

EĞİTİM VE SAĞLIK YAPILARINDA  
REGRESYON YÖNTEMİYLE MALİYET ANALİZİ  
Arş. Gör. Metin GÜLERCE  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2007

**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİM VE SAĞLIK YAPILARINDA**  
**REGRESYON ANALİZİ İLE MALİYET MODELLEMESİ**

Metin GÜLERCE  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 19.01.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI  
Üye

Doç. Dr. M. Faik SEVİMLİ  
Üye

Öğr. Gör. Dr. Abdulkerim İLGÜN  
Danışman

**ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**  
**EĞİTİM VE SAĞLIK YAPILARINDA REGRESYON ANALİZİ İLE**  
**MALİYET MODELLEMESİ**

**Metin Gülerce**  
**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Danışman: Dr. Abdulkerim İLGÜN**  
**2007, 68 sayfa**

**Jüri: Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI**  
**Doç. Dr. M. Faik SEVİMLİ**  
**Dr. Abdulkerim İLGÜN**

Proje yönetimi kavramı, ülkemizde son yıllarda eskisine oranla daha sık konuşulmaya başlanmıştır. Özellikle inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalar, proje yönetimine diğer sektörlerle oranla daha fazla ilgi göstermektedir. Maliyet tahmini ve maliyet kontrolü, proje yönetiminin önemli unsurlarından olduğu için, yaptığımız çalışmada kamuya ait eğitim ve sağlık yapıları örnek alınarak kalıp, beton ve demir metrajlarının ve maliyetlerinin inşaatın toplam maliyeti ile ilişkileri regresyon yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Regresyon denklemi olarak, inşaatın büyüklüğü arttıkça  $m^2$  birim maliyetlerde azalma olacağından,  $y = ax^b$  şeklinde üssel bir fonksiyon seçilmiştir. Oluşturulan model denklem beton, kalıp, demir ve diğer maliyetlerin bir fonksiyonudur. Çalışma sonucunda oluşturulan regresyon modeli ile yapılan hesaplamalarda modelin, hem sağlık yapıları hem de eğitim yapıları açısından kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Yani beton, kalıp demir ve diğer maliyetlerden yola çıkılarak yapının toplam maliyet hesabı, belirli hata payları dâhilinde doğru sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak model denklem, eğitim yapılarında % 96, sağlık yapılarında % 99 açıklama gücüne sahiptir. Eğitim yapılarında hata payı ortalama % 11, sağlık yapılarında % 7,6 olarak çıkmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Maliyet tahmini, regresyon analizi, beton maliyeti, kalıp maliyeti, demir maliyeti.

**ABSTRACT****Master Thesis****COST MODELING WITH REGRESSION ANALYSIS IN EDUCATION AND  
SANITARY BUILDINGS****Metin Gülerce****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Civil Engineering****Supervisor: Dr. Abdulkerim İLGÜN****2007, 68 pages****Jury: Prof. Dr. M. Yaşar KALTAKCI****Assoc. Prof. Dr. M. Faik SEVİMLİ****Dr. Abdulkerim İLGÜN**

Project management concept is becoming a current issue in recent years. Especially the construction firms show great interest in project management. Cost estimation and cost control are the significant components of project management. Then, in this study, cumulative cost was estimated by applying concrete, formwork and reinforcement costs into regression method to facilitate and gain time for a project manager or a cost estimator. The function of  $y = ax^b$  was selected as the regression equation. The final model equation was a function of concrete, formwork, reinforcement and other costs. It became clear that the model equation used in this study was available for the education and sanitary buildings. The final model equation being a function of concrete, formwork, reinforcement and other costs determined accurate results with minor error rates. As a result, while the explanation capacity was approximately 99 % in sanitary buildings, it was found as 96 % for the education buildings by using the model equation. Also the error rate of mean became 11 % in education buildings and 7,6 % in sanitary buildings.

**Key Words:** Cost estimation, regression analysis, concrete costs, formwork costs, reinforcement costs.

## ÖNSÖZ

Günümüzde mühendislik alanında özellikle ekonomik açıdan bilinmeyenlerin tahmin edilmesi ve sonuçlara göre akılcı planların yapılıp bunların uygulanabilmesi büyük öneme sahiptir. Özellikle ülkemiz ekonomisinin lokomotif sektörü olan inşaat sektöründe gelecek hakkında öngörüle bulunamayan inşaat firmaları veya mühendisler mali kaynaklarını gelecek planlarına göre değerlendiremedikleri için, ya iflas etmekte ya da çok zor durumda kalmaktadırlar. Bu durumda özellikle proje yöneticilerine tahmin konusunda büyük görevler düşmektedir. Zira gelecek ekonomisi, mali durumları ve projenin mal olacağı miktar hakkında tahminlerde bulunup önlem almak veya plan yapmak onun sorumluluğu altındadır. Yapılan bu çalışmanın inşaat projelerinin yönetim mekanizmasının başında olan kişilere ışık tutmasını temenni eder, tez süresince yardımlarını esirgemeyen Dr. Abdulkerim İlğün ve Doç. Dr. M. Faik Sevimli'ye katkılarından dolayı teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ .....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	3
3.İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALİYET TAHMİN YÖNTEMLERİ 7	
3.1.İnşaat Sektörünün Özellikleri.....	7
3.2.Yapı Maliyeti Ve Maliyet Tahmininin Önemi.....	8
3.3.İşletmenin Bilgi Sistemi İçinde Maliyet Hesabının Yeri .....	9
3.4.İnşaat Projelerinde Maliyetler .....	10
3.4.1.Malzeme maliyetleri.....	12
3.4.1.1.Fiyat .....	13
3.4.1.2.Kalite .....	13
3.4.1.3.Miktar.....	13
3.4.1.4.Zaman.....	14
3.4.1.5.Yer.....	14
3.4.1.6.Satıcı.....	14
3.4.2.İşçilik maliyetleri .....	14
3.4.2.1.İşçilerin işletmede fiilen buldukları sürenin belirlenmesi.....	15
3.4.2.2.İşçilerin işletmede buldukları süre içinde hangi işlerde ne kadar süre çalıştıklarının belirlenmesi .....	16
3.4.3.Makine parkı ve ekipman maliyeti.....	18
3.4.4.Genel imalat maliyetleri .....	19
3.5.İnşaatlarda Maliyeti Etkileyen Faktörler.....	19
3.5.1.İnşaat planının şekli .....	20
3.5.2.Kat yüksekliği .....	21
3.5.3.İnşaatın büyüklüğü .....	22
3.5.4.İnşaatın toplam yüksekliği .....	24
3.5.5.Dolaşım alanı .....	24
3.5.6.İnşaatın yapıldığı bölge .....	25
3.6.İnşaat Projelerinde Maliyet Tahmini.....	26
3.6.1.Ölçme .....	28

3.6.2.Fiyatlandırma .....	29
3.6.3.Hesaplama .....	31
3.7.İnşaat Projelerinde Maliyet Tahmin Yöntemleri.....	31
3.7.1.Ön aşama tahmin yöntemleri .....	32
3.7.1.1.Birim yöntemi .....	32
3.7.1.2.Hacim yöntemi .....	32
3.7.1.3.Alan yöntemi.....	33
3.7.1.4.Kapalı kat alanı yöntemi .....	33
3.7.2.Son aşama tahmin yöntemleri .....	34
3.7.2.1.Yaklaşık miktarlar yöntemi.....	35
3.7.2.2.Fonksiyonel tahmin yöntemi.....	35
3.7.2.3.İndeks yöntemi .....	36
4.MATERYAL VE METOT .....	36
4.1.Materyal .....	36
4.2.Metot .....	37
4.2.1.Regresyon analizi yöntemi.....	39
4.2.1.1.Basit doğrusal regresyon analizi .....	40
4.2.1.2.Doğrusal regresyon denkleminin yazılışı.....	42
4.2.2.Korelasyon analizi.....	43
4.2.3.Basit regresyon analizinde doğrusala dönüştürme yöntemleri .....	45
4.2.4.Çoklu regresyon analizi.....	46
5.ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....	47
5.1.Eğitim Yapıları Maliyet Modellemesi .....	47
5.2.Sağlık Yapıları Maliyet Modellemesi .....	52
6.SONUÇLAR .....	57
7.KAYNAKLAR .....	64
8.EKLER.....	67

**ŞEKİL LİSTESİ**

Şekil 3.1 Yapı maliyetinin safhaları.....	10
Şekil 3.2 İnşaat planının maliyetler üzerindeki etkisi .....	20
Şekil 3.3 İnşaat büyüklüğünün maliyetler üzerindeki artışa etkisi .....	22
Şekil 3.4 Maliyet tahmini prosedürü.....	26
Şekil 4.1 Excel programı grafik menüsü.....	37
Şekil 4.2 Grafik biçimlendirme.....	38
Şekil 4.3 Serpilme diyagramı.....	41
Şekil 5.1 Beton maliyeti toplam maliyet ilişkisi .....	47
Şekil 5.2 Kalıp maliyeti toplam maliyet ilişkisi.....	48
Şekil 5.3 Demir maliyeti toplam maliyet ilişkisi .....	49
Şekil 5.4 Diğer maliyetler toplam maliyet ilişkisi .....	50
Şekil 5.5 Model maliyet toplam maliyet ilişkisi .....	51
Şekil 5.6 Beton maliyeti toplam maliyet ilişkisi .....	52
Şekil 5.7 Kalıp maliyeti toplam maliyet ilişkisi.....	53
Şekil 5.8 Demir maliyeti toplam maliyet ilişkisi .....	54
Şekil 5.9 Diğer maliyetler toplam maliyet ilişkisi .....	55
Şekil 5.10 Model maliyet toplam maliyet ilişkisi .....	56



**TABLO LİSTESİ**

Tablo 3.1 İnşaat şekli ve maliyetler .....	20
Tablo 3.2 Kat yüksekliği ve maliyetler .....	21
Tablo 3.3 İnşaatın büyüklüğü ve maliyetler.....	23
Tablo 5.1 Beton maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti arasındaki ilişki .....	47
Tablo 5.2 Kalıp maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	48
Tablo 5.3 Demir maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	49
Tablo 5.4 Diğer maliyetler, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	50
Tablo 5.5 Model maliyeti toplam maliyet ilişkisi .....	51
Tablo 5.6 Beton maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyet arasındaki ilişki .....	52
Tablo 5.7 Kalıp maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	53
Tablo 5.8 Demir maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	54
Tablo 5.9 Diğer maliyetler, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi .....	55
Tablo 5.10 Model maliyet toplam maliyet ilişkisi .....	56
Tablo 6.1 Eğitim ve sağlık yapılarında beton maliyeti, kalıp maliyeti, demir maliyeti, diğer maliyetler, model maliyet ve toplam maliyet ilişkisi.....	57
Tablo 6.2 Beton maliyeti, kalıp maliyeti, demir maliyeti ve toplam maliyetler arasındaki hata payları ilişkisi.....	58
Tablo 8.1 Eğitim yapılarında kullanılan değerler .....	67
Tablo 8.2 Sağlık yapılarında kullanılan değerler .....	67
Tablo 8.3 Karne katsayıları .....	68

**SEMBOL LİSTESİ**

- $R^2, r^2$  : Belirlilik katsayısı  
 $R, r$  : Korelasyon katsayısı  
 $Y$  : Anakütlede bağımlı değişken  
 $X$  : Anakütlede bağımsız değişken  
 $\varepsilon$  : Anakütlede hata miktarı  
 $x$  : Örnek verilerde bağımsız değişken  
 $y$  : Örnek verilerde bağımlı değişken  
 $Y'$  : Tahmini bağımlı değişken değeri  
 $e$  : Örnek verilerin hata miktarı  
 $n$  : Kullanılan örnek sayısı  
 $Y_M$  : Oluşturulan model maliyet  
 $y_{\text{beton}}$  : Beton için model maliyet  
 $y_{\text{kalıp}}$  : Kalıp için model maliyet  
 $y_{\text{demir}}$  : Demir için model maliyet  
 $y_{\text{diğ.}}$  : Diğer maliyetler için model maliyet

## 1. GİRİŞ

İnşaat sektörü, ülke ekonomisinde büyük paya sahiptir. Hem hizmet, hem de ürün tabanlı olarak ülke ekonomisine iki yönde katkı sağlamaktadır. Ayrıca, bu sektörde yatırım maliyetleri düşük ve yatırımın amortisman zamanı diğer sektörlerle göre çok kısadır. Sektörde 20–30 günlük hakediş usulüne göre çalışıldığı için yapılan harcamalar kısa zamanda geri döner. İnşaat sektörünün üretim yeri şantiyedir ve maliyetlerin neredeyse %90'lık kısmını yapılan imalatlar oluşturur. İşçilik ve diğer maliyetlerin toplam maliyet içerisindeki payı oldukça düşüktür.

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de inşaat sektörüne ait yatırımlar ekonomi için belirleyici olmaktadır. İhtiyaç duyulan ve diğer sektörlerden talep edilen girdilerin çok çeşitli olması ve gayri safi hâsılaya yapılan katkı ve yaratılan istihdam nedeniyle, hükümetlerce ekonomiye ivme kazandırmak için inşaat sektörü itici güç olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde, 2006 yılı 9 aylık döneminde Gayri Safi Milli Hâsıla cari fiyatlarla 416 milyar YTL. iken, aynı yıl inşaat sektörünün cari fiyatlarla değeri 12,2 milyar YTL. olarak gerçekleşmiştir. İnşaat sektörünün milli gelir içindeki payı ise 2006 yılında %5,1'dir. Bununla birlikte, Kamu İhale Kurumu verilerine göre 2006 yılında inşaat yatırımlarında eğitim yapılarına ait yatırımlar %21,77, sağlık yapılarına ait yatırımlar da %20,95 paya sahiptir. Ancak, kamu imkânlarının kısıtlı olması sebebiyle, yatırım kararlarının doğru olarak verilmesi zorunluluğu vardır. Dolayısıyla, yatırımlar daha planlama aşamasındayken olası kayıpları önleme yeterliliğine sahip bir maliyet denetimi yaklaşımı önem kazanmaktadır.

T.C Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı verilerine göre, Türk müteahhit firmaları bu güne kadar 65 ülkede üstlendiği 76,7 milyar ABD Doları tutarında ve 3200'ün üzerinde proje ile dünya müteahhitlik hizmetleri sektörünün önemli aktörleri arasında yer almaktadır. Sadece 2006 yılı Ocak-Temmuz dönemi itibariyle sektör yurt dışında yaklaşık 6,7 milyar ABD Doları tutarında proje üstlenmiştir. İçerisinde parasal hacim olarak bu kadar büyük miktarların olduğu bir sektörde kaynakların etkin biçimde kullanılması gerekir.

Kaynakların etkin kullanılabilmesi sektörü oluşturan firmaların sağlıklı bir yapıda olmalarına, akılcı ve planlı bir şekilde yönetilmelerine bağlıdır. Yönetim

temelde bir karar sürecidir ve yönetimin başarısı, bu süreçte alınan kararlara bağlıdır. Sağlıklı karar almada, gereken bilgilerin elde edilmesi zorunluluğu vardır. Kararlar için gereken bilgilerin içinde maliyet bilgilerinin yeri ve önemi oldukça büyüktür. Mühendislik firmalarının varlıklarını sürdürebilmeleri, bunların faaliyetlerinin neden olduğu maliyetleri karşılayabilmelerine ve bunun üzerinde de serbest girişimin çeşitli risklerine karşı belirli bir kârı elde edebilmelerine bağlıdır.

Bu çalışmada; ihale edilmiş ve gerçekleştirilmiş kamuya ait eğitim ve sağlık yapıları örnek alınarak kalıp, beton ve demir metrajlarının ve maliyetlerinin inşaatın toplam maliyeti ile ilişkileri regresyon analizi yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahminin doğruluğunu sınamak için, değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetini gösteren belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) ile korelasyon katsayısı (R) kullanılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Uysal (2002) çalışmasında, bina tasarım ve üretim sürecinde bina maliyetine etki eden boyutsal ve biçimsel kararları irdeleyerek, konut binalarında fonksiyonel eleman yöntemine göre maliyet denetimini regresyon yöntemiyle incelemiştir.

Eski (1993) çalışmasında, avan proje evresinde bina maliyetinin imalatlara dayalı olarak hesabına yönelik bir yöntem oluşturmaya çalışmıştır.

Ergül (2002) çalışmasında, bina maliyet tahminini açıklayarak bina maliyet hesabında Fonksiyonel Elemanlara Dayalı Maliyet Hesabı yöntemini incelemiş, fonksiyonel eleman yönteminde birim fiyatlardan faydalanabilmek için gerekli olan sınıflandırma sistemlerini ele almış ve maliyetleri hesaplanmış olan binaların fonksiyonel elemanları arasındaki maliyet ilişkileri incelemiştir.

Eş (2003) çalışmasında, ülkemiz için konut maliyetinin büyük bir kısmının ilk tasarım aşamasında oluştuğunu düşünerek, ön karar aşamasında kullanılacak tasarım değişkenlerini inceleyerek, özellikle konut binalarında bu tasarım değişkenleri ile maliyet arasındaki ilişkiyi optimize etmeye çalışmıştır.

Özgan (1999) çalışmasında, inşaat maliyeti hesap yöntemlerinin genel bir tanımını yapmış, bu yöntemlerden indeks yöntemini geniş bir biçimde incelemiş ve DİE'den elde edilen indeks verilerine dayalı olarak betonarme bir konutun indeks yöntemiyle maliyet tahmini hesabını yapmıştır.

Çıracı (1985) çalışmasında, büyük mimarlık bürolarında bir yönetim aracı olarak görülen maliyet muhasebesinin kuramsal hesap yapısına yönelik irdelemelerde bulunmuş, büyük mimarlık büroları için genel bir maliyet hesabı modelinin biçimlendirilmesini amaçlamıştır.

Şahinler (2000) çalışmasında en küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensiplerini araştırmıştır.

Kim ve arkadaşları (2004) çalışmalarında, yapı maliyet tahmini yöntemlerinden regresyon analizi, yapay sinir ağları ve duruma bağlı muhakeme yöntemini kıyaslamış ve yapay sinir ağı modelinin hem regresyon yöntemine hem de muhakeme yöntemine göre en iyi sonucu verdiğini görmüşlerdir.

Shtub ve arkadaşları (1998) çalışmalarında, çelik bükme boruların maliyet tahmininde yapay sinir ağları ve regresyon yönteminin kıyaslamasını yapmışlardır. Bu çalışmada asıl üzerinde çalışılan sistem yapay sinir ağları modeli, kıyaslayıcı sistem ise regresyon yöntemidir.

Zhu ve arkadaşları (1996) çalışmalarında, çoklu veri tabanı sistemi içinde, yerel veritabanı sistemi için çoklu regresyon analizine dayalı istatistiksel prosedürler bina maliyet modelleri oluşturulması için ortaya koymaya çalışmışlardır. Kayda değer açıklayıcı değişkenleri seçmek için regresyon analizi içindeki açıklayıcı değişken olabilecek değişkenler tanımlanmış ve ileri ve geri yöntem denemişlerdir. Kullanışlı bir regresyon maliyet modeli kurulmasının ölçüsünü, aykırı değerlerin çıkarılmasını, çoklu bağlı değişkenlerin elimine edilmesini, regresyon modeli varsayımının kabulünü ve anlamlı regresyon modelinin kontrolünü tartışmışlardır.

Chan ve arkadaşları (2005) çalışmalarında, proje maliyetine katkıda bulunan faktörleri belirleme, ana bileşenleri kullanarak regresyon yöntemiyle tahmini bir proje maliyeti modeli oluşturma ve etkenleri belirlemenin görelî önemini değerlendirmiştir. Gelişi güzel elde edilen veriler, Singapur'da maliyeti 5 milyon ABD dolarının üzerinde olan ve 1992'den sonra tamamlanan yapım projelerinden alınmıştır. Değişkenleri, projenin karakteristikleriyle ilgili, müteahhit ve işverenle olmak üzere üç başlık altında toplanmışlardır.

Cheung ve arkadaşları (2005) çalışmalarında, Hong Kong'da yapılan 138 adet tamamlanmış ve dört çeşit olan projelerin maliyet parametrelerini regresyon teknikleri yardımıyla incelemişler ve iki değişik regresyon modeli geliştirmişlerdir.

Akınbingöl ve arkadaşları (2005) çalışmalarında; yapım evresinde, maliyetin planlanması ve denetiminin sağlanması amacı ile bir "maliyet yönetim modeli" sunmaktadırlar. "Yapım birimlerine dayalı", "kaynaklara dayalı" maliyet modellerinden yararlanılarak bir model geliştirmişlerdir.

Günaydın ve arkadaşları (2004) çalışmalarında bina tasarım sürecinin erken safhalarında yapay sinir ağlarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada materyal olarak Türkiye'de inşa edilen 4–8 katlı 30 adet konut binası ve bu binalara ait test ve alıştırma verisi olarak da 8 adet tasarım parametresi kullanmışlardır.

Sönmez (2004) çalışmasında günümüzde bina projelerinde kullanılan kavramsal tahmin yöntemlerinden regresyon yöntemi, sinir ağları ve istatistikî (dizi) tahmin yöntemlerinin avantajlarını ve dezavantajlarını irdelemiştir.

Kanıt ve arkadaşları (2004) çalışmalarında kamuya ait bina yatırımları arasından sağlık ocaklarını örnekleyerek bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m<sup>2</sup> maliyet parametrelerinin yaklaşık maliyet ile ilişkisini araştırmışlardır.

Çelik ve arkadaşları (2003) 1990–2002 yılları arasında yapımı gerçekleştirilen kamuya ait bina inşaatlarının maliyet bilgilerini ele alarak, başlangıçta öngörülen yaklaşık maliyet ile iş sonunda gerçekleşen maliyet bedeli arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Lowe ve arkadaşları (2006) çalışmalarında bina inşaat maliyetini tahmin etmek için kullanılan doğrusal regresyon modellerinin gelişimini, İngiltere'de önceden elde edilen 286 adet veriden yola çıkarak açıklamaya çalışmışlardır.

Arıkboğa (1987) çalışmasında inşaat projelerinde maliyet tahmininin önemine değinmiş, maliyet tahmin yöntemlerini açıklamış, bu yöntemleri karşılaştırmalı

olarak ele almış ve çalışmasının sonunda maliyet tahmini ile ilgili bir uygulamaya yer vermiştir.

Seyyar (2000) çalışmasında bina tasarım sürecinde maliyet tahmin modelleri üzerinde durmuş ve bilgisayar destekli maliyet tahmin sistemlerini ele almıştır.

Saner (1993) çalışmasında 4–8 katlı yapılarda taşıyıcı sistem maliyetini tahmine yönelik bir yaklaşım önerisi sunmuştur.



### 3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MALİYET TAHMİN YÖNTEMLERİ

#### 3.1. İnşaat Sektörünün Özellikleri

Yaşadığımız son yüzyılda kaynakların uygun kullanımı ekonomik hayatın öncelikli hedefi haline gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kıt olan bu kaynakların verimli bir şekilde kullanılması zorunludur.

Bölgeler arası kalkınmışlık farklılıklarını gidermek, topyekûn refahı yakalamak ve gelişen ve büyüyen ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hükümetler her yıl yatırım bütçesinin ortalama %40-50'sini inşaat sektörü yatırımlarına ayırmaktadır.

İnşaat sektörü büyüklüğünün ve yaygınlığının yanı sıra kar oranı en çok olan sektörlerden biridir. Bu sebeple her yıl sektöre birçok firma katılmaktadır. 2004 yılı itibari ile bu rakamın 90 binlere ulaştığı sanılmaktadır. İnşaat taahhüt sektöründeki bu firmalar her yıl reel olarak azalan inşaat yatırım bütçesini paylaşmak için acımasız bir rekabet içerisindedirler. Sektöre yeni katılan firmaların yanı sıra eski firmaların da birçoğu yapısal olarak yetersizdir. Ülkemiz koşullarında bu firmalar başkaca etkileri de kullanarak, çoğu zaman düşük teklifler vermek sureti ile inşaat işlerini alabilmektedirler.

Çoğu kere minimum maliyetleri bile karşılayamayan bu teklif fiyatlar; firmaların zarar etmesinin yanı sıra yatırımların gecikmesine, yarım kalmasına ve maliyetlerinin artmasına, dolayısı ile kaynak israfına sebep olmaktadır. Bilimsellikten uzak bir şekilde hazırlanan bu teklif fiyatlar, oluşturduğu haksız rekabet içerisinde, sadece ulusal ekonomiye değil sektördeki diğer firmalara da zarar vermekte ve onların zayıflamasına sebep olmaktadır.

Sektörde uzun soluklu firma olabilmenin yolu kurumsallıktan geçmektedir. Ülkemizde firmaların büyük çoğunluğu profesyonelleşmediği yani tek tip inşaat yapan firma haline gelemediği için, kurumsallaşamamaktadır. Bunun sonucu olarak da teknolojik ve yapısal bakımdan yeterli hale gelememekte ve yeterince sağlıklı veri oluşturulamamaktadır. Bu durumda da çoğu firma, teklif fiyatını bilimsellikten uzak bir şekilde hazırlanmaktadır (Kanıt 2005).

### 3.2. Yapı Maliyeti Ve Maliyet Tahmininin Önemi

Maliyet, bir ürün elde etmek üzere yapılan harcamaların toplamıdır. Diğer bir deyişle, üretim girdilerine yapılan harcamalar maliyeti oluşturur. Yapı maliyeti çok geniş bir anlam içermekle birlikte, kısaca yapı işlerinin ortalama maliyeti olarak özetlenebilir. Yüklenicinin işgücü, malzeme ve teçhizat üzerinde yaptığı harcamalar onun maliyetidir. Karın hesaba katılması, yüklenici maliyetlerini yüklenicinin fiyatına çevirir ki, bu müşterinin maliyetidir.

Maliyet verisine yapı üretiminin değişik aşamalarında ihtiyaç duyulur. Ancak planlama sürecinde, proje kapsamındaki olası maliyetler hakkında müşteriye bilgi verebilmek ve yüklenicinin teklif edeceği fiyatı oluşturabilmesi için maliyetin tahmin edilmesi gerekir. Maliyet tahmini, bir yapının gerçek maliyetinin belirli koşullar altında kısa dönem tahmini olarak tanımlanabilir. Bu tanım, mevcut proje bilgisi ve kaynaklar göz önüne alınarak, tüm iş kalemlerinin toplam maliyetinin önceden tespiti için gerçekleştirilen teknik süreci kapsar. Maliyet tahmini yapmanın amacı, maliyetin planlanması ve tüm binanın üretim sürecinde kontrol altında tutulmasıdır. Maliyet kontrolünün amacı genel olarak şu şekilde ifade edilebilir;

- Müşterinin harcamalarını öngörülen miktar dâhilinde sınırlamak,
- Yapının çeşitli elemanları arasında dengeli bir harcama planına ulaşmak ve
- Toplam maliyet yaklaşımı ile müşteriye parasal değeri olan bir proje sağlamak (Kanıt ve diğ. 2004).

### 3.3. İşletmenin Bilgi Sistemi İçinde Maliyet Hesabının Yeri

Amaca yönelik bilgi elde eden ve işleyen sosyal sistemler biçiminde de tanımlanan işletmelerde yönetim faaliyetleri, bilgi kazanımı ve bilginin işlenmesi faaliyeti olmadan düşünülememektedir. İşletme yönetiminin görevlerini tam ve doğru olarak yerine getirebilmeleri, yöneticilerin sahip oldukları bilgilere ve bu bilgilerin sayısına ve kalitesine bağlıdır. Pratik-normatif bir bilim olarak işletme

ekonomisi biliminin temel görevi, işletmede karar sürecini açıklamak ve hedeflere en uygun biçimde ulaşmadaki araç ve yöntemleri göstermektir.

İşletme yönetiminin temel görevlerinden biri olan karar almada en önemli unsurlardan biri, alınacak kararlarla ilgili bilgiler olmaktadır. Yöneticinin işletmeyi faal duruma getirmesi, çevreyi, işletmenin yapısını, işletmede oluşan işleri, eylemleri ve bunların bağlı bulunduğu ilke ve kuralları bilmesiyle gerçekleşebilir. Çağdaş işletme biliminin temel sorunu, bilgilerin kazanılması, seçimi, işlenmesi ve iletilmesidir. Ekonomik olayların karmaşıklığı, işletme iktisadının hızla gelişmesi, üretim yollarının artması ve artan işbölümü, işletmelerin bilgi gereksinimini ve bilgi hacmini hızla artırmaktadır.

İşletmelerde maliyetlerin büyüklüğü ve gelişimine ilişkin bilgiler, hemen hemen tüm karar süreçlerinde merkezi bir önemi bulunmakta ve bu bağlamda maliyetlerin hesabı, işletme ve işletme yönetiminin önemli bir bilgi aracı olmaktadır. Ayrıca, maliyetlerin en aza indirilmesi veya tatmin edici bir maliyet büyüklüğünün hedeflenmesi ekonomiklik hedefi olarak yorumlanmaktadır. Ekonomiklik, belirli bir hizmeti olası en az maliyetle ya da belirli maliyetle en çok hizmeti üretme olarak tanımlanmaktadır (Uysal 2002).

### **3.4. İnşaat Projelerinde Maliyetler**

Ülkemizde sanayileşme ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak her alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de önemli gelişmeler olmaktadır. İnşaat sektörü diğer alanlara oranla daha ön plandadır. Bu durumun nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;

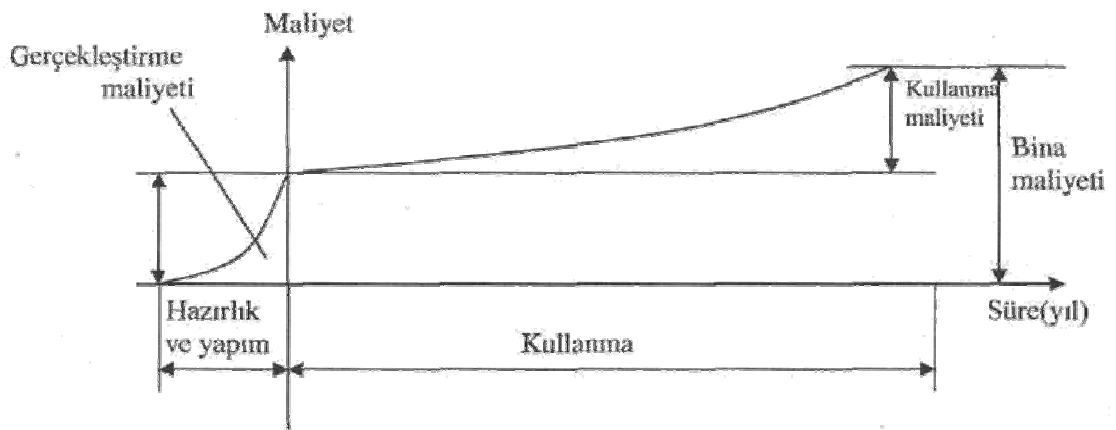
- Çok büyük bir istihdam kapasitesine sahiptir,
- İmalat girdileri azdır,
- Bu sektöre bağımlı sektörler çok fazladır,
- Bu sektörde kullanılan girdiler ülkemizde üretilebilmektedir.

Ancak ülkemizde inşaat sektöründen beklenen gelişme istenilen düzeyde değildir. Bu durumun birçok sebebi vardır. Özellikle konut inşaatlarında yüksek

maliyetler ve buna bağılı olarak da yüksek fiyatlar önemli bir sorun haline gelmiştir. Günümüzde konut alanında faaliyet gösteren inşaat firmaları küçük sermayeli oldukları için maliyet ve maliyet tahminleri konusunda yeterli bilgi ve organizasyona sahip değillerdir. Buna bağılı olarak mevcut kaynaklarını ne zaman, nasıl ve ne kadar kullanacaklarını da bilmemektedirler. Büyük sermayeye sahip firmalarda ise ancak zorunluluk olduğu zaman maliyet tahmini yapılmaktadır.

Buna karşılık çoğu gelişmiş ülkelerde inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalar, bünyelerinde özel eğitim almak suretiyle yetiştirilen ve görevlendirilen maliyet tahmin ekipleri bulundurmaktadır. Bu firmalar yapacakları imalatlarla ilgili her türlü maliyet tahminini, imalata başlamadan çok daha önce yaptıkları için, imalat safhasında önemli sorunlar çıkmamaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında inşaat sektöründe maliyet tahmininin önemli bir konu olduğu görülmektedir.

Ülkemizde uygulanan yöntemde, önce proje üzerinden yapılacak birim imalatların miktarları hesaplanmakta (metraj), sonra bunlar oluşturulan birim fiyatlarla çarpılarak yapım maliyeti bulunmaktadır. Doğrudan, dolaylı ve genel üretim maliyetleri ise firmanın eski yaptığı işlerden sağlandığı verilere dayalı olarak yapım maliyetinin belirli bir yüzdesi şeklinde hesap edilmekte ve yapım maliyetine ilave edilerek üretim maliyeti bulunmaktadır. Daha sonra bunun üzerine risk, kalite ve teklif hazırlama maliyetleri ilave edilmekte ve buna kar da eklenerek teklif fiyatı



Şekil 3.1 Yapı maliyetinin safhaları

oluşturulmaktadır. Açıklamaya çalışılan bu işlemler, alt açılımlarıyla birlikte Şekil 3.1’de görülmektedir (Kanıt 2005).

Maliyetlerin çeşitli bakımlardan, değişik şekillerde sınıflandırılması mümkündür. Değişik amaçlarla yapılan maliyet sınıflandırmaları yönetime; plânlama, karar verme ve kontrol konularında çeşitli yararlar sağlamaktadırlar. Belirli bir maliyet kavramı, bir amaç için uygun olduğu halde, diğer bir maliyet kavramı aynı konuda anlamsız olabilmektedir. Ancak ortaya çıkan çok çeşitli maliyet kavramlarının neyi ifade ettiğinin ve nasıl kullanılması gerektiğinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

İnşaat maliyetlerinin durumunda sayısız faktörlerin etkileri söz konusu olmaktadır. Günün ekonomik koşullarına, inşaatın yapıldığı yer ve zamana, inşaatçı firma ve kullandığı teknolojiye göre farklılık arz eden inşaat maliyetlerini aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür.

- Malzeme maliyetleri,
- İşçilik maliyetleri,
- Makine parkı ve ekipman maliyetleri,
- Genel imalat maliyetleri (Arıkboğa 1987).

#### **3.4.1. Malzeme maliyetleri**

Toplam maliyetler içerisinde önemli bir yer tutan malzeme maliyetleri, yöneticilerin dikkatlerinin en fazla yoğunlaştığı maliyet unsurunu oluşturmaktadırlar. Kullanılan malzemeler çoğunlukla dışarıdan temin edildiği için malzeme maliyetini etkileyen en önemli unsur olan fiyat, işletmenin kontrolü dışında belirlenmektedir. Ayrıca fiyat hareketlerinin fazla olduğu ülke ve dönemlerde malzeme maliyetleri değişiklik arz etmektedir. İşletme yöneticilerinin, stokta bulundurulması gereken malzeme miktarına karar verirken ve malzeme maliyetlerini hesaplarken göz önünde tutmaları gereken en önemli hususlardan biri enflasyondur.

İnşaat direkt maliyetleri içinde % 50'den fazla bir paya sahip olan malzeme maliyetleri, malzemelerin piyasa fiyatlarıyla, kullanılan miktarın bir fonksiyonudur.

İnşaat için gerekli malzemeler, yardımcı aletler veya projenin herhangi bir parçası zamanında, uygun kalite ve koşullarda şantiyeye ulaşmadığı takdirde inşaat programından sapmalar olacaktır. Bu sapmalar inşaat maliyetlerini etkileyen en önemli unsurlardan birisini oluşturmaktadır. İşçilerin âtıl kalmalarına neden olan malzeme gecikmelerini önlemek amacıyla çok önceden malzeme satın alma yolunun seçilmesi uygun bir çözüm değildir. Böyle bir politika, sermayenin malzeme stoklarına bağlanması anlamına geldiğinden, ilerleyen aşamalarda finansman sorunları yaratacaktır. Ayrıca, önceden ve çok miktarlarda yapılan malzeme alımları işletmeyi stoklama problemleriyle karşı karşıya bırakacaktır.

İnşaat malzeme maliyetleri, geniş ölçüde ülkedeki fiyatlar genel seviyesine bağlı bulunmaktadır. Malzemenin fiyatı yanında, satan kişi veya kurum, malzemenin kullanılacağı yer, malzemenin kalitesi, miktarı ve satın alınan zaman da malzeme maliyetine etki etmektedir.

#### **3.4.1.1. Fiyat**

İnşaat malzemelerinin piyasa fiyatlarında meydana gelebilecek değişimler, malzeme maliyetlerini dolayısıyla da toplam maliyetleri doğrudan etkilemektedirler.

#### **3.4.1.2. Kalite**

Genellikle yüksek kalitenin, yüksek maliyet anlamına geldiği kuralı inşaat malzemeleri için de geçerlidir. Kalite konusundaki en önemli belirleyici unsur müşteri istekleridir. İnşaatlarda kullanılan belirli bazı malzemelerde aranan kalite koşulları ihalelerde belirtilmektedir. Örneğin, müşteri temel inşaatında 200 doz beton yerine 300 doz beton kullanılması şeklinde bir istekte bulunabilmektedir. Bu durumda 300 doz beton elde edebilmek için daha fazla çimento kullanmak gerekeceğinden ve çimento maliyeti diğer beton malzemelerine oranla daha pahalı olduğundan maliyetler yükselecektir.

#### **3.4.1.3. Miktar**

Büyük miktarlarda malzeme satın alınması, inşaatçıya miktar ıskontosundan yararlanma ve taşıma giderlerinden tasarruf sağlama imkânı yaratacaktır. Bununla birlikte büyük miktarlarda malzeme satın alınması stoklama ve finansman sorunlarını da beraberinde getireceği için satın alınan miktar, maliyetleri çift yönlü olarak etkilemektedir.

#### **3.4.1.4. Zaman**

Malzeme maliyetleri açısından zaman faktörü iki şekilde etkili olmaktadır.

- Dönemler itibariyle piyasa koşulları, arz-talep, enflasyon ve mevsimlik dalgalanmalar nedeniyle fiyatların farklılık göstermesi,
- Malzemelerin gece şantiyeye ulaştırılması nedeniyle, satıcının fazla fiyat talebi.

#### **3.4.1.5. Yer**

İnşaatta kullanılacak malzemelerin taşıma giderleri, inşaatın üretim bölgelerine olan uzaklığına göre farklılık göstermektedir. Mesafe uzadıkça malzeme maliyetleri artmaktadır.

#### **3.4.1.6. Satıcı**

Malzeme maliyetleri üzerinde etkili olabilecek bir diğer faktör de satıcı ve satıcıyla olan ilişkilere dir. Satıcının üretim teknolojisi, satış ve fiyat politikaları malzeme maliyetlerini etkilemektedir.

### 3.4.2. İşçilik maliyetleri

Üretim maliyetleri içinde ikinci önemli unsuru oluşturan işçilik, işletme çalışanlarına ödenen ücretlerden oluşmaktadır. İşletmenin kullandığı teknoloji işçiliğin üretim maliyetleri içerisindeki payını belirleyici önemli bir faktör durumundadır. Bunun yanında üretim hattı üzerinde fiziki olarak çalışan kişi ile makine başında düğmeye basan kişinin ücretleri işçilik maliyetleri açısından aynıdır.

Ücret, üretim faktörlerinden emeğin karşılığıdır. Ücret düzeyi, işçilik maliyetleri üzerinde en önemli belirleyici unsurlardan birisidir.

İşçilik maliyetleri bazı özellikleri itibariyle diğer maliyetlerden ayrılmaktadırlar. Bu özellikler şunlardır:

- İşçiliğin stoklanması mümkün değildir. Malzemeler önce stoklanmakta sonra gerektiğinde kullanılmaktadır. Stokta buldukları süre içerisinde işletmeye olan maliyet (stoklama maliyetleri söz konusu olmakla birlikte burada malzemenin kendi maliyeti kastedilmektedir) değişmemektedir. Oysa işçileri belirli bir süre için ücret ödemedi tutmak ve gerektiğinde çalıştırarak ücret ödemek mümkün değildir.
- İşçilik maliyetleri değişik koşullarda ekleri olan maliyetlerdir. İşçiye verilen ücret, çalışma saati karşılığının yanında çeşitli ekleri de içermektedir. Örneğin, çocuk zammı, ücretli izin ve çeşitli sosyal yardımlar. Ayrıca işçilerin çalışma koşulları da işçilik maliyetlerini farklılaştırmaktadır.
- İşçilik maliyetleri, işletmeye çeşitli sorumluluklar yüklemektedir. Ücretin hesaplanması, zamanında ödenmesine ilişkin mali yükümlülüklerin (sosyal sigorta kesintileri ve vergi kesintilerini hesaplayarak ilgili kurumlara yatırmak gibi) işletme tarafından yapılması gerekmektedir.

İşçilik maliyetinin belirlenebilmesi için harcanan zamanın yani işçilik miktarının belirlenmesi gerekmektedir. İşçilik miktarının belirlenmesi iki aşamadan oluşmaktadır:



### 3.4.2.1. İşçilerin işletmede fiilen buldukları sürenin belirlenmesi

Bir işçinin işletmede belirli bir dönemde ne kadar süre bulunduğu, ödenecek ücretin tespiti açısından önemlidir. Bu süre, işçinin işletmeye geldiği ve çıktığı saat arasında geçen zamandır. Yaygın bir uygulama olarak "işçi kontrol kartları" yardımıyla kart basma yöntemi işçinin işletmede ne kadar süre bulunduğunun tespitinde kullanılmaktadır.

### 3.4.2.2. İşçilerin işletmede buldukları süre içinde hangi işlerde ne kadar süre çalıştıklarının belirlenmesi

İşçilerin kontrolü ve mamul maliyetinin bulunması açısından bu sürenin tespiti önemlidir. Nasıl bir yöntem deneceği ise işletmenin büyüklüğüne, olanaklarına göre değişmektedir. Bu konuda ustabaşı, ekibinde bulunanları izleyerek bir form doldurabilmektedir. Uygulanabilecek bir diğer yöntem ise, işlerin takip edilmesi ve belirli bir işte işçilerin ne kadar süre çalıştığının belirlenmesidir.

İşçilik maliyetlerini, üretim konusunu oluşturan mal ve hizmete yüklenebilmesi açısından ikiye ayırmak mümkündür;

- Dolaysız (Direkt) işçilik,
- Dolaylı (Endirekt) işçilik.

**Dolaysız işçilik:** Üretken, üretken işçilik olarak da isimlendirilen dolaysız işçilik, mamullere doğrudan doğruya yüklenebilen ve üretilen mamul ya da hizmeti meydana getirmek için harcanan işçiliklerdir. Örneğin, üretim hattı üzerinde çalışanların ücretleri, işin fiziki niteliği ne olursa olsun dolaysız işçilik olarak kabul edilmektedir.

**Dolaylı işçilik:** Direkt işçilik dışında kalan ve üretilen mal ya da hizmetin bünyesine doğrudan yüklenemeyen işçiliklerdir. Bazı işçilikler üretimle doğrudan ilgili değildirler. Örneğin tamir bakım, temizlik vb. işçilikler bu nedenle endirekt

işçilik sayılmaktadırlar. Bazı işçilikler ise üretimle ilgili olduğu halde üretilen mamule yükleme olanağı olmadığından (örneğin ustabaşı ücreti) endirekt işçilik sayılmaktadırlar. Direkt işçilik sayılan işçilerin boş geçirdikleri zaman ve bu işçilere ödenen ücret ekleri de endirekt işçilik sayılmaktadır.

Ancak inşaat işletmelerinde, direkt ve endirekt işçiliklerin kapsamı imalat işletmelerinden farklılık göstermektedir. Tek bir inşaat söz konusu olduğunda bütün işçilikler imalat ile ilgili ve imalata yüklenebilir olduğu için direkt işçilik sayılacaklardır. Ancak eğer birden fazla inşaat ya da birim söz konusu ise ve hangi inşaat ya da birime ait olduğu tespit edilemeyen işçilikler (örneğin, puantör ücreti, ambar memuru ücreti vb) söz konusu ise bu tür işçilikler endirekt işçiliklerdir. Ayrıca işçi ücretlerine ilişkin sosyal sigorta işveren payı ve çırakların ve işçilerin eğitimi için harcanan paralar endirekt işçiliklerdir.

İnşaatın tamamlanma programına uyabilmek için fazla mesailer söz konusu olabilmektedir. Örneğin işin tamamlanması için haftada 65 saat çalışmak gerekiyorsa bunun 25 saat/haftalık kısmı fazla mesaidir. Çünkü işçilerin standart haftalık çalışma saatleri 8 saat X 5 gün = 40 saat/haftadır. Bu rakam ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Fazla mesai ücretleri işçilik maliyetlerini arttırıcı bir unsurdur. Yapılan sözleşme veya ülkeye göre farklılık göstermekle birlikte fazla mesai saat ücretleri normal saat ücretlerinin 1,5 ya da 2 misli olmaktadır. Çalışma koşulları işçilik maliyetleri üzerinde etkili olan bir diğer faktördür. Yeraltında veya su içinde yapılan çalışmalarda işçilere ödenen ücretler daha fazla olmaktadır.

İşçilik maliyetleri üzerinde etkili olan faktörlerden biri de sendikalardır. Ancak inşaat sektöründe yaygın bir sendikalaşma söz konusu değildir. Çünkü sürekli farklı bölge veya ülkelerde faaliyet gösteren inşaat firmaları değişik yerel sendikalarla muhatap olma durumundadırlar.

İşçilerin çalışma saatlerinin belirlenmesinde; kart basma sistemi uygulanabilmektedir. Ancak inşaat sektörünün özellikleri gereği kart basma sistemine ek olarak gözle kontrol da yaygın bir uygulamadır. İşçilik saatlerinin tespiti maliyet tahmini açısından oldukça önemlidir. İşçilerin hangi işte ne kadar çalıştıkları ve ne kadar fazla mesai yaptıklarını gösterir zaman cetvellerinden yararlanmak mümkündür. Bu cetveller haftalık ya da aylık olabilmektedir.

Maliyet tahmini açısından bir diğer önemli problem de verimlilik. Verimliliğin artırılması, maliyet muhasebesi sistemindeki etkinlikle yakından ilgilidir.

- İnşaat çalışma koşulları,
- Kullanılan malzemenin kalitesi,
- Motivasyon,
- Öğrenme,
- İşin niteliği.

Çalışanların verimliliğinin artırılmasında bütün bu hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### **3.4.3. Makine parkı ve ekipman maliyeti**

İnşaatın türü ve inşaat firmasına göre değişmekle birlikte, genel olarak inşaatlarda kullanılan makineler iki grupta toplanabilir.

- Makine parkı,
- Ekipman.

Makine parkı, işin yapılması sırasında bir yerde sabit olarak duran makinelerdir. Hareket yetenekleri sınırlıdır. Yeni bir yerde kullanılabilmesi için sökülüp, yeniden kurulması gerekmektedir. Örneğin, beton kırma makinesi.

Ekipman, hareket yeteneğine sahip olan makinelerdir. Örneğin, buldozer bir ekipman unsuru sayılmaktadır. Ayırımın kriter hareket yeteneğidir. Makinenin parasal değeri önemli değildir. Bazı inşaat firmaları böyle bir ayırımı gitmemekte, kullanılan bütün makineleri ekipman olarak ifade etmektedirler. Ancak makine parkı ve ekipman şeklindeki ikili ayırım maliyetlerin gerçekçi olarak bilinmesinde yardımcı olacaktır. Çünkü her iki gruptaki makineler farklı maliyetler

yaratmaktadırlar. Örneğin makine parkının kurulması, şantiyeden sökülerek taşınması oldukça yüksek ek maliyetler gerektirmektedir.

İnşaatçı firmanın kullandığı teknoloji, yaptığı işin niteliği ne olursa olsun mutlaka bazı makineleri kullanması gerekmektedir. İnşaat değiştikçe kullanılması gerekli makineler de değişmektedir. Örneğin küçük bir inşaat (konut inşaatı) için gerekli makineler ile bir baraj yapımında ya da bir köprü yapımında kullanılacak makineler birbirinden farklı olacaktır. Bu durumda inşaatçı firma genel politikalarına uygun olarak bir karar vermek zorundadır. Yalnızca tek bir inşaatta kullanılabilen bir makineye yatırım yapmak firma için karlı olmayacaktır. Bazen makinenin kiralanması firma için daha kazançlı olabilmektedir. Bu durumda verilecek yanlış bir karar firmanın gelecekteki başarısını olumsuz olarak etkileyebilecektir.

Makine parkı ve ekipman maliyeti “sahip olma maliyeti” ve “çalıştırma maliyeti” olmak üzere iki önemli unsurdan oluşur. İnşaatçının herhangi bir makineyi satın almasının yarattığı ek maliyetleri ifade eden sahip olma maliyeti ise yatırım, amortisman ve tamir-bakım olmak üzere üç unsurdan oluşur. Çalıştırma maliyetleri ise inşaatçının sahip olduğu makinelerin kullanımı sırasında ortaya çıkan maliyetleri ifade etmektedir.

Makine parkı ve ekipman maliyetlerinin gerçekçi olarak ifade edilebilmesi için hangi işte, ne kadar süreyle, hangi tarihlerde kullanıldığının kaydedilmesi gerekmektedir.

#### **3.4.4. Genel imalat maliyetleri**

Genel imalat maliyetleri diğer maliyet unsurları olan, direkt malzeme ve direkt işçilik maliyetleri dışında kalan ve yine üretimle ilgili olan maliyetlerdir. Tanımdan da anlaşıldığı gibi üretimle ilişkisi olmayan genel yönetim giderleri ve satış giderleri GİM sayılmamaktadır. Genel imalat maliyetlerinin başlıca özellikleri şunlardır;

- Üretilen mamulle doğrudan ilişkili değildirler,
- Homojen olmayan bir masraf grubudur. Genel imalat maliyetleri içinde, amortisman, malzeme, işçilik vb. gibi birbirinden farklı maliyetler vardır,

- Genel imalat maliyetlerinin bir kısmı (örneğin tatil ücretleri) zaman içinde farklılık arz etmektedir,
- Bazı GİM'nin ise tespiti ancak dönem sonlarında mümkün olabilmektedir (tamirat maliyetleri gibi).

### 3.5. İnşaatlarda Maliyeti Etkileyen Faktörler

İmalât işletmelerinde maliyetler, kullanılan hammaddenin miktarı ve fiyatına ve işçilik ücretlerine bağlı olarak değişmektedir. Aynı unsurlar inşaatlarda da geçerlidir. İnşaatlarda ayrıca maliyetleri etkileyen özel durumlar da söz konusudur. İnşaat projelerinde maliyetler üzerine etkili olabilecek faktörler şunlardır;

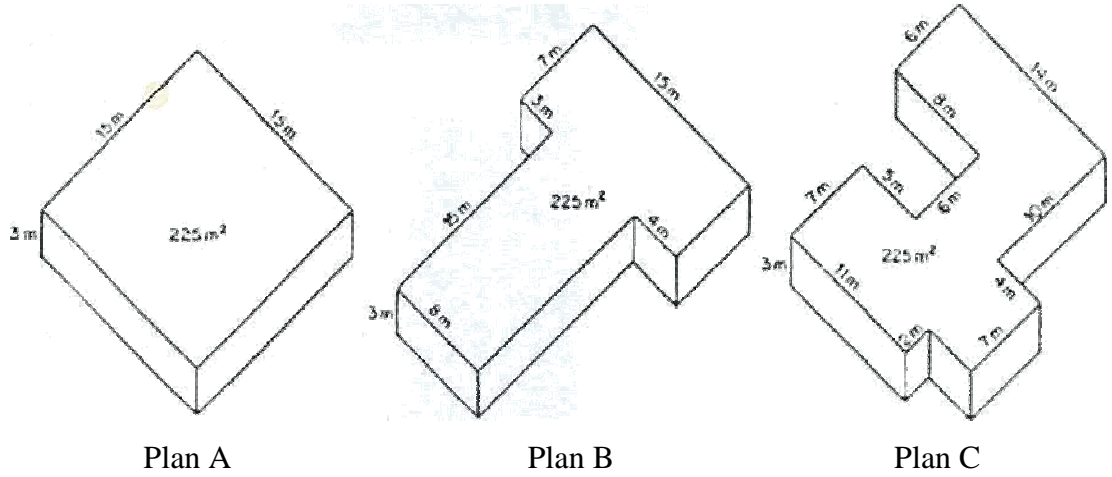
- İnşaat planının şekli,
- Kat yüksekliği,
- İnşaatın büyüklüğü,
- İnşaatın toplam yüksekliği,
- Dolaşım alanı,
- İnşaatın yapıldığı bölge.

#### 3.5.1. İnşaat planının şekli

Plân şeklinin inşaat maliyetleri üzerindeki etkisi çok çeşitli ve karmaşık bir yapı arz eder. Dış duvarların maliyetleri üzerinde direkt bir etkisi olduğu gibi ısıtma, havalandırma, elektrik ve su tesisatı gibi hizmetlerin maliyeti üzerinde de dolaylı bir etkisi vardır. Plân şekli düzgün kare veya dikdörtgen olan inşaatların nispi olarak maliyetleri düşük olmaktadır. Ancak plân şeklinin belirlenmesinde ekonomik olması yanında, inşaatın ne amaçla yapıldığı da önemli bir faktördür. Örneğin, bir fabrika inşaatında iş akışına uygun bir şekil benimsenmelidir. Hastane inşaatında yeterli gün ışığı alabilmek, plân şeklinin belirlenmesinde etkili olmaktadır.

Günümüzde, bilgisayar teknolojindeki büyük gelişme inşaat projelerinde en ekonomik inşaat şeklinin bulunmasına yeni bir boyut getirmiştir. İnşaat şekli belirlenmeden önce, bilgisayarlar yardımıyla aynı amaca yönelik alternatif şekillerin maliyetlerinin karşılaştırılması ve maliyetlerden mümkün olabilecek en fazla tasarrufun sağlanması mümkün olmaktadır.

Şekil 3.2’de farklı plan şekillerine sahip üç ayrı inşaat görülmektedir. Üç proje de  $225 \text{ m}^2$  alana sahip ve 3 m yüksekliğindedir. Dış duvar uzunlukları A planında 60 m, B planında 74 m, ve C planında ise 84 m’dir. Üç projenin maliyetleri, çevre alanı/inşaat alanı oranı yardımıyla Tablo 3.1’de karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.2 İnşaat planının maliyetler üzerindeki etkisi

Tablo 3.1 İnşaat şekli ve maliyetler

Örnek	Çevre Alanı $\text{m}^2$	İnşaat Alanı $\text{m}^2$	Çevre Alanı/ İnşaat Alanı	İndeks A planı = 100
Plan A	180	225	0,80	100
Plan B	222	225	0,99	124
Plan C	252	225	1,12	140

Tablodan da anlaşılacağı gibi, diğer koşullar aynı olduğu varsayılırsa B planı, A planından % 24 ve C planı A planından % 40 daha pahalıdır. Yalnız çevre alanı/inşaat alanı esas alındığında, düzgün bir şekle sahip (kare, dikdörtgen gibi) projeler, karmaşık plan şekillerine sahip projelerden daha ekonomiktir.

### 3.5.2. Kat yüksekliği

İnşaatın kat yüksekliğinin ne olması gerektiği geniş ölçüde müşterinin istekleri ve inşaatın ne amaçla kullanılacağına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin bir fabrika binası inşaatında, makinelere ve işin akışına uygun bir yükseklik gereklidir. Kat yüksekliğinin fazla olması dış duvarlar alanını büyüteceği için maliyetler üzerinde direkt bir etkisi vardır. Ayrıca servis (özellikle ısıtma) maliyetlerini de arttırmaktadır.

Kat yüksekliğinin maliyetler üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla Tablo 3.2'de, Şekil 3.2'deki planlar esas alınarak farklı yüksekliklerde ortaya çıkan maliyetler karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.2 Kat yüksekliği ve maliyetler

Örnek	Çevre Alanı m <sup>2</sup>		İnşaat Alanı m <sup>2</sup>	Çevre Alanı/ İnşaat Alanı		İndeks A planı = 100	
	3 m	4 m		3 m	4 m	3 m	4 m
Plan A	180	240	225	0,80	1,07	100	134
Plan B	222	296	225	0,99	1,32	124	165
Plan C	252	236	225	1,12	1,49	140	186

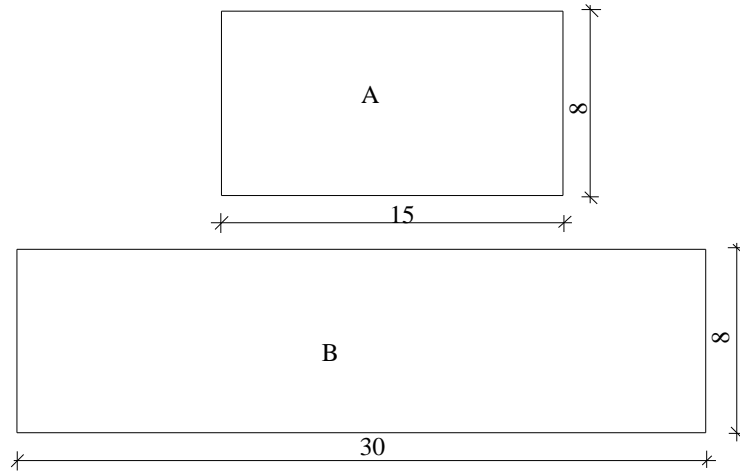
Kat yüksekliği aşağıdaki hususlarda maliyetleri arttırmaktadır:

- Kat yüksekliğinin fazla olması ısıtma maliyetleri,
- Merdiven veya asansör maliyetini,

- Kat yüksekliğinin fazla olması daha güçlü taşıyıcı sistem gerektirdiği için taşıyıcı sistem maliyetlerini,
- Su ve elektrik tesisatı maliyetini,
- Tavanın yüksek olması dekorasyonu zorlaştıracığı için iççilik maliyetlerini, arttırmaktadır.

### 3.5.3. İnşaatın büyüklüğü

İnşaatın büyüklüğü toplam maliyeti arttırıcı bir unsurdur. Ancak  $m^2$  maliyeti hesaplandığında büyük inşaatlar maliyetlerde tasarruf sağlamaktadır. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi A ve B projeleri dikdörtgen şeklindedir. B inşaatının alanı A’nın iki katıdır.



Şekil 3.3 İnşaat büyüklüğünün maliyetler üzerindeki artışa etkisi

	İnşaat A	İnşaat B
Kat alanı	120 $m^2$	240 $m^2$
Boyutlar	15 m, 8 m, 3 m	30 m, 8 m, 3 m



Tablo 3.3 İnşaatın büyüklüğü ve maliyetler

Örnek	Çevre Alanı m <sup>2</sup>	Taban Alanı m <sup>2</sup>	Çevre Alanı/ Taban Alanı	İndeks A planı = 100
Plan A	138	120	1,15	100
Plan B	228	240	0,95	82,6

Görüldüğü gibi B projesi birim m<sup>2</sup> maliyetinde %17,4'lük tasarruf sağlamıştır.

#### 3.5.4. İnşaatın toplam yüksekliği

İnşaatın toplam maliyeti, inşaat yüksekliğiyle paralel olarak arak artmaktadır. Bunun yanında özellikle arsa maliyetlerinin yüksek olduğu bölgelerde, yüksek inşaatlar birim maliyetlerde tasarruf sağlamaktadırlar. İnşaatın yüksekliği belirlenirken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Yüksek inşaatlar, müşteriler tarafından çekici bulunmaktadır,
- İnşaatın yüksekliği, kullanılan teknoloji, inşaatın şekli gibi hususlarla birlikte maliyetleri etkilemektedir,
- Ek bir kat inşaat maliyetlerini arttırmakla birlikte, kat başına maliyetleri düşürmektedir,
- Yüksek inşaatlarda temelin inşaatı taşıyabilmesi için yapılan çalışmalar toplam maliyetleri arttırmaktadır,
- Kullanılan ekipman maliyeti, yüksek inşaatlarda daha fazla olmaktadır,
- Asansör ve merdiven maliyetleri artmaktadır,
- Doğal olarak bakım maliyetleri de artmaktadır,
- Isıtma sisteminin kurulması, yüksek inşaatlarda daha karmaşık ve yüksek maliyetlidir,
- Yangın tertibatı maliyeti, yüksek inşaatlarda daha fazla olmaktadır,
- Yüksek inşaatlarda ekstra çalışanlara ihtiyaç duyulduğundan işçilik maliyetleri de artmaktadır.

İnşaat yüksekliğinin belirlenmesinde önemli bir sınırlama devlet ya da yerel idarelerin koyduğu yüksekliklerdir. Ülkemizde değişik bölgelerde değişik yükseklikte inşaatlara izin verilmektedir.

### **3.5.5. Dolaşım alanı**

İnşaatlarda mimari proje hazırlanırken üzerinde durulan önemli noktalardan birisi de “faydalı olmayan alan” ya da “ölü alan” olarak nitelendirilen dolaşım alanının minimum olmasıdır. Dolaşım alanı, giriş holü, koridorlar, merdiven boşluğu, asansör boşluğu gibi asıl kullanım alanı dışındaki yardımcı alanlardır. Dolaşım alanının büyük olması, inşaat maliyetlerini arttırıcı yönde etki yapmaktadır. Dolaşım alanının ısıtılması, aydınlatılması, temizlenmesi vb. maliyetleri inşaat maliyetlerini arttırmaktadır. Bu nedenle boş alanların, inşaattan beklenen faydayı verecek şekilde ve minimum düzeyde olması gerekmektedir. Aşırı tasarrufa gidildiğinde birimler arasındaki bağlantı zorlaşacak ve ayrıca yangın durumunda olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilecektir. Estetik görünüm açısından dolaşım alanının belirli bir düzeyde olması gerekmektedir. İnşaatın türü de dolaşım alanı miktarını etkileyen önemli bir unsurdur. Dolaşım alanının miktarını belirtmek amacıyla “dolaşım alanı/brüt alan” oranı kullanılmaktadır. Büro inşaatlarında kullanılabilir faydalı alan önemli olduğu için (ya da müşteri yalnızca faydalı alanla ilgilendiği için) dolaşım alanı/brüt alan oranı büyük olduğu zaman, kullanılabilir alan maliyeti artacaktır. Bu da müşteri açısından pek cazip bir sonuç olmamaktadır.

### **3.5.6. İnşaatın yapıldığı bölge**

Bir inşaatın maliyetleri üzerinde etkili olan en önemli belirleyici unsurlardan birisi inşaatın nerede yapıldığıdır. Özellikle uluslararası piyasalarda, farklı ülkelerde yapılacak inşaatların maliyetleri üzerinde daha da fazla etkili olmaktadır. Yeni bir

yerde inşaat yapmaya başlayan inşaatçılar için belirsizlikler daha fazla olacağından etkin bir maliyet planlama ve kontrol çalışmasına ihtiyaç duyacaktır.

Bölge farklılıklarının maliyetler üzerindeki etkileri aşağıdaki noktalarda kendini göstermektedir;

- Malzeme maliyetleri: İnşaatın yapıldığı yerin, temel inşaat malzemelerinin üretim yerlerine olan uzaklığına göre farklılık göstermektedir. Özellikle taşıma maliyetleri mesafe ile doğru orantılı olarak artmaktadır.
- Bölgesel işgücü: İnşaatın yapıldığı bölgenin işgücünden yararlanmak inşaatçı açısından oldukça avantajlıdır. Böylelikle işçilerin barınma ve iaaşe sorunlarının çözülmesi kolaylaşmakta ve bu konuda maliyet tasarrufu sağlamak mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, işgücünün niteliği ve verimliliği bölgelere göre değiştiğinden, genellikle düz işçi denilen vasıfsız inşaat işçileri inşaatın yapıldığı bölgelerden seçilmektedir. Bu işçilerin inşaatçı firmayla olan ilişkileri proje süresiyle sınırlı kalmakta ve inşaatın bitirilmesiyle ilişkileri kesilmektedir. Yönetici kadrosu ve teknik personel firmanın sürekli elemanlarından oluşmakta ve merkezden temin edilmektedir (Arıkboğa 1987).

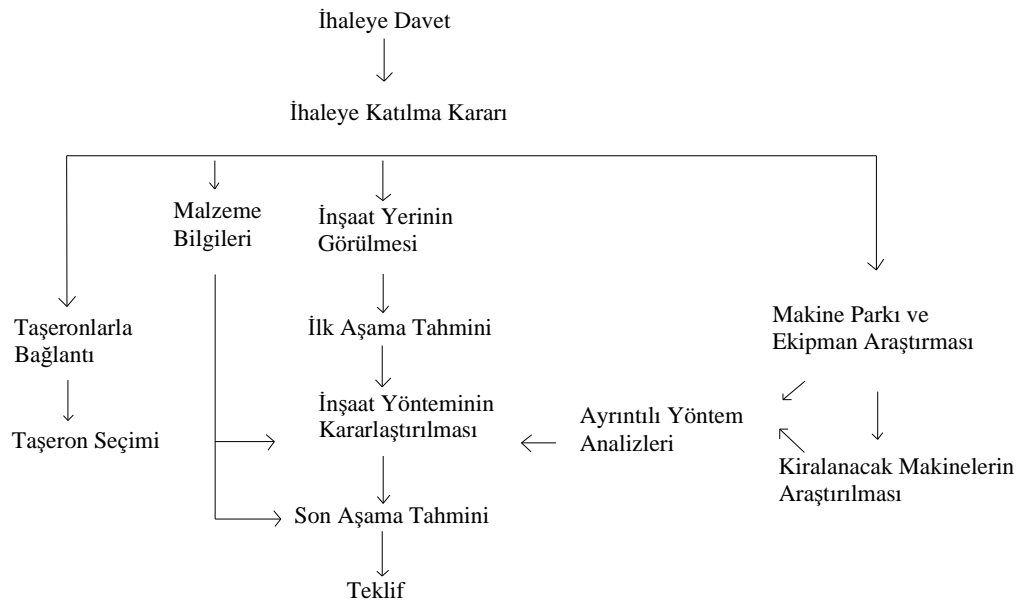
### 3.6. İnşaat Projelerinde Maliyet Tahmini

Yapılması planlanan inşaatlarla ilgili maliyetlerin önceden hesaplanması, ihalelere girecek firmaların verecekleri teklifler için en önemli bilgi kaynaklarıdır. Firmaların bünyesinde bulunan maliyet tahmin ekiplerinin başarılı olmaları, dolayısı ile firmanın başarılı olması proje ile ilgili olarak elde edilecek bilgilerin doğru ve yeterli olmasına bağlıdır. Bu nedenle;

- İnşaat öncesinde maliyet tahmini için gerekli bilgiler temin edilmeli,
- İnşaatın yapımı esnasında, işçilikte verimlilik arttırılmalı ve verimsiz geçecek zaman minimuma indirilmeli,
- Malzeme kullanımında tasarruf sağlanmalı,

- Ekipmanların kullanılmasında etkinlik sağlanmalı,
- Genel imalat maliyetlerinde etkinlik sağlanmalı,
- Düzenli olarak, yapılan tahminlerle gerçekleşen maliyetler karşılaştırılmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

Maliyet tahmini firma için, idari açıdan planlama ve kontrol mekanizması arasında ilişki kurar. Planlama, maliyet tahmin sonuçları dikkate alınacağı için maliyet tahminleri ne kadar iyi yapılırsa planlamanın da o derece iyi olacağı muhakkaktır. Yapılan planlama ile inşaatlardaki fiziki-finansal ilerlemenin karşılaştırılması genel durum itibarıyla bize kontrol imkânı sağlamaktadır. İnşaat sektöründe girdi olarak kullanılan unsurların çok fazla olmasına bağlı olarak maliyet tahmini zor ve karmaşık bir durum göstermektedir. Maliyet tahmininin ilk aşaması maliyet tahmin ekibinin oluşturulmasıdır. Bu ekip; tahmin bölümü yöneticisi, bir mimar, bir mühendis, bir planlamacı ve bir satın alma elemanından oluşturulabilir. İşin niteliğine göre bu ekibi daraltmak ya da genişletmek mümkündür (Özgan, 1999).



Şekil 3.4 Maliyet tahmini prosedürü.

Maliyet tahmin prosedürü Şekil 3.4’de görüldüğü gibidir.

Maliyet tahmini, imalât işletmelerine nazaran inşaat işletmelerinde daha karmaşık ve zordur. Çünkü inşaat sektöründe kullanılan malzemeler oldukça çeşitlidir. Maliyetler inşaattan inşaata ve seçilen inşaat yöntemine göre değişmektedir. Bu da tahmini daha da güçleştirmektedir.

İhale ile ilgili doküman ve spesifikasyonlar elde edildikten sonra, ihale tarihine kadar verilecek teklifin hazırlanmış olması gerekmektedir. Bu sürenin oldukça sınırlı olması nedeniyle, özellikle toplam maliyet içinde pek fazla yer tutmayan unsurlar üzerinde fazla ayrıntılı incelemelerden kaçınmak gerekmektedir (Arıkboğa 1987).

Maliyet tahmini yapılırken, her şeyden önce inşaatın nasıl, ne kadar sürede ve koça yapılabileceği sorularına cevap aranmalıdır. Bu soruların cevapları geniş ölçüce geçmişten elde edilen tecrübelerin sonuçlarına dayanmaktadır. Geçmişte hazırlanan teklifler (kazanılmamış bile olsalar) uygun yöntemlerle saklanılmalı ve kullanıma hazır tutulmalıdırlar (Arıkboğa 1987).

Tutulmuş kayıtlarda teklifle ilgili;

- İşin (ihalenin) tanımı,
- Teklif edilen fiyat,
- Diğer teklifler (ihale kazanılmış bile olsa),
- Diğer gerekli bilgiler, bulunmalıdır.

Maliyet tahmini yapılırken öncelikle inşaatın nasıl, ne kadar sürede ve maliyetinin ne olabileceği gibi soruların cevaplandırılması gerekir. İnşaatlarda maliyet tahmini üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; ölçme, fiyatlandırma ve hesaplama.

### 3.6.1. Ölçme

Fiyatlandırma ve hesaplama işlemleri doğrudan ölçme değerlerine bağlıdır. Bu nedenle ölçmede her bir işin tanımlanması ve tanımlanan bu işlerin her birinin miktarının tespit edilmesi gerekir. İşlerin tanımlanması; inşaatın tamamlanabilmesi

için yapılması gereken işlerin neler olduğunun belirlenmesidir. Bu işlerin tanımı yapılırken kullanılacak malzemelerle birlikte işçilik ve ekipmanın da tanıtılması gerekir.

Tanımlama, ihale sisteminde yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. İhale sisteminde, inşaat sahibi kişi ya da kurumlar, yapılacak inşaatla ilgili keşif yaptırmakta ve keşif sonucunda yapılacak işler ve miktarları listeler halinde ihale bilgileri arasında yayınlanmaktadır.

İhale sisteminde tahminci ayrıca ölçme işiyle uğraşmamaktadır. Yalnızca fiyatlandırma ve hesaplama kısımlarıyla ilgilenmektedir. Tahmincinin başarılı bir tahmin yapabilmesi için, tanımlanan işler hakkında yeterli bilgiye sahip olması gerekmektedir. Beton üretiminde çimento miktarı "doz" olarak ifade edilmektedir (200 doz, 300 doz gibi). Tahmin yapan kişi örneğin, 200 doz demirsiz betonun ne kadar çimento, kum karışımından elde edildiğini bilmek zorundadır. Böylelikle kullanılan malzeme, miktarının ve bu miktarı fiyatlayarak, maliyetinin bulunması mümkün olmaktadır (Arıkboğa 1987).

Yapılacak işlerin miktarının belirlenmesi işlemi; tanımı yapılmış olan her bir işin belirli birimlerle ifadesidir. Örneğin; beton m<sup>3</sup> olarak, fayans kaplama m<sup>2</sup> olarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalar normal ve detay projelerden yapılır. Hesaplamaların düzenli yapılabilmesi için veriler bir tablo halinde gösterilir.

### 3.6.2. Fiyatlandırma

Ölçülmüş miktarlarla bu miktarların birim fiyatlarının çarpılmasıyla yapılır. Yapılacak her bir imalat için malzeme, işçilik, makine parkı ve ekipman gibi genel imalat maliyetlerinin miktarları ayrı ayrı belirlenir, sonra belirlenen bu miktarlarla birim fiyatlar çarpılarak fiyatlandırma işlemi gerçekleştirilir.

Ayrıca geniş ölçüde geçmiş verilerden faydalandığı için, bu bilgilerin düzenli ve sistemli bir biçimde depolanmış olması gerekmektedir.

Malzemenin fiyatlandırılması fiyatlandırmanın en kolay ve basit aşamalarından birisidir. Kullanılacak malzemenin miktar ve kalitesinin tam ve doğru olarak tespit edilmiş olması gerekmektedir. Bu aşamada üzerinde önemle durulması gerekli konu,

inşaatın başlayabilmesi için gerekli ilk malzemelerin doğru olarak tespit edilmiş olmasıdır. Çünkü buna göre inşaat firmasının finansman politikası değişebilmektedir.

Teklif verilmeden önce, malzemeler için çeşitli firmalardan teklif almış olmak ve buna ait bilgileri düzenli bir şekilde depolamak gereklidir.

Fiyatlama çalışmalarının en zor ve karmaşık bölümlerinden birisi işçiliğin fiyatlandırılmasıdır. Çünkü işçiliğin maliyeti çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

- Bir iş içindeki işçiliğin miktarı,
- Ücret düzeyi,
- Çalışanların verimliliği.

Özellikle rekabete dayalı fiyat belirlenmesinde, tahminci oldukça sınırlı bir zamana sahip olacaktır. Bu zamanın etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Eğer geçmiş veriler yeterli değilse, her işi analiz ederek işçilik maliyetlerini tespit etme yoluna gitmelidir, özellikle toplam maliyetler içinde önemli bir yer tutan işçilikler söz konusu olduğunda, bu yöntem mutlaka uygulanmalıdır. Toplam maliyetler üzerinde pek fazla bir etkisi olmayan küçük işlerde, işçilik maliyetleri benzerleri esas alınarak tahmin edilebilmektedir (Arıkboğa 1987).

İnşaat işlerinde kullanılan makine parkı ve ekipman maliyetinin tahmin edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Makine parkı ve ekipman maliyetleri ayrı olarak belirtildiği gibi malzeme maliyetleri içinde de gösterilebilmektedir. Ancak, eğer toplam maliyetler içinde önemli bir yer tutuyorsa, ayrıca gösterilmesinde yarar vardır. Küçük fazla yüksek olmayan inşaatlarda makine parkı ve ekipman kullanımı pek fazla önemli değildir. Böyle durumlarda malzeme maliyeti içinde gösterilmesi fazlaca sakıncalı olmayacaktır. Burada varsayım, benzer inşaatlarda makine parkı ve ekipman maliyetinin aynı olacağıdır. Dolayısıyla önceden yapılan inşaatlarda toplam maliyet içindeki makine parkı ve ekipman maliyeti yüzdesini esas olarak hesaplama yapmak mümkündür.

Ayrıca işçilerin kullandıkları küçük el aletlerinin, direkt işçilik tutarının belirli bir yüzdesi olarak hesaplanması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

İnşaat esnasında kullanılan makine parkının tamamı veya belirli bir kısmı kiralanmış olabilmektedir. Kiralama durumunda inşaat firması için fiyat verilir. Bu durumda ayrıntılı bir hesaplama gerekmektedir. Kira bedelinin hesaplanması, kiralayan firma tarafından yapılacaktır. Eğer makine parkı inşaat firmasına ait ise, makine parkının mal oluş değerini, amortismanını, tamir-bakım ve kullanım giderlerini içerecek günlük/haftalık/aylık olarak maliyet hesaplanması gerekmektedir. Önemli olan belirlenen birim maliyetin, yatırım, kullanım ve tamir-bakım giderlerini içerecek kadar yüksek ve ihaleyi kazanacak kadar düşük olmasıdır (Arıkboğa 1987).

### 3.6.3. Hesaplama

Hesaplama, maliyet tahmini için gelinen son aşamadır. Bu aşamada daha önceden belirlenmiş olan imalat miktarları ve bu imalatların birim fiyatları çarpılarak her bir imalatın maliyeti hesaplanır. Hesaplanan bu maliyetlerin hepsi toplanarak toplam maliyete ulaşılır. Bu aşamada inşaatı yapan firma kendi tecrübelerini ve piyasa şartlarını da dikkate alarak, toplam maliyeti belli bir % oranında arttırarak oluşabilecek risklerden kendini uzak tutmalıdır. Maliyet hesabı sonunda bulunan bütün değerler tablolar halinde hazırlanmalıdır. Bu tablolar yardımıyla;

- Yöneticilerin karar vermeleri kolaylaşır,
- Bilgilerin saklanması ve gerektiğinde kullanılması daha kolay olur,
- Maliyet tahmin ekibi arasında iletişim kolaylaşır ve koordinasyon sağlanır.

İşletmeler planlama, uygulama ve kontrol işlemlerini yürütürken fiyatlarda meydana gelecek değişimleri önceden tahmin etmek durumundadır. Ülkemizde yüksek seviyelerde seyreden enflasyon, yıllara sari inşaatlarda maliyet tahminini zorlaştırmaktadır. Genelde ihale şekline bağlı kalınmakla birlikte çoğunlukla sabit fiyatla iş yapılmaktadır. Yüklenicinin teklif edeceği fiyatın, enflasyon nedeniyle kendi maliyetlerinde meydana gelebilecek artışları da içine alacak bir şekilde hesaplanması gerekir.



### 3.7. İnşaat Projelerinde Maliyet Tahmin Yöntemleri

İnşaat projelerinde maliyet tahmin yöntemlerini ön aşama tahmin yöntemleri ve son aşama tahmin yöntemleri olarak iki grupta toplamak mümkündür.

#### 3.7.1. Ön aşama tahmin yöntemleri

Ön aşama tahmin yöntemleri mimari proje aşamasından çok önce başlamaktadır. Genellikle maliyetle ilgili bir fikir vermek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca benzer inşaatlarla karşılaştırma yapma imkânı da veren bu yöntem, yaklaşık, ancak kesin olmayan sonuçlar sağlamaktadır. Ön aşama tahmin yöntemleri şunlardır:

##### 3.7.1.1. Birim yöntemi

İnşaatlar, kullanım amaçlarına göre çeşitli birimlerle ifade edilebilirler.

Örn: Hastane; Yatak sayısı  
Tiyatro; Koltuk sayısı  
Otel; Oda sayısı, gibi.

Önceden bu birimlerin maliyetleri hesaplanmakta ve birim sayısı ile çarpılarak maliyetleri tahmin edilmektedir. Yöntemin en önemli sakıncası; kullanılacak teknoloji, malzeme kalitesi, inşaat planının özelliği gibi durumları kapsamaması oysa bu durumlar inşaattan inşaata farklılık göstermektedir. Bu nedenle önceden belirlenmiş birim maliyetlerin esas alınması yanıltıcı olabilmektedir.

Ancak belirtilen sakıncalarına rağmen, inşaat ile ilgili ayrıntılar henüz ortaya çıkmadan önce ve yeterince ayrıntılı bilgi temininin mümkün olmadığı durumlarda bile bu yöntemden faydalanmak mümkündür.

### 3.7.1.2. Hacim yöntemi

Özellikle birinci ve ikinci dünya savaşı sırasında yaygın olarak kullanılan bu yöntem, çeşitli inşaatlar için hazırlanmış birim hacim maliyeti ile inşaatın hacminin çarpılması esasına dayanmaktadır. Bu hesabı yaparken şu kurallara uyulmalıdır;

- Dıştan dışa ölçüm yapılmalıdır,
- Çatısız inşaatlarda yükseklik hesaplanırken, temel üstü ile tavana "0.61 m." eklenerek aradaki fark hesaplanmalıdır,
- Çatısı bulunan inşaatlarda yükseklik, temel üstü ile çatının yarısı arasındaki mesafe olarak hesaplanmalıdır.

Hacimleri aynı olduğu halde planı, teknolojisi ve kullanılan malzemeleri farklı olan inşaatlarda maliyetin aynı olması bu yöntemin önemli bir dezavantajıdır. Hesaplanmasındaki basitlik ve kısa sürede hesaplanabilmesi bu yöntemin avantajını oluşturur.

### 3.7.1.3. Alan yöntemi

Alan yöntemi, toplam inşaat maliyetlerinin  $m^2$  olarak ifadesidir. İnşaat firması tarafından önceden edinilmiş tecrübe ve hesaplamalara göre belirlenmiş birim  $m^2$  maliyeti ile inşaat alanının ölçülerek bu değerlerin çarpılması sonucunda toplam maliyet bulunmaktadır. Basit ve kolay hesaplanması yanında anlaşılır olması en önemli avantajlarını oluşturmaktadır. Hesaplama kuralları şu şekildedir:

- Bütün ölçümler içten içe yapılır,
- İç duvarlar, asansör-merdiven boşlukları toplam alandan çıkartılmaz.
- Fonksiyonel olarak farklı inşaatlar ya da bölümler varsa bunlar ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

#### 3.7.1.4. Kapalı kat alanı yöntemi

Bu yöntem diğer yöntemlerin eksikliklerini gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki unsurlar maliyet hesaplarına dahil edilmektedir.

- İnşaatin şekli,
- Toplam brüt alan,
- Katların yükseklikleri,
- Yeraltındaki bölümler için ek maliyetler.

Kapalı kat alanı yönteminde kat alanları, dış duvar alanları, çatı alanları hesaplanır ve önceden belirlenmiş tartılarla çarpılarak toplam kapalı kat alanı birimi bulunur. Bulunan alan, birim maliyetle çarpılarak toplam maliyet hesaplanır. Kapalı kat alanı birimleri bulunurken aşağıdaki kurallara uyulması gerekir:

- Kat alanları: Her kat içten içe ölçülür ve alanı hesaplanır. Daha sonra da belli bir katsayıyla çarpılır. Bu katsayılar:
 

Bodrum kat için	3
Giriş kat için	2
Birinci kat için	2,15'dir.

 Sonraki her kat için ise birinci kat katsayısına 0,15 puan eklenir.
- Çatı alanı: Çatının şekli nasıl olursa olsun, plandaki çatının oturduğu yüzey esas alınır. Çatı alanı için katsayı 1 dir.
- Dış duvarlar alanı: farklı şekillere sahip katlar için ayrı ayrı hesap yapılmakta ve bodrum katı için katsayı 2, giriş ve üst katlar için katsayı 1 alınarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde kapalı kat alanları yönteminde kullanılacak olan bir birim maliyet hesaplanmadığı için İngiltere'de hesaplanmış bulunan birim maliyet 1 Sterlin'in günümüz karşılığı kullanılabilir. Kapalı kat alanı yöntemi diğer yöntemlere göre daha fazla hesap gerektirdiği, geniş ölçüde geçmişe yönelik verilerden

faaydalanılması gerektiği ve gerek müşteri gerekse mühendis-mimar açısından pek fazla anlamlı olmadığı için günümüzde pek fazla kullanılmamaktadır.

### **3.7.2. Son aşama tahmin yöntemleri**

İnşaat firmalarının geniş ölçüde uyguladıkları ve maliyetler hakkında gerçekçi bilgiler elde edebildikleri yöntemlerdir. Çoğunlukla uygulanan son aşama tahmin yöntemleri Şunlardır;

- Yaklaşık miktarlar yöntemi,
- Fonksiyonel tahmin yöntemi,
- İndeks yöntemidir.

#### **3.7.2.1. Yaklaşık miktarlar yöntemi**

Yaklaşık miktarlar yöntemi, inşaat süresince yapılacak işlerin belirlenerek miktarlarının ölçülmesi ve birim fiyatlarla çarpılarak maliyetlerin hesaplanması esasına dayanır. Bu yöntemde kullanılan malzemenin miktarı ve kalitesi maliyetlere yansıtılabilmektedir. Yöntemin uygulanmasıyla, hazırlanmış olan planın, kat yüksekliğinin ve inşaatın büyüklüğünün maliyetler üzerindeki etkileri belirlenebilir. Yöntemin uygulanması için verilerin hazır olması gerekir bu nedenle ancak mimari projeler hazırlandıktan sonra uygulanabilir.

#### **3.7.2.2. Fonksiyonel tahmin yöntemi**

İnşaat süresi boyunca yapılacak işlerin ve binayı oluşturan elemanların gruplar halinde ayrılarak miktarlarının belirlenmesi ve bu miktarlarla birim fiyatlar çarpılarak maliyetlerinin hesaplanması esasına dayanmaktadır. Fonksiyonel tahmin yönteminin avantajları;

- Maliyetler, fonksiyonlar bazında değerlendirildiği için toplam maliyetlerde artışa yol açan fonksiyon ya da fonksiyonları görerek çalışmaları o yönde yoğunlaştırmak ve maliyetleri düşürücü önlemler almak mümkündür.
- Her bir fonksiyonun tahmini maliyeti ile gerçekleşen maliyetini karşılaştırarak farkları görmek ve farkların nedenlerini araştırarak daha sonra yapılacak inşaatlarda gerekli önlemleri almak mümkündür. Elde edilen sonuçlar tablolara dönüştürüldüğünden mevcut durumla ilgili daha kolay ve sağlıklı kararlar alınması mümkündür.

### 3.7.2.3. İndeks yöntemi

İndeks metotlarıyla maliyet hesaplarına geçmeden önce İndeks sayılar ve indekslerle ilgili kavramların bilinmesi gerekir.

İndeks sayılar bir değişkenliğin zaman, yer ya da sınıflar itibarıyla değişimini gösteren ölçüler olarak tanımlanmaktadır. Ölçülen değişikliğin niteliği bakımından indeks sayılar üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Zaman içindeki değişkenliği ölçen indeksler,
- Yere göre değişkenliği ölçen indeksler,
- Sınıflara göre değişkenliği ölçen indeksler.

İndeks denilince genellikle belirli bir madde fiyatında ya da birden fazla maddeler grubuna ait fiyatlarda belli zaman aralıkları içinde meydana gelen değişiklikleri gösteren fiyat indeksleri akla gelmektedir. Fiyat indeksleri fiyatlardaki değişikliklerin sebeplerini ya da ekonomik etkilerini öğrenmek amacıyla kullanılır. İndeksler çoğunlukla fiyatlar, üretim, tüketim, dış ticaret, ücretler, ticari faaliyetler gibi ekonomik durumlarda uygulanır. İndeksler basit ve bileşik indeksler olmak üzere iki gruba ayrılır. Bir değişkene bağlı olarak hesaplanan indekslere basit, iki ya da daha fazla değişkene bağlı olarak hesaplanan indekslere ise bileşik indeksler denir (Özgan, 1999).

## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1. Materyal

Bu çalışmada Konya Bayındırlık İl Müdürlüğü arşivlerinde bulunan kamuya ait on üç adet eğitim yapısı ve on iki adet de sağlık yapısının verileri kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerisinden beton, kalıp ve demir miktarları, yapılacak olan maliyet analizine ana veri olarak seçilmiştir. Bu çalışmada;

- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı karne katsayıları esas alınmış,
- Konut binalarının aynı özelliğe sahip zeminlerde yapıldığı kabul edilmiştir.

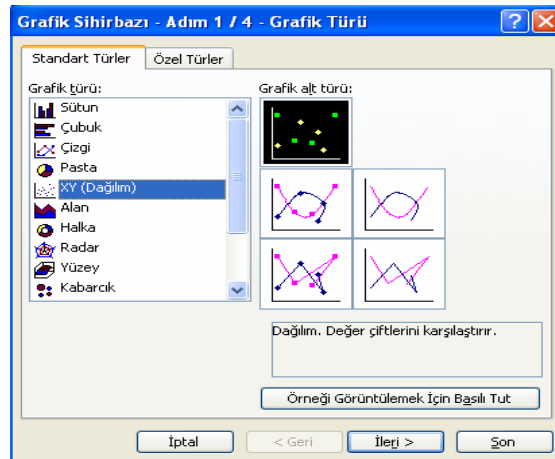
### 4.2. Metot

Çalışmanın materyal bölümünde açıklandığı gibi Konya Bayındırlık İl Müdürlüğü arşivinden elde edilen değerler Ek 8.1 ile Ek 8.3 arasında verilmiştir. Bu bölümde arşivden elde edilen her binaya ait kesin hakediş dosyalarında bulunan verilerden faydalanılmıştır. Bu verilerden yola çıkılarak bir yapıda kullanılan  $m^3$  cinsinden beton,  $m^2$  cinsinden kalıp ve ton cinsinden de çelik miktarının, kesin hakediş tarihindeki birim fiyatlarıyla çarpılmasıyla, bu malzemelerin o dönemdeki maliyetleri bulunacak, bu maliyetlerin de karne katsayılarıyla çarpılmalarıyla da yaklaşık olarak günümüz değerleri elde edilecektir. Müteahhide o dönemde toplam ödenen hakediş miktarının da karne katsayılarıyla çarpılmasıyla da toplam maliyetlerin günümüz yaklaşık değerleri elde edilecektir. Bu değerler kullanılarak eğitim ve sağlık yapılarında maliyet modellemesi yapılmaya çalışılacaktır. Oluşturulmaya çalışılan modelde her bir bağımsız değişken için bir regresyon denklemi bulunacak ve bu denklemler değişkenlerin ağırlıklı ortalamalarıyla da çarpılarak toplanıp nihai model oluşturulacaktır. Model, eğitim yapıları ve sağlık yapıları olarak iki şekilde oluşturulmaya çalışılacaktır. Bu çalışmada tahmin sırasında Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Programının konuyla ilgili

menüsü aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada beton, kalıp ve demir maliyetleri bağımsız, toplam maliyetler ise bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Ayrıca daha önce de belirtildiği gibi toplam inşaat alanı arttıkça m<sup>2</sup> başına birim maliyetlerde bir azalma olacağından dolayı değişkenler arasında  $y=ax^b$  denklemine sahip üstel bir grafik ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla regresyon analizi yaparken bu eğrisel grafik tam logaritmik dönüşüm yapılarak (her iki değişkenin de logaritması alınarak) lineerize edilmiştir. Hesaplarda kolaylık olması açısından fiyatlar YTL'ye çevrilmiştir. Hesapların yapıldığı model maliyetin formülü aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$Y_M = y_{\text{beton}} \times (A.O)_{\text{beton}} + y_{\text{kalıp}} \times (A.O)_{\text{kalıp}} + y_{\text{demir}} \times (A.O)_{\text{demir}} + y_{\text{diğer}} \times (A.O)_{\text{diğer}} \quad (4.1)$$

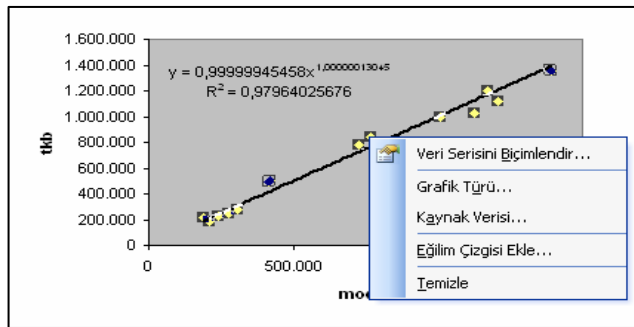
Tüm hesaplamalar Microsoft Excel programında yapılmıştır. Microsoft Excel programında hesap yapmak için öncelikle verileri Excel programına girmek gerekmektedir. Bunun için Excel ilk açıldığında karşımıza çıkan arayüz kullanılır. Veri değerleri programa girildikten sonra ise verilerin hepsi seçilerek Grafik Sihirbazı ikonuna tıklanır ve karşımıza Şekil 4.1 deki menü çıkar.



Şekil 4.1 Excel programı grafik menüsü

Bu menüden hangi tür grafik ile çalışılmak isteniyorsa o tür seçilir, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin eksenleri belirlenir ve karşımıza çıkan yönergeler doğrultusunda menü sonlandırılır. Bu işlemten sonra program grafiği oluşturur. Elde edilen grafik sonucuna eğilim çizgisi yani regresyon doğrusu veya eğrisi eklemek için Şekil 4.2 deki gibi grafikte değer noktalarının üzerinde mausun sağ tuşu ile biçimlendirme menüsü açılır ve biçimlendirme tamamlanır.

Bu çalışmaya ait sonuçlar 5. bölümde verilmiştir.



Şekil 4.2 Grafik biçimlendirme

#### 4.2.1. Regresyon analizi yöntemi

Regresyon analizi yöntemi son aşama tahmin yöntemlerinden birisi olarak değerlendirilebilir.

Birçok mühendislik probleminde rasgele değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerlerin birbirinden istatistik bakımdan bağımsız olmadığını, dolayısıyla bu değişkenler arasında bir ilişki bulunduğunu görürüz. İki değişken arasında bir ilişki bulunması bunlardan birinin diğerinden etkilenmesi, ya da her iki değişkenin başka değişkenlerden birlikte etkilenmelerinden kaynaklanır. Ancak söz konusu ilişkiler fonksiyonel nitelikte değildir. Yani değişkenlerden biri belli bir değer aldığı anda diğerinin her zaman aynı değeri alacağı söylenemez. Söz konusu ilişkide göz önüne alınmayan diğer değişkenlerin etkisiyle bu değer çeşitli gözlemlerde az çok farklı olabilir. Yine de değişkenler arasındaki fonksiyonel olmayan bağıntının



varlığının ortaya çıkarılması ve biçiminin belirlenmesi pratikte büyük önem taşır. Zira bu bağıntıyı kullanarak bir değişkenin alacağı değeri diğer bir değişkenin bilinen değerlerine bağlı olarak tahmin etmek mümkün olur. Bu tahmin söz konusu değişkenin alacağı gerçek değeri kesin olarak vermemekle birlikte bu değere en yakın en iyi tahmin olur. Tahmin edilen değer gerçeğe değerden olan farkının da belli bir olasılıkla hangi sınırlar içerisinde kalacağı söylenebilir.

Yukarıda sözü edilen tipten bir bağıntıyı gösteren matematik ifadeye regresyon denklemi denir. Regresyon analizinin amacı göz önüne alınan değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin bulunup bulunmadığını belirlemek, böyle bir ilişki varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini elde etmek ve bu denklemi kullanarak yapılacak tahminlerin güven aralıklarını hesaplamaktır.

Regresyon analizinin inşaat mühendisliğinde kullanımına bir örnek olarak betonun 28 gün sonra elde edeceği basınç direncinin daha kısa bir süre içinde elde edeceği dirence dayanarak tahmin edilmesi gösterilebilir. Bu iki direnç arasındaki istatistik ilişkiyi ifade eden regresyon denklemi elde edilebilirse ölçülen kısa süreli bir dirence dayanarak 28 günlük direnç için bir tahmin yapılabilir.

Regresyon analizine başlarken aralarında bir ilişki aranacak olan iki ya da daha fazla sayıdaki değişkenin hangileri olduğuna karar vermek, sonra da bu değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren denklemin biçimi için bir kabul yapmak gerekir. Buna göre regresyon analizi şu şekilde sınıflandırılabilir.

- Basit doğrusal regresyon analizi: En çok kullanılan en basit analizde iki değişken arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu kabul edilir,
- Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi: İki'den daha fazla sayıda değişken arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu kabul edilir,
- Doğrusal olmayan regresyon analizi: Burada iki ya da daha fazla sayıda değişken arasında doğrusal olmayan ve biçimi önceden seçilen bir denklemle ifade edilen bir ilişkinin varlığı kabul edilir (Bayazıt ve ark. 1994).

#### 4.2.1.1. Basit doğrusal regresyon analizi

Birçok istatistik çalışmada olduğu gibi, regresyon analizinde de anakütle verilerinin tümü yerine bu anakütleden seçilen örnek verileriyle analiz yapılır. Daha sonra elde edilen sonuçlar anakütledeki ilişkinin tahmininde kullanılır. Bilindiği üzere, anakütle birimi sayısı çok fazla olduğundan, zamandan ve araştırma masraflarından tasarruf amacıyla tüm anakütle birimleri yerine, bu anakütlelerden tesadüfî olarak belirli sayıda birim (n) seçilerek istatistik analizler yapılır. Anakütle ve örnek verileriyle yapılan istatistik araştırmalarda tekniklerinin uygulanmasında farklılık yoktur. Ancak teknikler uygulandıktan sonra örnekleme teorisinden yararlanılarak anakütle parametrelerinin testleri ve tahminleri yapılır.

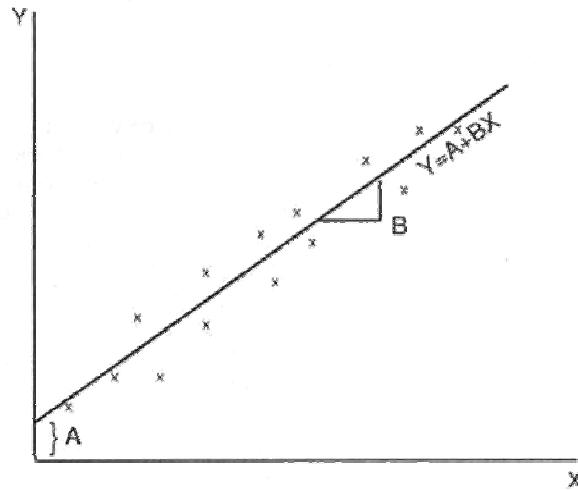
Regresyon analizinde de uygulama aynı şekilde olmaktadır. Büyük harfler anakütleye, küçük harfler ise örneğe ait verileri ve istatistik ölçüleri göstermekte kullanılmaktadır.

Basit doğrusal regresyon analizi, Y bağımlı değişkeninin tek bir bağımsız (açıklayıcı) değişken X ile arasındaki ilişkinin doğrusal fonksiyonla ifade edilmesine dayanmaktadır. Anakütle için basit doğrusal regresyon denklemi:

$$Y = A + BX + \varepsilon \quad (4.2)$$

örnek için ise,

$$y = a + bx + e \text{ şeklinde yazılır.} \quad (4.3)$$



Şekil 4.3 Serpilme diyagramı

A doğrusal fonksiyonun sabitidir.  $X = 0$  olduğunda, regresyon doğrusunun dikey eksen  $Y$ 'yi kestiği noktayı göstermektedir.  $B$  ise doğrusal fonksiyonun eğimidir. Regresyon analizinde bağımsız değişken  $X$ 'deki bir birimlik değişiminin bağımlı değişken  $Y$ 'de ( $Y$  cinsinden) ne kadarlık bir değişme yarattığını gösteren regresyon katsayısıdır.  $a$  ve  $b$  ise anakütle regresyon katsayılarının ( $A$  ve  $B$ 'nin) tahminleyenidir. Fonksiyon tipinin belirlenmesi için regresyon analizine serpilme diyagramı çizilerek başlanır. Şekil 4.3'deki serpilme diyagramında gözlem noktalarının dağılımının doğrusal bir eğilimde olduğu açıkça görülmektedir.

$A$  ve  $B$  parametrelerinin gösterildiği grafikte regresyon doğrusunun eğiminin pozitif olduğu anlaşılmaktadır.  $B$ 'nin işareti iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü göstermektedir. Her iki değişken birlikte artıyor veya azalıyorsa  $B$ 'nin işareti pozitif (+), değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa  $B$ 'nin işareti negatif (-) olacaktır.  $B$ 'nin 0 olması ise iki değişken arasında ilişki olmadığını göstermektedir. 0'dan farklılık ise iki değişken arasında belirli bir ilişkinin varlığını ifade etmektedir. Bu açıklamalardan anlaşılacağına göre regresyon katsayısının alt sınırı (0) vardır, ancak belirli bir üst sınırı yoktur. Bu nedenle regresyon doğrusuna bakarak ilişkinin gücü hakkında kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

Basit doğrusal regresyon denkleminde  $e$  veya  $e$  ile gösterilen değer hata (error) terimidir. Buna regresyon analizinde artık veya kalıntı (residual) adı da verilmektedir,  $e = (Y - Y')$ 'dir.  $Y'$  tahmini (teorik) bağımlı değişken değerini gösterir.

Regresyon denkleminde X yerine belirli bir gözlem X değeri konularak elde edilir. Y gözlem değeri ile Y' farkı regresyon denklemiyle yapılan tahminin hatasını vermektedir. Y', Y'nin X ile açıklandığı kısmı, Y - Y' ise X ile açıklanamayan kısmı göstermektedir.

#### 4.2.1.2. Doğrusal regresyon denkleminin yazılışı

Çeşitli X değeri karşısındaki Y değerlerinin dağılımını gösteren (Şekil 4.3) serpilme diyagramları incelendiğinde doğrusal bir eğilim gözüküyorsa X'in Y'ye göre matematik fonksiyonunun doğrusal olduğuna (kesin olmasa da) karar verilebilir. Ancak gözlem noktaları arasından çok sayıda doğrusal fonksiyon geçirilebilir. Bu fonksiyonlardan en uygunu (tüm doğrusal fonksiyonlar arasından) Y gözlem değerine en yakın tahmini (teorik) Y' değerini (minimum hata ile) veren doğrusal fonksiyon olacaktır. Demek ki hatası,  $e = y - y' = y - a - bx = \text{minimum}$  olan fonksiyon seçilmelidir. Tüm gözlem değerleri için bu durumun geçerli olması gerektiğine göre;

$$\sum_{i=1}^n e^2 = \sum_{i=1}^n (y - y')^2 = \sum_{i=1}^n (y - a - bx)^2 = \min. \quad (4.4)$$

yapılması gerekir. Bu yönteme “En Küçük Kareler Yöntemi” adı verilir. Elde edilen basit doğrusal regresyon denklemi ise “En Küçük Kareler Yöntemiyle Basit Doğrusal Regresyon Denklemi” olur. Bu fonksiyonun minimum olabilmesi için a ve b parametrelerine göre birinci dereceden türevlerin sıfıra eşitlenmesi gerekir:

$$\sum_{i=1}^n e^2 = \sum_{i=1}^n (y - a - bx)^2 = \min. \quad (4.5)$$

$$\frac{de}{da} = 2 \sum (-1)(y - a - bx) = -\sum y + na + b \sum x = 0 \quad (4.6)$$

$$\frac{de}{db} = 2 \sum (-x)(y - a - bx) = -\sum xy + a \sum x + b \sum x^2 = 0 \quad (4.7)$$

Negatif işaretli terimler eşitliğin sağ tarafına geçirilerek “Normal Denklemler” adı verilen aşağıdaki denklemler elde edilir:

$$\sum y = na + b \sum x \quad (4.8)$$

$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2 \quad (4.9)$$

Bu iki bilinmeyenli (a ve b) denklemlerde X değişkeninin toplamı, karelerinin toplamı, Y değişkeninin toplamı ve iki değişkenin çarpımlarının toplamı yerine konularak çözüm yapıldığında a ve b parametrelerinin değerleri elde edilir.

#### 4.2.2. Korelasyon analizi

Regresyon analizi içindeki diğer önemli analizin "Korelasyon Analizi" dir. Korelasyon analizi, bağımsız (açıklayıcı) değişken (basit korelasyon analizi) veya değişkenlerin (çoklu korelasyon analizi) bağımlı değişkenin kendi içindeki değişkenlikte  $(\sum (y - \bar{y})^2)$  açıkladığı kısmın payını ortaya çıkarmaktadır. Korelasyon analizi bağımsız değişken veya değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oran (derece, yüzde) olarak gösteren "Korelasyon Katsayısı"nın hesaplanmasına dayanmaktadır. Anakutle verileriyle yapılan analizlerde  $\rho$ , örnek verileriyle yapılan analizlerde ise r ile gösterilen korelasyon katsayısı  $\pm 1$  arasında değer almaktadır. Korelasyon katsayısının 1'e yaklaşması ilişkinin güçlü, 0'a yaklaşması ise zayıf olduğunu göstermektedir.

Korelasyon katsayısının işareti ilişkinin yönünü yansıtmaktadır. Değişkenler birlikte artıyor veya azalıyorsa korelasyon katsayısı pozitif işaret alarak, ilişkinin pozitif yönde olduğunu gösterir. Negatif işaret alması ise, değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyor demektir, ilişkinin negatif yönde olduğu anlaşılır.

Hatırlanacağı üzere; ilişkiyi bağımlı değişken cinsinden gösteren regresyon katsayısı (b) ve regresyon denkleminin standart hatasının ( $\sigma_x$  'in  $\sigma_y$ 'de açıklayamadığı kısmın göstergesi) alt sınırının (0) olduğu ancak üst sınırı hakkında birşey söylemenin mümkün olmadığı belirtilmişti. İşte korelasyon katsayısının alt ve üst

sınırı (0 - 1) olduğu için araştırmacılara model seçiminde yardımcı olan en önemli göstergedir. Bir regresyon analizinde regresyon katsayısı ve standart hata 0 olmadığı sürece kesin bir karar verilemezken, korelasyon katsayısı incelenerek karar vermek mümkün olmaktadır.

Korelasyon katsayısı 1'e çok yakın olduğunda seçilen bağımsız değişken veya değişkenlerin bağımlı değişkeni çok iyi açıkladıkları, ve aynı zamanda seçilen fonksiyon tipinin de uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu arada korelasyon katsayılarıyla, regresyon denklemlerin standart hataları arasında tam ters bir ilişki olduğunu belirtmek gerekir. Korelasyon katsayısı 1'e çok yakın olduğunda, standart hata en düşük seviyeye inecektir. Tam tersi korelasyon katsayısı 0'a yaklaştıkça standart hata yükselmektedir. Çünkü korelasyon katsayısı bağımsız değişken veya değişkenlerin bağımlı değişkenin değişkenliğinde açıkladığı kısmı, standart hata ise, açıklayamadığı kısmı göstermektedir. Demek ki, korelasyon katsayısıyla standart hata arasında % 100'lük ters bir ilişki (negatif) söz konusudur. Korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır (Orhunbilge 1996).

$$\left( \begin{array}{c} \text{Y'deki toplam} \\ \text{değişkenlik} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Y'de x ile} \\ \text{açıklanamayan} \\ \text{değişkenlik} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Y'de x ile} \\ \text{açıklanan} \\ \text{değişkenlik} \end{array} \right) \quad (4.10)$$

$$\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = \frac{\sum (Y - Y')^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} + \frac{\sum (Y' - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \quad (4.11)$$

$$1 = \frac{\sum (Y - Y')^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} + r^2 \quad (4.12)$$

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (Y - Y')^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \quad \text{Belirlilik katsayısı} \quad (4.13)$$

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum (Y - Y')^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad \text{Korelasyon katsayısı} \quad (4.14)$$

### 4.2.3. Basit regresyon analizinde doğrusala dönüştürme yöntemleri

Bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi eğrisel ise, her iki değişkene birden veya sadece birine dönüşüm uygulanarak, ilişkinin doğrusal forma kavuşması sağlanır. Bu yola gidilmesi için, her şeyden önce doğrusal modelin uygulanması, gerekli testlerin yapılması ve doğrusala uygunluğun söz konusu olamayacağını saptanması gerekir. Bu durumda ya fonksiyonun derecesi yükseltilerek, 2. , 3. veya daha üst dereceden fonksiyonlar denenebilir veya değişkenler dönüşüme tabi tutulur. Dönüşümün anlamı her iki değişkenin birlikte veya sadece birinin farklı şekillerde tanımlanmasıdır. Dönüşüm, genellikle üç şekilde yapılır; logaritmik, hiperbolik ve kareköklü dönüşümler. Her dönüşüm kendi içinde üç farklı şekilde uygulanabilir.

#### **Logaritmik Regresyon:**

**Tam logaritmik dönüşüm:** Her iki değişkenin logaritması alınır,  $\log y$  ve  $\log x$  tanımlanır.

**Yarı logaritmik dönüşümler:** Ya bağımlı ya bağımsız değişkenin logaritması alınır, diğeri olduğu gibi modele girer  $\log y$ ,  $x$  veya  $y$ ,  $\log x$ .

**Hiperbolik Regresyon:** Her iki değişkenin birlikte tersi alınır  $1/y$ ,  $1/x$  veya ya bağımlı ya da bağımsız değişkenin tersi alınır, diğeri olduğu gibi modele girer  $1/y$ ,  $x$  veya  $y$ ,  $1/x$ .

**Değişkenlerin Karekökleri Alınarak Uygulanan Regresyon:** Her iki değişkenin birlikte karekökü alınır  $\sqrt{y}$ ,  $\sqrt{x}$ . Ya bağımlı ya da bağımsız değişkenin karekökü alınır, diğeri modele olduğu gibi girer  $\sqrt{y}$ ,  $x$  veya  $\sqrt{x}$ ,  $y$ .

Testler sonucu anaküttele ilişkinin anlamlı olduğunu gösteren regresyon denklemi tahminlerde kullanılır. Tahmin de yine basit doğrusal regresyondaki gibi yapılır. Bulunan tahmin aralıkları ya logaritmik ( $\log y$ ), ya  $y$ 'nin tersi ( $1/y$ ) veya karekökü ( $\sqrt{y}$ ) şeklindedir. Antilogaritma, yeniden ters ve kare işlemleriyle, gerçek  $y$  değerlerine dönmek gerekmektedir.

#### 4.2.4. Çoklu regresyon analizi

Özellikle ekonomi ve işletmecilik alanlarında herhangi bir ekonomik değişkeni tek bir bağımsız değişkenle açıklamak mümkün değildir. Ekonomik değişkenler kompleks değişkenlerdir. Birçok ekonomik değişken bir araya gelerek bir değişkeni etkileyebildikleri gibi, kendi aralarında da birbirlerini etkilemektedirler. Bu nedenle, tek bağımsız değişkenli regresyon analizi yapmak mümkün değildir. Birden fazla bağımsız değişkenli analize “çoklu regresyon analizi” adı verilir (Orhunbilge 1996).

Çoklu regresyon analizinde basit doğrusal regresyon analizinde yapılan varsayımlara ek olarak bir de bağımsız değişkenler arasında basit doğrusal ilişkilerin olmaması varsayımı getirilmiştir.



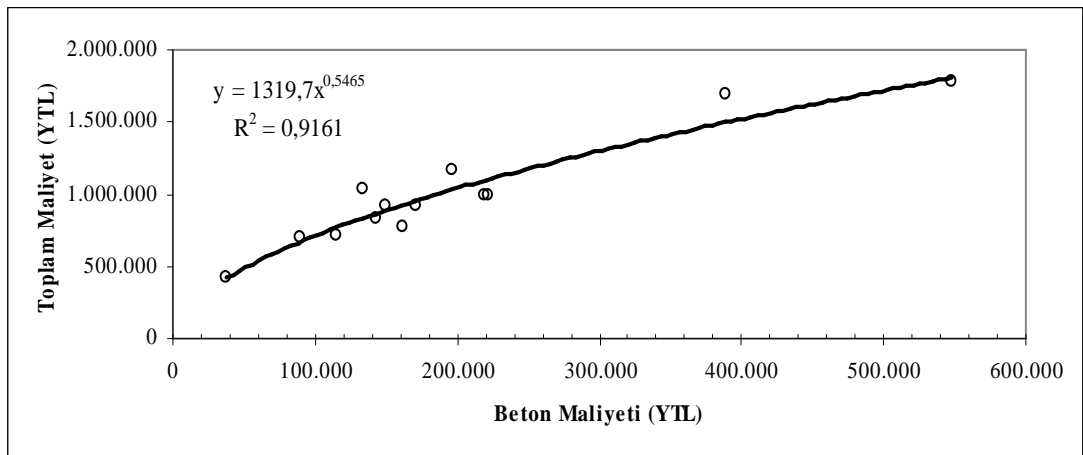
## 5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Uygulamada önce eğitim yapıları daha sonra da sağlık yapıları ele alınmıştır, sonuçlar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

### 5.1. Eğitim Yapıları Maliyet Modellemesi

Tablo 5.1 Beton maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti arasındaki ilişki

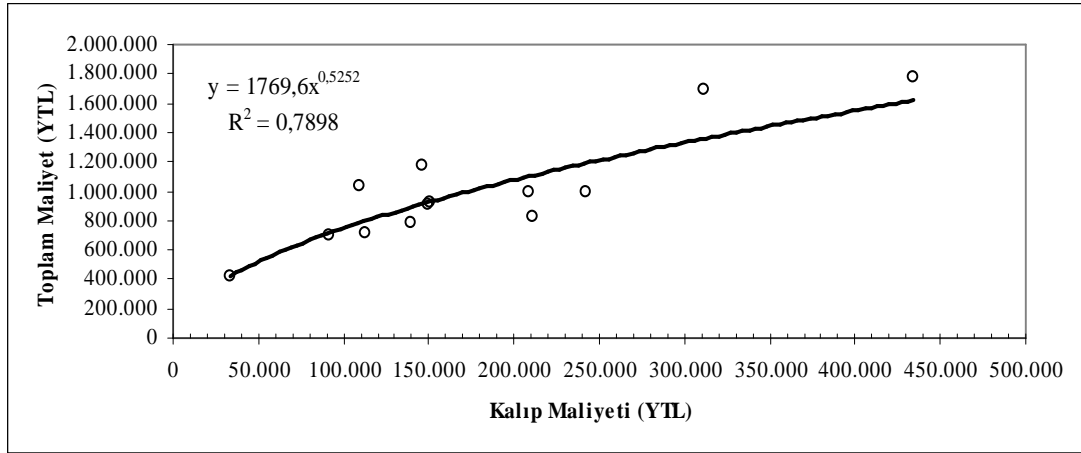
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	BETON MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> BETON MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,38	37.539,77	26,55	0,184	420.458,21	417.287,05	-0,75
İÇERİ ÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	89.769,75	46,14		699.597,48	671.986,83	-3,95
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	114.418,31	58,81		718.078,77	767.260,82	6,85
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	2.094,00	133.714,38	46,04		1.033.884,20	835.471,35	-19,19
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	2.026,28	143.343,63	70,74		831.425,73	867.832,70	4,38
GÜNEYSINI ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.945,45	149.932,94	77,07		913.644,87	889.411,93	-2,65
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	2.364,52	161.809,10	68,43		777.320,25	927.246,76	19,29
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	1.295,89	171.228,38	132,13		922.866,53	956.366,51	3,63
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	2.026,28	195.878,82	96,67		1.171.200,70	1.029.310,42	-12,11
SELÇUKLU M. AKİF ERSOY LİSESİ	1.295,89	219.681,97	169,52		992.681,50	1.095.887,22	10,40
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	6.075,33	222.115,34	36,56		990.463,65	1.102.504,57	11,31
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	3.577,50	388.244,71	108,52		1.697.856,05	1.495.964,89	-11,89
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	5.594,49	547.931,27	97,94		1.776.583,04	1.805.880,57	1,65



Şekil 5.1 Beton maliyeti toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.2 Kalıp maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

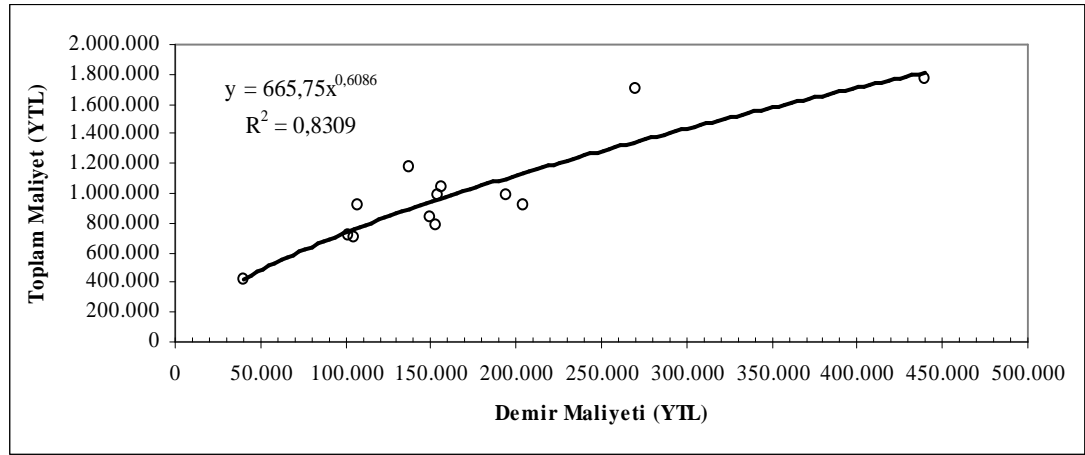
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	KALIP MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> KALIP MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,84	33.352,13	23,59	0,172	420.458,21	420.164,74	-0,07
İÇERİ ÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	91.600,87	47,08		699.597,48	714.273,91	2,10
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	2.094,00	109.501,15	37,71		1.033.884,20	784.472,65	-24,12
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	112.925,16	58,05		718.078,77	797.261,49	11,03
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	2.364,52	139.087,98	58,82		777.320,25	889.468,98	14,43
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	2.026,28	145.885,43	72,00		1.171.200,70	912.040,61	-22,13
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.945,45	149.046,86	76,61		913.644,87	922.368,06	0,95
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	1.295,89	150.609,03	116,22		922.866,53	927.432,82	0,49
SELÇUKLU M. AKİF ERSOY LİSESİ	1.295,89	208.664,54	161,02		992.681,50	1.100.650,77	10,88
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	2.026,28	210.558,45	103,91		831.425,73	1.105.886,19	33,01
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	6.075,33	241.727,71	39,79		990.463,65	1.189.044,62	20,05
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	3.577,50	311.373,73	87,04		1.697.856,05	1.358.147,06	-20,01
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	5.594,49	434.435,78	77,65		1.776.583,04	1.617.758,25	-8,94



Şekil 5.2 Kalıp maliyeti toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.3 Demir maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

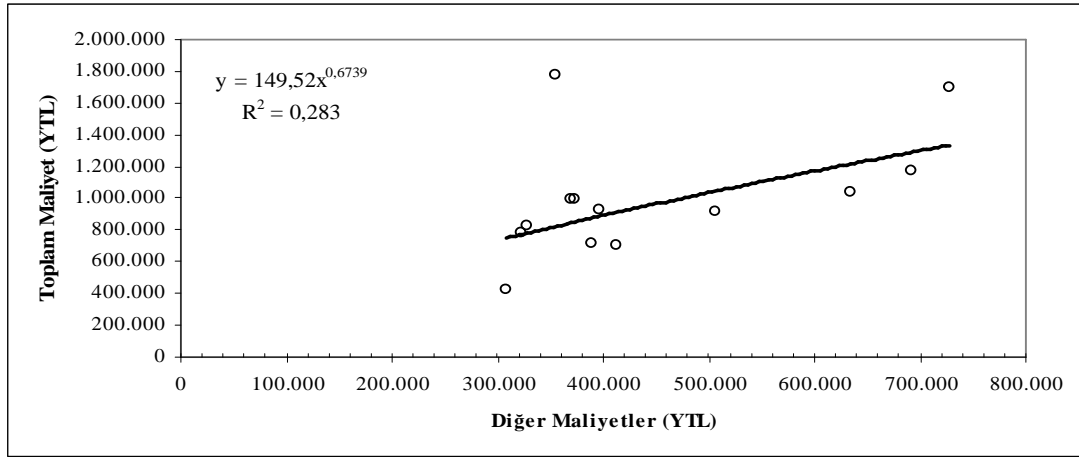
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	DEMİR MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> DEMİR MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,84	40.721,47	28,80	0,164	420.458,21	425.451,19	1,19
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	101.779,89	52,32		718.078,77	742.975,09	3,47
İÇERİÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	105.154,02	54,05		699.597,48	757.869,45	8,33
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.945,45	107.612,96	55,32		913.644,87	768.606,35	-15,87
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	2.026,28	136.949,47	67,59		1.171.200,70	890.065,17	-24,00
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	2.026,28	149.324,93	73,69		831.425,73	938.184,16	12,84
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	2.364,52	153.387,24	64,87		777.320,25	953.635,70	22,68
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	6.075,33	153.595,20	25,28		990.463,65	954.422,36	-3,64
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	2.094,00	156.425,05	53,87		1.033.884,20	965.085,94	-6,65
SELÇUKLU M. AKİF ERSOY LİSESİ	1.295,89	194.279,33	149,92		992.681,50	1.101.152,85	10,93
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	1.295,89	204.422,17	157,75		922.866,53	1.135.791,22	23,07
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	3.577,50	270.193,30	75,53		1.697.856,05	1.345.948,12	-20,73
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	5.594,49	439.535,32	78,57		1.776.583,04	1.809.827,51	1,87



Şekil 5.3 Demir maliyeti toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.4 Diğer maliyetler, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

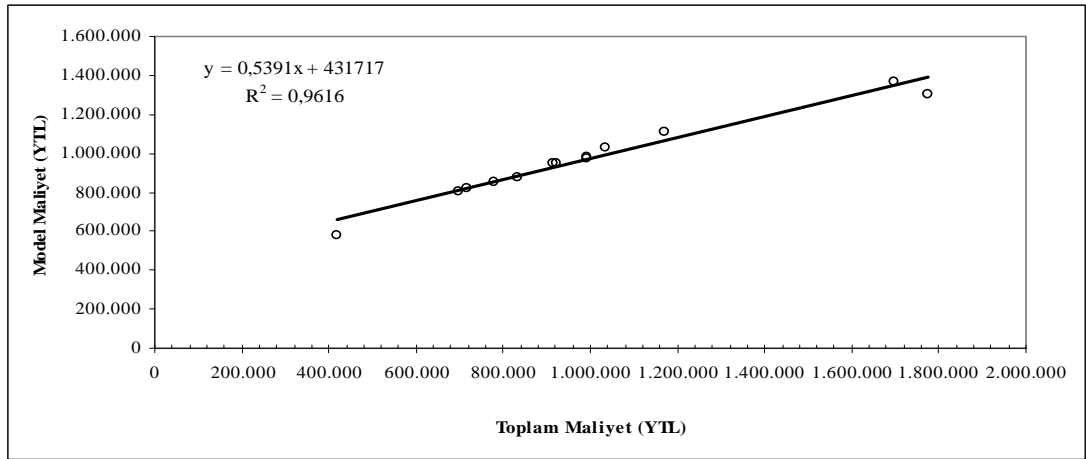
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	DİĞER MALİYETLER (YTL)	m <sup>2</sup> DİĞER MALİYET (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNA	1.413,84	308.844,82	218,44	0,480	420.458,20	748.574,96	78,04
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	2.364,52	323.035,93	136,62		777.320,25	771.584,37	-0,74
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	2.026,28	328.198,72	161,97		831.425,73	779.873,09	-6,20
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	5.594,49	354.680,67	63,40		1.776.583,03	821.740,69	-53,75
SELÇUKLU M. AKIF ERSOY LİSESİ	1.295,89	370.055,65	285,56		992.681,49	845.579,50	-14,82
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	6.075,33	373.025,40	61,40		990.463,65	850.146,56	-14,17
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	388.955,41	199,93		718.078,77	874.445,55	21,78
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	1.295,89	396.606,95	306,05		922.866,52	886.001,19	-3,99
İÇERİÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	413.072,84	212,33		699.597,48	910.625,15	30,16
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.945,45	507.052,11	260,63		913.644,87	1.045.524,47	14,43
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	2.904,00	634.243,61	218,40		1.033.884,2	1.215.737,11	17,59
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	2.026,28	692.486,97	341,75		1.171.200,69	1.289.889,98	10,13
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	3.577,50	728.044,30	203,51		1.697.856,04	1.334.158,52	-21,42



Şekil 5.4 Diğer maliyetler toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.5 Model maliyeti toplam maliyet ilişkisi

BİNA ADI	MODEL MALİYETİ (YTL)	TOPLAM MALİYET (YTL)	HATA PAYI (%)
SELÇUKLU M. AKİF ERSOY LİSESİ	977.121,12	992.681,50	-1,57
İÇERİÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	807.826,07	699.597,48	15,47
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	950.126,79	913.644,87	3,99
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	819.790,26	718.078,77	14,16
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	1.369.648,41	1.697.856,05	-19,33
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.111.284,96	1.171.200,70	-5,12
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	1.301.036,41	1.776.583,04	-26,77
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	1.030.395,83	1.033.884,20	-0,34
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	946.765,38	922.866,53	2,59
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	877.925,06	831.425,73	5,59
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	850.110,74	777.320,25	9,36
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNA	578.173,58	420.458,21	37,51
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	971.735,66	990.463,65	-1,89

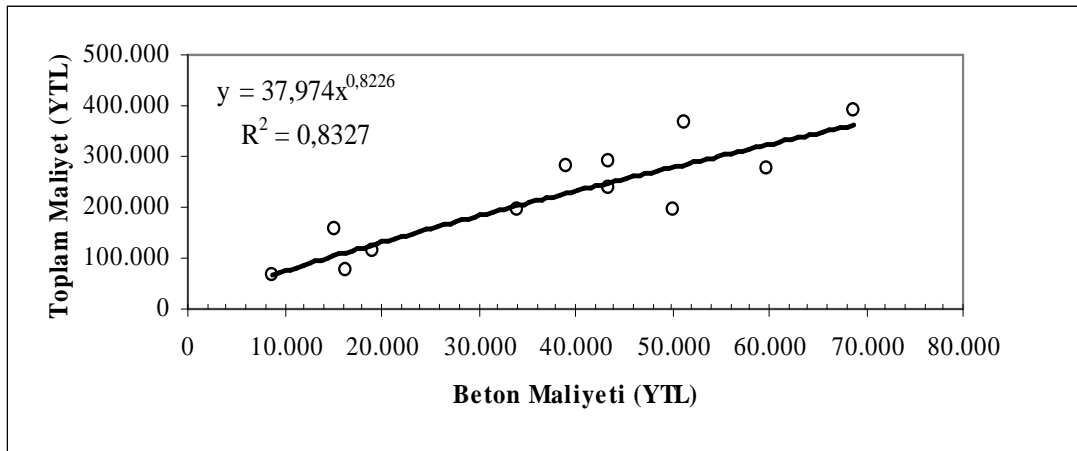


Şekil 5.5 Model maliyeti toplam maliyet ilişkisi

## 5.2. Sağlık Yapıları Maliyet Modellemesi

Tablo 5.6 Beton maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyet arasındaki ilişki

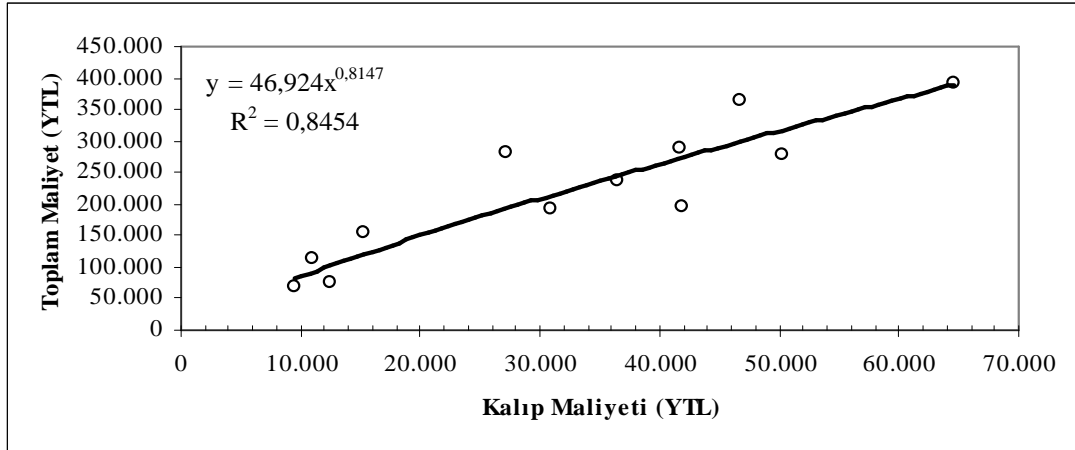
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	BETON MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> BETON MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	154,80	8.752,60	56,54	0,171	67.541,00	66.418,41	-1,66
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	154,80	15.237,45	98,43		155.902,93	104.797,27	-32,78
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	153,00	16.375,59	107,03		75.279,62	111.194,88	47,71
ALTINEKİN AKINCILAR S. EVİ	154,00	19.074,49	123,86		112.472,72	126.062,77	12,08
ALTINEKİN DEDELER S. EVİ	240,80	34.119,20	141,69		193.022,43	203.390,73	5,37
ILGIN YUKARIÇİĞİL S. OCAĞI	722,40	39.054,69	54,06		282.915,94	227.298,56	-19,66
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN S. OCAĞI	722,40	43.343,96	60,00		288.311,38	247.641,74	-14,11
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	963,20	43.369,85	45,03		238.111,68	247.763,37	4,05
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	50.167,00	44,58		194.364,85	279.286,75	43,69
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	51.302,66	45,58		365.162,78	284.477,18	-22,10
ALTINEKİN OĞUZELİ S. OCAĞI	963,20	59.690,88	61,97		277.006,53	322.216,85	16,32
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	722,40	68.645,48	95,02		391.731,11	361.479,22	-7,72



Şekil 5.6 Beton maliyeti toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.7 Kalıp maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

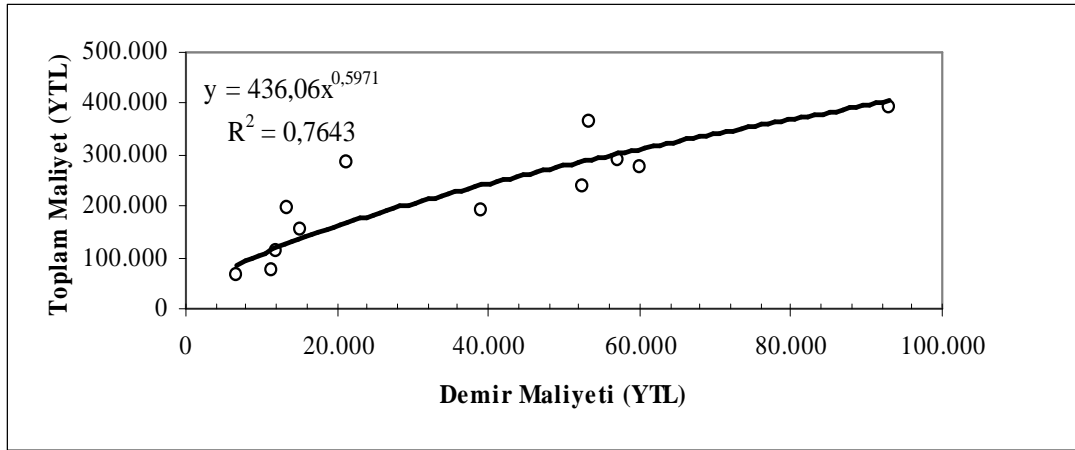
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	KALIP MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> KALIP MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	154,00	9.555,59	61,73	0,146	67.541,00	82.056,12	21,49
ALTINEKİN AKINCILAR SAĞLIK EVİ	154,00	11.018,87	71,55		112.472,72	92.156,10	-18,06
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	153,00	12.491,35	81,64		75.279,62	102.071,07	35,59
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	154,80	15.352,84	99,18		155.902,93	120.748,84	-22,55
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	722,40	27.119,43	37,54		282.915,94	191.950,27	-32,15
ALTINEKİN DEDELER SAĞLIK OCAĞI	240,80	30.939,81	128,49		193.022,43	213.707,47	10,72
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	963,20	36.397,56	37,79		238.111,68	243.949,85	2,45
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN S. OCAĞI	722,40	41.706,09	57,73		288.311,38	272.565,91	-5,46
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	41.828,97	37,17		194.364,85	273.220,00	40,57
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	46.739,30	41,53		365.162,78	299.078,43	-18,10
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	963,20	50.227,08	52,15		277.006,53	317.138,62	14,49
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	722,40	64.682,84	89,54		391.731,11	389.712,98	-0,52



Şekil 5.7 Kalıp maliyeti toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.8 Demir maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	DEMİR MALİYETİ (YTL)	m <sup>2</sup> DEMİR MALİYETİ (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	154,00	6.836,79	44,17	0,152	67.541,00	84.983,87	25,83
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	153,00	11.515,96	75,27		75.279,62	116.024,19	54,12
ALTINEKİN EKİNCİLER SAĞLIK EVİ	154,00	11.824,98	76,79		112.472,72	117.873,28	4,80
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	13.266,95	11,79		194.364,85	126.256,23	-35,04
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	154,80	15.212,64	98,27		155.902,93	137.006,34	-12,12
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	722,40	21.242,84	29,41		282.915,94	167.234,11	-40,89
ALTINEKİN DEDELER SAĞLIK OCAĞI	240,80	39.196,22	162,77		193.022,43	241.086,19	24,90
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	963,20	52.495,47	54,50		238.111,68	287.032,43	20,55
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	53.350,23	47,40		365.162,78	289.813,99	-20,63
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN SAĞLIK OCAĞI	722,40	57.145,33	79,10		288.311,38	301.953,07	4,73
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	963,20	60.059,85	62,35		277.006,53	311.056,23	12,29
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	722,40	93.119,12	128,90		391.731,11	404.165,60	3,17

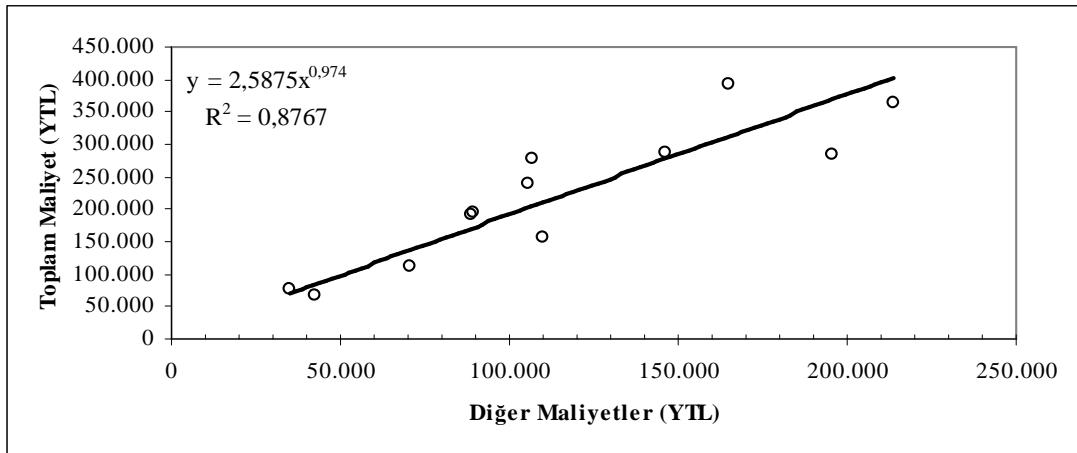


Şekil 5.8 Demir maliyeti toplam maliyet ilişkisi



Tablo 5.9 Diğer maliyetler, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi

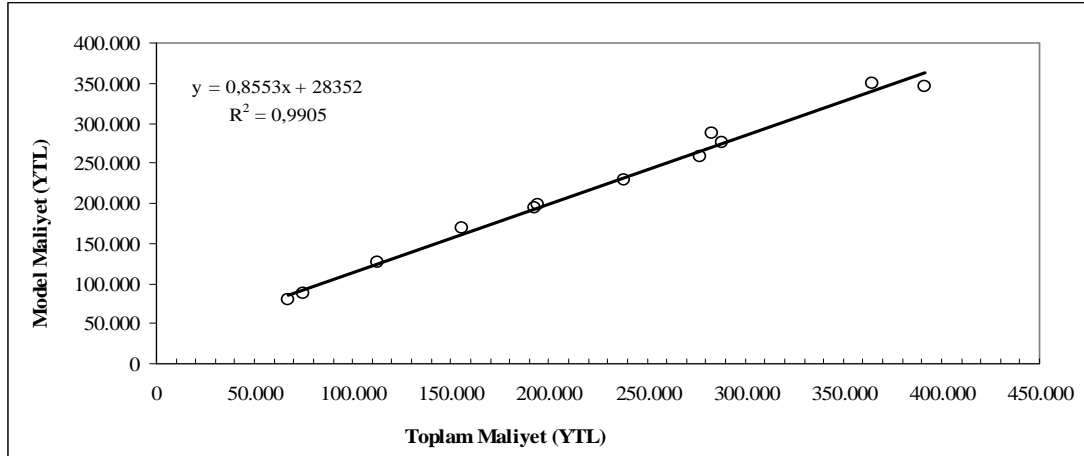
BİNA ADI	ALANI (m <sup>2</sup> )	DİĞER MALİYETLER (YTL)	m <sup>2</sup> DİĞER MALİYET (YTL)	AĞR. ORT.	TOPLAM MALİYET (YTL)	HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	153,00	34.896,72	228,08	0,532	75.279,62	68.794,32	-8,61
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	154,80	42.396,02	273,88		67.541,00	83.156,26	23,12
ALTINEKİN AKINCILAR SAĞLIK EVİ	154,00	70.554,38	458,15		112.472,72	136.566,04	21,42
ALTINEKİN DEDELER SAĞLIK OCAĞI	240,80	88.767,21	368,63		193.022,43	170.796,26	-11,51
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	89.101,93	79,17		194.364,85	171.423,52	-11,80
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	963,20	105.848,82	109,89		238.111,68	202.733,04	-14,86
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	963,20	107.028,73	111,12		277.006,53	204.933,86	-26,02
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	154,80	110.100,00	711,24		155.902,93	210.659,58	35,12
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN SAĞLIK OCAĞI	722,40	146.116,00	202,26		288.311,38	277.521,09	-3,74
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	722,40	165.283,67	228,80		391.731,11	312.922,17	-20,12
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	722,40	195.498,98	270,62		282.915,94	368.514,94	30,26
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	1.125,45	213.770,59	189,94		365.162,78	402.021,85	10,09



Şekil 5.9 Diğer maliyetler toplam maliyet ilişkisi

Tablo 5.10 Model maliyet toplam maliyet ilişkisi

BİNA ADI	MODEL MALİYET (YTL)	TOPLAM MALİYET (YTL)	HATA PAYI (%)
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	168.287,86	155.902,93	7,94
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	346.260,68	391.731,11	-11,61
ALTINEKİN DEDELER SAĞLIK OCAĞI	193.291,11	193.022,43	0,14
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	88.060,01	75.279,62	16,98
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN SAĞLIK OCAĞI	275.403,47	288.311,38	4,48
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	288.099,12	282.915,94	1,83
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	229.234,58	238.111,68	-3,73
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	257.435,15	277.006,53	-7,06
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	349.899,96	365.162,78	-4,18
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	197.820,66	194.364,85	1,78
ALTINEKİN AKINCILAR SAĞLIK EVİ	125.465,69	112.472,72	11,55
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	80.412,82	67.541,00	19,05



Şekil 5.10 Model maliyet toplam maliyet ilişkisi

## 6. SONUÇLAR

Uygulama sonunda eğitim ve sağlık yapılarından elde edilen sonuçları ayrı ayrı incelemek gerekirse, ilk önce toplam keşif bedeli ile beton, demir ve kalıp maliyetleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafikleri incelemek gerekir. Çünkü bu grafikler ve sonuç olarak bulunan formüller, oluşturulan modelin ana elemanlarıdır. Sonuçlar Tablo 6.1’de özet olarak verilmiştir.

Tablo 6.1 Eğitim ve sağlık yapılarında beton maliyeti, kalıp maliyeti, demir maliyeti, diğer maliyetler, model maliyet ve toplam maliyet ilişkisi

EĞİTİM YAPILARI	Denklem	R <sup>2</sup>	R	Yaklaşık Açıklama Gücü (%)		
				Min.	Ort.	Maks.
Beton maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 1.319,7x^{0,5465}$	0,9161	0,957	92		
Kalıp maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 1.769,6x^{0,5252}$	0,7898	0,888	79		
Demir maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 665,75x^{0,6086}$	0,8309	0,911	83		
Diğer maliyetler-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 149,52x^{0,6739}$	0,2830	0,532	28		
Model maliyet-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 0,531x + 431,717$	0,9616	0,980	Hata Payı (%)		
				Min.	Ort.	Maks.
				0,34	11	37
SAĞLIK YAPILARI	Denklem	R <sup>2</sup>	R	Yaklaşık Açıklama Gücü (%)		
				Min.	Ort.	Maks.
Beton maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 37,974x^{0,8226}$	0,8327	0,912	83		
Kalıp maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 46,924x^{0,8147}$	0,8454	0,920	85		
Demir maliyeti-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 436,06x^{0,5971}$	0,7643	0,874	76		
Diğer maliyetler-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 2,59x^{0,9740}$	0,8767	0,936	87		
Model maliyet-Toplam maliyet ilişkisi	$y = 0,8553x + 28,352$	0,9905	0,995	Hata Payı (%)		
				Min.	Ort.	Maks.
				0	7,60	19

Tablo 6.2 Beton maliyeti, kalıp maliyeti, demir maliyeti, diğer maliyetler ve toplam maliyetler arasındaki hata payları ilişkisi

EĞİTİM YAPILARI									
BİNA ADI	TOPLAM MALİYET (YTL)	BETON HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	KALIP HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	DEMİR HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	DİĞER HESAP MALİYETLERİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNA	420.458,20	417.287,05	-0,75	420.164,74	-0,07	425.451,19	1,19	748.574,96	78,04
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	777.320,25	927.246,76	19,29	889.468,98	14,43	953.635,70	22,68	771.584,37	-0,74
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	831.425,73	867.832,70	4,38	1.105.886,19	33,01	938.184,16	12,84	779.873,09	-6,20
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	1.776.583,03	1.805.880,57	1,65	1.617.758,25	-8,94	1.809.827,51	1,87	821.740,69	-53,75
SELÇUKLU M. AKİF ERSOY LİSESİ	992.681,49	1.095.887,22	10,40	1.100.650,77	10,88	1.101.152,85	10,93	845.579,50	-14,82
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	990.463,65	1.102.504,57	11,31	1.189.044,62	20,05	954.422,36	-3,64	850.146,56	-14,17
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	718.078,77	767.260,82	6,85	797.261,49	11,03	742.975,09	3,47	874.445,55	21,78
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	922.866,52	956.366,51	3,63	927.432,82	0,49	1.135.791,22	23,07	886.001,19	-3,99
İÇERİÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	699.597,48	671.986,83	-3,95	714.273,91	2,10	757.869,45	8,33	910.625,15	30,16
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	913.644,87	889.411,93	-2,65	922.368,06	0,95	768.606,35	-15,87	1.045.524,47	14,43
KARAPINAR 200 ÖĞRENCİLİK YURT	1.033.884,2	835.471,35	-19,19	784.472,65	-24,12	965.085,94	-6,65	1.215.737,11	17,59
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.171.200,69	1.029.310,42	-12,11	912.040,61	-22,13	890.065,17	-24,00	1.289.889,98	10,13
KARATAY S. DEMİREL M. P. A. LİSESİ	1.697.856,04	1.495.964,89	-11,89	1.358.147,06	-20,01	1.345.948,12	-20,73	1.334.158,52	-21,42
SAĞLIK YAPILARI									
BİNA ADI	TOPLAM MALİYET (YTL)	BETON HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	KALIP HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	DEMİR HESAP MALİYETİ (YTL)	HATA PAYI (%)	DİĞER HESAP MALİYETLERİ (YTL)	HATA PAYI (%)
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	75.279,62	111.194,88	47,71	102.071,07	35,59	116.024,19	54,12	68.794,32	-8,61
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	67.541,00	66.418,41	-1,66	82.056,12	21,49	84.983,87	25,83	83.156,26	23,12
ALTINEKİN AKINCILAR SAĞLIK EVİ	112.472,72	126.062,77	12,08	92.156,10	-18,06	117.873,28	4,80	136.566,04	21,42
ALTINEKİN DEDELER SAĞLIK OCAĞI	193.022,43	203.390,73	5,37	213.707,47	10,72	241.086,19	24,90	170.796,26	-11,51
YALIHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	194.364,85	279.286,75	43,69	273.220,00	40,57	126.256,23	-35,04	171.423,52	-11,80
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	238.111,68	247.763,37	4,05	243.949,85	2,45	287.032,43	20,55	202.733,04	-14,86
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	277.006,53	322.216,85	16,32	317.138,62	14,49	311.056,23	12,29	204.933,86	-26,02
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	155.902,93	104.797,27	-32,78	120.748,84	-22,55	137.006,34	-12,12	210.659,58	35,12
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN SAĞLIK OCAĞI	288.311,38	247.641,74	-14,11	272.565,91	-5,46	301.953,07	4,73	277.521,09	-3,74
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	391.731,11	361.479,22	-7,72	389.712,98	-0,52	404.165,60	3,17	312.922,17	-20,12
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	282.915,94	227.298,56	-19,66	191.950,27	-32,15	167.234,11	-40,89	368.514,94	30,26
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	365.162,78	284.477,18	-22,10	299.078,43	-18,10	289.813,99	-20,63	402.021,85	10,09

İrdelemeye eğitim yapılarından başlanılırsa toplam maliyet ile beton maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.1) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,916$  olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle beton maliyetleri arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 92 olduğunu göstermektedir. +1'e yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, determinasyon katsayısının karekökü olan korelasyon katsayısı da  $R = 0,957$  gibi +1' çok yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Toplam maliyet ile kalıp maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.2) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,789$  olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle kalıp maliyetleri arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 79 olduğunu göstermektedir. +1'e çok yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı da  $R = 0,888$  gibi +1' yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Toplam maliyet ile demir maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.3) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,831$  olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle demir maliyetleri arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 83 olduğunu göstermektedir. +1'e yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı da  $R = 0,911$  gibi +1'e yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu ilişki betonda olduğu kadar değildir.

Toplam maliyet ile diğer maliyetler arasındaki ilişkide (Şekil 5.4)  $R^2 = 0,283$  gibi düşük bir determinasyon katsayısı ortaya çıkmıştır. Bunun nedeninin zeminlerin aynı özellikte olduğu kabul edilirse, bu yapıların ihaleleri sırasında yapılan kırımların miktarının değişken olması, kullanılan verilerin azlığı ve müteahhidin yaptığı olası hesap hataları olduğu sanılmaktadır. Bu durumda diğer maliyetler ile toplam maliyetler arasındaki ilişkinin çok anlamlı olduğu söylenememektedir.

Oluşturulan model sonucu hesaplanan model maliyet ve toplam maliyetler arasındaki ilişki incelendiğinde ise (Şekil 5.5) bu değerler arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı gözlemlenmektedir. Ancak grafiğe bakıldığında doğrunun eğiminin

45° den az olduğu ve başlangıç noktasından geçmediği gözlemlenmektedir. Bu durumun yukarıda da açıklandığı gibi kullanılan verilerin azlığı, ihalede yapılan kırım miktarının işlere göre değişiklik göstermesi ve müteahhitlerin yapmış olabileceği hesap hatalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, model maliyet ve toplam maliyet arasındaki ilişkide ortaya çıkan hata paylarına bakıldığında, maksimum hata payının % 37 minimum hata payının ise % 0,34 olduğu görülmektedir. Hata payları ortalaması ise yaklaşık % 11 civarındadır. Bu da oluşturulan hesap modelinin kullanılabilirliğini göstermektedir.

Sağlık yapılarını incelediğimizde ise toplam maliyet ile beton maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.6) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,833$  olduğu görülmektedir. Bu değer sağlık yapılarında toplam maliyetle beton maliyetleri arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 83 olduğunu göstermektedir. +1'e yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının karekökü olan korelasyon katsayısı da  $R = 0,912$  gibi +1' çok yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Toplam maliyet ile kalıp maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.7) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,845$  olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle kalıp maliyetleri arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 85 olduğunu göstermektedir. +1'e çok yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı da  $R = 0,92$  gibi +1' yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Toplam maliyet ile demir maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 5.8) determinasyon katsayısının  $R^2 = 0,764$  olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle demir maliyetleri arasındaki ilişkiyi açıklama gücünün yaklaşık % 76 olduğunu göstermektedir. +1'e yakın olan bu değer bu iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca determinasyon katsayısının karekökü olan çoklu korelasyon katsayısı da  $R = 0,874$  gibi +1'e yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Toplam maliyet ile diğer maliyetler arasındaki ilişkide (Şekil 5.9)  $R^2 = 0,876$  gibi bir determinasyon katsayısı ortaya çıkmıştır. Bu sonuç eğitim yapılarından farklı

olarak sağlık yapılarında diğer maliyet türü verilerin toplam maliyetlerle aralarındaki ilişkiyi açıklayabildiğini ve açıklama düzeyinin de % 87 olduğunu anlatmaktadır.

Oluşturulan model sonucu sağlık yapılarında hesaplanan model maliyetler ve toplam maliyetler arasındaki ilişki incelendiğinde ise bu değerler arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı gözlemlenmektedir. Ancak grafiğe bakıldığında doğrunun eğiminin  $45^\circ$  den az olduğu ve başlangıç noktasından geçmediği ancak eğitim yapılarından farklı olarak sağlık yapılarında oluşturulan modelin daha sağlıklı sonuçlar vereceğini anlatmaktadır. Bu durumun eğitim yapılarında olduğu gibi kullanılan verilerin azlığı, ihalede yapılan kırım miktarının işlere göre değişiklik göstermesi ve müteahhitlerin yapmış olabileceği hesap hatalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Üstelik model maliyet ve toplam maliyet arasındaki ilişkide ortaya çıkan hata paylarına bakıldığında, maksimum hata payının % 19 minimum hata payının ise 0'a yakın olduğu görülmektedir. Hata payları ortalaması ise yaklaşık % 7,6 civarındadır. Bu da oluşturulan hesap modelinin kullanılabilirliğini ve oldukça sağlıklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir.

Tablo 6.2 incelendiğinde Karapınar Çok Programlı Lise ile Taşkent Bolay Sağlık Evi inşaatlarında beton, kalıp ve demir maliyetlerinden yola çıkılarak yapılan hesaplar sonucunda elde edilen hata payları negatif çıkarken, diğer malzemelerin hesap maliyetleri sonucu ortaya çıkan hata payı ise pozitif çıkmıştır. Kulu Yeşilyurt Sağlık Evi ve Taşkent Balçılar Lisesi inşaatlarında ise beton, kalıp ve demir maliyetlerinden yola çıkılarak yapılan hesaplar sonucunda elde edilen hata payları pozitif çıkarken, diğer malzemelerin hesap maliyetleri sonucu ortaya çıkan hata payı negatif çıkmıştır. Buradan yola çıkılarak sadece beton, kalıp ve demir maliyetleri ile yapılan hesapların sağlıklı sonuçlar vermeyeceği, diğer malzeme maliyetlerinin de toplam maliyeti büyük oranda etkilediği ve hesaplara dahil edilmesi gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Diğer maliyetler kısmında zikredilebilecek kalemlerin çok çeşitli olması ve ayrıca kaliteye de etki etmesi, hesaplanan model maliyetinden sapmaları meydana getirmektedir.

Ancak; beton, kalıp, demir ve diğer maliyetler ile toplam maliyet ilişkisinde bazılarının negatif, bazılarının pozitif yönde model verilerinden uzaklaştıkları görülmüştür. Bunun nedeni olarak da nakliyeler, yapıların inşa edildikleri deprem bölgelerine göre hazırlanan betonarme-statik projelerindeki boyutlar, kullanılan

malzeme çeşidi, işçilik vb. unsurların sonucu etkilemesi sanılmaktadır. Ayrıca, örnek sayısının az olduğu durumlarda bu hata paylarının artacağı, örnek sayısının çok olduğu durumlarda ise azalacağı unutulmamalıdır. Hesaplarda kullanılan model denklemin fonksiyon çeşidi de, hesap sonuçlarını etkileyici unsurlardandır. 3. Bölümde inşaat planının şekli ve yüksekliğine ilişkin verilerin maliyeti etkileyeceği bahsedilmesine rağmen, bu tür verilere ulaşılamadığından parametre olarak bu değerler kullanılamamıştır. Bu değerlerin de çalışmaya dahil edilememesinin, model sonuçlarının sapmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı gibi, bir inşaata ait herhangi bir beton, demir ya da kalıp maliyeti verisinden yola çıkılarak o inşaatın toplam maliyetinin yaklaşık olarak o yıla ait birim fiyatlara göre hesaplanması mümkün olmaktadır. Oluşturulan hesap modeli göz önüne alındığında eğitim ve sağlık yapılarına ait toplam maliyetler bu model ile de gayet sağlıklı bir şekilde ancak belirli hata paylarıyla birlikte hesaplanabilir.

Hem eğitim hem de sağlık yapılarında beton, kalıp ve demir maliyetlerinin ayrı olarak kullanıldığı hesaplarda ortaya çıkan hata payları model ile yapılan hesapta ortaya çıkan hata paylarından daha fazladır. Bu da modelin kullanılabilirliğinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Yükleniciler açısından bu sonuç irdelendiğinde bazı pozların metrajlarının çıkarılması sonucu, yapının genel maliyeti hakkında bir bilgi edinilebilir. Bu ise yüklenicilerin yapıya ait tüm metrajları çıkarmaları süresi dikkate alındığında zamandan tasarruf edileceği gibi, yapının %100'e yakın maliyetinin tahmin edilmesi açısından büyük önem taşır. Ancak bu hesapların daha da kolay bir şekilde yapılabilmesi için daha çok veriye daha kolay bir şekilde ulaşmak gerekmektedir. Bunun için ise öncelikle yerel sonra da ulusal elektronik veri bankalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu iş için oluşturulacak ulusal elektronik veri bankaları sadece maliyet hesaplamaları gibi dar bir alana hizmet etmeyip, ihtiyaç duyulan diğer konularda istatistikî verilerin elde edilmesine de yardımcı olabilecektir. Müteahhitler bu verilere internet ortamından ulaşarak oluşturulan model veya benzer modellere daha çok veri sağlayıp daha sağlıklı daha yaklaşık maliyet hesabı yapabilirler. Ayrıca günümüzde artık süperbilgisayarlar kullanılmaktadır. Bu süperbilgisayarlardan bir tanesi de 2007 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde kullanılmaya başlanacak.



Süperbilgisayar, uçak ve gemi tasarımlarından ekonomik öngörülere, deprem simülasyonlarından savunma sanayiine pek çok alanda yüksek maliyetlerle ve ancak yurtdışında gerçekleştirilebilen çalışmaların ülkemizde yapılmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, birçok teknik uygulamayı da basitleştirerek, tasarımcılar için ciddi zaman ve maliyet tasarrufu sağlayacaktır. Bu bilgisayarlar ve geçmiş veriler kullanılarak akademik ve pratik anlamda belki de sıfır hatayla maliyet hesaplamaları ve modellemeleri yapılabilir. Bunlara ek olarak, bu çalışmamızdaki hata oranlarını minimuma indirmek için, eğitim ve sağlık yapılarının deprem bölgeleri, proje çeşidi, yapım süresi açısından parametrelerini ayrı ayrı düşünerek, çalışma genişletilebilir.

## 7. KAYNAKLAR

Allen L. E., Çev.: Hovardaoğlu S., (1995), “Doğrusal Regresyon ve Korelasyona Giriş”, Ankara.

Arıkboğa D., (1987), “İnşaat Projelerinde Maliyet Tahmini ve Tahmin Yöntemleri”, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.

Beyazıt M., Oğuz B., (1994), “Mühendisler İçin İstatistik”, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Avraham S., Ronen V., (1998), “Estimating the cost of steel pipe bending, a comparison between neural networks and regression analysis”, Industrial Engineering and Management, Technion, Israel Institute of Technology, 32000 Haifa, Israel Department of Industrial Engineering, Tel-Aviv University, 69978 Ramat Aviv, Israel.

Çelik M. H., Baykan U. N., Kanıt R., (2003), “Kamuya Ait Bina İnşaatlarında Tahmin Edilen Maliyet İle Gerçekleşen Maliyet Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi” Politeknik dergisi Cilt:6 Sayı:4 s.677-692.

Çıracı M., (1985), “Büyük Mimarlık Bürolarında Yönetim Aracı Olarak Bir Maliyet Hesabı Modeli”, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çıracı M., (1996), “Konutlarda Maliyet Tahmini İçin Bir Model”, T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Konut Araştırmaları Dizisi 6, Ankara.

Ergül H., (2002), “Bina Maliyeti Hesabında Fonksiyonel Yöntem İle Birim Fiyat Yöntemi İlişkisinin İncelenmesi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi Yapı Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Eski O., (1993), “Avan Proje Evresinde Bina Maliyetinin İnşaat İmalatlarına Dayalı Olarak Hesaplanmasına Yönelik Bir Model”, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Eş O., (2003), “Konut Binalarının Ön Tasarım Evresinde Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Optimum konut Üretimi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde.

Gülerce M., İlgün A., Sevimli M.F., (2006), “İşletme Yönetiminde Regresyon Yöntemiyle Maliyet Tahmini”, UMK-2006, Zonguldak.

Günel A., (2003), “Regresyon Denkleminin Başarısını Ölçmede Kullanılan Belirleme Katsayısı Ve Kritiği”, Doğu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.

Gwang-Hee K., Sung-Hoon A., Kyung-In K., (2004) “Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning, Department of Architectural Engineering, Korea University, 5Ga, Anam-Dong, Sungbuk-Gu, Seoul 136-701, Korea.

Kanıt R., (2005), “İnşaat Sektöründe İş Almanın Yönetimi”, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Kitabevi, Ankara.

Kanıt R., Baykan U.N., Erdal M., (2005), “Kısıtlı Kaynak Koşullarının Yapı Maliyetine Etkisinin İncelenmesi” Politeknik dergisi Cilt:8 Sayı:2 s.209-221.

Kanıt R., Baykan U.N., (2004), “Bina Yaklaşık Maliyetinin Çoklu Doğrusal Regresyon İle Belirlenmesi”, Politeknik dergisi Cilt:7 Sayı:4 s.359-367.

Orhunbilge N., (1996), “Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi”, İ.Ü İşletme Fakültesi, İstanbul.

Özgan E., (1999), “Maliyet İndeksine Dayalı Olarak Konut Maliyetinin Hesaplanması”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi Yapı Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Saner C., (1993), “4-8 Katlı Konut Yapılarında Taşıyıcı Sistem Maliyetinin Tahminine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi” Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Seyyar B., (2000), “Bina Tasarım Sürecinde Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri”, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Şahinler S., (2000), “En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri”, M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Antakya/HATAY.

Uysal O., (2002), “Konut Yapılarında Regresyon Yöntemine Göre Maliyet Denetimi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi Yapı Eğitimi Bölümü, Doktora Tezi, Ankara.

[www.hurriyetim.com.tr](http://www.hurriyetim.com.tr)

[www.kik.gov.tr](http://www.kik.gov.tr)

[www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)

## 8. EKLER

Hesaplarda kullanılan değerler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 8.1 Eğitim yapılarında kullanılan değerler

BİNA ADI	BETON MİKTARI (m <sup>3</sup> )	KALIP MİKTARI (m <sup>2</sup> )	DEMİR MİKTARI (ton)	TOPLAM MALİYET (TL)	HAKEDİŞ YILI	TOPLAM ALANI (m <sup>2</sup> )
SELÇUKLU MEHMET AKİF ERSOY LİSESİ	2.552,64	15.947,70	244,13	165.833.861.633,00	1999	1.295,89
İÇERİÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.195,89	7.371,71	115,03	75.436.433.498,00	1998	1.945,45
GÜNEYSINIR ÇOK PROGRAMLI LİSE	1.847,74	11.394,40	135,61	152.630.282.878,00	1999	1.945,45
AKŞEHİR KIZ MESLEK LİSESİ	1.374,14	8.632,95	128,52	119.959.700.972,00	1999	1.945,45
KARATAY SÜLEYMAN DEMİREL M.P A.L	4.115,15	24.901,51	339,66	283.637.829.835,00	1999	3.577,50
KARAPINAR ÇOK PROGRAMLI LİSE	2.216,54	12.068,69	157,82	396.077.340.524,00	2001	2.026,28
KONYA MERKEZ 500 KİŞİLİK YURT	5.676,84	33.211,93	551,58	296.789.682.367,00	1999	5.594,45
KARAPINAR 200 ÖĞR. YURT	1.423,95	8.637,06	137,20	873.951.141.408,00	2004	2.904,00
MERAM YAKA 21 DERSLİKLİ LİSE	2.084,32	12.120,48	223,56	99.511.163.373,00	1998	1.295,89
BEYŞEHİR HUĞLU ÇOK AMAÇLI LİSE	2.172,77	16.076,88	166,02	26.683.325.363,00	1996	2.026,28
TAŞKENT BALCILAR LİSESİ	1.941,05	11.825,13	183,61	214.729.352.004,00	2000	2.364,52
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNA	399,30	2.630,70	35,42	355.416.910.493,00	2004	1.413,84
BEYŞEHİR TİCARET LİSESİ	2.742,72	18.782,43	161,48	106.800.048.954,00	1998	6.075,33

Tablo 8.2 Sağlık yapılarında kullanılan değerler

BİNA ADI	BETON MİKTARI (m <sup>3</sup> )	KALIP MİKTARI (m <sup>2</sup> )	DEMİR MİKTARI (ton)	TOPLAM MALİYETİ (TL)	HAKEDİŞ YILI	ALANI (m <sup>2</sup> )
TAŞKENT BOLAY SAĞLIK EVİ	240,14	1.195,33	13,178	113.549.112.657,00	2003	154,80
YUNAK SARAY SAĞLIK OCAĞI	721,24	5.036,04	80,963	285.310.347.758,00	2003	722,40
ALTINEKİN DEDELER S.O.	66,88	2.401,19	34,462	140.584.432.473,00	2003	240,80
KULU YEŞİLYURT SAĞLIK EVİ	189,46	980,59	11,626	42.149.843.239,00	2002	153,00
ÇELTİK KÜÇÜKHASAN SAĞLIK OCAĞI	444,05	3.247,13	50,557	209.986.439.124,00	2003	722,40
ILGIN YUKARIÇİĞİL SAĞLIK OCAĞI	442,99	2.111,45	55,882	206.056.764.521,00	2003	722,40
BOZKIR DERE SAĞLIK OCAĞI	483,77	3.011,07	61,530	80.524.748.891,00	2001	963,20
ALTINEKİN OĞUZELİ SAĞLIK OCAĞI	629,67	3.942,89	61,879	155.098.842.732,00	2002	963,20
BEYŞEHİR 2 NOLU SAĞLIK OCAĞI	657,29	3.761,41	58,025	39.374.895.229,00	1998	1.125,45
YALHÜYÜK İL TİPİ SAĞLIK OCAĞI	596,29	3.556,26	69,278	53.691.947.746,00	2000	1.125,45
ALTINEKİN AKINCILAR SAĞLIK EVİ	218,75	911,56	13,397	38.036.089.239,00	2001	154,00
BEYŞEHİR DUMANLI SAĞLIK EVİ	116,60	769,00	7,136	7.282.834.247,00	1998	154,80

Tablo 8.3 Karne katsayıları

YIL	KARNE KATSAYISI	YIL	KARNE KATSAYISI
1967	467.704,10	1987	3.631,59
1968	429.325,49	1988	2.414,34
1969	408.972,66	1989	1.464,69
1970	381.683,37	1990	888,426
1971	343.396,92	1991	570,081
1972	291.029,67	1992	342,337
1973	257.446,31	1993	206,509
1974	191.077,88	1994	123,725
1975	152.373,85	1995	56,238
1976	129.966,26	1996	31,159
1977	95.331,64	1997	16,005
1978	68.170,64	1998	9,274
1979	50.473,88	1999	5,986
1980	23.577,32	2000	3,62
1981	16.319,34	2001	2,957
1982	13.569,23	2002	1,786
1983	11.795,41	2003	1,373
1984	9.436,71	2004	1,183
1985	6.505,27	2005	1,06
1986	4.711,62	2006	1