

Bina Yaklaşık Maliyetinin Çoklu Doğrusal Regresyon ile Belirlenmesi

Recep KANIT, Umut Naci BAYKAN
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü.
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

4734 sayılı Kamu İhale Kanununun 01.01.2003 tarihinde yürürlüğe girmesiyle, kamuya ait yapım işlerinde Anahtar Teslimi Götürü Bedel yöntemi esas alınmaktadır. Bu yöntemin uygulanmasında yaşanan en büyük problem, işin başında güvenilir bir maliyet tahmini yapılamaması ve işin ödeneğinin baştan gerçekçi bir şekilde belirlenememesidir. Bu çalışma ile kamuya ait bina yatırımları arasından sağlık ocakları örneklenerek bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet parametrelerinin yaklaşık maliyet ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, daha büyük çaplı bir araştırmada geçmiş maliyet verileriyle geleceğe yönelik güvenilir tahminler yapılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Yaklaşık maliyet, maliyet tahmini, çoklu regresyon.

Determination of Approximate Cost of Buildings with Multiple Linear Regression Analyses

ABSTRACT

With the public procurement law which has come into effect on 01.01.2003, turn key flat value has become the main bid method in Turkey. The most important problem about the application of this method is to prepare a confidential cost estimating and establish a realistic allowance at the beginning of the building process. In this study, village clinics within public investments have been illustrated and a research on the relationship between approximate cost and region, duration, bid discount and conjectural square meter cost parameters has been conducted. Research results indicate that making confidential estimates for future is possible by using previous cost data in a larger scale research.

Keywords : Approximate cost, cost estimation, multiple regression.

1. GİRİŞ

Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik durum sebebiyle, yatırım sürecinin her aşamasında maliyet planlaması ve denetimi daha fazla önem kazanmaktadır. İnşaat yatırımları için gerekli olan kaynakların sınırlı olması, bu önemi daha da arttırmaktadır. Bu nedenle, yatırım kararı alınırken kaynak ihtiyacının dikkatle hazırlanan, kapsamlı ve güvenilir bir maliyet tahminine dayanması gerekmektedir.

İnşaat sektörüne ait yatırımlar, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ekonomi için belirleyici olmaktadır. İhtiyaç duyulan ve diğer sektörlerden talep edilen girdilerin çok çeşitli olması ve gayri safi hasılaya yapılan katkı ve yaratılan istihdam nedeniyle, hükümetlerce ekonomiye ivme kazandırmak için inşaat sektörü itici güç olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde, 2002 yılında Gayri Safi Milli Hasıla cari fiyatlarla 273 katrilyon TL. iken, aynı yıl inşaat sektörünün cari fiyatlarla değeri 11,5 katrilyon TL. olarak gerçekleşmiştir. İnşaat sektörünün milli gelir içindeki payı ise 2002 yılında %4,2 dir. Bununla birlikte, 2002 yılında sabit sermaye oluşumu içerisinde 24,8 katrilyon TL. lık değere ulaşan inşaat yatırımlarında kamuya ait yatırımlar %44 paya sahiptir (1). Ancak kamu imkanlarının kısıtlı olması sebebiyle, yatırım

kararlarının doğru olarak verilmesi zorunluluğu vardır. Özellikle yıllara sari yapım işlerinde, işin öngörülen sürede bitirilebilmesi için gerekli olan ödeneğin en gerçekçi bir şekilde belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, yatırımlar daha planlama aşamasındayken olası kayıpları önleme yeterliliğine sahip bir maliyet denetimi yaklaşımı önem kazanmaktadır.

İnşaat yatırımlarının fiziki yapısı, üretim şartları, projelerin bir çoğunun prototipinin olmayışı, yapım sürecinin organizasyonu ve fiyat belirleme için kullanılan metotlar yapı üretimini diğer üretim biçimlerinden ayıran özelliklerdir. Söz konusu parametrelerin ayrıntılı analizinin yapılarak parasal değere ulaşılması zor olmaktadır. Bu sebeple, inşaat sektörü için maliyetin planlama aşamasında iken güvenilir bir şekilde tahmini önemli bir problem durumundadır.

2. YAPI MALİYETİ VE TAHMİNİN ÖNEMİ

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(2). 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 gözönüne 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 [3]. Ashworth (1998)'e göre, maliyet kontrolünün amacı genel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

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

2.1. Maliyet Tahmin Modelleri

Planlama aşamasında maliyeti tahmin etmek üzere kullanılan bir çok yöntem mevcuttur. Yapılacak tahmin için imalat miktarlarına dayalı birim, küp, alan, kat kabuğu yöntemleri yada regresyon, simülasyon v.b. gibi matematiksel modellere dayalı- bilgisayar destekli daha gelişmiş yöntemler kullanılabilir. Kullanılan yöntemin hızlı, ucuz ve güvenilir olması da beklenir. Bununla birlikte işlenen verinin güncellenmeye açık olması, sonuçta elde edilen maliyet verisinin ise tasarımcı, işveren ve yüklenici tarafından kolaylıkla kullanılabilmesi sağlanmalıdır.

Miktarlara dayalı yöntemlerde daha önce uygulanmış benzer projelerden hareket edilir. Tek fiyatlı modellerde, binanın maliyeti ile fonksiyonel birim sayısı (yurtlarda öğrenci sayısı, hastanelerde yatak sayısı v.b.); hacmi, döşeme alanı yada kat kabuğu (dış duvar alanı, döşeme alanı, kat sayısı, kat yüksekliği) arasındaki ilişkiler kullanılır. Fonksiyonel elemanlara dayalı modellerde, daha önce yapılmış benzer projelerden elde edilen bina fonksiyonel elemanlarına ait verilerin işlenmesi yoluyla maliyet tahmini yapılır. Yapım işlemlerine dayalı modellerde bina, kendisini oluşturan imalatlara bölünür ve her bir imalatın maliyetinin toplanması bina maliyetini verir. Üretim sürecine katılan kaynaklar (malzeme, işgücü, makine-ekipman) belirlenerek bunların maliyetinin çıkarılması ile kaynaklara dayalı bir tahmin modeli oluşturulur.

Günümüzde bilgisayarın istatistik veri analizinde büyük kolaylıklar sağlaması, daha gelişmiş maliyet tahmin modellerinin kullanılabilmesine imkan vermektedir. Bunlar arasında, maliyeti etkileyen değişkenler arasın-

daki ilişkiyi araştıran basit ve çoklu regresyon yöntemleri, sistemin modellenmesine dayalı simülasyon yöntemleri ve geniş bir veri tabanına dayanarak, kullanıcıyla etkileşim halinde karar verilmesini sağlayan yapay zeka yaklaşımları sayılabilir.

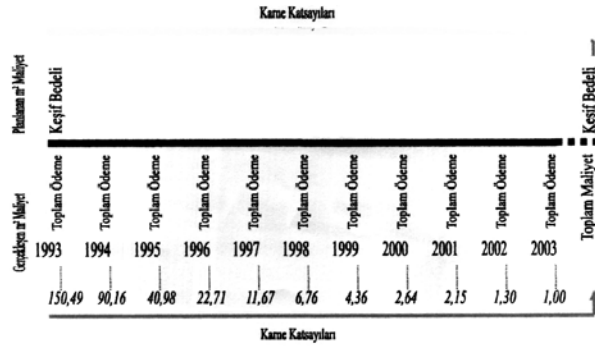
Ülkemizde, 2003 yılı itibariyle yürürlüğe giren Kamu İhale Kanunu, istisnai durumlar dışında tüm yapı işleri için Anahtar Teslimi Götürü Bedel esasını getirmiştir. Anahtar Teslimi Götürü Bedel yönteminde, yükleniciler sözleşme konusuna giren bütün işleri sözleşme eki mahal listeleri, uygulama projeleri ve yürürlükteki teknik şartnamelere uygun olmak kaydıyla, baştan taahhüt ettikleri bir bedelle yapmak zorundadır. Böyle bir uygulama, işveren ile yüklenici arasındaki mali ilişkileri en alt düzeyde tutarak önemli bir avantaj sağlamasına rağmen, işin başında gerçekçi bir fiyat belirleme zorunluluğu ve bunun değişmeyeceğinin kabul edilmesi taraflardan birini kayba uğratabilir.

Kamu yatırımları halen inşaat sektörümüzün en büyük pazarı durumundadır. Kamu kaynaklarının sınırlı olduğu ekonomik koşullarda, özellikle mevzuatta yapılan köklü değişikliklerin de etkisiyle, planlanan yatırımlar için yukarıda sayılan gelişmiş tahmin yöntemlerinden birisi kullanılarak, gerçekçi maliyet verilerinin elde edilebilmesi daha da önemli hale gelmektedir.

3. MATERYAL VE METOD

Araştırma için kullanılan veriler, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1993-2003 yılları arasında Türkiye genelinde yapımı gerçekleştirilip, geçici kabulü yapılmış olan il ve ilçe tipi sağlık ocağı inşaatlarına ait kayıtlardan alınmıştır. Örneklem için, Türkiye genelinde farklı bölgelerden 55 adet sağlık ocağı, tamamen rasgele seçilerek, bunlara ait süre, yapıldığı bölge, ihale indirimi, ihaleye esas keşif bedeli ve yükleniciye tahakkuk eden hakediş ödeme bilgilerine ulaşılmıştır.

Seçilen örneklerin çoğu yıllara sari iş olduğundan, paranın zaman içinde kaybettiği değer göz önüne alınması gerekmektedir. Yapılacak analizde maliyet bilgilerinin karşılaştırılabilmesini mümkün kılmak amacıyla, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın yayınladığı karne katsayıları kullanılarak, keşif bedelleri ile yükleniciye ödenen tutarların 2003 yılına karşılık gelen değerleri bulunmuştur. Bunun için izlenen hesap yöntemi ve karne katsayıları Şekil.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Verilerin hazırlanmasında kullanılan hesap yöntemi ve karne katsayıları.

Elde edilen verilerin istatistik analizi, çoklu regresyon-korelasyon yöntemi kullanılarak, SPSS-11 programı yardımıyla yapılmıştır.

4. ANALİZ

Çoklu regresyon analizi, bağımlı değişkenle ilişkili olan iki yada daha fazla bağımsız değişkene dayalı olarak, bağımlı değişkenin tahmin edilmesine yönelik bir analiz türüdür. Bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yorumlanmasına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüne ilişkin yorum yapma imkanı verir. Gerçek doğrusal ilişkiyi gösteren matematiksel model, n tane bağımsız değişken için aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n$$

Çoklu regresyon analizinde eğimler (b_i) diğer değişkenler sabit tutulduğunda, o bağımsız değişkendir birim artışa karşılık, bağımlı değişkendirdeki değişim miktarını gösterir ve kısmi eğim yada kısmi regresyon katsayısı olarak isimlendirilir (4).

Gerçekleşen m² maliyet, yapılacak çoklu regresyon analizi için bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet ise bağımsız değişkenlerdir. \hat{Y} : Gerçekleşen m² maliyet, a: Sabit değer, X₁: Bölge, X₂: Süre, X₃: İhale indirimi, X₄: Tahmini m² maliyet değerlerini gösterdiğinde, gerçek doğrusal ilişkinin tahminine yönelik model denklemi,

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$$

olmaktadır.

Süre değişkeni, yatırımın yıl olarak gerçekleşme süresini, ihale indirimi değişkeni ihale sonunda yüklenicinin teklif ettiği yüzde(%) indirimi, tahmini m² maliyet değişkeni ise ihale aşamasında keşif bedeli üzerinden tahmin edilen m² maliyeti göstermektedir. Diğer yandan, yatırımın gerçekleştiği bölge için 1 ila 7 arasında bölge kodu değerleri belirlenerek, coğrafi bölgenin etkisi de analize dahil edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Coğrafi bölgeler için belirlenen kodlar.

Bölge	Kodu
Akdeniz	1
D. Anadolu	2
Ege	3
G.D.Anadolu	4
İç Anadolu	5
Karadeniz	6
Marmara	7

Analize esas verilerin detayı Ek 1’de verilmiştir. Bütün değişkenler için hesaplanan çoklu korelasyon matrisine ait SPSS çıktısı Tablo 2’de görülmektedir

Tablo 2. Örnekleme ait bütün değişkenler için çoklu korelasyon matrisi

Variables	Statistics	Bölge Kodu	Süre	İhale İndirimi	Tah. m ² maliyet	Gerç. m ² maliyet
Bölge Kodu	Pearson Correlation	1	-,208	,219	-,177	,002
	Sig. (2-tailed)		,127	,107	,197	,988
	N	55	55	55	55	55
Süre	Pearson Correlation	-,208	1	-,547**	,084	,300*
	Sig. (2-tailed)	,127		,000	,544	,026
	N	55	55	55	55	55
İhale İndirimi	Pearson Correlation	,219	-,547**	1	-,082	-,340*
	Sig. (2-tailed)	,107	,000		,553	,011
	N	55	55	55	55	55
Tah. m ² maliyet	Pearson Correlation	-,177	,084	-,082	1	,724**
	Sig. (2-tailed)	,197	,544	,553		,000
	N	55	55	55	55	55
Gerç. m ² maliyet	Pearson Correlation	,002	,300*	-,340*	,724**	1
	Sig. (2-tailed)	,988	,026	,011	,000	
	N	55	55	55	55	55

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tablo 2’deki korelasyon matrisi, bağımlı değişken olan gerçekleşen m² maliyet ile bölge kodu, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet değişkenlerinin herbiri arasındaki korelasyonu yanında, bağımsız değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonunu da göstermektedir. Bağımsız değişkenler arasındaki yüksek korelasyon, değişkenlerin benzer bilgiler sağlaması ve dolayısıyla her bir değişkenin etkisini ayırmada güçlüğü neden olduğundan, bunlar arasındaki düşük korelasyon, regresyon analizi sonuçlarının daha doğru olması için tercih edilmektedir (5). Bu belirleme ışığında Tablo 2’ye bakıldığında, bölge kodu ile süre bağımsız değişkenleri arasında -,0,208; bölge kodu ile ihale indirimi arasında 0,219 ve bölge kodu ile tahmini m² maliyet arasında -,0,177 değerlerine sahip ve oldukça düşük korelasyon oluştuğu görülmektedir. Gerçekleşen m² maliyet bağımlı değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiye bakıldığında da ihale indiriminin bağımlı değişken üzerinde negatif (ters yönlü) etkisi olduğu, buna karşın süre, ihale indirimi ve tahmin edilen m² maliyet değişkenlerinin ise pozitif etkisi olduğu görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin her birinin bağımlı değişken ile olan ilişkisi serpm diyagramları vasıtasıyla da incelenebilmektedir (Şekil 2).

Belirlenen değişkenlere ait değerler kullanılarak SPSS programıyla gerçekleştirilen regresyon analizinin sonuçları Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 3. Modele dahil edilen değişkenler

Variables Entered/Removed ^a			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Tah. m ² maliyet, İhale İndirimi, Bölge Kodu, Süre ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Gerç. m² maliyet

Tablo 4. Model sonucu.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,811 ^a	,658	,630	97,68587

a. Predictors: (Constant), Tah. m² maliyet, İhale İndirimi, Bölge Kodu, Süre

Tablo 5. Varyans analizi.

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	917224,9	4	229306,223	24,030	,000 ^a
	Residual	477126,5	50	9542,530		
	Total	1394351	54			

a. Predictors: (Constant), Tah. m² maliyet, İhale İndirimi, Bölge Kodu, Süre

b. Dependent Variable: Gerç. m² maliyet

Tablo 6. Katsayılar

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-91,796	82,418		-1,114	,271
	Bölge Kodu	18,297	7,309	,216	2,503	,016
	Süre	18,755	12,407	,150	1,512	,137
	İhale İndirimi	-4,197	1,705	-,245	-2,462	,017
	Tah. m ² maliyet	1,145	,132	,730	8,673	,000

a. Dependent Variable: Gerç. m² maliyet

Elde edilen sonuçlara göre, bağımlı değişken gerçekleşen m² maliyet ile bağımsız değişkenler arasındaki çoklu korelasyon katsayısı R ile gösterilmiş olup (Tablo 4), değeri 0,811'dir. Söz konusu değer, bağımlı değişken ile bütün bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermekte ve elde edilen sonuç bakımından bu ilişkinin yüksek olduğu görülmektedir.

Tanımlayıcılık (determinasyon) katsayısı R², bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken tarafından açıklandığını ifade eder ve modelin evrene ne kadar uyduğu ile ilgili iyimser bir tahmindir. Genellikle model, içinden alındığı örnekleme uyduğu gibi evrene uymadığından, düzeltilmiş R² (adjusted R square) evrene uyum iyiliğinin daha iyi yansıtılması bakımından kullanılabilir (5). Yapılan analiz sonunda R² değeri 0,658 olarak bulunmuştur (Tablo 4). Buna göre, gerçekleşen m² maliyetteki değişimlerin %66'sını bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet değişkenleri açıklayabilmektedir. Bu değer aynı zamanda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında orta kuvvette bir ilişki olduğunu göstermekte ve düzeltilmiş R² değeri dikkate

alındığında ise açıklama gücünün %63 olduğu görülmektedir.

Standart hata, tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkın ölçütü olup, fiili Y değerlerinin regresyon yüzeyi etrafında ne kadar uzağa dağıldıklarını ölçmektedir [6]. Yapılan analizde, standart hata değeri 97,69 (97.690.000.-TL) olarak bulunmuştur.

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını test etmek üzere H₀ ve H₁ hipotezleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

H₀ : Bağımlı değişken (gerçekleşen m² maliyet) ile bağımsız değişkenler (bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet) arasında doğrusal bir ilişki yoktur.

[yada, H₀ : b₁=b₂=b₃=b₄=0]

H₁ : Bağımlı değişken (gerçekleşen m² maliyet) ile bağımsız değişkenler (bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet) arasında doğrusal bir ilişki vardır.

[yada, H₀ : b₁=b₂=b₃=b₄≠0]

Açıklanan değişimin (regression) açıklanmayan (residual-hata terimi) değişime oranı olan F değeri 24,03 olup; bu değer istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Sig.=P=0,0005). Testin anlamlılık düzeyi %5 olarak seçilmiştir. H₀ hipotezi böylelikle reddedilir. Dolayısıyla bu testin sonucu olarak, modeldeki dört bağımsız değişken ile gerçekleşen m² maliyet arasında doğrusal bir ilişki olduğu ortaya konulmaktadır (Tablo 5).

Tablo 6, bağımsız değişkenlerin her birinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini göstermektedir. Burada sırasıyla b, b'nin standart hatası, β (Beta), t ve P değerleri verilmiştir. B sütununda bulunan kısmi regresyon katsayıları kullanılarak, gerçekleşen m² maliyet ile ilgili tahmin edilen denklem,

$$\hat{Y} = -91,796 + 18,297X_1 + 18,755X_2 - 4,197X_3 + 1,145X_4$$

olarak elde edilmiştir. Eldeki bu denklem, bölge, süre ve tahmini m² maliyet (keşif bedeli) bağımsız değişkenleri ile gerçekleşen m² maliyet değişkeni arasındaki ilişkinin doğru orantılı olduğunu ve bu değişkenlerdeki artışın gerçekleşen m² maliyette de artışa yol açacağını işaret etmektedir. Diğer yandan, ihale indirimi bağımsız değişkeni ile gerçekleşen m² maliyet arasında ters orantılı bir ilişki olduğu görülmektedir. İhale indirimindeki artış, diğer bağımsız değişkenlerin etkisi sabit tutulduğunda gerçekleşen m² maliyet değeri üzerinde azalmaya sebep olmaktadır.

Tablo 6'nın β sütununda yer alan kısmi korelasyon katsayıları dikkate alındığında, diğer bağımsız değişkenlerin etkisi sabitken, tahmini m² maliyet değişkeni ile gerçekleşen m² maliyet arasındaki korelasyonun 0,730 olduğu görülmektedir. Gerçekleşen m² maliyet için en önemli parametre tahmini m² maliyet bağımsız değişkenidir.

Seçilen %5 anlamlılık seviyesinde, süre değişkeninin regresyona önemli bir katkısı bulunmamaktadır (Sig.=P=0,137>0,05). Buna karşın, tahmini m² maliyet değişkeninin regresyona önemli katkıda bulunduğu görülmektedir. (Sig.=P=0,0005 <0,05).

Yapımı planlanan herhangi bir sağlık ocağı için, yaklaşık maliyetin belirlenmesinde elde edilen denklemin uygulaması olarak aşağıdaki örnek oluşturulmuştur.

X₁ :Bölge : Ege (Kodu:3)
 X₂ :Süre : 3 yıl
 X₃ :İhale indirimi : %7,50
 X₄ :Tahmini m² maliyet : 320.000.000.-TL. ve
 İnşaat alanı : 680 m² ise,

$$\hat{Y} = -91,796 + 18,297(3) + 18,755(3) - 4,197(7,50) + 1,145(320)$$

$$\hat{Y} = 354,28$$

olarak elde edilmektedir. Bu durumda, örneklenen sağlık ocağının yaklaşık maliyeti %95 olasılıkla, İnşaat alanı x m² Maliyeti = 680 m² x 354.280.000.-TL. = 240.910.400.000.-TL.

olacaktır.

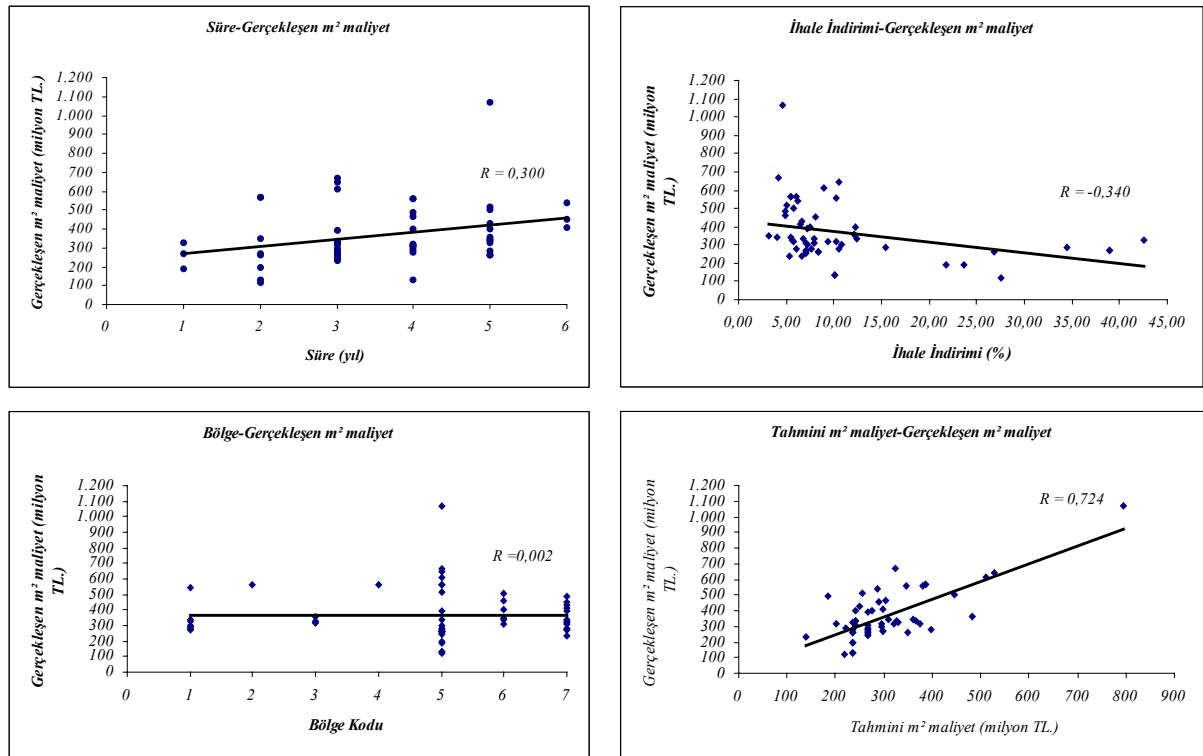
Seçilen 55 adet örneğin çoklu regresyon analizi sonucunda, bağımsız değişken olarak seçilen bölge, süre, ihale indirimi ve tahmini m² maliyet değişkenleri ile bağımlı değişken olan gerçekleşen m² maliyet arasında korelasyon katsayısı 0,811 ve %66 açıklama gücüne sahip, istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Değişkenler arasında bulunduğu tahmin edilen doğrusal ilişkiye ait denklem, X₁: Bölge, X₂: Süre, X₃: İhale indirimi, X₄: Tahmini m² maliyet olmak üzere,

$$\hat{Y} = -91,796 + 18,297X_1 + 18,755X_2 - 4,197X_3 + 1,145X_4$$

olarak hesap edilmiştir.

Bu denklem bölge, süre ve tahmini m² maliyet ile gerçekleşen m² maliyet değişkeni arasındaki ilişkinin doğru orantılı olduğunu, bu değişkenlerdeki artışın gerçekleşen m² maliyette de artışa yol açacağını işaret etmektedir. Diğer yandan, ihale indirimi bağımsız değişkeni ile gerçekleşen m² maliyet arasında ters orantılı bir ilişki olduğu görülmektedir.

Bu çalışma ile yeterli sayıda örnek ve güvenilir maliyet verileri kullanıldığında, planlanan yapım işinin yapılacağı bölge, öngörülen tamamlanma süresi, ihale indirimi ve tahmin edilen maliyet parametreleri kullanılarak maliyet için güçlü bir tahmin yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Doğruluğuna güvenilen bu tip bir tah-



Şekil 2. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenle ilişkisini gösteren serpmeye diyagramları

5. SONUÇ

minin, özellikle kamuya ait yatırımlarda işin başında ödeneğin gerçekçi bir şekilde tespit edilmesi ve bu yolla olası kayıpların önlenmesi sağlanabilecektir.

6. KAYNAKLAR

1. www.igeme.org.tr/tur/arge/inceleme03075.htm.
2. ASHWORTH, A., Cost Studies Of Buildings, Pearson Education, 1998.
3. YAYLAGÜL, N., Bina Yapımında Simülasyon Yaklaşımıyla Maliyet Tahmini, Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994, İstanbul.
4. BÜYÜKÖZTÜRK, Ş., Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Pegem Yayıncılık, Ankara, 2003.
5. AKGÜL, A., ÇEVİK, O., İstatistiksel Analiz Teknikleri "SPSS'te İşletme Yönetimi Uygulamaları", Emek Ofset, Ankara, 2003.
6. KÖKSAL, B.A., İstatistik Analiz Metodları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1985.
7. ÜNVER, Ö., GAMGAM, H., Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Siyasal Kitabevi, Ankara, 1999.
8. SEYYAR, B., Bina Tasarım Sürecinde Bilgisayar Destekli Maliyet Tahmin Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000, İstanbul.
9. KAYNAK, G., Binalarda Biçim, Boyut ve M² Maliyet İlişkisine Dayalı Bir Maliyet Denetim Sistemi, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1988, İstanbul.
10. ÇIRACI, M., Konutlarda Maliyet Tahmini İçin Bir Model, T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Konut Araştırmaları Dizisi 6, Ankara, 1996.
11. JOHNSTON, J., Statistical Cost Analysis, McGraw-Hill Book Company Inc, London, 1960.

Ek 1. Analiz için kullanılan maliyet verileri.

Sıra No	Bölgesi	Bölge Kodu	Başlangıç	Bitiş	Keşif Bedeli	m ²	Süre (Yıl)	İndirimi %	Keşif Bedeli / 2003	İhale bedeli / 2003	Toplam Maliyet / 2003	x Milyon TL.	
												Tahmini m ² maliyet / Keşif bedeli	Gerçekleşen m ² maliyet
1	Akdeniz	1	1995	2000	6.000.000.000	680,00	5	4,10	245.880.000.000	235.798.920.000	232.266.962.508	361,59	341,57
2	Akdeniz	1	1995	1999	6.600.000.000	680,00	4	6,00	270.468.000.000	254.239.920.000	187.175.015.350	397,75	275,26
3	Akdeniz	1	1995	2001	5.350.000.000	766,00	6	6,19	219.243.000.000	205.671.858.300	414.430.317.410	286,22	541,03
4	Akdeniz	1	1993	1996	1.350.000.000	556,00	3	8,00	203.161.500.000	186.908.580.000	184.442.579.310	365,40	331,73
5	Akdeniz	1	1995	1998	6.500.000.000	900,00	3	10,75	266.370.000.000	237.735.225.000	270.946.139.760	295,97	301,05
6	Akdeniz	1	1996	2000	11.000.000.000	1.125,00	4	15,50	249.810.000.000	211.089.450.000	325.865.738.884	222,05	289,66
7	Akdeniz	1	1995	2000	6.500.000.000	1.125,00	5	10,50	266.370.000.000	238.401.150.000	315.956.373.121	236,77	280,85
8	Doğu Anadolu	2	1997	2001	19.000.000.000	642,00	4	10,20	221.730.000.000	199.113.540.000	359.442.820.017	345,37	559,88
9	Ege	3	1993	1997	2.234.834.180	900,00	4	10,20	336.320.195.748	302.015.535.782	286.346.323.426	373,69	318,16
10	Ege	3	1994	1999	3.870.000.000	723,00	5	12,05	348.919.200.000	306.874.436.400	259.022.627.773	482,60	358,26
11	Ege	3	1993	1998	1.410.000.000	900,00	5	5,60	212.190.900.000	200.308.209.600	294.715.236.305	235,77	327,46
12	Ege	3	1995	1998	7.040.000.000	900,00	3	9,40	288.499.200.000	261.380.275.200	285.517.770.289	320,55	317,24
13	G.Doğu Anadolu	4	1994	1998	3.800.000.000	900,36	4	6,10	342.608.000.000	321.708.912.000	504.780.358.297	380,52	560,64
14	İç Anadolu	5	1993	1996	1.400.000.000	399,23	3	10,50	210.686.000.000	188.563.970.000	257.160.071.642	527,73	644,14
15	İç Anadolu	5	1993	1996	1.400.000.000	411,45	3	9,00	210.686.000.000	191.724.260.000	250.765.654.543	512,06	609,47
16	İç Anadolu	5	1995	2000	4.706.000.000	242,95	5	4,59	192.851.880.000	183.999.978.708	258.900.692.880	793,79	1.065,65
17	İç Anadolu	5	1995	1999	6.500.000.000	1.125,45	4	10,15	266.370.000.000	239.333.445.000	147.908.256.398	236,68	131,42
18	İç Anadolu	5	1995	2000	6.500.000.000	1.125,45	5	8,30	266.370.000.000	244.261.290.000	293.862.791.589	236,68	261,11

Ek 1. Analiz için kullanılan maliyet verileri. (Devam)

19	İç Anadolu	5	1993	1996	1.150.000.000	535,00	3	4,15	173.063.500.000	165.881.364.750	357.237.951.544	323,48	667,73
20	İç Anadolu	5	1996	1998	11.500.000.000	675,27	2	5,55	261.165.000.000	246.670.342.500	381.138.420.352	386,76	564,42
21	İç Anadolu	5	1996	2001	10.500.000.000	984,20	5	5,45	238.455.000.000	225.459.202.500	334.048.034.176	242,28	339,41
22	İç Anadolu	5	1993	1997	1.245.000.000	700,00	4	7,15	187.360.050.000	173.963.806.425	211.984.754.380	267,66	302,84
23	İç Anadolu	5	1995	1997	6.000.000.000	1.132,00	2	27,60	245.880.000.000	178.017.120.000	134.914.901.250	217,21	119,18
24	İç Anadolu	5	1995	1997	6.500.000.000	764,00	2	26,80	266.370.000.000	194.982.840.000	202.419.505.050	348,65	264,95
25	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	7,00	187.360.050.000	174.244.846.500	190.929.498.060	267,66	272,76
26	İç Anadolu	5	1995	1996	6.500.000.000	1.132,00	1	23,60	266.370.000.000	203.506.680.000	216.484.199.160	235,31	191,24
27	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	7,20	187.360.050.000	173.870.126.400	275.258.051.300	267,66	393,23
28	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	7,60	187.360.050.000	173.120.686.200	193.752.134.810	267,66	276,79
29	İç Anadolu	5	1995	1997	6.500.000.000	1.132,00	2	21,75	266.370.000.000	208.434.525.000	219.457.866.210	235,31	193,87
30	İç Anadolu	5	1995	1997	6.500.000.000	1.125,00	2	10,15	266.370.000.000	239.333.445.000	147.908.256.398	236,77	131,47
31	İç Anadolu	5	1995	2000	6.500.000.000	1.125,00	5	8,30	266.370.000.000	244.261.290.000	293.862.791.747	236,77	261,21
32	İç Anadolu	5	1996	1998	11.500.000.000	675,27	2	5,55	261.165.000.000	246.670.342.500	381.138.420.352	386,76	564,42
33	İç Anadolu	5	1993	1998	1.150.000.000	675,27	5	5,05	173.063.500.000	164.323.793.250	347.275.100.380	256,29	514,28
34	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	7,00	187.360.050.000	174.244.846.500	185.023.748.670	267,66	264,32
35	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	6,70	187.360.050.000	174.806.926.650	169.068.320.918	267,66	241,53
36	İç Anadolu	5	1993	1996	1.245.000.000	700,00	3	7,00	187.360.050.000	174.244.846.500	176.619.367.640	267,66	252,31
37	Karadeniz	6	1995	1998	6.000.000.000	750,00	3	12,37	245.880.000.000	215.464.644.000	250.906.551.753	327,84	394,54
38	Karadeniz	6	1996	1998	10.500.000.000	770,00	2	3,20	238.455.000.000	250.824.440.000	266.438.832.286	309,68	346,02

Ek 1. Analiz için kullanılan maliyet verileri. (Devam)

39	Karadeniz	6	1993	1997	1.360.000.000	675,00	4	4,95	204.666.400.000	194.535.413.200	311.783.109.657	303,21	461,90
40	Karadeniz	6	1996	2000	10.500.000.000	984,00	4	8,00	238.455.000.000	219.378.600.000	304.967.938.530	242,33	309,93
41	Karadeniz	6	1996	2000	10.500.000.000	984,00	4	7,55	238.455.000.000	220.451.647.500	393.750.731.895	242,33	400,15
42	Karadeniz	6	1993	1998	2.000.000.000	675,00	5	5,70	300.980.000.000	283.824.140.000	338.735.280.481	445,90	501,83
43	Marmara	7	1995	2000	5.200.000.000	775,00	5	12,25	213.096.000.000	186.991.740.000	308.082.624.685	274,96	397,53
44	Marmara	7	1995	2000	6.000.000.000	980,00	5	6,60	245.880.000.000	229.651.920.000	421.785.628.664	250,90	430,39
45	Marmara	7	1995	1999	6.500.000.000	900,00	4	7,00	266.370.000.000	247.724.100.000	281.098.385.353	295,97	312,33
46	Marmara	7	1997	1998	20.000.000.000	785,90	1	38,99	233.400.000.000	142.397.340.000	212.077.680.645	296,98	269,85
47	Marmara	7	1997	1998	19.000.000.000	675,00	1	42,50	221.730.000.000	127.494.750.000	220.699.860.750	328,49	326,96
48	Marmara	7	1995	2001	5.650.000.000	800,00	6	8,05	231.537.000.000	212.898.271.500	362.494.742.286	289,42	453,12
49	Marmara	7	1993	1997	985.000.000	800,00	4	4,91	148.232.650.000	140.954.426.885	390.710.539.622	185,29	488,39
50	Marmara	7	1995	1998	6.000.000.000	1.017,00	3	6,80	245.880.000.000	229.160.160.000	342.740.769.227	241,77	337,01
51	Marmara	7	1993	1996	1.397.000.000	785,90	3	34,50	210.234.530.000	137.703.617.150	223.211.009.242	267,51	284,02
52	Marmara	7	1997	1999	20.000.000.000	785,90	2	38,99	233.400.000.000	142.397.340.000	210.860.880.645	296,98	266,30
53	Marmara	7	1995	2001	6.000.000.000	828,00	6	6,50	245.880.000.000	229.897.800.000	339.227.164.200	296,96	409,69
54	Marmara	7	1993	1996	1.250.000.000	1.360,00	3	5,30	188.112.500.000	178.142.537.500	320.760.460.764	138,32	235,85
55	Marmara	7	1993	1996	1.500.000.000	1.125,00	3	5,70	225.735.000.000	212.868.105.000	359.831.382.287	200,65	319,85

