

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİNA TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ  
MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Mimar Barış SEYYAR  
(502970053011)**

101123

101123

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Eylül 2000**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Eylül 2000**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Elçin TAŞ**

**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. İhsan BİLGİN (Y.T.Ü.)**

**Doç. Dr. Alaattin KANOĞLU (İ.T.Ü.)**

4.10.00

04/10/00

**EYLÜL 2000**

## **ÖNSÖZ**

Çalışmamın oluşturulması sırasında bana göstermiş olduğu sabır ve anlayış, tezimi geliştirmeye yönelik yapıcı eleştiri ve katkılarından dolayı değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Elçin TAŞ' a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Sadece bu çalışmamda değil, tüm akademik hayatım boyunca beni destekleyen, maddi - manevi yardımlarını hiç bir zaman esirgemeyen aileme, özellikle anneme teşekkürü bir borç bilirim.

Eylül, 2000

Barış SEYYAR



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ÖZET</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Araştırmanın Arka Planı</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Problemin Belirlenmesi</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Probleme İlişkin Mevcut Çalışmalar</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Araştırmanın Amaçları</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Araştırmanın Kapsam ve Sınırları</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Araştırmada İzlenen Yöntem</b>	<b>5</b>
<b>2. BİNA ÜRETİM SÜRECİNİN TASARIM EVRESİNDE MALİYET TAHMİNİNİN KAVRAMSAL BOYUTTA İNCELENMESİ</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Maliyet Tahmini</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Maliyet Tahminini Etkileyen Faktörler</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Bina Üretim Sürecinde Maliyet Tahmin ve Kontrolünün Önemi</b>	<b>12</b>
<b>2.4. Bina Üretim Sürecinin Tasarım Evresinde Maliyet Tahmininin Yeri</b>	<b>13</b>
<b>2.5. Bina Üretim Sürecinin Tasarım Evresine Yönelik Maliyet Tahmin Türleri</b>	<b>20</b>
<b>2.6. Maliyet Tahmin Modelleri</b>	<b>23</b>
2.6.1. Maliyet Tahmin Modellerinin Sınıflandırılması	27
2.6.1.1. Geleneksel Maliyet Modelleri (Miktarlara Dayalı Modeller)	29
2.6.1.2. Gelişmiş Maliyet Modelleri	35
2.6.2. Model Seçimini Etkileyen Faktörler	39

<b>3. BİNA ÜRETİM SÜRECİNİN TASARIM EVRESİNE YÖNELİK BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ</b>	<b>41</b>
<b>3.1. Bilgisayarların Bina Maliyeti Tahmin Sürecine Etkileri</b>	<b>41</b>
<b>3.2. Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri: Avantajları ve Potansiyel Problem Alanları</b>	<b>44</b>
<b>3.3. Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri</b>	<b>48</b>
3.3.1. Detay Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri	51
3.3.2. Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri	71
<b>4. TÜRKİYE' YE ÖZGÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ</b>	<b>82</b>
<b>4.1. Türkiye' de Mevcut Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemlerinin İncelenmesi</b>	<b>82</b>
4.1.1. Detay Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri	83
4.1.2. Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri	91
<b>5. TÜRKİYE' DE BİNA TASARIM SÜRECİNDE MALİYET TAHMİNİNE ve MEVCUT BDMT SİSTEMLERİNE ELEŞTİREL BAKIŞ</b>	<b>97</b>
<b>5.1. Türkiye'ye Özgü BDMT Sistemlerine Yönelik Potansiyel Problem Alanlarının Belirlenmesi</b>	<b>97</b>
<b>5.2. Türkiye Koşullarına Uygun Bir BDMT Sisteminin Sahip Olması Gereken Özelliklerin Ortaya Konulması</b>	<b>101</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>105</b>
<b>EKLER</b>	<b>107</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>111</b>



## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1.</b> : Bina Tasarım Sürecinde Safhalar ve Karar Alanları.....	19
<b>Tablo 2.2.</b> : Maliyet Tahmin Türleri.....	24
<b>Tablo A.1.</b> : Araştırma Kapsamında İncelenen Web Siteleri.....	107
<b>Tablo B.1.</b> : Türkiye’ ye Özgü BDMT Sistemleri (Yazılım Firmaları).....	109



## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Bina Üretim Sürecinde Maliyet Hesabının Yeri.....	14
Şekil 2.2 : Küp Metodu.....	31
Şekil 2.3 : Alan Yöntemi.....	31
Şekil 3.1 : Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemi.....	45
Şekil 3.2 : Spreadsheet Esaslı Maliyet Tahmin Sistemi.....	52
Şekil 3.3 : Spreadsheet Ek Modül: Hazır Maliyet Veritabanı Yapısı (Estimate).....	55
Şekil 3.4 : Hazır Formüller (Estimate).....	56
Şekil 3.5 : Otomatik İşlem (Estimate).....	56
Şekil 3.6 : Üst Düzey (Entegre) BDMT Sistemleri.....	58
Şekil 3.7 : Üst Düzey BDMT Sistemi Strüktürü.....	59
Şekil 3.8 : Kullanıma Hazır Maliyet Veritabanı Yapısı (Win Estimator).....	61
Şekil 3.9 : Kullanıma Hazır Formüller ve Otomatik Hesap Modülü (Win Estimator).....	62
Şekil 3.10 : İşlem Kontrol Mekanizması (Win Estimator).....	62
Şekil 3.11 : Otomatik Metraj Verisi İletişimi.....	63
Şekil 3.12 : Elektronik Tablet – Sotware Modülü (Ziatek).....	63
Şekil 3.13 : Ekran Üzerinden Metraj İşlemi (Oncenter Screen Takeoff).....	64
Şekil 3.14 : Kompozit İmalatlar – Assembly – (Win Estimator).....	65
Şekil 3.15 : Kompozit İmalatlar – Assembly - Hazır Formül Seçeneği (Win Estimator).....	66
Şekil 3.16 : İmalatlara WBS Kodu Tanımlanması (Win Estimator).....	67
Şekil 3.17 : Hazır Filtreleme Seçenekleri (Win Estimator).....	67
Şekil 3.18 : Elektronik Maliyet Verisi Akış Diyagramı.....	69
Şekil 3.19 : Geleneksel Maliyet Tahmin Sürecinde Enformasyon Akışı.....	70
Şekil 3.20 : İmalat Kalemleri ve Malzeme Seçim Ekranı (Estimator CAD)...	73
Şekil 3.21 : CAD Pozu Seçim Ekranı (Estimator CAD).....	73
Şekil 3.22 : Parametrik Veri Giriş Ekranı (Estimator CAD).....	74
Şekil 3.23 : Çizim Modülü – A (Estimator CAD).....	75
Şekil 3.24 : Çizim Modülü – B (Estimator CAD).....	75
Şekil 3.25 : Parametrik Veri Giriş Ekranı (Saylor Square Foot Estimator).....	78
Şekil 3.26 : Fonksiyonel Elemanlara Dayalı Maliyet Grupları (Saylor Square Foot Estimator).....	78
Şekil 3.27 : İmalat Alternatifleri (Saylor Square Foot Estimator).....	79
Şekil 4.1 : Firma’ ya Özgü Spreadsheet Esaslı Maliyet Tahmin Sistemi.....	84
Şekil 4.2 : BDMT Sistemi Modüller Arası Veri İletişim Ağı.....	85
Şekil 4.3 : Hazır Maliyet Veritabanı Seçenekleri (Avinal Hakediş).....	86
Şekil 4.4 : Birim Fiyat Tarifleri Ekran Çıktısı (Avinal Hakediş).....	87
Şekil 4.5 : Analiz Giriş Ekranı (Avinal Hakediş).....	88

<b>Şekil 4.6</b>	<b>: Raporlama Seçenekleri (Avinal Hakediş).....</b>	<b>89</b>
<b>Şekil 4.7</b>	<b>: İmalat Pozları Seçim Ekranı (Avinal Hakediş).....</b>	<b>90</b>
<b>Şekil 4.8</b>	<b>: Fonksiyonel Eleman Ortalama Miktar ve Birim Fiyatlarını Dikkate Alan Maliyet Tahmini Ekranı.....</b>	<b>96</b>



## **BİNA TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ**

### **ÖZET**

Bina tasarım süreci, karakteristikleri itibariyle karmaşık bir yapıya sahiptir. Bina tasarım sürecinin temel ve kompleks bileşenlerden birisi de, tasarım sürecinin çeşitli alt safhalarında gerçekleştirilen maliyet tahmini fonksiyonudur.

Projenin kapsamına, tahminin amacına ve veri kaynakların düzeyine dayalı olarak tahminci, tahminlerini gerçekleştirirken çeşitli geleneksel maliyet modelleri arasından seçim yapabilir. Nüfusun ve üretim faaliyetlerinin hızla arttığı günümüzde, inşaat sektöründe daha karmaşık ve kapsamlı projeler ile karşılaşmakta, dolayısıyla, süre, maliyet ve kalite açısından belirlenen hedeflere ulaşmak güçleşmektedir. Projeler karmaşıktıkça, manuel gerçekleştirilen maliyet tahminleri, söz konusu karmaşıklık karşılayabilen bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemleri karşısında yetersiz kalmaya başlamışlardır.

Günümüzde, geleneksel maliyet modelleri ve teknikleri yerlerini, verilerin son kullanıcılar için uygun enformasyonlara dönüştürülmesi esnasında donanım ve yazılımların devreye girdiği bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerine bırakmaktadırlar. Ekonomik etkenler, yükselen rekabet, gelişen teknoloji, hızlı hareket etme zorunluluğu ve diğer birçok faktör, günümüz projelerinin karmaşıklığının eski yöntem ve uygulamalarla karşılanabilmesinin zor olmasına neden olmuştur. Bilgisayarların yükselen enformasyon teknolojisi gücü ve kapasiteleri ile birlikte fiyatlarının ucuzlaması, bilgisayar destekli sistemlerin organizasyonlardaki rolünün artmasının başlıca nedenleridir.

Son yıllarda, bilgisayar destekli maliyet tahminine artan talep, çok sayıda maliyet tahmin sisteminin geliştirilebilmesine de imkan vermiştir. Bu araştırma; bina tasarım sürecinde maliyet tahminini kavramsal boyutta ele almanın yanında, Türkiye'ye ve yurtdışına özgü, ticari yada özel araştırma esaslı bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerini belirli bir sınıflandırma içerisinde incelemeyi hedeflemektedir.

Mevcut sistemleri inceleyerek ve Türkiye' de bina tasarım sürecinde bilgisayar destekli maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesinde gözlemlenen potansiyel problem alanlarını göz önüne alarak, araştırmanın son bölümü; Türkiye'de inşaat sektörünün ihtiyaçlarına uygun bir bilgisayar destekli maliyet tahmin sisteminin sahip olması gereken özelliklerin ortaya konulmasını hedeflemektedir.

## **COMPUTER AIDED COST ESTIMATING SYSTEMS DURING BUILDING DESIGN PROCESS**

### **SUMMARY**

Building design process have a complex nature due to its characteristics. One of the basic and complex components of building design process is cost estimating function that is performed at different subphases of the design process.

Based on project' s scope, the purpose of the estimate and the availability of estimating resources, the estimator can choose a variety of traditional cost models when estimating. Today, human population and production activities have increased and more complex and comprehensive projects are seen in construction industry, therefore it is increasingly getting difficult to succeed the accessible goals in terms of time, cost and quality. As projects grow more complex, doing estimates manually become completely insufficient compared to computer aided cost estimating systems that can overcome this complexity.

Today, traditional cost models and techniques are being replaced by computer aided cost estimating systems that use hardwares and softwares for to convert data into appropriate informations for the ultimate users. Economical factors, rising competitions, technological development, necessity for to act quickly and all other factors make it difficult to overcome today's projects' complexity with old techniques and applications. Computers' increasing power of information technology and capacities, whereas their decreasing costs are the main reasons for the increasing role of computer aided systems in organizations.

In recent years, the demand for computer aided cost estimating systems has increased resulting in the development of a number of cost estimating systems. This research handles cost estimating during building design process in a conceptual viewpoint and tries to examine computer aided cost estimating systems available both commercially or specially research based in Turkey and other countries in a specific classification.

By examining the available systems and taking the potential problems observed in computer aided cost estimating performed during building design process in Turkey into consideration, the final part of the research aims to put forward the features that a computer aided cost estimating system must have that is appropriate for the needs of construction industry in Turkey.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Araştırmanın Arka Planı

İnşaat sektörü diğer sektörler gibi sınırlı kaynakları en etkin şekilde kullanarak en yüksek verimliliği ve kaliteyi sağlayabilmenin arayışı içerisinde. İstenilen seviyede hizmet ya da ürünün sağlanabilmesi; süre , maliyet vb. gibi kavramların bir bütün halinde ele alınması, doğru tahmini ve etkin yönetilmesiyle mümkündür.

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 pratik de değildir [5]. Bu nedenle, ürünün, gerçekleştirme evresi öncesi tasarım sürecinde, süre ve kaynakların göz önüne alarak olası maliyetinin belirlenmesi, diğer bir ifadeyle “maliyet tahmini” önem kazanır.

Günümüzde, inşaat sektöründe, giderek daha karmaşık ve kapsamlı projeler ile karşılaşmakta; süre, maliyet ve kalite açısından belirlenen hedeflere ulaşmak güçleşmektedir. Bu noktada, iletişim ve enformasyon teknolojisinde görülen gelişmeleri yakından takip edebilmek, bilgisayar destekli çağdaş yönetim tekniklerini uygulayabilmek büyük önem kazanır.

Geleneksel (manuel) yöntemler; kolaylık, zaman tasarrufu ve doğruluk açısından bilgisayar destekli uygulamaların gerisinde kalmış, projeler büyüyüp karmaşılaştıkça etkinliklerini yitirmeye başlamışlardır. Çok çeşitli enformasyonun depolanmasına, işlenmesine ve istenilen nitelikte iletişimine imkan veren bilgisayarların ve BDMT sistemlerinin kullanımının her geçen gün yaygınlaşması, çok sayıda parametreyi göz önüne alarak gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin performansını da olumlu yönde etkilemiştir.

Günümüzde birçok firma, kendi örgüt ve projelerinin niteliklerine göre tasarlanmış BDMT sistemlerini kullanabilmektedir. Tasarım bileşenleri ile maliyet arasındaki etkileşimin kolay ve hızlı tespiti, tahmin sürecinin karmaşıklığının giderilmesi ve otomasyonunun sağlanmasında bilgisayarların ve BDMT sistemlerinin önemi göz ardı edilemez.

## 1.2. Problemin Belirlenmesi

Birçok alanda gözlemlenen endüstriyel gelişmenin inşaat sektörüne yansması ve bu sektördeki projelerin gittikçe karmaşıklaşması ve ölçeklerinin büyümesi, söz konusu projelerin belirli bir sistematik dahilinde uygulanmasını ve kontrolünü gerektirmektedir. Projelerin gerçekleştirilebilmesi 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.

Tasarım evresinde gerçekleştirilen maliyet tahminleri, sektörde rol alan farklı kişi yada kuruluşlar açısından farklı anlamlar taşıyabildiği gibi, sürecin devamına yönelik kararların verilebilmesine yardımcı enformasyonları da içerirler.

Üretim faaliyetlerinin hızla arttığı günümüzde; süre, maliyet ve kalite açısından belirlenen hedeflere ulaşmak güçleşmekte, geleneksel yöntemler; projelerin karmaşıklığını karşılayabilme ve gereken kararların etkin verilebilmesinde yetersiz kalmaya başlamışlardır. Bu noktada, söz konusu problemin çözümüne yönelik çeşitli bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemleri geliştirilmiştir. Maliyet tahminlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için geliştirilmiş olan söz konusu sistemler arasında; kuruluşlara özgü (in-house) yaklaşımlar ile ticari esaslı paket programlar yer almaktadır.

Bilgisayarlar ve enformasyon teknolojisinde gözlenen hızlı yükselişin, maliyet tahminlerini maksimum performansda gerçekleştirmek isteyen kişi yada kuruluşlar açısından geleneksel yöntemlere oranla getirileri, mevcut BDMT sistemlerinin konuya ilişkin fonksiyonlarının incelenmesiyle mümkün olabilir.

İnşaat sektöründe rol alan kişi yada kuruluşlar, genelde çağdaş bilim ve teknoloji olanaklarının kendi problem ve hedefleri ile uyumunu göremedikçe kendilerine sunulan çözümlere isteksiz bakmaktadırlar. Bu isteksizlik, sunulan teknolojilerin ve bilgilerin günlük problemlerin çözümüne yönelik olmamasından kaynaklandığı gibi, söz konusu bilgilerin kullanım olanaklarının kendilerine anlatılmamasından da kaynaklanmaktadır. Bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerine olan yaklaşımlarda da gözlemlenen sözkonusu potansiyel problem alanları, Türkiye ölçeğinde ele alıp değerlendirildiğinde, çözümün elde edilebilmesi, Türkiye ve yurtdışına özgü sistemlerin karakteristikleri ve uygulanma ilkeleri açısından değerlendirilmesi, gelişmelerin yakın takibi ve tüm faktörler göz önüne alınarak, sektörün ihtiyaçlarına uygun bir sistemin sahip olması gereken bileşenlerin ortaya konulması ile mümkün olacaktır.



### **1.3. Probleme İlişkin Mevcut Çalışmalar**

Konu ile ilgili bilgi toplama çalışmaları esnasında, bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik, yurtiçi yada yurtdışı esaslı BDMT sistemlerinin incelenmesini hedefleyen, yurtiçinde yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Türkiye’ de, bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinin geliştirilmesine yönelik, mevcut problemleri ve sektörün ihtiyaçlarını göz önüne alınarak yapılan çalışmalardan birisi; İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Bina Yapım Yönetimi Maliyet Araştırma Merkezi tarafından gerçekleştirilen “Bina Maliyeti Bilgi Sistemi (BMBS)” modelidir. Söz konusu çalışmanın temel bileşenlerine ait açıklamalar Bölüm 4.1.2.’ de ele alınmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen, yurtdışında yayınlanmış çeşitli kaynaklardan, maliyet tahminlerinin kavramsal boyutta tanımlanabilmesine yönelik enformasyonlar elde edilebilmiş, BDMT sistemlerini ele alan ve söz konusu sistemlerin avantaj ve potansiyel problem alanlarını değerlendiren kapsamlı bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

İnternet üzerinden ulaşılan paket programlardan ve çeşitli yazılımlara ait kullanım klavuzlarından yoğun olarak yararlanılmıştır. Problemin çözümüne ilişkin çeşitli olanaklar sunan söz konusu yazılımlar, konuya ilişkin sahip oldukları fonksiyonlar ile maliyet tahminlerinin otomasyonuna imkan vermektedirler.

Sonuç olarak, maliyet tahminlerinin geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilebilmesine dönük açıklayıcı bilgilere yoğun olarak rastlamak mümkünken, söz konusu işlemin otomasyonunun sağlanmasına imkan veren BDMT sistemlerini inceleyen literatürün yeterli olmadığı gözlemlenmiştir.

### **1.4. Araştırmanın Amaçları**

Bu araştırmada, bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik maliyet tahminlerinin kavramsal boyutta ele alınmasının yanında, uygulamaya dönük yurtdışı ve Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerinin genel seviyede incelenmesi, ülke dışındaki gelişmeler ve Türkiye’ de bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecine yönelik potansiyel problem alanlarının göz önüne alınarak, Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerinin sahip olması gereken özelliklerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Araştırmanın amaçları şu ana başlıklar altında özetlenebilir:



- Bina tasarım sürecinde; mevcut yaklaşım ve teknikleri, ilke ve adımları ile maliyet tahmininin tanımlanması.
- Tasarım evresinin çeşitli alt safhalarına yönelik maliyet tahmin türlerinin amaçlarının ve karakteristiklerinin belirlenmesi, kullanılabilecek maliyet tahmin modellerin kapsamlarının ve uygulama alanlarının incelenmesi.
- Kullanımlarındaki kolaylık, sundukları olanaklar ve her geçen gün gelişen kapasiteleriyle bilgisayarların ve BDMT sistemlerinin maliyet tahmin sürecindeki rolünün ve öneminin araştırılması.
- Yurtdışı ve Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinin belirli bir sınıflandırma içerisinde; konuyu ele alış biçimleri, kullanıcıya sundukları olanaklar ve kullanım kolaylıkları açısından incelenmesi.
- Bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinde Türkiye' ye özgü potansiyel problem alanlarının belirlenmesi, mevcut BDMT sistemlerinin bu amaç doğrultusunda eleştirilerinin yapılması ve Türkiye koşullarına uygun bir BDMT sisteminin sahip olması gereken özelliklerinin ortaya konulması.

### 1.5. Araştırmanın Kapsam Ve Sınırları

Bina üretim süreci, birbirinin içine girerek sürüp giden çok çeşitli faaliyetlerden oluşan karmaşık bir süreçtir. Bina üretim sürecinin; tasarım evresinden, gerçekleştirme evresine, hatta teslim, kullanım ve yok etme evrelerinin sonuna kadar uzanan oldukça geniş ve kapsamlı bir süreç olduğu göz önüne alınırsa, sürecin çeşitli evrelerine yönelik, niteliği ve ölçeği farklı birçok maliyet tahmin türü söz konusudur.

Bina maliyetinin büyük bir kısmının tasarım evresinde alınan temel kararlarla şekillendiği, sözkonusu kararların ve yapılan değişikliklerin maliyeti doğrudan etkilediği göz önüne alınırsa, tasarım evresinde gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin; malsahibi, tasarımcı, yüklenici vb. gibi sektörde rol alan kişi ya da kurumların sürecin devamlılığı konusunda karar verebilmelerine yardımcı enformasyonları temin edebilmeleri açısından önemi büyüktür.

Araştırma kapsamında, tasarım evresinin çeşitli safhalarına yönelik maliyet tahmin türleri ve modelleri, karakteristikleri ve uygulanma ilkeleri açısından incelenmiş, BDMT sistemlerinin içeriğine temel oluşturmalarından dolayı tezin kapsamında tutulmuşlardır.

Ele alınan konunun bilgisayar desteğiyle olan ilişkisinin araştırılması hedeflendiğinden, bilgisayarların maliyet tahmin sürecine katkıları, sağladıkları avantajlar ve potansiyel problem alanları belirlenmiştir.

BDMT sistemleri; konuyu ele alış biçimleri, kullanıcıya sundukları olanaklar, tasarım sürecinin çeşitli safhalarında mevcut enformasyon düzeyiyle ilişkili olarak kullanılma amaçları vs. açısından incelenmiş, sistemlere özgü sınıflandırmanın çeşitli alt kategorilerinde yer alan yurtdışı ve Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinden örnekler ve gelişmeler araştırma kapsamında yer almıştır.

Yaygın olarak kullanılan Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinin, tasarım evresinde maliyet tahmininin gerçekleştirilmesine dönük bileşenleri (modüller) tespit edilmiş, sözkonusu sistemlerin, maliyet tahmin sürecinin otomasyonunda gözlemlenen temel problem alanları, zayıf ya da eksik yönleri ortaya konulmuştur.

Türkiye' nin ekonomik yapısını göz önüne alan, inşaat sektörünün nitelik ve ihtiyaçlarına uygun ve tasarım evresinde maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesine yönelik Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinin sahip olması gereken özelliklerin belirlenmesi araştırmanın sonuç bölümünü oluşturmuştur.

## **1.6. Araştırmada İzlenen Yöntem**

Temelini maliyet tahmini kavramının oluşturduğu bu çalışmada, konu; teorik ve uygulamaya dönük olmak üzere başlıca iki boyutu ile alınmış, verilerin toplanmasında; konunun ağırlıklı olarak teorik boyutunu ele alan literatürün araştırılması, uygulamaya dönük bilgilerin elde edilmesinde çeşitli bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Araştırma kapsamında, maliyet tahmini ile ilgili temel teorik bilgilerin toplanması konusunda sıkıntı çekilmemiş, yakın tarihli kaynakların incelenmesine önem verilmiştir. Konunun kavranmasında önem taşıyan bilgiler derlenerek tez dahilinde sunulmuştur.

Bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecini ve inşaat sektörüne yönelik BDMT sistemlerini inceleyen literatürün çok kısıtlı olması nedeniyle, geniş kullanıcı kapasitesi ve her geçen gün gelişen enformasyon ağıyla internet; uygulamaya dönük verilerin toplanmasında, sözkonusu sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşlara ve konu ile ilgili çalışmalar üreten araştırma gruplarına ulaşabilmede büyük ölçüde faydalanan kaynak olmuştur.

Maliyet tahminine ilişkin temel kavramlar, tahmin sürecini etkileyen faktörler ve bina tasarım sürecinin çeşitli alt safhalarına yönelik tahmin türleri ve tahmin modellerine ilişkin bilgiler derlenerek araştırmanın 2. bölümünde ele alınmıştır.

Araştırmanın 3. bölümünde, bilgisayarların; maliyet tahmin sürecinde gelişmeleri yönlendiren, hız ve etkinlik kazandıran başlıca unsurlar olduğu belirtilerek, BDMT sistemleri belirli bir sınıflandırma içerisinde; sürece yönelik kullanım amaçları, sahip oldukları yetenekler, sundukları olanaklar vs. açısından incelenmişlerdir. Yurtdışı BDMT sistemleri ve bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinde gözlemlenen gelişmeler araştırmanın bu bölümünde ele alınmıştır.

Araştırmanın 4. bölümünde, BDMT sistemlerinin Türkiye ölçeğinde incelenmesi hedeflenmiştir. Maliyet tahmin sürecine ve mevcut sistemlere eldeki veriler ışığında eleştirel yorum getirilmeye çalışılmış, bina tasarım sürecinde gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde Türkiye’ ye özgü yaklaşımlar ve potansiyel problem alanları belirlenmiştir. Türkiye koşullarına uygun bir BDMT sisteminin sahip olması gereken özelliklerin ortaya konulması araştırmanın son bölümünü oluşturmuştur.

## **2. BİNA ÜRETİM SÜRECİNİN TASARIM EVRESİNDE MALİYET TAHMİNİNİN KAVRAMSAL BOYUTTA İNCELENMESİ**

### **2.1. Maliyet Tahmini**

Maliyet tahmini; mevcut proje enformasyonunu ve kaynakları gözönüne alarak, belirlenen süre zarfında tüm iş kalemlerinin toplam maliyetlerinin tespiti için gerçekleştirilen teknik süreç ya da fonksiyon olarak tanımlanabilir.

Bir ürünü elde edebilmenin ilk koşulu, üretim için gerekli kaynakların temin edilmesidir. Kaynakların sınırsız olduğu bir ortamda, maliyet kavramının da önemsiz olacağı bir gerçektir. Ancak, kaynakların az ya da diğer bir ifadeyle sınırlı olması, maliyet kavramının dikkatle ele alınmasını ve kontrolünü gerektirmektedir. Kıt kaynakların varlığı, bu kaynakların etkin bir biçimde kullanılması zorunluluğunu doğurmuştur. Bu zorunluluk, maliyetin önceden tahmin edilip buna göre bir planlama ve denetim yapılmasını gerektirir.

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

Maliyet tahmini aynı zamanda etkin bir planlama aracıdır. İyi hazırlanmış bir maliyet tahmini ile, üretim için gerekli; işgücü, malzeme, ekipman ve diğer kaynaklara olan ihtiyaçlar belirlenebilir. Tüm projeler, etkin planlama ve reel bütçe oluşturulabilmesi için maliyet tahminlerine ihtiyaç duyarlar [3].

Maliyet tahmini, bina üretim sürecinde rol alan çeşitli kişi ya da gruplar açısından farklı anlamlar taşır. Mal sahibi için yapılan maliyet tahmini, mal sahibinin istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanan ürünün, bu iş için öngörülen maliyette gerçekleşip gerçekleşmeyeceğinin belirlenebilmesi için yapılır.

Bina tasarım sürecinde ana karar verici olan tasarımcı, çoğu zaman; mal sahibinin belirlemiş olduğu maliyet sınırları çerçevesinde çalışmak zorundadır. Bu nedenle,

tasarımcının tasarımlarını süratle maliyetlendirmesi, sözkonusu maliyet tahminlerini kullanarak belirlenen ihtiyaçlar ile bütçe dengelenene kadar tasarımda değişiklikler yapması gerekir.

Yüklenici ve alt yüklenicilerin teklifleri, işin maliyetinin tahminine bağlıdır. Yüklenici ve alt yükleniciler; finansman, ekipman ve insan gücü olarak sahip bulundukları kaynakları, talip olacakları işin parasal büyüklüğü ile kıyaslayacaklar, söz konusu işten bekleyecekleri kar düzeyini ve buna bağlı olarak da işi alabilmek için yapabilecekleri tenzilat oranlarını belirleyeceklerdir. 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[2,10].

Sonuç olarak, maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesinde esas amaç, maliyeti planlayabilmek ve sözkonusu maliyeti bina üretim sürecinde kontrol altında tutabilmektir.

## **2.2. Maliyet Tahminini Etkileyen 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 [1]. 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.

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 [13].

Maliyet tahminini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- (1) Hedefin doğası
- (2) Kullanılan enformasyon
- (3) Kullanılan tahmin modeli
- (4) Tahmini yapan kişinin beceri ve tecrübe düzeyi [14]

## 1. Hedefin Doğası

Bina maliyeti tahminleri, aşağıda belirtilen beş özellik tarafından etkilenir:

- (a) Bina tipolojisi ve büyüklüğü
- (b) Projenin gerçekleştirileceği bölgenin coğrafi konumu
- (c) Kullanılan sözleşme tipi
- (d) Ekonomik durum
- (e) Rekabet [14]

### a. 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 yapıları 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 [1];

<u>Proje</u>	<u>Tahmin</u>	<u>Gerçek Maliyet</u>
Sydney Opera Binası	2,5 milyon	87 milyon
Thames Bariyeri	23 milyon	400 milyon

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 [14].

### b. Projenin Gerçekleştirileceği Bölgenin Coğrafi Konumu:

Binanın inşaa edileceği bölgenin coğrafi konumu, tahminin doğruluğunu önemli ölçüde etkiler. Bölgenin ulaşılabilirliği, kaynaklara olan mesafesi, yöresel işgücü temini imkanı, iklim koşulları ve bölgenin topografyası maliyet tahmini üzerinde etkilidir. Bölge koşullarının önceden tespit edilip, maliyet tahmininin söz konusu faktörler göz önüne alınarak gerçekleştirilmesi yararlı olacaktır [14].

### c. Kullanılan Sözleşme Tipi:

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

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.

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

### d. 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 [14].

Ekonomik durumun iyi olduğu yıllarda yapılan tahminlerin, ekonomik durumun kötü olduğu yıllarda yapılan tahminlerden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir [14].

### e. Rekabet:

Bu konuda yapılan araştırmalar, teklif verenlerin sayısı ile tahminlerin doğruluğu arasındaki ilişkiyi analiz etmeyi hedeflemektedir.

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 sayısı ile doğru orantılı olduğu fikri ortaya konmuştur [14].



## **2. 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 [14].

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.

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

## **3. 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.

Birim metod, alan metodu vb. gibi analitik yaklaşım modellerinde, tahminin doğruluğu nadiren  $\pm 30\%$ ' 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.

Mevcut enformasyon düzeyine ve amaca uygun tahmin modelinin seçilmesi, maliyet tahmininin doğruluğunu olumlu yönde etkiler. Maliyet tahmin modelleri “Bölüm 2.6.” da detaylı olarak inceleneceklerdir.

## **4. 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 detayları 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].

### **2.3. Bina Üretim Sürecinde Maliyet Tahmin ve Kontrolünün Önemi**

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 [5].

İnşaat sektörü, tüm dünya ülkelerinde, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinde önemli bir paya sahiptir. Sektörün; alt sektörlerle önemli 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.

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. Kaynakların ve finansmanın öneminin her geçen gün arttığı göz önüne alınırsa, maliyet tahmini ve kontrolünün bina üretim sürecinin çeşitli evrelerinde gerçekleştirilmesinde etkili olan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

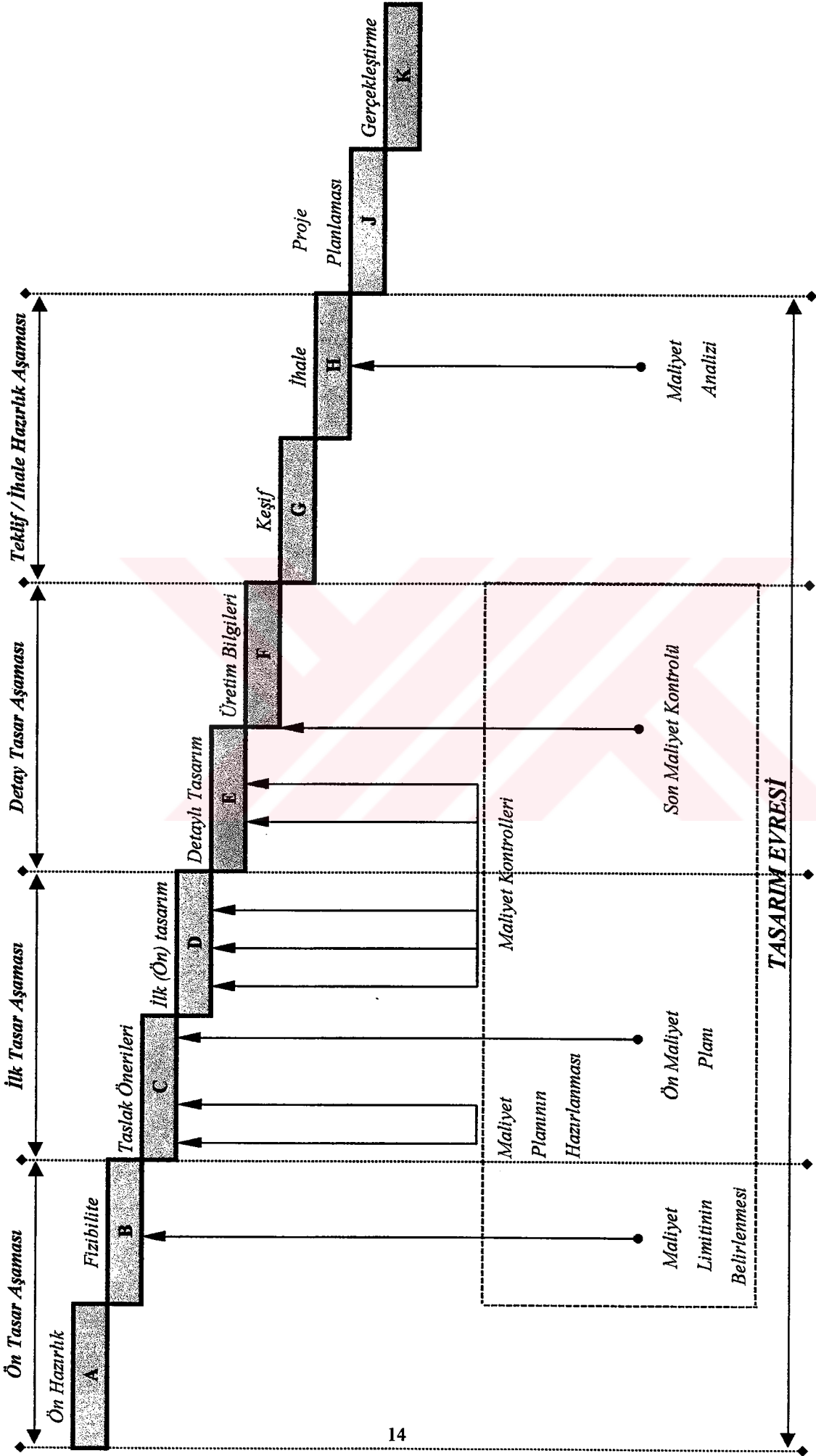
- (1) Dünyada; finansman sıkıntısı, enflasyon ve faiz oranlarında artış, inşaat sektöründe maliyetlerin de bu duruma paralel yükselmesine neden olmuştur.
- (2) Fiyatların yüksek ve değişken olduğu bir ortamda, tasarımın kısmen ya da tamamen tekrarlanmasıyla doğabilecek gecikmeleri tolere edebilecek işverenler sayıca azdır.
- (3) Günümüzde, işverenlerin istekleri ve ihtiyaçları geçmiş dönemlere oranla daha karmaşık yapıdadır. Bu durum, bina üretim sürecinin çeşitli evrelerinde etkin maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesini ve kontrolünü gerektirir.
- (4) Modern tasarımlara, yeni tekniklere, malzemelere ve yapı metodlarına geçiş söz konusudur. Tasarımcı, çok geniş ürün seçeneklerinden istediği tercihi yapabilmektedir. Bu durumda, geleneksel tahmin modelleri, daha dengeli tasarımların oluşturulabilmesi ve maliyetlerin kontrolü açısından yetersiz kalmaktadır.
- (5) Son yıllarda, yüklenici ve alt yüklenicilerin kar marjini oranlarında büyük oranda düşüş söz konusudur. Bu durum, olası kayıplardan dolayı oluşabilecek maliyetlerin daha sıkı kontrol edilmesini gerektirmiştir.
- (6) Zaiyatın minimize edilmesi ve sınırlı kaynakların en etkin şekilde kullanılması, maliyetin doğru tahmini ve kontrolü için geliştirilmiş modellere ihtiyaç doğurmuştur. [1]

Sonuç olarak, bina tasarım sürecinde rol alan; yatırımcı, mal sahibi, girişimci, tasarımcı, yüklenici vs. 'nin, proje maliyetine dayalı olarak yapacakları değerlendirmelerin gerçekleştirilebilmesi için, maliyetin gerçekçi olarak belirlenmiş olması gerekmektedir.

#### **2.4. Bina Üretim Sürecinin Tasarım Evresinde Maliyet Tahmininin Yeri**

Bina üretim sürecinin birbirinin içine girerek sürüp giden çeşitli safhalarında, gerçekleştirilen faaliyetlerin ve verilen kararların niteliği ve ölçeği sürekli olarak değişir. Şekil 2.1, RIBA (Royal Institute of British Architects) tarafından kabul edilmiş, bina üretim sürecinde birbirini takip eden safhaların grafiksel bir özetidir [4].

Bir binanın üretim süreci, yeni bir bina için ihtiyacın açıklanması veya bir pazar talebinin varlığının tespitiyle başlar. Bu sürecin devamlılığında, maliyetlerin doğru tahmin edilmesinin ve sürekli kontrolünün önemi büyüktür.



Şekil 2.1 Bina Üretim Sürecinde Maliyet Hesabının Yeri

Bina üretim sürecinin her safhasında, mal sahibinin temel beklentilerinin; belirlenen amaca, maliyete ve planlanan süreye uygunluğu sağlanmalıdır. Bina maliyetinin oluşumuna ve sözkonusu 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; malsahibi, tasarımcı, yüklenici, alt yüklenicilerin vs., sürecin devamlılığı konusunda karar verebilmeleri açısından önemi büyüktür.

Araştırmanın bu bölümünde, bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik safhalar ve sözkonusu safhalarda maliyet tahmininin ele alınış düzeyi incelenecektir.

### **- Ön Hazırlık ve Fizibilite Safhaları (A, B)**

Ön hazırlık ve fizibilite safhaları, proje kapsamının oluşturulduğu ve söz konusu projenin fizibil olup olmadığının tespit edildiği süreci kapsar. Mal sahibinin; tasarım, gerçekleştirme ve maliyetler ile ilgili istek ve ihtiyaçları özet raporlar haline getirilmeli, projenin nasıl ve ne zaman gerçekleştirilebileceği gözden geçirilmelidir. İyi bir özetin, başarılı bir projenin vazgeçilmez bileşeni olduğunu unutmamak gerekir. Bu sayede mal sahibinin, istek ve ihtiyaçları gözönüne alınarak daha dengeli tasarımlar gerçekleştirilebilir [4]. Ön hazırlık ve fizibilite safhaları, projenin, tüm fiziksel ve yasal koşullar göz önüne alındığında, gerçekleştirilmesinin uygun olup olmadığının kararını vermeye çalışır.

Ön hazırlık ve fizibilite safhalarında temel karar alanları şunlardır:

- Piyasa araştırmasının yapılması
- Kaynakların araştırılması
- Risk analizinin yapılması
- Bina maliyetinin ve gerçekleştirme sürecinin tahmini
- İşverenin maliyet sınır değerinin (maliyet limitinin) tespiti
- Tasarım ve kontrol ekibinin seçilmesi
- En uygun proje teslim sisteminin seçilmesi. [4]

Sözkonusu safhalar sonunda;

- Özet raporun, mal sahibinin ihtiyaçlarını tam olarak ifade ettiğine ve projenin amacına uygun olduğuna,
- Projenin, mal sahibinin bütçesi dahilinde gerçekleştirilebileceğine,
- Projenin, belirlenen süre zarfının sonunda teslim edilebileceğine, kesin karar verilmiş olması gerekir. [4]

Mal sahibi, sözkonusu projenin teknik çizimlerine henüz geçilmediği ön hazırlık ve fizibilite safhalarında, projenin olası maliyeti konusunda bilgi sahibi olmak ister. Tip ve karakteristikler açısından benzer nitelikler taşıyan projelerden alınabilecek maliyet verileri tahmin sürecinde kullanılabilir. Tahmincinin, karşılaştırılan projeler arasındaki; bölgesel şartlar, arazi koşulları, piyasa koşulları, işin kalitesi vb. gibi faktörlerden dolayı oluşabilecek farklılaşmaları, tahminin güvenilirliği açısından gözönünde bulundurması gerekir.

#### **- Taslak Önerileri Safhası (C)**

Ön hazırlık ve fizibilite safhalarında, mal sahibinin istek ve ihtiyaçları belirlendikten sonra, tasarımcı, sözkonusu istek ve ihtiyaçları karşılayabilecek öneriler geliştirmeye başlar. Öneriler, eldeki veriler gözetilerek oluşturulmuş, tasarımın genel formunu ve arazi yerleşim düzenini ifade eder.

Yukarıda bahsi geçen öneriler maliyetlendirilir, mal sahibinin zaman ve bütçe sınırları çerçevesinde gerçekleştirebilecek en uygun alternatif tespit edilmeye çalışılır.

Taslak önerileri safhasında temel karar alanları şunlardır:

- Fizibilite çalışmalarını gözden geçirmek
- Arazi kullanımı ve zemin yapısıyla ilgili kısıtlamaların tespit edilmesi
- Önerileri; strüktürel yapı, yerleşim ve fonksiyonel alan kullanımı açısından değerlendirmek
- Tasarım ve maliyet ilişkisinde optimumu yakalayan öneriyi belirlemek ve buna uygun ön maliyet planını hazırlamak
- Belirlenen ana taslak üzerinden mal sahibi ile anlaşma sağlayabilmek. [4]

Taslak önerileri safhasında, ilk maliyet tahmini; bina toplam alanı ya da hacmine dayalı analitik yaklaşımlar yanında, bina fonksiyonel elemanlarının basit olarak listelendiği bir format üzerinden de gerçekleştirilebilir. Mevcut projenin maliyet tahmininde, benzer nitelikte projelerin gerçekleşmiş maliyetlerinden temel olarak faydalanılabilir.

### **- İlk (Ön) Tasarım Safhası (D)**

Mal sahibinin istek ve ihtiyaçları gözetilerek oluşturulan taslakların temel planlama kararlarının verildiği safha ilk (ön) tasarım safhasıdır.

Belirlenen tavan maliyetin aşılmasına engel olabilmek için, tasarım kararlarının ve buna dayalı maliyetlerin sürekli kontrol altında tutulması gerekir. Ön tasarım safhasında; planlar, kesitler, cepheler ve diğer mimari teknik çizimler mal sahibinin ihtiyaçları gözetilerek hazırlanır. Mevcut projenin planlamasına ve amacına uygun ilgili mühendislik çizimlerine karar verilir. [4, 6]

Ön tasarım safhasında, proje enformasyon düzeyinin yükselmesinden dolayı daha detaylı maliyet tahminleri gerçekleştirilebilir ve hedef maliyete uygun alternatiflerin temel kararları verilebilir.

### **- Detaylı Tasarım Safhası (E)**

Ön tasarım safhasında hazırlanan mimari çizimlerin, gerçekleştirme evresine yönelik kararların alınabileceği detay seviyesine getirildiği safha detaylı tasarım safhasıdır [4].

Detaylı tasarım safhasında temel karar alanları şunlardır:

- Arazi zemin raporunun incelenmesi
- Altyapı yeterliliğinin kontrolü
- Tasarımın arazi koşullarına olan uygunluğunun sağlanması
- Detay projelerinin hazırlanması
- Tasarımın, kalite ve standartlara olan uygunluğunun kontrolü
- Tasarımın, gerçekleştirilen tahminlerle belirlenen maliyetlere uygunluğunun son kontrolünün yapılması
- Proje teslim sisteminin kesin kabulü ve uygun sözleşme dökümantasyonunun hazırlanması. [4]

Detaylı tasarım safhası, mimari ve ilgili mühendislik çizimlerinin son aşamasına yaklaşıldığı safhadır. Eldeki çizimler ve kararlar, imalat girdilerinin ve analizlerin tespiti için yeterli detay seviyesindedir.

Yapım birimlerine dayalı bir maliyet tahmin modelinin detaylı tasarım safhası sonunda kullanılması, güvenilirliği yüksek tahminlerin gerçekleştirilebilmesini imkan verir. İmalatların çeşitli alternatiflerinin olması, maliyete yönelik farklı karar modellerinin oluşturulabilmesine olanak sağlar.

#### **- Üretim Bilgileri Safhası (F)**

Kesin metraj işlemlerinin gerçekleştirilebileceği, yapım evresine girilmeden önce, uygulamaya dönük son teknik çizimlerin hazırlandığı safha, üretim bilgileri safhasıdır. Danışmanlar, alt yükleniciler, malzeme üreten ya da pazarlayan kuruluşlardan alınabilecek teknik destek ve kesin fiyat teklifleri, bina tasarım sürecinin ön safhalarında belirlenen tavan maliyetle uyumlu, proje üzerinde revizyon kararlarının alınabilmesine imkan verir [6].

Üretim bilgileri safhasında, projeye ait dökümantasyon en üst seviyede olduğundan, gerçekleştirilecek maliyet tahmini oluşturulacak proje bütçesinin temelini oluşturur.

#### **- Keşif ve İhale Safhaları (G, H)**

Teklif bedelinin tespitine yönelik kesin maliyet hesabının gerçekleştirildiği keşif safhası (G) ile, ihale hazırlıklarının yapıldığı ve ihalenin kazanılabilmesine yönelik temel kararların verildiği ihale safhası (H), bina tasarım sürecinin son safhalarıdır.

Keşif ve ihale safhalarında gerçekleştirilen maliyet hesapları temel alınarak, yüklenici ya da alt yükleniciler; yüksek maliyetli bileşenleri tespit edebilir, daha düşük maliyetli opsiyonel eleman ve yapım sistemlerini alternatif olarak malsahibine sunabilir ve maliyeti düşürebilmek amacıyla tasarım ekibinin projeye ait belli bileşenleri tekrar ele alması sağlanabilir [2].

Tasarım ekibinin, bina tasarım sürecinin erken safhalarında, ilgili mühendislik ekipleri, teknik danışmanlar, malzeme ve ekipmanları temin eden kişi ya da gruplarla organize çalışmamasından dolayı alınan yanlış kararların, ihale safhası gibi bina üretim sürecinin son safhalarında verilen revizyon kararları ile birlikte, maliyet ve süre üzerinde olumsuz etkiler yaratacağını unutmamak gerekir.

Tablo 2.1’ de, bina tasarım sürecini meydana getiren safhalar ve temel karar alanları genel hatlarıyla belirtilmiştir.



Tablo 2.1 Bina Tasarım Sürecinde Safhalar ve Karar Alanları

Safha	Eylemlerin amacı ve alınacak kararlar	Gerçekleştirilecek eylemler	Eylemlerle ilgili karar vericiler
<i>A. Ön Hazırlık</i>	İhtiyaçların genel bir çerçevesini oluşturmak.	Tasarım ve kontrol ekibinin oluşturulması. Mal sahibi istek ve ihtiyaçlarının tespiti.	Mal sahibi ve temsilcileri Tasarımcı
<i>B. Fizibilite</i>	Projenin; fonksiyonel, teknik ve finansal açıdan fizibil olduğu konusunda müşteri ile ortak karara varabilmek.	Mal sahibinin istek ve ihtiyaçlarının değerlendirilmesi. Arazi koşulları, seçilen yapı tipi ve sistemi, vs. gibi bileşenlerin maliyete olan etkilerini incelemek ve belirlenen maliyet sınırları çerçevesinde alternatifler oluşturmak.	Mal sahibi ve temsilcileri Tasarımcı Mühendisler Keşif uzmanı (Quantity Surveyor)
<i>C. Taslak Önerileri</i>	Binanın, strüktürel yapısı, yerleşim ve plan şeması vs. gibi genel tasarım kararlarının verilmesi, verilen kararlar üzerinden mal sahibi ile anlaşma sağlanması.	Mal sahibi ihtiyaçları, teknik konular, planlama, tasarım ve maliyet bileşenlerini göz önüne alarak alternatif öneriler geliştirmek.	Mal sahibi ve temsilcileri Tasarımcı Mühendisler Keşif uzmanı (Quantity Surveyor) İlgili uzmanlar
<i>D. İlk (Ön) Tasarım</i>	Tasarım ve maliyete ilişkin temel bileşenlere ait son kararların verilmesi	Maket ve çizimlerle tasarımı geliştirmek ve mevcut tasarımla uyumlu ilgili mühendislik çizimlerine karar vermek. Maliyet planlamasının gerçekleştirilmesi.	Mal sahibi ve temsilcileri Tasarımcı Mühendisler Keşif uzmanı (Quantity Surveyor) İlgili uzmanlar
<i>E. Detaylı Tasarım</i>	Tasarım, yapım sistemi, şartnameler, maliyet vs. gibi tüm bileşenlerin en son kararlarının verilmesi	Binanın, gerçekleştirme sürecine yönelik tüm çizimlerinin son detay kararları. Tasarımın tam bir maliyet kontrolünün gerçekleştirilmesi.	Tasarımcı Mühendisler Keşif uzmanı (Quantity Surveyor) İlgili uzmanlar Yüklenici (atanmışsa)
<i>F. Üretim Bilgileri</i>	Ürün bilgisinin tam olarak hazırlanması ve işin gerçekleştirilmesi için son detay kararlarının verilmesi.	İş programı, şartnameler, teknik çizimler vs. gibi tüm üretim enformasyonunun hazırlanması.	Tasarımcı Mühendisler İlgili uzmanlar Yüklenici (atanmışsa)
<i>G. Keşif</i>	Teklif için gerekli tüm enformasyon ve düzenlemelerin hazırlanması.	Proje maliyet hesabının gerçekleştirilmesi ve teklif bedelinin tespit edilmesi.	Tasarımcı Keşif uzmanı (Quantity Surveyor) Yüklenici (atanmışsa)
<i>H. İhale</i>	İhale hazırlıklarının yapılması ve ihalenin kazanılmasına dönük kriter kararlarının alınması.	İhale dosyasının hazırlanması.	Mal sahibi ve temsilcileri Tasarımcı Mühendisler Keşif uzmanı (Quantity Surveyor) Yüklenici



## **2.5. Bina Üretim Sürecinin Tasarım Evresine Yönelik Maliyet Tahmin Türleri**

Bina üretim sürecinin tasarım evresinde, birbirini takip eden çeşitli safhalarda gerçekleştirilebilecek 5 farklı maliyet tahmin türü söz konusudur:

- (1) Ön Hazırlık / Fizibilite Tahminleri (Planning / Feasibility Estimates)
- (2) Bütçe / Konsept Tasarım Tahminleri (Budget / Conceptual Design Estimates)
- (3) Şematik Tahmin (Schematic Estimate)
- (4) Detaylı (Dizayn Gelişim) Tahmin (Design Development / Detailed Estimate)
- (5) Sözleşme Dökümanları Tahmini (Contract Documents Estimate)

Maliyet tahmin türleri arasındaki sınırlar kesin olarak tanımlanmamıştır. Tasarımın, süreç içerisinde gelişimine bağlı olarak projeye ait enformasyon ve detay düzeyi de değişmekte, dolayısıyla maliyet tahmin türü de farklılaşmaktadır.

### **1. Ön Hazırlık / Fizibilite Tahminleri (Planning / Feasibility Estimates)**

Ön hazırlık ve fizibilite tahminleri; projenin amacına, belirli özellik ve bileşenlerine, tasarım kriterlerine, gerçekleştirme evresinde kullanılabilecek yapım tekniklerine, planlanan yapım süresine ve her türlü araştırma ve geliştirme ihtiyaçlarına açıklık getirmek amacı ile gerçekleştirilirler.

Bina üretim sürecinin erken safhalarında, hem malsahibi hemde tasarımcı, proje tamamlandığında olası maliyetin seviyesi konusunda fikir sahibi olmak ister. Projenin tasarımına henüz geçilmediği ön safhalarda, hazırlanan tahminin doğruluğunun yüksek olması beklenemez. Ancak, tasarım kriterlerinin proje maliyeti üzerindeki etkilerini gözlemleyebilme ve maliyeti değiştirebilme şansının en yüksek olduğu safhalar, proje ile ilgili fonksiyonel - operasyonel ihtiyaçların belirlendiği ve temel kararların verildiği ön hazırlık ve fizibilite safhalarıdır. Alınan kararlar, doğru verilere dayanıyor ve doğru yöntemler kullanılıyorsa, gerçekleştirilecek tahminin doğruluğu da yüksek olacaktır [15].

Ön hazırlık ve fizibilite tahminlerinin amacı, mal sahibi, tasarımcı ve yüklenicinin binanın yapılabilirliği konusunda karar vermelerine yardımcı enformasyonu sağlayabilmektir.

Tip ve karakteristikler açısından benzer nitelikler taşıyan projelerden alınabilecek maliyet verileri tahmin sürecinde kullanılabilir. Karşılaştırılan projeler arasındaki temel farklılıklar, tahminin güvenilirliğinin sağlanabilmesi açısından gözönünde bulundurulması gerekir.

Ön hazırlık ve fizibilite tahminlerinin gerçekleştirilmesinde, birim metodu, alan ve küp metodu gibi analitik yaklaşım modelleri kullanılabilir. Dikkat edilmesi gereken nokta, sözkonusu modellerin presizyonları düşük modeller olması ve çıktılarının doğruluğunun gerçek maliyete göre  $\pm 40\%$  oranlarında değişken olabileceğidir. Maliyet tahmin modelleri Bölüm 2.6' da detaylı olarak incelenmiştir.

## **2. Bütçe / Konsept Tasarım Tahminleri (Budget / Conceptual Design Estimates)**

Bütçe tahminleri, projenin fizibilitesini kesinleştirmek, uygulanabilir performans düzeylerini tanımlamak, realistik süre planlamasıyla entegre bir maliyet planı oluşturabilmek ve temel proje kriterleri, iş programı ve buna dayalı maliyetlerin belirlenmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilirler. Bir proje için bütçe belirlendikten ve sözkonusu bütçeye ait finansman kaynağı sağlandıktan sonra, ön tasarım safhalarından ileri safhalara doğru geçiş sağlanabilir [2].

Projenin konseptine dayalı ön etüdler, proje ile ilgili temel kriterler, bütçe tahminlerinin gerçekleştirilmesinde ana veriyi oluştururlar. Alan, küp metodu vb. gibi analitik yaklaşımlar yanında, bina elemanlarının m<sup>2</sup> maliyetleri üzerine oturtulmuş daha detaylı ve presizyonu yüksek maliyet tahmin modelleri, bütçe tahminlerinin hazırlanmasında kullanılabilirler [4]. Bütçe tahminlerinin gerçekleştirildiği safhalarda, tasarımın 10% ile 15% arasında tamamlanmış olduğu göz önüne alınırsa, ortaya konulacak tahminin doğruluğu gerçek maliyete göre  $\pm 30\%$  oranlarında değişken olabilir.

## **3. Şematik Tahmin (Schematic Estimate)**

Şematik tahmin, alınan tasarım kararlarının, belirlenen maliyet sınırları çerçevesinde gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğini tespit etmeye yönelik, konsept ile detaylı tahmin arasında yapılan bir ara tahmin türü olarak tanımlanabilir.

Şematik tahminin, tasarımın 25% ile 35% oranları arasında tamamlanmış olduğu safhalarda gerçekleştirildiği göz önüne alınırsa, ele alınan veri, detaylı çizimleri, açıklayıcı bilgileri ve şartnameleri kapsar. Şematik tahmin, mevcut projenin fonksiyonel bileşenlerine ait temel kararların verildiği safhalarda

gerçekleştirildiğinden, tahmin; belirli bir sınıflandırmaya sokulmuş fonksiyonel elemanlar bazında, daha önce gerçekleştirilmiş projelerin maliyet verilerinden faydalanılarak hazırlanabilir.

Şematik tahminde ele alınan veri düzeyi, bütçe tahminine göre daha yüksektir. Bu durum tahminin doğruluğunun gerçek maliyete göre  $\pm 20\%$  oranlarında gerçekleşmesini imkan verir.

#### **4. Detaylı (Dizayn Gelişim) Tahmin (Design Development / Detailed Estimate)**

Detaylı tahminin amacı, teklif verilmesi öncesinde, proje maliyetini mümkün olan en üst doğruluk seviyesinde tespit edebilmektir.

Tüm mühendislik verileri, detaylı proje çizimleri, açıklamalar ve parametreler, süre planı, detaylı tahminin verilerini oluşturur. Eldeki çizimler ve kararlar, imalat girdilerinin ve analizlerin tespiti için yeterli detay seviyesindedir. Proje dökümantasyonun 60% ile 100% arasında tamamlanmış olduğunu göz önüne alınırsa, detaylı tahminlerin daha önce ele alınan tahmin türlerine oranla doğruluk yüzdesi daha yüksek tahminler oldukları söylenebilir. Detaylı tahminlerin doğruluğu, gerçek maliyete göre -5% ile +15% oranları arasında değişebilir.

Detaylı tahminlerde, projeye ait veri düzeyine bağlı olarak, elemanlara ya da yapı birimlerine dayalı maliyet tahmin modelleri kullanılabilir.

#### **5. Sözleşme Dökümanları Tahmini (Contract Documents Estimate)**

Tasarım ve sözleşme dökümanları tamamlandığı zaman son maliyet tahmini de gerçekleştirilebilir. Birincisi; yüklenicinin proje teklifini hazırlaması, ikincisi ise, mal sahibinin bütçesini hazırlaması ve gelen teklifleri değerlendirmesi için olmak üzere iki tip sözleşme dökümanları tahmini hazırlanabilir [7].

Yüklenici ile mal sahibinin maliyet tahminleri arasında en önemli fark, her iki tarafın da ele aldığı enformasyon düzeylerindedir. Mal sahibi adına gerçekleştirilen tahminlerde kullanılan enformasyon daha genel düzeydeyken, yüklenicinin ihaleyi alabilmesi için teklif maliyetini doğruya en yakın şekilde tahmin etme ihtiyacı daha detaylı enformasyon kullanılmasını gerektirir [7].

Sözleşme dökümanları tahmininin doğruluğunun yüksek olması önemlidir, çünkü projenin belirlenen bütçe dahilinde gerçekleştirilebileceğine kesin karar vermek, bütçeyi aşan maliyetler söz konusu ise revizyon kararları almak ve alternatifler

üretebilmek gerçekleştirme evresi öncesinde sözleşme dökümanları tahminleriyle mümkündür.

Sözleşme dökümanları tahmininde, eldeki verilerin en üst detay seviyesinde olmasından dolayı, imalat kalemlerinin her birinin ayrı ayrı analizlerine dayalı, birim fiyatların baz alındığı yapım işlemlerine dayalı maliyet tahmin modelleri kullanılabilir.

Maliyet tahmin türleri arasındaki temel farklar Tablo2.2' de özet olarak belirtilmiştir.

## 2.6. Maliyet Tahmin Modelleri

Bina tasarım sürecinin çeşitli alt safhalarında verilecek tasarım kararlarının maliyete etkileri, bina özellikleri ile maliyet arasındaki bağlantıyı kurmaya imkan veren maliyet tahmin modelleri vasıtası ile tespit edilebilir [13].

Maliyeti tahmin ve kontrol edebilmeye yardımcı maliyet tahmin modellerinin kullanım amaçları şu şekilde özetlenebilir:

- Proje maliyeti konusunda müşteriye bilgi vermek ve ekonomik güvencesini sağlamasına yardımcı olmak.
- Maliyet tahmin ve analizleriyle, tasarımın optimum yönde geliştirilmesine olanak sağlamak.
- Tasarım bileşenlerinin maliyetlerinin kontrolünü sağlamak. [5]

Bu amaçlarla oluşturulan maliyet tahmin modellerinin yararlı olabilmesi için, aşağıdaki özelliklere sahip olmaları gerekir:

- Yeterli düzeyde ve uygun verinin mevcut olması veya mevcut veriye uygun maliyet tahmin modelinin seçilmesi gerekir.
- Modelde kullanılan maliyet verileri güncellenmeye açık olmalı, piyasanın değişen şartlarına uygun olarak yenilenebilmelidir.
- Model, tasarımı sınırlayan problemleri çözmede tasarımcıya yardımcı olabilmelidir.
- Model, bina üretim sürecinde rol alan; tüm tasarımcılar, danışmanlar, yüklenici firmalar vs. tarafından kullanılabilmelidir.
- Farklı organizasyonların enformasyon sistemleriyle entegre çalışabilmelidir.

Tablo 2.2. Maliyet Tahmin Türleri

<i>Tahmin Türü</i>	<i>Ön Hazırlık / Fizibilite</i>	<i>Bütçe / Konsept Tasarım</i>	<i>Şematik</i>	<i>Detaylı (Dizayn Gelişim)</i>	<i>Sözleşme Dokümanları</i>
<b>Amaç</b>	Maliyet Limitini Belirlemek	Maliyetin Planlanması	Maliyet Kontrolü	Son Maliyet Kontrolü	Maliyet Analizi
<b>Mevcut Veri Düzeyi</b>					
<b>Arazi</b>					
Bölge	Varsayımlara Dayalı	Varsayımlara Dayalı	Ön Seviyede Enformasyon	Optimum Seviyede Enformasyon	Üst Düzey Enformasyon
Jeolojik Yapı	Varsayımlara Dayalı	Varsayımlara Dayalı	Ön Seviyede Enformasyon	Üst Düzey Enformasyon	Üst Düzey Enformasyon
<b>Tasarım</b>					
Tasarımın Durumu	Yok	Konsept (Alternatifler)	Şematik (Alternatifler)	Son Durum	Son Durum
<b>Proje Dokümantasyon</b>					
Mimari Çizimler	Yok	10% - 15%	25% - 35%	60% - 100%	100%
Strüktürel Yapı (Statik)	Yok	Yok	Genel Hatlarıyla	Oldukça Detaylı	Tamamlanmış
Mekanik Tesisatı Çizimleri	Yok	Yok	Genel Hatlarıyla	Düşük Detay Seviyesi	Gelişmiş (Tam)
Elektrik Tesisatı Çizimleri	Yok	Yok	Genel Hatlarıyla	Düşük Detay Seviyesi	Gelişmiş (Tam)
Şartnameler	Yok	Yok	Standart	Ön Aşama	Sözleşmeye Dayalı
<b>Proje Teslimi</b>					
Proje Temin Planı	Yok	Yok	Ön Aşama	Son Seviye	Kesinleştirilmiş
İş programı	Çubuk Diyagramı	Çubuk Diyagramı	Kritik Yörünge Analizine Dayalı Çubuk Diyagramı	Kritik Yörünge Analizi	Kritik Yörünge Analizi
<b>Ana Maliyet Bileşenleri Tahmini</b>					
Genel Yaklaşım	Geçmiş Proje Verileri / Veritabanı	Geçmiş Proje Verileri / Veritabanı	Teklif Fiyatlarına Dayalı	Karşılaştırmalı Teklif Fiyatlarına Dayalı	Sözleşme Maliyeti
Mühendislik Çalışmaları	% Toplam Maliyet	Eskiz Miktarlarına Dayalı Maliyet	Temel Çizim Miktarlarına Dayalı Maliyet	Detaylı Metrajlara Dayalı Maliyet	Sözleşme Maliyeti
Statik	% Toplam Maliyet	Eskiz Miktarları	Temel Çizim Miktarları	Detaylı Metrajlar	Sözleşme Maliyeti
Ana Ekipman Maliyetleri	% Toplam Maliyet	Geçmiş Proje Verileri/ Veritabanı	Teklif Fiyatlarına Dayalı	Karşılaştırmalı Teklif Fiyatlarına Dayalı	Sözleşme Maliyeti
Mekanik	% Toplam Maliyet	% Ekipman	% Ekipman	İşgücü / Miktar	Sözleşmeye Dayalı Maliyet
Tesisat	% Toplam Maliyet	Yaklaşık Miktarlar	Kaba Metraj	Metrajlara Dayalı Maliyet	Detaylı Metrajlara Dayalı Maliyet
Elektrik	% Toplam Maliyet	TL / kW	TL / kW	Metrajlara Dayalı Maliyet	Detaylı Metrajlara Dayalı Maliyet
Dolaylı Maliyetler	% Toplam	% Toplam	% Toplam	Hesaplanmış	Hesaplanmış
<b>Ekonomik Analiz</b>	Güvenilir Değil	Güvenilir Değil	Güvenilir	Son Karar Aracı	
<b>Tipik Doğruluk Yüzdesi</b>	±40%	±30%	±20%	-5% _ +15%	-5% _ +10%

- Maliyet tahmin modeli, mal sahibinin hedefleri ile sözkonusu hedeflere ulaşabilmek için kullanılan kaynakların maliyeti arasındaki ilişkiyi gösterebilmelidir.
- Tasarımcı, modelin sonucunu tasarımı üzerine kolaylıkla adapte edip kullanabilmelidir.
- Model; hızlı, ucuz ve güvenilir olmalıdır. [13]

Yukarıda bahsi geçen faktörlerin tümü göz önüne alındığında, bir modelin performansını etkileyen bileşenler şu şekilde sıralanabilir [1];

- (a) Veri
- (b) Veri / model ortaklığı
- (c) Model tekniği
- (d) Çıktının yorumu

#### **a) Veri**

Veri, modelin performansını etkileyen en önemli faktördür. Hızlı elde edilebilen, doğru, güvenilir ve yeterli miktardaki verinin iyi veri olduğu söylenebilir. Maliyet verileri, bina üretim sürecinin ön safhalarında proje ile ilgili olası maliyetlerin malsahibine belgelendirilmesi açısından önemlidir. Proje ilerledikçe, değişik detay seviyelerinde maliyet verilerine duyulan ihtiyaç artar.

Verilerin toplanması, kullanım amacına yönelik işlenmesi ve en etkin biçimde iletişiminin sağlanması gerekir. Veri toplama işleminin en çok sıkıntı duyulan konulardan biri olduğu söylenebilir. Özel kuruluşlar, kendi veri toplama ve depolama sistemlerini (in-house) kendileri geliştirebilirler. Özellikle benzer nitelikte işlerle uğraşan kuruluşlar, yaptıkları işler ile ilgili mevcut verileri kaydederek bir sonraki iş için veri girdisi oluşturabilirler. Bunun dışında çeşitli ülkelerde, özel ya da devlet kuruluşları tarafından inşaat sektörüne yönelik enformasyon sistemleri geliştirilmiştir. İnşaat sektörü için geliştirilmiş ve maliyet bankası olarak görev yapmakta olan sözkonusu veri bankalarına örnek olarak; Fransa’ da UNTEC (Union Nationale Des Tecnicos de la Construction), İngiltere’ de BCIS (Building Cost Information Service) ile BMCL (Building Maintenance Cost Ltd), özel kuruluşlara ise; Amerika’ dan RS Means, Richardson vs. örnek gösterilebilir [8].

Türkiyede inşaat sektörüne yönelik hiyerarşik yapıdaki maliyet veritabanı örneklerinden bazıları; Bayındırlık Bakanlığı, Karayolları, İller Bankası, Devlet İstatistik Enstitüsü (D.İ.E.) vs. tarafından dönemlik hazırlanan çalışmalardır.



Toplanan verilerin kullanım amacına yönelik olarak işlenmesi ve değişen ekonomik ve sosyal koşullar gözönüne alınarak sürekli güncellenmesi gerekir. Elde edilen verilerin maliyet tahmini için kullanılacak tahmin modeli ile olan uyumları önemli bir unsurdur.

Bahsi geçen tüm faktörler dikkate alınarak seçilen modelin çıktısının güvenilirliği yüksek olacaktır.

#### **b) Veri / Model Ortaklığı**

Veri -model ortaklığın önemi, kullanılan modele karşın tasarımın gelişme aşamasına bağlıdır. Örneğin; etüd safhasındaki veri düzeyi ile detaylı tasarım safhası sonundaki veri düzeyinin farklı seviyelerde olması, her iki safhada kullanılabilecek maliyet tahmin modellerinin farklı niteliklerde olmasını gerektirir. Modelin ihtiyaç duyduğu düzeyde verinin olmaması, sonucun istenilen seviyede olmamasına da neden olur. Diğer bir ifadeyle; verilerin kullanılacak modelin gelişmişlik düzeyine uygun olması gerekir. Eldeki tasarımın detay seviyesine uygun model seçimine gidilmelidir.

#### **c) Model Tekniği**

Günümüzde bilinen geleneksel modellerin yanında; istatistiksel, matematiksel ve bilgisayar kullanımı ile desteklenen pek çok maliyet tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu modellerden hangisinin eldeki projenin maliyet tahmininde kullanılabileceğine karar verilmesi önemli bir unsurdur. Model seçimi, büyük ölçüde tasarımın hangi düzeyde olduğuna ve eldeki verilere bağlı olarak gerçekleştirilir.

#### **d) Çıktının Yorumu**

Veri, veri/model ortaklığı ve model tekniği konusunda karar veren için iki önemli sorun vardır. Bunlardan birincisi; modelin güncelleştirilmesi, diğeri ise model çıktısının yorumudur.

Güncelleştirme üç şekilde yapılabilir [12];

- Yeni ilişkiler ve veriler tamamen yeniden formüle edilir,
- Model sabit tutulurken, veri dosyaları güncelleştirilir,
- Model ve veri aynen alınıp, çıktı çeşitli indekslerin yardımıyla güncelleştirilir.

Çıktıların yorumunun doğru yapılması, tahmini yapan kişilerin modellerin olumlu ve olumsuz yönlerini iyi bilmeleri yoluyla mümkündür.

Her modelin çıktısı farklıdır. Çıktı; bazı durumlarda fazla yorum yapılmasına müsait değilken, birtakım çıktılar üzerinden, kullanılan tahmin modelinin etkinliği istatistiki olarak belirlenebilir. Değişkenlerin ilişkileri ve etkileri yorumlanarak karar verilebilir. Bu nitelikte bir çıktı, çeşitli diyagramlar ve eğrilerden oluşmaktadır. Olasılıklar ve risklerin yorumlandığı bu diyagramlar sayesinde karar verici çıktıyı yorumlar. Karar vericinin kişisel tecrübesi ve beceri düzeyi, kullanılan modelin kapasitesi, ortaya konulacak yorumu büyük ölçüde etkiler.

#### **2.6.1. Maliyet Tahmin Modellerinin Sınıflandırılması**

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.

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.

Sözkonusu modeller; özellikleri, kullanıldıkları bina üretim süreci safhası, çıktılarının şekli, tarihi gelişimleri vb. faktörlere dayalı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler:

##### **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. [25]



### **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 in maliyeti “x”, 2. alternatif in maliyeti “y” dir.” şeklindedir.
- (2) İkinci grup modeller: “Glass Box” ya da “Black Box” olarak adlandırılan modellerdir. Tahminin kapsamında neyin olup neyin olmadığını gösterirler.
- (3) Üçüncü grup modeller: Bu gruba ait modelleri üç alt gruba ayırabilmek mümkündür:
  - (a) Simülasyon modelleri (Gerçeğin matematiksel temsili)
  - (b) İstatistiki modeller (Verinin istatistiki olarak işlenmesi)
  - (c) Uzman sistemler (İstatistiki işlemleri, uzman düşüncesinde üretmek) [16]

### **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. [5]

Diğer bir sınıflandırma sistemi ise modelleri; tek değerli (deterministic) ve olasılık (probabilistic) modeller olmak üzere iki gruba ayırır. Tek değerli modeller; değerlerin tüm değişkenlerle nitelenebileceğini ve sözkonusu değerlerin tam olarak bilindiği veya tahmin edilebileceğini farz eder. Olasılık modelleri ise değişkenlerin değerlerinin tam belli olmadığını, hesaplanabileceğini kabul eder [1].

Tekniklerine göre modeller; işlemsel, istatistiki, optimizasyon ve tahmin modelleri şeklinde de sınıflandırılabilirler.

Modeller, sahip oldukları özelliklere göre bahsi geçen sınıflandırmalara ek olarak çok farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Yapılan tüm sınıflandırmalardan yola çıkarak modeller iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

## **1. Geleneksel Maliyet Modelleri (Miktarlara Dayalı Modeller)**

### **(a) Tek Fiyatlı Tahmin Modelleri**

- Birim Metodu
- Küp Metodu
- Alan Metodu
- Kat Kabuğu Metodu

### **(b) Elemanlara Dayalı Modeller**

### **(c) Yapım İşlemlerine Dayalı Modeller**

### **(d) Kaynaklara (Yapım Girdilerine) Dayalı Modeller**

## **2. Gelişmiş Maliyet Modelleri**

### **(a) Nedensel veya Deneysel Modeller**

### **(b) Regresyon Modelleri**

### **(c) Simülasyon Modelleri**

### **(d) Yapay Zeka ve Uzman Sistemler**

### **2.6.1.1. Geleneksel Maliyet Modelleri (Miktarlara Dayalı Modeller)**

Bina üretim sürecinin tasarım evresi, alınan kararların maliyetin oluşumu üzerinde en etkili olduğu evredir. Geleneksel maliyet tahmin modelleri, tasarımla beraber yürütülebilecek tahmin modelleri olarak tanımlanabilirler.

#### **(a) Tek Fiyatlı Tahmin Modelleri:**

##### **• Birim Metodu:**

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 [5].

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 koşulları, piyasa ve ekonomik koşullar göz önüne alındığında yapılan güncellemeler neticesinde elde edilebilir [1].

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 [1]. 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 [6].

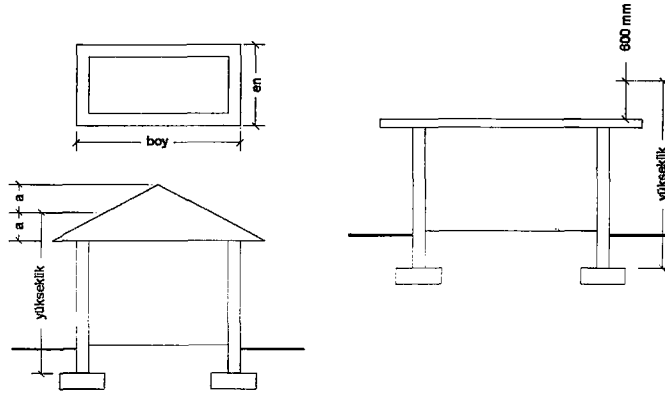
- **Küp Metodu:**

Küp metodu, özellikle geçtiğimiz yüzyılın başından itibaren oldukça sık kullanılmış fakat pratikte sahip olduğu dezavantajlar nedeniyle zamanla terkedilmiştir.

Küp 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<sup>3</sup> miktarıdır [1].

Küp yönteminin etkin kullanılabilmesi için, bu yöntemin ölçüm kurallarının bilinmesi gerekir. Bunlar:

- Plan boyutlarına dış duvarlar dahildir. Ölçü dış duvarların dış yüzeyinden alınır.
- Yüksekliğin ölçümü, çatı tipine, çatı boşluğu olup olmamasına göre değişir. Çatı boşluğunun olmadığı eğimli çatıya sahip bir konut için yükseklik boyutu, beton temelin üzerinden çatı yüksekliğinin yarısına kadar, çatı boşluğu oluşturulacaksa 2/3' üne kadar alınır. (Şekil 2.2.)
- Düz çatılarda yükseklik boyutu, çatı seviyesi yüksekliğine 60 cm ilave edilerek bulunur. (Şekil 2.2.)
- Kapı saçakları, cumbalar, tavan arası pencereleri, baca grupları, küçük kuleler, ışıklıklar gibi ek hacimlerin hesabı yapılmalı ve toplam bina hacmine katılmalıdır. [1]



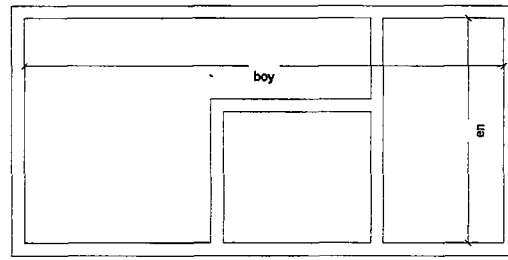
Şekil 2.2. K p metodu

K p metodunun en önemli dezavantajları; faydalı alan miktarı konusunda mal sahibine fikir verici olamaması, plan formu, kat sayısı vb. gibi parametreleri gözardı etmesi ve tahminin doğruluğunu olumsuz yönde etkileyebilecek, hacimsel ölçekte büyük bir rakam çıktısı vermesidir [1].

K p yönteminin günümüzde sık kullanılmamasının temel nedeni, bina maliyetinin hacimden çok döşeme alanı ile sıkı bir ilişki içinde olduğunun kabul edilmesidir.

- **Alan Metodu:**

Alan metodu, maliyet ile döşeme alanı arasındaki ilişkiye bağlıdır. Binanın tüm katları gözönüne alınarak toplam kat alanı; dış duvarların i  yüzeylerinden alınan ölçüler itibariyle hesaplanır [1]. ( ekil 2.3.) İ  duvarlar, bölmeler, merdivenler, geçitler, asansör boşlukları hesaptan d   lmez. Binanın alanını hesaplar ken, çerçevelere ba lanan s t nların dış duvarların içinde bulunduğu hallerde, bu s t nlar ihmal edilerek boyutlar  er eve duvarının i  yüzeyinden alınır. Döşeme seviyesinde hiç duvar yoksa, boyutlar s t nların dış yüzeylerinden alınır.



Şekil 2.3. Alan Yöntemi

Hesaplanan alanın, benzer nitelikler taşıyan projelerden alınan m<sup>2</sup> birim maliyetlerle çarpılmasıyla, tasarımın erken safhalarında kullanılabilecek bir tahmin gerçekleştirilebilir. Ancak; plan şeması, büyüklük, kalite vb. gibi faktörlerin dikkate alınması, alan metoduyla gerçekleştirilen tahminlerin güvenilirliği açısından önemlidir.

- **Kat Kabuğu Metodu:**

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 alanı hesaplanır. Zemin kotunun altında kalan duvarların alanları ise 2 ile çarpılır.

Kat kabuğu metodu şu bileşenleri göz önüne alır:

- Plan şekli (Dış duvar alanı hesaplanır)
- Toplam kat alanı (Her katın döşeme alanı hesaplanır)
- Kat sayısı (Her kat için farklı bir katsayı belirlenir)
- Kat yükseklikleri (Döşeme ve çatı alanlarının, dış yüzey duvar alanlarına olan oranı belirlenir)
- Bina yüksekliği (Çatı alanının dış yüzey duvar alanlarına olan oranı belirlenir)
- Zemin kotunun altında yapılan faydalı alanların maliyete olan etkisi (Katsayılar kullanılır)

Kat kabuğu metodu, şu ana kadar ele alınan metodlar arasında, çıktılarının doğruluğu açısından en yüksek performansla sahip olanıdır, fakat metodla beraber kullanılabilecek uygun maliyet verilerinin kolay elde edilememesi, kat kabuğu metodunu sık kullanılan bir metod olmaktan çıkartmıştır [1].

**(b) Elemanlara Dayalı Modeller:**

Bu yöntem, bina maliyetini, bina fonksiyonel elemanları bazında, ve genellikle daha önce gerçekleştirilmiş projelerin maliyet verilerinden yola çıkarak maliyeti tahmin edebilmeyi hedefler. Her binada aynı işlevi gören yapı bölümleri olarak tanımlayabileceğimiz fonksiyonel elemanların maliyetlerinin toplamı, bina maliyetini oluşturur.

Bina fonksiyonel elemanları, farklı kuruluşların belirlemiş olduğu çeşitli formatlarda sınıflandırılabilir. Fonksiyonel elemanlara dayalı sınıflandırma sistemleri, detaylı bir maliyet tahmini yapılabilmesi açısından belirli bir mantık içerisinde düzenlenmişlerdir.

Fonksiyonel elemanlara dayalı sınıflandırma sistemlerine, pek çok kuruluşun kendi standartlarına göre oluşturmuş olduğu çalışmalar örnek gösterilebilir. Unifomat, RICS – UK (The Royal Institution of Chartered Surveyors), SfB, CIB Master List, BCIS (Building Cost Information Service) bunlardan birkaçıdır.

Elemanlara dayalı maliyet tahmininin yapılabilmesi için; fiyatlandırılmış metraja (keşif), miktar faktörlerinin hesaplanabilmesi için, çizimlere ve teknik şartnamelere ihtiyaç vardır. Maliyet planlaması, yaklaşık yapım maliyetinin bina üretim sürecinin ön safhalarında tespit edilmesiyle başlar ve binanın teslim sürecinin sonuna kadar devam eder. Elemanlara dayalı maliyet planlaması, bina fonksiyonel elemanları baz alınarak gerçekleştirilebilecek maliyet tahminleriyle desteklenebilir. Fonksiyonel elemanlara dayalı maliyet tahmin modellerinin önemli bir avantajı, toplam bina maliyetini planlayabilme ve maliyetin fonksiyonel elemanlar arasında dengeli bir dağılımının yapılabilmesine imkan vermesidir.

Elemanlara dayalı modeller, avan proje esnasında kullanılabilecek en uygun maliyet tahmin modelleridir.

### **(c) Yapım İşlemlerine Dayalı Modeller:**

Yapım işlemlerine dayalı modellerde bina; kendisini oluşturan en küçük düzeyde parçalar olan imalatlara bölünür. Her bir imalatın maliyetlerinin toplamı bina maliyetini verir.

İmalatların analizleri ve birim fiyatlarının tespiti konusunda ülkemizdeki en önemli çalışmalardan birisi; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından dönemlik olarak hazırlanan, inşaat birim fiyatlarına esas; işçilik, araç ve gereç rayiç listeleridir.

Fonksiyonel elemanlara dayalı sınıflandırma sistemleri olduğu gibi, Türkiye'ye ve yurtdışına özgü yapım işlemlerine dayalı sınıflandırma sistemleri söz konusudur. T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından dönemlik hazırlanan birim fiyat listeleri aşağıda belirtilen sınıflandırma sistemine göre düzenlenmişlerdir [11]:

- 01) İşçilikler
- 02) Taşıtlar
- 03) Makina ve araçlar
- 04) Gereçler
  - Yapım İşleri
- 07) Nakliyeler
- 08) İhzarat işleri
- 09) Yükleme, boşaltma, istif işleri
- 10) Harçlar
- 14) Elle kazı
- 15) Makina ile kazılar
- 16) Beton işleri
- 17) Taş işleri
- 18) Çatı işleri
- 19) Yalıtım işleri
- 20) Kazık, palplanş işleri
- 21) Kalıp, iskele işleri
- 22) Ahşap doğramalar
- 23) Demirli inşaat işleri
- 24) Tenekecilik işleri
- 25) Boya, badana, cila işleri
- 26) Döşeme, duvar kaplamaları işleri
- 27) Sıva, derz, şap işleri
- 28) Cam işleri
- 30) Öngerilmeli, önyapımlı elemanlar
- 37) Çim işleri

Bina inşaat işleri ile ilgili olarak kullanılan araçlar, taşıtlar, gereçler ve işçilik girdilerinin birim miktarlarının satın alma bedelleri “Rayiçler” olarak tanımlanmaktadır. Rayiçler;

- İşçilik ücretleri,
- Taşıtların ücretleri
- İnşaat makina ve araçları ücretleri,
- Malzeme ücretleri

şeklinde gruplandırılmış olup, her grup kendi içinde değişik poz numaraları, ölçü birimleri, satın alma ya da temin yeri ve rayiç fiyatları itibariyle sıralanmışlardır.



Proje gereği yapılması gereken, imalat çeşitlerinin her birinin ayrı ayrı maliyetlerini ve sonuçta tüm bina maliyetini bulabilmek için kullanılan birim maliyet değerleri, “Birim Fiyatlar” olarak tanımlanabilir.

Birim fiyatlar, imalatın bünyesine giren bütün malzemelerin zaiyatlı miktarlarıyla beraber, imalatı yapmak için kullanılan işçi saatlerinin yer almış olduğu analizlere rayiç bedellerinin yerleştirilmesi sonucu tespit edilmekte, bulunan miktara 25% müteahhitlik karı ve genel giderler masrafı dahil edilmektedir [8].

Yapım işlemlerine dayalı modellerin kullanılabilmesi, detaylı çizimlerin hazır olduğu ve proje kararlarının eksiksiz verildiği, üretim bilgileri ve ihale safhalarında mümkündür. Yapım işlemlerine dayalı modeller genellikle, ihale ve gerçekleştirme evrelerinde kullanılırlar. Modele;

İhale hazırlığı evresinde : 1. Keşif Özeti

Gerçekleştirme evresinde : Hakediş

İnşaat bittikten sonra : 2. Keşif Özeti adı verilir [25].

#### **(d) Kaynaklara (Yapım Girdilerine) Dayalı Modeller:**

Kaynaklara dayalı modeller, bina üretim sürecinin gerçekleştirme evresinde kullanılabilecek nitelikte yaklaşımlardır. Şantiye yönetimine, malzeme, işgücü ve ekipman organizasyonunun yapılmasına yardımcı olurlar. Üretimi oluşturan kaynakların belirlenmesi ve maliyetlendirilmesi, kaynaklara dayalı maliyet tahmin modellerinin temelini oluşturur. Şu ana kadar incelenen modeller arasında en detaylı veriyi gerektiren ve çıktısı doğruya en yakın modellerdir.

Model uygulanırken yapılması gerekenler, işin temel bileşenlerine yani iş kalemlerine ayrılması ve her bir iş kalemi için gereken, malzeme, ekipman ve işgücü miktarlarını belirleyerek, bunların maliyetlerini hesaplamak yoluyla toplam bina maliyetine ulaşabilmektir.

#### **2.6.1.2. Gelişmiş Maliyet Modelleri**

Gelişmiş maliyet modelleri, özellikle bilgisayar teknolojisinin maliyet tahmin sürecinde devreye girmesiyle sık kullanılmaya başlanan ve istatistiki yöntemlere dayalı modellerdir. Bu tip modellerde, binayı oluşturan alt sistemlerin ya da yapı bileşenlerinin miktarlarından ziyade, tasarımı tanımlayıcı bileşenlerden yola çıkılarak maliyet tahmini gerçekleştirilir.

Tasarımda, maliyeti etkileyebilecek parametrelerden bir veya birden fazlası üzerinde çalışılarak maliyet tahmini gerçekleştirilebilir.

#### **(a) Nedensel veya Deneysel Modeller:**

Bu tip modeller; gözlem, deney ve sezgiye dayanır. Maliyetin birtakım tasarım değişkenleri ile ilişkisi matematiksel bir formüle dönüştürülür. Miktar ile maliyet arasındaki ilişki basitleştirilmiştir, fakat, modelin basitleştirilmesine karşın doğruluğunun artırılması temel araştırma konusudur. Günümüzde kullanılan deneysel modellerde, proje bazında karışık plan şemaları veya çok sayıda katlar gözönünde tutulmaz. Tahmincinin bunları kişisel olarak ele alması gerekir. Deneysel bir modele örnek olarak, döşeme betonunun maliyetinin hesaplanabilmesi için geliştirilmiş aşağıdaki formül örnek gösterilebilir [1];

$$L \text{ (Plan uzunluğu)} \times W \text{ (Plan genişliği)} \times D \text{ (Betonun kalınlığı)} \times R \text{ (1 m}^3 \text{ te ölçülen beton miktarı)} = P \text{ (Döşeme Maliyeti)}$$

Bu formülden, gözlem ve deneylere dayanılarak, değişik kalınlıklarda betonun maliyetinin de farklı çıkacağı anlaşılabılır. Bu metodun en önemli avantajı, kolay anlaşılabilir olması ve projeye olan ilişkisinin çabuk tespit edilebilmesidir.

#### **(b) Regresyon Modelleri:**

Deneysel modellerde, tasarım değişkenleri ile maliyet arasında sabit bir ilişki olduğu varsayılır. Formülüze edilen maliyet faktörü de sabittir ancak sosyal bilimlerde, özellikle insan performansının ölçümü gerektiğinde, tam ilişki genellikle gözlenemediğinden, değişkenler arasında yaygın ve ortalama ilişki söz konusudur.

Regresyon modelleri, gözlenen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki farkın karelerinin toplamını minimize etmeyi amaçlayan, en küçük kareler metodu ile değişkenler arasındaki ilişkiyi saptayan bir methodur [5].

Değişkenler arasındaki ilişki matematiksel bir formüle dönüştürülerek, formüldeki değerlerin yerine konulmasıyla maliyet hesaplanır.

Basit lineer regresyon, iki değişken arasındaki ilişkiyi inceler. Denklemi;

“ $y = a + bx$ ” şeklindedir.

Çoklu regresyon ise, üç veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz eder. Denklemi;

“ $y = a + b_1.x_1 + b_2.x_2 + b_3.x_3 + \dots + b_n.x_n$ ” şeklindedir. [1]

### **(c) Simülasyon Modelleri:**

Simülasyon modelleri, incelenen sistemin kendisini oluşturan bileşenlerinin birbirine olan etkisini araştırarak, sistemin davranışlarını kopya etmeye çalışır, diğer bir ifadeyle, incelenen sistemin küçük bir modelini oluşturur.

Simülasyon modelleri, standart matematiksel modeller tarafından analiz edilmesi güç olan karışık sistemlerin gösteriminde daha büyük esnekliğe sahiptirler [1].

Simülasyonun 3 temel özelliği sözkonusudur:

- (1) Mümkün olduğunca doğrudan deneyimlerden kaçınma isteği vardır. Doğrudan deneyimler özel sistemleri geliştirip denemeyi gerektirir, bu da oldukça yüksek maliyetlidir.
- (2) Simülasyon, sabit davranış gösteren matematiksel problemlerden farklı olarak, deneysel ve hataya bağlı gözlemler gerektirir. Performans hakkındaki sonuç, istatistiki analizlerin test edilmesine dayalıdır.
- (3) Bu sonuç, operasyonel araştırma alanının gelişmesine kadar uzanır. Bilimsel araştırma ve operasyonel araştırma arasındaki fark, daha sonra incelenen pek çok olaydaki değişkenliğin daha büyük olmasıdır.

En çok kullanılan simülasyon modeli, “Monte Carlo Simülasyonu” dur. Monte Carlo simülasyonu, kesin olarak tahmin edilemeyecek olan kontrollü faktörleri ilgilendiren bir tekniktir. Modele, Monte Carlo denilmesindeki temel neden; tekniğin, seçilen rasgele sayılar yardımıyla uygulanmasıdır. Rasgele sayılar çeşitli yollardan seçilebilir, en doğrusu bunu bilgisayar yardımıyla saptamaktır [5].

Monte Carlo simülasyonu, örneğin hesap edilen maliyetle, bu miktardan sapan teklif fiyatı olasılığı arasındaki ilişkiyi inceler. Bu teknik, maliyet planındaki her temel kategori için kuramsal anlamda birim fiyat oranları üretir. Bu varsayılan oranlar muhtemel dağılımlardan alınır ve fiyat tahminini oluşturmak için kullanılırlar. Eğer bu uygulamalar yeterli sayıda tekrarlanırsa, toplam fiyata çok yakın bir değer veren muhtemel sıklık fonksiyonunun grafiği elde edilebilir.

Monte Carlo analizi, öneri projelerin simülasyon serilerinin oluşturulması ile ilerler. Her simülasyon, proje için ayrı bir tahmin verir. Bu veriler, önce kümülatif frekans eğrisi, daha sonra da histogram olarak grafiğe dökülür. Monte Carlo analizinin adımları şu şekilde özetlenebilir;

- (1) Maliyet planındaki temel kategoriler belirlenir ve her biri için dağılımlar tanımlanır.
- (2) Her dağılım için bilgisayar yardımıyla rasgele sayılar üretilir.
- (3) Rasgele seçilen birim fiyat oranları ölçülen miktarlar ile çarpılır.
- (4) Üçüncü adım her kategori için tekrarlanıp toplandığında, toplam proje fiyatına ilişkin bir sonuç elde edilir. Bu “n” kez tekrarlanır.
- (5) “n” adet tahminin kümülatif frekans eğrisi ve histogramı çizilir. “n” sayısının büyük seçilmesi, daha düzgün bir kümülatif frekans eğrisi ve histogramı elde edilebilmesine yardımcı olur.

Elde edilen grafikler yardımıyla, benzer niteliklere sahip bir binanın tahmin edilen maliyetinin doğruluk yüzdesi tespit edilebilir [25].

#### **(d) Uzman Sistemler:**

Uzman sistem bir yapay zeka uygulamasıdır. Bilgi tabanı denilen bir tür veri tabanı yapısına sahip olan uzman sistemlerin özellikleri şunlardır [25]:

- İstenildiğinde kullanıcıya davranışları hakkında açıklama yapabilme.
- Kullanıcı ile diyalog sağlayabilme
- Uygun bir bilgi ve gösterim dili kullanma
- Sistemin ömrü boyunca bilgi tabanını değiştirme ve geliştirmeye olanak sağlama.

Uzman sistemler, karar vermede insanlara yardımcı olurlar, onların yerine geçmezler. Bina maliyetinin tahmininde kullanılan uzman sistemlerin geliştirilmesi için kullanılan 3 yaklaşım söz konusudur. Bunlar;

#### **(1) Menü Yaklaşımı:**

Uygun maliyetlerin seçileceği, çok çeşitli bina elemanlarının maliyetlerini taşıyan bir menünün varlığına dayanır. Bu menü hızlı tahmin için amaçları belirlemeye yardım etmesine rağmen, alışılmışın dışındaki binalar için uygun olmayabilir. Bu yüzden kullanımı sınırlı olarak kabul edilir.

## (2) Denkleştirme Yaklaşımı:

İnsan hafızasından ya da bir veri tabanından yapılan, daha önce inşa edilmiş, maliyeti bilinen ve yapılması düşünülen proje ile benzer niteliklere sahip belli bir projenin seçiminden ibarettir. Belirlenmiş maliyet daha sonra, mevcut projeye göre, biçim, büyüklük, yerleşim düzeni, tesisat ve donanım vs. de meydana gelebilecek farklılıklar gözetilerek güncellenmelidir.

Ancak, bilgisayarların geçmişte yapılan proje ile mevcut proje arasındaki farklılıkları ölçmede zorlanmasından dolayı, bu yaklaşım uygun bir maliyet tahmin modeli olarak kabul edilmemektedir.

## (3) Bütünleşik Modelleme Yaklaşımı:

Maliyet ile veri tabanının kullanılabilirliği ve her fonksiyonel eleman için alternatifler arasından nasıl seçim yapılacağına bağlıdır. Modelleme yaklaşımı, elle hesap yapmak istenildiğinde çok zaman alabilir, ancak günümüz uzman sistem teknikleri en karmaşık hesapları bile kolaylıkla yapabildiğinden bu yaklaşım bina maliyet modellerinin oluşturulmasında da kullanılmaktadır. [25]

### 2.6.2. Model Seçimini Etkileyen Faktörler

Bina tasarım sürecinin her safhasında, farklı detay seviyelerine ulaşılabileceğinden, kullanılabilecek 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 [19]

Bina üretim sürecinin çeşitli safhalarında, malsahibi, 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.

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 metod olması düşünülemez.

Seçilen tahmin modelinin maliyeti de gözardı edilmemelidir. Maliyet tahmin modelinin seçilmesi, gerekli verilerin toplanması, modelin uygulanması ve çıktıların yorumu, uzman ekip ve ekipmanlar gerektireceğinden, seçilecek tahmin modelinin maliyeti de önemli bir unsurdur.

Araştırmanın bu bölümünde, maliyet tahmini; tahmini etkileyen faktörler, bina üretim sürecinin tasarım evresinde maliyet tahminin yeri ve önemi, maliyet tahminin gerçekleştirilmesinde, özellikle tasarım evresinde kullanılabilecek maliyet tahmin modelleri, konu ile ilgili literatürün araştırılmasına dayalı olarak kavramsal boyutta incelenmiştir.

Araştırmanın bundan sonraki bölümünde, bina tasarım sürecinde maliyet tahmini nesnel boyutta değerlendirilecek ve inşaat sektörüne yönelik bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemleri incelenecektir.

### **3. BİNA ÜRETİM SÜRECİNİN TASARIM EVRESİNE YÖNELİK BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ**

#### **3.1. Bilgisayarların Bina Maliyeti Tahmin Sürecine Etkileri**

Üretim faaliyetlerinin hızla arttığı günümüzde, inşaat sektöründe giderek daha karmaşık ve kapsamlı projeler ile karşılaşmakta, buna dayalı olarak; süre, maliyet ve kalite açısından belirlenen hedeflere ulaşmak güçleşmektedir. Üretimin boyutlarının büyümesi ve zamanın öneminin artması, üretimde kullanılan kaynakların ve sürenin maliyet üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı ele alınmasını, tahminini ve kontrolünü gerektirmektedir. Çok önemli bir karar aracı olarak bilgisayarların yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızlı gelişme göstermesi, tüm alanlarda olduğu gibi mimarlık ve mühendislik uygulamalarında da yeni ufuklar açmıştır.

Günümüzde; hızlı ve etkin enformasyon iletişimine olan ihtiyacın artması, işlenmesi ve yönetilmesi gereken verilerin giderek çoğalması, yazılı dökümanlar, sesli mesaj, faks vb. gibi geleneksel yöntem ve araçların yetersiz kalmalarına neden olmuştur. Süratli biçimde ve değişik amaçlara yönelik çok büyük hacimde enformasyonun depolanmasına, işlenmesine ve iletişimine imkan veren bilgisayarlar ve buna paralel gelişen enformasyon teknolojisi, inşaat sektörünün birçok dalında olduğu gibi bina maliyeti tahmin süreci için de faydalı bileşenler haline gelmişlerdir. Yakın zamana kadar maliyet enformasyonu yazılı dökümanlar halindeyken, günümüzde; bilgisayarlar ve enformasyon sistemleri, maliyet enformasyonu elde etmek isteyen tahminciler için en kullanışlı araçlar haline gelmişlerdir.

Masaüstü kişisel bilgisayarlara ek olarak uluslararası bilgi iletişim ağı internetin; artan kullanıcı kapasitesi ve her geçen gün gelişen enformasyon ağıyla maliyet tahmin sürecinin otomasyonu üzerindeki etkisi büyüktür. Tahmincinin karar vermesine yardımcı olabilecek enformasyonu, hızlı ve istenilen düzeyde elde edebilmesine imkan veren internet, world wide web (www) vb. gibi elektronik formatlı iletişim araçları, BDMT sistemlerinin gelişiminde de önemli rol oynamaktadırlar.



Mobil (kablosuz) internetin devreye girmesiyle beraber, uydu sistemlerinin sayıca artışının; web bağlantısının dünyanın herhangi bir yerinden el (cep) bilgisayarları vasıtasıyla gerçekleştirilebilmesine imkan vermesi, ofis ortamından uzak, istenilen nitelikte enformasyona ulaşabilme, elde edilen enformasyonu ofis otomasyonunun bir parçası olan tahmin sistemine aktarabilme, video konferans vb. gibi görsel ve sözlü iletişim kurabilmeye dayalı, yakın gelecekte etkin kullanılacak enformasyon teknolojilerinin başlangıcını oluşturduğunu ve bu gelişmelerin maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna yeni boyutlar kazandıracağı da söylenebilir.

Bilgisayar ve enformasyon teknolojisinin süratli gelişimi, bahsi geçen tüm faktörler göz önüne alındığında, bina maliyeti tahmin sürecine 3 temel alanda hız ve kolaylık kazandırmıştır. Bunlar:

- (a) Otomatik metraj verisinin elde edilebilmesi,
- (b) Bilgisayar destekli maliyet veritabanlarının oluşturulabilmesi,
- (c) Bilgisayar destekli maliyet tahmin (BDMT) sistemlerinin oluşturulabilmesi.

#### • Otomatik Metraj Verisinin Elde Edilebilmesi

Bilgisayar destekli tasarım (CAD – Computer Aided Drafting), mimari tasarım endüstrisinde yeni bir evrimin başlangıcı olmuştur. Yakın zamana kadar kağıt üzerinde saklı kalan veriler, dijital formatta işlenebilir, çoğaltılabilir ve diğer sistemlere aktarılabilir hale gelmişlerdir.

Yapılan çizimler üzerinden manuel yöntemlerle gerçekleştirilen metraj (binayı oluşturacak olan elemanların ve binanın fiziksel bünyesine girmeyen işlemlerin; m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, adet vb. gibi birimler aracılığıyla miktarlarının saptanması [21].) işlemleri, günümüzde; bilgisayar destekli tasarım sistemleri üzerinden elektronik formatta hazırlanarak tahmin sistemine veri olarak aktarılabilir.

Metraj verisinin elde edilebilmesinde diğer bir yaklaşım modeli ise, basılı proje dökümantasyonu üzerinden (çizimler) miktarların saptanmasına imkan veren, elektronik tablet (digitizer) vb. gibi donanımların (hardware) kullanılmasıdır. Bilgisayar donanımı ve BDMT sistemleri arasında gerçekleştirilen bu tarz bir kombinasyon; adet, uzunluk, alan, hacim vb. gibi miktarsal verilerin elde edilebilmesinde otomasyon sağlamaktadır.

Gerek CAD sistemleri gerekse de elektronik tabletler, uzun ve zahmetli metraj işlemlerinin; çok daha kısa zamanda, hatadan uzak ve kolaylıkla gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamışlardır. Söz konusu sistemler ve donanımlar Bölüm 3.3’ de detaylı olarak inceleneceklerdir.

- **Bilgisayar Destekli Maliyet Veritabanlarının Oluşturulabilmesi**

Manuel ya da bilgisayar destekli olsun, tüm maliyet tahminleri doğru ve güncel maliyet verilerine ihtiyaç duyarlar. Söz konusu verilerin toplanması, kullanım amacına yönelik işlenmesi ve en etkin biçimde iletişiminin sağlanması, bilgisayarlar vasıtasıyla kısa zamanda yapılabilmekte, veriler amaçlar doğrultusunda işleme tabi tutularak istenilen nitelikte enformasyona dönüştürülebilmektedir. Daha önce gerçekleştirilmiş projelerin maliyet verileri, oluşturulabilecek veritabanlarında toplanarak ileriye dönük tahminlerde karar aracı olarak kullanılabilir.

Kişisel veritabanı uygulamalarının yanında, bina üretimi kapsamında enformasyon iletişim ortamının oluşturulması için maliyet verilerinin her düzeyde bilgisayar kullanımına uygun sınıflandırılması, kodlanması ve veri kullanıcıları arasında ortak bir dil birliğinin sağlanabilmesine yönelik geniş çaplı veritabanı uygulamaları da söz konusudur [8]. Söz konusu uygulamaların tümünde bilgisayar desteğinin ve günümüz enformasyon teknolojilerinin önemi büyüktür.

- **Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin (BDMT) Sistemlerinin Oluşturulabilmesi**

Bilgisayarlar ve enformasyon teknolojisinde gözlemlenen hızlı yükselişin, maliyet tahmin sürecine etkilerinden bir diğeri de, bilgisayar destekli maliyet tahmin (BDMT) sistemlerinin geliştirilmesidir. Bilgisayar destekli maliyet veritabanlarının oluşturulması, metraj işlemlerinin çeşitli donanımlar ve yazılımlar vasıtasıyla gerçekleştirilmesine yönelik yaklaşımların BDMT sistemleri ile entegrasyonu, bina maliyeti tahmin sürecinin tam bir otomasyonunun sağlanabilmesi hedeflenmektedir.

Tahmin yapmak, çok çeşitli matematiksel işlemler ve gelişmiş mantıksal teknikler gerektiren karmaşık bir süreçtir. BDMT sistemlerinin sürecin karmaşıklığını karşılayabilme becerileri; yavaş, zahmetli ve hataya açık geleneksel yöntemlerin büyük oranda etkinliklerini yitirmelerine neden olmuştur.

Araştırmanın bu bölümünde, BDMT sistemlerinin temel avantajları ve potansiyel problem alanları ele alınacak, çeşitli fonksiyonlara sahip BDMT sistemleri belirli bir sınıflandırma içerisinde, mevcut sistemlerden örnekler vermek vasıtasıyla inceleneceklerdir.

### **3.2. Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri: Avantajları Ve Potansiyel Problem Alanları**

BDMT sistemleri, 80' li yılların başlarından itibaren inşaat sektörünün önemli bir parçası haline gelmiş, maliyet tahminlerinin otomasyonunun sağlanmasına yönelik hızlı bir gelişme sürecine girilmiştir. Her ne kadar birçok tahminci için sistemlerin avantajlarını keşfetmek geç olmuş olsa da, günümüzde çok sayıda maliyet tahmincisi BDMT sistemlerini kullanmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımın mimari tasarım endüstrisinde açmış olduğu yeni ufukların bir benzerinin, BDMT sistemleri sayesinde, bina maliyeti tahmin süreci için de geçerli olduğu söylenebilir.

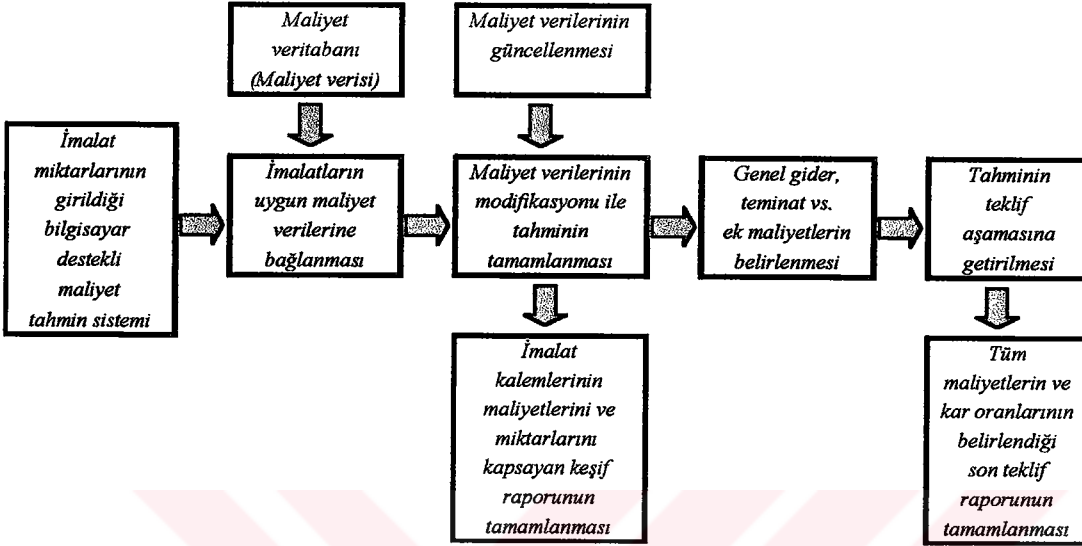
Maliyet tahminleri, çoğu zaman birbirlerini belirli sıralarda takip eden aritmatiksel işlemler üzerine kuruludur. Bu işlemlerin rakamsal girdilere ya da tahminin özelliğine uygun açıklayıcı detaylara ihtiyacı vardır. Gerçekleştirilen işlemler kendilerinden sonra gelecek yeni işlemler için veri oluşturabilirler. Söz konusu işlemler belirli bir otomasyona sokulduğu takdirde, sonuçta maliyet tahmini çıktısı elde edilebilen spesifik bir yaklaşım modeli oluşturulabilir. Bu model BDMT sistemlerinin temelini oluşturur.

BDMT sistemlerinin, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldıklarında en önemli getirileri; hız, kapasite, kesinlik ve karmaşıklığı karşılayabilme becerileridir. Sistemlerinin bu avantajları, maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesi sürecinde kullanılan yaklaşım modelleri arasında hızla yükselmelerine neden olmuştur.

BDMT sistemlerinin geliştirilmesinde en önde gelen amaç, bilgisayar destekli otomasyonun sağlamış olduğu avantajları, bina üretim sürecinin tüm evrelerinde gerçekleştirilecek maliyet tahminlerine yayabilmektir. Şekil 3.1, bina üretim sürecinde, özellikle tasarım evresine yönelik bir BDMT sisteminin işlemsel akış diyagramını belirtmektedir.

BDMT sistemleri, maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesinde; bilinen tekniklere dayalı geleneksel maliyet modellerinden, istatistiksel tekniklere dayalı gelişmiş maliyet modellerine kadar farklı yaklaşımlara, kullanıcı ile iletişimde değişik grafiksel arayüzlere, çeşitli fonksiyonlara, diğer sistemler ya da donanımlarla

entegrasyon seçeneklerine vs. sahip olabilirler. Tüm bu farklılaşmaların maliyet tahmin sürecini oluşturan işlemlerin bilgisayar destekli sistemler vasıtasıyla otomasyonun sağlanmasının birtakım ortak avantajları ve potansiyel problem alanları söz konusudur.



Şekil 3.1 Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemi

- **Avantajlar**

BDMT sistemlerinin sahip oldukları avantajlar şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

- (a) Verimlilik:

Geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde her yeni tahmin için veri girişi ayrı ayrı tekrarlanır. BDMT sistemlerinde ise veriler bir kez girildiğinde, defalarca tanımlama ve değiştirme zahmeti ortadan kalkmakta, veriler arasındaki ilişkiler kısa zamanda belirlenebilmektedir. BDMT sistemlerinin temel bileşenlerinden birisi olan maliyet veritabanı yapısı, geçmiş ve güncel maliyet verilerinin saklanmasına ve değişikliklerin takibine imkan verir.

Bu durum, BDMT sistemleri ile her tahmin için farklı alternatifler oluşturabilme ve neden-sonuç (what-if) analizleri üretebilme olanağı sağlar. Örneğin, sadece alt yüklenicilerden alınan teklifler ile gerçekleştirilebilecek maliyet tahminlerinin, yüklenici firmanın kendi işgücünü temin etmesi halinde gerçekleştirilecek tahminler ile karşılaştırmasını, BDMT sistemleri ile süratle yapabilmek mümkündür.

Günümüzde, birçok BDMT sisteminin, metraj verisinin elde edilebilmesinde diğer sistem ya da donanımlarla entegre çalışabiliyor olması, geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen metraj işlemlerinin uzun ve zahmetli sürecini minimize etmiştir.

BDMT sistemlerinin, tekrara dayalı ve zaman alıcı işlemlerin gerçekleştirilmesinde sağladığı hız ve kolaylıklar, tahminciye mevcut proje üzerinde daha uzun süreli çalışma ve analiz yapabilme imkanını verir, dolayısıyla gerek tahmincinin gerekse de tahminin verimliliği bahsi geçen tüm faktörlerin etkisinde artar.

(b) Tahminin eksiksiz olması:

Geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde, tahminin neticesini etkileyebilecek bir ya da birden fazla bileşeni gözden kaçırabilmek mümkündür. Günümüz BDMT sistemlerinin büyük çoğunluğu, tahminin bünyesine katılması gereken, fakat, eksik kalmış bileşenler olması durumunda tahminciyi uyaran otokontrol mekanizmalarına sahiptir. Bu durum, tahminin tüm bileşenlerini gözönüne alan, hesaplamaların bu bileşenlere göre eksiksiz gerçekleştirildiği bir maliyet tahmininin yapılabilmesi açısından önemlidir.

(c) İşlemsel hataların minimizasyonu:

Geleneksel yöntemlerde, tahmincinin, hesap aşamasında tahminin neticesini etkileyebilecek yanlış ya da eksik rakamsal veriler girebilme ya da işlemsel hatalar yapabilme riski vardır. BDMT sistemlerinde, rakamsal veriler bir kez girilir ve işlemsel süreci sistemin kendisi gerçekleştirir.

BDMT sistemlerinde, verilerin değişmesine dayalı hesaplamalar sistem tarafından otomatik ve hatasız olarak tekrarlanabilmekte, her türlü matematiksel formülüzasyon uygulanabilmekte, dolayısıyla, defalarca denemek, hesaplamak mümkün olmaktadır.

(d) Raporlama becerisi:

Yapılan tüm hesaplamaların sonuçlarının; anlaşılır, düzgün dökümanlar haline getirilme ihtiyacı vardır. Bu ve benzeri ihtiyaçların karşılanabilmesinde geleneksel yöntemler zahmetli, kısıtlı ve zaman alıcı yaklaşımlardır.

BDMT sistemleri, gerekli dökümantasyonun hızlı ve pratik olarak hazırlanmasına imkan verirler. Örneğin; BDMT sistemleri ile hesaplanan maliyet; işçilik, malzeme, genel gider vs. gibi farklı maliyet kategorilerine, sistemin hızlı ve hatadan uzak otomatik işlemsel modülleri sayesinde ayrılabilir. Organizasyonun farklı yönetimsel düzeylerinde görev alanlar, malsahibi, alt yükleniciler vs. için, detay seviyesi, içeriği

vs. ayarlanabilir bu tarz dökümanlar organizasyonel iletişimin sağlanabilmesi açısından önemlidir.

- **Potansiyel Problem Alanları:**

BDMT sistemlerinin otomasyonunda gözlemlenen potansiyel problem alanları şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

(a) Veritabanı yapısı:

BDMT sistemleri, belirli bir sistematik dahilinde; veriyi saklayabilme, işleyebilme ve iletişimini sağlayabilme kapasitesine sahip olmalıdır. Mevcut tahmin yazılımlarının büyük çoğunluğu, genel maliyet verisine ulaşılabilecek kullanıma hazır maliyet veritabanı seçeneğine sahiptir, fakat, bu veri, tahminci için birincil maliyet verisi olmaktan öte daha çok yardımcı öge olarak çalışmaktadır.

Tahminciler için öncelikli veri kaynaklarını; alt yüklenicilerden alınan teklifler, malzeme üreten ya da pazarlayan kuruluşlardan alınan teklifler, tahmincinin kişisel kayıtları ve geçmiş maliyet tahminleri oluşturmaktadır. Bu durumda, BDMT sistemleri ile birlikte gelen çeşitli kuruluşların sınıflandırma sistemlerine göre düzenlenmiş maliyet veritabanları, sistemleri kullanan tahminciler için maliyet verisi olmaktan öte, çok çeşitli imalat analizlerini hazır elde edebilecekleri bileşenler olarak görülmektedirler. Söz konusu veritabanlarının, değişen piyasa ve ekonomik koşullara göre sık güncellenmesi ve ilgili BDMT sistemine güncellenmiş verinin elektronik formatta aktarılması gerekir. Geleneksel yöntemlerle oluşturulmuş veritabanlarına oranla çok daha kısa ve zahmetsiz olan güncelleme işlemi, ne kadar süratli ve kolay olsa da, tahminciler için maliyetlerin değişimi konusunda fikir verici bir bileşenden öteye gitmemektedir.

Günümüzde, enformasyon teknolojisinin kaydettiği hızlı gelişme ve internetin devreye girmesi, tahmincilerin güncel maliyet verilerine ulaşabilmelerinde önemli bir adımdır. BDMT sistemleri üreten kuruluşlar, maliyet veritabanlarını internet üzerinden güncellemeye dayalı, veri paylaşımının ve açık sistem anlayışının hakim olduğu veritabanları üzerinde çalışmaktadırlar.

(b) Metraj verisinin girilmesi:

Maliyet tahmin sürecinin önemli bileşenlerinden birisi de, imalat miktarlarının hesaplandığı metraj aşamasıdır. Manuel gerçekleştirilen metraj işlemlerinin sonunda elde edilen miktarsal verilerin, BDMT sistemlerine tekrar manuel girilmesi, sürecin otomasyonunda önemli bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Söz konusu problemin



giderilmesi için, metraj işlemlerinin otomasyonunun sağlanabilmesine yönelik çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Bunlar:

- Miktarların, elektronik formatta BDMT sistemine aktarılabilmesi amacıyla, CAD sistemleri üzerinden miktar verisi elde edilebilen ya da basılı çizimlerin optik tarayıcılarla bilgisayarlara aktarılabilmesine ve miktar verisinin dijital ortamda tespitine imkan veren yazılımlar.
- Elektronik tablet (Digitizer) adı verilen ve basılı çizimler üzerinden elde edilen miktar verilerinin BDMT sistemlerine elektronik formatta aktarılabilmesine imkan veren donanımlar.

(c) Kullanıcı sistem etkileşimi:

Birçok tahminci, bilgisayarlar ve BDMT sistemlerini; kullanımı zor, karmaşık ve kısa vadede istenilen verimi elde edemeyecekleri tahmin araçları olarak değerlendirmektedirler. Yakın zamana kadar BDMT sistemleri için problem noktası olan bu anlayış, günümüz BDMT sistemlerinin üst düzey bilgisayar becerisine sahip olmayan tahmincilerin de kullanabilecekleri esnekliğe ve kolaylığa sahip olmalarından ötürü etkisini büyük oranda yitirmiştir. BDMT sistemlerini kullanan tahmincilerin sayısındaki hızlı yükseliş, problemin çözümünde olumlu adımların atıldığının açık bir göstergesidir.

### 3.3. Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri

Bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik BDMT sistemlerini, çeşitli sınıflandırmalara tabi tutabilmek, bu sınıflandırmalar içerisinde sistemleri farklı kategorilere ayırabilmek mümkündür. Sistemleri sınıflandırırken kullanılabilecek yaklaşımlardan bazı örnekler şunlardır:

- (1) BDMT sistemleri; tahmincinin bilgisayar karşısında yoğun zaman harcamadığı, tahmin sürecinin sistem tarafından büyük ölçüde takip edildiği “tam otomasyona dayalı” sistemler ile, tahmincinin bilgisayarla ve sistemle sıkı etkileşim içinde bulunduğu “interaktif” sistemler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. İnteraktif sistemleri kendi içlerinde, sistemin kullanılması esnasında manuel metodların devreye girme sıklığına dayalı olarak farklı alt kategorilere ayırabilmek de mümkündür.



- (2) Tahminciye, bilinen geleneksel modellere dayalı tekniklerle tahmin yapabilme imkanı veren “kompüterize geleneksel tahmin” sistemleri, ya da tahmincinin gelişmiş tahmin modelleri kullanmasını gerektiren “kompüterize istatistiksel” sistemler olmak üzere BDMT sistemlerini iki ana gruba ayırabilmek de mümkündür [1].
- (3) Diğer bir yaklaşımda ise sistemler; grafiksel kapasite, esneklik, veri iletişim hızı, diğer sistemlerle entegrasyon vs. olanakları açısından gelişmiş “Windows, Linux” gibi işletim sistemleri altında çalışanlar, ya da bir miktar bilgisayar ve programlama becerisi gerektiren, hız, esneklik, grafiksel kapasite vs. açısından daha zayıf “DOS” altı sistemler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir.

Bu ve benzeri yaklaşımlarla, BDMT sistemleri farklı açılardan değerlendirilebilir ve sınıflandırılabilirler. Fakat, yapılan sınıflandırmalarda sistemler arası sınırlar kesin olarak belli değildir. Örneğin, arayüzleri farklı iki sistem aynı tahmin modeline dayalı olarak çalışıyor olabilir. Yukarıda bahsi geçen sınıflandırma örneklerinin tümü bina tasarım sürecini ve bu süreci oluşturan safhalarda gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin kapsam ve amaçlarını gözönüne alan sınıflandırmalar değildir.

#### **Araştırma Metodolojisi:**

BDMT sistemlerini inceleyen literatürün kısıtlı olması nedeniyle, geniş kullanıcı kapasitesi ve her geçen gün gelişen enformasyon ağıyla internet, inşaat sektörüne yönelik BDMT sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşlara ve konu ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalara ulaşabilmede birincil kaynak olarak kullanılmıştır. İnternet üzerinden gerçekleştirilen araştırmada izlenen yol şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

- 1) Araştırmanın kapsamına uygun anahtar kelime ya da kelime grupları tespit edilmiştir. (Örnek: Maliyet Tahmini, Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemi vs.)
- 2) Kullanıcı kapasitesi en geniş Türkçe ve İngilizce esaslı arama motorlarına, belirlenen anahtar kelime ve kelime grupları girilerek, BDMT sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşların, çeşitli araştırma gruplarının web siteleri ve konu ile ilgili bilgiler içeren siteler yüzeysel bir taramayla tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın neticesinde belirlenen yaklaşık 180 web sitesi araştırmanın ön safhasını oluşturmuştur.

3) Belirlenen web siteleri detaylı olarak incelenmiş, yazılım firmalarının; araştırmanın içeriğine uygun, istenilen nitelikte enformasyon düzeyine (ekran çıktıları, ürün tanıtımı, kullanım klavuzu vs.) ve demo seçeneğine sahip web siteleri ile araştırmaya katkısı olabilecek bilgiler içeren siteler kesin olarak tespit edilmiştir. Yazılım firmalarından elektronik posta vasıtası ile ürünleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmış, çeşitli firmalardan demo talep edilmiştir. Söz konusu web sitelerinin genel bir dökümü Ek 1, Tablo A.1’ de yer almaktadır.

4) Araştırma dilinin İngilizce olması nedeniyle, incelenen yurtdışı sistemlerin büyük çoğunluğunu Amerikan ve İngiliz yazılım firmalarına ait ürünler oluşturmaktadır. İnternet üzerinden ulaşılamayan, çeşitli ülkelerde, inşaat sektörüne yönelik geliştirilmiş çok sayıda maliyet tahmin sisteminden bahsedebilmek mümkündür. Sistemlerin özel fonksiyonları ya da ülkeye özgü maliyet veritabanı vb. gibi farklı bileşenleri olabilmektedir. Fakat, araştırma kapsamında incelenen ve sınıflandırmanın çeşitli alt kategorilerinde yer alan sistemlerin, aynı kategori içerisinde yer alan diğer sistemlerle benzer çalışma ilkelerine ve bileşenlerine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Örnek olması açısından çeşitli sistemlerden verilen ekran çıktıları ve açıklamalar, söz konusu sistemlerin benzerleri ile ortak fonksiyonlarını yansıtmaktadır.

Araştırma kapsamında; bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik BDMT sistemleri, tasarım sürecinin çeşitli safhalarında; ele aldıkları enformasyon düzeyleri ve tahmini gerçekleştirme amaçlarına göre 2 temel gruba ayrılmıştır:

- (1) Proje dökümantasyonunun bittiği ya da bitme aşamasına geldiği, eldeki veri düzeyinin en üst seviyeye ulaştığı safhalarda maliyetin tahminine yönelik sistemler, en önemli bileşenleri; birçok imalatın analizini ve imalat girdilerinin güncel maliyet verilerini içeren kapsamlı veritabanları olan “Birinci Grup Sistemler”, “Detaylı Tasar, Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri” olarak tanımlanacaklardır.
- (2) Projenin henüz tasarlanmadığı ya da eldeki veri düzeyinin sınırlı olduğu safhalarda, maliyetin tahminine yönelik sistemler, parametrik yaklaşımlar kullanarak, gerçekleştirilmiş proje verilerini mevcut proje verileriyle ilişkilendirme yoluyla maliyeti tahmin edebilmeyi amaçlayan “İkinci Grup Sistemler; ”Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri” olarak tanımlanacaklardır.

Söz konusu sınıflandırmalara, tahmincilerin piyasadan temin edebilecekleri ticari esaslı maliyet tahmin yazılımları ile, bina üretim süreci ile ilişkili çeşitli kuruluşlar

tarafından bilgisayar destekli ortamda gerçekleştirilen bina maliyeti tahmin çalışmalarından örnekler girmektedir.

### **3.3.1. Detaylı Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Safhalarına Yönelik BDMT Sistemleri**

Proje dökümantasyonunun; tüm mühendislik ve mimari çizimlerin, şartnamelerin bittiği ya da bitme aşamasına geldiği, temel imalat kararlarının vs. verildiği, dolayısıyla eldeki veri düzeyinin en üst seviyeye ulaştığı safhalarda, maliyetin tahminine yönelik sistemler; “Birinci Grup Sistemler” ya da “Detaylı Tasar, Teklif / İhale Hazırlık Safhalarına Yönelik BDMT Sistemleri” olarak tanımlanabilirler.

Bu tarz sistemleri, “Teklif” ya da “İhale Hazırlık” sistemleri olarak değerlendirebilmek de mümkündür. Fakat, henüz gerçekleştirilmemiş imalatların, parametrik verilerden ya da ulaşılabilir veritabanlarından faydalanılarak sonuç maliyetlerinin tespiti hedeflendiği için, söz konusu sistemler tahmin sistemleri olarak ele alınmaktadırlar.

Tahmin fonksiyonunun otomasyonunun sağlanması önemli bir süreçtir. Fonksiyonellik, kapasite, sistemi öğrenmek için gereken zaman ve fiyat açısından farklı seviyelerde birçok maliyet tahmin sistemi söz konusudur. Sistemlerin kendilerine özgü çok çeşitli grafiksel arayüzleri, işlemsel fonksiyonları, kullanıcının sistemi kişisel ihtiyaçlarına uygun hale getirebileceği esneklik düzeyleri, veri işleme ve depolama kapasiteleri vs. olabilir.

Araştırma kapsamında incelenen birinci grup sistemleri, ikinci grup sistemlerden ayıran temel özellikler; detay seviyesi yüksek, üst düzey maliyet verisine ihtiyaç duyan, enformasyon düzeyi ayarlanabilir profesyonel raporlar üretebilmek kapasitesine sahip, sektöre yönelik çeşitli uygulamalarla entegrasyon seçenekleri olan gelişmiş sistemler olmalarıdır.

Birinci grup sistemler, maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna getirileri ve gelişmişlik düzeyleri açısından ele alındıklarında şu alt kategorilere ayrılabilirler:

- (1) Kolon-Satır Ayarlı Tablolama Programları (Spreadsheet)
- (2) Spreadsheet + Ek Modül (Add-in) Seçenekleri
- (3) Kişisel (In-house) Veritabanı Uygulamaları ve BDMT Sistemleri
- (4) Üst Düzey (Entegre) BDMT Sistemleri

### (1) Kolon-Satır Ayarlı Tablolama Programları (Spreadsheet)

Geleneksel (manuel) yöntemlerin maliyet tahmin sürecine hakim olduğu dönemlerde, tahminlerin otomasyonunun sağlanmasına yönelik en önemli sistem yaklaşımları; genel kullanım amaçlı, kolon-satır ayarlı tablolama programları; "Spreadsheet" ler olmuşlardır.

Spreadsheet' leri, başlı başına birer maliyet tahmin sistemi olarak değerlendirmek yanlış bir yaklaşım olur. Fakat, profesyonel manada iyi organize edilmiş spreadsheet' ler, hızlı ve etkin tahminler gerçekleştirebilme, söz konusu tahminleri sistem veritabanına işleyebilme ve tekrar kullanabilme, neden-sonuç (what-if) analizleri üretebilme ve ilgili kişilere sunulabilecek raporlarla tahmini destekleyebilme imkanı verirler. Otomatik işlem, kolay ve hızlı formülüzasyon, filtreleme ve diğer ek kapasiteleriyle spreadsheet' ler, günümüzde, maliyet tahmincilerinin en sık ve en etkin kullandığı tahmin araçları olmuşlardır. Kullanımı kolay, esnek, ucuz ve hızlı spreadsheet' ler, tahmin uzmanlarınca olduğu kadar tasarım ve uygulama ile ilişkili bir çok inşaat profesyoneli tarafından kullanılmaktadır.

The screenshot displays the 'ConstructionSoft Estimator Pro' software interface. The main window shows a 'SAMPLE' estimate for a project named 'Country Creek Estates'. The customer's name is 'Ken Johnson' and 'Christine Johnson'. The home phone number is '1 877 529-2763' and the work phone number is '1 877 529-2763'. The total sales price is '\$ 8,495.86'. The local sales tax rate is '4.25'. The software version is '1.0.0.0' and the date is 'Mar 13, 2000'. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Format, Window, Help) and a toolbar with various icons. The main area is divided into two sections: 'Project Overhead' and 'Hard Costs'. The 'Project Overhead' section lists items like 'Lot', 'Permit and Fees', 'Plans & Engineering', 'Temporary Utilities', 'Construction Loan', 'Supervision', and 'Contingency'. The 'Hard Costs' section lists items like 'Demolition', 'Earthwork', 'Footings', 'Foundation', 'CMU (Block) Foundation', and 'Flatwork'. Each item has a 'Code', 'Est. Cost or Bid', and 'Draw' (Draw 1, Draw 2, Draw 3) columns. The 'Variance' column shows the difference between the estimated cost and the bid. The 'Subtotal - Project OH & Lot' is '\$ 7,495.86'. The 'Subtotal - Hard Costs' is '\$ 1,000.00'. The 'Total' is '\$ 8,495.86'. On the right side, there is a 'Print' button and a 'Print Database' button. The bottom status bar shows 'Ready'.

Code	Project Overhead	Est. Cost or Bid	Draw 1	Draw 2	Draw 3	Variance
1000	Lot					
	Permit and Fees	\$ 7,495.86				\$ 7,495.86
	Plans & Engineering					
	Temporary Utilities					
	Construction Loan					
	Supervision					
	Contingency					
	Add A Line Above					
	Subtotal - Project OH & Lot	\$ 7,495.86				\$ 7,495.86

Code	Hard Costs	Est. Cost or Bid	Draw 1	Draw 2	Draw 3	Variance
	Demolition	\$ 1,000.00	\$ 620.00			\$ 380.00
	Earthwork					
	Footings					
	Foundation					
	CMU (Block) Foundation					
	Flatwork					

Şekil 3.2 Spreadsheet Esaslı Maliyet Tahmin Sistemi

Uzman programlamayla, spreadsheet' ler; geniş çaplı maliyet modelleme sistemleri, özel (in-house) maliyet tahmin sistemleri, hatta süre planlama ve buna dayalı maliyet kontrol ve takip sistemleri olarak kullanılabilirler. (Şekil 3.2)

Excel, Lotus 1-2-3, Quattro, PlanPerfect, Supercalc 5 vs. gibi genel kullanıma yönelik spreadsheet yazılımların, maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna getirileri göz ardı edilemez. İleriki bölümlerde incelenecek üst düzey (entegre) BDMT sistemlerinin büyük çoğunluğu, spreadsheet esasına dayalı grafiksel arayüzlere ve işlemsel becerilere sahiptir.

Tahminciler tarafından spreadsheet' lerin yoğun olarak kullanılmalarında etkili olan faktörler, sistemlerin en önemli avantajları ve gözönüne alınması gereken potansiyel problem alanları şu şekilde özetlenebilir:

#### **Avantajlar:**

- Spreadsheet' ler, esnek yapılarıyla, kullanıcıya, kişisel ya da firmaya özgü ihtiyaçları karşılayabilen maliyet tahmin sistemleri oluşturabilme imkanı verirler.
- Spreadsheet' leri kullanabilecek, söz konusu yazılımlar üzerinde uzmanlaşmış çok sayıda tahminci bulabilmek mümkündür. Üst düzey (entegre) BDMT sistemlerinin istenilen seviyede kullanılabilmeleri için gereken uzun süreli ve masraflı eğitim programlarına spreadsheet' ler açısından ihtiyaç duyulmaması sistemlerin önemli bir getirisidir.
- Spreadsheet' ler diğer tahmin sistemlerine oranla çok daha ucuz yaklaşımlardır. Sektörde rol alan çok sayıda profesyonel, maliyet tahminlerini, kişisel bilgisayarlarında yer alan spreadsheet yazılımlar sayesinde gerçekleştirebilmektedir.
- Spreadsheet' ler, tekrara dayalı hesaplamaları hızlı ve hatadan uzak gerçekleştirebilirler. Kullanıma hazır matematiksel formüller, birden fazla dosya arasında ilişkilendirme kurabilme imkanı, yapılan veri değişikliklerinin sistem tarafından hızlı ve otomatik güncellenebilmesi, spreadsheet' ler vasıtası ile neden-sonuç (what-if) analizleri üretebilme imkanı verir.
- Spreadsheet' lerin diğer önemli bir getirisi, enformasyonun istenilen seviyede yönetilmesi ve işleme konulabilmesine imkan vermesidir. Maliyet tahminlerinde sunum önemli bir unsurdur. Spreadsheet' ler, tahmin bileşenlerine dayalı enformasyonu, grafikler ve diyagramlar ile destekleyerek profesyonel görünümlü tahmin raporları üretebilme imkanı verirler.



Bahsi geçen tüm faktörler gözönüne alındığında spreadsheet' lerin maliyet tahmin sürecinin otomasyonu açısından önemi gözardı edilemez. Aşağıda belirtilen faktörlerin, yazılımların seçiminde ve kullanımında dikkate alınması gerekir.

#### **Potansiyel Problem Alanları:**

- Spreadsheet' ler genel kullanıma yönelik yazılımlardır. Spreadsheet' lerin sektöre yönelik maliyet tahmin sistemleri olarak istenilen düzeye getirilebilmeleri, uzman programlama ve zaman gerektirir.
- Spreadsheet tahmin sistemleri, belirli bir tahmin ekibi tarafından hazırlanır ve ekibi oluşturan kişilerce etkin kullanılabilirler. Oluşturulan sistemlerin üçüncü şahıslar tarafından kısa vadede algılanması ve kullanılması zordur.
- Spreadsheet' ler, işlemsel yetenekleri ve veri saklama kapasiteleri açısından etkin yazılımlardır. Ancak; yanlış ya da eksik veri girişi vs. gibi olası kullanıcı hataları sistem tarafından otomatik kontrol edilemez ve kullanıcı uyarılamaz.
- Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldıklarında spreadsheet' lerin maliyet tahmin sürecine getirdikleri hız tartışılmazdır. Fakat, üst düzey BDMT sistemlerine oranla, yoğun ve kapsamlı tahminlerin spreadsheet' ler vasıta ile matematiksel işlemlerinin gerçekleştirilmesi oldukça yavaştır.
- Spreadsheet' ler, kullanıma hazır maliyet veritabanı destekli sistemler değildir, sadece yazma ve okuma destekli basit PC dosyalarıdır. Spreadsheet' lere işlenebilecek yüzlerce hatta binlerce veritabanı elemanı arasından istenilene ulaşmak, söz konusu veritabanını güncelleyebilmek zaman alıcı ve oldukça zahmetli bir işlemdir. Spreadsheet' lerin gözlemlenen açıklarını kapatabilmek amacı ile çeşitli ek modül (add-in) seçenekleri geliştirilmiştir.
- Spreadsheet' ler, kullanıcının istek ve ihtiyaçlarına uygun raporlar hazırlayabilme imkanı verirler. Fakat, söz konusu raporlar; tam otomasyona dayalı, üst düzey sistemlerin sahip olabileceği profesyonel kalitede ve sektöre uygun dilde hazırlanmış dökümanlar olamayabilir.

#### **(2) Spreadsheet + Ek Modül (Add-in) Seçenekleri**

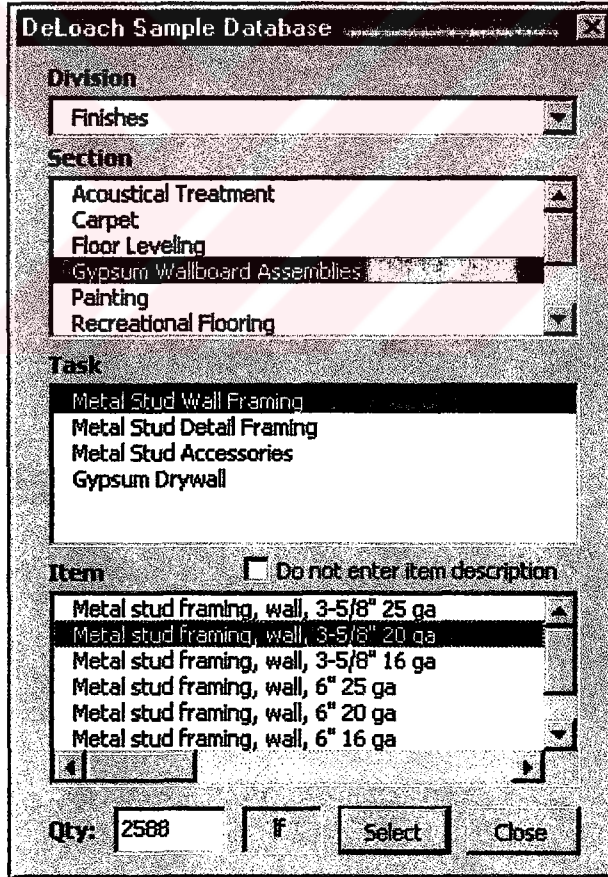
Ek modüller (add-in), spreadsheet' lerin, üst düzey BDMT sistemleri ile karşılaştırıldıklarında, eksik ya da zayıf bileşenlerini kapatma ya da geliştirme imkanı vererek daha etkin çalışabilmelerine olanak sağlarlar.

Kullanıma hazır maliyet veritabanı yapısı, otomatik metraj verisinin tahmin sistemine aktarılabilmesine imkan veren elektronik tablet (digitizer) entegrasyonu,

CAD, proje yönetim, maliyet muhasebesi vs. gibi sektöre yönelik diğer uygulamalarla entegrasyon ve veri iletişimi seçenekleri ek modüller vasıta ile spreadsheet' ler üzerinden gerçekleştirilebilir.

Spreadsheet' lerin, tahminciler tarafından en sık kullanılan sistemler olma özelliğini koruması, spreadsheet' lerle tam entegre (integrated) ya da tekil (stand-alone) çalışan ve spreadsheet' lerle veri iletişimi sağlayabilen ticari esaslı çok sayıda ek modülün geliştirilmesine imkan vermiştir.

Extimate (www.deloachcorp.com), spreadsheet ana komut menüsünde, modülle ilişkili ek menü seçeneği getiren, spreadsheet' lerle entegre çalışan hazır maliyet veritabanı uygulaması olarak ek modüllere örnek gösterilebilir. Söz konusu modül sayesinde spreadsheet' ler, istenilen imalat kalemlerinin ya da imalat gruplarının kolay ve hızlı bir şekilde seçilerek tahmine aktarılabilceği; geniş çaplı, programlanabilir maliyet veritabanı yapısına sahip olabilmektedir. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Spreadsheet Ek Modül: Hazır Maliyet Veritabanı Yapısı (Extimate)

Ek modül sayesinde; kişisel ya da firmaya özgü (in-house) veritabanları oluşturabilmek ya da çeşitli kuruluşlar tarafından geliştirilmiş, farklı sektörlerle yönelik maliyet veritabanlarını ek modül ile birlikte kullanabilmek, çok sayıda



veritabanını aynı anda açabilmek ve aralarında hızlı geçişler yapabilmek mümkündür. Tahminci istediği takdirde, hazır veritabanı bileşenleri üzerinde değişiklikler yapabilme, mevcut veritabanlarına kişisel ya da firmaya özgü imalat kalemlerini, maliyet verilerini ve oluşturduğu özel imalat gruplarını işleyebilme imkanına sahiptir.

	Takeoff	Quantities	(Formulas)
A	Top of ground elevation (ft)	5.2	
B	Bottom of footing elevation (ft)	3.1	
C	Width of footing (ft)	5	
D	Count of rebar pcs at width (ea)	5	
E	Rebar size at width (#)	3	
F	Length of footing (ft)	5	
G	Count of rebar pcs at length (ea)	5	
H	Rebar size at length (#)	3	
I	Footing concrete thickness (in)	12	
J	Count of this type footing (ea)	4	

Altıgen: 1000, 1000, 1000, 1000, 1000, 1000  
 Clear Close

Şekil 3.4 Hazır Formüller (Estimate)

	Takeoff	Quantities	(Formulas)
1	Excavation (cy)	8	+
2	Compaction (sf)	100	+
3	Rebar (lb)	86	+
4	Concrete (cy)	4	+
5	Backfill (cy)	5	+
6	Excess dirt (cy)	5	+
7			+
8			+
9			+
10			+

Press "+" to send/add the quantity to the active cell  
 Print Close

Şekil 3.5 Otomatik İşlem (Estimate)

Modülün, çeşitli imalat kalemlerinin bileşenlerine uygun hazır formülüzasyon seçenekleri bulunmaktadır. (Şekil 3.4) İmalatı oluşturan bileşenlere ait miktarların girilmesi durumunda, işlemler modül tarafından otomatik gerçekleştirilir. (Şekil 3.5)

Özel imalat kalemlerine dönük formüller oluşturabilmek ya da üçüncü şahıslar tarafından geliştirilmiş formülleri modül veritabanına yükleyebilmek mümkündür. Modülün, tahmin sürecini hızlandırabilmeyi hedefleyen; hesap makinası, birim çevirici (converter), geometrik hesap formülleri vs. gibi özel bileşenleri de bulunmaktadır.

Estimate vb. gibi spreadsheet ek modüllerin en önemli getirisi, uzman programlama dillerine ihtiyaç duyulmadan, spreadsheetleri gereken fonksiyonel bileşenlere sahip BDMT sistemlerine dönüştürebilme imkanı vermesidir. Ek modüller, genel olarak ele alındıklarında en önemli eksiklikleri; tahminciler tarafından yeterince tanınmamaları ya da gereken esnekliğe sahip olmadıklarından dolayı kısa vadede işlevlerini yitirecek yaklaşımlar olarak değerlendirilmeleridir.

### **(3) Kişisel (In-house) Veritabanı Uygulamaları ve BDMT Sistemleri**

Çok sayıda girdiye ve çıktıya ihtiyaç duyan geniş kapsamlı maliyet tahmin sistemleri, dBASE IIIplus, dBASE IV, foxBASE+, Paradox vs. gibi veritabanı yönetim sistemlerinin uzman yaklaşımlarla programlanmasıyla geliştirilebilirler. Söz konusu sistemler, kişisel ya da firmaya özgü ihtiyaçlara uygun, istenilen nitelikte veri giriş ekranlarına, veritabanı strüktürüne ve dökümantasyon seçeneklerine sahip modeller olarak değerlendirilebilirler.

Üst düzey programlama becerisine ihtiyaç duyulmadan, kolay ve hızlı veritabanları oluşturabilme imkanı veren; MS Access vb. gibi veritabanı geliştirme yazılımları, benzer nitelikli kelime işlemciler (Word, Writer vs.) ve tabloları (Excel, Lotus vs.) ile entegre çalışarak, kişisel ya da firmaya özgü ihtiyaçlara uygun kombine BDMT sistemleri oluşturulabilmesine imkan vermektedir.

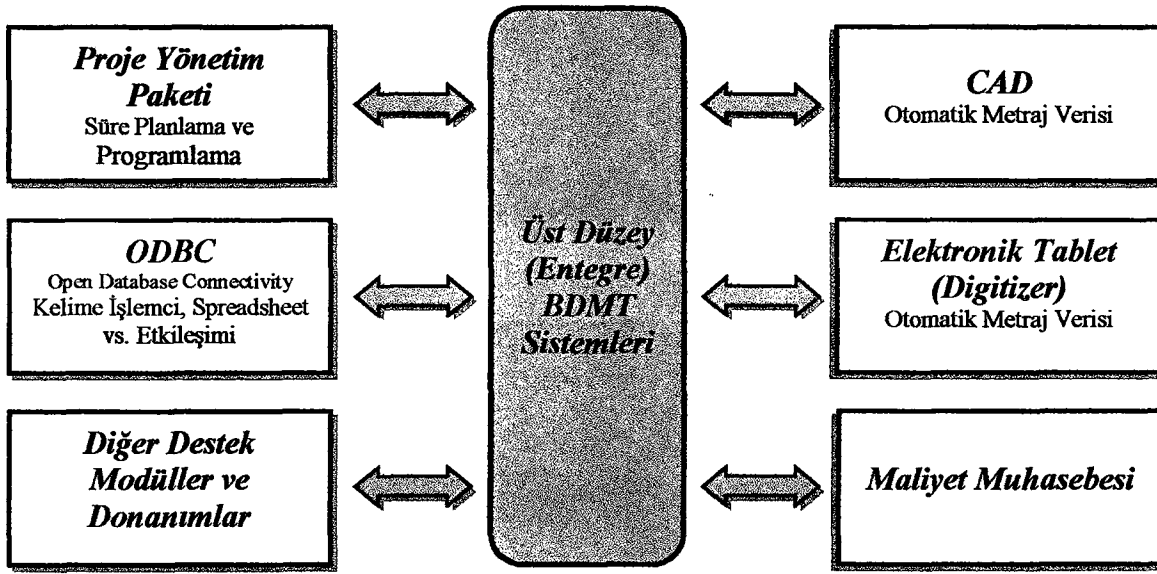
Söz konusu sistemleri geliştirebilmek ve istenilen düzeye getirebilmek tahmincinin beklentilerini aşan, uzun ve zahmetli bir süreci kapsayabilir. Kısa vadede çözüm üretebilmek isteyen tahminci ya da firmalar açısından özel veritabanı uygulamaları ve BDMT sistemleri fizibil çözümler olarak değerlendirilmemektedirler.

Kişisel (in-house) veritabanı uygulamaları ve BDMT sistemleri, firma ya da kişilere özgü sistem yaklaşımları olduklarından ve araştırma kapsamında incelenen ticari esaslı BDMT sistemleri gibi kolay ulaşılabilir uygulamalar olmadıklarından dolayı, örnek ekran çıktıları ve açıklamaları ile detaylı olarak incelenememişlerdir.

### **(4) Üst Düzey (Entegre) BDMT Sistemleri**

Üst düzey maliyet tahmin sistemleri; kullanıma hazır maliyet veritabanı yapıları, otomatik metraj verisi işleyebilme kapasiteleri, hazır işlem modülleri, sektöre yönelik çeşitli uygulamalarla entegrasyon seçenekleri vs. açısından “Entegre BDMT Sistemleri” olarak da tanımlanabilirler. (Şekil 3.6)

Araştırma kapsamında incelenen ticari esaslı maliyet tahmin sistemlerinin büyük çoğunluğunu, üst düzey (entegre) BDMT sistemleri oluşturmaktadır. Söz konusu sistemlerin temel kullanım amacı; yapım birimlerinin eksiksiz bir listesini hazırlayıp, miktarlarını da saptayarak bina maliyetini tahmin edebilmek, bu maliyet üzerinden; kar, genel gider, vergiler vs. gibi ek maliyet (mark-up) girdilerini tespit ederek teklif fiyatını belirleyebilmek ve mal sahibine sunulacak teklifin uygun formatta dökümantasyonunun hazırlanması şeklinde özetlenebilir.



Şekil 3.6 Üst Düzey (Entegre) BDMT Sistemleri

Üst düzey BDMT sistemleri; çok çeşitli grafiksel arayüzlere, veriyi transfer ve tahmine işleme yöntemlerine, veritabanı yapılarına, raporlama seçeneklerine vs. sahip olabilirler. Sistemler genel olarak ele alındığında, büyük çoğunluğunun sahip olduğu temel özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- İnteraktif veritabanı:

Kullanıma hazır sektörel maliyet veritabanı yapısı. Çeşitli veritabanları arasında seçim yapabilme, kişisel veritabanları oluşturabilme, verilerin hızlı ve periyodik güncellenebilmesi imkanı.

- Hızlı ve kesin metraj verisi girdisi:

Elektronik tablet (digitizer) vb. gibi donanımlar ya da dijital dökümanlar üzerinden çeşitli yazılımlar vasıtası ile gerçekleştirilen otomatik metraj işlemlerine ait verileri sistemlere aktarabilme imkanı.

- Kesinlik – Doğruluk:

Hazır formülüzasyon, otomatik işlem, eksik ya da yanlış veri girişinde kullanıcı uyarı otomasyonu ile hatadan uzak kesin tahminler gerçekleştirebilme imkanı.

- Etkin raporlama seçenekleri ve sunum:

İmalatlara tanımlanabilecek çok sayıda hiyerarşik sıra (WBS – Work Breakdown Structure) kodlama, filtreleme seçenekleri vs. sayesinde enformasyon düzeyi ayarlanabilir profesyonel raporlar üretebilme imkanı.

- Esnek spreadsheet arayüzü:

Spreadsheet'lerin, kolon ve satırlar arasında hızlı ve kolay veri transferi, kopyalama, matematiksel işlem vs. gerçekleştirebilme imkanı veren esnek arayüzleri.

- Neden-sonuç (what-if) analizleri üretebilme imkanı:

Veri değişikliklerini süratle yaparak kısa vadede çok sayıda tahmin üretebilme ve söz konusu tahminlere dayalı neden-sonuç (what-if) analizleri üretebilme imkanı.

- Tahmin sürecinin standardizasyonu:

Firma ya da kişisel ihtiyaçlara uygun, üçüncü grup ya da şahısların kolay algılayabileceği, standart bir işleyiş düzenine sahip tahminler gerçekleştirebilme imkanı.

- Enformasyon yönetimi:

Gerçekleştirilen tahminleri ilişkili maliyet veritabanları ile birlikte saklayabilme, tekrar kullanabilme, tahminleri ilgili kişi ya da kuruluşlara basılı ya da dijital formatta aktarabilme imkanı.

Araştırma kapsamında incelenen üst düzey BDMT sistemlerinin büyük çoğunluğunun yapı ve işleyiş açısından dayandıkları 3 temel unsur Şekil 3.7' de görüldüğü gibi özetlenebilir.



Şekil 3.7 Üst Düzey BDMT Sistemi Strüktürü

- (1) Kullanıma hazır maliyet veritabanı
- (2) Maliyet veritabanı – spreadsheet arayüzü entegrasyonu
- (3) Tahmin ve raporlarda tutarlılık ve standardizasyon

Üst düzey BDMT sistemleri, bilgisayarların ve enformasyon teknolojisinin maliyet tahmin sürecine sunduğu olanakları kullanarak, her geçen gün yeni fonksiyonlar ve kapasitelerle kullanıcıların karşısına çıkmaktadır. Manuel yaklaşımların yetersiz kaldığı karmaşık proje ortamlarında, günümüz üst düzey BDMT sistemlerinin gelişen enformasyon teknolojisi ile birlikte sunduğu çözümler maliyet tahmin sürecinin otomasyonunda yeni ufuklar açmıştır.

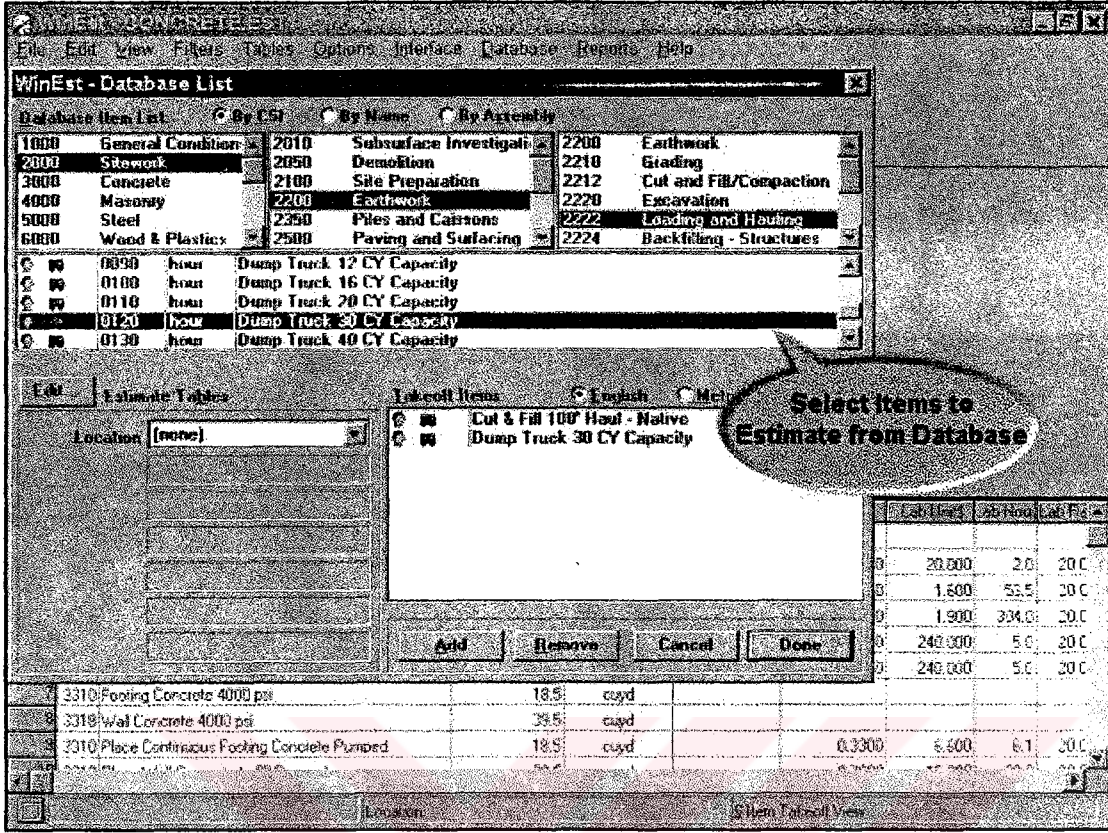


Üst düzey (entegre) BDMT sistemlerinin en önemli bileşenlerinden birisi de, kullanıma hazır maliyet veritabanı yapısıdır. Kullanıcının ilgili olduğu sektöre (genel inşaat, elektrik, tesisat vs.) yönelik maliyet veritabanı alternatiflerinden seçim yapabilme, birden fazla veritabanını (kişisel, firmaya özgü ya da çeşitli kuruluşlar tarafından hazırlanmış) sisteme yükleyebilme, söz konusu veritabanlarının birden fazlası ile aynı anda çalışabilme, veritabanı bileşenleri üzerinde değişiklikler yapabilme, kişisel ya da firmaya özgü maliyet verilerini, imalat analizlerini, üretkenlik ve değer katsayılarını vs. hazır veritabanı yapısına işleyerek özel maliyet veritabanları oluşturabilme imkanı vardır.

Kullanıcı, çok sayıda imalat kalemini veritabanından aynı anda seçerek hızlı bir şekilde tahmine aktarabilir. Şekil 3.8’ de, “maliyet veritabanı” ekran çıktısında görüldüğü üzere, sistemin hazır veritabanı yapısında yer alan imalat kalemlerine; sınıflandırmanın ana ve alt başlıkları içerisinde arama yapılarak, imalat poz numarası ya da imalat ile ilişkili anahtar kelime ya da kelime grupları kullanarak, veritabanında tarama yapmak suretiyle ulaşabilmek mümkündür.

Araştırma kapsamında incelenen ticari esaslı üst düzey BDMT sistemlerinin maliyet veritabanlarının çoğunun; R.S. Means, Richardson vs. gibi özel kuruluşlar tarafından hazırlanmış ve büyük bir kısmının, CSI (Construction Specifications Institute) tarafından ilkelere konmuş, inşaat ürün ve eylemlerinin 16 ana bölüm (Division) ve çeşitli alt bölümler (Major – Minor Section) içerisinde toplandığı; “Master Format” sınıflandırma sistemine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu tarz kullanıma hazır maliyet veritabanları, kullanıcıya; imalatların analizlerine bakarak söz konusu imalata ve girdilerine yönelik bilgi edinebilme, birim fiyatlara dayalı seçim yapabilme, maliyet verilerini çeşitli bölgesel katsayılara dayalı olarak otomatik güncelleyebilme, farklı parasal değerler ve ölçü birimleri arasında hızlı geçişler yapabilme imkanı verirler.

Kullanıcı, herhangi bir imalat kalemini tahmine aktardığında, söz konusu imalata ait girdileri (işgücü, malzeme, ekipman vs.), girdilerin rayiç fiyat bilgilerini ve imalatın birim fiyatını da tahmine işlemiş olur. Kullanıcı istediği takdirde, imalat girdilerinin rayiç bedelleri, kar oranları, işgücü ve ekipman üretkenlik katsayıları, malzeme birim fiyat ve zaiyat oranları vs. üzerinde değişiklikler yaparak imalatın birim fiyatında sistem tarafından otomatik gerçekleştirilen farklılaşmaları birebir gözlemleyebilir. Alt yüklenicilerden, malzeme üreten ya da pazarlayan kuruluşlardan herhangi bir imalata ilişkin alınan teklifler ileriye dönük analizler için maliyet veritabanında saklanabilir.



Şekil 3.8 Kullanıma Hazır Maliyet Veritabanı Yapısı (Win Estimator)

Sistemin bünyesindeki hazır formülüzasyon seçenekleri sayesinde, gerekli verilerin sisteme girilmesiyle, söz konusu imalatın toplam miktarı otomatik hesaplanabilir. (Şekil 3.9) Sistemin otomatik işlem kapasitesi, yapılan veri değişikliklerinin ara ve genel toplamlara hızla yansıtılmasına, dolayısıyla kısa vadede çok sayıda neden-sonuç (what-if) analizlerinin gerçekleştirilebilmesine imkan verir. Yapılan tüm veri girişleri ve değişiklikler sistemin hafızasına kaydedilerek, geri dönüşler ve olası hataların tespiti kolaylıkla yapılabilmektedir. (Şekil 3.10)

Üst düzey BDMT sistemlerinin çoğu; hazır formülüzasyon seçeneğine sahip olmanın yanında, otomatik metraj verisinin sisteme aktarılabilmesine imkan veren çeşitli yazılımlar (software) ya da donanımlarla (hardware) entegrasyon kapasitesine sahiptirler. (Şekil 3.11)

Zaman alıcı ve hataya açık metraj işlemlerini kolaylaştıran, miktarların tespitinde otomasyon sağlayan yaklaşımlar şu şekilde sınıflandırılabilirler: (Şekil 3.11)

- (1) Elektronik Tablet (Digitizer)
- (2) CAD (Computer Aided Drafting) - Üst Düzey BDMT Sistemi Entegrasyonu
- (3) DXF (Data Exchange Format) ve Dijital Görüntü Esaslı Entegre Sistemler





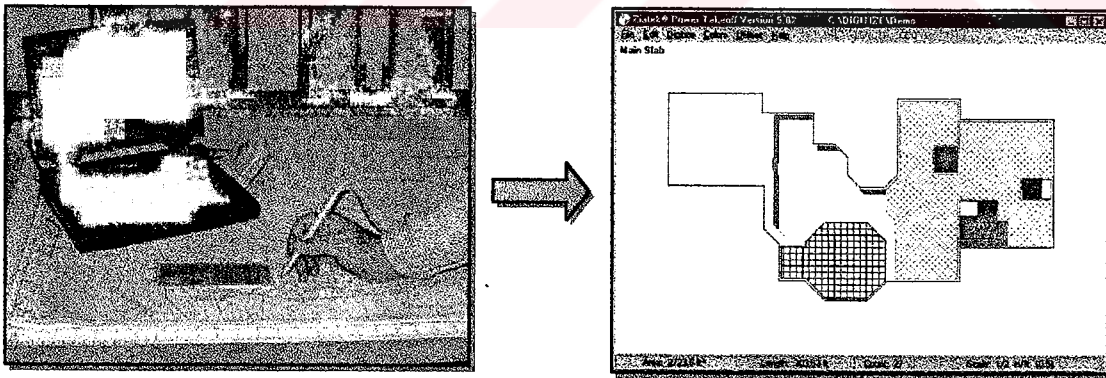




Şekil 3.11 Otomatik Metraj Verisi İletişimi

- Elektronik Tablet (Digitizer):

Elektronik tabletler; basılı dökümanlar (çizimler) üzerinden; alan, uzunluk, adet, hacim vs.' ye dayalı ölçüm ve miktar hesaplarını gerçekleştirmeye yönelik donanımlar olarak tanımlanabilirler. Çizimler tablet üzerine yerleştirilerek, plan düzlemindeki noktalar, elektronik kalem (stylus pen) ve tablet arasında kurulan iletişim ile belirli bir koordinat düzleminde kodlanmakta, belirlenen koordinat enformasyonu tablet ile birlikte gelen yazılımlar ya da tahmin sisteminin entegre modülleri sayesinde çeşitli algoritmalar kullanılarak, uzunluk, alan, adet vb. gibi miktarsal verilere dönüştürülebilmektedir. Kağıt düzleminde iki boyutluyla algılanan üç boyutlu objelere dikey ölçülerinin tanımlanmasıyla; hacim, yanal yüzey alanı vb. gibi hesaplamalar otomatik olarak gerçekleştirilebilmekte, kullanıcı istediği ölçü sisteminde (Metrik, İngiliz vs.) ve ölçekte çalışabilmekte, metraj işleminin kolay takibini sağlayabilmek amacı ile çeşitli katman (layer), renk, çizgi ve tarama tipi seçeneklerinden faydalanabilmektedir. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 Elektronik Tablet – Software Modülü (Ziatek)

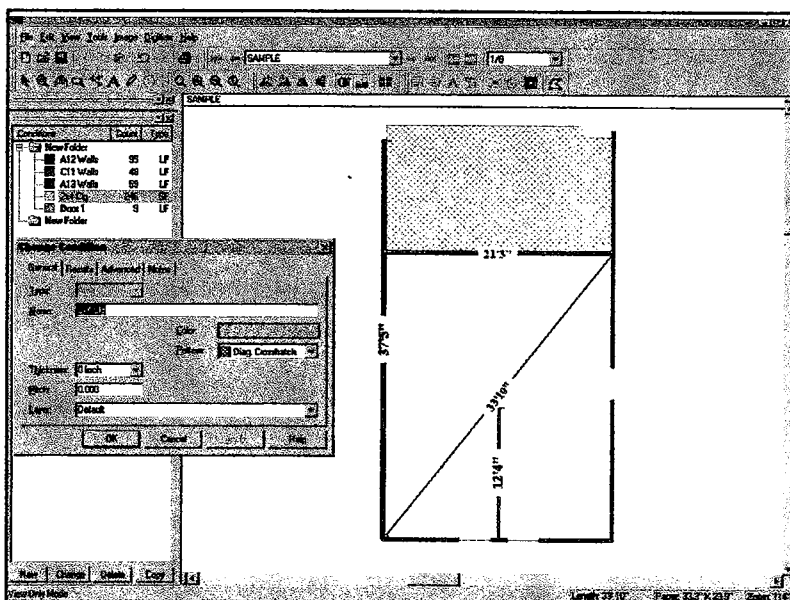
Gerek spreadsheet' ler gerekse de üst düzey BDMT sistemleri ile entegre çalışabilen, daha kısa zamanda daha doğru metraj verisi elde edebilmek amacı geliştirilmiş, çeşitli fonksiyonlara sahip, farklı ebat ve şekillerde çok sayıda elektronik tablet seçeneğine ulaşabilmek mümkündür. Kullanımı yaygın tablet seçeneklerinden bir örnek Ek 2' de verilmiştir.

- CAD – Üst Düzey BDMT Sistemi Entegrasyonu:

CAD sistemlerle oluşturulmuş dijital formatlı çizimler; uzunluk, çevre, alan, hacim vb. gibi miktarsal verilerin ekran üzerinden tespit edilebileceği yapıya sahiptirler. Katman (layer), blok (block), obje (entity) gibi CAD sistemlerine özgü bileşenler, grafiksel elemanlar olmaktan öte tahmin sisteminin bünyesine miktar verisi olarak aktarılabilecek enformasyonlar haline dönüştürülebilirler. Örneğin, proje dahilindeki pencereler aynı blok altında toplanarak, sistemin bünyesinde ya da sistemlerle entegre çalışabilen üçüncü parti yazılımların algoritmik hesap modülleri sayesinde; toplam pencere adedi, toplam profil uzunluğu, toplam cam yüzey alanı vb. gibi tahmin sistemine aktarılabilecek miktar verilerine dönüştürülebilirler.

- **DXF (Data Exchange Format), Dijital Görüntü Esaslı Entegre Sistemler:**

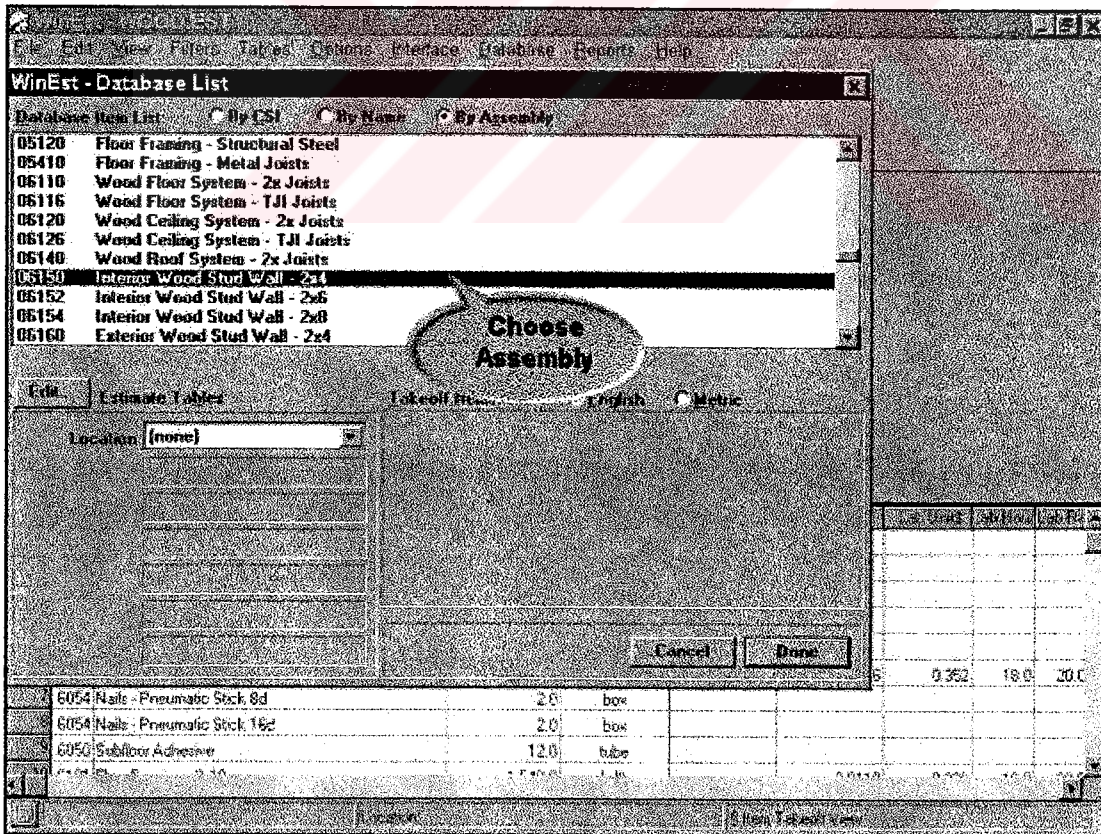
CAD ortamında oluşturulmuş çizimlerin farklı sistemlere transferine ve iletişimine imkan veren, veri değişim formatı (DXF – Data Exchange Format) üzerinden ya da scanner (tarayıcı)’ dan geçirilen basılı çizim ya da grafiksel dökümanların dijital formatta sisteme aktarılabilmesine ve ekran üzerinde gerçekleştirilen metraj işlemlerinin tahmin sistemine miktar verisi olarak transferine imkan veren sistemlerdir. Elektronik tabletlerle benzer ilkelere dayanan söz konusu sistemlerde, koordinatlar mouse ile ekran üzerinde tespit edilebilir, uzunluk, alan, adet, çevre vb. gibi miktarsal veriler görsel olarak hesaplanabilir. Metraj işlemlerinin sırasını, gerçekleştirilen eylemlere, grafiksel kodlamalar, renk alternatifleri atayarak takip edebilmek, yapılan işlemleri kaydedebilmek, metraja ara verip bırakılan noktadan tekrar devam edebilmek mümkündür. (Şekil 3.13)



**Şekil 3.13 Ekran Üzerinden Metraj İşlemi (Oncenter Screen Takeoff)**

Otomatik metraj ve bahsi geçen uygulamaların, BDMT sistemleri ile olan entegrasyonu, maliyet tahmin sürecinin daha hızlı ve daha doğru metraj verileri ile gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamıştır.

Üst düzey BDMT sistemlerinin maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna önemli getirilerinden bir diğeri de, herhangi bir yapı elemanına ait çok çeşitli imalatların tek aşamada seçilebilmesine imkan veren “kompozit imalatlar (assembly)” seçeneğine sahip olmasıdır. Şekil 3.14, “Kompozit İmalatlar (Assembly)” ekran çıktısında görüldüğü üzere, kullanıcı, veritabanında kayıtlı “assembly” seçeneklerinden uygun olanını belirleyerek tahminin bünyesine aktarabilir. Miktersal verilerin (ebatlar, adet vs.) ve imalatlara özel değişkenlerin sisteme girilmesiyle; her bir imalat kalemine ait toplam miktarlar, imalat kalemlerinin veritabanı birim fiyatlarıyla ilişkilendirilmiş toplam maliyetleri ve toplam “assembly” maliyeti otomatik olarak hesaplanabilir. (Şekil 3.15) Tahminin bünyesine “assembly” olarak katılan imalatları gruplayabilmek, açılımlarını görebilmek mümkündür. Kullanıcı, istediği takdirde özel assembly seçenekleri oluşturabilir, bunları kişisel ya da hazır maliyet veritabanına işleyebilir.



Şekil 3.14 Kompozit İmalatlar – Assembly - (Win Estimator)



Spreadsheet'lerin işlemsel ve grafiksel kapasiteleri birçok üst düzey BDMT sisteminin temel arayüzünü oluşturmaktadır. Kullanıcı birden fazla tahmini aynı anda açarak birinden diğerine veri transferi yapabilir, kolon-satır ayarlarını, yazı tipi, büyüklük ve renk seçeneklerini kişisel istek ve ihtiyaçlarına uygun olarak değiştirebilir, imalatlara özel notlar düşebilir.

**WinEst - WOOD.EST**

File Edit View Filter Tables Options Interface Database Reports Help

Calculate Takeoff Quantity

Length of Wall: 30 ft  
Height of Wall: 8 ft  
On Center Stud Spacing: 16 in  
Number of Corners: 4 each  
Drywall Height: 8 ft  
Finish Height: 8 ft  
Interior Wood Stud Wall - 2x4 x 240 sqft

Estimate Tables

Location: [ ]

Assembly Takeoff Formula

Est	Item Description	Quant	Unit	Lab. Price	Est. Price	Est. Price	Est. Price	Est. Price
	Interior Wood Stud Wall - 2x4	240.0	sqft			0.940	\$1.3	
6102	No. 2 2 x 4 x 8'	35.0	each					
7210	Batt Insulation R-11	240.0	sqft					
9260	Drywall - Standard 1/2" on Walls	240.0	sqft		0.0090	0.180	2.2	26.0
9260	Drywall - Standard 1/2" on Walls	240.0	sqft		0.0090	0.180	2.2	20.0
9260	Finish Drywall - Heavy Texture	240.0	sqft		0.0120	0.240	2.9	20.0
9260	Finish Drywall - Heavy Texture	240.0	sqft		0.0120	0.240	2.9	20.0
6220	Bate - Beveled Clear Fir 1-5/8"	50.0	inft		0.0200	0.400	1.2	20.0
6102	No. 2 2 x 4 x Random Lengths	90.0	inft					

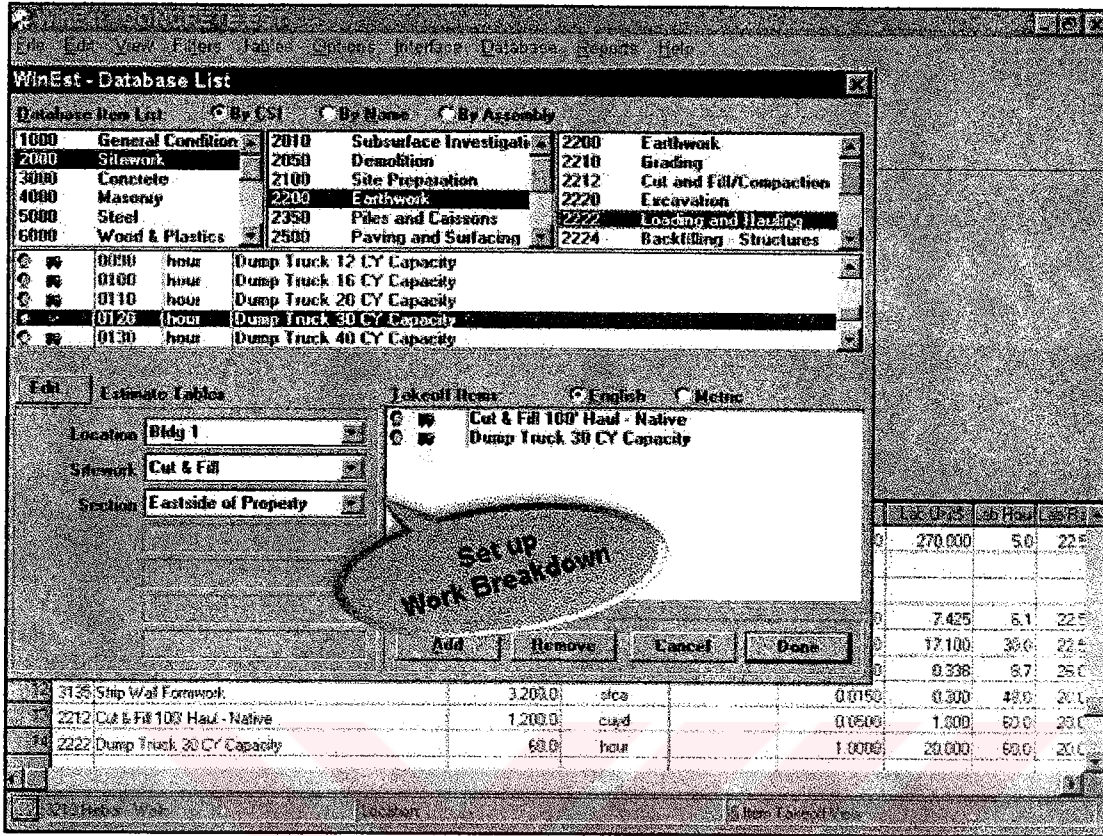
Location: [ ]

Start Takeoff View

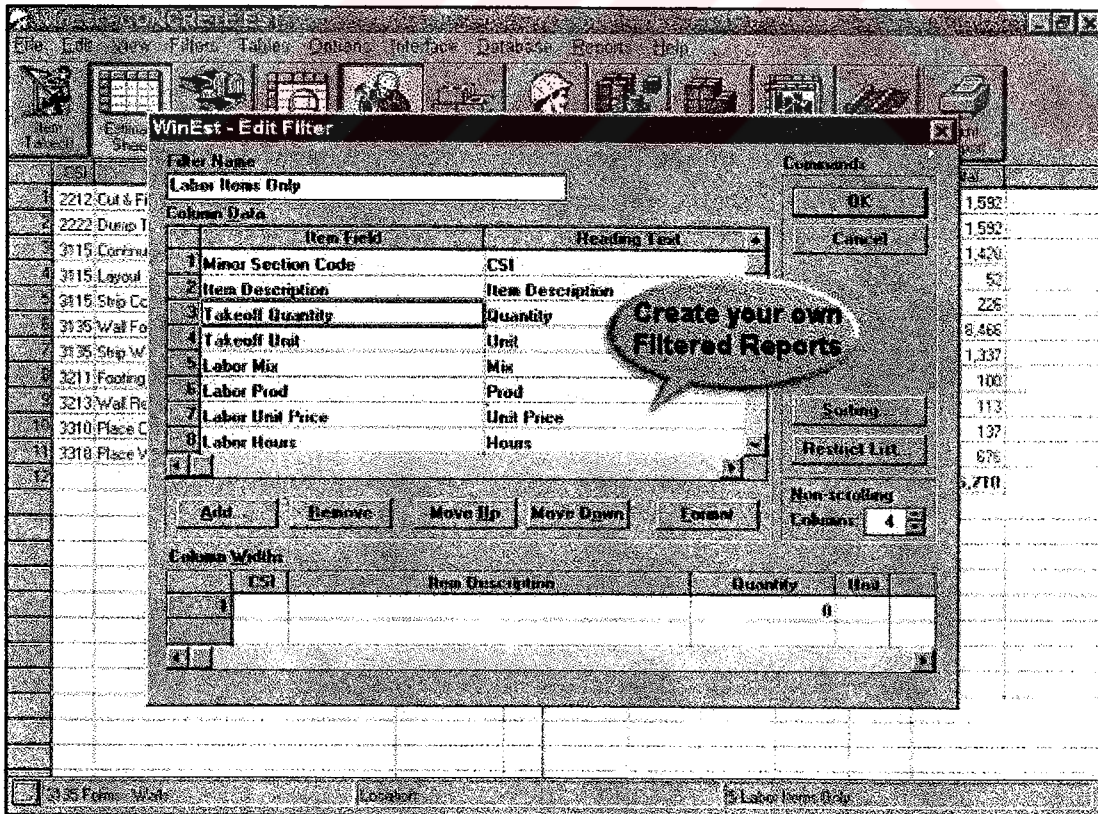
Şekil 3.15 Kompozit İmalatlar - Assembly - Hazır Formül Seçeneği (Win Estimator)

Üst düzey BDMT sistemlerinde, bir imalata, çeşitli aktivite hiyerarşilerine (WBS – Work Breakdown Structure) uygun çok sayıda poz numarası atayabilmek mümkündür. (Şekil 3.16) Sistemin, hazır ya da özel oluşturulmuş filtreleme seçenekleri sayesinde, (Şekil 3.17) imalatlara ait bir ya da birkaç WBS kodunu (mahal no, kat, faz vs.) kapsayan kategorilerde, imalatların; miktarları, birim fiyatları, karlı-karsız bedelleri, ara toplamaları, toplam bina maliyeti içerisindeki yüzdeleri içeren bilgiler ile imatları oluşturan girdilerin, imatlardaki ve binanın tümündeki miktarsal oranları, birim fiyatları, karlı-karsız bedelleri, imatların ve binanın toplam maliyeti içerisindeki yüzdeleri ifade eden bilgiler elde edilebilmektedir. Tüm bu bilgiler, çeşitli sistemlerle entegrasyon sağlanarak istenilen amaçlara yönelik olarak yeniden yapılanmaya açıktır. Örneğin:





Şekil 3.16 İmalatlara WBS Kodu Tanımlanması (Win Estimator)



Şekil 3.17 Hazır Filtreleme Seçenekleri (Win Estimator)

- Proje planlaması için gerekli süre ve maliyet bilgilerinin elde edilebilmesi amacıyla kullanılabilirler. Üst düzey BDMT sistemlerinin çoğunun piyasada mevcut proje yönetim paketleriyle (MS Project, Primavera vs.) entegrasyon seçenekleri söz konusudur. Tahmin sistemleri ile proje yönetim paketleri arasındaki veri iletişimin dayandığı temel ilke şu şekilde özetlenebilir: Proje yönetim paketlerinde, iş, CPM ya da PERT metoduna dayalı olarak çeşitli aktivitelere ayrılır. Her aktivite (task), tek bir imalat kalemine ya da birden fazla imalat kalemine (imalat grubuna) denk olabilir. Aktivitelerin, süre ve kaynak tanımlamalarına ihtiyaçları vardır. Süre, eylemi gerçekleştirme zamanı, kaynaklar ise; işçilik, ekipman ve malzemeler şeklinde tanımlanabilirler. İşçilik ve ekipmanlar grup olarak ekipleri oluştururlar. BDMT sistemleri bir proje yönetim paketinin süresel planlama ve kaynak atama için ihtiyaç duyabileceği tüm verileri; işgücü, ekipman detaylarını, malzeme enformasyonunu, üretkenlik katsayılarını, sistemin bünyesinde olan ya da sistemle entegre çalışabilen ek modüller vasıtası ile birtakım kodlama ve sıralama seçenekleri kullanarak proje yönetim paketine aktarabilir.
- İmalat girdileri ile inşaat maliyet muhasebesinin entegrasyonunun sağlanması halinde, maliyet muhasebesi için gerekli verilerin üretilmesi sağlanabilir.
- Şantiye raporlama sistemi ile entegrasyonun sağlanması halinde, imalatların; kontrol, yönetim ve maliyetlerinin denetlenmesi sağlanabilir.
- İmalat girdilerinden yapı malzemeleri, yapı malzemesi enformasyon sistemleri ile ilişkilendirilerek, imalat girdisinden malzeme fiyatlarının süratli ve en güncel hali ile maliyet verilerinin elde edilmesi sağlanabilir. [22]

Üst düzey (entegre) BDMT sistemleri, sahip oldukları üstün grafiksel kapasiteleri, geniş filtreleme, hazır rapor ve sunum seçenekleri ile çeşitli görüntü kalıplarında (layout), istenilen detay ve enformasyon seviyesinde profesyonel raporlar üretebilme imkanı verirler. Tahminleri; grafikler, resimler ve teknik çizimlerle destekleyebilmek mümkündür. Bazı sistemler, teklif dosyasının ve standart sözleşme dökümanlarının sistem dahilinde hazırlanabileceği, şablon dosya formatları içeren kelime işlem modüllerine sahiptirler.

Kar (markup), yüzde ya da sabit oranda, tekil bir imalat girdisine, birkaç imalat kalemine ya da toplam maliyete sistemin otomatik işlem modülü sayesinde uygulanabilir. Taahhüt giderleri (bid bonds), vergiler, komisyonlar vb. gibi ek maliyetler toplam maliyetin üzerine eklenerek teklif fiyatı tespit edilebilir.



Maliyet veritabanında yapılan tüm güncellemeler, kar oranı, vergi oranı gibi katsayılarda yapılan değişiklikler sistem tarafından tahmin üzerinde otomatik olarak yenilenir.

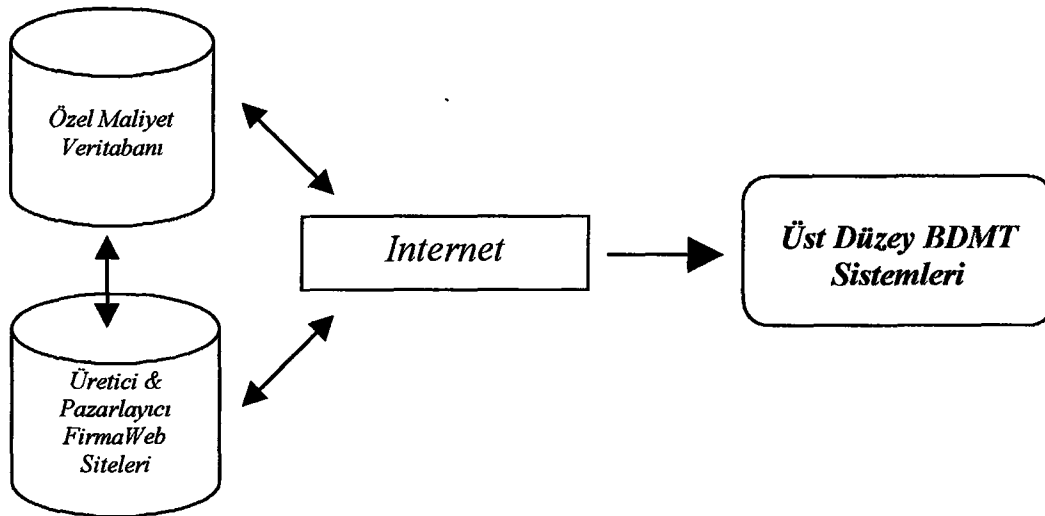
Yukarıda bahsi geçen tüm özellikler, üst düzey (entegre) BDMT sistemlerinin büyük çoğunluğunun sahip olduğu bileşenler olarak tanımlanabilirler. Gelişen bilgisayar ve enformasyon teknolojisine dayalı olarak, sistemlerin kullanıcılara sunduğu alternatifler ve seçenekler her geçen gün artmaktadır.

### İnternet ve Üst Düzey BDMT Sistemleri Etkileşimi:

Gelişen teknoloji ile birlikte giderek hızlanan üretim sürecinde, üretimin hızına cevap verebilecek bir enformasyon sistemi zorunluluk haline gelmiştir. Her geçen gün gelişen kapasitesi ve etkin enformasyon erişim gücüyle internet, birçok alanda olduğu gibi bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinde de önemli rol oynamaktadır. Günümüz; internet hizmetlerine mobilite boyutunu kazandırmanın yanı sıra, hareket halinde olan kullanıcının konumu, kişisel tercihleri, ihtiyaçları ve koşullarına göre özel seçenekler de üretebilmektedir. İletişim araçlarının hızlı gelişimi, istenilen bilgiye her an ve her yerde ulaşabilme imkanı vermektedir.

Enformasyon ve iletişim teknolojisinde görülen bu hızlı yükselişin maliyet tahmin sürecine getirileri şu şekilde özetlenebilir:

- Kolay ve hızlı güncellenebilir maliyet veritabanları.
- Malzeme üreten ya da pazarlayan kuruluşların ürün seçeneklerine ve alternatif fiyatlarına internet üzerinden ulaşabilme imkanı: En güncel maliyet verisi. (Şekil 3.18)

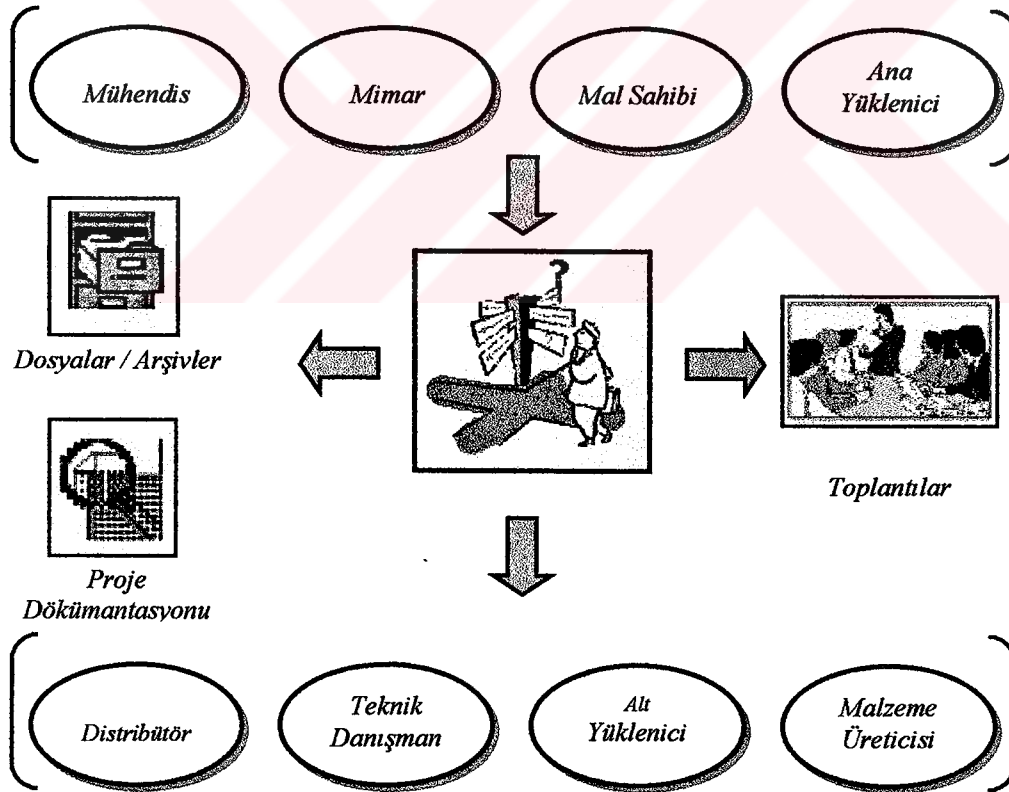


Şekil 3.18 Elektronik Maliyet Verisi Akış Diyagramı



- Maliyet tahmin verilerine ve ilgili dökümantasyona kolay ve hızlı ulaşım: Etkin enformasyon akışı.
- Tahmin ekibiyle, elektronik posta, görüntülü konferans vs. ile istenilen noktadan iletişim kurabilme, online toplantılar gerçekleştirebilme imkanı.
- Üst düzey maliyet tahmin bilgisine ihtiyaç duyulmadan, çeşitli kuruluşların internetteki web siteleri üzerinden sağladıkları tahmin servisleri ile, parametrik veri girişlerine dayalı maliyet tahminleri gerçekleştirebilme imkanı.

Geleneksel maliyet tahmin sürecinde, sektörde rol alan kişi ya da gruplar arasındaki veri akışı oldukça yavaş ve zahmetlidir. (Şekil 3.19) Maliyet verilerinin ve proje dökümanlarının paylaşımında ve ilgili kişilere iletilmesinde, uzun ve masraflı telefon görüşmelerinin, gereksiz döküman çoğaltma ve kopyalama işlemlerinin ve masa başı toplantılarının yerini, internet üzerinden gerçekleştirilen dijital formatlı özel ya da açık veri paylaşımı ve çok fonksiyonelli iletişim ağı almaktadır.



Şekil 3.19 Geleneksel Maliyet Tahmin Sürecinde Enformasyon Akışı

Günümüzde, maliyet tahminlerini bina üretim sürecinde rol alan tüm bireylerin katkıda bulunabilecekleri ortak bir eylem haline getirebilme çabası vardır. İnternet ile üst düzey BDMT sistemleri arasındaki etkileşim, herhangi bir yerdeki tahminciye, tahmin sistemine güvenli giriş sağlayabilme; proje dökümantasyonuna, metraj

verilerine vs. ulaşabilme, tahmin sürecinin kendi payına düşen bileşenlerini gerçekleştirebilme, diğer ekip elemanlarının yapmış olduğu çalışmaları kontrol altında tutabilme ve enformasyon alışverişinin yapılabilmesi üzerine kurulu bir sistem anlayışı getirmiştir.

İnternet ve üst düzey BDMT sistemlerinin entegrasyonu, ofis otomasyonunun bir parçası olan BDMT sisteminin, ortak bir web sitesi üzerinden diğer ofis sistemleriyle veri iletişimine, online veritabanları ile en güncel maliyet verilerine ulaşabilmeye, cep bilgisayarları ile enformasyon paylaşımına ve tahmin ekibini, tahmin sürecinin belirli kilometre taşlarında elektronik posta uyarıları yollayabilme ve ekip elemanları arasında online toplantılar yapabilme imkanı vermektedir.

### **3.3.2. Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri**

Projenin henüz tasarlanmadığı ya da eldeki enformasyon düzeyinin sınırlı olduğu safhalarda, bina maliyetinin tahminine yönelik sistemler; “İkinci Grup Sistemler” ya da “ Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri” olarak tanımlanabilirler.

İkinci grup sistemlerin büyük çoğunluğu; parametrik tekniklere dayalı, benzer nitelikli projelerin gerçekleşmiş maliyetlerini esas alan veritabanlarına ihtiyaç duyan sistemler olarak değerlendirilebilirler.

İkinci grup sistemler, birinci grup sistemler gibi imalat girdilerinin miktarlarına ve birim fiyatlarına kadar uzanan detay seviyesine ihtiyaç duyan sistemler değildir. İkinci grup sistemlerle gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde, fonksiyonel elemanlar ya da bina ile ilgili çeşitli parametreler (çevre, kat sayısı, yükseklik vs.) ön plana çıkar, dolayısıyla bu tarz sistemlerle gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin çıktılarının yorumu, tahmini yapan kişilerin sistemlerin olumlu ve olumsuz yönlerini bilmeleri yoluyla mümkündür.

İkinci grup sistemlerle, tasarım değişkenlerinin maliyet üzerindeki etkilerini esas alan tahminler gerçekleştirilerek, bina tasarım sürecinin erken safhalarında, malsahibi ve tasarımcının karar vermesine yardımcı enformasyonlar elde edilebilir.

Ön ve ilk tasar aşamalarına yönelik BDMT sistemleri, şu alt kategorilere ayrılabilir:

- (1) CAD + Maliyet Tahmin Tam Entegre Sistemler
- (2) Parametrik Sistemler
- (3) Yapay Zeka ve Uzman Sistemler

## **(1) CAD + Maliyet Tahmin Tam Entegre Sistemler**

CAD + Maliyet tahmin tam entegre sistemler, tasarım ve çizime yönelik grafiksel arayüzleriyle beraber, maliyet tahminlerinin aynı sistem dahilinde gerçekleştirilebileceği hazır maliyet veritabanı ve otomatik işlem kapasitesine sahip sistemler olarak tanımlanabilirler.

Kullanıcı tek bir sistemle; tasarım ve çizimlerini üretebildiği gibi, tasarım değişkenlerinin maliyet üzerindeki etkilerini takip edebilmekte ve maliyet tahminlerini gerçekleştirebilmektedir. Örneğin, bir duvar elemanının bir metre uzatılması işlemi, kullanıcı tarafından çizim ekranı üzerinde hızla uygulanabilir ve yapılan bu değişiklik sistemin tahmin modülü üzerinden otomatik hesaplanarak toplam maliyet güncellenebilir.

CAD + Maliyet veritabanı entegrasyonlarının tasarımcılar açısından önemi büyüktür. Sistemlerin, tasarım ve tahmin sürecinde verimliliği arttıran total çözümler oldukları söylenebilir. Çizimler, ekran üzerinde birer grafik görüntü olmaktan öte, yönetilebilen ve tahmine aktarılabilen enformasyonlar haline gelirler.

Araştırma kapsamında incelenen CAD + Maliyet tahmin tam entegre sistem örnekleri kısıtlı ve az sayıda olmakla birlikte, söz konusu sistemlerin, gelişmeye açık ve üst düzey tahmin ve tasarım bilgisine sahip olmayan kişiler tarafından da kullanılabilecek, genellikle; küçük çaplı müstakil konut ya da iç dekorasyon (mutfak, banyo vs.) projelerinin tasarım ve maliyet tahminlerini gerçekleştirebilmeyi hedefleyen sistemler oldukları gözlemlenmiştir.

İncelenen CAD + maliyet tahmin tam entegre sistemler arasında en kapsamlı örnek olarak gösterilebilecek Estimator CAD ([www.beamsbuild.com](http://www.beamsbuild.com)), kullanıcıya; çeşitli kategorilerle ayrılmış imalatları, birim fiyatlarını takip edebilecekleri malzeme alternatifleri ile birlikte seçebilme imkanı vermektedir. (Şekil 3.20) Sistemin CAD modülünün, seçilen imalata ait miktarsal verileri (adet, alan, hacim vs.) otomatik hesaplayabilmesi için söz konusu imalata çeşitli CAD pozlarından birisinin atanması gerekir. (Şekil 3.21)

Poz atama işlemi her imalat kalemi için tekrarlandıktan sonra, sistemin çizim modülünde oluşturulacak imalatların (örnek: dış duvarlar) parametrik verilerinin (ebatlar: yükseklik, genişlik vs.) girilebileceği, imalat ile ilişkili daha önce belirlenen malzeme seçeneklerinin takip edilebileceği “parametrik veri giriş ekranına” geçiş sağlanır. (Şekil 3.22)



BEAMS - Building Estimation and Management System - [Category and Purpose]

File Menu Record Help Applications

Category	Cost Centre	ID	Material Purpose	Build Item	ID	Related Materials	Cost
Gross Measure Areas	001	52	Amount Concrete	No	359	N20 20 80 GB Concrete	\$120.00
Quick Build Items	002	59	Beam Concrete	Yes	360	N25 20 80 GP Concrete	\$126.00
Shalving - Face Brick	003	56	Cavity Fill	Yes	1805	N40 20 80 Concrete	\$116.00
Specified Items	004	60	Column Concrete	Yes			
Roof Steel Builder	005	51	Footings Concrete	Yes			
Openings Builder	006	534	Ground Beams	No			
Prescription Items	009	5	Slab Concrete	Yes			
Preliminaries	010	55	Slab Thickening	Yes			
Insurances	015	58	Stair Concrete	No			
Council Fees	020	57	Surp Slab Concrete	Yes			
Water Fees	030						
Demolition	035						
Siteworks	040						
Pest Control	050						
Plant & Hire	060						
Retain Walls	070						
Re-inforcement	075						
Concrete Supply	080						
Concretor Labour	085						
Cement	090						
Concrete Pump	095						
Coal	100						

Double click to edit Category, Material Purpose or Related Material

Form View

Şekil 3.20 İmalat Kalemleri ve Malzeme Seçim Ekranı (Estimator CAD)

BEAMS - Building Estimation and Management System - [Category and Purpose]

File Menu Record Help Applications

Category	Cost Centre	ID	Material Purpose	Build Item	ID	Related Materials	Cost
Gross Measure Areas	001						
Quick Build Items	002						
Shalving - Face Brick	003						
Specified Items	004						
Roof Steel Builder	005						
Openings Builder	006						
Prescription Items	009						
Preliminaries	010						
Insurances	015						
Council Fees	020						
Water Fees	030						
Demolition	035						
Siteworks	040						
Pest Control	050						
Plant & Hire	060						
Retain Walls	070						
Re-inforcement	075						
Concrete Supply	080						
Concretor Labour	085						
Cement	090						
Concrete Pump	095						
Coal	100						

Material Purpose

Slab Concrete

Use as Build Item: ☒

Category ID: Concrete Supply

CAD Code (Value): 128

Help Codes:

Tag Code (1)

Help Tag Co (2)

OK

CAD CODE  
Tells Estimator CAD  
What to do.

Form View

Şekil 3.21 CAD Pozu Seçim Ekranı (Estimator CAD)

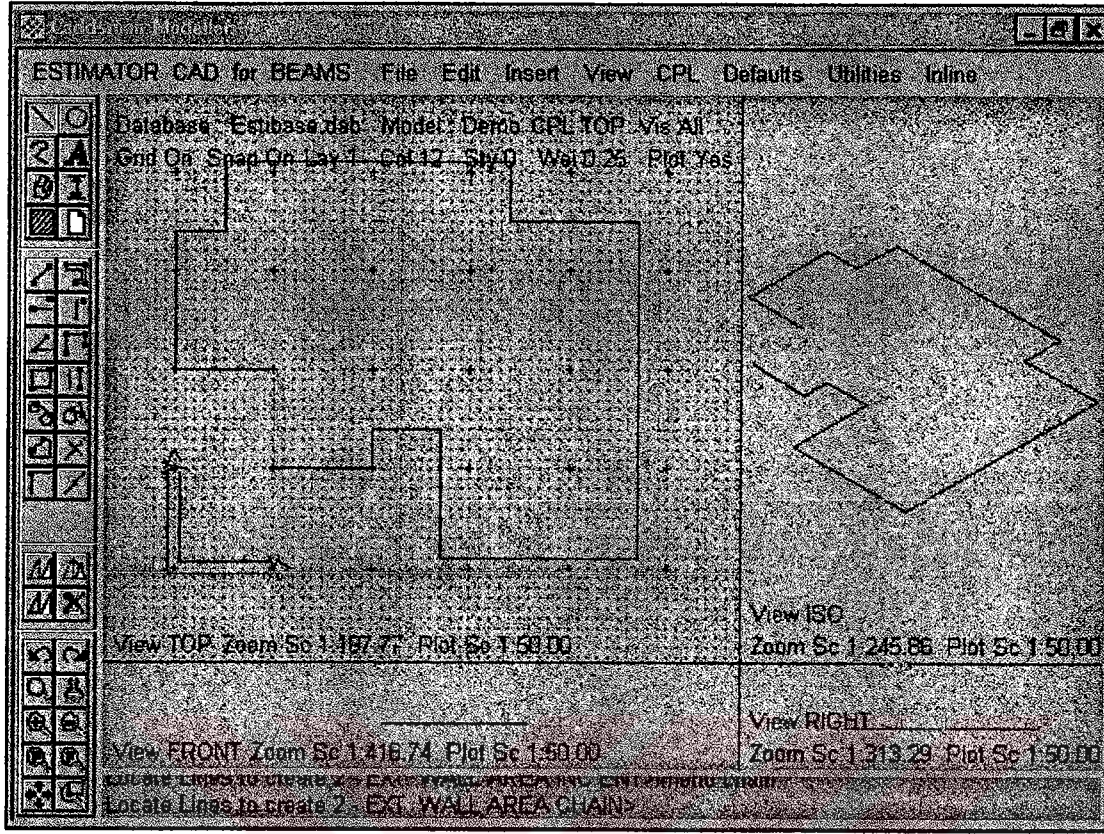


Şekil 3.22 Parametrik Veri Giriş Ekranı (Estimator CAD)

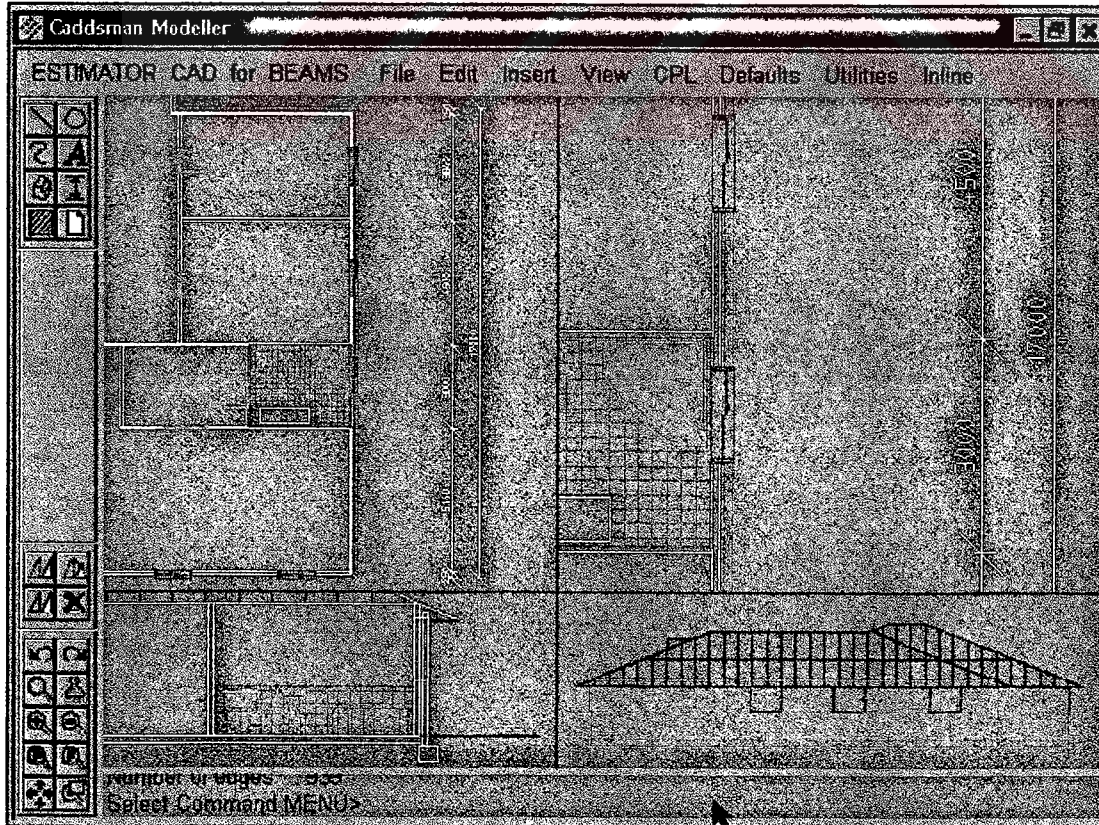
Parametrelerin eksiksiz girilmesinden sonra, sistemin çizim modülünde, plan düzleminde iki boyutuyla tanımlanan elemanlar, sistem tarafından kendilerine özgü parametrik verilerle ilişkilendirilerek otomatik üç boyutlu oluşturulurlar. (Şekil 3.23) Üç boyutlu elemanlar üzerinde; ekleme, çıkartma, birleştirme vb. gibi modüler işlemler yapılabilir. İmalatlara atanan CAD pozları sayesinde bir imalatın miktarını otomatik olarak hesaplayabilmek, sistemin tahmin modülünde miktarları birim fiyatlarla ilişkilendirilerek ara ve genel maliyet toplamaları alabilmek mümkündür.

Sistemin, üst düzey CAD yazılımlar kadar kapsamlı olmasa da ihtiyaçlara cevap verebilecek nitelikte çizim modülü bulunmaktadır. Çizim modülü, objeleri doğrudan üçüncü boyutta oluşturabilmekte, dolayısıyla cephe ve kesitler otomatik elde edilebilmektedir. Çizimleri ölçülendirebilmek, gerekli yerlere açıklayıcı notlar düşebilmek de mümkün olabilmektedir. (Şekil 3.24)





Şekil 3.23 Çizim Modülü –A (Estimator CAD)



Şekil 3.24: Çizim Modülü –B (Estimator CAD)



Estimator CAD vb. gibi CAD + Maliyet tahmin tam entegre sistemler, tasarım değişkenlerinin maliyet üzerindeki etkilerini görsel olarak takip edebilme imkanı veren yaklaşımlardır. Grafiksel elemanlar ile maliyet verisinin bu tarz bir entegrasyonu, ekran üzerinde yapılan değişikliklerin ilişkili parametrelere doğrudan yansımaya, dolayısıyla maliyet tahmininin otomatik güncellenebilmesine imkan verir.

CAD + Maliyet tahmin tam entegre sistemler günümüzde kısıtlı modeller olmakla beraber, tasarımcıların ihtiyaçlarına cevap verebilecek en uygun yaklaşımlar olduklarından, gelişmeye açık ve gelecekte en yoğun kullanıcı kapasitesine sahip olabilecek sistemler arasında değerlendirilebilirler.

## **(2) Parametrik Sistemler**

Değişkenlerin maliyetle olan ilişkisi matematiksel bir modele oturtulduğunda elde edilen eşitlikten bina maliyetine ulaşılabileceği varsayımı vardır [13]. Tasarım değişkenleri ile maliyetler arasındaki ilişki bir takım analizler ile saptanabilir ve bu ilişki esas alınarak katsayılar vasıtasıyla bina ölçeğinde maliyet tahmini için yaklaşım önerileri verilebilir.

Değişkenler arasındaki ilişkileri saptamak için istatistiksel yöntemlere dayalı çeşitli analiz teknikleri mevcuttur. Regresyon, simülasyon vb. gibi analiz teknikleri bilinen bir veya daha fazla değişken değerlerinden (ör.: bina yüksekliği, plan şeması vs.) bir başka değişken değerini (ör.: maliyet) bulmaya yarayan metodlar olarak tanımlanabilirler. Regresyon ve simülasyon analizlerinin maliyet tahmin sürecine yönelik çok çeşitli uygulamaları söz konusudur. Bu tarz yaklaşımlarla, tasarım sürecinin erken safhalarında bir maliyet kontrol mekanizması oluşturulabilir [12].

Regresyon ve simülasyon analizine dayalı yaklaşımlarda, istatistiksel yazılıma (SYSTAT, SPSS, Microstat vb. gibi) girilen verilerin olasılık dağılımları elde edilebilir. Veriler arasındaki ilişkiler ve katsayılar söz konusu dağılımlar üzerinden tespit edilerek maliyetin tahminine yönelik matematiksel bir model oluşturulabilir [12].

Parametrik sistemlerin temelini, istatistiksel analizler sonucunda elde edilebilen matematiksel modeller oluşturur. Araştırma kapsamında incelenen parametrik sistemler, kullanıcının bahsi geçen istatistiksel paketlere verileri girdiği, dağılımları incelediği, yorumladığı ve birtakım ilişkilendirmeler ve katsayılarla oluşturmuş olduğu eşitlikten maliyeti tahmin edebildiği sistemler değildir. Ele alınan sistemler, benzer nitelikte ve gerçekleştirilmiş projelere ait verileri çeşitli analizler ve



ilişkilendirmeler neticesinde belirli bir matematiksel modele oturtan, diğer bir ifadeyle modelin oluşturulabilmesi için gerekli analizlerin önceden gerçekleştirilmiş olduğu, kullanıcının sadece modelin ihtiyaç duyduğu parametreleri girdiği ya da hazır parametreler arasından seçim yapabildiği, neticesinde maliyet tahminini gerçekleştirebildiği sistemler olarak değerlendirilebilirler.

Parametrik sistemler, proje ile ilgili verilerin yüzeysel olduğu aşamalarda kullanılan, çeşitli varsayımlar üzerine oturtulmuş sistemlerdir, dolayısıyla tahminlerin sonuçlarının doğruluğu sınırlı seviyededir. Sistemi kullanacak kişinin sistemin yapısını ve sınırlarını iyi bilmesi tahminleri yorumlayabilmesi açısından önemlidir.

Araştırma kapsamında incelenen parametrik sistem örneklerinden Saylor Square Foot Estimator ([www.saylor.com](http://www.saylor.com)), kullanıcının doğru ve geçerli bir tahmin gerçekleştirebilmesi için sisteme, maliyet tahmini gerçekleştirilecek bina ile ilişkili bir takım parametrelerin girildiği yaklaşım modelidir. (Şekil 3.25)

Sisteme girilmesi gereken parametreler şu şekilde özetlenebilir:

- Bina Tipolojisi: Sistemin bünyesindeki 57 adet farklı bina tipolojisi (apartman, banka, dispanser vs.) alternatifinden birisinin seçilmesi gerekir.
- Toplam Kat Alanı: Bodrum kat hariç tüm kat alanlarının (dış duvarların dış yüzeylerinden alınan ölçüler esas olmak üzere) toplamı.
- Toplam Bina Çevresi
- Toplam Kat Sayısı
- Kat Yüksekliği: Döşeme üst seviyesinden bir üst kat döşeme üst seviyesine kadar olan mesafe.
- Bina Dış Kabuk Tipi / Yapısı: Brüt beton, giydirme cephe, ahşap kaplama vb. gibi çeşitli alternatifler arasından seçim yapabilme imkanı.
- Bina Bölge Kodu: Binanın gerçekleştirileceği bölgeye özel kod numarasının seçilmesi.

Yukarıda bahsi geçen parametrelerin tümü girildikten sonra, sistem, yapısındaki matematiksel modelle parametrik verileri ilişkilendirerek toplam maliyetin fonksiyonel elemanlar bazında verilen kararlarla şekillendirilebileceği maliyet tahmin ekranına geçiş sağlar. (Şekil 3.26)

Sisteme özgü sınıflandırmaya sokulmuş fonksiyonel elemanların her birinin malzemelere ya da iş kalitesine dayalı imalat seçenekleri söz konusudur. Örneğin, döşeme bitirme işlerinde; seramik, halı, parke vb. gibi malzemelerle gerçekleştirilen

imalat seçenekleri olduğu gibi birkaç malzemenin kullanım yüzdelerinin girilerek maliyetinin tespit edilebileceği kompozit alternatifler de bulunmaktadır. (Şekil 3.27) Elektrik, mekanik, tesisat vb. gibi tasarım sürecinin erken safhalarında henüz kararları verilmemiş imalatlara kalite seviyesi (düşük, standart, üst düzey vs.) belirlenerek, maliyetlerinin toplam maliyete ilavesi mümkün olabilmektedir.

PROJECT COST		Project: NEW PROJ	
ITEM	COMPONENTS		\$ AMOUNT
1 Exterior Wall	Wood siding on stud frame		128,153
2 Foundation	Building Parameters		58,626
3 Slab			31,450
4 Frame	Apartment		104,253
5 Elevated			72,465
6 Windows & Doors	25,500 Square Feet		12,424
7 Roof Structure	425 Linear Feet		48,131
8 Roof Cover	3		10,265
9 Partitions	10 Feet		289,108
10 Floor Finish			84,005
11 Ceiling	941 (First 3 digits)		95,944
12 Specialties			0
13 Fire Protection			0
14 Elevator	Wood siding on stud frame		0
15 Plumbing			202,446
16 HVAC	0		56,100
17 Electrical			115,069
18 Basement			0
TOTAL \$ 51,31,56		TOTAL \$	1,308,438
Floor area of the building. Sum of all levels from ground level up to all the floors above. Do not include basement floor area.			
Use arrow keys to move around, <End> to Save, <Esc> to Quit			

Şekil 3.25 Parametrik Veri Giriş Ekranı (Saylor Square Foot Estimator)

PROJECT COST		Project: SAMPLE01	
ITEM	COMPONENTS		\$ AMOUNT
1 Exterior Wall	Wood siding on stud frame		128,153
2 Foundation	Concrete strip/spread footings		76,378
3 Slab	4" concrete slab w/vapor barrier		31,450
4 Frame	Conc. filled pipe column; steel beam		104,253
5 Elevated Floors	Plywood subfloor on wood joists		99,025
6 Windows & Doors	Metal windows & aluminum/glass doors		15,024
7 Roof Structure	Plywood on wood truss, 4 to 12 pitch		48,131
8 Roof Cover	asphalt Shingles		10,265
9 Partitions	Gypsum wall board on wood stud		289,108
10 Floor Finish	Vinyl Tile, Carpet, Ceramic Tile		101,093
11 Ceiling	Gypsum board, painted		109,650
12 Specialties	N/A		0
13 Fire Protection	N/A		0
14 Elevator	None		0
15 Plumbing	Kitchen/bathroom service fixtures		202,446
16 HVAC	Complete HVAC - Standard		61,200
17 Electrical	Power distribution/lighting fixtures		115,069
18 Basement	None		0
TOTAL \$ 51,56,438		TOTAL \$	1,391,245
Type of the exterior walls used for the building.			
F1-Help F2-Proj Mgr F3-Comp F4-Param F5-Adjust F7-List F8-Info			

Şekil 3.26 Fonksiyonel Elemanlara Dayalı Maliyet Grupları (Saylor Square Foot Estimator)

Bölge katsayıları, işgücü birim maliyetleri ve kar oranları kişisel verilerle değiştirilebilir. Fakat herhangi bir fonksiyonel eleman grubunun imalat alternatifleri üzerinde değişiklikler ya da eklemeler yapabilmek, yeni maliyet grupları oluşturabilmek mümkün değildir. Kullanıcıların tahmini değerlendirirken sistemin söz konusu kısıtlamalarını gözönüne almaları gerekir.

PROJECT COST		Project: SAMPLE01	
ITEM	COMPONENTS		\$ AMOUNT
1. Exterior Wall	Wood siding on stud frame	Floor Finish	
2. Foundation	Concrete strip/spread footings	None	
3. Slab	4" concrete slab w/vapor barrier		
4. Frame	Conc. filled pipe	Multiple Floorings	
5. Elevated Floor	Plywood subfloor	Enter relative percentage of	
6. Windows & Door	Metal windows & a	Flooring where applicable	
7. Roof Structure	Plywood on wood t	Maximum 3 figs. allowed	
8. Roof Cover	Asphalt Shingles		
9. Partitions	Gypsum wall board		
10. Floor Finish	Carpet	1	29
11. Ceiling	Gypsum board, pal	Ceramic Tile	102 3,344
12. Specialties	N/A	Terrazzo	0 0
13. Fire Protection	N/A	Hex. wood	0 0
14. Elevator	None	Har. wood	0 0
15. Plumbing	Kitchen/bathroom		146
16. HVAC	Heating and Ventilation		58,100
17. Electrical	Power distribution/lighting fixtures		115,069
18. Basement	None		0
TOTALS			1,108,138

Use arrow keys to move around, <End> to Save, <Esc> to Quit

Şekil 3.27 İmalat Alternatifleri (Saylor Square Foot Estimator)

Araştırma kapsamında incelenen parametrik sistem örnekleri arasında yer alan diğer bir örnek, D4Cost 2000 ([www.d4cost.com](http://www.d4cost.com)), çeşitli bina tiplerine ait gerçekleştirilmiş projelerin; toplam maliyetlerini, malzeme ve işgücü oranlarını, sözleşme bileşenlerini hatta arazi maliyetlerini, varsa kat planlarını ve grafik görüntülerini de içeren kapsamlı bir veritabanı yapısına sahiptir. Proje toplam maliyeti, belirli bir sınıflandırma (CSI Masterformat ya da Uniformat) içerisinde alt maliyet gruplarına ayrılmış olarak gelmektedir.

Sistem, maliyet tahmini yapılmak istenen bir projeyle benzer nitelikler taşıyan gerçekleştirilmiş bir projenin, yapıldığı bölge ve tarih açısından mevcut proje ile olan farklılaşmalarını, sisteme özgü birtakım katsayılar ile güncellemeye dayalı olarak çalışmaktadır. Diğer bir ifadeyle, eldeki maliyet verisi, bölge ve tarih bileşenlerinin değiştirilmesiyle sistemin işlemsel modülü tarafından otomatik güncellenir. Kullanıcı istediği takdirde maliyet gruplarının bileşenleri üzerinde değişiklikler yapabilme, gruba özel katsayılar belirleyebilme, işin kalitesini arttırıp azaltabilme hatta yeni maliyet grupları oluşturabilme imkanına sahiptir.

Yukarıda ele alınan sistemlerle benzer amaçlara yönelik ve farklı arayüzlere sahip çeşitli parametrik sistemlere ulaşabilmek mümkündür. Sistemlerin dayandığı temel ilkenin, eldeki parametrik verileri matematiksel bir modelle ilişkilendirerek kısa vadede yaklaşık maliyet tahminleri gerçekleştirebilmek olduğu söylenebilir.

### **(3) Yapay Zeka ve Uzman Sistemler**

Geleneksel maliyet tahmin sistemleri çeşitli algoritmalar üzerine işlemler yaparlar. Bu tarz sistemler sayısal hesaplamalarda üstünlerdir fakat tahmin süreci ve gerçekleştirilen tahminin yorumu, sistemi kullananın kişisel tecrübesiyle yakından ilişkilidir. Yapay zeka ve uzman sistemler, algoritmik çözümlerinin olmadığı ve belirli bir uzmanlık alanında önemli bir problemi çözmek için uzmanın düşünce biçimini taklit eden kural tabanlı sistemlerdir [24].

Günümüzde, belli deneyimsel bilgiler yüklenebilen ve bunların doğrultusunda kullanıcıya yol gösterebilen akıllı uygulamalar; "Uzman Sistem" ler geliştirilmeye başlanmıştır. Uzman sistemler, karar vermede insanlara yardımcı olurlar, onların yerine geçmezler. Bina maliyeti tahmininde kullanılan uzman sistemlerin geliştirilmesinde söz konusu yaklaşımlar Bölüm 2.6.1.2' de ele alınmıştır.

Geleneksel olarak ayrı ayrı işleyen tasarım ve maliyet değerlendirme sürecini bütünleştiren, zaman kaybı, hata oranı ve ileride karşılaşılabilecek problemlerin sayısına minimuma indiren uzman sistem yaklaşımları geliştirilmeye çalışılmaktadır [24].

Kullanıcının etkileşimli olarak tasarım yapmasını sağlayan, tasarım kararlarının maliyet performans kriterleri üzerindeki etkilerini gösteren ve kullanıcıyı yönlendiren sistemler geliştirebilmek, yazılım üreten kuruluşların ana hedefi olmuştur. Yönetilmesi ve ele alınması gereken enformasyonun her geçen gün arttığı günümüzde, uzman sistem yaklaşımları kontrolü sağlamak açısından önemlidir.

Gelişen bilgisayar ve enformasyon teknolojisiyle beraber, gelecek nesil tahmin sistemleri, proje dökümanlarını değerlendiren ve tahminler gerçekleştirebilen bilgi tabanlı yapay zeka sistemler olacaklardır.

Farklı amaçlara yönelik uzman sistem çalışmaları, bilgisayar destekli ortamlarda, çeşitli kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Fakat, uzman sistemler kullanıcıların piyasadan temin edebilecekleri ve herkese hizmet verebilecek nitelikte uygulamalar değildir.

Geliştirilen uzman sistemler, kuruluşlara özgü problemleri çözümlemeye yönelik özel yaklaşımlar olarak değerlendirilebilirler. Uzman sistemler gelecek nesil BDMT sistemlerinin önemli bir parçasıdır.

Daha önce belirtildiği gibi, kullanıcıların piyasadan temin edebilecekleri uygulamalar olmadıklarından dolayı, uzman sistemlere örnek ekran çıktıları ve detaylı açıklamalar verilememiştir.





## **4. TÜRKİYE' YE ÖZGÜ BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİN SİSTEMLERİ**

### **4.1. Türkiye' de Mevcut Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemlerinin İncelenmesi**

Bina üretim sürecinin tasarım evresine yönelik Türkiye' ye özgü BDMT sistemleri, yurtdışı örnekler ve gelişmeler göz önüne alındığında; sayıca az, yetersiz ve çoğunlukla ihale hazırlığı gerçekleştiren yüklenici firmaların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik sistemler olarak değerlendirilebilirler.

Türkiye' de, BDMT sistemlerinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar oldukça yenidir. Çeşitli kuruluşların bünyesinde gerçekleştirilen araştırmalar, firma ya da kişilere özgü (in-house) çözümler ve ticari esaslı paket programlar Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinin temelini oluşturur.

#### **Araştırma Metodolojisi:**

Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerine ulaşabilmede izlenen yöntem şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

- (1) Türkiye' ye özgü BDMT sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşların belirlenmesinde internet üzerinde en geniş kullanıcı kapasitesine sahip Türkçe ve İngilizce esaslı arama motorları yoğun olarak kullanılmıştır. Araştırmanın içeriğine uygun anahtar kelime ya da kelime grupları girilerek, BDMT sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşlar tespit edilmiş, araştırma konusuyla ilgili destek bilgiler içeren web siteleri incelenmiştir. Araştırma kapsamında belirlenen, BDMT sistemleri üreten ya da pazarlayan kuruluşların genel bir dökümü Ek 1 – Tablo B' de yer almaktadır.
- (2) Belirlenen yazılım firmaları arasında, yaygın olarak kullanılan software paketlerini üretenler ile görüşmeler gerçekleştirilmiş, ürünlerin demoları ve kullanım klavuzları temin edilmeye çalışılmıştır. Mevcut sistemler detaylı olarak incelenmiş, konuyla ilgili web sitelerinden ulaşılan bilgiler araştırma kapsamında tutulmuşlardır.

Tasarım sürecinin çeşitli safhalarına yönelik Türkiye' ye özgü BDMT sistemleri, kısıtlı sayıda olmalarına karşın, yurtdışı sistemlere uygulanan benzer bir sınıflandırmaya tabi tutulabilirler. Sistemleri;

(1) Detay Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri

(2) Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri,

olmak üzere 2 temel gruba ayırabilmek mümkündür.

#### **4.1.1. Detay Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri**

“Detay Tasar ve Teklif / İhale Hazırlık Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri”, Türkiye' ye özgü yaklaşımlar göz önüne alındığında iki temel kategoride ele alınıp incelenebilir:

(1) Spreadsheet' ler (Kolon – Satır Ayarlı Tablolama Programları)

(2) Üst Düzey BDMT Sistemleri (Keşif / Hakediş Programları)

##### **(1) Spreadsheet' ler (Kolon – Satır Ayarlı Tablolama Programları)**

Spreadsheets yazılımlar, yurtdışında olduğu kadar Türkiye' de de kullanımı yaygın tahmin sistemleridir. Türkiye' de birçok tahminci; kişisel ya da firmaya özgü tahmin sistemleri ya da veritabanları oluşturabilme, istek ve ihtiyaçlara uygun tahmin dökümanları hazırlayabilmek amacı ile Excel, Lotus, Quattro vb. gibi spreadsheet' lerden faydalanmaktadır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, spreadsheet' ler, Türkiye' ye özgü BDMT sistemleri arasında geniş kullanım alanı bulabilmektedir.

Spreadsheet' lerin, Türkiye' de bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecine getirileri göz ardı edilemez. Araştırma kapsamında yapılan incelemelere ve gözlemlere dayalı olarak, spreadsheet' lerin, maliyet tahminlerini bilgisayar desteği ile gerçekleştiren kişi ya da kurumlar tarafından en yoğun kullanılan sistemler oldukları söylenebilir.

Birçok tahminci, spreadsheet' lerin esnek yapıları ve işlemsel becerilerine dayalı olarak özel (in-house) çözümler üretebilmekte, firmaya özgü maliyet verilerini sisteme işleyerek istenilen formatta tahminler gerçekleştirebilmektedir. Şekil 4.1' de spreadsheet ortamında oluşturulmuş, firmaya özgü bir maliyet tahmin sisteminden örnek ekran çıktısı görülmektedir.



MATU Mimarlık A.Ş.									
Ba. Mimarlık Bay Cad. No: 10 Etiler Beşiktaş / İstanbul / Türkiye / 34398 / Tel: 0212 444 1111									
BÖLÜM-1 : FRANSIZ GUMRUGU BİNASI									
KONAK PIER									
113-IP									
14.01.2020									
İNCE YAPI İŞLERİ									
SRA NO	POZ NO	İnşaatları Cinsi	ÖLÇÜ BİRİMİ	Miktar	Birim Fiyat	TUTARI (₺)			
DİŞ DUVAR KAPLAMALARI									
1-01	27.531A	Çimento harçlı k ve Dış Duvar sıva yapılması	m2	331,62	6,730	2.231,20			
1-02	27.535A	Dış Duvar sıva yüzeylerine kâğıt serme sıva işçisi yapılması	m2	267,82	8,000	1.556,20			
1-03	28.035A	Akrilik esaslı içce malzeme ile istenilen renkte boyama yapılması	m2	124,58	7,750	864,90			
						4.652,30			
İÇ DUVAR KAPLAMALARI									
2-01	27.531A	İç Duvar yüzeylerine çimento harçlı sıva yapılması	m2	612,88	6,730	2.772,80			
2-02	27.535A	İç Duvar yüzeylerine alçı sıva yapılması	m2	612,88	6,220	2.592,80			
						5.365,60			
İÇ DUVAR KAPLAMALARI TOPLAMI									
						5.365,60			
TAVAN KAPLAMALARI									
TAVAN KAPLAMALARI TOPLAMI									
						1.221,50			
TAVAN KAPLAMALARI TOPLAMI									
						1.221,50			
ESKİ HARPUZTA SÖVE DEĞİŞİKLİK									
4-01	26.207A1	A-C Absan Kapılar Menajer Eski Yapılması (90 cm genişliğinde)	m2	3,04	127,000	487,70			
4-02	08F-4-42	Pencere Değişikliği yapılması Döşeli Taş (10 cm)	m2	1,95	114,300	222,90			
						710,60			
KAPILAR									
5-01	08F-4-43	Sakızlı Camlı Dış Kapı Yapılması (43 Aks)	m2	25,82	161,280	4.161,30			
5-02	22.6-55A	İç Camlı Kemerli Alçı Kapı Pencere Yapılması (A ve 43Aks)	m2	16,92	77,470	1.310,80			
						5.472,10			
TOPLAM									
						16.711,30			

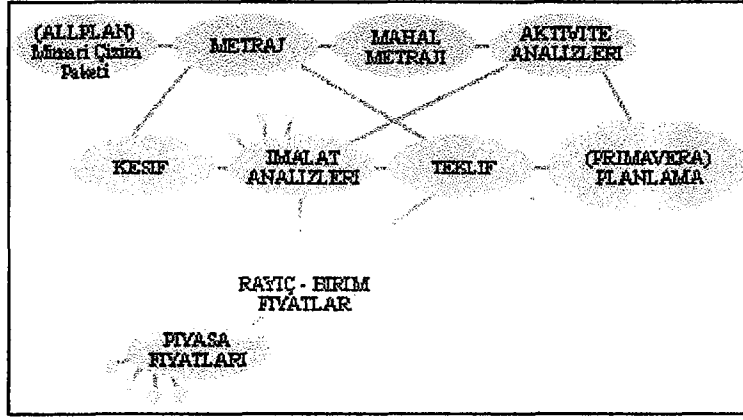
Şekil 4.1 Firma' ya Özgü Spreadsheet Esaslı Maliyet Tahmin Sistemi

## (2) Üst Düzey BDMT Sistemleri (Keşif / Hakediş Programları)

“Üst Düzey BDMT Sistemleri”, diğer bir ifadeyle “Keşif / Hakediş Programları”; sahip oldukları fonksiyonlar ve kullanıma hazır maliyet veritabanları ile, Bölüm 3’ de ele alınan üst düzey (entegre) BDMT sistemleriyle benzer niteliklere sahip uygulamalardır.

Söz konusu sistemlerin en önemli bileşeni olan hakediş modülü, hakedişlerin bina üretim sürecinin gerçekleştirme evresine dönük bir eylem olduğu göz önüne alınırsa, bina üretim sürecinin sadece tasarım evresine yönelik yaklaşımları değerlendiren bu çalışmanın kapsamında incelenmemiştir. Mevcut sistemlerin; metraj, keşif ve teklif modülleri araştırmanın kapsamına girebilecek bileşenler olarak belirlenmişlerdir.

Şekil 4.2, Türkiye’ ye özgü üst düzey BDMT sistemleri arasında yer alan örnek bir uygulamanın temel bileşenlerini, bileşenler arasındaki veri iletişim ağını ve çeşitli modüller arasındaki entegrasyon seçeneklerini grafiksel olarak tanımlamaktadır.



Şekil 4.2 BDMT Sistemi Modüller Arası Veri İletişim Ağı (Avinal Hakediş)

Sistemlerin, birkaç farklı fonksiyonel bileşeninin ve farklı grafiksel arayüzlerinin olması dışında büyük oranda benzer niteliklere ve kapasitelere sahip oldukları söylenebilir. Türkiye’ ye özgü üst düzey BDMT sistemleri, devlet ve kamu kurumlarının prosedür ve isteklerine uygun; metraj, keşif ve hakedişlerin hazırlanabilmesine imkan veren, ihtiyaçlara uygun maliyet veritabanına, raporlama seçeneklerine vs. sahip sistemler olarak tanımlanabilirler.

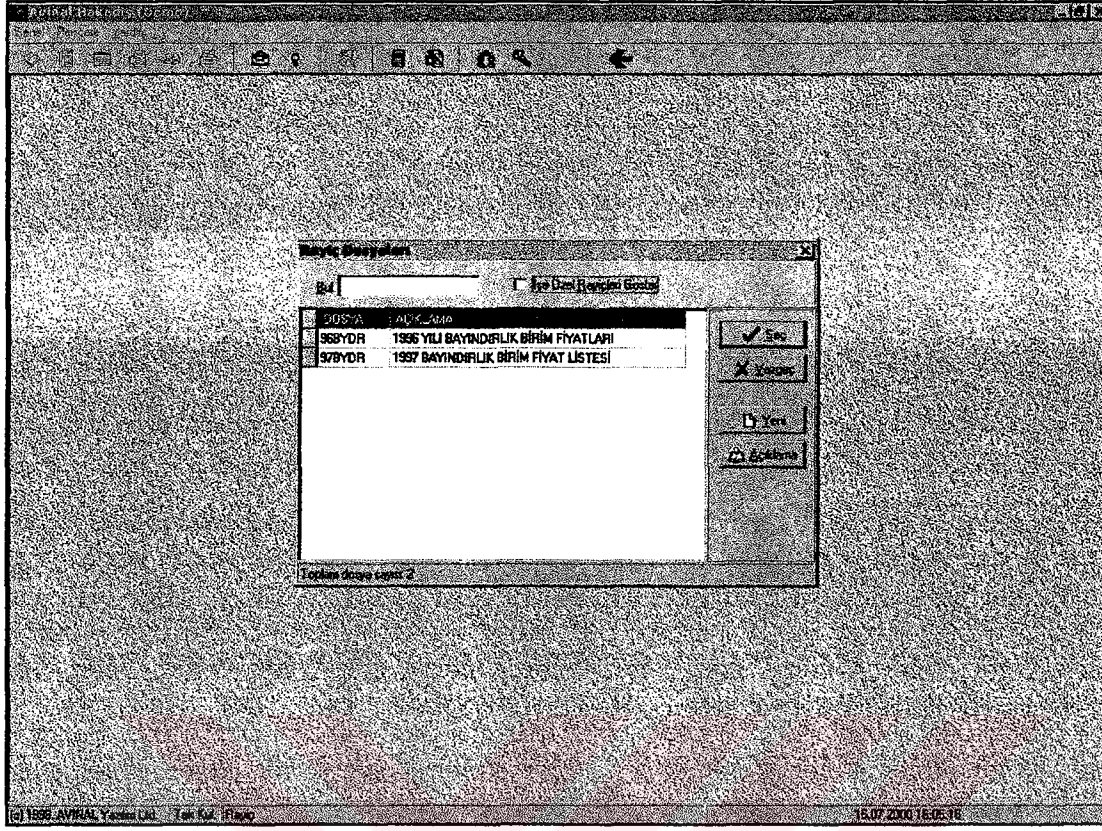
Araştırmanın bu bölümünde, Türkiye’ ye özgü üst düzey BDMT sistemlerinin bina tasarım sürecinde maliyet tahminine yönelik temel bileşenleri, ekran çıktıları ve açıklamaları ile ele alınacaktır.

#### • Maliyet Veritabanı:

Yurtdışı esaslı üst düzey BDMT sistemlerinin temel bileşenlerinden birisi olan kullanıma hazır maliyet veritabanı, Türkiye’ ye özgü üst düzey BDMT sistemleri açısından çeşitli seçenek ve fonksiyonlarıyla önemli bir unsur olarak değerlendirilebilir. Araştırma kapsamında incelenen Türkiye’ ye özgü üst düzey BDMT sistemlerinin maliyet veritabanlarının sahip oldukları özellikler şu şekilde özetlenebilir:

- Çeşitli kurumlara (Bayındırlık Bakanlığı, Köy Hizmetleri, Devlet Su İşletmesi (DSİ), Milli Savunma Bakanlığı (MSB) vb. gibi) ait, birim fiyatlar üzerine kurulu maliyet veritabanları, kullanıma hazır bileşenler olarak sistemler ile birlikte gelmektedir. (Şekil 4.3) Çıkan yeni birim fiyatlar kullanıcı tarafından sistem veritabanına manuel girilebileceği gibi yazılımı üreten kuruluş tarafından dijital formatta temin edilebilmektedir. Kullanıcılar, çeşitli fiyat analizleri ile özel imalat kalemleri oluşturabilir, sözkonusu imalat kalemleri mevcut veritabanına işlenebilir, hazır veritabanı bileşenleri üzerinde değişiklikler yapabilir.





Şekil 4.3 Hazır Maliyet Veritabanı Seçenekleri (Avinal Hakediş)

- Veritabanında, çeşitli imalat kalemlerine ait malzeme alternatifleri, imalatın teknik çizimleri, analizleri ve birim fiyat tarifleri izlenebilir. (Şekil 4.4) Birim fiyatlar istenilen rayiç gruplarına (işçilik, malzeme, makine vs.) ayrılabilir, gruplara ayrılan birim fiyatlar her grup için ayrı olarak tanımlanabilecek katsayılarla çarpılarak yeni birim fiyat dosyaları oluşturulabilir.
- Rayiç dosyaları, TL dışında değişik ülke para birimleri temel alınarak oluşturulabilir, herhangi bir ülke para birimindeki fiyatlar istenilen para birimine çevirilebilir.
- Rayiç dosyasında yer alan her bir imalat kalemi, çeşitli firmaların güncel piyasa fiyat listelerine bağlanabilir (Avinal Hakediş), aynı veritabanı içinde çeşitli fiyatlar arasında karşılaştırmalar yapılabilir.
- Herhangi bir imalat kaleminin birim fiyatını hesaplayabilmek için gerekli, firmaya ya da iş kalemlerine özel analiz dosyaları oluşturulabilir, dosyalar arasında analiz transferi yapılabilir.



- Analizler ait oldukları imalat kalemlerine göre kodlanabilirler. Mevcut ya da oluşturulan analizlerin dökümleri spreadsheet' lere aktarılabilir, analiz ile ilgili teknik çizimler ya da resimler varsa bunlar analiz birim fiyat tarifi eki olarak analiz raporları ile birlikte elde edilebilir.

**Birim Fiyat Tarifleri**

Analiz Poz No: [ ] Malzeme: [ ] Birim: [ ] Poz No: [ ] Malzeme: [ ] Birim: [ ] Birim Fiyat: [ ]

**Bağlantı Seçim**

☐ Başka bir Analiz Bağıntısı Yok  
☐ Başka Bağlantı: [ ]  
☐ Aynısı Bağlantısı: [ ]

**Poz Fiyat**

Poz Fiyat: [ ] Poz Fiyat Adı: [ ] Poz Fiyat Yöntemi: [ ]

**Uzun Açıklama**

Uzun Açıklama: [ ]

**Birim Fiyat Tarifi**

Poz No	Malzeme	Birim Fiyat
026.601	1	
026.602	1	
026.621	1	
026.622	1	

**Uzun Açıklama**

MERDİVEN BASAMAGI KAPLAMASI MOZAYIK HARCI İLE

Şekil 4.4 Birim Fiyat Tarifleri Ekran Çıktısı (Avinal Hakediş)

- Türkiye' deki tüm resmi kuruluşların basılı analiz kitapları, aktarmalı ve aktarmasız olmak üzere sistemler ile birlikte elde edilebilir. (Şekil 4.5)

#### • Metraj Modülü:

Üst düzey BDMT sistemleri, çeşitli malzeme ve imalat kalemlerine (kalıp yapılması, beton dökülmesi vs.) yönelik metraj işlemlerini, söz konusu imalatlara dönük hazır formülüzasyonlar içeren metraj modülleri ya da spreadsheet' lere özgü yöntemlerle oluşturulabilecek formüllerle gerçekleştirebilme imkanı verirler.

Yapılan metrajları ilgili imalat kalemlerine bağlayarak oluşturulan metraj dosyasından gerekli değerler keşif / teklif dosyasına aktarılabilir.

Genel Dosya Yürütme İlgili Ekrana Yardım

Analiz Giriş

Analiz Proje No: 019.084 Maket: 1 Analiz: 1

Tarih: 12 KAT KAPLAMA MALZ İLE KORZYONA KARŞI KORUN Bnz: 1

Birim: m² P.Birim: 1 Gı. Kodu: X % Kar Oranı: 25 Fiyat Kalkulu: 000 BİRİM FİYAT

Karş. Toplam: 845.220,00  
Kalk. Toplam: 1.056.525,00  
Neto Toplam: 845.220,00

Regi No	Regi Marka	Regi Mik.	Tip	Açıklama	Birim	Br.Fiyat	Karş. Tutar	Kalk. Tutar	Sep
001.601	1	2	R	DÜZ İÇİ (İNŞAAT İÇİSİ) SA		107.500	21.500	26.875	
001.603	1	1,3	R	ÇİRAK SA		90.400	117.520	146.900	
001.607	1	2	R	BİRİNCİ SINIF USTA SA		164.300	328.600	410.750	
004.611	1	1	R	ZİMPARA KAGIDI (İŞBAŞI AD		5.000	5.000	6.250	
004.522P	1	15	R	İNCELTİCİ-TEMİZLEYİCİ 10 KG		324.000	48.600	60.750	
004.5271	1	45	R	KORUYUCU KAPLAMA 02 KG		720.000	324.000	405.000	

Satır Ekle Satır Sil Tablo Analiz Ekle Çıkarılacak Hesapla Aktar Bütün An. Ayar

Açıklama: ZİMPARA KAGIDI (İŞBAŞI AD)

© 1999 AVINAL Yazılım Ltd. | Tek. Kul. Analiz: ANAYÖR, Regi: SİYÖR, Maket: GENEL, B.F. Tarih: GENEL 16.07.2000 15:08:11

Şekil 4.5 Analiz Giriş Ekranı (Avinal Hakediş)

- **Diğer Bileşenler:**

İncelenen üst düzey BDMT sistemlerinin büyük çoğunluğu; Windows işletim sistemi altında çalışan, spreadsheet'lerin işlemsel becerilerine ve grafiksel arayüzlerine sahip uygulamalardır. Oluşturulacak tahmin raporlarına değişik sunum seçenekleri uygulayabilmek, yürürlükteki kararnamelere uygun dökümanlar üretebilmek sistemlerin yan modülleri vasıtası ile mümkündür. (Şekil 4.6)

Üst düzey BDMT sistemlerin bir kısmı, Türkiye'ye özgü ya da yurtdışı esaslı CAD yazılımları ile entegre çalışabilme kapasitesine sahiptir. Metraj verisinin otomatik olarak maliyet tahmin sistemine aktarılabilmesine imkan veren, BDMT sistemleri ile CAD esaslı uygulamalar arasındaki entegrasyon seçenekleri, Türkiye'ye özgü BDMT sistemleri açısından yeni ve gelişmeye açık yaklaşımlar olarak değerlendirilebilirler.

Bölüm 3' de yurtdışı esaslı üst düzey BDMT sistemlerinin önemli entegrasyon seçeneklerinden birisi olan proje yönetim paketleri ile veri iletişiminin, Türkiye'ye özgü üst düzey BDMT sistemlerinin çok azı tarafından gerçekleştirilebildiği gözlemlenmiştir.

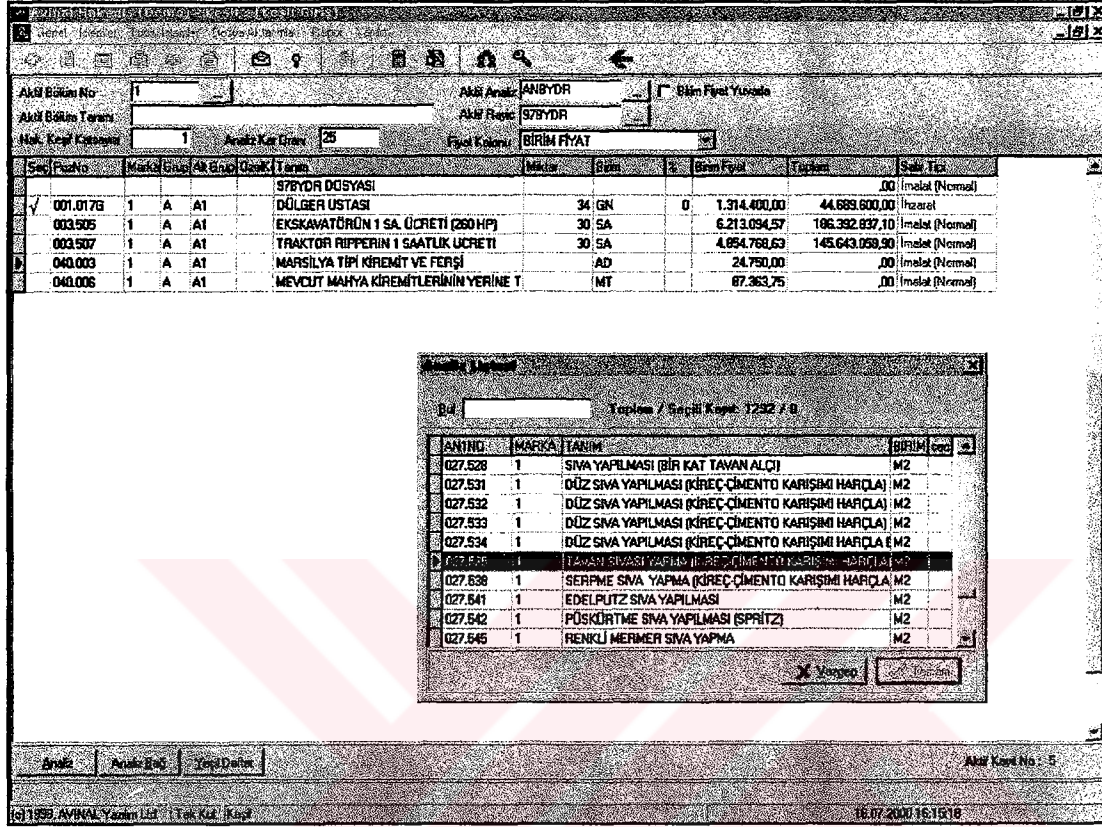






Üst düzey BDMT sistemleri ile teklif hazırlanırken;

- Tüm resmi birim fiyatlar, imalat analizleri veya güncel fiyat listeleri ekran pencerelerinden izlenerek seçilebilir ve teklife aktarılabılır. (Şekil 4.7)



Şekil 4.7 İmalat Pozları Seçim Ekranı (Avinal Hakediş)

- İmalat kalemlerine atanabilecek farklı işlem kodları ile filtreleme seçeneklerini kullanarak çeşitli ara toplamalar alınabilir.
- Belirlenen imalat kalemlerini, rayiç dosyasında yer alan farklı birim fiyat seçeneklerine bağlayarak alternatif teklif fiyatları oluşturulabilir.
- Teklif / Keşif dosyasındaki metrajlar için metraj dosyasına bağlanarak metraj değerlerine ulaşılabilir, metraj hazırlanmamışsa, imalat miktarları sisteme sonradan girilebilir.
- Hazırlanan keşiflerin, istenilen yıla ait birim fiyatlar ile TL üzerinden ya da farklı ülke para birimi değerleri üzerinden maliyetleri elde edilebilir.

Yukarıda bahsi geçen tüm bileşenler, Türkiye'ye özgü üst düzey BDMT sistemlerinin araştırmanın kapsamı giren metraj, keşif ve teklif hazırlık modüllerinin sahip oldukları temel özellikleri tanımlamaktadır. Gelişen bilgisayar ve enformasyon

teknolojisine bağılı olarak, Türkiye’ ye özgü BDMT sistemleri üreten yazılım firmalarının, kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebilecek ek modüller ve entegrasyon seçenekleri geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

#### **4.1.2. Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri**

Malsahibi, tasarımcı ya da tasarım sürecinin erken safhaları ile yakından ilişkisi olan kişi ya da kurumların, tasarım değişkenlerinin maliyet üzerindeki etkilerini gözlemleyebilecekleri, Türkiye’ ye özgü yapım tekniklerini, malzeme alternatiflerini ve bunlara dayalı güncel maliyet verilerini içeren bir veritabanı yapısına sahip, ya da Türkiye’ de gerçekleştirilmiş projelerin maliyet verilerinin birtakım katsayılarla güncellenmesine dayalı olarak maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesini hedefleyen sistemlere olan ihtiyaç büyüktür.

Türkiye’ ye özgü “Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri”; mevcut örnekler göz önüne alındığında az, yetersiz ya da gelişmeye açık sistemler olarak değerlendirilebilirler. Araştırma kapsamında, “Ön ve İlk Tasar Aşamalarına Yönelik BDMT Sistemleri” ne örnek teşkil edebilecek, Bölüm 3’ de incelenen yurtdışı sistemlerle benzer niteliklere sahip, Türkiye’ ye özgü ticari esaslı bir BDMT sistemi modeline, gerek internet gerekse de literatür bazında yapılan araştırmalar sonucunda rastlanılmamıştır.

Türkiye’ de, ön ve ilk tasar aşamalarına yönelik BDMT sistemi oluşturulmasına yönelik çalışmalardan birisi; İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Bina Yapım Yönetimi Maliyet Araştırma Merkezi tarafından gerçekleştirilen, “Bina Maliyet Bilgi Sistemi (BMBS)” modelidir.

Bina Maliyeti Bilgi Sistemi’ nin amacı; bina yapımı ile ilgili tüm maliyet bilgilerinin bilgisayar ve haberleşme teknolojisinin en son olanaklarından yararlanılarak belirli bir sistem içinde ele alınmasını, tanımlanmasını ve kullanımını sağlamaktır [25].

Piyasadan toplanmış, ilgili kuruluşlarca yayınlanmış, inşaat kuruluşları tarafından gerçekleştirilmiş projelerin maliyet değerlendirmeleri sonucunda elde edilmiş tüm maliyet bilgilerinin sınıflandırma, kodlama ve birbirleri ile ilişkilendirerek veri tabanının oluşturulması, işlenerek istenilen nitelikte bilgiye dönüştürülmesi, ve kullanıcıya istediği an, istediği nitelikte ve formatta iletilmesi ve bütün bunların bütüncül bir yaklaşımla ele alınması ve çağdaş bilgisayar ve haberleşme teknolojisinin olanaklarından yararlanılması araştırmanın çalışma alanını oluşturmaktadır [25].

Yukarıda bahsi geçen amaçlar doğrultusunda oluşturulan sistemin içinde yer alan çalışma modülleri;

- Veri Toplama, Depolama, Güncelleştirme ve Yayma Modülü
- Veri İşleme, Yeni Bilgi Üretme Modülü
- Araştırma ve Geliştirme, İletişim Ortamı Geliştirme Modülü

olarak belirlenmiştir. Söz konusu modüller birbirini izleyen bir dizi alt modüllerden oluşmaktadır [25].

Sistemin, “Veri İşleme - Yeni Bilgi Üretme” modülünün; maliyet tahmini, maliyet analizi, indeks oluşturma vb. gibi alt modülleri, tezin konu kapsamına giren bileşenler olduklarından detaylı olarak incelenmişlerdir. Söz konusu alt modüllerin özellikleri ve kapsamları şu şekilde özetlenebilir:

#### (1) Maliyet İndeks Oluşturma Modülü

Veritabanında bulunan rayiçleri, yapım işlemlerini ve çeşitli tipolojideki ve nitelikteki projeleri gruplayarak bunların yıllar itibari ile maliyet değişimlerini inceleyen çalışmaları içermektedir. BMBS içinde geliştirilen indeks değerleri, veritabanında var olan veya olmayan daha önce gerçekleştirilmiş projelerin toplam inşaat maliyetlerini güncelleştirmede kullanılmaktadır [25].

#### (2) Maliyet Analiz Modülü

Veritabanında var olan, daha önce gerçekleştirilmiş projelerin maliyetlerinin fonksiyonel elemanlara dağılım değerlerinden hareketle, yapılması düşünülen projenin fonksiyonel eleman maliyet paylarına dağılımlarını elde etmeyi amaçlamaktadır. Elde edilen maliyet palanları ile tasarım kararlarında maliyetin planlanabilmesi ve denetlenebilmesi gerçekleştirilebilir [25].

Maliyet analiz modülü, binaların fonksiyonel elemanlara dayalı maliyet planlarını elde etmeye ve bunları tasarım sırasında denetim amacı ile kullanabilmeye yönelik çalışmaları kapsamaktadır [25].

#### (3) Maliyet Tahmin Modülü

Maliyet tahmin modülü, bir projeye ait yatırım kararının verilmesinden itibaren ön tasar – kesin tasar aşamalarında, nitelikleri ve niceliği belirlenen kararlar verildikçe maliyetin daha doğru tahmin edilebilmesini amaçlamaktadır. Tahmini yapmak

isteyen kişi verdiği kararlar çerçevesinde kendi proje özelliklerine sahip daha önce yapılmış projeleri veri tabanından seşebilmekte veya söz konusu seşebilmiş projelere ilişkin veriler istatistiki analiz yöntemleri kullanılarak en muhtemel maliyet değerine ulaşılabilmelidir. Maliyet tahmin modülü bir amaca yönelik çalışmaları kapsamaktadır [25].

Maliyet tahmin modülü, birtakım maliyet modellerine yönelik tahmin ve hesaplama algoritmalarına dayanmaktadır. Söz konusu maliyet tahmin modelleri ve çalışma ilkeleri şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

- **Ortalama Birim Maliyet Verilerine Dayalı Tahmin Modeli**

Bina projelerinin fizibilite çalışmalarına ve yatırım kararlarının verilebilmesine yönelik olarak kullanılan bu modelde; 1 m<sup>2</sup> veya 1 m<sup>3</sup> inşaat maliyeti veya fonksiyonel eleman (yatak, koltuk vb. gibi) başına inşaat maliyeti veri kabul edilmektedir. Bu modelde, maliyet tahmini birim maliyetleri ile, yapılacak proje programında belirlenen fonksiyonel eleman miktarları veya m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> inşaat miktarları çarpılarak yapılmaktadır.

Bu yöntemin BMBS yazılımında kullanılabilmesi için kullanıcı, maliyet tahmin yapmak istediği projeye ait kararı verilmiş (kat sayısı, tipoloji, taşıyıcı sistem vs.) özellikleri belirleyerek bunları sağlayan projeleri veritabanından seşebilmekte ve bu projelere ait birim maliyetleri, tablo ve istatistiksel analiz programlarına aktararak projesi için en uygun ortalama veya en muhtemel birim maliyet verilerine ulaşabilmektedir. İstatistiksel analiz için yeterli sayıda istenilen niteliklere sahip projeye ulaşabilme veri tabanı zenginleştikçe gerçekteşebilmekte ve bu yöntemin doğruya daha yakın tahmin olanakları ortaya çıkabilmektedir [25].

- **Regresyon Analizine Dayalı Maliyet Tahmin Modeli**

Regresyon modellerinde, bina maliyeti bağımlı değişken proje özellikleri bağımsız değişken olarak seşebilmekte ve bunlar arasındaki ilişki matematiksel bir formüle dönüştürölmektedir. Böylelikle maliyet tahmini yapılacak projeye yönelik özellikleri ifade eden bağımsız değişkenler (parametreler) formüle girildiğinde ilgili projenin toplam inşaat maliyeti hesaplanabilmekte ve bu değer maliyet tahmininde kullanılabilir.

Regresyon analizi yapılırken veri tabanında yer alan aynı özelliklere sahip projelerin oluşturduğu örneklemden hareket etme etkinliği artacaktır. Bu nedenle veri tabanındaki proje sayısı arttıkça, belirli özelliklere sahip yeterli proje sayısına ulaşabilme söz konusu olacaktır [25].

- **Maliyet Ağırlıklı Yapım İşlemlerini Dikkate Alan Maliyet Tahmin Modeli**

Bu maliyet modellerinde, bina projelerinde yer alan ve çoğu kez 60' ı geçen yapım işleminin miktarının proje üzerinden ölçülmesine (metraj) dayanan keşif yönteminin bireleştirilmesi ve maliyet ağırlıklı kalemler ile maliyet tahmini yapılması önerilmektedir.

Bu yöntemin birincil uygulamasında, veritabanından seçilen örnekleme yer alan benzer proje keşifleri ele alınmakta, projelerin maliyetinin % 80' ini oluşturan yapım işlemlerinin neler olduğu tespit edilmektedir. Bundan sonra yapılacak iş, proje üzerinden sadece maliyet ağırlıklı bu kalemlere ilişkin miktar ölçümlerini (metraj) yaparak maliyetin % 80' ini doğru tahmin etmek ve buna % 20 ilave ederek toplam inşaat maliyetini hesaplamaktır.

Bu yöntemin ikinci uygulamasında, önce binayı oluşturan yapım işlemleri gruplanmakta ve hangi yapım işleminin hangi iş grubuna girdiği belirlenmektedir. Daha sonra veritabanından seçilen örnekleme yer alan her projeye ait toplam inşaat maliyeti, keşifte yer alan yapım işlemi sayısına bölünmekte ve ortalama yapım işlemi değeri hesaplanmaktadır. Dah sonra ortalama yapım işlemi üzerinde kalan yapım işlemlerinin hangi gruba girdiği belirlenmekte, söz konusu imalat grubunda bir yapım işlemi varsa onun fiyatı alınmakta, birden çok yapım işlemi varsa yapım işlemlerinin birim fiyatları arasında % 10 farka kadar olanların birim fiyatları toplanıp, ortalama alınarak bulunan değer imalat grubu birim fiyatı olarak kabul edilmektedir.

Örnekleme yer alan tüm projelere ait imalat grup birim fiyat ortalaması maliyet tahmini yapılacak proje için imalat grubu birim fiyatı olarak kabul edilip, bu gruba ilişkin imalat miktarı proje üzerinden ölçülerek toplam bina maliyeti hesaplanmaktadır [25].

- **Benzer Projelerin Maliyet Verilerinin Güncelleştirilmesine Dayalı Maliyet Tahmin Modeli**

Bu maliyet tahmin modelinde, maliyeti tahmin edilecek projeye ait özellikler belirlenmekte ve soruşturma ile bu özelliklerden en fazlasına sahip proje, BMBS veri tabanından bulunmaktadır. Elde edilen pek çok özelliği maliyet tahmini yapılacak projeye uyan bu projenin maliyet verileri ve keşifleri güncelleştirilmektedir. Daha sonra, seçilen projenin benzemeyen özellikleri göz önünde bulundurularak düzeltmeler yapılmakta ve böylece elde edilen değerler maliyet tahmininde kullanılmaktadır.



BMBS yazılımı veri tabanındaki daha önce gerçekleştirilmiş projelere ilişkin bilgiler çoğaldıkça tüm özellikleri tutan projelere erişme olasılığı artmakta ve elde edilen verilerin yeniden indirgenme işlemi azalmaktadır [25].

- **Monte Carlo Simülasyon Tekniğine Dayalı Maliyet Tahmin Modeli**

Bu model toplam bina maliyetini, alt sistemler için belirlenen maliyet değerlerinin toplamı olarak kabul eden deterministik yaklaşımlara karşı, olasılık hesabını dikkate alan bir yaklaşımı ortaya koymaktadır.

Söz konusu yaklaşımın, BMBS yazılımı ile kullanımında, veritabanında yer alan ve aynı programı gerçekleştiren projeler seçilmekte, fiyatları güncelleştirilmekte ve bu projelere ait fonksiyonel elemanlara (alt kabuk, üst kabuk vs.) veya girdilere (işçilik, gereç, araç vs.) dayalı maliyet analizleri elde edilmektedir.

Monte Carlo simülasyon yaklaşımında, her alt sistem ve girdi maliyetleri için oluşturulan dağılımlar göz önüne alınarak, toplam bina maliyeti rasgele sayılar yardımıyla yüzlerce defa hesaplanmakta ve tam olasılıkları dikkate alan bir toplam inşaat maliyeti dağılımı elde edilebilmektedir.

Böylelikle, sadece programı belli olan ve maliyet tahmini yapılması istenen proje için en az, en çok ve en muhtemel toplam inşaat maliyeti değerleri elde edilebilmektedir.

- **Fonksiyonel Eleman Ortalama Miktar ve Birim Fiyatlarını Dikkate Alan Maliyet Tahmin Modeli**

Bu modelde özellikle ön tasar aşamasında gerçekleşecek projenin program değerleri (inşaat alanı, kat sayısı vs.) yanında kalitesinin, kullanılacak gereçlerin de dikkate alınarak maliyet tahmini yapılabilmektedir.

BMBS veri tabanında rayiç, yapım işlemi analizleri ile ilişkilendirilerek tanımlanan fonksiyonel eleman (kompozit eleman) analizleri yardımıyla her fonksiyonel eleman alternatifi için birim fiyat elde edilebilmektedir.

Modelin kullanılabilmesinde iki yaklaşım söz konusudur. Birincisinde, avan proje geliştirilmiştir ve alt sistem (iç bölücüler, dış kabuk vs.) miktarları proje üzerinden ölçülebilmektedir. Bu durumda, BMBS yazılımında bu yaklaşım ile maliyet tahmini yapmak için ekranda alt sistemler için miktar hanesi kullanıcı tarafından doldurulmakta, fonksiyonel eleman için alternatifler arasından seçim yapılmakta ve toplam inşaat maliyeti hesaplanmaktadır.

Şekil 4.8’ de, fonksiyonel eleman ortalama miktar ve birim fiyatlarını dikkate alan maliyet tahmini ekranına ait temel bileşenler görülmektedir.

İTÜ-MF-BMBS		MALİYET TAHMİNİ		12/02/1991	
PROJE MALİYET HESABI BİLGİLERİ					
Proje no	: 0-	İl kodu	:		
Proje adı	:		:		
Mal sahibi	:		:		
İşlev	:	Brüt inşaat alanı:	:	[ - ]	
Tahmin tarihi:	:	Kat sayısı	:	[ - ]	
İş tipi	:	Dönem kodu(BB-PF):	:		
ELEMAN ADI	MİKTAR	BİRİM FİYAT	EL.MALİYETİ/ BRÜT İNŞ.AL.	TOPLAM MALİYET	
10-ALT KABUK	:				
21-ARA DÖŞEME/MERD.	:				
31-DİŞ DUVAR	:				
32-PENCERELER	:				
33-DİŞ KAPILAR	:				
41-İÇ DUVARLAR	:				
42-İÇ KAPILAR	:				
50-ÜST KABUK	:				
60-TAŞIYICI İSK.(%)	:				
T O P L A M					

Şekil 4.8 Fonksiyonel Eleman Ortalama Miltar ve Birim Fiyatlarını Dikkate Alan Maliyet Tahmini Ekranı

İkinci yaklaşımda ise, maliyet tahmini yapılacak projeye ait sadece kat sayısı ve inşaat alanı bilgileri vardır. Bu durumda BMBS yardımı ile veritabanında benzer projeler soruşturulmakta ve onlara ait fonksiyonel eleman miktarlarının ortalamaları alınmaktadır.

Bu durumda yeni projeye ilişkin mimari proje çalışmasına girilmeden alt sistem, katmanlar, gereçler seçilmekte ve tahmini miktarlar ile çarpılarak toplam inşaat maliyeti hesaplanabilmektedir.

Yukarıda bahsi geçen maliyet tahmin modellerinin tümünü kapsayan BMBS yazılımı, henüz gelişme aşamasında olan bir uygulamadır. Yazılımın, maliyet tahmini ile ilişkili modüllerinin mevcut durumlarını yansıtan ekran çıktıları ve sistemin kullanıcılara sunabileceği raporlardan örnekler tez kapsamında verilmemiştir. BMBS yazılımı ile ilgili detaylı açıklamalar ve örnekler, Bina Yapım Yönetimi Maliyet Araştırma Merkezi tarafından yayınlanmış, “İnşaat Sektöründe Bilgisayara Dayalı Bina Maliyeti Bilgi Sistemi Geliştirilmesi” isimli araştırma projesi raporundan elde edilebilir.

## **5. TÜRKİYE’ DE BİNA TASARIM SÜRECİNDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ MALİYET TAHMİNİNE ve MEVCUT BDMT SİSTEMLERİNE ELEŞTİREL BAKIŞ**

### **5.1. Türkiye’ ye Özgü BDMT Sistemlerine Yönelik Potansiyel Problem Alanlarının Belirlenmesi**

Araştırma kapsamında incelenen Türkiye’ ye özgü BDMT sistemleri, yurtdışı sistemler ve gelişmeler göz önüne alındığında, işlevsellikleri, kapasiteleri ve alternatifleri açısından kısıtlı uygulamalar olarak değerlendirilebilirler. Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerine eleştirel bir bakış getirmeden önce, maliyet tahmin sürecinin işleyişinde önemli etkileri gözlemlenen; inşaat sektöründe rol alan kişi ya da gruplar arasındaki etkileşimler, enformasyon akışı, çeşitlilik gösteren yetki ve sorumluluk alanlarına yönelik problem noktalarının ele alınması hedeflenmiştir.

Türkiye’ de, inşaat sektöründe bina tasarım sürecinde rol alan, malsahibi, tasarımcı, yüklenici vb. gibi kişi ya da kurumların maliyet tahmin sürecinde sorumluluk ve yetki alanları kesin sınırlarıyla belli değildir. Yurtdışı organizasyon yapılarında gözlemlenen mimarlara özgü yetki alanlarının, Türkiye’ de aynı karakterlere sahip olmadığı, mimarların; malsahibinin istek ve ihtiyaçlarına uygun tasarımlar gerçekleştiren, fakat söz konusu tasarımların maliyet bileşenleri konusunda yeterli bilgi ve tahmin tecrübesinden uzak ve bu konudaki sorumluluk alanlarının kısıtlı olduğu söylenebilir. Bu durum, tasarımla maliyet ilişkisinin çoğu zaman birbirinden kopuk ilerlemesine, tasarım sürecinde maliyet tahminlerinin temel amacını oluşturan maliyeti kontrol altında tutabilme eyleminin istenilen seviyede ve doğrulukta gerçekleştirilememesine neden olmaktadır. Aynı zamanda, malsahibinin, mimardan gerçekleştirmiş olduğu tasarımların maliyet bileşenleri konusunda bilgi talep etmemesi, malsahibi – kullanıcı bilincinin de zayıf olduğunun en etkin göstergesidir.

Birçok yurtdışı firmanın organizasyon yapısında yeri olan, tasarımcıyla organize çalışarak, tasarım bileşenlerine ait alternatifleri araştırma ve buna dayalı maliyet tahminleri gerçekleştirebilme becerisine sahip “Quantity Surveyor” (Keşif Uzmanı / Sürveyan) gibi bir uzmanlık dalının Türkiye’ de mimari ofisler ve yüklenici firmalar bazında yeterince tanınmadığı gözlemlenmiştir.

Konuya yükleniciler açısından yaklaştığımızda, yüklenici inşaat firmalarının büyük çoğunluğunun bünyelerinde mimari departmanlara sahip olmaması, tasarımla maliyet ilişkisinin organize yürütülememesine, dolayısıyla yapım sürecinin istenilen performans ve maliyette gerçekleştirilememesine neden olmaktadır.

Türkiye de, organizasyonel yapı içerisinde gözlemlenen iletişim kopuklukları enformasyon akışını olumsuz yönde etkilemekte, dolayısıyla maliyet tahminleri hedeflenen şekilde yürütülememektedir.

Türkiye’ de, tahminciler, geleneksel yöntemlerden BDMT sistemlerine geçişi, bilgisayarları karmaşık ve kullanımı zor araçlar olarak değerlendirdiklerinden, BDMT sistemlerini; istedikleri verimi alamayacakları ya da gereken esnekliğe sahip olmadıklarından dolayı kısa vadede işlevlerini yitirecek yaklaşımlar olarak görmektedirler. Ofis ve şantiyelerde kurulan bilgisayar sistemleri açısından gerek donanım gerekse yazılım bakımından gereken yatırımı yapmaktan çekinmeyen yüklenici firmalar, bu yatırımları etkin biçimde kullanabilmek için gerekli bilgi birikimi ve bu birikime sahip personeli temin etmek konusunda oldukça isteksiz davranmaktadırlar. Yüklenici firmaların, söz konusu sistemleri sadece gerçekleştirme evresine yönelik; süre planlama, maliyet takibi vs. için kullanmaları, tasarım evresine dönük herhangi bir yatırıma gidilmemesi önemli bir eksikliklerdir. Üniversiteler ve araştırmacılar ise ürettikleri bilgi ve teknolojinin uygulamada kullanılmaması nedeni ile yeni araştırmalara motive olamamaktadırlar.

Bilgisayar teknolojisine ve programlama dillerine hakim olanlarla inşaat sektörüne yönelik bilgilere sahip olanlar arasındaki iletişim kopukluğu sistemlerin ihtiyaçlara uygun olarak geliştirilebilmesine engel olmaktadır.

Yapılan araştırmalar ve yukarıda bahsi geçen faktörlerin tümü göz önüne alındığında, Türkiye’de bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinin sektörde rol alan farklı kişi ve kuruluşların maliyet tahminlerinin gerçekleştirilmesine dönük ihtiyaçlarına ve sorunlara çözüm getirebilecek verimliliğe ulaşamadığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında incelenen Türkiye’ ye özgü BDMT sistemleri, farklı grafiksel arayüzlere, işlem modüllerine, işletim sistemiyle (Windows, Linux vs.) ilişkili fonksiyonlara, işlem hızlarına ve grafiksel kapasitelere sahiplerdir. İncelenen sistemlerin, yurtdışındaki benzer örneklerle yukarıda bahsi geçen faktörler açısından eksik ya da avantajlı yönlerinin tespiti bu çalışma kapsamında hedeflenmemiştir. Sistemlerin, maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna yönelik temel problem alanları ve eksiklikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan incelemelerde

Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinde gözlemlenen potansiyel problem alanları şu ana başlıklar altında özetlenebilir:

- Türkiye' de bina tasarım sürecinin ön safhalarına yönelik BDMT sistemleri, sayıları ve kapasiteleri açısından oldukça kısıtlı modellerdir. Bölüm 3' de yurtdışı sistemler arasında ele alınan, parametrik veri girişine, çeşitli indeks ve istatistiki katsayılarla dayalı olarak çalışan maliyet tahmin sistemleri, Türkiye' de benzer örnekleri açısından ele alındığında, çeşitli kuruluşların yapmakta olduğu araştırmalara özgü ve henüz gelişmeye açık yaklaşımlar olarak değerlendirilebilirler. Türkiye' de, tasarım sürecinin erken safhalarında gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde, uzman görüşüne ya da daha önce gerçekleştirilmiş mevcut proje ile benzer nitelikler taşıyan projelerin maliyet verilerinin karşılaştırılmasına dayalı geleneksel yöntemler ön plandadır. Karşılaştırmalar esnasında kullanılabilecek katsayılar etkin analizlerle elde edilmiş sonuçlar değillerdir. Tasarım parametreleri, iş yaptırma biçimleri, kullanılan teknoloji özellikleri ve bunların maliyetler üzerindeki etkileri konusunda, mevcut verilerin kısıtlı ve güvenilir olmamasından ötürü bugüne kadar etkin istatistiki bir çalışma yapılmamış olması, tahminci ya da firmaları kendi verileriyle sonuca ulaşma çabasına sevk etmektedir. Tasarım sürecinin ön safhalarında eldeki veri düzeyiyle yakından ilişkili olarak kullanılabilecek istatistiki yöntemler; karmaşık yapıları, zaman, bilgi ve üst düzey veri gereksinimleri, tekniklere olan yabancıklık vb. gibi faktörlerden ötürü tahminciler tarafından yeterince kullanılmamaktadırlar. Bu tarz yaklaşımları temel alan, kullanıcı arayüzleri geliştirilmiş bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerinin olmaması, Türkiye' de tasarım sürecinin ön safhalarında gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin; bilgisayar desteğinden ve mevcut verilerin derlenerek bir sistematığı oturtulduğu veritabanı yapısından uzak, tamamıyla kişisel tecrübe ve verilere dayalı bir yaklaşım haline getirmektedir.
- Türkiye' de gerek bilgisayar destekli maliyet tahmin süreci gerekse de maliyet tahmin sistemleri açısından en önemli eksik, güncel maliyet verileriyle oluşturulmuş, sürekli güncellenebilen bir maliyet veritabanı yapısının olmamasıdır. BDMT sistemlerinin en önemli bileşenlerinden birisi olan kullanıma hazır maliyet veritabanı yapısı, yurtdışı sistemlerde; çoğu özel sektör girişimi olan, çeşitli kuruluşların çalışmaları ile oluşturulmuş, farklı sektörlerle ve amaçlara yönelik bileşenler iken, Türkiye' ye özgü sistemlerde; Bayındırlık Bakanlığı, Devlet Su İşletmeleri (DSİ), Milli Savunma Bakanlığı (MSB), Köy Hizmetleri vb. gibi kurum ya da kuruluşlar tarafından hazırlanan, yılda bir kez



yayınlanan birim fiyatlar üzerine kurulu veritabanları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sektörde rol alan yatırımcı, tasarımcı ve yüklenici kişi ya da kuruluşlar, eğer kendi yapıları içerisinde maliyet bilgisi oluşturabilecek bir sistem kuramamışlarsa, ileriye dönük kararlarını daha gerçekçi ve daha akılcı verebilmelerine olanak sağlayacak maliyet verilerine gereksinme duymaktadırlar. Bayındırlık Bakanlığı ve diğer kuruluşlar tarafından yayınlanan ve yaygın olarak kullanılmakta olan birim maliyet ve girdi rayiç maliyet verilerinin, gerek amaca uygunluk gerekse de güncelliği yakalayabilmeleri açısından kullanıcıları tatmin etmediği açıktır. Analizlerin birim fiyatları piyasadan kalkmış ya da artık kullanılmayan malzemeler ile oluşturulmuştur. Makinalı inşaat ile verimliliğin arttığı, malzeme alternatiflerinin ve uygulama tekniklerinin çeşitliliğinin arttığı bir dönemde analizlerin yetersiz kalması önemli problem noktalarındandır. Türkiye’ nin ekonomik yapısı ve yıllardır yaşanan yüksek enflasyon nedeniyle birim fiyat sistemi gerçek dışı ve piyasa şartlarının dışında kalmaktadır. Tüm bu faktörler, inşaat firmalarının birim fiyat analizlerini kullanmamalarına, sadece kamu ihalelerinde zorunlu evrak olarak ele almalarına neden olmaktadır. Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerinin, Bayındırlık Bakanlığı vb. gibi kuruluşlara ait birim fiyatlar üzerine kurulu veritabanlarına sahip olması, söz konusu sistemleri; kamu kurum ve kuruluşlarına yönelik teklif ve ihale hazırlıklarında yasal prosedüre uygun dökümanlar üretebilen maliyet tahmin sistemlerinden öteye götürmemektedir.

Türkiye’ de inşaat sektörüne yönelik maliyet bilgisinin, ülke dışındaki örnekler göz önüne alındığında çok yetersiz olduğu görülmektedir. Firmaların kendi bünyelerinde, kendi maliyet verilerini takip edebilecekleri sistemleri (in-house) kurabilme çabaları vardır. Malzeme, makina, ekipman fiyatları tek tek firmalar ile görüşülerek toplanmakta, alt yüklenicilerden alınan teklifler, firmaya özgü kayıtlar temel maliyet verilerini oluşturmaktadır. Yüklenici firmaların maliyet verilerinin kesin ve güncel veriler olduklarını iddia etmek mümkün değildir. Örneğin; alt yüklenicilerden alınan tekliflerin doğruluğunun tespiti, yüklenici firmanın işin bileşenleri ve maliyetleri konusunda bilgi sahibi olmaması durumunda mümkün değildir. Fiyatlar, genelde 3 – 6 aylık periyotlarda değişikliğe uğramakta, işgücü değerleri ise birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Sonuç olarak, inşaat sektöründe rol alan her bireyin ulaşabileceği, doğru ve güncel maliyet verileri ile oluşturulmuş, verileri kullananlar arasında düzenli, zamanında ve gerekli bilgi alışverişini sağlamak amacıyla geliştirilmiş, ülke koşullarına uygun bir veri bankasının eksikliği Türkiye’ de maliyet tahmin sürecinin gelişimi açısından önemlidir.

- Türkiye’ de organizasyonel yapı içerisinde gözlemlenen eksiklikler ve iletişim kopuklukları maliyet tahmin sürecinde rol alan kişi ya da gruplar arasındaki enformasyon akışını doğrudan etkilemektedir. İstenilen bilgiye, doğru zamanda ve kolaylıkla ulaşılma imkanı veren bilgisayarlar ve enformasyon teknolojisiinde üst düzey gelişmelerinin yaşandığı günümüzde, Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerinin tahmin sürecinde görev alan farklı uzman kişi ya da gruplar arasında ortak enformasyon kullanımına imkan veren entegrasyon seçeneklerine sahip olmaması önemli bir eksikliktir.

Örneğin; tasarımcılar CAD sistemlerinde üst düzey kullanım ve bilgi seviyesine sahiplerken, tahminçiler BDMT sistemlerine metraj verisinin hızlı ve kesin olarak girilebilmesine imkan veren, maliyet tahmin sistemi – CAD entegrasyonundan, gerek tahmin sistemlerinin yapısındaki eksiklikler gerekse de uzman gruplar arasındaki iletişim kopuklukları nedeniyle faydalanamamaktadırlar.

Türkiye’ de bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecine ve BDMT sistemlerine yönelik potansiyel problem alanları göz önüne alındığında, Türkiye koşullarına uygun bir bilgisayar destekli maliyet tahmin sisteminin sahip olması gereken özellikler Bölüm 5.2’ de ele alınmıştır.

## **5.2. Türkiye Koşullarına Uygun Bir BDMT Sisteminin Sahip Olması Gereken Özelliklerin Ortaya Konulması**

Üretim faaliyetlerinin hızla arttığı günümüzde, inşaat sektöründe, giderek daha karmaşık ve kapsamlı projeler ile karşılaşmakta, buna bağlı olarak; süre, maliyet ve kalite açısından hedeflenen amaçlara ulaşmak güçleşmektedir. Süratli biçimde ve değişik amaçlara yönelik olarak çok büyük hacimde enformasyonun depolanmasına ve işlenmesine olanak sağlayan bilgisayarlar ve buna paralel gelişen yazılımlar, günümüzde inşaat sektörünün birçok dalında olduğu gibi maliyet tahmin süreci için de faydalı bileşenler haline gelmişlerdir.

Bilgisayarların kullanımının her geçen gün yaygınlaşması, çok sayıda parametreyi göz önüne alarak gerçekleştirilen maliyet tahminlerinin gelişimini de olumlu yönde etkilemiştir. İstenilen nitelikte enformasyonun depolanmasına, kullanım amacına yönelik işlenmesine ve iletişimine imkan veren bilgisayarların, her geçen gün gelişen kapasiteleri, özellikle yerel ağ şebekeleri ve internet yapısı içerisindeki verimliliklerinin maliyet tahmin sürecinin otomasyonuna getirileri göz ardı edilemez.

BDMT sistemleri, inşaat sektöründe geleneksel yöntemlere dayalı maliyet tahmin sürecinde karşılaşılan zorlukları ve problemleri çözümlmeye yönelik önemli adımlardır. Günümüzde, maliyet tahmin sürecinin otomasyonunun sağlanmasına yönelik geliştirilmiş çok sayıda yazılımın yanında kuruluşlara özgü (in-house) veri birikimi ve iletişimi sağlayan sistemler de mevcuttur.

Maliyet tahmin sürecinde, BDMT sistemlerinin sundukları olanaklardan gerektiği gibi yararlanılabilmesi için, inşaat sektörünün nitelik ve ihtiyaçlarına uygun bir sistematığın oluşturulması gerekir. Bu noktada çeşitli sistemler açısından göz önünde bulundurulması gereken kavramlar, farklı disiplinler arası koordinasyon ve ileriye dönük ihtiyaçları karşılamaya yönelik esnekliktir.

Bina tasarım sürecinde rol alanlar arasında nitelikli ve gerekli enformasyon akışı sağlanırsa maliyet tahminleri başarıya ulaşabilir. BDMT sistemleri, belirli verilerin depolandığı, işlenerek enformasyon haline dönüştürüldüğü ve elde edilen enformasyonun istenilen nitelikte ve detay seviyesinde karar vericiye iletildiği sistemlerdir. Yukarıda bahsi geçen faktörlerin tümü göz önüne alındığında, bilgisayarların kullanımının maliyet tahmin sürecine yön verecek derecede önemli olduğu bir dönemde ihtiyaca uygun yazılımın seçilmesi de oldukça önem kazanmaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen yurtdışı sistemler ve gelişmeler; Türkiye ölçeğinde değerlendirildiğinde, Türkiye'ye özgü bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinin geleneksel yöntemlere oranla yeterince etkinlik kazanamadığı ve BDMT sistemlerinin beklenen verimde çalışmadığını göstermektedir. Sistemlerin gereken esnekliğe sahip olmamaları, veritabanı bileşenlerinin güncel verilerle donatılmış olmaması ve kullanıcıların bilgisayarlara ve bilgisayar destekli sistemlere olan yabancılıkları sürecin gelişimini etkileyen faktörler arasında sıralanabilir.

Bu noktada doğru bir tahmin sisteminin sahip olması gereken özellikler nelerdir sorusu akla gelmektedir. Günümüzde, gittikçe artan fiyatlar, sermaye kullanımındaki kısıtlamalar ve yüksek kâr oranı nedeniyle inşaat sektöründe güvenilir maliyet verilerine olan ihtiyaç her geçen gün biraz daha artmaktadır. Çeşitli ülkelerde inşaat

sektörüne dönük geliştirilmiş enformasyon sistemleri araştırma kapsamında incelenen yurtdışı BDMT sistemlerinin maliyet veritabanı yapılarının temelini oluşturmaktadır. İnşaat maliyetlerine ilişkin verilerin iletişimi dijital yollu olarak gerçekleştirilmekte, veriler sürekli güncellenebilmektedir.

Sık aralıklarla güncellenebilen, doğru verilerle donatılmış geniş bir maliyet veritabanı, sistemlerin sahip olması gereken en önemli bileşendir. Bilgisayar desteği ile hazırlanan tahminlerin kalitesi; sistemi kullanan tahmincinin dayandığı verilerin doğruluğuna ve tabiki kişisel tecrübesi ve becerisiyle yakından ilişkilidir. Sistemlerin tahmin sürecinin işlemsel boyutuna hız ve kesinlik getirdikleri göz önüne alınırsa, içinde bulunulan duruma uygun sonuçlar üretebilme becerileri sahip oldukları veritabanlarının doğru ve güncel olması ile doğrudan ilişkilidir.

Türkiye’ de inşaat sektöründe kullanılan hiyerarşik yapıdaki bilgi sistemleri yurtdışı örnekler göz önüne alındığında yetersiz kalmaktadır. İnşaat sektörüne yönelik maliyet verilerinin toplanması, depolanması, bilgiye dönüştürülmesi ve sektörde rol alan özel ve kamu kuruluşları arasında bilgi iletişiminin sağlanması gerekmektedir. Bu noktada, inşaat sektöründe veri koordinasyonu sağlayacak bir veritabanı ve buna bağlı olarak bir maliyet veri bankasının oluşturulması; ulusal düzeyde inşaat sektöründe rol alan özel ya da kamu yatırımcıları, tasarımcılar, yükleniciler ve bina işletmecileri tarafından verilecek kararlarda esas olacak maliyet verilerinin üretilmesine olanak sağlayacak, uluslararası düzeyde ise ülkeler arası maliyet verilerinin iletişimini gerçekleştirecektir [8].

Bu amaçla oluşturulacak sistemin işleyiş mantığı; inşaat sektöründe rol alan kişi ya da kuruluşların kendi oluşturdukları veriyi veri bankasına iletirken bunun karşılığında maliyet tahminleri yapmada, tasarım alternatiflerini ve inşaat teknolojilerini değerlendirmede, teklif hazırlamada – değerlendirmede, maliyet hesaplamalarında, kuruluş içi maliyetlerini piyasa maliyetleri ile karşılaştırmada yardımcı olacak en uygun maliyet verisine, gerek duydukları anda, en seri yolla erişebilme üzerine kurulabilir [8].

Türkiye’ ye özgü BDMT sistemlerinin yukarıda bahsi geçen faktörler göz önüne alınarak oluşturulmuş bir maliyet veritabanı ile iletişimlerinin sağlanması sözkonusu sistemlerin gelişimi açısından önemlidir.

Türkiye’ de, özellikle bina tasarım sürecinin ön safhalarına yönelik maliyet tahminlerinde sezgisel yaklaşımlar optimal sonuçlara en yakın çözümleri önermeleri açısından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bina maliyetinin büyük bir kısmının tasarım evresinin ön safhalarında verilen kararla şekillendiği düşünülürse, bina

tasarım sürecinin erken safhalarında rol alan malsahibi, yatırımcı ve tasarımcının karar verebilmelerine yardımcı maliyet tahmin sistemlerine olan ihtiyaç büyüktür. Bu amaca yönelik çalışmalar, yurtdışı sistem örnekleri göz önüne alındığında yok denecek kadar az ve gelişmeye açık yaklaşımlar olarak değerlendirilebilirler. Bu noktada yapılması gereken; tasarım parametreleri, kullanılan teknoloji, sözleşme modelleri vs. ve bunların maliyetler üzerindeki etkilerini inceleyen kapsamlı bir istatistiki çalışmadır. Elde edilen enformasyonun derlenerek iletişiminin sağlanabileceği sistematiğin kurulması gerekir. Bu sayede, tasarım sürecinin ön safhalarında gerçekleştirilen maliyet tahminleri; kişisel tecrübe ve görüşlere dayalı, hata olasılıkları yüksek tahminler olmaktan öte, tasarımcı ve malsahibinin tasarım değişkenlerinin maliyetler üzerindeki etkilerini kolaylıkla takip edebilecekleri, doğruluk oranı yüksek tahminler olabileceklerdir.

Sistemler arası entegrasyon ve gelişen enformasyon teknolojisi bilgisayar destekli maliyet tahmin sürecinde oldukça verimli kullanılmaya başlanmıştır. Organizasyonlardaki iletişim her geçen gün daha fazla önem kazandığından, koşulların gerektirdiği biçimde oluşturulacak bir enformasyon sistemi sayesinde maliyet tahminleri en yüksek verimlilikte yürütülebilmektedir. Türkiye' ye özgü BDMT sistemlerinin potansiyel problem alanları arasında yer alan, sektöre yönelik diğer uygulamalarla (CAD, Maliyet muhasebesi vs.) entegrasyon seçeneklerinin ve dolayısıyla enformasyon akışının geliştirilmesi farklı uzman grupların (tasarımcı, proje yöneticisi, tahminci vs.) maliyet tahmin sürecinde ortak çalışabilmelerine imkan verecek, bu sayede maliyet tahmin sürecinin otomasyonunun getirilerinden en üst düzeyde faydalanılabilecektir.

Sonuç olarak, araştırma kapsamında ele alınan "Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri", bina tasarım sürecinde gerçekleştirilen maliyet tahminlerinde karşılaşılan problemleri çözümlmeye yönelik önemli adımlardır. Özellikle Türkiye' ye özgü BDMT sistemleri ülke dışı gelişmeler göz önüne alındığında sınırlı, fakat gelişmeye açık yaklaşımlar olarak değerlendirilebilirler. Yukarıda bahsi geçen faktörlerin tümü göz önüne alınarak oluşturulmuş, gelişen ve genişleyen inşaat sektörünün nitelik ve ihtiyaçlarına uygun BDMT sistemlerinin Türkiye için önemi ve gerekliliği her geçen gün artmaktadır.



## KAYNAKLAR

- [1] **Ashworth, A.**, 1988. Cost Studies of Buildings, Longman Scientific & Technical, U.S.A.
- [2] **O' Brien, J.**, 1994. Preconstruction Estimating: Budget Through Bid, McGraw Hill Inc.,U.S.A.
- [3] **Stewart, R. D.**, 1991. Cost Estimating, Wiley Publication, U.S.A.
- [4] **Frank, J.**, 1994. Contract Administration and Practice, BT Batsford LTD.
- [5] **Ferry, D.and Brandon, P.S.**, 1984. Cost Planning of Buildings, Collins
- [6] **Seeley, I. H.**, 1983. Building Economics 3<sup>rd</sup> Edition, Macmillan Education LTD.
- [7] **Bledsoe, J.D.**, 1992. Successful Estimating Methods: From Concept To Bid, RS Means Company, INC, U.S.A.
- [8] **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
- [9] **Cook, P.J.**, 1982. Estimating For The General Contractor, Robert Snow Means Company, INC., U.S.A.
- [10] **Pancarçı, A. ve Öcal, M.E.**, 1997. Yapı İşletmesi ve Maloluş Hesapları, Birsan Yayınevi, İstanbul
- [11] **2000 Bayındırlık Bakanlığı Birim Fiyatları**, 2000. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- [12] **Baran, F.**, 1993. Konut Projelerinde Ön Tasarım Aşamasında Maliyet Tahmini İçin Bir Model, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [13] **Yaylagül, N.**, 1994. Bina Yapımında Simülasyon Yaklaşımıyla Maliyet Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [14] **Skitmore, M.**, 1990. The Accuracy of Construction Price Forecasts 1, Salford, England
- [15] **Çıracı, M.**, 1993. Konut Binalarının Maliyetlerini Etkileyen Faktörler Olarak Bina Özellikleri İle Konut Binalarının Ön Proje Evresinde Maliyet Tahmini İçin Bir Model, İstanbul

- [16] **Kelly, J.**, 1992. Some Thoughts On Cost Modelling, Harriot – Watt University
- [17] **Means Estimating Handbook**, 1990. RS Means Company, INC, U.S.A.
- [18] **Duncan, R.**, 1996. A Guide To The Project Management Body Of Knowledge, PMI, U.S.A.
- [19] **Giritli, H.**, 1992. İnşaat Sektöründe Maliyet Verisi, BMBS Rapor No.1, İ.T.Ü., İstanbul
- [20] **Yılmaz, F. A.**, 1996. Yapım Yönetiminde Bilgisayar Destekli Proje Planlama ve Programlama Alt Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [21] **Giritli, H. ve Sey, Y. ve Orhon İ.**, 1987. Bina Maliyeti Ders Notları, İ.T.Ü., İstanbul
- [22] **Yazıcıoğlu, E.**, 1994. Bina Maliyetlerinin Belirlenmesinde Birim Fiyat Analizlerinin Güncelleştirilebilir Kullanımı İçin Yazılım Modeli, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [23] **Wavier, P. R.**, 1993. Means Unit Price Estimating Methods, RS Means Company, INC, U.S.A.
- [24] **Ökten, F.**, 1994. Ön Tasarım Aşamasında Maliyet Değerlendirme Amaçlı Bir Uzman Sistem, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [25] **Orhon, İ.**, 1996. İnşaat Sektöründe Bilgisayara Dayalı Bina Maliyeti Bilgi Sistemi Geliştirilmesi Araştırma Projesi Raporu, Bina Maliyeti Bilgi Sistemi Araştırma Ünitesi (BMBS), İ.T.Ü., İstanbul

Tablo A.1 Araştırma Kapsamında İncelenen Web Siteleri

No	URL/ Web adresi	Software / Yazılım	e-mail / e-posta
1	aacei.org	aacei.org/newdesign/technical/costmodels	info@aacei.org
2	abtcorp.com	ABT Workbench 5 / ABT Planner	info@abtcorp.com
3	accountpro.com	Accountpro 98 - Std / Plus / Pro / Platinum	
4	accu-build.com	Accu-Build Accounting Software	contact@accu-build.com
5	aceit.com		
6	addvantage.com	Addvantage System	info@addvantage.com
7	advancedbid.com	Advanced Bid2000	info@advancedbid.com
8	aec.geac.com	StarBid	
9	ameroon.com	American Contractor	info@ameroon.com
10	americadinc.com	Americad ACE Estimating Module	webmaster@americadinc.com
11	arenasoft.com	Arenasoft Estimating	info@arenasoft.com
12	artemispm.com	Artemis	
13	aspenational.com	American Society of Professional Estimators	info@aspenational.com
14	beamsbuild.com.au	Beamsbuild Estimator / Estimator CAD	beams@beamsbuild.com.au
15	best-estimate.com	Best - Estimate	
16	bidshop.org		
17	bid-smart.com	Bid Smart	sales@bid-smart.com
18	bidtek.com	Viewpoint Estimating Software	
19	bsdsoftlink.com	BSD CostLink	
20	buildval.com	Conceptual / Preliminary / Final Cost Estimating Service	buildval@aol.com
21	buildsoft.com.au	Global Estimating	callus@buildsoft.com.au
22	cadcam.solutionsaustralia.com.au	Estimator CAD / Estimator	info@cadcam.solutionsaustralia.com
23	cadinfo.com	Cad Miner (Quantity Take Off from Cad)	info@cadinfo.com
24	cadkit.com		
25	cadsoft.com		sales@cadsoft.com
26	ccsus.com	CCS System 99.3	ccsct@ccsus.com
27	cdci.com	Basic Est Estimating	sales@cdci.com
28	cinc.co.uk	Cicero	gweir@cableinet.co.uk
29	comprotex.com		
30	conac.com	Conac Trackpoint / Conac CADD	sales@conac.com
31	conest.com	ConEst 2000 V3.1	sales@conest.com
32	construction.com	Commercial Cost Estimating Service	
33	constructionconcepts.net	Construction Concepts	info@constructionconcepts.net
34	constructionsoft.com	Construction Soft Estimator Pro	info@constructionsoft.com
35	constructiontradeshows.com	Construction Cost Estimating Softwares	
36	constructivecomputing.com	Quick EST	
37	contera.com	Quick PE	staff@contera.com
38	contractors-software.com	Benchmark Estimating System	questions@contractors-software.com
39	corecon.com	Corecon	sales@corecon.com
40	costengineer.com.au	Expert Estimation	info@costengineer.com.au
41	cprsoft.com	Visual Estimator 2.5	cpr@cprsoft.com
42	craftsman-book.com	National Construction Estimator	
43	cscsoftware.com	Easy Est Entry/Basic/Intermediate	sales@cscsoftware.com
44	csinet.org	Construction Specifications Institute	dstirba@csinet.org
45	d4cost.com	D4 Cost Conceptual Estimating	info@d4cost.com
46	deccansystems.com	Deccapro	info@deccansystems.com
47	deloachcorp.com	Estimate / Cypress	info@deloachcorp.com
48	digitalproperty.com	EstimatorCad	
49	eaglepoint.com	EaglePoint	
50	ebid98.com	Ebid 98	sales@ebid98.com
51	elequant.co.uk	Construction Cost Modelling	sales@elequant.co.uk
52	estek.co.uk	Fast Estimate Easy / Plus / Pro + Takeoff	info@estek.co.uk
53	estimaster.com	Esti-Master	info@estimate.com.au
54	estimate.co.uk	Esti-Mate	worldwide@estimate.co.uk
55	estimating-solutions.com.au	Estimating Software for Contractors	darryl@estimating-solutions.com.au

56	estimatingystems.com	Pulsar Estimating	pulsar@capecod.net
57	estimatingtech.com	Buildware	info@estimatingtech.com
58	estimation.com	Bid Master / Electrical - Plumbing etc. Estimator	marketing@estimation.com
59	estimcc.com	Gextab Take Off System	gextab@estimcc.com
60	g2estimator.com	G2 CC Estimator	
61	gaggetech.com	Touch Down Estimating	sales@gaggetech.com
62	get-a-quote.net	Online Cost Database	
63	gtco.com	Digitizers for Takeoff	sales@gtco.com
64	hbird.com	Cost Estimate	mhalprin@ionline.com
65	hcss.com	Heavy Bid - Heavy Construction Estimating	info@hcss.com
66	hmk.net	Estimator Pro	info@hmk.net
67	icarusmd.com	Questimate / Web Estimator	marketing@icarusmd.com
68	icoste.org	International Cost Engineering Council	
69	jobmaster.co.uk	Jobmaster	sales@jobmaster.co.uk
70	kidasa.com	Milestones Etc.	sales@kidasa.com
71	landmarkdata.com	Simply Estimating	info@landmarkdata.com
72	litening.com	Litening Quick EZ	info@litening.com
73	luqs.com	Heavy Construction Estimating - LUQS Bid	info@luqs.com
74	marshallswiff.com	Construction Cost Data / Residential Estimator + Commercial Estimator	
75	masterbill.com		
76	mc2-ice.com	ICE 2000 / Bidday	
77	mccormicksys.com	Estimating Software for Electricians	msi@mccormicksys.com
78	microsoft.com/project	Microsoft Project	
79	nhysoft.com		
80	nichesoftware.com	Bid2Win - Heavy Construction Estimating	sales@nichesoftware.com
81	oncenter.com	Quick Bid 99 / Planviewer	info@oncenter.com
82	osolutions.com		
83	primavera.com	Primavera Project Planner	info@primavera.com
84	proest.com	Proest 9.0	cms@proest.com
85	projectpak.com	ProjectPak	projpak@mindspring.com
86	projectsonline.com		
87	qualityplans.com	Cd Estimator 2000	qps@qualityplans.com
88	questsolutions.com	Quest Estimator 5.0	info@questsolutions.com
89	quick-bid.com	Quickbid 2000	
90	quickpen.com		
91	redsky.co.uk	Esteem	sales@redsky.co.uk
92	resi.net	Richardson Engineering / Win RACE	info@resi.net
93	rsmmeans.com	Means Construction Cost / Costworks	meanstech@rsmmeans.com
94	salesoft.co.nz	Auto Aid's Estimator	team@salesoft.co.nz
95	saylor.com	Square Foot Estimator	saylor@saylor.com
96	scalex.com		info@scalex.com
97	scitor.com	Scitor PS Suite	info@scitor.com
98	sharpesoft.com	Sharpe Software (Heavy Construction Estimating)	sales@sharpesoft.com
99	simsol.com	Simsol (Contracting & Estimating Module for Remodeler	sales@simsol.com
100	siriusgt.com	Sirius GT - Estimating Module	info@siriusgt.com
101	takeoff1.com	Buildware	Info@takeoff1.com
102	tcli.com	CLI Estimating System - Heavy Construction	info@tcli.com
103	Thomas Homes	Easy Estimator	
104	timberline.com	Precision Collection	product.info@timberline.com
105	toolboxsoftware.com.au	Toolbox V 2.64	enquiries@toolboxsoftware.com.au
106	turtlesoft.com		
107	uscost.com	Success Integrated Estimating / Take Off Tool	software@uscost.com
108	vertigraph.com	Bidworx / Bidpoint XL	info-request@vertigraph.com
109	winbid.com	Winbid Electrical / Mechanical / HVAC Estimating	info@winbid.com
110	winst.com	Win Estimator	sszabo@winst.com
111	xactware.com	Sketch 2000 / Xactimate 2000	
112	ziatek.com	Power Takeoff Digitizer	info@ziatek.com



EK 1

Tablo B.1. Türkiye'ye Özgü BDMT Sistemleri (Yazılım Firmaları)

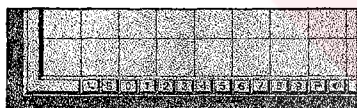
<i>Firma</i>	<i>Software / Yazılım</i>	<i>URL</i>	<i>e-mail / e-posta</i>
Avinal Yazılım	Avinal Hakediş	avinal.com	avinal@avinal.com
Amp Yazılım	AMP Hakediş Win 4.0	ampyazilim.com.tr	info@ampyazilim.com.tr
Oska Bilgisayar Sistemleri	Oska Hakediş Klasik (Windows)	oska.com.tr	oska@oska.com.tr
Solon Yazılım	Solon Hakediş	solon.com.tr	solon@solon.com.tr
ProHakediş	ProHakediş	prohakedis.com	info@prohakedis.com
Hasker Yazılım	Hasker Hakediş	hasker.com	info@hasker.com

## Portable

Light weight and only 1/8" (3.2mm) thick, the Roll-Up II is easily rolled for storage or transport to a task sight.

## Easy to Use

The Roll-Up II's simple "plug 'n play" installation enables immediate connection to a PC for a wide variety of applications. Software configuration is accomplished with GTCO's exclusive SuperSet™ Menu (shown below) in just one simple step, allowing the user to quickly switch between applications.



## Flexible Dual Orientation

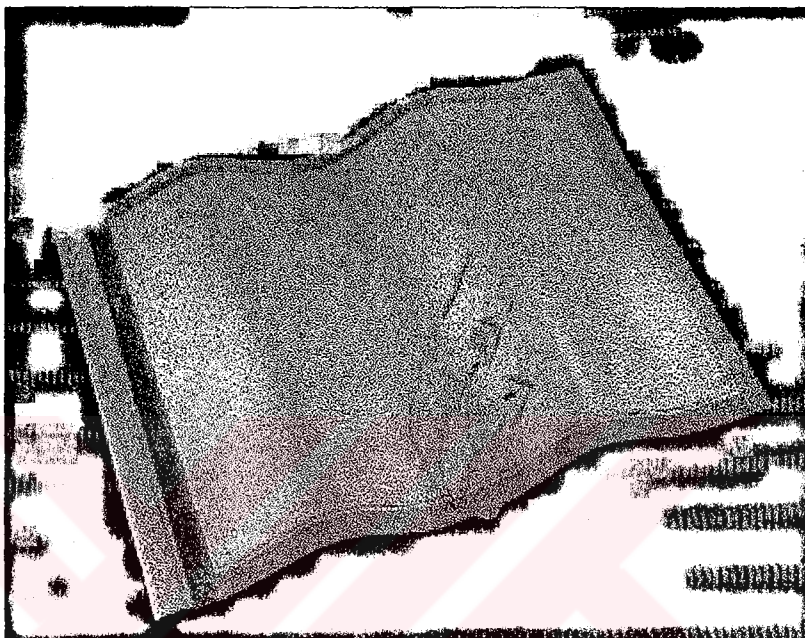
The Roll-Up II can be configured with the controller housing oriented on the right or left edge of the tablet.

## Durable and Dependable

Built with advanced materials, including a tough Lexan® work surface, the Roll-Up II will lay flat, maintain a smooth work surface and continue to perform to factory specifications after being rolled and unrolled thousands of times. It's backed by a five year U.S. warranty and the same service and quality that have made GTCO a leading worldwide supplier of digitizers for over 20 years.

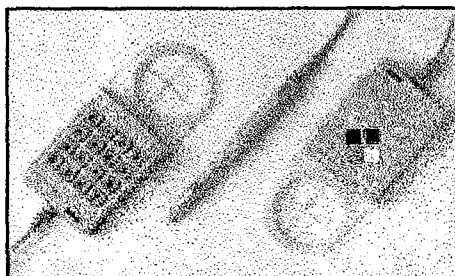
# Roll-Up II™

## DIGITIZER SERIES



## Flexible, Rugged Digitizers for Cost Estimating, CAD, Mapping and GIS Applications

GTCO's exclusive Redundant Grid Technology™ (patent pending) substantially improves the durability and ruggedness of the Roll-Up II, making it the only choice for true portable use. The Roll-Up II is available with a variety of pointing devices, including a pen shaped Stylus - ideal for quantity takeoffs, and the highly accurate 4 and 16 button MaxVu™ cursors which feature a wide viewing area for precise digitizing. For more information, or to locate the dealer nearest you, call 1-800-344-4723.



# GTCO

7125 Riverwood Drive Columbia, Maryland 21046  
Telephone 410.381.6688 Fax 410.290.9065 <http://www.gtco.com>

## **ÖZGEÇMİŞ**

SEYYAR, B., 1975 yılında İstanbul’ da doğdu. İlköğrenimini Bursa Özel İnal Ertekin İlkokulu’ nda, orta ve lise öğrenimini Kadıköy Anadolu Lisesi’ nde tamamladı. 1993 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’ nde yüksek öğrenimine başladı. 1997 yılında fakülteden mezun olduktan sonra, aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Bina Yapımı Yönetimi Programı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.

