin kapasitesi, inşaatın yapıldığı yıl ve yerdir.

Bu yöntemi ifade eden denklem aşağıdaki gibidir:

$$C_F = f\left[C_k (R)^X\right]$$

C_F : tesisin yatırım maliyeti,

C_k :bilinen tesisin yatırım maliyetini,

R :tesislerin kapasitelerinin oranını,

x: maliyet-kapasite faktörünü ifade etmektedir.

Bu denklem dolaysız ve dolaylı maliyetler göz önünde bulundurularak şu şekilde de ifade edilmektedir.

$$C_F = f\left[D(R)^X + I\right]$$

Bu denklemde yukarıdaki denklemden farklı olarak kullanılan D, dolaysız maliyetleri I ise dolaylı maliyetleri ifade etmektedir. [53, 394]

3.2.2. Benzer Proje ile Karşılaştırma Yöntemi

Benzer proje ile karşılaştırma yöntemi gerçekleştirilmesi düşünülen yapıya benzer geçmişte tamamlanmış maliyeti bilinen bir yapı ile karşılaştırma yapılarak yapı maliyetini etkileyen faktörlerin değişimi oranında dönüştürme işlemleri yapılması sonucu yeni yapılacak yapının maliyetinin hesaplandığı bir yöntemdir. [37]

Bu yöntem aşağıdaki aşamalar doğrultusunda uygulanır:

- İlk önce maliyeti bilinen yeni inşa edilecek yapıya benzeyen bir yapı bulunur.
- Daha sonra yeni yapıdaki malzeme, inşaat metodu ve benzeri diğer değişiklikler için ayarlamalar, dönüştürmeler yapılarak yeni yapının maliyeti bulunur.

Bu yöntem doğrultusunda yapılan çalışmalar şunlardır:

3.2.2.1 Erken Maliyet Tahmini

1985 yılındaki erken maliyet tahmini yönteminde P.Brandon, G.Moore ve P.Main tarafından yukarıdaki uygulamalardan (14 Eylül 1977 tarihli AJ'deki uygulama) fabrika binaları için olan hesaplama bilgisayar yazılımı haline getirilmiştir. Bu modelde alan arttıkça m² maliyetin doğrusal olarak azaldığı kabul edilmiştir. [37]

Bu maliyet tahmin modelinde maliyeti etkileyen tüm tasarım faktörleri göz önüne alınmamış; maliyeti en fazla etkilediği düşünülen kalite, büyüklük, yerleşim ve zaman faktörleri alınmıştır. [37]

3.2.2.2 Elemanlara Dayalı Maliyet Analizi İle Karşılaştırma Yöntemi (Elemental Cost Analysis)

1986'da Ivor H. Seeley tarafından yapılan çalışmada maliyeti hesaplanacak binaya benzer bir binanın elemanlara dayalı maliyet analizi alınarak yeni binanın, örnek binadaki elemanlardan farklı özelliklerinin belirlenmesinden sonra bunların maliyette meydana getirdiği farklılıkların hesaplanmasıyla yeni binanın eleman maliyetlerinin toplanması sonucunda yeni bina maliyeti bulunur. [37]

Kat yüksekliği miktarındaki azalmanın, bina maliyetinde de aynı oranda azalmaya neden olacağı kabul edilmiş fakat bunun neden böyle kabul edildiği belirtilmemiştir. [37]

3.2.2.3 İlk (Ön) Tahmin Yöntemi

1986 yılında Douglas Ferry ve Peter Brandon tarafından yapılan çalışmada m² maliyeti belirli olan bir binanın maliyet verilerinden yararlanarak yeni binanın maliyeti hesaplanmaya çalışılmıştır. [15]

Aşağıda Tablo 3.3'de bir fabrika binasına ait özellikler verilmiştir. Bu yöntemde örnek proje ile maliyeti hesaplanacak proje arasındaki bina maliyeti farkları hesaplanmakta ve toplam bina maliyeti bulunmaktadır.

Tablo 3.3. Elemanlara Dayalı Maliyet Analizi Yöntemindeki Örnekteki Mevcut ve Yeni Fabrikanın Özellikleri

	Mevcut Fabrika Binası	**Yeni Fabrika Binası**
Döşeme Alanı	1600 m² (800+800)	1500 m² (750+750)
Duvar / Döşeme Oranı	0,75	0,79
Kat Yüksekliği	8,40 m (4,80 + 3,60)	8,10 m (4,50 m + 3,60m)
Bina Maliyet İndeksi	Kasım-1979 - 160	Ocak-1983 - 225
Cephe Tuğlaları		Cephe tuğlaları %0,1 daha
Bölme Miktarı		%10 daha fazla
Sıhhi Tesisat		%25 artış var
Çöp Borusu Sistemi		%5 artış var
Püskürtgeç Tesisatı		Tahmini maliyet: 11.000
Şantiye İşleri Miktarı		%25 azaltma var

Dönüştürme işlemleri sırasında göz önüne alınan faktörler şunlardır:

1. Piyasa koşulları,

2. Büyüklük, kat adedi gibi biçim farklılıkları

3. Yapı kalite seviyesi

4. Tesisat sistemi farkları

5. Arsa ve zemin farkları

6. Diğer etkenler şeklindedir.

Karşılaştırmalar sırasında yayınlanmış enformasyon ile de karşılaştırma yapılmalıdır.

3.2.2.4 Döşeme Alanına Dayalı Eleman Modeli

1991 yılında yine Douglas Ferry ve Peter Brandon tarafından yapılan bu çalışma ise 1962'de kurulan BCIS veri tabanındaki elemanlara ait maliyet analizlerinden yararlanılarak eleman maliyetlerinde kalite, zaman ve miktar ayarlaması yapıldıktan sonra eleman maliyetleri toplanmakta ve toplam bina maliyeti hesaplanmaktadır. [37]

Bu modelde ilk maliyet formülü aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$C = \sum_{E=1}^{6} (t.q.q_u.R)E$$

C: Maliyet

E:Ana eleman kategorileri (altyapı, üstyapı, dış bitirmeler, tesisat, servisler, dış işler)

t: Zaman ayarlaması (tüm elemanlar aynı indeks ile güncellenmeyecektir. Örneğin, servis bina elemanı, mekanik ve elektrik servisleri fiyat indeksi ile güncelleştirilecek, diğer elemanlar ise bu servisler dışındaki bina işleri için teklif fiyat indeksi ile güncelleştirilecektir.)

q: Kalite ayarlaması (örnek bina ile eldeki proje arasındaki karşılaştırma yapılarak ayarlama yapılır.)

q_u : Miktar ayarlaması (genellikle lineer olduğu kabul edilir, örnek bina maliyetinde alan yerine yeni binanın alanı konularak hesaplanır.)

R: Eleman birim maliyeti (döşeme alanı başına maliyet)

Daha sonradan bu modelin detay derecesi artırılarak ilk modeldeki 6 eleman kendi içinde elemanlara ayrılarak eleman sayısı 32'ye çıkarılmıştır. [37]

Örneğin, üstyapı, çatı, iskelet, dış duvarlar, döşemeler, merdivenler, pencereler ve dış kapılar, iç duvarlar ve bölmeler, iç kapılar olarak kendi içinde elemanlara bölünmüştür. Yeni formül de aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$C = \sum_{E=1}^{32} (t.q.q_u.R)E$$

3.2.2.5 RS Means m²Tahmin Yöntemi

Means (m² maliyet yöntemi) yönteminde kullanılan girdi parametreleri bina tipi, kat sayısı, dış duvar tipi, kat yüksekliği toplam brüt inşaat alanı, bina çevre uzunluğu, bodrum katın var olup olmaması, ayarlamalar, ilaveler, inşaatın yapıldığı yer ve inşaatın yapıldığı yıldır. [17]

Bu yöntemde ilk olarak R.S.Means Company, Inc. Tarafından geliştirilmiş olan Square Foot Cost maliyet veri tabanında (1992) bulunan 60 farklı bina tipinden uygun olanı seçilir. Daha sonra toplam brüt inşaat alanı belirlenir. Eğer belli değilse oda sayısı, araç sayısı gibi bilgiler ile Boyut Tanımlama Tablosu (20) kullanılarak toplam brüt inşaat alanı hesaplanır. Örneğin oda sayısı bilinmesi durumunda 1 oda için brüt alan ile çarpılarak toplam brüt inşaat alan hesaplanır. Daha sonra brüt inşaat alanının tipik brüt inşaat alanının alt ve üst sınırları arasında bulunup bulunmadığı veri tabanının kullanılması için kontrol edilir.

Bodrum kat hariç kat sayısı hesaplanır. Daha sonra binanın çevre uzunluğu hesaplanır. Bu hesaplama için binanın kare ya da dikdörtgen şeklinde bir geometriye sahip olduğu kabul edilir.

Kare ise toplam brüt inşaat alanının karekökü bir kenarın uzunluğunu verecektir. Buradan karenin çevresi hesaplanır. Dikdörtgen ise toplam brüt inşaat alanı değerinden kenarlar birbirine en yakın değerler olacak şekilde belirlenir.

Çevre hesabından sonra döşeme üstünden döşeme üstüne binanın normal kat yüksekliği hesaplanır. Daha sonra veri tabanındaki tahmini yapılacak bina tipine ait dış duvar tiplerinden uygun olanı seçilir. Bu seçime göre veri tabanından alınan birim m² maliyeti üzerinde bir de çevre ve kat yüksekliği ayarlamaları da yapıldıktan sonra tahmini yapılan binaya ait birim m² inşaat maliyeti bulunur. Bu değer ile daha önce bulunan toplam brüt inşaat alanı çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti bulunur.

Bodrum katın bulunması durumunda veritabanından alınan m² inşaat maliyeti değeri ile bodrum kat alanı çarpılarak bodrum katın bulunmasından dolayı oluşan ilave maliyet bulunur.

Binaya ait saat sistemi, kapalı sistem kamera, asansörler, güvenlik aydınlatma sistemi, duman dedektörü, ses sistemi, TV anten vb. işlerden oluşan ayarlamaların maliyeti miktar bilgileri ile Square Foot Cost maliyet veri tabanındaki birim fiyat değerleri ile çarpılması ile hesaplanarak toplamı alınır ve böylece ayarlamaların toplam maliyeti belirlenmiş olur. Daha sonra ilavelerin maliyeti hesaplanır. Bunlar araba yolu, otopark, çevre düzenleme gibi işlerdir. Bu işler hakkındaki var olan miktar bilgileri ile tüm bina tipleri için ortak hazırlanmış İlaveler tablolarındaki birim fiyat değerleri çarpılarak toplamları alınır.

Toplam inşaat maliyetine bodrum kat, ayarlamalar ve ilavelerden doğan ek maliyetler katılır.

Son olarak yer ve zaman ayarlaması yapılarak maliyet tahmini işlemi sonlandırılır.

(İnşaatın yapılacağı yıla ait tahmini maliyet indeksi / veri tabanının son güncellendiği yıla ait gerçek maliyet indeksi) * toplam inşaat maliyeti işlemi sonucu zaman ayarlaması gerçekleştirilir. Yer ayarlaması için inşaatın yapılacağı yere ait maliyet indeksi ile az önce bulunan maliyetin çarpılarak 100'e bölünür ve böylece tahmini toplam maliyet elde edilmiş olur.

Ayrıca m³ maliyetler de kullanılarak özellikle proses endüstrisindekine benzer genel olmayan tavan yükseklikleri ve asma katları bulunan binaların maliyet tahmininde pratik olmaktadır. [45]

3.2.2.6 RS Means m² Ticari Bina Modeli Yazılımı

Bina tipi, toplam kat sayısı, dış duvar tipi, toplam brüt inşaat alanı, inşaatın yapıldığı yıl ve inşaatın yapıldığı yer parametreleri girilerek tahmin gerçekleştirilir. [17]

İlk olarak R.S.Means Company, Inc. tarafından geliştirilmiş olan Commercial Foot Cost maliyet veri tabanındaki 46 farklı ticari bina tipinden uygun olanı seçilir. Daha sonra toplam brüt inşaatı, bodrum kat hariç toplam kat sayısı belirlenir. Daha sonra

veri tabanındaki maliyet tahmini yapılacak bina tipine ait dış duvar tiplerinden uygun olan biri seçilir. Son olarak inşaatın yapılacağı yerin posta kodu ya da eyalet-şehir girilerek tahmin sonlandırılır.

3.2.2.7 RS Means Konut Modeli Yazılımı

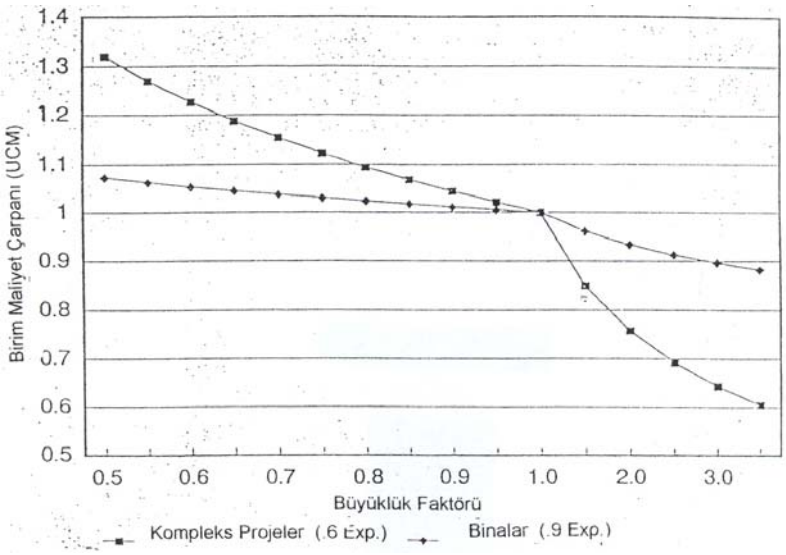
Bu yazılımda ise R.S.Means Company, Inc. tarafından geliştirilen "Residential Foot Cost" maliyet veri tabanı kullanılmaktadır. İlk olarak dört farklı kalite seviyesinden uygun olanı seçilerek toplam brüt inşaat alanı belirlenir. Daha sonra bodrum hariç kat sayısı girilir. Veri tabanındaki maliyet tahmini yapılacak bina tipine ait dış duvar tiplerinden uygun olan biri seçilir. Son olarak da inşaatın yapılacağı yer posta kodu ya da eyalet – şehir olarak yazılarak tahmin işlemi sonlandırılır.[17]

3.2.2.8 RS Means Birim Maliyet Çarpanı, Toplam Maliyet Çarpanı Yöntemi

RS Means 1992 yılında da büyüklüğe bağlı olarak ***birim maliyet çarpanı*** **ve** ***toplam maliyet çarpanı*** **yöntemlerini** geliştirmiştir. Buradaki büyüklük için karşılaştırma birimleri m^2 alan, m^3 hacim, bir otopark için araç sayısı, hastanede yatak sayısı, endüstriyel tesislerde kapasite olabilir.

Bina maliyetinin büyüklüğü ile ters orantılı olduğu düşüncesinden hareket ederek büyüklük faktörüne göre maliyet çarpanları saptanarak, bunların hem basit hem de kompleks projelerde kullanılması için tablolar ve grafikler hazırlanmıştır. [46] Şekil 3.9'da hazırlanmış olan bu grafiklerden biri olan birim maliyet dönüştürme grafiği yeralmaktadır.

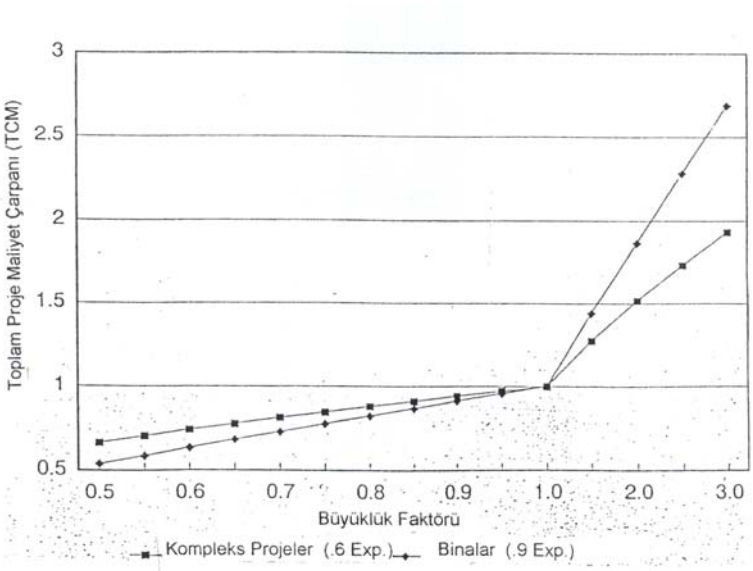
Toplam Maliyet Çarpanı tahmin yöntemindeki tek farklılık binanın basit veya kompleks kararından sonra toplam maliyet çarpanı ile çarpılması sonucu direkt toplam maliyetinin bulunmasıdır. Geri kalan adımlar birim maliyet çarpanı ile aynıdır. [23]



Şekil 3.9. Birim Maliyetleri Dönüştürme Grafiği [46]

3.2.2.9 R.S.Means Çabuk Maliyet Hesaplayıcısı Yazılımı

R.S. Means Çabuk Maliyet Hesaplayıcısı yazılımı ile de ön maliyet tahmini işlemi gerçekleştirilebilmektedir. 60 farklı bina tipi için oluşturulmuş veritabanından uygun olan bina tipinin ve ardından toplam brüt inşaat alanının girilmesinin ardından yazılım tarafından belirlenen değer daha sonra inşaatın yapıldığı yer ve yıla göre güncellenerek tahmin sonlandırılmaktadır. [17]



Şekil 3.10. Toplam Maliyetleri Dönüştürme Grafiği [46]

Gerekli parametreler, bina tipi, toplam brüt inşaat alanı veya birim sayısı, inşaatın yapıldığı yer ve inşaatın yapıldığı yerdir. Bu yazılım R.S. Means Company, Inc tarafından geliştirilmiş olan Square Foot Base Size maliyet veri tabanını kullanmaktadır. (R.S.Means Company, 1996)

3.2.2.10 RS Marshall & Swift Konutlarla İlgili Tahmin Yöntemi

RS Marshall & Swift tarafından da ön maliyet tahmin yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri konutlarla ilgili tahmin yöntemidir. Bu tahmin yönteminde Marshall & Swift tarafından geliştirilmiş 3 ayda bir güncellenen Square Foot Costs maliyet veri tabanında bulunan tek katlı ev, alçak katlı apartman, kasaba ev ve çiftlik evi tiplerinden maliyeti tahmin edilmek istenen biri tahminci tarafından seçilir. [17]

İnşaata ait altı farklı kalite seviyesinden biri seçilir. Binanın bodrum kat dahil toplam kat sayısı belirlenir. Daha sonra veritabanından bina tipi, kat sayısı ve inşaat kalite seviyesi göz önünde bulundurularak en uygun olan m² birim maliyet verisi dolar cinsinden seçilir. Bodrum kat dahil toplam kat alanları belirlenir. Bu seçilen birim maliyet ile bodrum kat dahil toplam brüt inşaat alanı ile çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti bulunur. Daha sonra yer ve zaman maliyet indeksleri ile ayarlama yapılarak tahmin sonlandırılır.[23]

3.2.2.11 RS Marshall & Swift Ticari Binalarla İlgili Yöntem

RS Marshall & Swift tarafından geliştirilen bir diğer yöntem de ticari binalarla ilgili yöntemde ise Marshall & Swift tarafından geliştirilmiş 3 ayda bir güncellenen Commercial Square Foot Costs maliyet veri tabanından 270 farklı ticari kurum ve ziraatla ilgili bina tipinden tahmin edilecek olan tip seçilir. [17]

Daha sonra 6 farklı kalite seviyesinden biri seçilir. Binanın bodrum kat dahil toplam kat sayısı da belirlendikten sonra veri tabanından belirtilen bina tipi, kat sayısı ve kalite seviyesi göz önünden bulundurularak en uygun olan $/m² maliyet verisi seçilir. [17]

Konutlarla ilgili tahmin yönteminde olduğu gibi bodrum kat dahil tüm kat alanları da belirtildikten sonra binanın toplam brüt döşeme alanı ile seçilen $/m² birim maliyet çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti bulunur. Daha sonra bu tahmini maliyet üzerinde yer ve zaman ayarlaması yere bağlı ve zamana bağlı maliyet indeksleri ile yapılır. [23]

R.S.Marshall & Swift ayrıca konutlarla ve ticari binalarla ilgili tahmin yazılımı da geliştirmiştir. Bu yazılımlardaki girdi parametreleri, bina tipi, inşaat kalitesi, toplam kat sayısı, toplam brüt kat alanı ve inşaatın yapıldığı yerdir.

3.2.2.12 R.S.Marshall & Swift Konutlarla İlgili Tahmin Yazılımı

Konutlarla ilgili yazılım da Marshall & Swift tarafından geliştirilmiş ve 3 ayda güncellenen Residential Square Foot Costs maliyet veri tabanını kullanmaktadır. Bu yazılım kullanımında ilk olarak tek katlı ev, dubleks ev, alçak katlı ev, apartman, kasaba ev ve çiftlik evi tiplerinden uygun olan biri seçilir. 6 farklı kalite seviyesinden biri seçilerek, binanın bodrum kat dahil toplam kat sayısı belirlendikten sonra yazılım tarafından otomatik olarak en uygun $/m² verisi belirlenerek yazılıma binadaki bodrum kat dahil kat alanlarının toplamı girilir. [23]

Daha sonra inşaatın yapılacağı tarih ay ve yıl olarak yer de posta kodu olarak girilerek toplam inşaat maliyeti yer ve zaman ayarlaması yapılmış bir şekilde bulunur. [17]

3.2.2.13 Marshall & Swift Ticari Binalarla İlgili Tahmin Yazılımı

Ticari binalarla ilgili tahmin yazılımında ise yukarıdaki ticari binalarla ilgili yöntemdeki gibi aynı veritabanını kullanan yazılımdan 270 farklı ticari kurum ve ziraatla ilgili bina tipinden maliyeti tahmin edilecek olan bina tipi belirlendikten sonra 6 farklı kalite seviyesinden biri seçilir. Daha sonra bodrum kat dahil toplam kat sayısı ve bodrum kat dahil kat alanlarının toplamı belirlenerek inşaatın yapılacağı tarih ay ve yıl olarak yer de posta kodu olarak girildikten sonra bu ticari binanın maliyet tahmini elde edilir. [17]

3.2.2.14 SAYLOR Company, Inc. Ticari Binalar İçin m² Maliyet Tahmin Yöntemi

Saylor Company, Inc. tarafından geliştirilen ticari binalar için m² maliyet tahmin yönteminde ise yine SAYLOR Company, Inc. tarafından geliştirilen Commercial Square Foot Costs maliyet veri tabanından 65 farklı ticari bina tipinden maliyeti tahmin edilecek binaya uygun olan biri bina tipi ve bu bina tipine ait dış duvar tiplerinden uygun olanı seçilir. Bu iki seçime bağlı olarak veri tabanından birim m² inşaat maliyeti elde edilir. [17]

Birim m² inşaat maliyeti daha sonra 4 farklı deprem bölgesinden birine göre ayarlanır. Bu elde edilen m² inşaatı maliyeti brüt inşaat alanı ile çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti elde edilir. Ayrıca bodrum katın olması durumunda veritabanında bodrum brüt kat alanları için tanımlanmış olan birim m² inşaat maliyetlerinden uygun olanı seçilir. Daha sonra bodrum kat m² inşaat maliyeti üzerinde bodrum kat yüksekliğindeki farklılıktan kaynaklanan ayarlama yapılır. [23]

Ayarlama sonucu elde edilen bodrum kat m² inşaat maliyeti ile bodrum kat brüt inşaat alanı çarpılarak bodrum kat toplam inşaat maliyeti elde edilir ki bu maliyet de daha önce hesaplanan inşaat maliyetine ilave edilerek toplam bina inşaat maliyeti elde edilir.

Son olarak zaman ve yer maliyet indeksleri ile ayarlamalar yapılarak tahmini maliyet elde edilir.

3.2.2.15 SAYLOR Company, Inc. Konut Binaları İçin m² Maliyet Tahmin Yöntemi

SAYLOR Company, Inc. tarafından geliştirilen konut binaları için m² maliyet yönteminde yine SAYLOR Company, Inc. tarafından geliştirilen Residential Square Foot Costs maliyet veri tabanından 6 farklı inşaat kalite seviyesinden uygun olan biri ilk olarak seçilir. [17]

Bina tipine ait dış duvar tiplerinden biri seçilir. Bu seçimlere göre veri tabanından birim m² inşaatı maliyeti elde edilir. Daha sonra bu m² maliyet ile brüt inşaat alanı çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti elde edilir.[23]

Bodrum kat olması durumunda veri tabanındaki bodrum kat duvar tiplerinden uygun olan biri seçilerek bodrum kata ait birim m² inşaat maliyeti elde edilir ve bodrum kat brüt inşaat alanı ile çarpılarak bodrum kata ait toplam inşaat maliyeti elde edilir. Bu elde edilen maliyet ile daha önceden hesaplanan bina maliyeti toplanarak toplam inşaat maliyeti elde edilir. .[23]

Garajın olması durumunda veri tabanından 1,2 veya 3 arabalık olması durumlarından biri seçilerek garaja ait birim m² inşaat maliyetine ulaşılır. Garajın brüt inşaat alanı ile bu m² maliyet çarpılarak toplam garaj inşaat maliyeti elde edilir. Daha sonra az önce elde edilen bina maliyetine garaj maliyeti de ilave edilerek toplam inşaat maliyeti bulunur. Son olarak yer ve zaman indeksleri ile tahmini maliyetler güncellenerek tahmin işlemi sonlandırılır.

3.2.2.16 SAYLOR Company, Inc. S.A.F.E Yazılımı

SAYLOR Company, Inc. tarafından hazırlanan S.A.F.E. Yazılımı ile tahminde SAYLOR Company, Inc.tarafından geliştirilmiş olan S.A.F.E.' ya ait veritabanından ticari bina tiplerinden uygun olan biri daha sonra dış duvar tipi seçilir. Bina çevre uzunluğu belirlenir. Normal kat yüksekliği ve bodrum kat hariç toplam kat sayısı da belirlenir. [17]

Binaya ait taban alanı belirlenir. Bodrum kat varsa toplam brüt döşeme alanı yazılır. Son olarak şehir kodu yazılarak inşaatın yapılacağı yer belirtilerek tahmin sonlandırılır.[23]

3.2.2.17 BCIS m² Maliyet Tahmin Yöntemi

İngiltere'deki Bina Maliyeti Enformasyon Servisi tarafından geliştirilen m² maliyet tahmin yönteminde Birleşik Krallık Maliyet Tahmincileri Enformasyon Servisi'ne ait Square Foot Costs maliyet veri tabanındaki 7 farklı iş tipinden birinin seçimi yapılır. [17]

Düşey yönde binayı büyütme; Yatay yönde binayı büyütme; Sadece taşıyıcı sistem inşası; Yeni binaya benzetme (fitting out); Eski binaya benzetme (fitting out) tiplerinden biri seçilir. Daha sonra veri tabanındaki 9 farklı bina tipi ana grubu altında bulunan çok sayıdaki bina tipinden uygun olan seçilir.

Beş farklı kalite seviyesinden uygun olan biri seçilir. Bu şekilde ilk üç adım sonunda uygun £/m² değerine ulaşılmış olur.Toplam brüt inşaat alanı hesaplanır. Bina toplam brüt inşaat alanı ile veri tabanından alınan $/m² değeri çarpılarak toplam bina inşaat maliyeti bulunur. Son olarak toplam bina inşaat maliyet üzerinde zaman ve yer ayarlaması yere bağlı maliyet indeksi ve zamana bağlı maliyet indeksi ile gerçekleştirilir.[23]

3.2.2.18 Esra Bostancıoğlu Konut Binalarında Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Faktörlere Dayalı Maliyet Tahmin Yöntemi

1999 yılında Esra Bostancıoğlu çalışmasında 3–10 katlı ahşap konut inşaatı maliyetini etkileyen faktörlerin maliyet ile ilişkisini baz alarak bir maliyet tahmin modeli geliştirmiştir. [37]

Bu modelde maliyeti etkileyen faktörler olarak kalite, kat adedi, plan biçimi, bina büyüklüğü, kat yüksekliği, kattaki daire adedi, bodrum durumu ve sirkülasyon alanı olarak belirlemiştir. Bu çalışmada dönüştürme modeli geliştirilmiştir. Bir proje baz proje olarak seçilmekte, ve bu projenin m² maliyeti, dönüştürme modeli ile diğer projelerin m² ve toplam maliyetlerini hesaplamak için kullanılmaktadır. Yeni projenin özellikleri, maliyeti etkileyen faktörler açısından baz projenin özellikleri ile karşılaştırılmaktadır. Yeni projenin m² maliyeti, yeni projenin özelliklerinin baz projenin özelliklerinden farkı ile belirlenmektedir. [23]

Bu yöntemde 9 adet maliyeti etkilediği varsayılan faktör grubu oluşturulmuştur. Bunlar kalite, kat adedi, plan biçimi, bina büyüklüğü, kat yüksekliği, kattaki daire adedi, bodrum durumu ve sirkülasyon alanı olarak belirlemiştir.

Bütün faktör gruplarından en düşük maliyeti verecek olan baz konut tasarlanmış, mimari ve betonarme projeleri çizilmiş, metraj Bayındırlık Bakanlığı birim fiyatlarına dayanarak keşif özetleri hazırlanarak toplam proje maliyeti arsa ve altyapı maliyetleri mekanik, elektrik ve tesisat işleri maliyetleri ve inşaat maliyetleri içinde de nakliyeye ait maliyetleri ve çok az değerde olan inşaat madeni aksamına ait maliyetler dışında hesaplanmıştır. Bu değerler istenirse ayrı olarak hesaplanıp bu yöntem ile hesaplanan değere ilave edilebilir.

Toplam inşaat alanına bölünerek baz binanın m² başına maliyeti hesaplanmıştır. Sonra faktör grubu sınıfları belirlenirken baz binanın özellikleri sabit tutularak, bir faktöre ilişkin özellikler değiştirilerek yeniden proje tasarlanmakta ve bu 28 farklı projenin maliyetleri baz projenin maliyeti hesaplandığı şekilde hesaplanmaktadır. Daha sonra projelerin m² maliyetleri, faktör grupları içinde karşılaştırılmaktadır. Faktör grubu içinde yer alan projenin m² başına maliyeti, baz projenin m² başına maliyetine bölünerek dönüştürme katsayıları belirlenmektedir.

Bu yöntem ile yatırımcı daha fizibilite aşamasında tasarımla ilgili ekonomik kararlar alabilir. Örneğin, faktör gruplarında yer alan projelerin çeşitli kombinasyonları ile çok sayıda projenin m² başına inşaat maliyet değeri hesaplanıp, maliyet haritaları hazırlanarak, iki faktör bakımından eşit m² maliyete sahip binalar tespit edilebilir. Aynı şekilde, faktör gruplarında yer alan projelerin daire başına ve toplam maliyetleri hesaplanıp, maliyet haritaları hazırlanarak eşit daire başına ve eşit toplam maliyete sahip binalar belirlenebilir. Böylelikle dairelerin ekonomikliğini karşılaştırabilir.

Kullanımı kolay, az zaman alan bir yöntemdir.

Bu model ile elde edilen 7 adet projenin m² maliyetleri keşif yöntemi ile imalatlara dayalı olarak hesaplandığında meydana gelen sapma oranı % 0,3- %7,1 arasındadır. Bu değer RS Means'in ön tasarım aşamasında dönüştürme yöntemi için +-%15 hata payı vermesi göz önüne alınarak elde edilen sonucun oldukça iyi bir sonuç olduğu ifade edilebilir. [37]

Yöntemin dezavantajı ise arsa ve altyapı maliyetleri, mekanik, elektrik ve tesisat maliyetleri, inşaat maliyetleri içinde de nakliyeye ait maliyetleri ve inşaat madeni aksamına ait maliyetleri kapsamadığından toplam maliyetin direkt olarak elde edilememesidir.

3.2.3 Yapay Zeka Tekniklerine Dayalı Maliyet Tahmini Yöntemi

Maliyet tahmini amacıyla kullanılan yapay zeka teknikleri yapay sinir ağları, bulanık mantık ve uzman sistemler ile genetik algoritmalardır.

3.2.3.1 Yapay Sinir Ağları (YSA) İle Tahmin Yöntemi

Yapay zeka çalışmaları sırasında ortaya çıkan farklı alanlardan biri de Yapay Sinir Ağları (YSA) ile tahmin yöntemidir. YSA'lar 1950li yıllarda ortaya çıkmalarına rağmen 1980'lerin ortalarında genel amaçlı kullanım için gereken seviyeye ulaşmışlardır. Bu tahmin yöntemi, insan beyninin ana işlem elemanı olan nöronun şekilsel ve işlevsel açıdan basit bir biçimde taklit edilerek biyolojik sinir sisteminin basit bir simülasyonunun oluşturulduğu programlardır. [23]

Özellikle "Evrensel Fonksiyon Yakınsayıcı Yöntem" olarak tanınmalarından dolayı tahmin amacıyla sıkça kullanılmaktadırlar.[47]

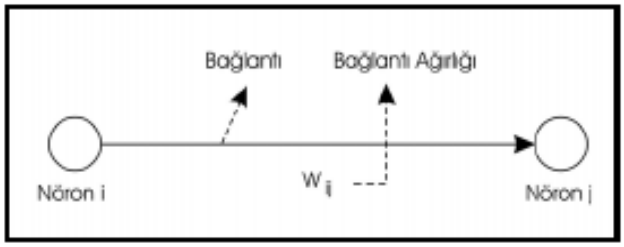
Yapay sinir ağları tahmin yöntemi, en basit şekilde bir örnekler kümesi yardımıyla parametrelerin uyarlanabilmesini sağlayacak bir matematiksel formül için yazılan bilgisayar programı olarak tanımlanabilir. Haykin [47] tarafından yapılan daha kapsamlı tanımda ise bir sinir ağı basit işlem birimlerinden meydana gelen deneyimsel bilgileri biriktirmeye yönelik doğal bir eğilime sahip ve bunların kullanılmasını sağlayan yoğun bir şekilde paralel dağıtılmış bir işlemci olarak ifade edilmektedir. Bu işlemcinin iki bakımdan beyin ile benzerlik gösterdiği açıklanmaktadır:

1. Bilgi, ağ tarafından bir öğrenme süreciyle çevreden elde edilir.
2. Elde edilen bilgileri biriktirmek için sinaptik ağırlıklar (nöronlar arası bağlantı güçleri) kullanılır. [47]

İnşaat sektöründe yapay sinir ağları uygulaması 1980'lerin sonuna dayanmaktadır. 1994 yılında sinir ağları süreç optimizasyonu, sismik felaket tahmini, kalıp sistemi seçimi, maliyet tahmini amacıyla kullanılmaya başlamıştır. [48]

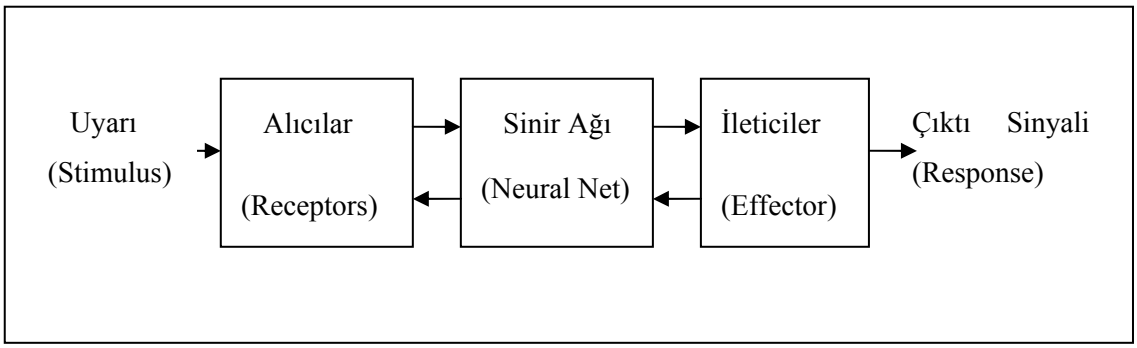
YSA kullanılarak Siqueira (1999) tarafından alçak katlı çelik binaların, Moselhi (1998) tarafından değişiklik talimatlarının, Hegazy ve Ayed (1998) tarafından otoyol projelerinin (highway), Creese ve Li (1995) tarafından köprülerin maliyet tahmini gerçekleştirilmiştir. [48]

Şekil 3.11'de YSA'nın temel elemanları gösterilmektedir. YSA'lar üç ana elemandan meydana gelmektedir. Bunlar temel işlem elemanı olan nöron, girdi ve çıktı yolunu sağlayan bağlantı ve bu bağlantıların sağlamlığını gösteren bağlantı ağırlığıdır.



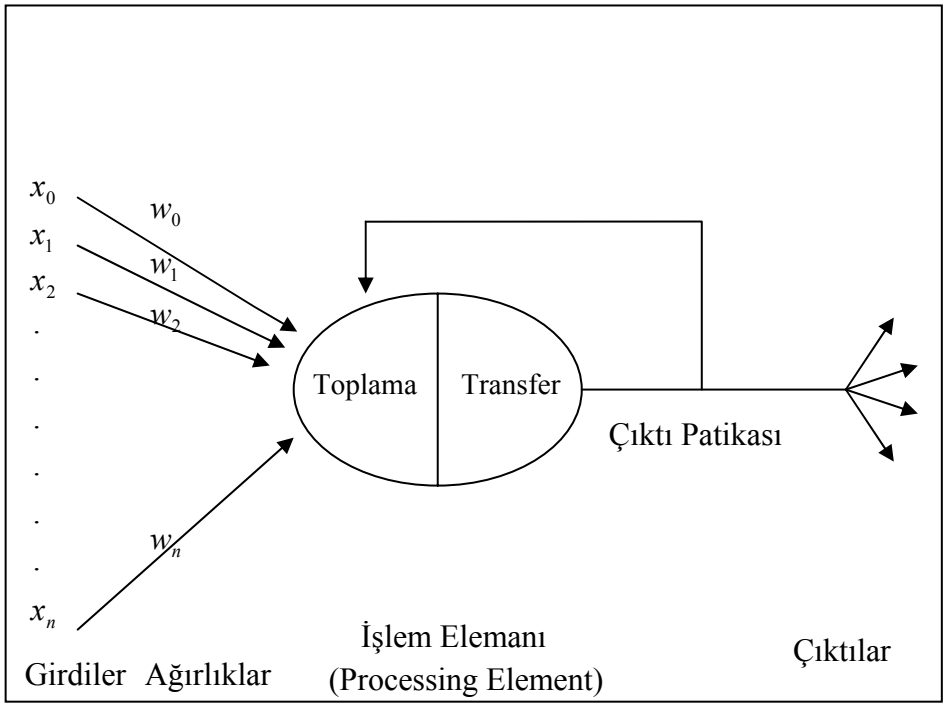
Şekil 3.11. Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları

Haykin (1999) insan beyninin çalışma sistemini aşağıdaki şekildeki gibi ifade etmektedir. Bu sistemde sürekli olarak beyin dışarıdan ya da başka bir organdan gelen uyarıları alıcılar aracılığıyla sinir ağına iletmekte, burada işlemden geçirerek ileticiler aracılığıyla dış ortama veya diğer organlara iletmektedir. Bu sistemde beyin sinir sisteminin merkezidir ve beynin temel yapı taşları ise sinir hücreleri yani nöronlardır. [48] Anlatılan bu sinir sisteminin blok diyagramı Şekil 3.12'de verilmektedir.

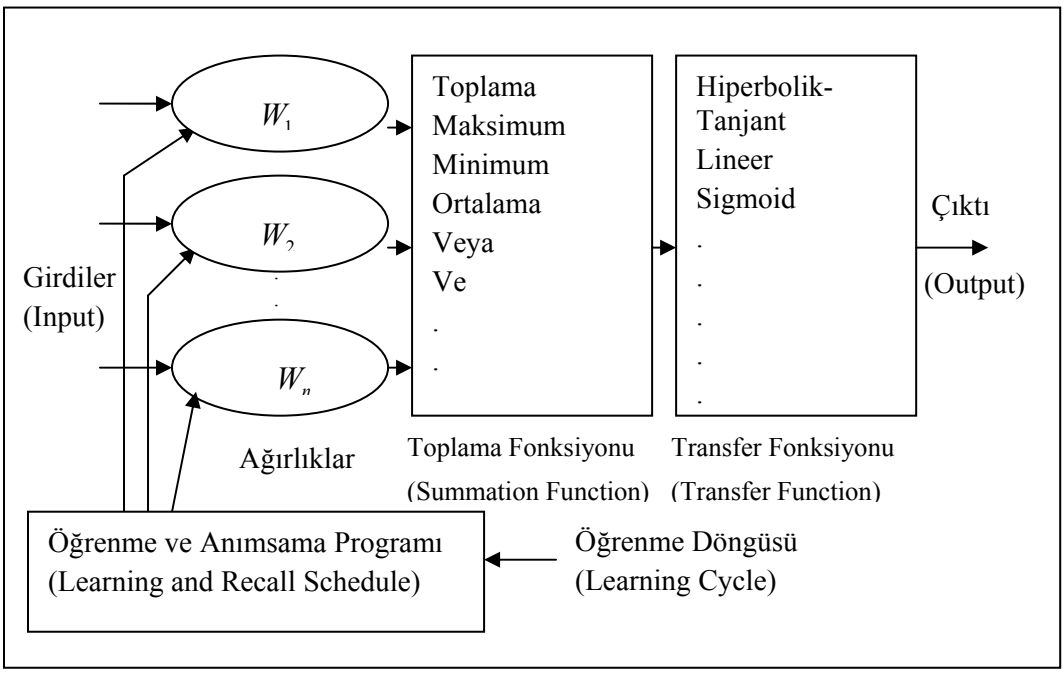


Şekil 3.12. Sinir Sisteminin Blok Diyagramı [48]

Bu elektronik uygulama değişik ağ yapılarında farklı toplama ve transfer fonksiyonları kullanabilir. Kullanılabilecek fonksiyonlardan bazıları Şekil 3.13'de ve Şekil314'de daha ayrıntılı verilen yapay nöron yapısında gözükmektedir.

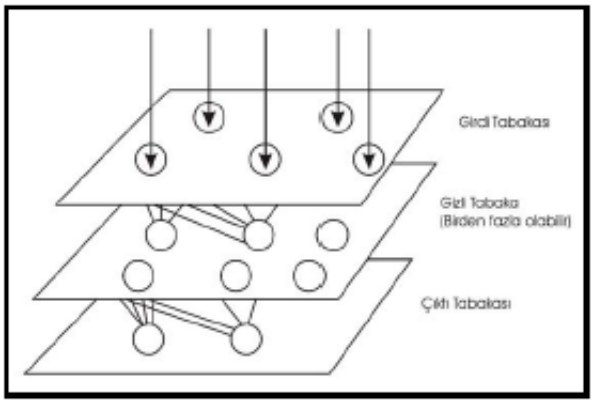


Şekil 3.13. Yapay nöronun yapısı [48]



Şekil 3.14. Yapay nöronun detaylı yapısı [48]

YSA'larda yapay nöronlar basit bir şekilde kümelendirilmektedir. Bu kümeleme tabakalar halinde gerçekleştirilmektedir ve daha sonra bu tabakalar bir diğerine ilişkilendirilmektedir. Genelde tüm YSA'lar aşağıdaki şekil 3.15'deki gibi bir yapıya sahiptirler.



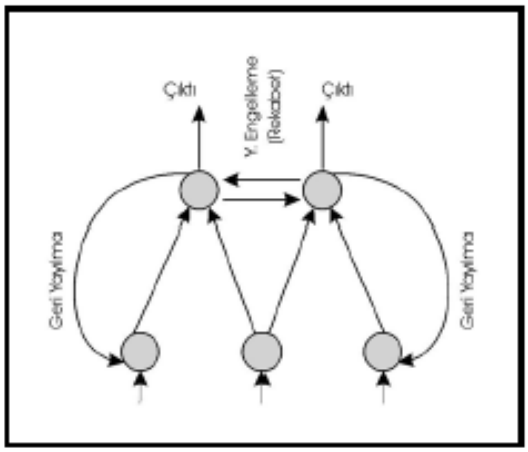
Şekil 3.15. YSA'ların Genel Yapısı [48]

Bu yapıda girdi tabakasındaki nöronlar girdileri almak için, çıktı tabakasındaki nöronlar çıktıları iletmek için dış mekanla bağlantı halinde, geri kalan diğer nöronlar da sadece ağ içinde bağlantıları olacak şekilde gizli tabakadadırlar. Girdi ve çıktı tabakaları tek tabakadan oluşmakta iken gizli tabaka sayısı birden fazla olabilir.

Bu yapıda tabakalandırma üç kısımdan oluşmaktadır.

1. nöronları tabakalar halinde gruplandırmak,
2. tabakalar arasındaki bağlantıları gruplandırmak ve
3. toplama ve transfer fonksiyonlarını gruplandırmaktır.

Aşağıdaki Şekil 3.16'da yanal engelleme ve rekabet kavramları birlikte örneklenmektedir. [48]



Şekil 3.16. Geri Yayılma Bağlantı Yapısı

Basit bir yapay nöron aşağıdaki genel denklem ile ifade edilebilmektedir. [48] Tek nörondan oluşan bir sinir ağı olarak düşünülebilir.

$$y_i = \Psi(g(x)) = \Psi\left(w + \sum_{j=0}^{n} w_j x_j \right);\ x_i = (x_0, x_1, ..., x_n) \in R$$

$$\Psi(.) = \begin{cases} 1; g(.) \geq 0 \\ 0; g(.) \prec 0 \end{cases}$$

Bu gösterimde, *yi* çıktı değeri, $\Psi(.)$ transfer fonksiyonunu, *g(x)* toplama fonksiyonunu, *wj* bağlantı ağırlıklarını ifade etmektedir.

Bir sinir ağı tabakalar halinde sıralanmış birçok nörondan oluşmaktadır. Bu nedenle yukarıdaki denklemin bütün bir sinir ağının matematiksel gösterimini verecek şekilde düzenlenmesi gerekir.

$y = f(x_0, x_1, x_2, ..., x_n)$ fonksiyonel ilişkisini modelleyen bir sinir ağı yapısı düşünüldüğünde bu yapının girdi tabakasında n+1 nöron ve çıktı tabakasına bir adet nöron olacaktır. Sinir ağının gizli tabaka içermemesi durumunda ağın fonksiyonel gösterimi yukarıdaki denklemdeki gibi olacaktır. Girdi tabakasında hiçbir işlem yapılmamasından ve çıktı tabakasında da tek nöron olmasından dolayı sinir ağı işlem yapılan tek nörona sahiptir ve fonksiyonel gösterimi yukarıdaki gibidir. Sinir ağının gizli tabaka içermesi durumunda işlem yapılan nöron sayısı artacağından fonksiyonel yapı değişecektir. [48] Bu durumda,

$$y_k = f_k\left(a_k + \sum_{j\to k} w_j f_i\left(a_j + \sum_{i\to j} w_{ij} x_j\right)\right)$$

Bu denklemde y_k çıktı değerlerini, f_k çıktı tabakası transfer fonksiyonunu, a_k çıktı tabakasına ait sapma değerini, w_j çıktı tabakasına ait ağırlıkları, f_i ve a_j sırasıyla gizli tabakaya ait transfer fonksiyonunu ve sapma değerini, x_j girdi değerleri ve w_{ij} ise i girdi elemanını j gizli elemanına bağlayan ağırlığı belirtmektedir. [48]

İki gizli tabaka bulunması durumunda ise denklem aşağıdaki gibi değişiklik gösterecektir. Gizli tabaka sayısı arttıkça aşağıdaki denklemdekine benzer şekilde fonksiyonel denklem de değişecektir. [48]

$$y_l = f_1\left(a_1 + \sum_{k\to 1} w_l f_k\left(a_k + \sum_{j\to k} w_{jk} f_j\left(a_j + \sum_{i\to j} w_{ij} x_j\right)\right)\right)$$

Belirli bir amaca yönelik olarak bir ağ yapılandırılmasının tamamlandıktan sonra, bu ağ artık eğitime hazırdır. Deneyim yoluyla öğrenme gerçekleşerek bağlantı ağırlıkları belirlenmektedir.

Genelde başlangıç ağırlıkları rassal olarak seçilmekte ve eğitme işlemi başlamaktadır.

Eğitme işlemi için iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yönlendirmeli (supervised), diğeri yönlendirmesiz (unsupervised) eğitmedir. Yönlendirmeli eğitmede, girdi ve çıktı verilerinin hepsi kullanılır. İlk olarak ağ rassal olarak belirlenen başlangıç ağırlıklarını kullanarak girdileri işler ve çıktıyı istenilen çıktı ile karşılaştırır. Bulunan hatalar sistem içerisinde geri gönderilerek ağı kontrol eden bağlantı ağırlıkları güncellenir.(tweaked) Bu işlem defalarca tekrarlanır ve bağlantı ağırlıkları sürekli olarak ayarlanır. [48]

Eğitme sırasında kullanılan veri seti "eğitme veri kümesi (training set)" olarak adlandırılır ve bu set bağlantı ağırlıkları belirleninceye kadar defalarca işlemden geçirilir. Gereken testlerin yapılabilmesi için yeteri miktarda veri seti bulunmalıdır.

Ağın hafızaya alma sürecinin yeterli olup olmadığının belirlenebilmesi için yönlendirmeli eğitmede veri setinin bir bölümü, eğitme sonrasında gerekli testlerin gerçekleştirilebilmesi için ayrılmalıdır. Sistemin eğitimi istenilen noktaya veya doğruluğa ulaşıncaya kadar sürdüğü ve bir de diğer araçlarla birleşmesi durumunda eğitimi günlerce sürebilmektedir. [48]

Bir ağda meydana gelen problemler genel olarak iki sebepten dolayıdır. Bunlardan biri grubun ağ yapısından kaynaklanan diğeri de kullanıcının tercihine ve yaratıcılığına bağlı olan eğitme kurallarını kapsamaktadır. Eğitim sırasında ağırlıkların ayarlanabilmesi için çeşitli eğitme kuralları bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanı geriye doğru hata beslemesidir. (geri yayılma) [48]

Eğitme konusunda bir önemli husus da aşırı eğitimden kaçınılmalı ve eğitme uzunluğu iyi ayarlanmalıdır. YSA veri setinin genel istatistiksel trendine göre kendisini biçimlendirir, eğitmeye devam edilmesi durumunda ağ öğrenmeye devam edecektir. Bu durumda ağ veri setinden hatalı ilişkiler çıkartmaya başlayabilir.

Yönlendirmesiz eğitmede (adaptif eğitme) ise hiçbir dış müdahale olmadan girdilerin ağ tarafından analiz edilerek analiz sonucunda bağlantılar oluşturulmaktadır. Ağa girdi sağlanmakta fakat beklenen çıktı değerleri sağlanmamaktadır. [48]

Kullanılan ağların çoğunluğu yönlendirmeli eğitmeyi kullanmaktadır. Bu konudaki araştırmacıların en ünlülerinden Tuevo Kohonen doğru cevabı bilmenin yararlarından yararlanmadan öğrenen çok sayıda bağlantısı olan tek tabakaya sahip bir ağ geliştirmiştir. Ayrıca bu ağda bağlantı ağırlıkları için başlangıç değerleri verilmesi ve girdi değerlerinin normalize edilmesi gereklidir.

Daha sonra Kohonen çalışmalarını bu standart yapının dışındaki ileri besleme ve geri yayılma yaklaşımlarına yöneltmiştir. Kohonen'in çalışmasının esası nöronları belirli alanlara gruplandırmakla ilgilidir. Bir alanın içerdiği nöronlar topolojik olarak sıralanmıştır. Topoloji, matematiğin bir dalıdır ve geometrik yapıyı değiştirmeden bir boyuttan diğerine haritalamanın (mapping) nasıl yapılacağı ile ilgilenir. Yapay sinir ağları modellerinde şu anda deney aşamasında olan topolojik sıralamanın olması durumunda kendi kendine öğrenen ağlar elde edilmesi mümkün olabilir.

Yapay sinir ağlarının öğrenme sürecinde etkili elemanlar şunlardır. Birincisi her işlem elemanın girdilerine ait değişken bağlantı ağırlıklarını ayarlayan **öğrenme fonksiyonudur**. İkincisi öğrenme fonksiyonunun gerekli ayarlamaları yapabilmesi için o anki çıktı ile istenilen çıktı arasındaki farkı, hatayı hesaplayan ve gerektiğinde transformasyon uygulayan **hata fonksiyonudur.** Bu hata literatürde cari hata olarak adlandırılır ve bu hata veya transformasyonu sağlanmış hali genellikle önceki tabakaya geri yayılır ve bu değer bir sonraki öğrenme döngüsünde öğrenme fonksiyonu tarafından bağlantı ağırlıklarını ayarlamak için gerekiyorsa kullanılır. Üçüncü eleman da **öğrenme oranıdır**. Öğrenmenin hızı ve işlevi bakımından önemlidir. Bir ağın ne kadar eğitileceği öğrenme oranına bağlıdır. Öğrenme oranı ağın karmaşıklık düzeyi, büyüklüğü, mimarisi, kullandığı öğrenme kuralı ve istenilen doğruluk derecesi gibi faktörlere bağlıdır. Pek çok öğrenme fonksiyonu öğrenme oranı için belirli standartlara sahiptir. Öğrenme oranı genellikle (0,1) gibi bir aralık içinde belirlenir. Bu aralıkta küçük değer alınması yavaş bir öğrenme süreci getirecektir. Aynı zamanda maksimum doğruluk derecesine yakınsamayı getirebilecektir. [48]

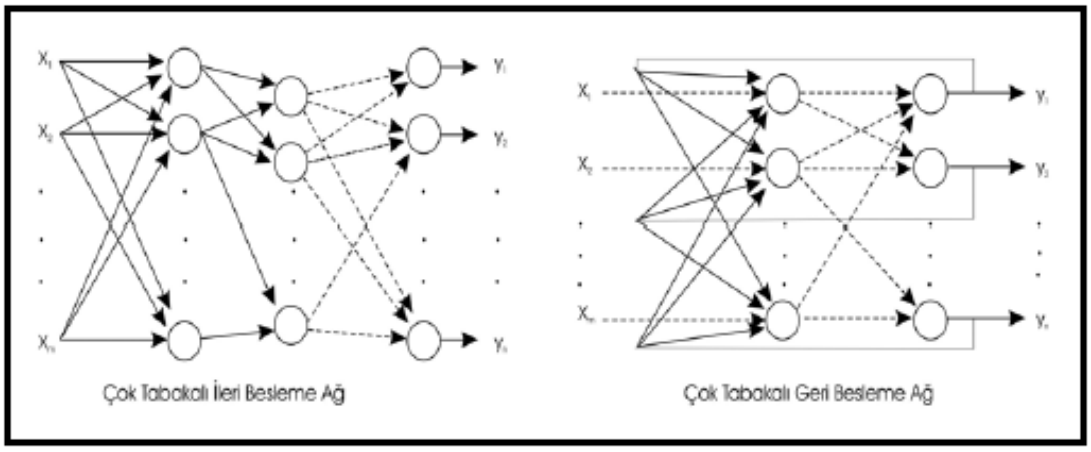
Yapay Sinir Ağları Çeşitleri

YSA'lar genel olarak üç kritere göre sınıflandırılmaktadır:

1. kriter öğrenme yöntemidir. Yönlendirmeli ve yönlendirmesiz olmak üzere iki tip öğrenme algoritması vardır. [48]
2. kriter ağın kullanıldığı veridir. Kalitatif ve kantitatif olmak üzere iki temel veri türü vardır. Kalitatif verilerle çalışan ağlar, yönlendirmeli ya da yönlendirmesiz öğrenme yöntemlerinden hangisini kullanırlarsa kullansınlar sınıflandırma ağları olarak, kantitatif verileri kullanan yönlendirmeli eğitme ise regresyon olarak adlandırılmaktadır.
3. kriter ağın yapısıdır. İleri beslemeli, geri beslemeli ve hem ileri hem geri beslemeli olmak üzere üç tip ağ vardır. İleri besleme sinir ağlarında işlem elemanları arasındaki bağlantılar bir döngü oluşturmazlar ve bu ağlar girdi veriye hızlı bir şekilde çıktı üretirler.

4. Geri beslemesi ağlarda (recurrent networks) ise bağlantılar döngü içerirler ve hatta her seferinde yeni veri kullanabilmektedirler. Bu tür ağların eğitme

süreci daha uzundur. Aşağıdaki 3.17 nolu şekilde çok tabakalı ileri ve geri beslemeli ağ yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3.17. İleri Beslemeli ve Geri Beslemeli Ağ Yapıları [48]

En çok bilinen ve kullanılan ağlar arasında hata algoritması genellikle geri yayılma ile eğitilen çok tabakalı perceptron4 (Geri-Yayılma Ağ – Backpropagation Network), radyal tabanlı fonksiyon (radial basis function), Hopfield ve Kohonen sayılabilir. [48]

Yapay Sinir Ağlarının Avantajları:

- Doğrusal olmayan yapı – gerçek hayattaki olası doğrusal olmayan yapıları göz önüne alabilmektedir.
- Öğrenme – eğitme ve başlangıç tecrübesi ile veriyi kullanarak öğrenme yeteneğine sahiptir.
- Yerel İşlem ve Esneklik – geleneksel işlemcilerdeki gibi tek bir merkezi işlem elemanının her hareketi sırayla gerçekleştirmesinin aksine her biri büyük bir problemin parçası ile ilgilenen çok sayıda basit işlem elemanlarından oluşmaktadır ve bağlantı ağırlıklarının ayarlanabilmesi gibi bakımlardan ötürü oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bazı işlem elemanlarının ağdan çıkarılması ya da olmaması durumunda, bilgi bütün ağ boyunca yayılı olduğundan bazı bilgilerin kayıp oluşu veya yok edilişi, ağın performansının tamamen düşmesine sebep olmayacaktır.
- Bu özellik, hesaplamada ufak bir eksikliğin kötü sonuçlara yol açabileceği kritik ortamlarda çok faydalı olacaktır. [49]

- Gerçek zamanlı işlem – YSA hesaplamaları parelel olarak yürütülebildiğinden gerçek zamanlı işlem yapılabilir. [48]
- Genelleme – YSA' ya öğrenilmesi gereken girdi/çıktı ilişkilerinin örnekleri verilir. Daha önceden karşılaşılmamış durumlarda bilinen örnekleri kullanarak genelleme yapabilmektedir. Hatalı (noisy) ve kayıp veriler için çözüm üretebilmektedir.
- Hafıza – işlem elemanları arasındaki ağırlıklı bağlantılar sayesinde dağıtılmış hafızada bilgi saklayabildikleri söylenebilir.
- Kendi ilişkilerini oluşturma – YSA, bilgilere göre kendi ilişkilerini kurmaktadırlar.
- Sınırsız sayıda değişken ve parametre ile çalışılabilmektedir.
- Eksik bilgileri tamamlama - Eksik bilgiye sahip bir örnek verildiğinde ağ, eksik örnekteki kayıp olan bilgiyi belleğinde bulunan tam örnekteki bilgilerle bağdaştırarak eksik örnekteki kayıp bilgiye karşılık gelen tam örnekteki bilgiyi bulabilir
- Kendi kendine adapte olma - YSA kendi kendine öğrenme yeteneğine sahiptir. Ortamda bazı değişiklikler olduğunda bu tür sinir ağları bu yeni duruma kendilerini adapte edebilir
- Paralel düşünülen çok fazla parametre gerektiren kompleks durumlarda kullanılabilirlik
- Programlama hızı [48]

Dezavantajları:

- Yapay sinir ağları belli bir belirsizliğe sahiptiler. Alınan çıktının doğrululuğundan emin olmak için bütün girdilerin denenmesi gerekmektedir. Fakat çok büyük ve kompleks bir ağda böyle bir testin mümkün olmaması bakımından ağın performansı ile ilgili istatistiksel tahminlerle yetinilmek zorundadır.
- Bir diğer zorluk da, yapay sinir ağları kendilerinin problemleri nasıl çözdüklerini açıklayamazlar. Örneğin bizim bir insanı uzun yıllar sonra geçmesine rağmen tanımamızı açıklamaya benzer. Ağlar öğrendiklerini kendi içlerinde farklı ifade şekilleri veya koruma şekilleri ile saklarlar.

Bu sebeple analizleri de çok zor hatta imkansız olmaktadır.

- Çok sayıda eğitim örneği gerekmektedir.
- Eğitimde kullanılan verinin organizasyonuna ve hazırlığına ve aynı zamanda ağın yapısına duyarlıdır. [48]

3.2.3.2 Bulanık Mantık Metodu (Fuzzy Logic Concepts)

Bulanık mantık, inşaat sektöründeki belirsizliklerin maliyet hesaplamalarında dilsel (linguistic) ifadelerle, iddialarla değerlendirilip sayısal şekle dönüştürülerek, katlanılacak riskin içerildiği hesaplama yöntemidir. Belirsizlikler, geçmişteki bilgilerin yetersizliğinden, yeni bir teknolojinin denenmesinden, işin büyüklüğünden ve riskinden kaynaklanabilir. [23]

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. [49]

Bulanık sistemler, teorik ve matematik aksiyonlu yaklaşımlardan bağımsız bir çözüm algoritması içerdiğinden, herhangi bir sistemin modellenmesinde yaklaşık ve kolay çözüm verir.

Elde edilebilen tüm sayısal ve sözel bilgiler çözüm algoritmasına katılarak anlamlı çözümlere varılabilir. Bu bakımdan bulanık yöntem uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yarar [49]

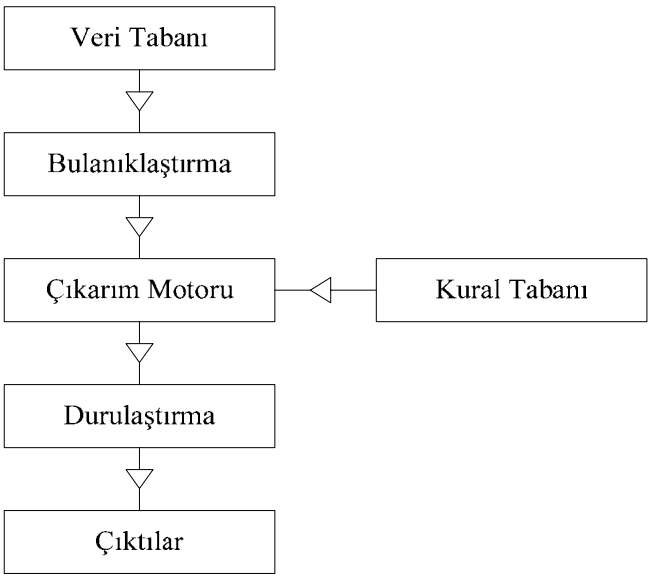
Zadeh, olasılık teorisinin gerçek problemlerdeki belirsizlikleri ele almada yetersiz olduğuna vurgu yaptıktan sonra olasılık teorisinin verimliliğini arttırmak için bulanık teorisinde kullanılan tekniklere ve kavramlara başvurulması gerektiğini söylemektedir.

Yani, a) olasılık teorisi ve bulanık mantığın birbirinden farklı olduğu, b) belirsizlikle ilgilenirken olasılık teorisinin yeterli gelmediği ve c) olasılık teorisi ile bulanık mantık birbiriyle çelişmekten çok birbirini tamamladığı söylenebilir. [49]

Bulanık mantık ile modelleme yaparken girdi ve çıktı değişkenleri genelde kullanımı basit olan üçgen üyelik fonksiyonları ile alt kümelere ayrılarak bulanıklaştırılır.

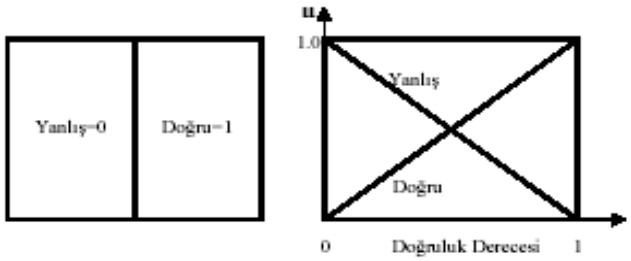
Bunun için çok küçük, küçük, orta, büyük ve çok büyük gibi, değişkene bağlı olarak sözel ifadeler kullanılır. [23]

Bulanık mantık denetleyicisinin yapısına ait süreçler Şekil 3.18'de gösterilmektedir.



Şekil 3.18. Bulanık mantık denetleyicinin yapısı [49]

Farklı ve çelişen iki nesne aynı bulanık kümesinin üyeleri olabilirler. "Doğru" ve "Yanlış"'ı tanımlamadaki fark Şekil 3.19'da keskin kümeler ve bulanık kümeleriyle gösterilmektedir. Bir bulanık kümesinde önemli olan her bir elemana atanan doğruluk derecesidir. [49]



Şekil 3.19. 'Doğru' ve 'Yanlış'ın tanımı; a) keskin kümelerle, ve b) bulanık kümeler

Üyelik fonksiyonları üçgen, çan eğrisi vb. gibi çeşitli şekillerle ifade edilebilir. Üyelik fonksiyonu şekilde de görüldüğü gibi 0 ile 1 arasındaki her değeri alabilir. Böyle bir aitlik fonksiyonu ile "kesinlikle ait" veya "kesinlikle ait değil" arasında istenilen incelikte ayarlama yapılabilmektedir.

Girdi ve çıktı üyelik fonksiyonları arasındaki ilişkiyi belirleyen kuralların bulunduğu kural tabanı yapılır.Kural tabanı sözel cümleciklerden oluşur.

Bulanık mantık ile modellemede, kural tabanı bir çeşit mantıksal ifade olan *EĞER-İSE* yapısıyla oluşturulur. *EĞER* kısmı, girdi bulanık kümelerinden, *İSE* kısmı çıktı bulanık kümesinden değişkenleri içerir. *EĞER-İSE* ifadeleri *VE* veya *VEYA* bağlaçları ile birbirine bağlanır. Mesela X_1 ve X_2 girdi değişkeni, Y çıktı değişkeni olmak üzere ve tüm değişkenlerin "küçük", "orta" ve "büyük" gibi üçer alt kümesi olduğu kabul edilirse, yazılabilecek kurallardan birisi: EĞER X_1 küçük ve X_2 orta İSE Y büyüktür şeklinde olabilir. [49]

Kurallar oluşturulduktan sonra, girdi değişkenlerinin bulanık alt kümelerinin her farklı kombinasyonu için çıktı değerleri hesaplanır. Bulanık kurallara karar vermekteki en basit yöntem, örnek veriler kullanmak ve bulanık çıkarım yöntemiyle gerekli kuralları çıkarmaktır.

Bulanık çıkarım motorunda, bulanık deneysel veriler kurallar çerçevesinde bulanık mantık yürütülerek mantıksal hale dönüştürülmektedir. Bu bulanık bilgilerden yararlanabilmek ve kesin sayılar haline dönüştürebilmek için bu bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. Bir bulanık küme işleminin sonucundaki bulanık kümenin tek sayı haline dönüştürülmesi işlemine *durulaştırılma* adı verilir. En çok kullanılan durulaştırma yöntemleri, en büyük üyelik ilkesi, ağırlıklı ortalama yöntemi, ağırlık merkezi yöntemi, ortalama en büyük yöntem (maksimumların ortalamasını alma), toplamların merkezi, en büyük alanın merkezi, en büyük ilk veya son üyelik derecesidir. Bunlardan birkaçının açıklaması aşağıda verilmektedir. Durulaştırma işlemlerinde en çok kullanılan yöntem ağırlık merkezi yöntemidir

En büyük üyelik ilkesinde bulanık küme içinde en büyük değere sahip eleman "kesin değer" olarak alınır. Fakat birden fazla maksimum değeri olması halinde bu algoritma ile karar vermek oldukça güçleşir. Ayrıca konveks olmayan bulanık kümelerde yanlış sonuçlar çıkabilmektedir.

Bulanık mantık yaklaşımının en büyük avantajı, gerekli kural tabanı oluşturularak deneysel verilerin doğrudan kullanılabilmesidir. Faktörlerin birbiriyle etkileşimi ve çelişkisini tutarlı bir şekilde ancak tecrübeli bir mühendis tartabilir ve en makul kararı verme aşamasında var olan bütün bilgileri ancak o kullanabilir. Bu sebeple

matematik bağıntılarla güçlükle ifade edilen deneysel veriler çok daha kolay bir şekilde dikkate alınabilmektedir.

YSA ve Fuzzy Logic tekniklerinin beraber kullanımı ile daha etkili sistemleri tasarlamak mümkündür, fakat bu işlem ortaya çıkan sistemi çok yavaşlatmaktadır ve bu tekniklerin birleştirilmesi yöntemi henüz geliştirme ve test aşamalarındadır. [50]

Bulanık Mantık Teorisinin Avantajları

- İnsanın düşünme tarzına yakındır.
- Uygulanışında matematiksel model gerekmektedir.
- Yazılımın basit olması nedeniyle ekonomik olması.
- Bulanık mantık uzman bilgisini kullanmaya imkan sağlar, bu bilgiyi tutarlı ve yapısal bir yolla işleme yeteneğine sahiptir. [49]

Bulanık Mantık Teorinin Dezavantajları

- Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulması uzmana bağlıdır.
- Üyelik fonksiyonlarının deneme - yanılma yolu ile belirlenmesi sebebiyle uzun zaman alabilmektedir.
- Kararlılık analizi zor gerçekleştirilir. [50]

3.2.3.3 Genetik Algoritmalar

Genetik Algoritmalar (GA), doğal seçim ve doğal genetik mekanizmasına dayalı arama algoritmalarıdır. [51]

Genetik Algoritmalar (GA) bir amaç fonksiyonunu maksimize veya minimize etmek üzere optimizasyon problemlerinin çözümünde doğadaki genetik yasalara benzer kurallar aracılığıyla en iyiye yaklaşma olanağı sağlayan yaklaşımdır. Doğadaki biyolojik süreçteki gibi güçlü olanın yaşamını sürdürmesi, güçsüz olanın ise ölmesi prensibini esas alarak, farklı birçok çevrede güçlü olanın yaşamını sürdürmesi için verimlilik ve etkinlik arasındaki dengeyi sağlamaya çalışarak problemleri çözmeye çalışmaktadır. [49]

GA ile problemlerin çözümü için problemlerin genellikle rakamlarla (çoğunlukla 0 ve 1) gösterilmeleri gerekir. Bunlara biyolojide olduğu gibi *gen* denilir. Genler kromozomlar oluşturur ve her bir kromozom problem için alternatif bir çözümü ifade eder. Genetik algoritmalarda önemli olan en iyi çözümü bulabilmektir. Bu sebeple problemi çözmek için sadece gösterimi sağlamak yetmez. Her kromozomun problem çözümüne uygunluğunu gösteren bir *uygunluk fonksiyonu* gereklidir. [23]

Bir genetik algoritma belirli sayılardaki kromozomlar üzerinde işlem yapmaktadır. Seçilen iki kromozomu belirli bir seçme kıstasına göre genetikte çaprazlamaya karşılık gelecek şekilde birleştirerek yeni kromozomlar oluşturur. Bazı durumlarda daha hızlı çözüme ulaşabilmek için kromozom üzerinde bilgi değişikliği yapmak gerekir. (mutasyon). Eski kromozomlar ile üretilen yeni kromozomlar uygunluk fonksiyonunu kullanarak daha sonraki adımlarda yeni kromozomları oluşturacak kromozomlar setini belirlemek için bir değerlendirme operasyonundan geçirilir. (yeniden üretim) Daha iyi sonuçlar üretilinceye kadar bu çaprazlama, mutasyon, değerlendirme ve yeniden üretim işlemleri devam eder ve en sonunda en yüksek uygunluk fonksiyonuna sahip olan kromozom çözüm kromozomu aynı zamanda problemin de çözümü olarak tespit ve kabul edilir. [49]

Genetik algoritmalar ayrık değişkenlerin kullanıldığı algoritmalardır. Bu algoritmalar yapısal optimizasyon çözüm uzayı gibi zaman alıcı ve karmaşık çözüm uzayları ve bilinen doğrusal programlama metotlarıyla çözülemeyen optimizasyon problemlerinin çözümünde esnek ve oldukça etkili sonuçlar vermektedir.

Diğer optimizasyon yöntemleriyle karşılaştırıldığında, GA bir topluluktaki (popülasyon) her bir bireyin yönlendirmesiyle arama yapmakta iken, Monte Carlo yöntemi yönlendirilmeyen rastgele arama yapmaktadır. GA, bireylerin uyumluluğunun artması durumunda arama alanında radikal ve yerel olmayan atlamalar yapabilmekte iken “simulated annealing” ise arama alanında artan hareketle işlemi yapmaktadır. Sonuç olarak GA birden fazla cephede aynı anda optimum çözümü aramaktadır ve dolayısıyla yerel bir optimumda sıkışma riski minimumdur. [49]

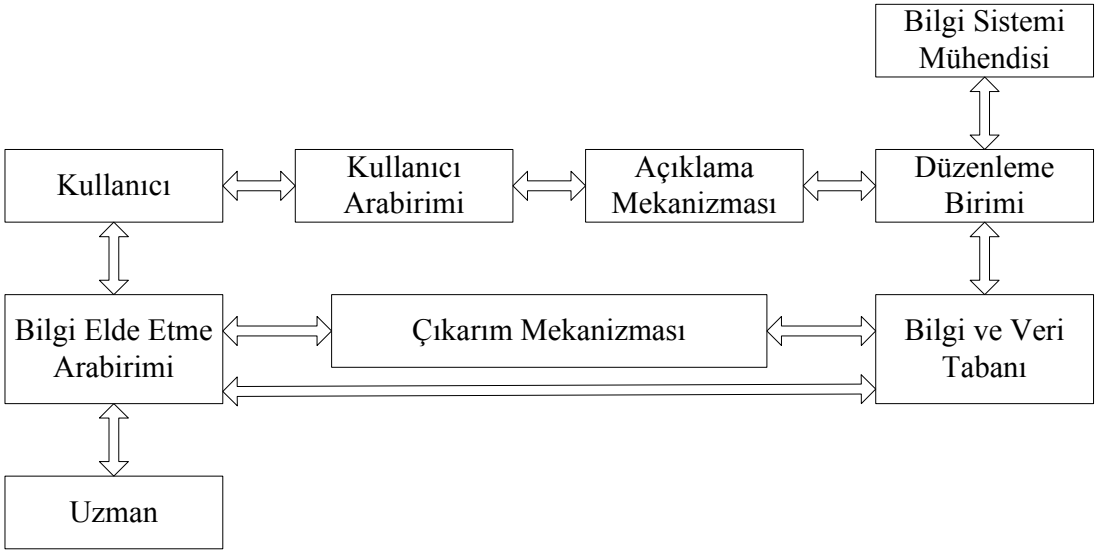
3.2.3.4 Uzman Sistemler ile Tahmin

İnsan bilgisi ve tecrübelerine dayalı olan davranışların bir bilgisayar ortamına aktarılarak tasarlanmış sistemlerdeki karşılaşılan problemlere uzman bir kişiye ihtiyaç duymadan çözümler arayan bilgi tabanlı sistemlerdir.

Uzman sistemler (US) bilgisayara bir problem sunulduğunda o problemi o konunun uzmanı ne şekilde çözüyor ise o şekilde çözebilen yapay zekâ programlarının oluşturulduğu sistemlerdir. Bir US'in ne kadar iyi olduğu, bir problem karşısında konunun uzmanı tarafından çıkarılan sonuca ne kadar yakın olduğu ile ölçülür.

Aşağıdaki şekilde bir uzman sistemin yapısı gösterilmektedir. Bu yapıda, ilk olarak problem sahası ile ilgili uzmanlık bilgilerinin toplandığı bir *bilgi ve veri tabanı* bulunmaktadır. Bu bilgi tabanı değişmeye ve gelişmeye açıktır ve bu özelliği ile statik olması gereken program bölümünden ayrılır.[49]

Bir uzman sistemin bilgisi gerçekler ve sezgisel bilgiden oluşmaktadır. Gerçekler; genel kabul görmüş ve söz konusu alandaki uzmanların üzerinde hemfikir olduğu bilgi setini, sezgisel bilgi ise; daha çok uygulamayı gerçekleştiren kişinin özelinde olan, iyi bir kararın göreceli olarak az tartışılan kuralları; akıl yürütme yeteneği, sorgulama kuralları gibi problemle ilgili alandaki uzmanlardan elde edilen bilgi setini ifade eder. Bu sistemin yapısı aşağıda Şekil 3.20'de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Uzman Sistemin Yapısı [49]

Uzman sistemlerin ikinci önemli elemanı bilgi ve veri tabanındaki bilgileri bir uzman gibi kullanarak sonuçlar üreten bir *çıkarım mekanizması*dır. Bir uzman sistem, gerçek bir uzmanda olduğu gibi, olasılıklı nedensellik ilkesine göre çıkarımlarda bulunmaktadır. Örneğin eğer "a" durumu/olayı söz konusu ise, "b" durumu, aksi durumda "c" durumu gibi çıkarımda bulunurken her bir durum ve bunlara ilişkin koşullar tanımlanırken olasılık tanımlarına uygun bir kesinlik değeri kullanılmaktadır. [49]

Uzman sistemlerde bulunan diğer elemanlar ise aynı bir uzman gibi sonuçları ve verilen kararları nasıl ve neden oluşturduklarını açıklayan bir *açıklama mekanizması* ile bilgisayarla kullanıcının doğal dilde haberleşmesini sağlayan bir *kullanıcı ara birimi* vardır.

Bilgi tabanında bilgiler genel olarak kurallar; (*EĞER-İSE*), bilinen gerçekler, bilgi sınıfları, prosedürler ve algoritmalar şeklindedir.

Uzman sistemlerin en önemli avantajları şunlardır: [49]

- Yüksek performans, uygun yanıt süresi, yüksek güvenilirlik, anlaşılabilirlik ve esneklik gibi kaliteyi arttıran genel karakteristiklere sahiptirler.

- Kullanıcıya, sistemin sonuç çıkarma yöntemini açıklaması ve o konudaki uzmanlığı rahat ve kolay bir şekilde sunarak yardımcı olması itibariyle zeki bir öğreticidir.

- Problem çözümünde hataları minimuma indirgemektedir.

- Mühendislik analizi amacıyla geliştirilmiş olan yazılımlarla uyumludur.

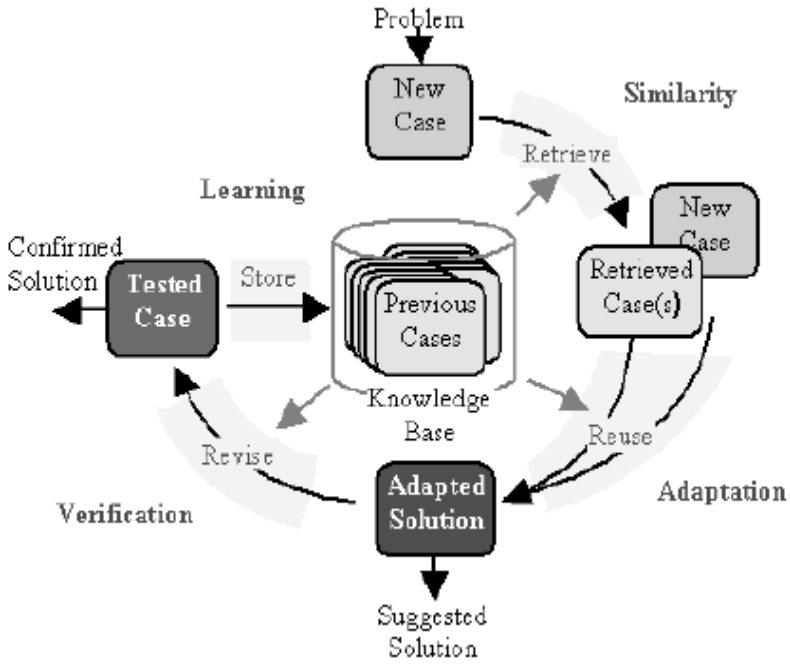
- İçerik ve elemanın en uygun seçimi için geniş bilgi bankasını kısa sürede tarar ve çok fazla miktardaki bilgiyi, belirli bir uygulama problemin çözümü için beceriyle kullanırlar.

3.2.3.5 Vaka Tabanlı Gerekçeleme

Vaka Tabanlı Gerekçeleme (VTG) kural tabanlı gerekçelemeye dayanan uzman sisteme bir alternatif sistemdir. VTG'de gerekçeleme hafıza ve tecrübeye dayanır. Bir vaka tabanlı gerekçeleyici yeni problemleri eski problemleri çözmek için

kullanılan çözümleri adapte ederek çözer. Şekil 3.21'de vaka tabanlı gerekçeleme süreci şematize edilmiştir.

Bir VTG sistemi geçmiş durumları depolar, organize eder daha sonra eldeki probleme benzer durumları seçer ve önceki vakalara dayalı olarak bir çözüm adapte eder. [52]



Şekil 3.21. Vaka Tabanlı Gerekçeleme Süreci [52]

VTG sistemleri son zamanlarda inşaatın her dalında geliştirilmektedir. Örneğin, mimari, taşıyıcı sistem tasarımı, süre ve/veya maliyet tahmini, inşaat prosesi, güvenlik planlaması ihale kararı alma, inşaat metodu seçimi ve yönetim. vb.

VTG yaklaşımı problemlerin çözümü için tecrübelerin kullanımına dayalı uzman muhakemelerine benzemektedir. Uzmanlar yeni bir problemi aşağıdaki gibi çözmektedir. 1. problemi tanımlayan anahtar nitelikleri gözlemleme 2. bu nitelikleri tecrübelerindeki önceki benzer problemlerde belirler. 3. tecrübe edilen benzer problemlerin temelinde yeni problemin yönünü tahmin eder.

Bir VTG sistemi uzmanların gerekçelemesi ile benzerlikleri göz önüne alınarak aşağıdaki 2 alt prosesten meydana gelmektedir.

(1) Geçmiş vakalar, bir vaka tabanında depolanır.

(2) Yeni bir vaka sisteme sunulduğunda, VTG sistemi, kullanıcı tarafından tanımlanmış benzerlik fonksiyonu ile hesaplanan benzerlik yüzdesine göre bir veya daha fazla yeni vakaya benzer depolanmış vakaları çağrımlar.

(3) Kullanıcılar yeni vakayı çağrımlanan vaka(ları) adapte ederek çözmeye çalışır ve adaptasyon depolanan vakalar ile yeni vaka arasındaki farklılıklara dayanır ve yeni vaka çağrımlanan geçmiş vakalar ile yakın eşleşmedikçe çağrımlanan vaka(lar) revize edilir.

(4) Yeni çözüm test boyunca depolanan vakaların bir parçası olarak tutulur.

Bu araştırmada bir VTG sistemi ESTEEM yazılım firması tarafından üretilen bir VTG geliştirme aracı ile geliştirilmiştir. Her nitelik için değişkenler ESTEEM tarafından önerilen "Evet veya Hayır", "Metin", "Sayısal", "Bir Liste", "Vaka" alternatiflerinden biri ile tanımlanmalıdır. "Sayısal" ve "Bir Liste" girdi ve çıktı değişkenlerini sunmak için adapte edilmiştir. Bu çalışma benzerlik yüzdesini hesaplamak için aşağıdaki eşitliği kullanmıştır.

$$BenzerlikYüzdesi(N,S)=\frac{\sum_{i=1}^{n} f(N_i,S_i)\times w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}\times 100(\%)$$

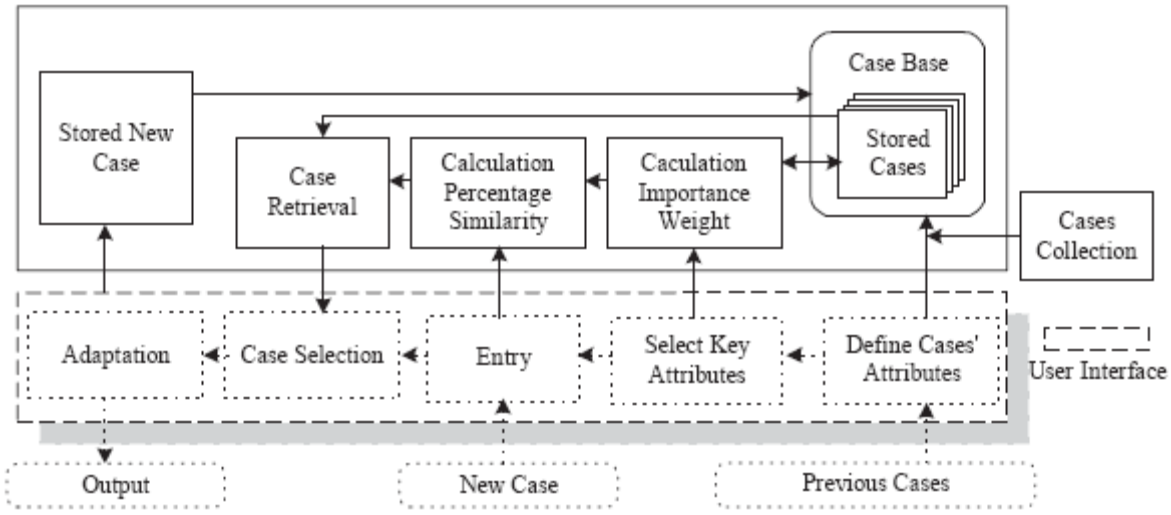
Bu denklemde *N,* yeni vakayı; *S,* vaka tabanında depolanan vakayı; *n,* her vakadaki değişken sayısını; i =1,.....,n tekil değişkeni; f, N ve S vakalarındaki i değişkeni için benzerlik fonksiyonunu ve w_i i değişkenin önem ağırlığıdır. [23]

Benzerlik fonksiyonu değişkenlerin değerine dayalı olarak belirlenir. Sayısal veri için, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır N_i ve S_i yeni vakanın değişkeni ve depolanan vakanın değişkeni ve % 10 yazar tarafından belirlenen yeni ve depolanan vakaların değişkenlerinin değerleri arasındaki eşleşme toleransını tanımlayan eşleşme aralığıdır. Eğer yeni vakanın değişkeninin değeri, aşağıdaki eşitliği sağlarsa, $f(N_i,S_i)$ 1 dir, yok eğer sağlamazsa 0'dır.

$$\left|\frac{N_i-S_i}{S_i}\times 100\right|\le 10(\%)$$

Kategorisel veri için (bir listedeki bir değer) eğer yeni vakanın değişkeninin listesi tam olarak depolanan vakanın değişkeninin listesi ile eşleşirse $f(N_i, S_i)$ 1'dir, aksi durumda 0'dır. Değişkenlerin önem ağırlığı (w) otomatik olarak ESTEEM tarafından önerilen mevcut algoritmalar ile hesaplanır ki bu algoritma gradient descent metodudur. Çünkü bir değişkene diğerlerinden daha fazla önem vermek zordur.

Tüm vakaların benzerlik yüzdesi hesaplandıktan sonra vaka tabanındaki maliyet verisi düzenlenir, derecelenir. En üstte derecelenen vakaya karşılık gelen maliyet yeni inşaat projesi için tavsiye edilen maliyet olarak seçilir. Bu prosedür aşağıdaki Şekil 3.22'de açıklanmaktadır. [23]



Şekil 3.22. Vaka Tabanlı Gerekçeleme Modeli [23]

Örnek Çalışmalar :

- Adeli ve Wu YSA Metodu- Mason, Kahn Konut Projelerinde Bulanık Mantık Uzman Sistemi ile Hafriyat Tahmini

- Doğan, Arditi ve Günaydın Genetik Algoritma Destekli YSA ve VTG Tahmin Yöntemleri

- Libris Design Kütüphane Maliyeti Tahmini Uzman Sistemi

3.2.4. Maliyet İndeksleri İle Maliyetlerin Ayarlanması

Maliyet indeksleri zamanla maliyette meydana gelen değişiklikleri gösterir. Maliyet indeksleri ile dört türlü işlem yapılabilir:

- geçmişte inşa edilmiş bir binanın güncel maliyetini bulmak,
- varolan trendlerin geliştirilerek gelecekteki projelerin maliyet tahminini hesaplamak,
- sözleşmeleri değişen ekonomik koşullara ayarlamak,
- ülkedeki çeşitli yerleşimler arasındaki inşaat maliyetlerini ayarlamak için kullanılabilir. [53]

Ülkemizde Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) 02.03.1989 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 357 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 3. maddesi itibariyle kendisine verilen İnşaat Sektörü ile ilgili maliyetlerin değişimlerini dönemler itibari ile belirleme yetkisi ile inşaatta kullanılan girdi maddelerinin dönemler itibari ile maliyet değişimlerini belirlemek ve her dönem için bu değişimleri göstermek amacıyla bir " Bina İnşaatı Maliyet İndeksi " oluşturması hedeflenmiş, bu amaçla çalışmalara 1989 yılında başlanmış 1987 yılını milli gelir hesabına parelel olarak almak için temel yıl olarak alınmak istenmiş fakat yapılan çalışmalardan geriye dönüş olmadığından 1991 yılı temel yıl olarak 1992 yılında sonuçlandırılmıştır. Temel yılda ağırlıklar Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın fiyatları ile hesaplanmıştır. [54]

Türkiye'de yayınlanan diğer indeksler de aşağıdaki gibidir:

1. İstanbul Ticaret Odası (İTO) tarafından aylık olarak yayınlanan 1963 (=100) yılını ve 1968 (=100) yılını temel yıl olarak kabul edilen Toptan Eşya Fiyat İndeksleri (TEFE) içerisinde İnşaat Malzemeleri grubuna ait indekste yer vermektedir. Bu indeksler geometrik ortalama ile hesaplanmaktadır. İnşaat malzemeleri grubu indeksinin hazırlanmasında kullanılan malzemeler çimento, tuğla, kireç, kereste, putrel, çivi ve camdır. [23]

2. Tübitak Yapı Araştırma Enstitüsü'nce (YAE) iki adet konut inşaatları için maliyet indeksi oluşturulmuştur. Birincisi yığma ve betonarme iki adet konut inşaatının birinci keşif özetlerinden yararlanılarak 1968-1978 yılları birim fiyatları ile fiyatlandırılarak Ekim 1978'de bir araştırması yapılarak a.38 nolu ile yayınlanmıştır. Bu indekste sadece inşaata ait kalemler bulunmaktadır, elektrik, kalorifer ve sıhhi tesisata ait değerler ayrı ayrı hesaplanamadığından alınmamıştır. 1968 (1968=0) yılı temel yıl olarak alınmıştır. Her iki konut projesi de yapım girdileri açısından analiz edilmiş, her yapım girdisi 1968 baz yılı rayiç fiyatları ile karlı ve karsız olarak değerlendirilmiş ve toplam maliyet içindeki ağırlıkları tek tek belirlenmiştir. 1968–1978 yılları arasında yıllık değişim oranları hesaplanmıştır.

Bu ağırlıklar ve değişim oranları kullanılarak malzeme, işgücü ve araç-gereç indeksleri 1968 baz yılına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen indeksler DİE'nin TEFE'si yapı malzemeleri ve sanayi hammadde ve yarı mamulleri grupları ile karşılaştırılmıştır. İkincisi ise 1971–1980 yılları arasında 225 konut ünitesinin inşaatına ait 2. keşif özetlerinden yararlanılarak oluşturulan indekstir ve bu indeks Mayıs 1983 yılında "konut inşaatı maliyet indeksleri" olarak a.55 no ile yayınlanmıştır. [23]

3. DİE tarafından yukarıdaki açıklamalara göre hazırlanan **Bina İnşaat Maliyet İndeksi**, ve 1968 yılı temelli **Toptan Eşya Fiyat Endeksi**dir. 2003 Yılı bazlı Üretici Fiyat Endekslerinde ise inşaat sektörü ÜFE kapsamına alınmamıştır. Aşağıdaki tablo 3.4'de Bina İnşaatı Maliyet İndeksi'nin üçer aylık dönemler halinde 1994-2005 arasındaki değerleri gözükmektedir.

Tablo 3.4. DİE Bina İnşaatı Maliyet İndeksi (1991=100) (Üçer Aylık Dönemlik)

Yıl	I	II	III	IV	Ortalama
1994	451	582	629	730	598
1995	843	956	1058	1173	1007
1996	1415	1627	1907	2175	1781
1997	2659	3040	3680	4161	3385
1998	4906	5590	6241	6817	5889
1999	7734	8652	9749	10610	9186
2000	11837	12694	13647	14328	13126
2001	16864	19651	22112	23546	20543
2002	25112	27218	28897	30428	27914
2003	32811	33362	34198	35049	33855
2004	36776	38270	39605	40440	38773
2005	41482	42163	43332		

Ayrıca DİE Bina İnşaatı Maliyet İndeksi hesaplamasında göz önüne alınan maddeler de (işçilik, malzeme ve makine) ekler Tablo B.1'de verilmektedir.

4. ITU Fen Bilimleri Enstitüsü Öğrencileri Tarafından Yapılan Çalışmalar

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu tarafından 1985 yılından itibaren yayınlanan yapı sınıflarının m² birim fiyatlarından yararlanılarak, 1985-1992 yılları arasında birim fiyat artışlarındaki artış oranlarını göstermek üzere 1988 temel yıl alınarak indeksleme çalışması yapılmıştır. Varolan indeks değerlerinin trend analizi ile yapı sınıfına göre 1992 m² birim fiyat tahmini bulunmuştur. [15]

Bir diğer çalışmada 1978 yılında Tübitak Yapı Araştırma Enstitüsü tarafından yayınlanan a.33 nolu "İnşaat Maliyet İndeksleri ve Bina Yapım Girdilerinin Belirlenmesi" isimli yayının devamı olarak düşünülerek hazırlanan çalışmadır.

Bu çalışmada Tübitak YAE tarafından 1968-1978 yılları arasında fiyatlandırılan Bayındırlık Bakanlığı betonarme karkasa sahip olan 20 dairelik konut projesinin birinci keşif özeti 1978-1991 yılları arasında da fiyatlandırılmıştır. 1968=100 kabul

edilerek, bina yapım imalatlarının tek tek 1968-1991 yılları arasındaki indeksleri tespit edilmiştir. [55]

5. Esra Bostancıoğlu, 1992 yılındaki çalışması [55] kapsamında bilgisayar destekli betonarme konut inşaatı maliyet indeksi oluşturulması için bir yaklaşımda bulunmuştur.

İş kategorileri belirlendikten sonra bunların indeks değerleri bu iş kategorilerinin her birinin kapsamına giren yapım işlemlerinin indeks değerleri incelenmiştir. Bu amaçla 1981-1992 Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Birim Fiyat Analizleri kullanılmıştır. Her iş kategorisinde onu kapsayan yapım işlemlerinin indekslerinin birbirlerine yakın değerler ve düzenli bir artış göstermesi sonucu, iş kategorisini temsil eden bir yapım işleminin indeks değerlerinin, iş kategorisi indeks değeri olarak kabul edilmesine karar verilmiştir. İş kategorisini temsil eden yapım işlemi seçilirken, örneklem grubunda en çok tekrar edenler seçilmiştir. Daha sonra iş kategorisi indeks değerleri ve iş kategorisi ağırlıkları kullanılarak betonarme konut inşaat maliyet indeksi oluşturulmuştur.

3.3.MALİYET TAHMİN YÖNTEMİ SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bina tasarım sürecinin her safhasında, farklı detay seviyelerine ulaşılabileceğinden, ku11am1abilecek maliyet tahmin modelleri de farklılaşacaktır. Maliyet tahmin modelinin seçimini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir;

- Maliyet tahmininin amacı
- Maliyet tahmininde kullanılabilecek verilerin niceliği ve niteliği
- Maliyet tahmini için ayrılan zaman miktarı
- Maliyeti tahmin edilecek projenin durumu
- Maliyet tahmin modelinin bedeli [14]

Bina üretim sürecinin çeşitli safhalarında, mal sahibi, tasarımcı ve yüklenici farklı amaçlara yönelik maliyet tahminlerine ihtiyaç duyarlar. Tahminin hangi amaca yönelik gerçekleştirildiğinin bilinmesi model seçimini etkiler.

Maliyet tahmin modelinin seçiminde en önemli faktörlerden birisi de, kullanılabilecek verinin miktarı ve niteliğidir. Tahmin için veriler; hızlı, doğru ve yeterli miktarda elde edilmeli ve daha sonraki tahminlerde kullanılmak üzere sınıflandırılmalı, saklanmalı ve iletişimi sağlanmalıdır.

Tahmin için ayrılan zaman miktarı, model seçimini de etkiler. Zamanın maliyetle sıkı ilişkili olması, karar verme sürecinin minimumda tutulmasını gerektirir. Eldeki verilere göre kullanılabilecek en uygun ve en hızlı maliyet tahmin modeli seçilmelidir. [2]

Bina üretim sürecinin ilerleyen safhalarında, tasarımın artan detay seviyesine ve alınan kararlara bağlı olarak enformasyon düzeyi de artacak ve buna paralel daha kapsamlı maliyet tahmin modellerinin kullanılması gerekecektir. Henüz hiç bir tasarım yok iken kullanılabilecek birim metodunun, tasarımın, uygulama projesi aşamasına geldiği bir safha için geçerli bir metot olması düşünülemez. [2]

Seçilen tahmin modelinin maliyeti de göz ardı edilmemelidir. Maliyet tahmin modelinin seçilmesi, gerekli verilerin toplanması, modelin uygulanması ve çıktılarının yorumu, uzman ekip ve ekipmanlar gerektireceğinden, seçilecek tahmin modelinin maliyeti de önemli bir unsurdur. [2]

4.ARAŞTIRMA AMACI, YÖNTEMİ VE ARAÇLARI

4.1. Araştırmanın Modeli

Yapılan araştırma bilgi edinmeyi veya keşfetmeyi amaçlayan bir modeldir. Problem hakkında bilgi sahibi olan kişilerden mevcut durumu ortaya koymaları ve sorunu belirtmelerini istemek suretiyle gerçekleşmiştir.

4.2. Araştırmanın Amacı

İnşaat yatırımlarında ön tasarım aşamasında maliyetinin sağlık bir şekilde gerçekleştirilmediğine dair bulgular mevcuttur.

Ön maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar konusunda bir anket çalışması yapılmıştır.

Bu anketin amacı inşaat projelerinde literatürde ve benzer çalışmalarda rastlanılan ön tahmin yapılmasında karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerilerini uzmanların vereceği yanıtlar doğrultusunda saptamak ve elde edilen verilerin kullanılarak, ön maliyet tahmini konusunda etkin çözüm önerilerini belirlemektir.

4.3. Araştırmanın Kapsamı

Araştırma yurtiçi ve yurtdışı inşaat yatırımlarını yapan Türk inşaat firmalarına yapılmıştır. Anketi dolduranlar inşaat sektöründe maliyet tahminini çeşitli amaçlarla yapmış bu konuda teorik bilgi ve tecrübeleri olan kişileri kapsamaktadır. Sektörde uzun süre yer almış, çeşitli konularda çalışmış projelerinin yönetimini Maliyete odaklı gerçekleştiren, Proje Müdürleri ve Genel Müdürler; Metraj yapma, bütçe hazırlama, ihale hazırlık ve planlama konularında çalışmış, bu konularda yüksek lisans eğitimi almış kişiler bu anketin hedef kitlesini oluşturmaktadır.

4.4. Veri ve Bilgi Toplama Yöntemi ve Aracı

Araştırmada soruların önceden hazırlanarak direkt veya dolaylı olarak sorulduğu anket yöntemi kullanılmıştır. Bu sorular dışında tahmincilere karşılaştıkları diğer zorlukları ve kendi çözüm önerilerini belirtmek için boş alanlar ayrılmıştır.

7 sayfadan oluşan anket, amacını belirten ön kapak ile birlikte çeşitli inşaat sektörü ile ilgili e-posta gruplarına, İnşaat Mühendisleri Odasına ve Türkiye Müteahhitler Birliği üyesi firmaların iş geliştirme, teklif hazırlama ya da ihale grubu departmanlarına online anket bağlantısını içeren e-posta ile gönderilmiştir. Anketin uygulandığı kişilerin, sorulan sorulara gerçekçi yorumları yapabilecek değerlendirme gücüne sahip olmaları ve özellikle 5. ve 6. bölüme cevap verebilecek kadar inşaat sektöründe maliyet tahmin konusuna vakıf olmaları gerekmektedir.

Anket tasarımı maliyet tahmini konusunda yurtiçi ve yurtdışı kitap, tez, makale, web sayfası araştırmaları sonucuna dayalıdır. Anket 6 bölümden oluşmaktadır:

1. Bölüm: Firma Hakkındaki Bilgiler
2. Bölüm: Görüşülen Kişi Hakkındaki Bilgiler
3. Bölüm: Projeler Künyesi ve Değerlendirmesi
4. Bölüm: Ön Maliyeti Tahmini Hakkındaki Değerlendirme
5. Bölüm: Ön Maliyeti Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar
6. Bölüm: Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri

Bkz. EK :1 ANKET

“Firma Hakkındaki Bilgiler” bölümünde firmanın adı, telefonu ve adresi anketin güvenilirliğini sağlamak için; firmanın kuruluş tarihi, kaç senelik bir firma olduğunu belirlemek için; firmanın internet sitesi, firma hakkında daha geniş bilgiye sahip olmak için; Firmada çalışan personel ve teknik personel sayısı, firmanın büyüklüğünü belirlemek için; firmanın verdiği hizmetler ve faaliyet alanları bölümü, verilen hizmetleri ve faaliyet gösterdiği alanı belirlemek için; firmanın ortalama yıllık cirosu, firma büyüklüğünü tespit etmek için; firmanın faaliyet gösterdiği yerler

ise yurt içi ve dışında karşılaşılan zorlukların birbirinden aynı olup-olmadığını belirlemek için sorulmuştur.

"Görüşülen Kişi Hakkındaki Bilgiler" bölümünde adı,soyadı ve doğum tarihi anketi dolduranın gerçek bir kişi olduğunu tespit etmek için; firmadaki görevi, şimdiye kadar çalışmış olduğu konular ve eğitim durumu anketin hedef kitlesine girip girmediğini belirlemek için; kaç yıldır inşaat sektöründe çalıştığı ve yabancı ortaklı bir şirket veya projede çalışması, tecrübesini belirlemek için sorulmuştur.

"Projeler Künyesi ve Değerlendirmesi" bölümünde projelerdeki işverenleri, Sözleşme Tipleri, Proje tipleri, Proje m² ölçeği, Projenin bütçesi gibi sorular sonuçların çapraz değerlendirmesi yapılabilmesi amacıyla sorulmuştur.

"Maliyet Tahmini Hakkındaki Değerlendirme" bölümünde ön maliyet tahmin amacı sorusu, maliyet tahmininin özellikle ne amaçla yapıldığının belirlenebilmesi için; Ön maliyet tahmininde kullanılan yöntemleri, tahminde yardımcı kaynakları, kullanılan firma arşivini, maliyet güncelleme aşamalarını, maliyet takip ve kontrol sıklıklarını, maliyet tahmin ve kontrol modellerinin belirlenebilmesi için; ön maliyet tahminindeki sapma oranı ve bütçe tuturma oranlarını maliyet tahminin yaklaşım oranlarını belirlenebilmesi amacıyla sorulmuştur.

"Ön Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan zorluklar" bölümündeki sorular sorunları ve karşılaşma sıklıklarını belirlemek ve önem sırasına göre sıralamak amacıyla dörtlü Likert skalası kullanılarak sorular sorulmuştur.

"Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri" bölümü tespit edilen önerilerin benimsenme derecesini bulmak ve konu uzmanı kişilerden çözüm önerileri saptamak amacıyla dörtlü Likert skalası kullanılarak sorular sorulmuştur.

4.5. Karşılaşılan Zorluklara Yönelik Anket Sorularının Sınıflandırılması

Araştırmada tahmincilere karşılaşılan zorluklar ve karşılaşma sıklıkları konusunda sorular yöneltilmiştir. Sektör çapında yapılan bu araştırma sonucunda bulunan karşılaşılan zorlukların nedenlerini 7 başlık altında kategorize edebiliriz.

- Standartlaştıramama Kaynaklı Nedenler

- Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler
- İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler
- Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler
- Elde Edilemeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler
- Ekonomi Kaynaklı Nedenler
- Revizyon Kaynaklı

4.5.1. Standartlaştırmama Kaynaklı Nedenler

Yapı üretiminde tiplerin çokluğu ve karakteristiği diğer sektörlerde çok yaygın olan seri üretimin uygulanmasını hemen hemen imkansız kılmaktadır. Aynı tip binalarda (okul, hastane, konut, vs.) bile dış çevre koşulları, fonksiyonel nedenler, kullanıcı istekleri gibi nedenlerle tasarımlarda farklılaşmalar olmaktadır. [15]

Yapı maliyetlerini etkileyen diğer bir faktörde üretkenliktir. İşlerin aynı ekip tarafından aralıksız olarak yapılması demek olan seri üretim, üretkenliği birkaç tekrardan sonra en yüksek düzeye çıkarmaktadır. Ancak yapılan işin boyut ve nitelikleriyle ekip büyüklüğü ve elemanlarında değişiklik yapılmaması koşuluyla gerçekleşmektedir. Oysa inşaat işleri, daha önce açıklandığı gibi proje bazında ayrıcalıklar göstermektedir. Sonuç olarak üretkenlik, üretim miktarı – maliyet ilişkisini etkileyen bir faktördür. [15]

İnşaat sektörünün diğer endüstrilerden farklı olarak seri üretim yapmaması, proje bazında üretim/hizmet gerçekleştirmesi standartlaştırmayı olanaksız kılmaktadır.

<u>Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:</u>

- Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması

- Bir firmanın yaptığı projelerin birbirinden farklı tipte ve nitelikte olması (Baraj, Hastane, Altyapı vb.)

4.5.2. Bilinç,Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler

Maliyet tahmini konusundaki bilincin yeni yeni gelişmeye başlaması, daha doğru olarak, teoride birtakım çalışmalar yapılmasına rağmen, pratikte uygulanmaması nedeniyle pek çok problem ortaya çıkmaktadır .[15]

Ülkemizde ekonomik tedbirler ve enflasyon dışında diğer bir problem; inşaat projelerinde maliyetin tahmini ve planlaması konusunda özel bir eğitim yapılmamasıdır. Bu iş mimarlar, mühendisler ya da teknisyenler tarafından yapılabilmektedir. Oysa, İngiltere' de dört yıllık eğitimle yetiştirilen "quantity surveyor" ve "estimator" lar bu görevi yüklenmişlerdir. Dolayısıyla daha etkin bir maliyet tahmini, planlaması ve kontrolü yapılabilmektedir. [15]

Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:

- Üst yönetimin bu konuya önem vermemesi ve yeterli kaynak ayırmaması

- Şirkette çalışan tecrübeli personelin bilgilerini paylaşmamaları

- Zaman Yetersizliği

- Tahmin çalışmalarını yapanların saha bilgisi ve inşaat süreci ile ilgili tecrübe eksikleri

- Maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği

- Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı

- Proje dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmemesi, dikkatli okunmaması, yeterli yorumlanmaması

4.5.3. İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler

Sağlıklı bir maliyet tahmini yapabilmek için eldeki verilerinde sağlıklı ve düzenli olması, yani, istatistiksel bilgilerin sürekli olarak üretilmesi gerekmektedir. Sonuçlanan inşaat yatırımlarının gerçek maliyetleri kaydedilmedikçe, maliyetin yapı türleri yıllar ve yörelere göre değişimi indeks değerlerle saptanmadıkça ve de en

önemlisi bunlar bir veri bankasında biriktirilmedikçe maliyet tahmin modellerinin kullanılabilmesi mümkün değildir. Verilerin düzenli olarak toplanması ise sadece bu işi yürütecek elemanlara ihtiyaç göstermektedir ki bu da ek bir maliyet getirir. [15]

Üzerinde durulması gerekli önemli bir konu da geri besleme enformasyonundaki yetersizliklerdir. Sonuçlanan bina yatırımları ile ilgili veriler ciddi bir şekilde kaydedilmemekte, bu nedenle bir sonraki yatırım için etkin bir biçimde kullanılamamaktadır. Daha da önemlisi maliyet tahminlerinin yapılabilmesi için mutlaka gerekli olan veri bankalarının henüz kurulmamış olmasıdır. [15]

Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:

- Şirketin bilgisayar tabanlı maliyetlendirme sisteminin olmaması (BPM, ERP vb.)

- Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması

- Şirketin veri bankasının kolay ulaşılabilir olmaması

- Şirketin veri bankasının güncellenmemesi

- Şirkete ait Verim değerlerinin bulunmaması (adam/saat ; Makine / saat)

- Gerçekleşen maliyetlerin geri bildirim eksikliği

- Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması

- Şirketlerdeki personel sirkülasyonundan dolayı, geçmiş verilere ve bilgilere sağlıklı ulaşılamaması

- Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) koordinasyon eksikliği nedeni ile atlanan maliyet kalemleri

4.5.4. Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler

Ülkemizde, Bayındırlık Bakanlığı fiyat analizleri ile iş standartları da yeterli düzeyde değildir. Üstelik, yapım birimi maliyetleri tüm Türkiye ‘de geçerli olmak üzere bir liste halinde yayınlanmaktadır. Oysa, maliyeti oluşturan malzeme, iş gücü, araç ve

makine fiyatları Türkiye'nin her yerinde aynı değildir. Dolayısıyla yayınlanan liste yetersizdir. [15]

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na ait veri tabanları, İnşaat Birim Fiyat Analizleri ve Yapı Yaklaşık Maliyetleri olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Bunlardan uygulama projesi evre-sine yönelik olarak hazırlanmış olan İnşaat Birim Fiyat Analizleri; teknolojik yeniliklere açık olmaması, imalatın yapılacağı yer vb. faktörler gözetilmeden birim fiyatların hazırlanmış olması, bazı yapım işlerinin veri tabanı içerisinde yer almaması, güncelleme periyodunun ülkenin ekonomik koşullarına uygun olmaması vb bazı temel problemlere sahiptir (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2002a; T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2002b; T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2002c; T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2002d). Aynı kurum tarafından tasarım öncesi evrede bina inşaat maliyeti tahminine yönelik oluşturulmuş olan Yapı Yaklaşık Maliyetleri'nin ise en büyük ek-sikliği inşaatın yapıldığı yer, inşaat boyutu, kat sayısı vb parametrelerin göz önünde bulundurulmadan birim m² bina inşaat maliyetlerinin üretilmiş olmasıdır. [17]

T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü ise inşaat maliyeti tahminine yönelik 1991=100 Temel Yıllı Bina İnşaat Maliyeti İndeksleri' ni üretmektedir. Bu indeksler ile sadece maliyet değerleri güncellenebilmektedir (T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü, 1995; T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü, 1997; T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü, 2000). [17]

Yukarıda bahsi geçen iki kurum dışında İller Bankası Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü vb kurumların kendi konularıyla ilgili maliyet veri tabanları bulunmaktadır. Ancak bu veri tabanlarındaki bina inşaat maliyeti bilgileri T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın üretmiş olduğu imalatlara dayalı inşaat birim fiyat analizleriyle benzer yapıdadır. (www.avinal.com.) [17]

Son olarak Türkiye'deki bazı inşaat şirketlerine ait veri tabanlarına ulaşılmıştır. Herkesin kullanımına açık olmayan bu veri tabanlarının sadece şirketlerin kendi yaptıkları işlerle ilgili sınırlı bilgileri içerdikleri görülmüştür. [17]

Yapılan tüm bu araştırmaların sonucu olarak Türkiye'de tasarım öncesi evre için bina inşaat maliyeti tahminine yönelik güvenilir bir kaynağın olmadığı görülmüştür.

Konuyla ilgili dünyada bir çok kuruluş tarafından çeşitli yöntemler ve veri tabanları geliştirilmiştir. [17]

Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:

- Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması

- İşçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmaması (A sınıfı işçi vb..)

- Proje bölgesi rayiç fiyatlarına ulaşılamaması

4.5.5. Elde Edilemeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler

Yapı üretimi açık havada geçen bir süreç olduğundan hava şartlarından etkileneceği açıktır. Bu durumda sürekli bir üretim yapılamayacak, dolayısıyla maliyetlerde artış olacaktır. [15]

Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:

- Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması

- Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler

- İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması

- Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan)

- Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi

- İhale tipinin(Birim fiyatlı, anahtar teslimi, maliyet+kar vb.) maliyete etkisinin tahmin edilememesi

- Şantiye Genel giderlerin öngörülememesi

- Fiziksel ve teknik İhtiyaçtan doğan maliyetlerin öngörülememesi

- Doğa koşulları nedeniyle öngörülemeyen zemin ve altyapı işleri

4.5.6. Ekonomi Kaynaklı Nedenler

Ekonomik alandaki belirsizlikler inşaat endüstrisinde diğer endüstrilerde olduğundan daha etkilidir. Çünkü sürekli bir üretim yoktur ve belirli zamanlarda yapılan sözleşmelerle ürün, belli bir zamanda bitirilmeye çalışılır. Bu sözleşmelerin türüne göre, zaman içindeki fiyat artışlarının etkisi değişmektedir. Diğer değişkenlerinde etkisiyle sürede meydana gelen uzamalar, ekonomik belirsizliklerin etkilerinin daha da artmasına neden olur. [15]

İnşaat malzemesinde şubat 1989 itibariyle son bir yıllık dönemdeki fiyat artışı %75 olmuştur. İnşaat malzemeleri içinde en yüksek arışı %223 ile çam kereste göstermiş, yağlıboya fiyatlarındaki bir yıllık artış da %188,5 olarak gerçekleşmiştir. Bu koşullar altında tahmin yapmanın güçlüğü ortadadır.[15]

İnşaat maliyetlerinde görülen hızlı artışın nedenlerinden en önemlisi malzeme maliyeti olurken, insan gücü girdilerinin toplam maliyete oranı da önemli bir boyut kazanmaktadır. Arsa maliyetleri bu yorumun dışında tutulmuştur. Oysa arsa fiyatları her beş yılda bir %100 artmaya devam etmektedir. [15]

<u>Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:</u>

- Kaynak(malzeme, makina, personel, işçilik vb.) fiyatlarının enflasyon oranından bağımsız artış ve azalışları

- Türkiye siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması

- Bölgesel fiyat değişiklikleri

- Bitirilmiş proje verilerinin eskalasyonun, güncel fiyatlarla farklı olması

4.5.7.Revizyon Kaynaklı Nedenler

Ankette sorulan bu sınıf içinde yer alan sorular:

- Öngörülmediği halde Mevcut makine ve ekipmanların kullanılması, yada mevcut makinanın uygun olmadığından öngörüldüğü halde kullanılamaması

- Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi

- Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri

4.6. Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerilerin Belirlenmesi

Anket Çalışmasının 6. Bölümünde aşağıdaki öneriler sunulmuş , bu önerilerin etkinliği, uygulanabilirliği ve soruna çözüm getirebilmesi konusunda öneriler derecelendirilmiştir.

Ayrıca boş satırlar bırakılarak, tahmincilerin çözüm önerisi sunmalarına olanak verilmiştir.

- DIE vb. kuruluşların inşaat sektörüne yönelik daha detaylı ve kapsamlı istatistiki veriler oluşturması

- İşçileri verimlerine göre sınıflandırılması, sertifikalandırılması ve ücretlendirilmesi

- Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması

- CSI , CI/SfB vb. yurtdışında olan kaynak kodları gibi türkiye kodlama listesi olmalı ve kaynakların değişen maliyetleri istatistiki olarak tutulmalı ve 3 aylık dilimlerle yayınlanmalıdır.

- Fiyatların bölgesel değişiklikleri değerlendirilmeli

- Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli

- Tek düzen hesap planı içerisinde kullanılacak, Meslek Odalarının belirleyip,

yayınladığı inşaat sektörüne yönelik (MMK)maliyet merkez kodlama listesi olmalı

- Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi)

- Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması

- Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması

- Maliyet kontrol data birikim sisteminin etkinliğinin (kolay data alınabilirliğinin) sağlanması

- Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması

- Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması

- Şirketlerin spesifik projelerin imalatı üzerinde çalışması

- İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi

- Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması

- Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli

- Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı

- Tasarım konseptinin ihale surecinden sonra ve özellikle proje gercekleşme evresinde çok radikal şekillerde değişmemesi.

4.7. Veri ve Bilgilerin Analize Hazırlanması ve Analiz Yöntemi

Anket formları yoluyla toplanan bilgiler, analize hazırlanma sırasında ön kontrolden geçirilmiş, kriterlere uymayan anket formları ayıklanmıştır. Analize katılan anket sayısı 68'dir. Anketlerin cevapları kodlanmış ve bu kodlardan oluşturulan tablolar yardımıyla veriler bilgisayara girilmiştir.

Bilgi ve verilerden önce tanımlayıcı istatistikler oluşturulmuş sonrasında ise oluşturulan tablolar yorumlanmıştır. Çeşitli grafiklerle analiz sonuçları daha kolay algılanır hale getirilmiştir.

4.8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenilirliği

Araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğini etkileyebilecek bazı hususlar ve alınan tedbirler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Olgunlaşma etkisi açısından; bilindiği gibi, bu, araştırma süresinin uzaması durumunda örnek bireylerde meydana gelebilecek değişmelerin (bu süre içinde eğitim almaları, iş değiştirmeleri , terfi etmeleri vb.) oluşturduğu bir geçersizlik kaynağıdır. Araştırma 3 aylık bir süre içerisinde uygulanmıştır. Araştırma konusu bakımından , örnek bireylerde 3 aylık süre içinde köklü bir değişiklik olması ihtimali zayıftır. Dolayısıyla olgunlaşma etkisinin asgari seviyeye indirildiğini söyleyebiliriz.

Test etkisi açısından; cevaplayıcılara yöneltilen soruların içeriği kendilerine ait kişisel bir bilgiden öte mevcut tespit ettikleri durumun aktarılması olduğundan test etkisinden kaynaklanacak olan geçersizlik kaynağı da asgariye indirilmiştir.

Araç etkisi açısından; Anket soruları uzun süreler boyunca maliyet tahminciler , bütçe hazırlayanlar, konunun uzman kişileri, öğretim görevlileri ile yapılan karşılıklı görüşmeler ve eskiden yapılmış tezler göz önünde bulundurularak belirlenmiş ve yaptırılmıştır. Bu durum anketlerin güvenilirliğini arttırmakta ve tüm araştırmanın bilgi toplama faaliyetinin sağlıklı bir biçimde yapıldığının bir göstergesi olmaktadır.

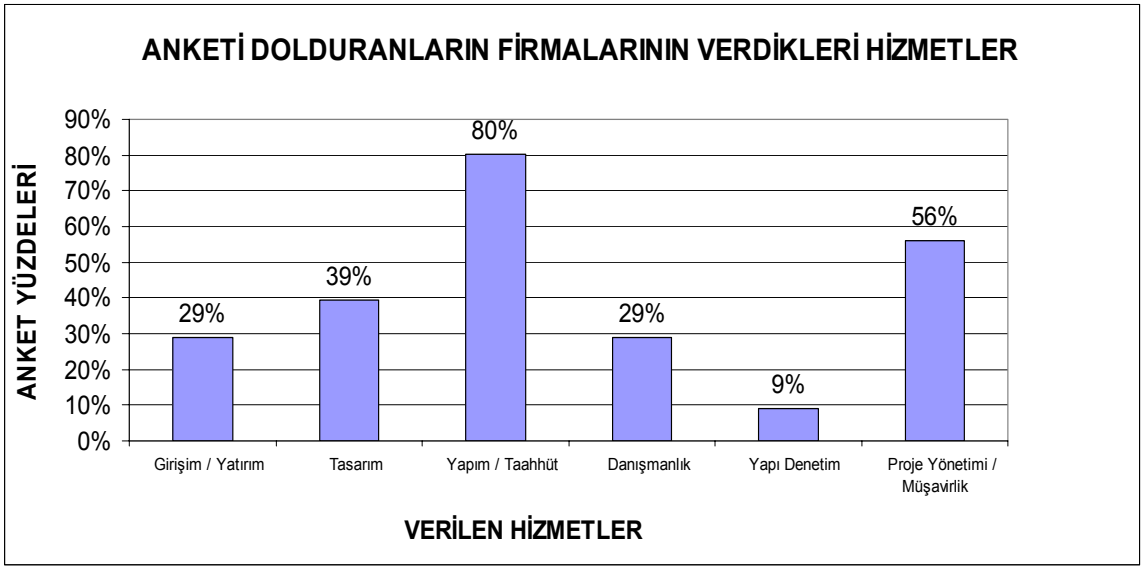
Seçim etkisi açısından; örnek seçiminde uzmanlık eğitimi almış yada konu üstünde çalışmış kişiler seçilmiştir. Tezin sayıca çokluğunu sağlamak için hedef kitlenin dışına çıkılmamıştır. Seçim yaparken her kademede kişiden ayrı ayrı örneklem alınmıştır. Bu yüzden seçim etkisinden kaynaklanabilecek bir geçersizlik ihtimali bulunmamaktadır.

Sonuç olarak bu araştırmanın, muhtemel geçersizlik kaynaklarından yeteri derecede arındırılmış olduğu, örnekleme oranının nispeten küçük olması dışında güvenilirliğinin de makul sınırlar dahilinde kaldığı söylenebilir.

5. ANKET ÇALIŞMASINDAN ELDE EDİLEN BULGULAR

5.1. Firma Hakkında Bilgiler

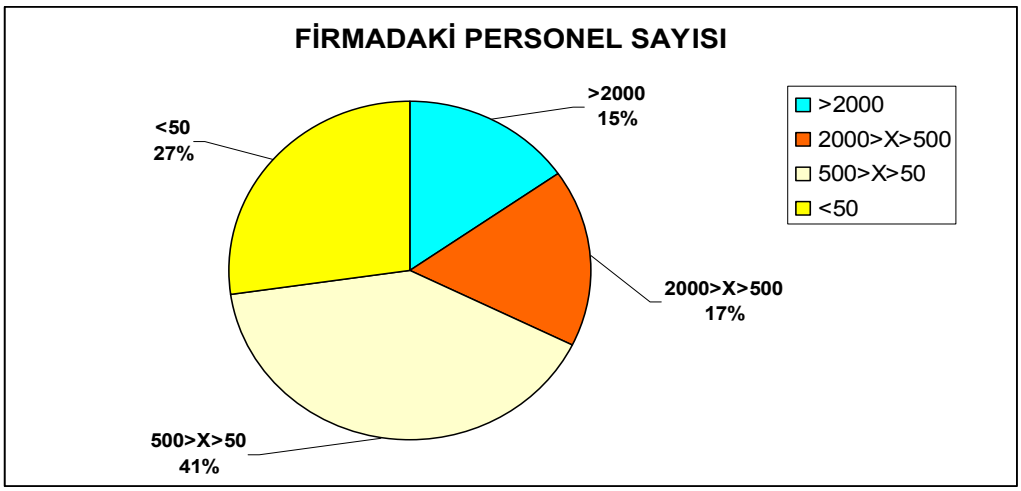
5.1.1. Firmalarının Verdikleri Hizmetler



Şekil 5.1. Firmalarının Verdikleri Hizmetler

Şekil 51'de görüldüğü gibi anketi dolduran kişilerin firmalarının %29'u Girişim /Yatırım hizmetini vermekte, %39 u Tasarım hizmetini vermekte, %80'i Yapım/Taahhüt hizmetini vermekte, %29'u Danışmanlık hizmetini vermekte, %9'u Yapı denetim Hizmetini vermekte, %56'sı Proje Yönetimi/Müşavirlik hizmetini vermektedir.

5.1.2. Firma Büyüklüğüne Göre Değerlendirme

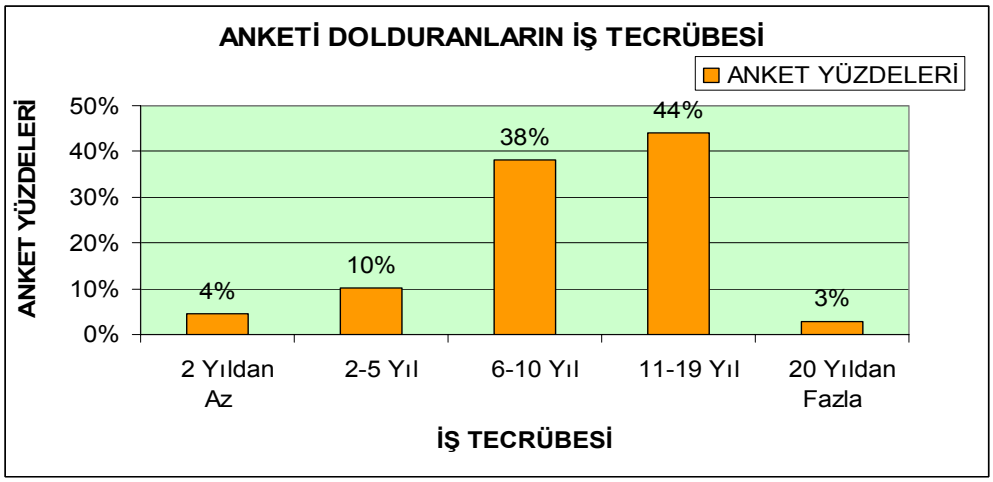


Şekil 5.2. Firmalardaki Çalışan Personel Sayısı

Şekil 5.2'de görüldüğü gibi anket ağırlıklı olarak 50-500 arasında işçi çalıştıran firmalar (%41) tarafından cevaplanmıştır. Ayrıca 500-2000 arasında işçi çalıştıran firmalar tüm firmaların %17 sini, 2000 den çok sayıda işçi çalıştıran firmalar tüm firmaların %15 ini, 50 den az personel çalıştıran firmalar tüm firmaların %27 sini oluşturmaktadır.

5.2. Görüşülen Kişiler Hakkında Bilgiler

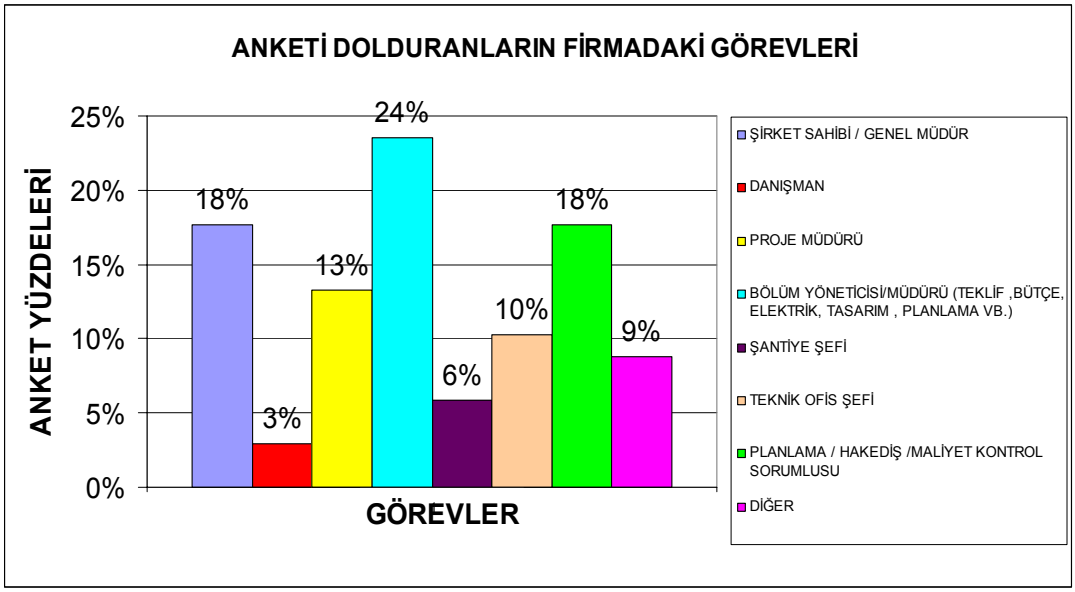
5.2.1. Anketi Dolduranların İş Tecrübesi



Şekil 5.3. Anketi Dolduranların İş Tecrübesi

Anketi dolduranların genel iş tecrübesi ise şekil 5.3'deki grafikteki gibidir. % 4'ü 2 yıldan az; %10 u 2-5 yıl; %38'i 6-10 yıl; %44'ü 11-19 yıl; %3'ü 20 yıldan fazla iş tecrübesine sahip kişiler tarafından anket doldurulmuştur.

5.2.2. Anketi Dolduranların Firmadaki Görevleri



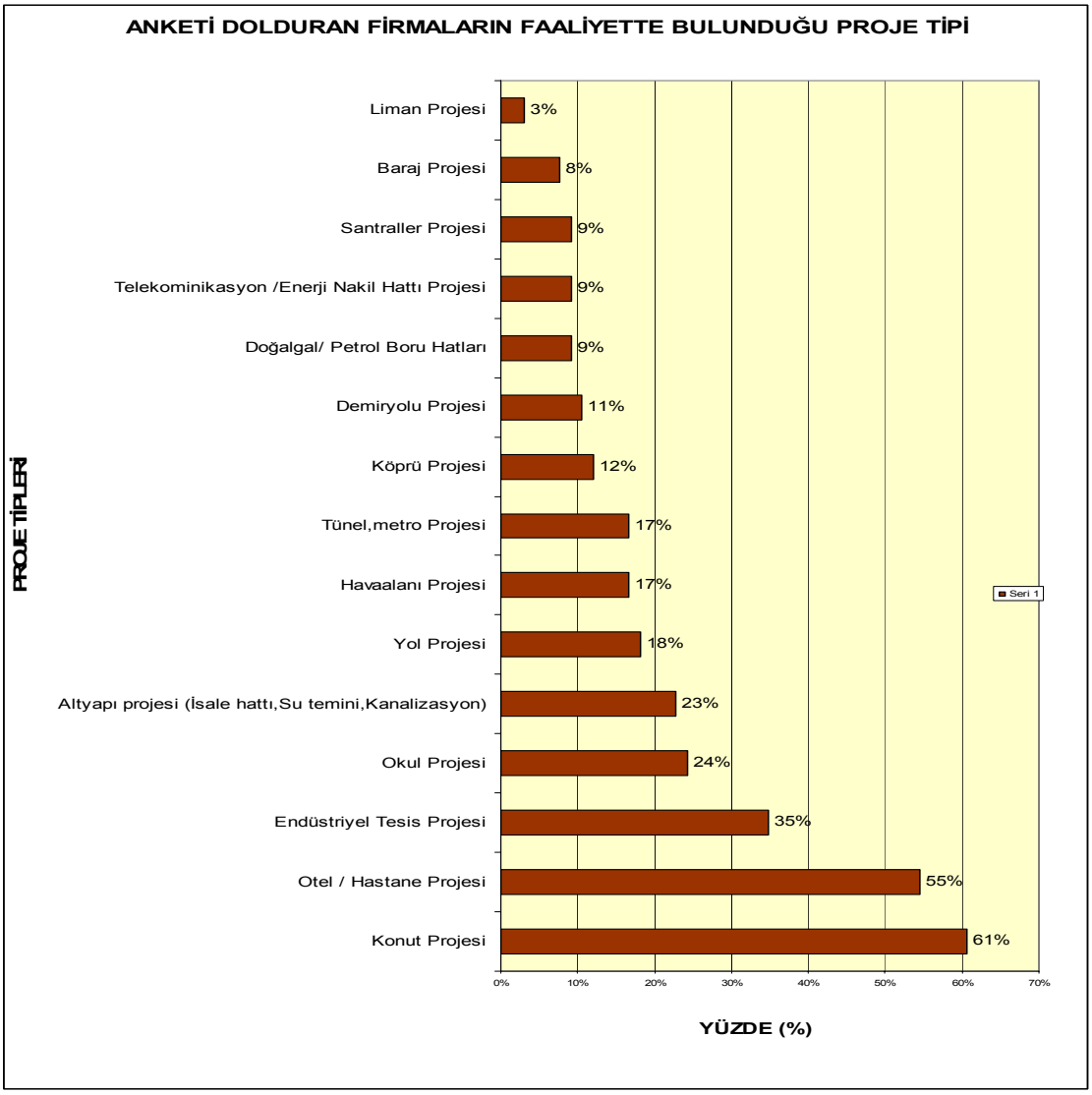
Şekil 5.4. Anketi Dolduranların Firmadaki Görevleri

Anket hedef kitlesi olarak maliyet konularıyla uğraşan, bu konuda eğitim almış veya iş tecrübesi edinmiş kişilere uygulanmıştır. Diğer olarak belirtilen firmadaki görevler ise maliyet konusunda eğitim almış, kişilerdir. Firmadaki görevleri ile ilgili soruya verilen cevaplarda Şekil 5.4'deki oranlarda cevap verenler belirlenmiştir. En yüksek oran % 18 oranı ile şirket sahipleri /genel müdürler, %3 oranı ile danışmanlar, % 13 oranı ile proje müdürleri, % 24 oranı ile Grup yöneticileri /bölüm müdürleri (İnşaat grup yöneticisi, teklif hazırlama müdürü, planlama müdürü, teknik müdür, bütçe ve planlama grup yöneticisi vb.), %6 oranında şantiye şefleri, %10 oranında teknik ofis şefleri, %18 oranında planlama,teklif , hak ediş, maliyet kontrol sorumluları ve %9 oranında yapım yönetimi, yapı işletmesi, inşaat yönetimi, proje yönetimi konularında yüksek lisans yapmış kişilerin yaptığı diğer görevler bulunmaktadır.

5.3. Projeler Künyesi ve Değerlendirilmesi

5.3.1. Firmaların Faaliyette Bulunduğu Proje tipi

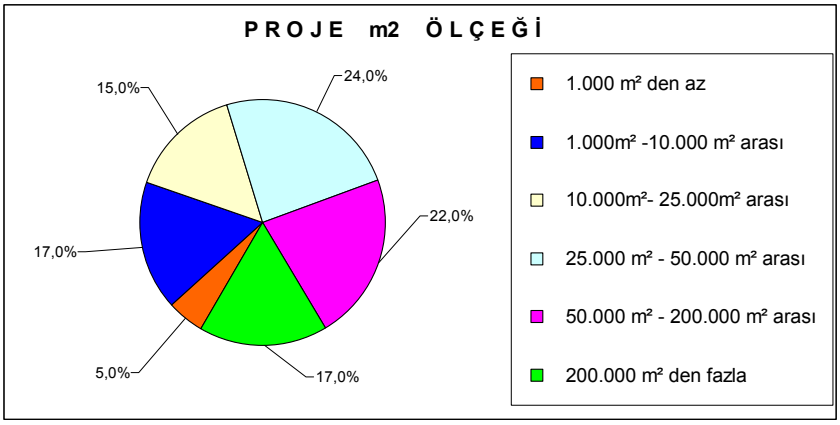
Firmaların faaliyet alanları sorulmuş 68 firmadan 66'ünden yanıt alınmış, 2'sinden cevap alınamamıştır. Alınan cevaplar doğrultusunda Şekil 5.5'daki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 5.5. Firmaların Gerçekleştirdikleri İnşaat Projeleri Tipleri

Ankete katılanların %61'i konut projelerinde, % 55'i otel hastane projelerinde, %35'i endüstriyel tesis projelerinde, %24'ü okul projelerinde, %23'ü alt yapı projelerinde, %18'i yol projelerinde, %17'si tünel metro projelerinde, %12'si köprü projelerinde, %11'i demiryolu projelerinde, %9'u boru hattı projelerinde, %9'u santral projelerinde, %8'i baraj projelerinde, %3'ü liman projelerinde çalışmışlardır.

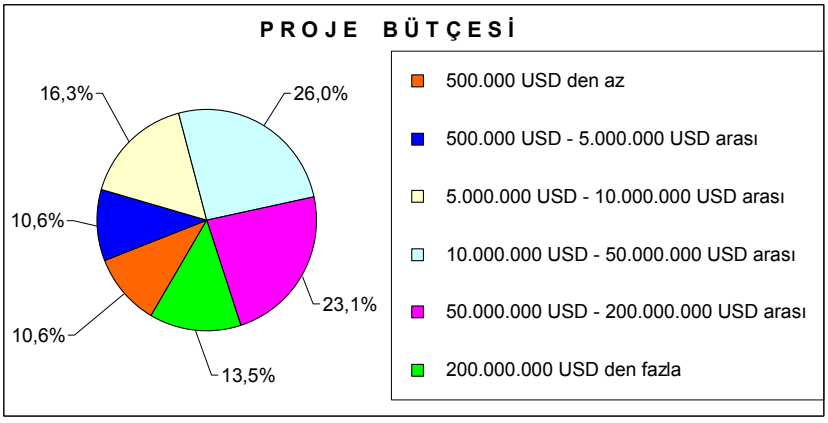
5.3.2. Firmaların Gerçekleştirdiği Proje m² ölçeği



Şekil 5.6. Firmaların Gerçekleştirdiği Proje m² ölçeği

Şekil 5.6'da da görüldüğü gibi projelerin %24'ü 25.000-50.000 m² arasında, %22'si 50.000-200.000 m² arasında, %17'si 200.000 m² üzerinde, %17'si 1.000-10.000 m² arasında, %15'i 10.000-25.000 m² arasında, %5'i 1.000 m²'den az olarak tespit edilmiştir.

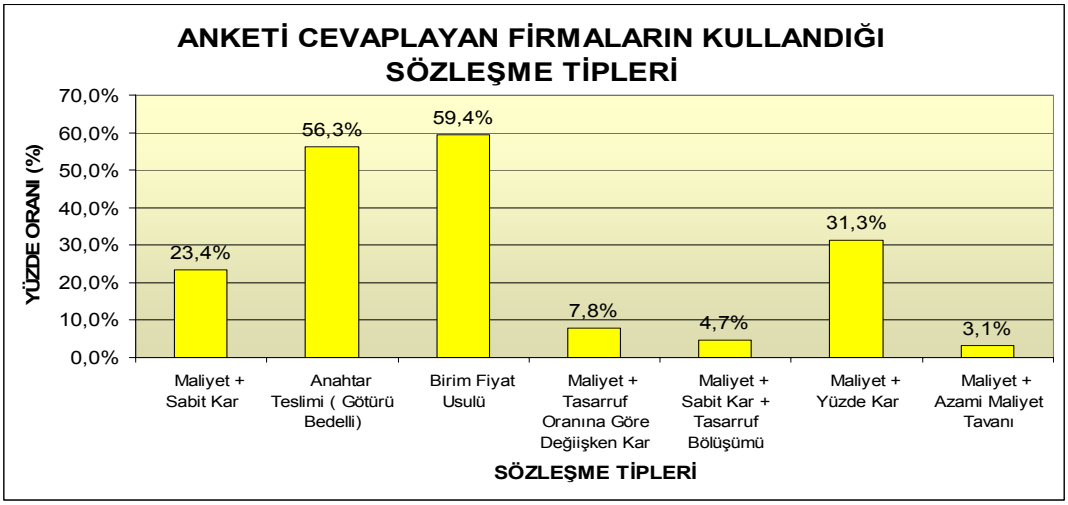
5.3.3. Firmaların Gerçekleştirdiği Projelerin Bütçesi



Şekil 5.7. Firmaların Gerçekleştirdiği Projelerin Bütçesi

Şekil 5.7'de de görüldüğü üzere gerçekleşen projelerin bütçelerinin %26'sı 500.000 USD'den az, %23.1'i 50.000.000-200.000.000 USD arasında, %16.3'ü 5.000.000-10.000.000 USD arasında, %13.5'i 200.000.000 USD 'den fazla, %10.6'sında 500.000-5.000.000 USD arasında, %10.6'sında 500.000 USD 'den az olarak görülmüştür.

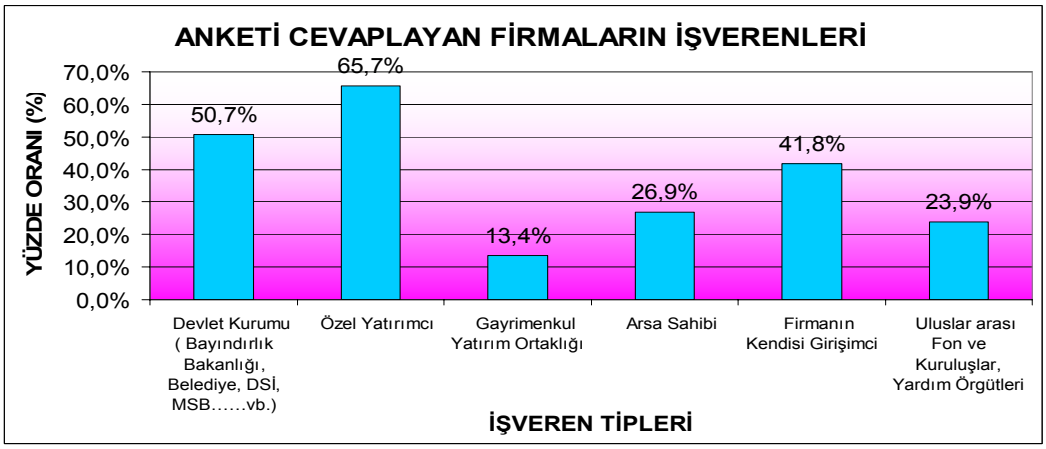
5.3.4. Firmaların Kullandığı Sözleşme Tipleri



Şekil 5.8. Firmaların Kullandığı Sözleşme Tipleri

Şekil 5.8'de de görüldüğü gibi en çok kullanılan sözleşme tipleri sırasıyla Birim Fiyat Usulü, Anahtar Teslimi, Maliyet+yüzde kar, Maliyet+sabit kar, maliyet+tasarruf oranına göre değişken kar, maliyet+sabit kar+ tasarruf bölüşümü, maliyet+azami maliyet tavanı olarak görülmüştür.

5.3.5. Firmaların Projedeki İşverenleri

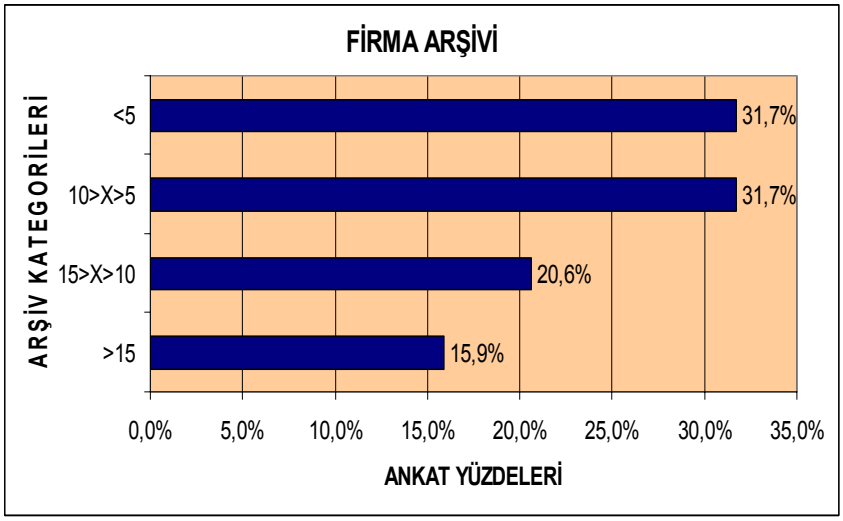


Şekil 5.9. Firmaların İşveren Tipleri

Şekil 5.9'da da görüldüğü gibi projelerdeki işveren tipleri çoğunluk sırasıyla; özel yatırımcı, devlet kurumları, firmanın kendisi girişimci, arsa sahipleri, uluslararası fon ve yatırımcı kuruluşlar, gayrimenkul yatırım ortaklıklarıdır.

5.4. Maliyet Tahmini Hakkında Değerlendirme

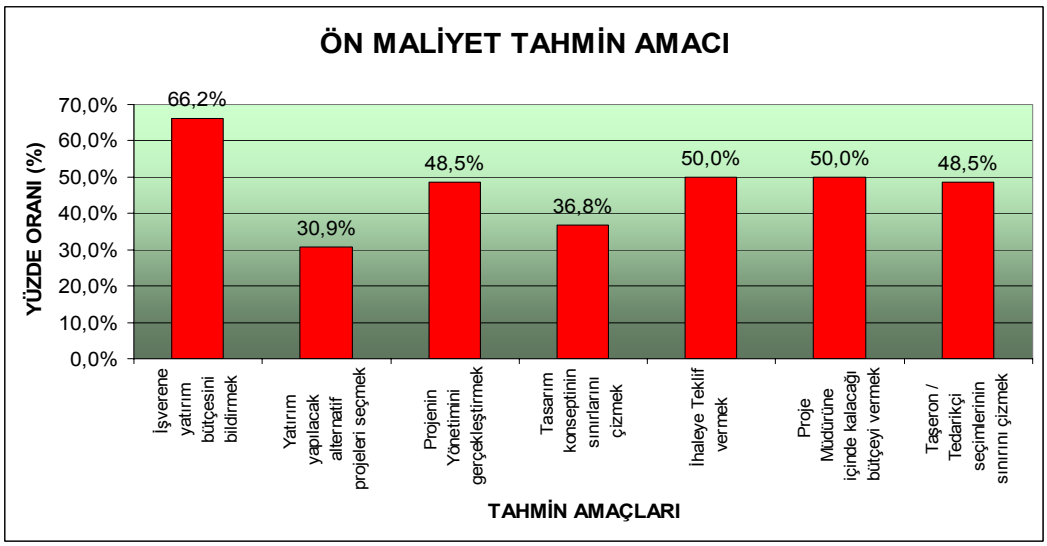
5.4.1. Firmaların Arşivlerinin Kaç Yıllık Olduğu



Şekil 5.10. Firmaların Arşiv Miktarı

Çalıştığınız firmanın arşivleri kaç yıllıktır sorusu sorulmuş yukarıdaki Şekil 5.10'da görünen sonuçlar elde edilmiştir. Katılan firmaların arşivleri %31,7 oranında 5 yıldan az, %31,7 oranında 5-10 yıl arasında, %20,6 10-15 yıl arasında, %15,9 oranında 15 yıldan fazladır.

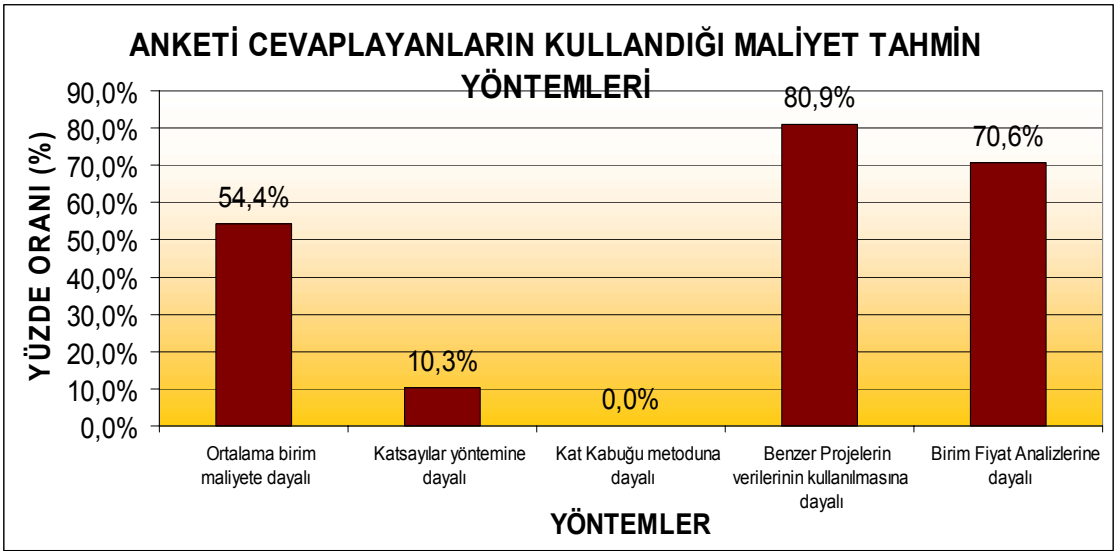
5.4.2. Ön Maliyet Tahminini Gerçekleştirme Sebepleri



Şekil 5.11. Firmaların Ön Maliyet Tahmini Gerçekleştirme Sebepleri

Firmaların ön maliyet tahmini gerçekleştirme sebepleri çoğunluk sırasıyla Şekil 5.11'de de görüldüğü gibi; işverene yatırım bütçesini bildirmek, ihaleye teklif vermek, proje müdürüne içinde kalacağı bütçeyi vermek, proje yönetimini gerçekleştirmek, taşeron ve tedarikçi seçimlerinin sınırını çizmek, tasarım konseptinin sınırlarını çizmek ve yatırım yapılacak alternatif projeleri seçmek olarak belirlenmiştir.

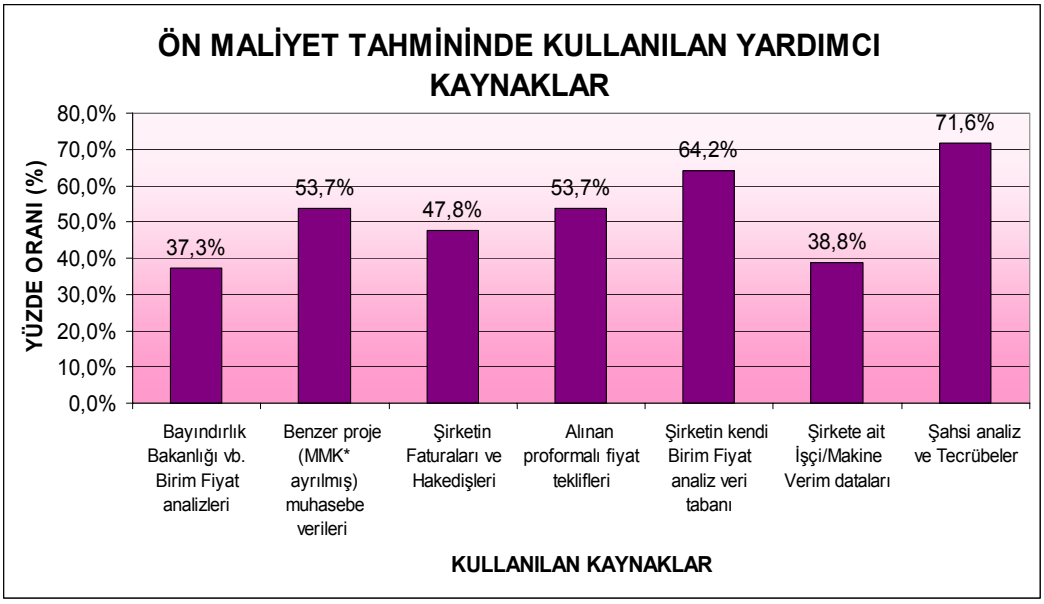
5.4.3. Firmaların Kullandığı Maliyet Tahmin Yöntemleri



Şekil 5.12. Firmaların Kullandığı Maliyet Tahmin Yöntemleri

Şekil 5.12'de de görüldüğü gibi anketi cevaplayanların kullandığı maliyet tahmin yöntemleri çoğunluk sırası ile; benzer projelerin verilerin kullanılması, birim fiyat analizleri, ortalama birim maliyet, katsayılar yöntemi kullanmak olduğu görülmüş. Kat kabuğu metoduna dayalı tahmin yöntemi kullanan olmamıştır.

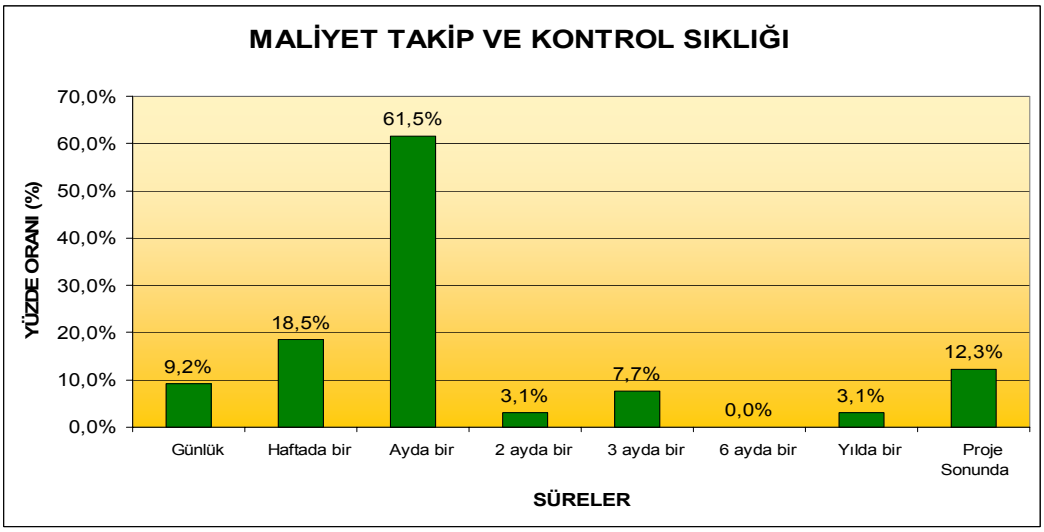
5.4.4. Ön Maliyet Tahmininde Kullanılan Kaynaklar



Şekil 5.13. Ön Maliyet tahmininde Kullanılan Yardımcı Kaynaklar

Ön maliyet tahmininde kullanılan kaynaklar çoğunluk sırası ile Şekil 5.13'te de görüldüğü üzere; şahsi analiz ve tecrübeler, şirketin kendi birim fiyat analiz veri tabanı, alınan proformalı fiyat teklifleri, benzer proje muhasebe verileri, şirketin faturaları ve hak edişleri, şirkete ait işçi/makine verim dataları, bayındırlık bakanlığı birim fiyat analizleri olarak tespit edilmiştir.

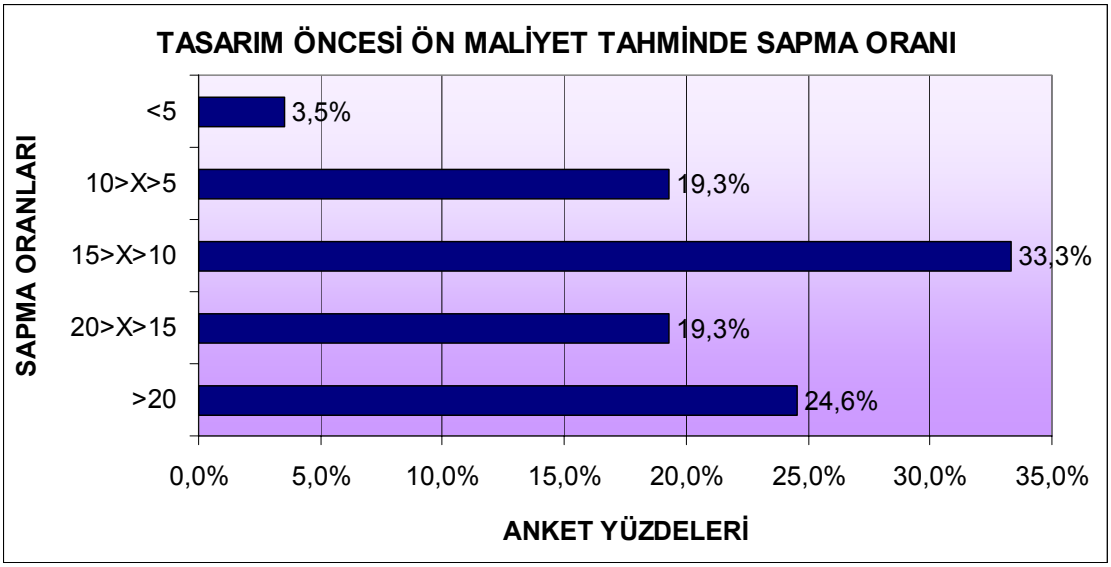
5.4.5. Firmaların Maliyet Takip ve Kontrol Sıklığı



Şekil 5.14. Firmaların Maliyet Takip ve Kontrol Sıklığı

Şekil 5.14'de de görüldüğü gibi firmalar %61.5 oranında ayda bir maliyet takip ve kontrol yapmaktadır. Haftada bir maliyet kontrolü yapan firmaların yüzdesi ise %18,5'dir.

5.4.6. Ön Maliyet Tahmininde Sapma Oranı

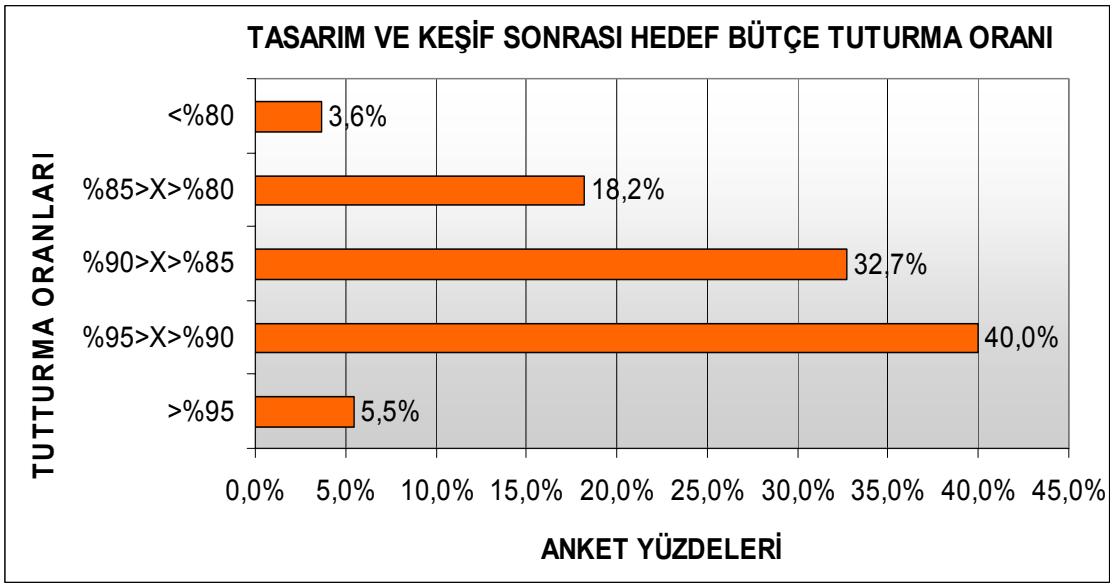


Şekil 5.15. Ön Maliyet Tahmininde Sapma Oranı

Şekil 5.15'te de görüldüğü gibi firmaların yalnızca yüzde 3,5'i ön maliyet tahminindeki sapma oranında %5 yakalayabilmişlerdir. Firmaların yüzde 19,3'ü %15-10 sapma oranı ile, yüzde 33,3'ü %10-15 sapma oranı ile, yüzde 19,3'ü %15-20 sapma oranı ile, yüzde 24,6'sı ise %20 den fazla sapma oranı ile ön maliyet tahmini yapabilmektedirler.

Bu sonuca göre firmaların %77,2'si %10'dan fazla bir sapma oranı ile ön maliyet tahmini yapabilmektedir.

5.4.7. Tasarım ve Keşif sonrası Hedef Bütçe Tutturma Oranı



Şekil 5.16. Tasarım ve Keşif sonrası Hedef Bütçe Tutturma Oranı

Şekil 5.16'da da görüldüğü üzere projelerde tasarım ve keşif sonrası hedef bütçe tutturma oranları yüzde 40 oranında %90 ile %95 arasındadır. Yüzde 3,6 oranında %80 bütçe tutturma görülmüştür.

Bu sonuçlara göre firmaların yüzde 94,5'inin tasarım sonrası proje üzerinden yapılan keşif sonucu oluşturulan bütçenin tutturma oranı %95'in altında olduğu görülmektedir.

5.5. Ön Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar

5.5.1 Standartlaştıramama Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Standartlaşamama Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.1. Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması

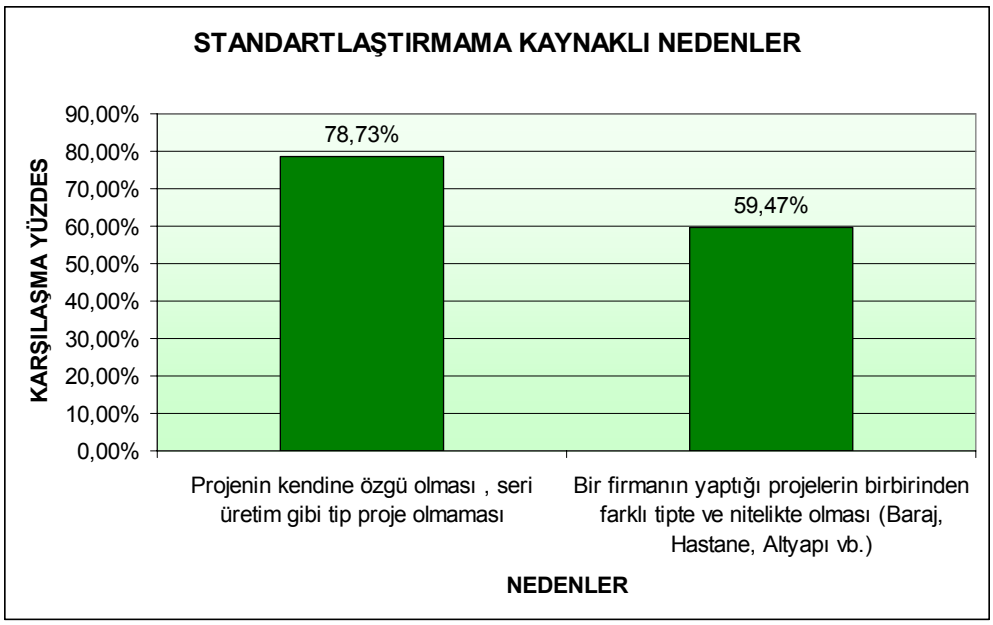
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	28	41,8%
3	**Orta Sıklıkla**	24	35,8%
2	**Nadiren**	12	17,9%
1	**Hiç**	3	4,5%
TOPLAM		**67**	**100%**

Projenin kendine özgü olması, seri üretim gibi tip proje olmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.1'e göre hesaplarsak; (4*0,418+3*0,358+2*0,179+1*0,045) / 4 = %78,7 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.2. Bir firmanın yaptığı projelerin birbirinden farklı tipte ve nitelikte olması (Baraj, Hastane, Altyapı vb.)

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	13	19,7%
3	**Orta Sıklıkla**	12	18,2%
2	**Nadiren**	28	42,4%
1	**Hiç**	13	19,7%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Bir firmanın yaptığı projelerin birbirinden farklı tipte ve nitelikte olması (Baraj, Hastane, Altyapı vb.) nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.2'ye göre hesaplarsak; (4*0,197+3*0,182+2*0,424+1*0,197) / 4 = %59,4 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.17. Standartlaştırmama Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların standartlaşamama kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.17'de verilmiştir.

Standartlaşamama kaynaklı nedenlerden %78,78 oranında karşılaşma sıklığı ile projelerin kendi özgü olması ve üretim sektörü gibi seri üretim tipinde olmamasından dolayı maliyet tahmini yapmanın zor olduğu tespit edildi. İnşaat sektörünün doğası gereği standart tip üretim yapılmamakta bu da maliyet tahminini seri üretim yapan bir firmaya göre daha fazla sapma oranı ile tespit edilmesini sağlamaktadır.

5.5.2. Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Bilinç, eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.3. Üst yönetimin bu konuya önem vermemesi ve yeterli kaynak ayırmaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	15	22,7%
3	**Orta Sıklıkla**	17	25,8%
2	**Nadiren**	22	33,3%
1	**Hiç**	12	18,2%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Üst yönetimin bu konuya önem vermemesi ve yeterli kaynak ayırmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.3'e göre hesaplarsak; (4*0,227+3*0,258+2*0,333+1*0,182) / 4 = %63,2 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.4. Şirkette çalışan tecrübeli personelin bilgilerini paylaşmamaları

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	4	6,1%
3	**Orta Sıklıkla**	15	22,7%
2	**Nadiren**	24	36,4%
1	**Hiç**	23	34,8%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Şirkette çalışan tecrübeli personelin bilgilerini paylaşmamaları nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.4'e göre hesaplarsak; (4*0,061+3*0,227+2*0,364+1*0,348) / 4 = %50,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.5. Zaman Yetersizliği

	Frekans	Yüzde
Çok Sıklıkla	28	42,4%
Orta Sıklıkla	26	39,4%
Nadiren	10	15,2%
Hiç	2	3,0%
TOPLAM	**66**	**100,0%**

Zaman yetersizliği nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.5'e göre hesaplarsak; (4*0,424+3*0,394+2*0,152+1*0,03) / 4 = %80,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.6. Tahmin çalışmalarını yapanların saha bilgisi ve inşaat süreci ile ilgili tecrübe eksikleri

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	6	9,2%
3	**Orta Sıklıkla**	15	23,1%
2	**Nadiren**	36	55,4%
1	**Hiç**	8	12,3%
TOPLAM		**65**	**100,0%**

Tahmin çalışmalarını yapanların saha bilgisi ve inşaat süreci ile ilgili tecrübe eksikleri nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.6'ya göre hesaplarsak; (4*0,092+3*0,231+2*0,554+1*0,123) / 4 = %57,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.7. Maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği

	Frekans	Yüzde
Çok Sıklıkla	16	24,2%
Orta Sıklıkla	14	21,2%
Nadiren	34	51,5%
Hiç	2	3,0%
TOPLAM	**66**	**100,0%**

Maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.7'e göre hesaplarsak; (4*0,242+3*0,212+2*0,515+1*0,03) / 4 = %66,6 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.8. Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı

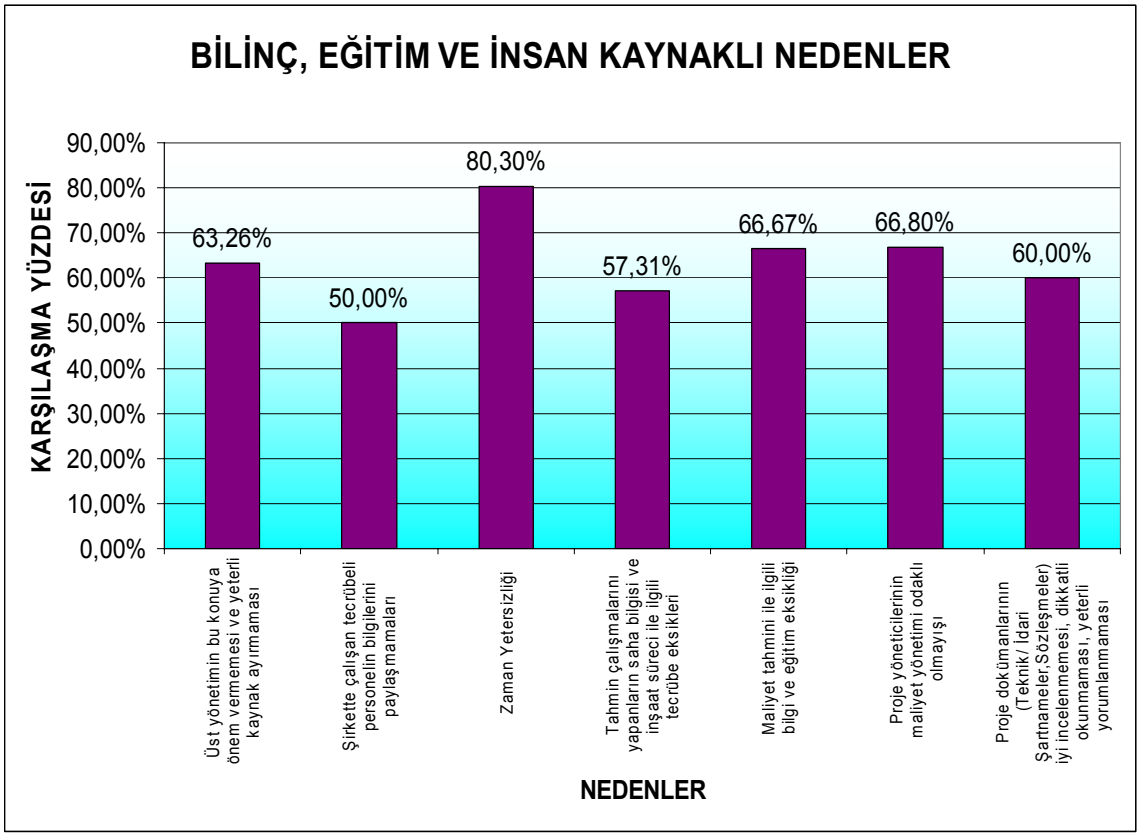
	Frekans	Yüzde
Çok Sıklıkla	12	18,8%
Orta Sıklıkla	24	37,5%
Nadiren	23	35,9%
Hiç	5	7,8%
TOPLAM	**64**	**100,0%**

Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.8'e göre hesaplarsak; (4*0,188+3*0,375+2*0,359+1*0,078) / 4 = %66,8 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.9. Proje dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmemesi, dikkatli okunmaması, yeterli yorumlanmaması

	Frekans	Yüzde
Çok Sıklıkla	9	13,8%
Orta Sıklıkla	16	24,6%
Nadiren	32	49,2%
Hiç	8	12,3%
TOPLAM	**65**	**100,0%**

Proje dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmemesi, dikkatli okunmaması, yeterli yorumlanmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.9'a göre hesaplarsak; (4*0,138+3*0,246+2*0,492+1*0,123) / 4 = %59,9 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5. 18. Bilinç, Eğitim ve İnsan Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların bilinç, eğitim ve insan kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.18'de verilmiştir.

Bilinç, eğitim ve insan kaynaklı nedenlerden %80,30 oranında karşılaşma sıklığı ile en sık karşılaşılan zorluğun ön maliyet tahmini yapmaya ayrılan sürenin yetersizliği olduğu belirlendi. Ön maliyet tahmini konusuna daha fazla zaman ayrılması, daha fazla bilgi toplanması ve tasarım, malzeme seçimleri konularında daha erken kararlar verilmesi maliyet tahmininin daha sağlıklı yapılmasına yol açacaktır.

5.5.3. İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin İç sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.10. Şirketin bilgisayar tabanlı maliyetlendirme sisteminin olmaması (BPM, ERP vb.)

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	20	29,9%
3	**Orta Sıklıkla**	18	26,9%
2	**Nadiren**	12	17,9%
1	**Hiç**	17	25,4%
TOPLAM		**67**	**100,0%**

Şirketin bilgisayar tabanlı maliyetlendirme sisteminin olmaması (BPM, ERP vb.) nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.10'a göre hesaplarsak; (4*0,299+3*0,269+2*0,179+1*0,254) / 4 = %65,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.11. Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	21	31,3%
3	**Orta Sıklıkla**	14	20,9%
2	Nadiren	19	28,4%
1	**Hiç**	13	19,4%
TOPLAM		**67**	**100,0%**

Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması nedeniyle ön

maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.11'e göre hesaplarsak; (4*0,313+3*0,209+2*0,284+1*0,194) / 4 = %66,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.12.Şirketin veri bankasının kolay ulaşılabilir olmaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	15	22,4%
3	**Orta Sıklıkla**	12	17,9%
2	**Nadiren**	15	22,4%
1	**Hiç**	25	37,3%
TOPLAM		**67**	**100,0%**

Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.12'ye göre hesaplarsak; (4*0,224+3*0,179+2*0,224+1*0,373) / 4 = %56,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.13. Şirketin veri bankasının güncellenmemesi

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	13	19,4%
3	**Orta Sıklıkla**	17	25,4%
2	**Nadiren**	23	34,3%
1	**Hiç**	14	20,9%
TOPLAM		**67**	**100,0%**

Şirketin veri bankasının güncellenmemesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.13'e göre hesaplarsak; (4*0,194+3*0,254+2*0,343+1*0,209) / 4 = %60,8 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.14. Şirkete ait Verim değerlerinin bulunmaması (adam/saat ;Makine / saat)

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	10	15,2%
3	**Orta Sıklıkla**	24	36,4%
2	**Nadiren**	20	30,3%
1	**Hiç**	12	18,2%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Şirkete ait Verim değerlerinin bulunmaması (adam/saat ;Makine / saat) nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.14'e göre hesaplarsak; (4*0,152+3*0,364+2*0,303+1*0,182) / 4 = %62,2 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.15. Gerçekleşen maliyetlerin geri bildirim eksikliği

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	16	24,2%
3	**Orta Sıklıkla**	22	33,3%
2	**Nadiren**	25	37,9%
1	**Hiç**	3	4,5%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Gerçekleşen maliyetlerin geri bildirim eksikliği nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.15'e göre hesaplarsak; (4*0,242+3*0,333+2*0,379+1*0,045) / 4 = %69,2 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.16. Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	25	37,9%
3	**Orta Sıklıkla**	13	19,7%
2	**Nadiren**	21	31,8%
1	**Hiç**	7	10,6%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.16'ya göre hesaplarsak; (4*0,379+3*0,197+2*0,318+1*0,106) / 4 = %71,2 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.17. Şirketlerdeki personel sirkülasyonundan dolayı, geçmiş verilere ve bilgilere sağlıklı ulaşılamaması

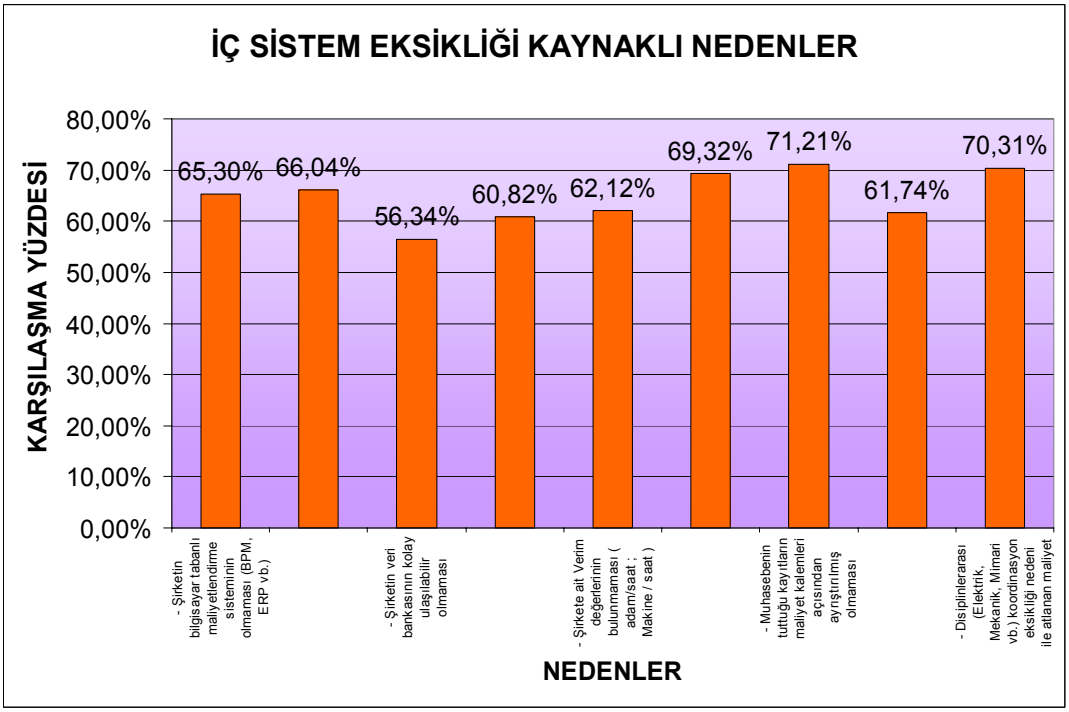
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	12	18,2%
3	**Orta Sıklıkla**	16	24,2%
2	**Nadiren**	29	43,9%
1	**Hiç**	9	13,6%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Şirketlerdeki personel sirkülasyonundan dolayı, geçmiş verilere ve bilgilere sağlıklı ulaşılamaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.17'e göre hesaplarsak; (4*0,182+3*0,242+2*0,439+1*0,136) / 4 = %61,7 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.18. Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) koordinasyon eksikliği nedeni ile atlanan maliyet kalemleri

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	14	21,9%
3	**Orta Sıklıkla**	27	42,2%
2	**Nadiren**	20	31,3%
1	**Hiç**	3	4,7%
TOPLAM		**64**	**100,0%**

Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) koordinasyon eksikliği nedeni ile atlanan maliyet kalemleri nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.18'e göre hesaplarsak; (4*0,219+3*0,422+2*0,313+1*0,047) / 4 = %70,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.19.İç Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların İç Sistem eksikliği kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.19'da verilmiştir.

İç sistem eksikliği kaynaklı nedenlerden %71,21oranında karşılaşma sıklığı ile muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmamış olmaması nedeniyle bitirilmiş işlerin verilerinden sağlıklı bir şekilde yararlanılamadığı, yine bu kategoride yer alan bir diğer neden olarak %70,31 oranında karşılaşma sıklığı ile disiplinlerarası (elektrik, mekanik,mimari vb.) koordinasyon eksikliği sonucu atlanan kalemlerin olduğu tespit edildi. Tek Düzen Hesap Planında İnşaat işlerinin maliyet kalemlerinin merkez kodları ile ortak merkezlerde toplanmasını sağlamak, ileriki projelere ön maliyet tahmini yaparken geçmiş projelerin daha sağlıklı kullanılmasını sağlayacaktır.

5.5.4. Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Dış sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.19. Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	18	27,7%
3	**Orta Sıklıkla**	25	38,5%
2	**Nadiren**	14	21,5%
1	**Hiç**	8	12,3%
TOPLAM		**65**	**100,0%**

Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.19'a göre hesaplarsak; (4*0,277+3*0,385+2*0,215+1*0,123) / 4 = %70,3 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.20. İşçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmaması (A sınıfı işçi vb..)

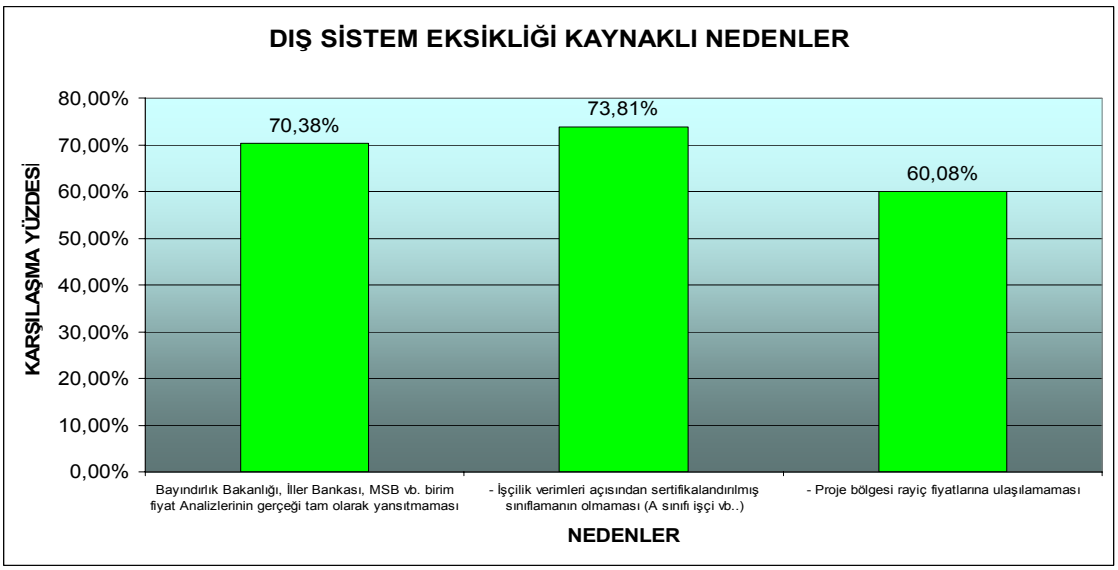
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	20	31,7%
3	**Orta Sıklıkla**	26	41,3%
2	**Nadiren**	11	17,5%
1	**Hiç**	6	9,5%
TOPLAM		**63**	**100,0%**

İşçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmaması (A sınıfı işçi vb..) nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.20'ye göre hesaplarsak; (4*0,317+3*0,413+2*0,175+1*0,095) / 4 = %73,8 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.21. Proje bölgesi rayiç fiyatlarına ulaşılamaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	7	11,3%
3	**Orta Sıklıkla**	21	33,9%
2	**Nadiren**	24	38,7%
1	**Hiç**	10	16,1%
TOPLAM		**62**	**100,0%**

Proje bölgesi rayiç fiyatlarına ulaşılamaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.22'ye göre hesaplarsak; (4*0,113+3*0,339+2*0,387+1*0,161) / 4 = %60,1 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.20. Dış Sistem Eksikliği Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların dış sistem eksikliği kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.20'de verilmiştir.

Dış sistem eksikliği kaynaklı nedenlerden %73,81 oranında karşılaşma sıklığı ile

işçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmamasından dolayı işçilik maliyetlerinin doğru öngörülememesi ve %70,38 oranda karşılaşma sıklığı ile Bayındırlık bakanlığı, İller bankası, MSB vb. birim fiyat analizlerinin gerçeği yansıtmadığı görüşünden dolayı yapılan tahminin sapma oranlarının yükseldiği tespit edildi. Belli bir verim ölçütü olmadığından işçi toplamda kaç adam*saat edeceği miktarı değiştirmektedir, verim değerlerini klase etmek için işçilerin sertifikalandırılması, A klasmanına giren işçinin belli bir verimde ve belli bir adam/saat değeri karşılığında çalıştığı net bir şekilde ortaya konmalıdır. Böylelikle tahmini işçilik bedelleri daha yaklaşık olarak tahmin edilebilir.

5.5.5. Elde Edilemeyen Veri Ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Elde Edilemeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.22. Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	25	36,8%
3	**Orta Sıklıkla**	29	42,6%
2	**Nadiren**	10	14,7%
1	**Hiç**	4	5,9%
TOPLAM		**68**	**100,0%**

Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.23'e göre hesaplarsak; (4*0,368+3*0,426+2*0,147+1*0,059) / 4 = %77,5 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.23. Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	15	22,7%
3	**Orta Sıklıkla**	37	56,1%
2	**Nadiren**	13	19,7%
1	**Hiç**	1	1,5%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.24'e göre hesaplarsak; (4*0,227+3*0,561+2*0,197+1*0,015) / 4 = %75,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.24. İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	18	27,3%
3	**Orta Sıklıkla**	30	45,5%
2	**Nadiren**	18	27,3%
1	**Hiç**	0	0,0%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.24'e göre hesaplarsak; (4*0,273+3*0,455+2*0,273+1*0,0) / 4 = %75,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.25. Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan)

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	19	28,8%
3	**Orta Sıklıkla**	31	47,0%
2	**Nadiren**	16	24,2%
1	**Hiç**	0	0,0%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan) nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.25'e göre hesaplarsak; (4*0,288+3*0,470+2*0,242+1*0,0) / 4 = %76,1 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.26. Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	11	16,7%
3	**Orta Sıklıkla**	23	34,8%
2	**Nadiren**	29	43,9%
1	**Hiç**	3	4,5%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.26'ya göre hesaplarsak; (4*0,167+3*0,348+2*0,439+1*0,045) / 4 = %65,8 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.27. İhale tipinin(Birim fiyatlı, anahtar teslimi, maliyet+kar vb.) maliyete etkisinin tahmin edilememesi

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	5	7,9%
3	**Orta Sıklıkla**	20	31,7%
2	**Nadiren**	30	47,6%
1	**Hiç**	8	12,7%
TOPLAM		**63**	**100,0%**

İhale tipinin(Birim fiyatlı, anahtar teslimi, maliyet+kar vb.) maliyete etkisinin tahmin edilememesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.27'ye göre hesaplarsak; (4*0,079+3*0,317+2*0,476+1*0,127) / 4 = %58,6 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.28. Şantiye Genel giderlerin öngörülememesi

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	1	1,5%
3	**Orta Sıklıkla**	23	35,4%
2	**Nadiren**	34	52,3%
1	**Hiç**	7	10,8%
TOPLAM		**65**	**100,0%**

Şantiye Genel giderlerin öngörülememesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.28'e göre hesaplarsak; (4*0,015+3*0,354+2*0,523+1*0,108) / 4 = %56,9 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.29 Fiziksel ve teknik İhtiyaçtan doğan maliyetlerin öngörülememesi

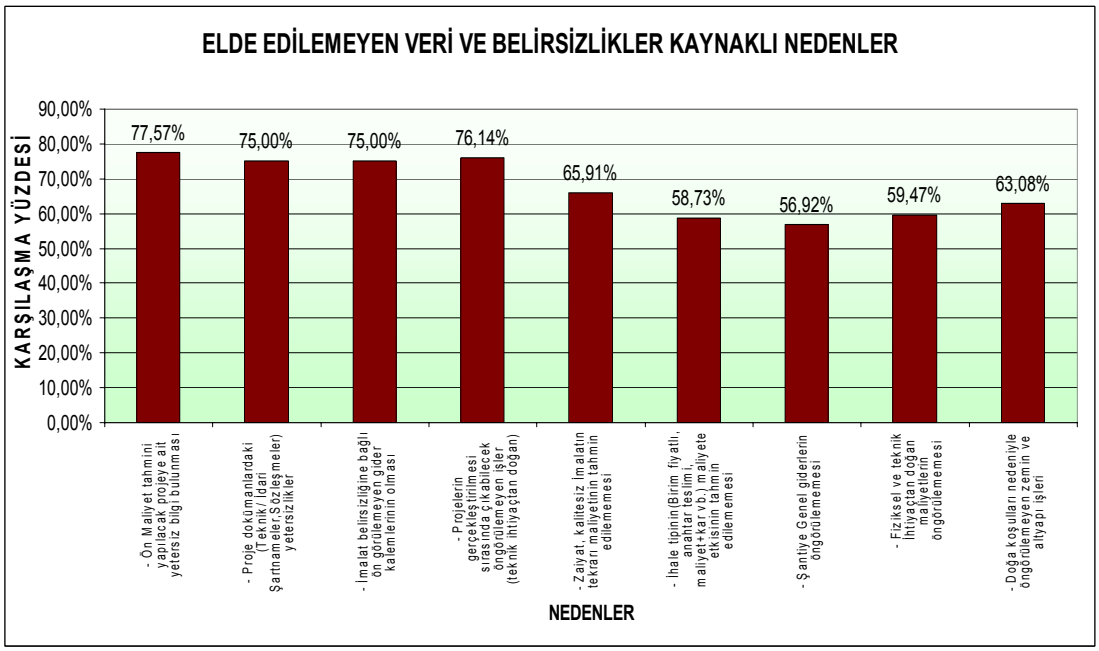
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	6	9,1%
3	**Orta Sıklıkla**	19	28,8%
2	Nadiren	35	53,0%
1	**Hiç**	6	9,1%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Fiziksel ve teknik İhtiyaçtan doğan maliyetlerin öngörülememesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.29'a göre hesaplarsak; (4*0,091+3*0,288+2*0,530+1*0,091) / 4 = %59,4 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.30. Doğa koşulları nedeniyle öngörülemeyen zemin ve altyapı işleri

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	7	10,8%
3	**Orta Sıklıkla**	25	38,5%
2	**Nadiren**	28	43,1%
1	**Hiç**	5	7,7%
TOPLAM		**65**	**100,0%**

Doğa koşulları nedeniyle öngörülemeyen zemin ve altyapı işleri nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.30'a göre hesaplarsak; (4*0,108+3*0,385+2*0,431+1*0,077) / 4 = %63,1 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.21. Elde Edilmeyen Veri ve Belirsizlikler Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların elde edilmeyen veri ve belirsizlikler kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.21'de verilmiştir.

Elde edilemeyen veri ve belirsizlikler kaynaklı nedenlerden %77,57 oranında karşılaşma sıklığı ile ön maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgilerin bulunduğu ve %75 oranında karşılaşma sıklığı ile Proje Dokümanlarındaki yetersizlikler olduğu belirlendi. Ön maliyet tahminine zaman ayrılmaması gibi projeye ait bilgilerin temin edilmesine, kararların verilmesine zaman ayrılmamaktadır, bunun için tahminlerdeki sapmalar fazla olmaktadır, daha fazla zaman harcanırsa daha yaklaşık tahminler yapılabilecektir.

5.5.6. Ekonomi Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Ekonomi Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.31 Kaynak(malzeme, makina, personel, işçilik vb.) fiyatlarının enflasyon oranından bağımsız artış ve azalışları

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	11	16,7%
3	**Orta Sıklıkla**	37	56,1%
2	**Nadiren**	16	24,2%
1	**Hiç**	2	3,0%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Kaynak(malzeme, makina, personel, işçilik vb.) fiyatlarının enflasyon oranından bağımsız artış ve azalışları nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.31'e göre hesaplarsak; (4*0,167+3*0,561+2*0,242+1*0,03) / 4 = %71,6 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.32 Türkiye siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	11	16,7%
3	**Orta Sıklıkla**	36	54,5%
2	**Nadiren**	19	28,8%
1	**Hiç**	0	0,0%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Türkiye siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.32'ye göre hesaplarsak; (4*0,167+3*0,545+2*0,288+1*0,00) / 4 = %71,9 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.33.Bölgesel fiyat değişiklikleri

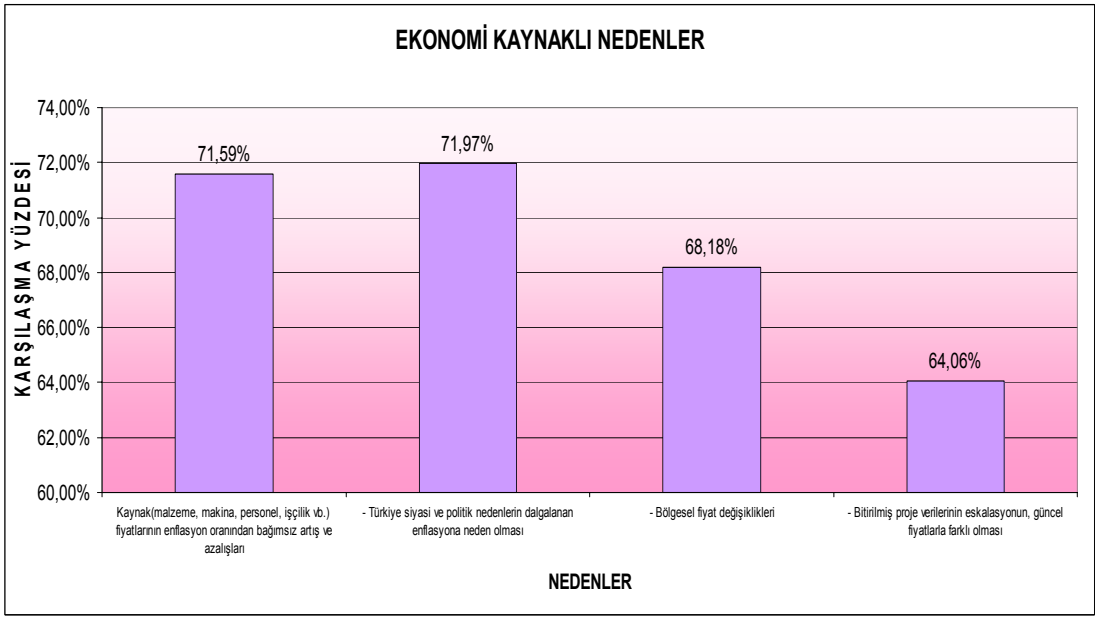
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	10	15,2%
3	**Orta Sıklıkla**	30	45,5%
2	**Nadiren**	24	36,4%
1	**Hiç**	2	3,0%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Bölgesel fiyat değişiklikleri olması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.33'e göre hesaplarsak; (4*0,152+3*0,455+2*0,364+1*0,03) / 4 = %68,2 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.34. Bitirilmiş proje verilerinin eskalasyonun, güncel fiyatlarla farklı olması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	7	10.9%
3	**Orta Sıklıkla**	26	40.6%
2	**Nadiren**	27	42.2%
1	**Hiç**	4	6.3%
TOPLAM		**64**	**100,0%**

Bitirilmiş proje verilerinin eskalasyonun, güncel fiyatlarla farklı olması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.34'e göre hesaplarsak; (4*0,109+3*0,406+2*0,422+1*0,063) / 4 = %64,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.22. Ekonomi Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların ekonomi kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.22'de verilmiştir.

Ekonomi kaynaklı nedenlerden %71,97 oranda karşılaşma sıklığı ile Türkiye'nin siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması ön maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan önemli sorunlardan biri olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizin genel sorunu olan bu sorun maliyet tahminlerinin sapma oranını arttırıcı özellik taşımaktadır. Ön maliyet tahmini yapılan projelerin lokasyonuna göre finansal istatistiklere dayanan veriler ülke enflasyon riski göz önünde bulundurulacak şekilde hesaplanmalıdır.

5.5.7. Revizyon Kaynaklı Nedenler

Araştırmaya Katılan Kişilerin Revizyon Kaynaklı Nedenler konusunda sorulan sorularla sunulan Problemlerin Görülme Sıklığına İlişkin Verdikleri Yanıtlara Yönelik Tanımlayıcı İstatistikler aşağıda tablolarla özetlenmiştir.

Tablo 5.35. Öngörülmediği halde Mevcut makine ve ekipmanların kullanılması, yada mevcut makinanın uygun olmadığından öngörüldüğü halde kullanılamaması

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	5	7.6%
3	**Orta Sıklıkla**	20	30.3%
2	**Nadiren**	35	53.0%
1	**Hiç**	6	9.1%
TOPLAM		**66**	**100,0%**

Öngörülmediği halde Mevcut makine ve ekipmanların kullanılması, yada mevcut makinanın uygun olmadığından öngörüldüğü halde kullanılamaması nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.35'e göre hesaplarsak; (4*0,076+3*0,303+2*0,53+1*0,091) / 4 = %59,1 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.36. Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi

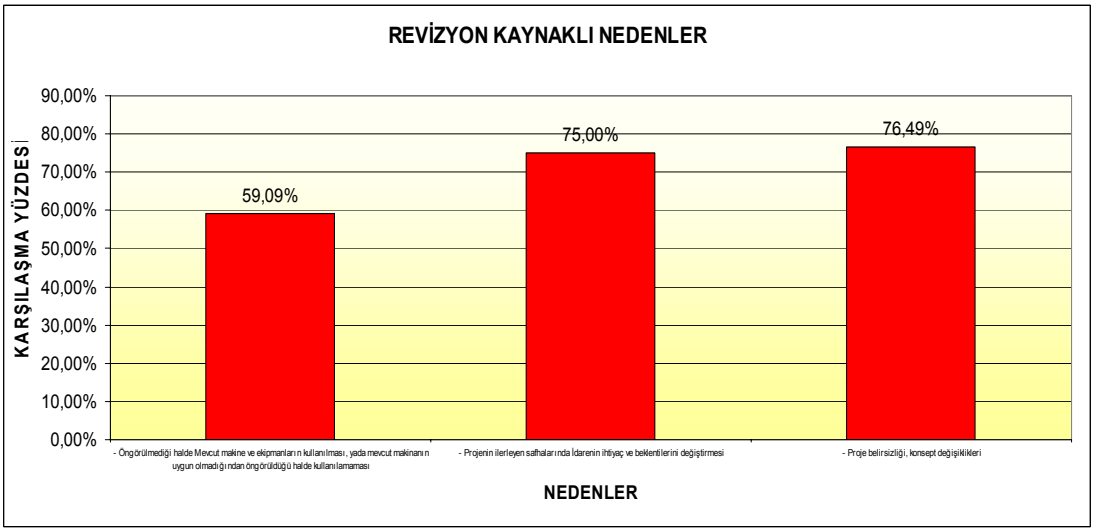
		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	20	30.9%
3	**Orta Sıklıkla**	29	42.6%
2	**Nadiren**	15	22.1%
1	**Hiç**	3	4.4%
TOPLAM		**68**	**100,0%**

Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.36'ya göre hesaplarsak; (4*0,309 + 3*0,426 + 2*0,221 + 1*0,044) / 4 = %75,0 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.

Tablo 5.37. Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri

		Frekans	Yüzde
4	**Çok Sıklıkla**	21	31.3%
3	**Orta Sıklıkla**	31	46.3%
2	**Nadiren**	13	19,4%
1	**Hiç**	2	3.0%
TOPLAM		**67**	**100,0%**

Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri nedeniyle ön maliyet tahmini yapılamaması durumuna karşılaşma sıklığının ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.37'ye göre hesaplarsak; (4*0,313+3*0,463+2*0,194+1*0,03) / 4 = %76,4 sıklıkla karşılaşıldığını bulunur.



Şekil 5.23. Revizyon Kaynaklı Nedenler Grafiği

Firmaların revizyon kaynaklı nedenlerle karşılaşma yüzdeleri şekil 5.23'de verilmiştir.

Revizyon Kaynaklı nedenlerden ise %76,49 oranında karşılaşma sıklığı ile proje belirsizlikleri ve konsept değişikliklerinin olması ve %75 oranında karşılaşma sıklığı ile projenin ilerleyen safhalarında idarenin ihtiyaç ve beklentilerinin değişmesi nedeniyle yapılan ön maliyet tahmininin sonunda ulaşılan maliyetten farklı olmasının temel nedenlerinden olduğu tespit edilmiştir. Bu soruna en önemli çözüm yatırımcıya doğru hayalin kurdurulması ve hayali bulanıklıktan netliğe geçirecek kararları almasını sağlamak olacaktır.

5.6. Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri

Tablo 5.38 DIE vb. kuruluşların inşaat sektörüne yönelik daha detaylı ve kapsamlı istatistiki veriler oluşturması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	9	15,0%
3	**İyi bir öneri**	39	65,0%
2	**Vasat bir öneri**	12	20,0%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**60**	**100,0%**

DIE vb. kuruluşların inşaat sektörüne yönelik daha detaylı ve kapsamlı istatistiki veriler oluşturması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.38'e göre hesaplarsak; (4*0,150+3*0,650+2*0,200+1*0,00) / 4 = %73,75 olduğu bulunur.

Tablo 5.39 İşçileri verimlerine göre sınıflandırılması, sertifikalandırılması ve ücretlendirilmesi

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	13	21,3%
3	**İyi bir öneri**	35	57,4%
2	**Vasat bir öneri**	12	19,7%
1	**Kötü bir öneri**	1	1,6%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

İşçileri verimlerine göre sınıflandırılması, sertifikalandırılması ve ücretlendirilmesi önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.39'e göre hesaplarsak; (4*0,213+3*0,574+2*0,197+1*0,016) / 4 = %74,59 olduğu bulunur.

Tablo 5.40 Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	39	63,9%
3	**İyi bir öneri**	19	31,1%
2	**Vasat bir öneri**	3	4,9%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.40'e göre hesaplarsak; (4*0,639+3*0,311+2*0,049+1*0,0) / 4 = %89,75 olduğu bulunur.

Tablo 5.41 CSI , CI/SfB vb. yurtdışında olan kaynak kodları gibi türkiye kodlama listesi olması ve kaynakların değişen maliyetleri istatistiki olarak tutulması ve 3 aylık dilimlerle yayınlanması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	21	36,2%
3	**İyi bir öneri**	27	46,6%
2	**Vasat bir öneri**	9	15,5%
1	**Kötü bir öneri**	1	1,7%
TOPLAM		**58**	**100,0%**

CSI , CI/SfB vb. yurtdışında olan kaynak kodları gibi türkiye kodlama listesi olması ve kaynakların değişen maliyetleri istatistiki olarak tutulması ve 3 aylık dilimlerle yayınlanması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.41'e göre hesaplarsak; (4*0,362+3*0,466+2*0,155+1*0,017) / 4 = %79,31 olduğu bulunur.

Tablo 5.42 Fiyatların bölgesel değişiklikleri değerlendirilmeli

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	12	19,7%
3	**İyi bir öneri**	34	55,7%
2	**Vasat bir öneri**	15	24,6%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Fiyatların bölgesel değişiklikleri değerlendirilmeli önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.42'ye göre hesaplarsak; (4*0,197+3*0,557+2*0,246+1*0,00) / 4 = %73,77 olduğu bulunur.

Tablo 5.43 Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	36	60,0%
3	**İyi bir öneri**	21	35,0%
2	**Vasat bir öneri**	2	3,3%
1	**Kötü bir öneri**	1	1,7%
TOPLAM		**60**	**100,0%**

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.43'e göre hesaplarsak; (4*0,600+3*0,350+2*0,033+1*0,017) / 4 = %88,33 olduğu bulunur.

Tablo 5.44 Tek düzen hesap planı içerisinde kullanılacak, Meslek Odalarının belirleyip, yayınladığı inşaat sektörüne yönelik (MMK)maliyet merkez kodlama listesi olmalı

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	17	29,3%
3	**İyi bir öneri**	23	39,7%
2	**Vasat bir öneri**	17	29,3%
1	**Kötü bir öneri**	1	1,7%
TOPLAM		**58**	**100,0%**

Tek düzen hesap planı içerisinde kullanılacak, Meslek Odalarının belirleyip, yayınladığı inşaat sektörüne yönelik (MMK)maliyet merkez kodlama listesi olmalı önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.44'e göre hesaplarsak; (4*0,293+3*0,397+2*0,293+1*0,0157) / 4 = %74,14 olduğu bulunur.

Tablo 5.45 Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi)

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	27	44,3%
3	**İyi bir öneri**	25	41,0%
2	**Vasat bir öneri**	9	14,8%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi) önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.45'e göre hesaplarsak; (4*0,443+3*0,410+2*0,148+1*0,00) / 4 = %82,38 olduğu bulunur.

Tablo 5.46 Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	12	20%
3	**İyi bir öneri**	36	60%
2	**Vasat bir öneri**	12	20%
1	**Kötü bir öneri**	0	0%
TOPLAM		**60**	**100,0%**

Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.46'ya göre hesaplarsak; (4*0,20+3*0,60+2*0,20+1*0,0) / 4 = %75,00 olduğu bulunur.

Tablo 5.47 Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	26	42,6%
3	**İyi bir öneri**	28	45,9%
2	**Vasat bir öneri**	7	11,5%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.47'ye göre hesaplarsak; (4*0,426+3*0,459+2*0,115+1*0,00) / 4 = %82,79 olduğu bulunur.

Tablo 5.48 Maliyet kontrol data birikim sisteminin etkinliğinin (kolay data alınabilirliğinin) sağlanması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	21	34,4%
3	**İyi bir öneri**	32	52,5%
2	**Vasat bir öneri**	8	13,1%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Maliyet kontrol data birikim sisteminin etkinliğinin (kolay data alınabilirliğinin) sağlanması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.48'e göre hesaplarsak; (4*0,344+3*0,525+2*0,131+1*0,00) / 4 = %80,33 olduğu bulunur.

Tablo 5.49 Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	33	54,1%
3	**İyi bir öneri**	18	29,5%
2	**Vasat bir öneri**	9	14,8%
1	**Kötü bir öneri**	1	1,6%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.49'e göre hesaplarsak; (4*0,541+3*0,295+2*0,148+1*0,016) / 4 = %84,02 olduğu bulunur.

Tablo 5.50 Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	32	52,5%
3	**İyi bir öneri**	25	41,0%
2	**Vasat bir öneri**	4	6,6%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.50'ye göre hesaplarsak; (4*0,525+3*0,410+2*0,066+1*0,00) / 4 = %86,48 olduğu bulunur.

Tablo 5.51 Şirketlerin spesifik projelerin imalatı üzerinde çalışması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	2	3,3%
3	**İyi bir öneri**	22	36,1%
2	**Vasat bir öneri**	26	42,6%
1	**Kötü bir öneri**	11	18,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Şirketlerin spesifik projelerin imalatı üzerinde çalışması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.51'e göre hesaplarsak; (4*0,033+3*0,361+2*0,426+1*0,18) / 4 = %56,15 olduğu bulunur.

Tablo 5.52 İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	18	29,5%
3	**İyi bir öneri**	30	49,2%
2	**Vasat bir öneri**	11	18,0%
1	**Kötü bir öneri**	2	3,3%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.39'e göre hesaplarsak; (4*0,295+3*0,492+2*0,180+1*0,033) / 4 = %76,23 olduğu bulunur.

Tablo 5.53 Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	27	44,3%
3	**İyi bir öneri**	30	49,2%
2	**Vasat bir öneri**	4	6,6%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.53'e göre hesaplarsak; (4*0,443+3*0,492+2*0,066+1*0,00) / 4 = %84,43 olduğu bulunur.

Tablo 5.54 Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	24	39,3%
3	**İyi bir öneri**	28	45,9%
2	**Vasat bir öneri**	9	14,8%
1	**Kötü bir öneri**	0	0,0%
TOPLAM		**61**	**100,0%**

Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.54'e göre hesaplarsak; (4*0,393+3*0,459+2*0,148+1*0,00) / 4 = %81,15 olduğu bulunur.

Tablo 5.55 Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı

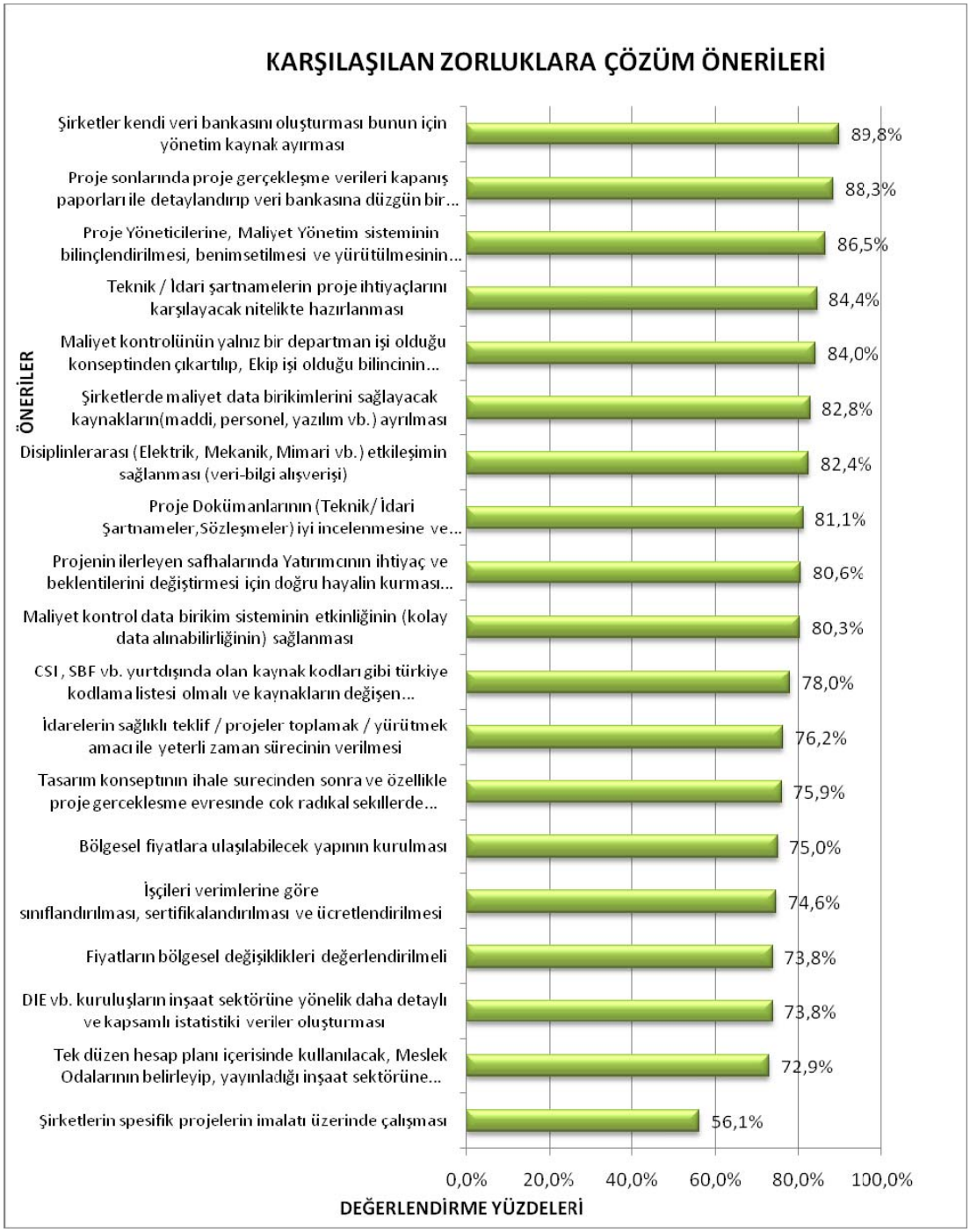
		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	13	48,1%
3	**İyi bir öneri**	8	29,6%
2	**Vasat bir öneri**	5	18,5%
1	**Kötü bir öneri**	1	3,7%
TOPLAM		**27**	**100,0%**

Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.55'e göre hesaplarsak; (4*0,481+3*0,296+2*0,185+1*0,037) / 4 = %80,56 olduğu bulunur.

Tablo 5.56 Tasarım konseptinin ihale sürecinden sonra ve özellikle proje gerçekleşme evresinde çok radikal şekillerde değişmemesi

		Frekans	Yüzde
4	**En iyi önerilerden biri**	10	37,0%
3	**İyi bir öneri**	11	40,7%
2	**Vasat bir öneri**	3	11,1%
1	**Kötü bir öneri**	3	11,1%
TOPLAM		**27**	**100,0%**

Tasarım konseptinin ihale sürecinden sonra ve özellikle proje gerçekleşme evresinde çok radikal şekillerde değişmemesi önerisine verilen cevapların ağırlıklı ortalamasını Tablo 5.56'ya göre hesaplarsak; (4*0,370+3*0,407+2*0,111+1*0,111) / 4 = %75,93 olduğu bulunur.



Şekil 5.24. Karşılaşılan Zorluklara Çözüm Önerileri

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetimin kaynak ayırması %89,8 oranı ve proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırılıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmesi %88,3 oran ile iyi bulunan çözüm önerileri içerisinde yer almaktadır.

Proje Yöneticilerinin ve proje ekibinin maliyet yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi ile maliyet odaklı imalatı yürütmesini sağlamak %86,5 oranı ile bir diğer iyi bulunan öneridir. Teknik/İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayabilecek nitelikte hazırlanması %84,4 oran ile bir diğer iyi bulunan öneriler arasındadır. Bu öneri karşılaşılan zorluklar arasındaki belirsizliklerin çözülmesine önemli ölçüde yardımcı olacaktır.

5.7 Çapraz Değerlendirmeler

5.7.1 Yurtiçi ve Yurtdışı İş Yapan Firmalara Göre Değerlendirme

5.7.1.1 Yalnızca Yurtiçi İş Yapan Firmalara Göre Değerlendirme

Yurtiçinde iş yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %14'dür.

Ön maliyet tahmin amacı işveren'e yatırım bütçesini bildirmek ön plana çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise benzer projelerin verilerinin kullanılması yöntemi ve birim fiyat analizine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Yurtiçinde çalışan firmaların kendi birim fiyat analizlerini ve muhasebe verilerini kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaman yetersizliği, dalgalı enflasyon, proje dokümanlarındaki yetersizlikler, şirketlerin veri bankaları olmaması, bayındırlık bakanlığı vb. birim fiyat analizlerinin gerçeği yansıtmaması, imalat belirsizliklerinin bulunması, projenin ilerleyen safhalarında idarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmesi, Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması yalnızca yurtiçinde iş yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.1.2 Yanlızca Yurtdışı İş Yapan Firmalara Göre Değerlendirme

Yurtdışında iş yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %10'dur.

Ön maliyet tahmin amacı ihaleye teklif vermek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise benzer projelerin verilerine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Yurtdışında çalışan firmalardaki kişilerin şahsi tecrübe ve analizleri ve şirketin kendi analiz verilerini kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Proje dokümanlarındaki yetersizlikler, şirketlerin veri bankaları güncellenmemeleri, gerçekleşen maliyetlerin geribildirim eksikliği, muhasebe kayıtlarımım MMK'lara ayrılmaması, işçiliklerin verimlerine göre sertifikalı olmaması sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması, şirketlerin kendi veri bankalarını oluşturmak ve güncellemeleri yapmak için zaman ayırmaları, Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi), yalnızca yurtdışında iş yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.2 Firma Personel Sayısının Büyüklüğüne Göre Değerlendirme

5.7.2.1 Personel sayısı 500'den Az Olan Firmalardaki Değerlendirme

Personel sayısı 500'den Az Olan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %13'dur.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesini vermektir.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise benzer projelerin verilerine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Personel sayısı 500'den Az olan firmalardaki kişilerin şirketin kendi analiz verilerini, şirketin muhasebe MMK'lara ayrılmış verileri, eski fatura ve hakedişleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Ön maliyet tahmin yapılacak zamanın yetersiz olması, Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması, Şirketler kendi veri bankasını oluşturması

bunun için yönetim kaynak ayırması, İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması, Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan), dalgalı enflasyon, Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli, Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması, Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması personel sayısı 500'den az olan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.2.2 Personel Sayısı 500'den Fazla Olan Firmalardaki Değerlendirme

Personel sayısı 500'den fazla olan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %17'dir.

Ön maliyet tahmin amacı ihaleye teklif vermek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise birim fiyat analizine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Personel sayısı 500'den fazla olan firmalardaki kişilerin şirketin kendi analiz verilerini kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması, Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri, Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler, ön maliyet tahmin çalışmasının zamanının yetersizliği, Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan), Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması, Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması, Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması, personel sayısı 500'den fazla olan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.3 Proje Tiplerine Göre Değerlendirme

5.7.3.1 Konut Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme

Konut Projesi Yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %9'dir.

Ön maliyet tahmin amacı Taşeron / Tedarikçi seçimlerinin sınırını çizmek ve Proje Müdürüne içinde kalacağı bütçeyi vermek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise ortalama birim maliyete(m^2 maliyeti) ve birim fiyat analizine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Konut projesi yapan firmalardaki kişilerin şirketin kendi analiz verilerini kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaiyat, kalitesiz imalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi, maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği, zaman yetersizliği, muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması, projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan) sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli, İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi, Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması, konut projesi yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.3.2 Otel/Hastane Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme

Otel/Hastane Projesi Yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %11'dir.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesini bildirmek ve Proje Müdürüne içinde kalacağı bütçeyi vermek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise benzer projelerin verilerinin kullanılmasına dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Otel/Hastane projesi yapan firmalarda şirketin faturaları ve hakedişleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Projenin ilerleyen safhalarında idarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, Zaman Yetersizliği, şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı, Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması, proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli, otel/hastane projesi yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.3.3 Endüstriyel Tesis Projesi Yapan Firmalardaki Değerlendirme

Endüstriyel Tesis Projesi Yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %17'dir.

Ön maliyet tahmin amacı İhaleye Teklif vermek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ön maliyet tahmin yöntemlerinden ise Birim Fiyat Analizlerine dayalı maliyet tahmini yaptıkları gözlenmektedir.

Endüstriyel Tesis projesi yapan firmalarda şirketin kendi Birim Fiyat analiz veri tabanını kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması, Zaman Yetersizliği, Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli, Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, endüstriyel tesis projesi yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.4 İşin m2 Büyüklüğüne göre Değerlendirme

5.7.4.1 m2'si 25.000'den Az Olan Projelerde Değerlendirme

Yöntem olarak Birim Fiyat analizleri kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmek olarak ortaya çıkmaktadır.

Şahsi analiz ve tecrübeleri ve benzer proje muhasebe verileri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaman Yetersizliği, projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, projeye ait yetersiz bilgi bulunması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Disiplinlerarası etkileşimin sağlanması, Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmesi, Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.4.2 m2'si 25.000'den Fazla Olan Projelerde Değerlendirme

Yöntem olarak benzer projenin verileri kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %15'tir.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmek olarak ortaya çıkmaktadır.

Şahsi analiz ve tecrübeleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması, zaman yetersizliği ve proje belirsizliği, konsept değişiklikleri sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması ve maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.5 Projenin Bütçesine Göre Değerlendirme

5.7.5.1 Bütçesi 10.000.000 USD'den Az Projelerdeki Değerlendirme

Ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %11.7'dir.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmektir.

Şirketin kendi Birim Fiyat analiz veri tabanı kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, zaman yetersizliği ve bölgesel fiyat değişiklikleri sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması, Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi), Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli ve proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmesi firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.5.2 Bütçesi 10.000.000 USD'den Fazla Projelerdeki Değerlendirme

Ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %15'tir.

Ön maliyet tahmin amacı proje yönetimini gerçekleştirmektir.

Şahsi analiz ve tecrübeleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri, Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması, zaman yetersizliği ve projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, proje yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması, Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması, Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.6 Ön Maliyet Tahmini Sapma Oranlarına Göre Değerlendirme

5.7.6.1 Sapma Oranı %5'den Az Olan Firmalara Göre Değerlendirme

Birim fiyat analizleri ve benzer proje verileri yöntemi kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı işverene bütçe vermektir.

Şahsi analiz ve tecrübeleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaman Yetersizliği, Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan) ve Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması, Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması ve Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.6.2 Sapma Oranı %5-%10 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme

Benzer proje verileri yöntemi kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı işverene bütçe vermektir.

Şirketin Faturaları ve hak edişleri ve şirketin kendi birim fiyat analiz veri tabanı kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı, Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi ve İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli ve bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.6.3 Sapma Oranı %10-%15 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme

Benzer proje verileri yöntemi kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı işverene bütçe vermektir. Şahsi analiz ve tecrübeler kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan) ve zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi

sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması, İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi ve Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmesi firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.6.4 Sapma Oranı %15-%20 Arasında Olan Firmalara Göre Değerlendirme

Benzer proje verileri yöntemi kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı ihaleye teklif vermektir. Şirketin kendi birim fiyat analizleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması, zaman yetersizliği ve projenin ilerleyen safhalarında idarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması ve İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.6.5 Sapma Oranı %20'den Fazla Olan Firmalara Göre Değerlendirme

Birim fiyat analizleri yöntemi kullanılmıştır. Ön maliyet tahmin amacı Proje müdürüne içinde kalacağı bütçeyi vermektir. Şirketin kendi birim fiyat analizleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri, projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması ve zaman yetersizliği sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje Yöneticilerine, maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması, Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması ve Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.7 Ön Maliyet Tahmininde Kullandığı Yöntemlere Göre Değerlendirme

5.7.7.1 Ortalama Birim Maliyete Dayalı Tahmin Yapan Firmalara Göre Değerlendirme

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %15'dir.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların şirketin kendi birim fiyat analiz veri tabanını kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaman Yetersizliği, projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, projeye ait yetersiz bilgi bulunması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli, Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, endüstriyel tesis projesi yapan firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.7.2 Benzer Projelerin Verilerini Kullanılmasına Dayalı Tahmin Yapan firmalara Göre Değerlendirme

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %14.6'dır.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların şahsi analiz ve tecrübelerini kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Zaman Yetersizliği, projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi, projeye ait yetersiz bilgi bulunması, sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Proje

Yöneticilerine, maliyet yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması ve proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

5.7.7.3 Birim Fiyat analizine Dayalı Tahmin Yapan Firmalara Göre Değerlendirme

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların ön maliyet tahmin sapma oranı ortalaması %15'dir.

Ön maliyet tahmin amacı işverene yatırım bütçesi bildirmek olarak ortaya çıkmaktadır.

Ortalama birim maliyete dayalı tahmin yapan firmaların Bayındırlık Bakanlığı vb. Birim Fiyat analizleri kaynak olarak kullandıkları gözlenmektedir.

Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması, zaman yetersizliği ve proje belirsizliği, konsept değişiklikleri sık karşılaştıkları zorluklar içerisindedir.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması, Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması ve proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli firmaların öncelikli çözüm önerileridir.

6 SONUÇ

Bu araştırmada Türkiye'de inşaat sektöründeki projelerin Ön maliyet tahmin yöntemleri, tahmin sapma oranları, tahmin yaparken karşılaşılan sorunlar incelenmiş, tahmin yaparken karşılaşılan sorunların ortaya konması ve çözüm önerilerini uzmanların vereceği yanıtlar konusunda saptaması sağlanmıştır.

Maliyet tahmininin hangi amaçla yapıldığı farklı kişiler için farklı anlamlar taşıdığı için önemli olduğu, malsahibi, yüklenici ve tasarımcı için ayrı ayrı ele alınarak hesaplanması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Fizibilite sürecinde yaptığımız maliyet tahmininin sonucu doğru, düşük yada yüksek olabilir. Düşük hesaplama proje süre tahminlerinde gecikme ve organizasyonun ikinci defa oluşturulması sonuçlarını doğurabilirken, yüksek tahmin de projenin düşük finansmanla gerçekleşebilecekken alınan fazla bütçe çoğunlukla tamamen harcanacaktır. Doğru hesaplanan projeler en ekonomik olarak gerçekleşen projeler olurken, düşük yada yüksek tahminler daha fazla harcamaya sebep olurlar.

İnşaat sektörünün doğası gereği belirsizlikler mevcuttur, bu yüzden tahminlerde kimi zaman oldukça büyük miktarda sapmalar meydana gelir. Öngörülemeyen kalemler ve sonradan oluşabilecek kalemler için risk ve belirsizliği göz önünde bulunduran bir tahmin yapılması daha gerçekçi sonuca yaklaşmak için önemli rol oynamaktadır.

Maliyet tahmini yapmakta kullanılan yöntemler, istatistik-olasılık analizleri, benzer projeler ile karşılaştırma ve yapay zeka teknikleri olarak üç teknik altında toplayarak kategorize edilmiştir ve Türkiye'de çoğunlukla benzer projeler ile karşılaştırma yönteminin kullanıldığı tespit edildi.

Genel olarak karşılaşılan zorluklar, standartlaşamama kaynaklı nedenler, bilinç, eğitim ve insan kaynaklı nedenler, iç sistem eksikliği kaynaklı nedenler, dış sistem eksikliği kaynaklı nedenler, elde edilemeyen veri ve belirsizlikler kaynaklı nedenler, ekonomi kaynaklı nedenler, revizyon kaynaklı nedenler olarak kategorize edilmiştir. Standartlaşamama kategorisinde %78,78 oranda karşılaşma sıklığı ile projelerin kendine özgü olması ve seri üretim tipinde olmaması öne çıkan neden oluyor. Bilinç, eğitim ve insan kaynaklı nedenler %80,30 karşılaşma sıklığı ile ön maliyet tahmini yapmaya ayrılan sürenin yetersizliği olarak ortaya çıkmaktadır. İç sistem eksikliği

kaynaklı nedenlerden ise %71,21 karşılaşma sıklığı ile geçmiş verilerin muhasebe tarafından maliyet merkez kodlarına ayrıştırılmamış olması sektörde belirlenen zorluklar arasında bulunuyor. Dış sistem eksikliği kaynaklı nedenlerden %73,81 oranında karşılaşma sıklığı ile Bayındırlık Bakanlığı, İller bankası, MSB vb. birim fiyat analizlerinin gerçeği yansıtmaması sektörün tespit edilen zorlukları olarak gözükmektedir. Elde edilemeyen veri ve belirsizlikler kaynaklı nedenlerden %77,57 oranında karşılaşma sıklığı ile projeye ait yetersiz bilgi, proje dokümanlarındaki yetersizlikler olduğu tespit edilmiştir. Ekonomi kaynaklı nedenlerden %71,97 oranında karşılaşma sıklığı ile Türkiye'nin siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyon tahmin yapmayı zorlaştıran güçlükler arasında yer almaktadır. Revizyon kaynaklı nedenlerden ise %76,49 oranında karşılaşma sıklığı ile proje belirsizliği ile konsept değişiklikleri ve projenin ilerleyen safhalarında idarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi sektörün karşılaştığı zorluklar içerisinde ortaya çıkmaktadır.

Şirketler kendi veri bankasını oluşturması için kaynak ayırılması %89,8 oranı ve proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış raporları ile detaylandırılıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmesi %88,3 oran ile iyi bulunan çözüm önerileri içerisinde yer almaktadır. İnşaat sektöründeki proje başlangıcında yeni personel alımları, iş bittiğinde ise işten çıkarılmalar düşünülünce, insan sirkülasyonu çok olan bir sektörde, insanların edindikleri tecrübeyi kendileri ile birlikte götürmeleri halinde şirket tecrübe kazanamamış olur. Oysaki şirketin veri bankalarında bitirilmiş projeler depolandığında bu bilgi şirket bilgisi haline gelebilir. Gelecek nesillere yani gelecekteki projelere bu bilgiler ile ışık tutulabilir.

Proje Yöneticilerinin ve proje ekibinin maliyet yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi ile maliyet odaklı imalatı yürütmesini sağlamak bir diğer iyi bulunan öneridir. Bu maliyet tahmin sürecindeki bir iyileştirme değil, gerçekleşen maliyeti sıkmaya yönelik bir öneridir. Maliyet tahmininden bahsederken yer verdiğimiz freigman eğrisini hatırlarsak gerçekleşen maliyetin altında tahmin yapmamak için tahminler yükseltildiğinde optimum maliyete iş yapılamamaktadır. Dolayısıyla sapma oranını azaltmak için yapılacak şey maliyet tahmini ile oynamak yerine içine sığmaya çalışmak ve bu bilinçle hareket etmek gereklidir.

Analizlerin çapraz sonuçlarına göre, yurtiçinde iş yapan firmaların kendilerine ait veri tabanı sistemlerine kaynak ayrılmasına ihtiyaç duydukları, yurtdışında iş yapan firmalarda ise sistemler kurulmuş güncellemesinin yapılması, merkezden şartiyelere veri aktarımının sağlanması gibi sistemin etkin çalışmadığı, yurtdışındaki yerel fiyatlara ulaşabilecekleri sistemlere ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Personel

sayıları 500'den az olan firmalarda kişye bağlı sistemlerin mevcut olduğu ve kurumsallaşılamadığı , 500'den fazla olan firmalarda ise kurumsallaşma gerçekleşmiş, kurumsallaşmanın getirdiği departmanlaşma nedeniyle maliyet kontrolünün bir departman işi olduğu görüşünden kurtulunması talebi ortaya çıkıyor.Konut projeleri maliyet tahminini %9 oranında sapma ile en yaklaşık tahminin yapıla bildiği sektör olduğu, bu tip projelerde m2 oranına göre tahmin yöntemlerinin de kullanıldığı, ön maliyet tahminini diğer tiplerden farklı olarak taşeron/tedarikçi seçimlerinin sınırlarını çizmek olarak tanımlıyor . Otel/Hastane projelerinde işletme talepleriyle projelerde yapılan revizyonların çokluğu göze çarpıyor. Tasarım ve konsept safhasında fonksiyonel planlamayı daha doğrulukla yapmak adına işletmeci-mimar 'ın birlikte çalışması gerekliliği ortaya çıkıyor. Endüstriyel Tesis projelerinde ise en fazla sapma oranına rastlıyoruz.

İnşaat sektörü ulusal ve uluslararası ekonomik ve sosyal pek çok etkenden çabuk etkilenen sektörlerden biridir. Bu nedenle geleceğe projeksiyon yapılırken çok yönlü düşünülerek maliyet tahmin süreci gerçekleştirilmelidir. Özellikle istenen kaliteyi, belirlenen sürede, maliyet tahmini ile belirlenen bütçe dahilinde gerçekleştirilmesi bakımından maliyet tahminin önemi daha ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle gerek ulusal gerekse uluslararası projeler olsun firmaların hem organizasyonel hem de teknolojik bakımdan maliyet tahmin sürecinde gereken ilgi ve önemi firma bazında göstermeleri kendi lehlerine sonuçlanarak maliyet tahmini otomasyonunun geliştirmelerine sebep olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] **Uğur, L.O.,** 2006. İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi, Türk Müteahhitler Birliği Semineri.

[2] **Seyyar, B.,** 2000. Bina Tasarım sürecinde bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[3] **Stewart, R.D.,** 1991. Cost Estimating, Wiley Publication, U.S.A.

[4] **O' Brien, J.,** 1994. Preconstruction Estimating: Budget Thtouh Bid, McGraw Hill Inc., U.S.A.

[5] **Ashworth, A.,** 1988. Cost Studies of Buildings, Longman Sciencetific & Technical, U.S.A.

[6] **Yaylagül, N.,** 1994. Bina Yapımında Simülasyon Yaklaşımıyla Maliyet Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[7] **Skitmore, M.,** 1990. The Accuracy of Construction Price Forecasts 1, Salford, England

[8] **Ferry, M. And Brandon, P.S.,** 1984. Cost Planning of Buildings,Billing and Sons Limited, Worcester, England

[9] **Orhon, İ.,** 1996. İnşaat Sektöründe Bilgisayara Dayalı Bina Maliyeti Bilgi Sistemi Geliştirmesi Araştırma Projesi Raporu, Bina Maliyeti Bilgi Sistemi Araştırma Ünitesi (BMBS), İ.T.Ü., İstanbul

[10] **Kelly, J.,** 1992. Some Thouhts on Cost Modelling, Harriot –Watt University

[11] **Seeley, L.H.,** 1983. Building Economics 3rd. Edition : Appraisal and control of building desingn cost and efficiency,Houndmills, Macmillan Education LTD.

[12] **2006 Bayındırlık Bakanlığı Birim Fiyatları** 2006. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara

[13] **Orhon, İ., Giritli, H., Taş, E., Yaman, H.,** 1992. Türk İnşaat Sektöründe Bina Yapımında Kullanılan Maliyet Verileri- Toplantı Notları, İ.T.Ü. BMBS Araştırma Grubu, İstanbul

[14] **Giritli, H.,** 1992. İnşaat Sektöründe Maliyet Verisi, BMBS Rapor No.1, İ.T.Ü. , İstanbul

[15] **Topçu, G.,** 1989. Yapı Üretim Sürecinde Maliyete İlişkin İşlemler : Tahmin, Planlama, Kontrol, İ.T.Ü., İstanbul

[16] **Lazar, B.,** 1978. A Specialized Cource in Costruction Cost Estimating, Proceeding of CIB W-65 Second Symposium on Organization and Management of Construction, Haifa, Vol III

[17] **Polat, D.A.,** 2004. Türkiye'de tasarım öncesi evrede bina maliyeti tahmini için veri tabanı oluşturulmasına yönelik bir model, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[18] **Sey, Y., Tapan M.,** 1987. Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi ve Değerlendirilmesi, TUBİTAK, YAE

[19] **Orhon, İ.,** 1988. İnşaat Projelerinde Kullanılan İş Usülleri Şartname Türleri, TÜSSİDE, İnşaat Sanayinde Yönetim Semineri, Gebze

[20] **Ferry, D., Brandon, P.,** 1986. Cost Planning of Buildings, Collins, London

[21] **Greven, E. D.W.,** 1978. The Use of a Building Cost-Element Model in the Early Design Stage, Proceeding of the CIB W-65 Sysmopium on Organization and Manegement and Construction, Haifa, Vol I

[22] **Gücüyener, M.,** 2005. Değişken Birim Fiyat Usulü ile Yapılan Bir Otoyol Projesinde Yüklenici Yıllık Maliyet Yönetim Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[23] **Çelik, L. Y.,** 2005. Türkiye'de İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmin Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[24] **Erdem, A. E**., 1996. Konut Projelerinde, Ön Tasarım Aşamasında, Fonksiyonel Elemanlara Dayalı Maliyet Tahmini İçin Bir Model Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[25] **Saner, C.**, 1993. 4-8 Katlı Konut Yapılarında Taşıyıcı Sistem Maliyetini Tahmine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[26] **Kartal, A.**, 1991. Proje Planlama ve Kontrol Tekniklerinin İnşaat Maliyet Muhasebesi İle Uyumlaştırılması, TC. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Kütahya.

[27] **Sorguç, V. D.**, 1993 Yapı İşletmesi Ders Notu, İ.T.Ü. Yapı İşletmesi Anabilimdalı, İstanbul.

[28] **Phaobunjong, K.,** 2002. Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Estimating of Building Construction Projects, Faculty of Graduate School of Texas at Austin, Amerika Birleşik Devletleri.

[29] **Arpacı, S.S.**, 1995. Konut Projelerinde Simülasyon Yaklaşımı ile Maliyet Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[30] **Ayaydın, E.**, 2000. Bir Yatırım Projesi İçin Uygulanan ve Önerilen Proje Yönetim Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[31] **Eski, O.**, 1993. Avan (Ön) Proje Evresinde Bina Maliyetinin İnşaat İmalatlarına Dayalı Olarak Hesaplanmasına Yönelik Bir Model, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[32] **Usta, S.H.**, 1994. Avan Proje Evresinde, Bina Maliyetinin Bina Elemanlarına Dayalı Olarak Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[33] **Roney S.F.,** 1992. Square Foot Type Estimating for Construction,

[34] **Madni, I.K.,** 1999. The Emperical Method of Budget Pricing for Prisons, Cost Engineering.

[35] **Merlin J.B.,** 1994. Parametric Estimation, Cost Engineering.

[36] **Mendel, T.G.,** 1989. Case History – Parametric Estimating System, AACE International Transactions, ABI / INFORM Global, B.1.1.

[37] **Bostancıoğlu, E**., 1999. Konut Binalarının Ön Tasarımının Evresinde Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Faktörlere Dayalı Bir Maliyet Tahmin Yöntemi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[38] **Çıracı, M.**, 1996. Konutlarda Maliyet Tahmini İçin Bir Model, Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Ankara

[39] **Ostwald, P, F.**, 2001. Construction Cost Analysis and Estimating, Printice Hall, New Jersey.

[40] **Back W.E., Bolesi, W.W., Fry, G.T.**, 2000. Defining Triangular Probability Distributions From Historical Cost Data, Journal of Construction Engineering and Management.

[41] **Paulson, B.**, 1984. Professional Construction Management, Mc-Graw Hill, USA.

[42] **Kuruoğlu, M.**, 2003, İnşaatçılar İçin Yeni İhale Düzeninde Pratik Teklif Fiyatı Belirleme Yöntemi, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul.

[43] **Smith, R.S.,** 1997. Factored Estimating Guidelines – Refinery / Petrochemical Projects, Cost Engineering, Nisan, 39,4, ABI / INFORM Global, 36-41.

[44] **Hadjisimeon, A., Popescu C.**, 2002. Construction Cost Estimating Software Survey 2001, Cost Engineering.

[45] **Kreps R.E., Slomba J.W**., 1990. Conceptual Estimating Systems and Their Benefits, AACE International Transactions, ABI / INFORM Global, 68.

[46] **Cox, B.J.**, **Horsley, F.W**., 1996. Square Foot Estimating Methods, RS Means Company, Inc., USA

[47] **Yurtoğlu, H.**, 2005. Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği, DPT Uzmanlık Tezleri, TC Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

[48] **Squeira, İ**., 1999. Neural Network Based Cost Estimating, Yüksek Lisans Tezi, The Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Concordia Üniversitesi, Montreal, Quebec, Kanada.

[49] **Toktaş, İ., Aktürk, N.**, 2004. Makina Tasarım İşleminde Kullanılan Yapay Zeka Teknikleri ve Uygulama Alanları, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi.

[50] http://www.yapay-zeka.org/modules/icontent/index.php?page=33

[51] **Kaya, İ., Engin O**., Kalite İyileştirme Sürecinde Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanımı.

[52] **Roy, R.,** 2003. Cost Engineering: Why, What and How?

[53] **Johnson, R.**, 1990. The Economics of Building: A practical guide for the design professional, John Wiley&Sons, Inc, New York

[54] **T.C.Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü**, 2004. Dönemlere Göre Bina İnşaatı Maliyet İndeksi, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

[55] **Bostancıoğlu, E.**, 1992. İnşaat maliyet indeksleri ve bilgisayar destekli betonarme konut inşaatı maliyeti indeksi oluşturması için bir yaklaşım önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Ankara'da doğdu. 2000'de, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 2000-2001 yılları arasında ODTÜ Yabancı Diller bölümünde bir yıl İngilizce eğitimi aldı. 2004 yılında girdiği İTÜ Yapı İşletmesi Yüksek Lisans Programına ve 2005 yılında girdiği Anadolu Üniversitesi AÖF 2. Üniversite İşletme bölümüne devam etmektedir.

2001-2002 yılları arasında Çolakoğlu İnşaat Ankara Ofisinde, Teknik Ofis Mühendisi olarak BOTAŞ Konya-Karaman Doğalgaz Boru Hattı Projesi ve BTC Petrol Boru hattı projesinde çalıştı. 2002-2003 yılları arasında GATA Eğitim Hastanesi Poliklinik İnşaatı şantiyesinde görev aldı. 2003-2004 yılları arasında AKS Teknik İnşaat Şirketi'nde Teknik Ofis Mühendisi ve Kalite Yönetim Temsilcisi olarak çalıştı. 2004 yılında girdiği Acıbadem Proje Yönetimi şirketinde iş programı yapılması, iş ilerlemelerinin ve taşeron performanslarının takip edilmesi, kaynak yönetimi, nakit akışı, hakediş, bütçeleme ve maliyet yönetimi konularında çalışmaktadır.

EK A

1. Bina inşaatı maliyet indeksi, Türkiye

Building construction cost index, Turkey

[1991 = 100.0]

Kod	İşçilik, makine ve malzemeler / Lobour, machinery and materials	Yıl / Year	Kullanma amacı - Use of building: Toplam - Total					Apartman - Apartment house					Ev - House					Diğer - Other			
			Dönem - Quarter				Ortalama Average	Dönem - Quarter				Ortalama Average	Dönem - Quarter				Ortalama Average	Dönem - Quarter			
Code			I	II	III	IV		I	II	III	IV		I	II	III	IV		I	II	III	IV
5	Genel toplam / General total	1991	82	93	107	118	100	82	93	107	118	100	82	93	107	118	100	82	94	107	118
		1992	140	156	182	201	170	140	156	182	201	170	141	157	183	203	171	139	155	182	201
		1993	231	272	307	341	288	231	272	307	341	288	233	275	309	342	290	230	272	305	339
		1994	451	582	629	730	598	452	586	633	734	601	447	569	612	710	584	450	580	626	729
		1995	843	956	1.058	1.173	1.007	846	957	1.058	1.171	1.008	827	947	1.059	1.181	1.004	842	954	1.055	1.170
		1996	1.415	1.627	1.907	2.175	1.781	1.411	1.624	1.906	2.179	1.780	1.430	1.637	1.911	2.160	1.785	1.411	1.625	1.900	2.171
		1997	2.659	3.040	3.680	4.161	3.385	2.663	3.044	3.689	4.169	3.391	2.649	3.025	3.654	4.134	3.366	2.652	3.027	3.647	4.120
		1998	4.906	5.590	6.241	6.817	5.889	4.913	5.596	6.250	6.824	5.896	4.902	5.589	6.241	6.842	5.894	4.841	5.523	6.158	6.714
		1999	7.734	8.652	9.749	10.610	9.186	7.745	8.669	9.779	10.650	9.211	7.759	8.657	9.711	10.544	9.168	7.605	8.498	9.566	10.398
		2000	11.837	12.694	13.647	14.328	13.126	11.876	12.739	13.690	14.372	13.169	11.782	12.612	13.570	14.249	13.053	11.599	12.439	13.382	14.050
		2001	16.864	19.651	22.112	23.546	20.543	16.931	19.750	22.236	23.689	20.651	16.659	19.274	21.605	23.000	20.134	16.567	19.342	21.793	23.167
		2002	25.112	27.218	28.897	30.428	27.914	25.272	27.403	29.098	30.621	28.098	24.567	26.421	28.048	29.598	27.158	24.622	26.795	28.392	29.938
		2003	32.811	33.362	34.198	35.049	33.855	33.059	33.575	34.412	35.268	34.078	31.751	32.455	33.378	34.160	32.936	32.252	32.827	33.583	34.466
		2004	36.775	38.279	39.695	40.440	38.797	37.012	38.506	39.930	40.664	39.028	35.733	37.258	38.609	39.407	37.752	36.277	37.776	39.191	39.907
51	İşçilikler toplamı / Labour total	1991	84	92	107	118	100	83	92	107	118	100	84	92	107	117	100	84	92	107	118
		1992	152	168	199	216	184	152	168	199	217	184	152	168	198	216	183	152	168	198	215
		1993	264	311	353	388	329	264	311	353	389	329	263	311	353	388	329	263	310	352	387
		1994	483	561	611	704	590	484	562	612	705	591	482	559	610	702	588	481	558	609	700
		1995	833	926	1.066	1.198	1.006	834	927	1.067	1.199	1.007	831	924	1.064	1.198	1.004	829	922	1.062	1.196
		1996	1.474	1.691	2.065	2.355	1.896	1.474	1.692	2.067	2.358	1.898	1.474	1.693	2.065	2.354	1.897	1.469	1.686	2.055	2.345
		1997	2.965	3.368	4.165	4.505	3.751	2.968	3.373	4.171	4.511	3.756	2.963	3.365	4.159	4.498	3.746	2.953	3.351	4.146	4.481
		1998	5.615	6.343	7.351	8.297	6.902	5.622	6.349	7.358	8.306	6.909	5.605	6.332	7.335	8.287	6.890	5.594	6.322	7.331	8.266
		1999	9.852	11.089	12.566	13.301	11.702	9.869	11.108	12.580	13.318	11.719	9.826	11.062	12.548	13.271	11.677	9.792	11.031	12.504	13.250
		2000	15.088	15.979	17.327	18.015	16.602	15.102	15.991	17.340	18.025	16.614	15.066	15.965	17.309	18.007	16.587	15.040	15.934	17.280	17.980
		2001	20.678	22.697	25.023	25.995	23.598	20.694	22.700	25.028	26.003	23.606	20.660	22.721	25.050	26.015	23.611	20.623	22.664	24.981	25.939
		2002	27.601	28.525	30.222	32.240	29.647	27.606	28.537	30.234	32.248	29.656	27.636	28.548	30.242	32.257	29.671	27.546	28.450	30.148	32.193
		2003	34.532	35.460	36.886	37.603	36.120	34.564	35.479	36.909	37.631	36.146	34.489	35.439	36.858	37.552	36.084	34.425	35.400	36.810	37.528
		2004	39.035	41.423	43.169	44.052	41.920	39.071	41.463	43.196	44.069	41.950	38.968	41.358	43.141	44.045	41.878	38.928	41.293	43.071	43.990
52	Makineler toplamı / Machinery total	1991	80	92	109	119	100	80	92	109	119	100	80	92	109	120	100	80	92	109	119
		1992	142	155	182	208	172	142	155	183	207	172	143	154	180	210	172	142	155	183	209
		1993	243	282	326	373	306	242	281	323	366	303	244	292	341	403	320	243	283	328	373
		1994	489	655	750	908	701	484	645	731	886	686	515	708	849	1.019	772	489	653	749	908
		1995	1.098	1.219	1.342	1.532	1.298	1.073	1.190	1.305	1.482	1.263	1.223	1.368	1.531	1.791	1.478	1.094	1.213	1.334	1.521
		1996	1.934	2.323	2.736	3.164	2.539	1.868	2.254	2.670	3.104	2.474	2.276	2.686	3.085	3.485	2.883	1.911	2.297	2.709	3.133
		1997	3.966	4.745	5.966	7.306	5.496	3.899	4.643	5.783	7.070	5.349	4.318	5.261	6.884	8.468	6.233	3.941	4.727	5.945	7.304
		1998	8.728	9.725	10.651	11.399	10.126	8.412	9.443	10.324	11.033	9.803	10.291	11.140	12.305	13.252	11.747	8.719	9.696	10.604	11.338
		1999	12.979	14.708	16.246	18.603	15.634	12.528	14.173	15.567	17.868	15.034	15.251	17.417	19.631	22.315	18.654	12.910	14.630	16.188	18.482
		2000	20.136	21.907	23.137	24.773	22.488	19.296	20.920	22.110	23.756	21.520	24.402	26.908	28.322	29.873	27.376	19.981	21.737	22.977	24.656
		2001	29.073	33.094	36.383	38.150	34.175	27.842	31.742	34.848	36.456	32.722	35.314	39.903	44.063	46.636	41.479	28.851	32.904	36.224	37.965
		2002	41.849	45.560	47.307	48.893	45.902	39.880	43.297	44.889	46.391	43.614	51.699	56.910	59.441	61.466	57.379	41.648	45.301	47.015	48.576
		2003	51.506	53.416	54.724	55.838	53.871	48.715	50.470	51.949	53.033	51.042	65.600	68.326	68.902	70.196	68.256	51.065	52.912	54.106	55.197
		2004	58.412	59.835	60.363	62.473	60.271	55.774	57.262	57.801	59.792	57.657	71.943	73.023	73.540	76.338	73.711	57.773	59.235	59.708	61.700
53	Malzemeler toplamı / Materials total	1991	81	94	107	118	100	81	94	107	118	100	81	94	107	118	100	81	94	107	118
		1992	134	150	175	195	164	134	150	175	194	163	135	152	176	197	165	134	150	175	194
		1993	216	255	286	319	269	215	254	286	319	269	218	257	287	319	270	216	256	285	318
		1994	436	591	635	739	600	437	595	640	744	604	429	573	612	712	581	437	588	632	741
		1995	843	964	1.049	1.155	1.003	846	966	1.048	1.152	1.003	823	956	1.053	1.168	1.000	845	965	1.050	1.157
		1996	1.379	1.586	1.821	2.077	1.716	1.372	1.580	1.817	2.079	1.712	1.403	1.603	1.826	2.055	1.722	1.384	1.595	1.829	2.091
		1997	2.497	2.861	3.419	3.950	3.182	2.498	2.862	3.426	3.952	3.185	2.481	2.840	3.380	3.923	3.156	2.515	2.879	3.420	3.947
		1998	4.518	5.175	5.660	6.065	5.355	4.518	5.173	5.662	6.064	5.354	4.514	5.179	5.653	6.076	5.356	4.496	5.156	5.629	6.022
		1999	6.681	7.439	8.356	9.249	7.931	6.684	7.451	8.391	9.291	7.954	6.675	7.395	8.225	9.101	7.849	6.638	7.379	8.271	9.130
		2000	10.215	11.041	11.811	12.471	11.385	10.261	11.096	11.863	12.522	11.435	10.055	10.839	11.601	12.265	11.190	10.078	10.888	11.658	12.306
		2001	14.919	18.034	20.542	22.179	18.919	14.999	18.160	20.704	22.369	19.058	14.532	17.409	19.729	21.330	18.250	14.760	17.840	20.343	21.891
		2002	23.690	26.305	27.975	29.284	26.814	23.903	26.548	28.244	29.547	27.060	22.845	25.146	26.734	28.049	25.693	23.268	25.973	27.526	28.859
		2003	31.704	32.061	32.620	33.527	32.478	32.042	32.351	32.906	33.817	32.779	30.149	30.716	31.393	32.216	31.118	31.207	31.604	32.078	33.029
		2004	35.373	36.476	37.758	38.416	37.006	35.677	36.766	38.070	38.715	37.307	33.865	34.962	36.103	36.834	35.441	35.011	36.141	37.407	38.028

EK B

MALİYET TAHMİNİ YAPMAKTA KARŞILAŞILAN ZORLUKLARA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ ANKETİ

BÖLÜM 1 : FİRMA HAKKINDA BİLGİLER

1.1. Firmanın Adı : _____

1.2. Kuruluş Tarihi : _____

1.3. Adres : _____

1.4. Telefon : _____

1.5. İnternet Sitesi : _____

1.6. Firmada çalışan toplam personel sayısı : _____

1.7. Firmada çalışan Teknik personel sayısı : _____

1.8. Firmanın verdiği hizmetler (Lütfen işaretleyiniz, birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

☐ Girişim / Yatırım ☐ Tasarım ☐ Yapım / Taahhüt

☐ Danışmanlık ☐ Yapı Denetim ☐ Proje Yönetimi / Müşavirlik

1.9. Firmanın Faaliyet alanları : _____

1.10. Firmanın Ortalama Yıllık Cirosu (USD) : _____

1.11. Firmanın Faaliyet gösterdiği yerler (Lütfen işaretleyiniz, birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

☐ Yurtiçi : _____

☐ Yurtdışı : _____

BÖLÜM 2 : GÖRÜŞÜLEN KİŞİ HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Firmadaki Göreviniz : _____

2.2. Adı Soyadı : _____

2.3. Doğum Tarihi : _____

2.4. Kaç yıldır inşaat sektöründe çalışmaktasınız? (Lisans öğrencilik döneminde çalışılan süre hariç)

☐ 2 Yıldan Az ☐ 2-5 Yıl ☐ 6-10 Yıl

☐ 11-19 Yıl ☐ 20 Yıldan Fazla

2.5. Eğitim Durumu / Mesleği : _____

2.6. Şimdiye Kadar çalışmış olduğunuz konular nelerdir?

☐ Maliyet Tahmin ☐ İhale- Teklif ☐ Maliyet Kontrol

☐ Hakediş ☐ Bütçeleme ☐ Tasarım / Projelendirme

☐ Saha Uygulama ☐ Keşif / Metraj ☐ Diğer (.....)

2.7. Yabancı ortaklı bir şirket veya projede çalıştınız mı?

☐ Evet ☐ Hayır

2.8. Tarih ve İmza : _____

BÖLÜM 3 : PROJELER KÜNYESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Projelerdeki işverenleriniz kimdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Devlet Kurumu (Bayındırlık Bakanlığı, Belediye, DSİ, MSB……vb.)
- ☐ Özel Yatırımcı
- ☐ Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı
- ☐ Arsa Sahibi
- ☐ Firmanın Kendisi Girişimci
- ☐ Uluslar arası Fon ve Kuruluşlar, Yardım Örgütleri

3.2. Sözleşme tipiniz nedir? (Birden fazla kullanıyorsanız sıklığa göre sıralayınız 1,2,3… gibi)

- ☐ Maliyet + Sabit Kar
- ☐ Anahtar Teslimi (Götürü Bedelli)
- ☐ Birim Fiyat Usulü
- ☐ Maliyet + Tasarruf Oranına Göre Değiişken Kar
- ☐ Maliyet + Sabit Kar + Tasarruf Bölüşümü
- ☐ Maliyet + Yüzde Kar
- ☐ Maliyet + Azami Maliyet Tavanı

3.3. Proje tipiniz nedir? (Birden fazla tip proje yapıyorsanız 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ Baraj Projesi
- ☐ Yol Projesi
- ☐ Otel / Hastane Projesi
- ☐ Okul Projesi
- ☐ Havaalanı Projesi
- ☐ Köprü Projesi
- ☐ doğalga/ Petrol Boru Hatları
- ☐ Telekominikasyon /Enerji Nakil Hattı Projesi
- ☐ Konut Projesi
- ☐ Endüstriyel Tesis Projesi
- ☐ Liman Projesi
- ☐ Demiryolu Projesi
- ☐ Tünel,metro Projesi
- ☐ Altyapı projesi (İsale hattı,Su temini,Kanalizasyon)
- ☐ Santraller Projesi
- ☐ Diğer (.....)

3.4. Proje m2 ölçeğiniz nedir? (Birden fazla tip proje yapıyorsanız 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ 1.000 m² den az
- ☐ 10.000m²- 25.000m² arası
- ☐ 50.000 m² - 200.000 m² arası
- ☐ 1.000m² -10.000 m² arası
- ☐ 25.000 m² - 50.000 m² arası
- ☐ 200.000 m² den fazla

3.5. Projenin bütçesi nedir? (Birden fazla tip proje yapıyorsanız 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ 500.000 USD den az
- ☐ 5.000.000 USD - 10.000.000 USD arası
- ☐ 50.000.000 USD - 200.000.000 USD arası
- ☐ 500.000 USD - 5.000.000 USD arası
- ☐ 10.000.000 USD - 50.000.000 USD arası
- ☐ 200.000.000 USD den fazla

BÖLÜM 4 : MALİYET TAHMİNİ HAKKINDAKİ DEĞERLENDİRME

4.1. Ön Maliyet Tahmini amacınız nedir? (Birden fazla ise önceliğinize göre 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ İşverene yatırım bütçesini bildirmek
- ☐ İhaleye Teklif vermek
- ☐ Yatırım yapılacak alternatif projeleri seçmek
- ☐ Proje Müdürüne içinde kalacağı bütçeyi vermek
- ☐ Projenin Yönetimini gerçekleştirmek
- ☐ Taşeron / Tedarikçi seçimlerinin sınırını çizmek
- ☐ Tasarım konseptinin sınırlarını çizmek
- ☐ Diğer (…….)

4.2. Ön Maliyet Tahmininde Kullandığınız yöntemleri işaretleyiniz. (Birden fazla ise kullanım sıklığınıza göre 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ Ortalama birim maliyete dayalı
- ☐ Benzer Projelerin verilerinin kullanılmasına dayalı
- ☐ Katsayılar yöntemine dayalı
- ☐ Birim Fiyat Analizlerine dayalı
- ☐ Kat Kabuğu metoduna dayalı
- ☐ Diğer (……..)

4.3. Tahmine yardımcı kaynaklarınız nelerdir? (Birden fazla ise kullanım sıklığınıza göre 1,2,3,….sıralayınız)

- ☐ Bayındırlık Bakanlığı vb. Birim Fiyat analizleri
- ☐ Şirketin kendi Birim Fiyat analiz veri tabanı
- ☐ Benzer proje (MMK* ayrılmış) muhasebe verileri
  (Maliyet Merkez Kodları)*
- ☐ Şirkete ait İşçi/Makine Verim dataları
- ☐ Şirketin Faturaları ve Hakedişleri
- ☐ Şahsi analiz ve Tecrübeler
- ☐ Alınan proformalı fiyat teklifleri
- ☐ Diğer (…….)

4.4. Kullandığınız firma arşivi kaç yıllıktır? : _____

4.5. Maliyet tahmini güncelleme aşamalarınız sırasıyla hangileridir?

- ☐ Ön Maliyet Tahmini (tasarım öncesi)
- ☐ Avan Proje Tasarım aşamasında tahmin
- ☐ Tasarım keşifinin sonrası tahmin
- ☐ Sözleşme imzalanması sonrası tahmin
- ☐ Proje İlerlemesi sırasında projeksiyon dönemi için
- ☐ Diğer (…….)

4.6. Maliyet Takip ve Kontrol sıklığınız nedir?

- ☐ Günlük
- ☐ Haftada bir
- ☐ Ayda bir
- ☐ 2 ayda bir
- ☐ 3 ayda bir
- ☐ 6 ayda bir
- ☐ Yılda bir
- ☐ Proje Sonunda
- ☐ Diğer (…….)

4.7. Ön Maliyet tahmini (tasarım öncesi aşama) sapma oranı % kaçtır? : _____

4.8. Bütçe(tasarım ve keşif sonrası hedef maliyet) tutturma oranı % kaçtır? : _____

BÖLÜM 5 :	ÖN MALİYET TAHMİNİ YAPMAKTA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR	Çok Sıklıkla	Orta Sıklıkla	Nadiren	Hiç
5.1.	Projenin kendine özgü olması , seri üretim gibi tip proje olmaması				
5.2.	Üst yönetimin bu konuya önem vermemesi ve yeterli kaynak ayırmaması				
5.3.	Şirketin bilgisayar tabanlı maliyetlendirme sisteminin olmaması (ERP vb.)				
5.4.	Şirketin geleneksel (şahsi çabalar sonucu) veri bankası olmaması				
5.5.	Şirketin veri bankasının kolay ulaşılabilir olmaması				
5.6.	Şirketin veri bankasının güncellenmemesi				
5.7.	Şirkette çalışan tecrübeli personelin bilgilerini paylaşmamaları				
5.8.	Bayındırlık Bakanlığı, İller Bankası, MSB vb. birim fiyat Analizlerinin gerçeği tam olarak yansıtmaması				
5.9.	İşçilik verimleri açısından sertifikalandırılmış sınıflamanın olmaması (A sınıfı işçi vb..)				
5.10.	Şirkete ait Verim değerlerinin bulunmaması (adam/saat ; Makine/saat)				
5.11.	Kaynak(malzeme, makina, personel, işçilik vb.) fiyatlarının enflasyon oranından bağımsız artış ve azalışları				
5.12.	Proje bölgesi rayiç fiyatlarına ulaşılamaması				
5.13.	Bir firmanın yaptığı projelerin birbirinden farklı tipte ve nitelikte olması (Baraj, Hastane, Altyapı vb.)				
5.14.	Zaman Yetersizliği				
5.15.	Ön Maliyet tahmini yapılacak projeye ait yetersiz bilgi bulunması				
5.16.	Tahmin çalışmalarını yapanların saha bilgisi ve inşaat süreci ile ilgili tecrübe eksikleri				
5.17.	Türkiye siyasi ve politik nedenlerin dalgalanan enflasyona neden olması				
5.18.	Proje dokümanlardaki (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) yetersizlikler				
5.19.	Bölgesel fiyat değişiklikleri				
5.20.	İmalat belirsizliğine bağlı ön görülemeyen gider kalemlerinin olması				
5.21.	Projelerin gerçekleştirilmesi sırasında çıkabilecek öngörülemeyen işler (teknik ihtiyaçtan doğan)				
5.22.	Gerçekleşen maliyetlerin geri bildirim eksikliği				
5.23.	Muhasebenin tuttuğu kayıtların maliyet kalemleri açısından ayrıştırılmış olmaması				
5.24.	Maliyet tahmini ile ilgili bilgi ve eğitim eksikliği				
5.25.	Proje yöneticilerinin maliyet yönetimi odaklı olmayışı				
5.26.	Zaiyat, kalitesiz İmalatın tekrarı maliyetinin tahmin edilememesi				
5.27.	İhale tipinin(Birim fiyatlı, anahtar teslimi, maliyet+kar vb.) maliyete etkisinin tahmin edilememesi				
5.28.	Şantiye Genel giderlerin öngörülememesi				

5.29.	Bitirilmiş proje verilerinin eskalasyonun, güncel fiyatlarla farklı olması				
5.30.	Şirketlerdeki personel sirkülasyonundan dolayı, geçmiş verilere ve bilgilere sağlıklı ulaşılamaması				
5.31.	Fiziksel ve teknik İhtiyaçtan doğan maliyetlerin öngörülememesi				
5.32.	Doğa koşulları nedeniyle öngörülemeyen zemin ve altyapı işleri				
5.33.	Öngörülmediği halde Mevcut makine ve ekipmanların kullanılması, yada mevcut makinanın uygun olmadığından öngörüldüğü halde kullanılamaması				
5.34.	Proje dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmemesi, dikkatli okunmaması, yeterli yorumlanmaması				
5.35.	Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) koordinasyon eksikliği nedeni ile atlanan maliyet kalemleri				
5.36.	Projenin ilerleyen safhalarında İdarenin ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi				
5.37.	Proje belirsizliği, konsept değişiklikleri				
LÜTFEN EKLEMEK İSTEDİĞİNİZ KARŞILAŞTIĞINIZ ZORLUKLARI AŞAĞIYA YAZINIZ					
5.38.					
5.39.					
5.40.					
5.41.					
5.42.					
5.43.					
5.44.					
5.45.					
5.46.					
5.47.					
5.48.					
5.49.					
5.50.					
5.51.					
5.52.					
5.53.					

BÖLÜM 6 : KARŞILAŞILAN ZORLUKLARA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ		En iyi önerilerden biri	İyi bir öneri	Vasat bir öneri	Kötü bir öneri
6.1.	DIE vb. kuruluşların inşaat sektörüne yönelik daha detaylı ve kapsamlı istatistiki veriler oluşturması				
6.2.	İşçileri verimlerine göre sınıflandırılması, sertifikalandırılması ve ücretlendirilmesi				
6.3.	Şirketler kendi veri bankasını oluşturması bunun için yönetim kaynak ayırması				
6.4.	CSI , SBF vb. yurtdışında olan kaynak kodları gibi türkiye kodlama listesi olmalı ve kaynakların değişen maliyetleri istatistiki olarak tutulmalı ve 3 aylık dilimlerle yayınlanmalıdır.				
6.5.	Fiyatların bölgesel değişiklikleri değerlendirilmeli				
6.6.	Proje sonlarında proje gerçekleşme verileri kapanış paporları ile detaylandırıp veri bankasına düzgün bir şekilde gönderilmeli				
6.7.	Tek düzen hesap planı içerisinde kullanılacak, Meslek Odalarının belirleyip, yayınladığı inşaat sektörüne yönelik (MMK)maliyet merkez kodlama listesi olmalı				
6.8.	Disiplinlerarası (Elektrik, Mekanik, Mimari vb.) etkileşimin sağlanması (veri-bilgi alışverişi)				
6.9.	Bölgesel fiyatlara ulaşılabilecek yapının kurulması				
6.10.	Şirketlerde maliyet data birikimlerini sağlayacak kaynakların(maddi, personel, yazılım vb.) ayrılması				
6.11.	Maliyet kontrol data birikim sisteminin etkinliğinin (kolay data alınabilirliğinin) sağlanması				
6.12.	Maliyet kontrolünün yalnız bir departman işi olduğu konseptinden çıkartılıp, Ekip işi olduğu bilincinin kazandırılması, özendirici sistemlerin kurulması				
6.13.	Proje Yöneticilerine, Maliyet Yönetim sisteminin bilinçlendirilmesi, benimsetilmesi ve yürütülmesinin sağlanması				
6.14.	Şirketlerin spesifik projelerin imalatı üzerinde çalışması				
6.15.	İdarelerin sağlıklı teklif / projeler toplamak / yürütmek amacı ile yeterli zaman sürecinin verilmesi				
6.16.	Teknik / İdari şartnamelerin proje ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte hazırlanması				
6.17.	Proje Dokümanlarının (Teknik/ İdari Şartnameler,Sözleşmeler) iyi incelenmesine ve anlaşılmasına özen gösterilmeli				
6.18.	Projenin ilerleyen safhalarında Yatırımcının ihtiyaç ve beklentilerini değiştirmesi için doğru hayalin kurması sağlanmalı				
6.19.	Tasarım konseptının ihale surecinden sonra ve özellikle proje gerceklesme evresında cok radıkal sekıllerde degısmemesı				
LÜTFEN EKLEMEK İSTEDİĞİNİZ ÇÖZÜM ÖNERİLERİNİZİ AŞAĞIYA YAZINIZ					
6.20.					
6.21.					
6.22.					
6.23.					
6.24.					
6.25.					

YARDIMLARINIZ VE ÇOK DEĞERLİ FİKİRLERİNİZLE ARAŞTIRMAYA YAPTIĞINIZ KATKILARDAN DOLAYI ÇOK TEŞEKKÜR EDERİZ.