

EĞİTİM YAPILARINDA BETON, KALIP VE DEMİR MALİYETLERİ İLE YAPI TOPLAM MALİYETİ İLİŞKİSİ

Metin GÜLERCE, Abdulkerim İLGÜN
Selçuk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 42031 Konya
aki@selcuk.edu.tr, gulerce@selcuk.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi:

ÖZET: Proje yönetimi son yıllarda önemli bir olgu haline gelmiştir. Bu olgu özellikle inşaat firmaları açısından çok daha önemlidir. Bu çalışmada proje yöneticisinin veya maliyet tahmini yapan birimin işini kolaylaştırmak ve zamandan kazandırmak için ayrı ayrı beton, kalıp ve demir maliyetlerinden yola çıkarak toplam maliyet tahmin edilmeye çalışılmış ve bu aşamada regresyon yöntemi kullanılmıştır.

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

The Relation Between Concrete, Formwork and Reinforcement Cost With Total Cost of The Educational Buildings

ABSTRACT: Project management concept is becoming a current issue in recent years. Especially the construction firms show great interest in project management. 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.

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

GİRİŞ

Maliyetlerin büyüklüğü ve gelişimine ilişkin bilgilerin işletmede, hemen hemen tüm karar süreçlerinde merkezi bir önemi bulunmakta ve bu bağlamda maliyetlerin hesabı, işletme ve işletme yönetiminin önemli bir bilgi aracı olmaktadır (Uysal, 2002).

Günümüzde konut alanında faaliyet gösteren inşaat firmaları küçük sermayeli oldukları için maliyet ve maliyet tahminleri konusunda yeterli bilgi ve organizasyona sahip değildir. Buna bağlı olarak mevcut kaynaklarını ne zaman, nasıl ve ne kadar kullanacaklarını da bilmemektedirler (Kanıt, 2005).

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 yaptıkları için, imalat safhasında önemli sorunlar çıkmamaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında inşaat sektöründe maliyet tahmininin önemli bir konu olduğu görülmektedir (Kanıt, 2005).

Bu çalışmada; ihale edilmiş ve gerçekleştirilmiş kamuya ait eğitim yapıları ile ilgili veriler 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.

MATERYAL VE METOT

Materyal

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

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

Metot

Regresyon Analizi Yöntemi

Birçok mühendislik probleminde rasgele değişkenin aynı gözlem sırasında aldığı 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 (Bayazıt, Oğuz 1994). Ancak söz konusu ilişkiler fonksiyonel nitelikte değildir. Yani değişkenlerden biri belli bir değer aldığı diğerinin her zaman aynı değeri alacağı söylenemez. Söz konusu ilişkide göz önüne alınmayan diğer değişkenlerin etkisiyle bu değer çeşitli gözlemlerde az çok farklı olabilir (Bayazıt, Oğuz 1994). 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 gerçek değerden olan farkının da belli bir olasılıkla hangi sınırlar içerisinde kalacağı söylenebilir (Bayazıt, Oğuz 1994).

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 (Bayazıt, Oğuz 1994).

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 (Bayazıt, Oğuz 1994).

Çalışmanın materyal bölümünde açıklandığı gibi Konya Bayındırlık İl Müdürlüğü arşivinden elde edilen değerler Ekler bölümünde Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir. Bu bölümde arşivden elde edilen her binaya ait kesin hakediş dosyalarında bulunan verilerden faydalanılmıştır. Bu verilerden yola çıkılarak bir yapıda kullanılan m³ cinsinden beton, m² 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 ödenen toplam hakediş miktarının karne katsayılarıyla çarpılmasıyla da toplam maliyetlerin günümüz yaklaşık değerleri elde edilecektir. Bu değerler kullanılarak eğitim yapılarında maliyet tahmini yapılmaya çalışılacaktır. Oluşturulmaya çalışılan modelde her bir bağımsız değişken için bir regresyon denklemi oluşturulacaktır. Tahmin sırasında Microsoft Excel programı kullanılmıştır. 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 m² 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.

Eğitim Yapıları Maliyet Modellemesi

Toplam keşif bedeli ile beton, demir ve kalıp maliyetleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablo ve grafikler aşağıda verilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Tablo 1. Beton maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti arasındaki ilişki.
Table 1. Relation between concrete cost, cumulative cost and calculation cost.

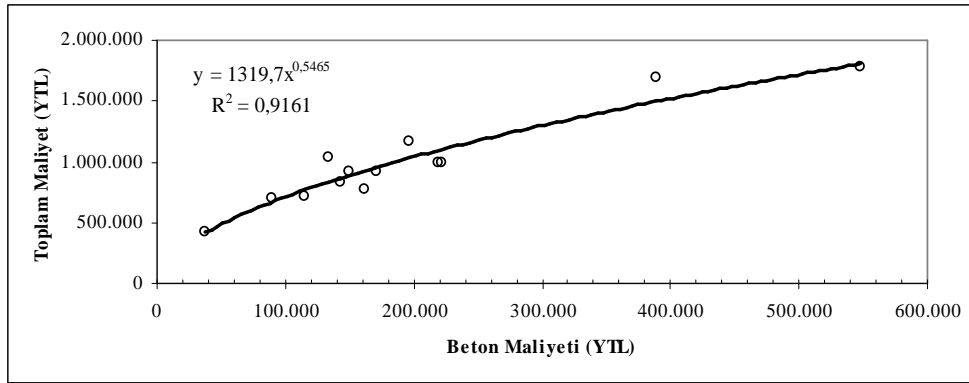
BİNA ADI	Alanı (m ²)	Beton Maliyeti (Ytl)	m ² Beton Maliyeti (Ytl)	Toplam Maliyet (Ytl)	Hesap Maliyeti (Ytl)	Hata Payı (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,38	37.539,77	26,55	420.458,21	417.287,05	-0,75
İÇERİ ÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	89.769,75	46,14	699.597,48	671.986,83	-3,95
AKŞEHİR KIZ 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

Tablo 2. Kalıp maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi.
Table 2. Relation between formwork cost, cumulative cost and calculation cost.

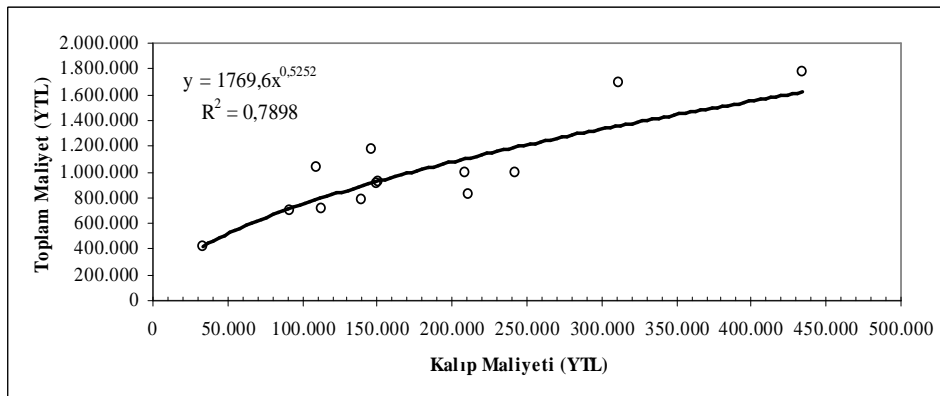
BİNA ADI	Alanı (m ²)	Kalıp Maliyeti (Ytl)	m ² Kalıp Maliyeti (Ytl)	Toplam Maliyet (Ytl)	Hesap Maliyeti (Ytl)	Hata Payı (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,84	33.352,13	23,59	420.458,21	420.164,74	-0,07
İÇERİ ÇUMRA KIZ MESLEK LİSESİ	1.945,45	91.600,87	47,08	699.597,48	714.273,91	2,10
KARAPINAR 200 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

Tablo 3. Demir maliyeti, toplam maliyet, hesap maliyeti ilişkisi.
Table 3. Relation between reinforcement cost, cumulative cost and calculation cost.

BİNA ADI	Alanı (m ²)	Demir Maliyeti (Ytl)	m ² Demir Maliyeti (Ytl)	Toplam Maliyet (Ytl)	Hesap Maliyeti (Ytl)	Hata Payı (%)
KONYA ATATÜRK LİSESİ EK BİNASI	1.413,84	40.721,47	28,80	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

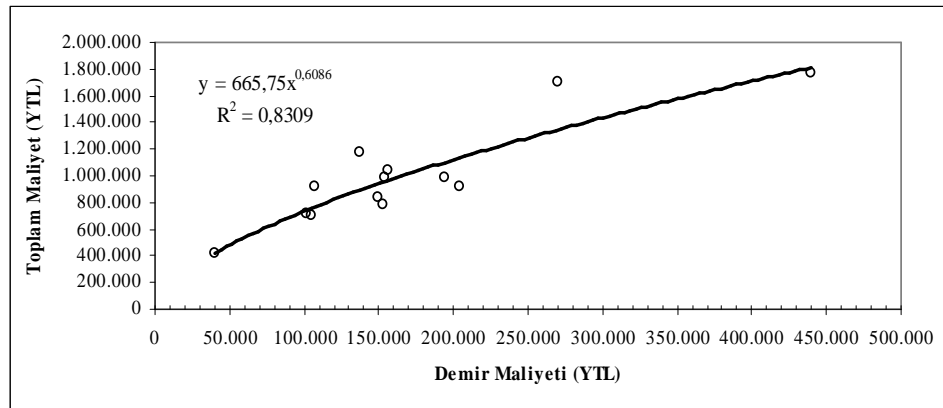


Şekil 1. Beton maliyeti toplam maliyet ilişkisi.
Figure 1. Relation between concrete cost and cumulative cost.



Şekil 2. Kalıp maliyeti toplam maliyet ilişkisi.

Figure 2. Relation between formwork cost and cumulative cost.



Şekil 3. Demir maliyeti toplam maliyet ilişkisi.

Figure 3. Relation between reinforcement cost and cumulative cost.

SONUÇLAR

Toplam maliyet ile beton maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 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 sonucuna varılmıştır.

Toplam maliyet ile kalıp maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 2) determinasyon katsayısının $R^2 = 0,789$ olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle kalıp maliyeti arasındaki açıklama gücünün yaklaşık % 79 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 $R = 0,888$ gibi +1'e yakın bir sayı olduğu için yine iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Toplam maliyet ile demir maliyeti arasındaki ilişkide (Şekil 3) determinasyon katsayısının $R^2 = 0,830$ olduğu görülmektedir. Bu değer toplam maliyetle demir maliyeti 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.

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı gibi, bir inşaata ait herhangi bir beton, demir ya da kalıp maliyeti verisinden yola çıkılarak o inşaatın toplam maliyetin (toplam keşif bedelinin) yaklaşık olarak o yıla ait birim fiyatlara göre hesaplanması mümkün olmaktadır. Bu üç poz kıyaslandığında ise, en yaklaşık sonucun herhangi bir binaya ait harcanabilecek beton miktarından yola çıkılarak hesaplanan yaklaşık beton bedelinin, yukarıda elde edilen grafiğin denkleminde yerine konularak, o binanın maliyetinin diğer pozlara oranla daha yaklaşık olarak hesaplanabileceği görülmüştür. Ayrıca hata paylarına da bakıldığı zaman da beton maliyetinden yola çıkılarak yapılan hesap sonucu elde edilen maksimum hata payının diğerlerine oranla daha az olduğu görülür. Dolayısıyla demir ve kalıp gibi pozlara oranla bu durum, beton maliyetinden hesap yapmanın daha yaklaşık sonuç vereceğini ortaya koyar.

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.

KAYNAKLAR

- Bayazıt, M., Oğuz, B., (1994), "Mühendisler İçin İstatistik", Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Gülerce, M., (2007), "Eğitim ve Sağlık Yapılarında Regresyon Analizi ile Maliyet Modellemesi" Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Kanıt, R., (2005), "İnşaat Sektöründe İş Almanın Yönetimi", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Konya Bayındırlık İl Müdürlüğü Arşivleri.
- Uysal, O., (2002), "Konut Yapılarında Regresyon Yöntemine Göre Maliyet Denetimi", Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi Yapı Eğitimi Bölümü, Doktora Tezi.

EKLER

Hesaplarda kullanılan değerler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 4. Karne katsayıları.

Table 4. Coefficients.

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

Tablo 5. Eğitim yapılarında kullanılan değerler.

Table 5. Values used for education buildings.

BİNA ADI	BETON MİKTARI (m ³)	KALIP MİKTARI (m ²)	DEMİR MİKTARI (ton)	TOPLAM MALİYET (TL)	HAKEDİŞ YILI	TOPLAM ALANI (m ²)
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 ÖĐR. 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