

## ANKARA'DA HAZIR BETON İLE ŞANTİYEDE ÜRETİLEN BETONUN MALİYET YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Kaan EKERMEN

İnş.Y.Müh.

Ankara

Asım YEĞİNOBALI

ODTÜ

Ankara

Ekrem YEŞİLADA

ODTÜ

Ankara

### ÖZET

Ülkemizde 1976 yılından itibaren başlayan inşaat işlerinde hazır beton kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Ancak ülkedeki çimento tüketimi içindeki payı ve gelişmiş ülkelerdeki durum itibara alındığında kullanım düzeyi henüz çok düşüktür. Bina maliyeti içinde beton maliyeti önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle hazır beton şantiyede üretilen betonla fiyat yönünden de rekabet edebilmelidir. Bu çalışmada Ankara'nın değişik bölgelerindeki binalarda, farklı kotlarda, çeşitli elemanlarda kullanılan BS 16 hazır betonu ile şantiyede üretilen BS 16 betonunun gözlem ve ölçümlerle analizlere dayalı birim maliyetleri karşılaştırılmıştır. Hazır beton ancak üretim tesislerine yakın olan mesafelerde ve yüksek katlarda daha ekonomik olmaktadır.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. ANKARA'DA VE ÜLKEDE HAZIR BETON

Ülkemizde hazır beton ilk defa Ankara'da 1976 yılında üretilerek inşaat sektörüne tanıtılmıştır. İlk yıl 60 000 m<sup>3</sup> olan hazır beton üretimi için 19500 ton çimento harcanmış olup bu da ülkedeki toplam çimento tüketiminin %0.2 sini oluşturmuştur. Ankara'da 1985 yılından itibaren diğer firmaların da sektöre katılmaları ile hazır beton üretimi artmış ve 1991 yılında 921 000 m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır (1). İsim vermeden, harflerle belirtilen bu firmaların yıllar itibarı ile üretimleri Tablo 1'de, tükettikleri çimento miktarları ise Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu rakamlara göre Ankara'daki hazır beton sektörü 1991 yılında Ankara bölgesinde tüketilen çimentonun yaklaşık %20 sini, o yıl Türkiye'de tüketilen toplam 24 milyon ton çimentonun da %1 den biraz fazlasını kullanmıştır. Son yıllarda ülke genelinde hızlı bir gelişme gösteren hazır beton sektörünün toplam çimento tüketimi içindeki payı 1993 yılında %10 miktarını geçmiş bulunmaktadır (2). Ancak, çimento tüketiminde Avrupa ülkeleri arasında %12.4 gibi önemli bir paya sahip olan Türkiye'nin hazır beton üretimindeki payı ise henüz %2 civarındadır (3).

### 1.2. BİNA VE BETON MALİYETLERİ

Bir yapıda imalat birim fiyatları ( $B_i$ ), imalat miktarları ( $Q_i$ ) ile gösterilirse yapıyı oluşturan imalat kalemleri ( $B_i Q_i$ ) ile yapının toplam maliyeti ( $M$ ) arasındaki ilişki

$$M = \sum_{i=1}^n B_i Q_i$$

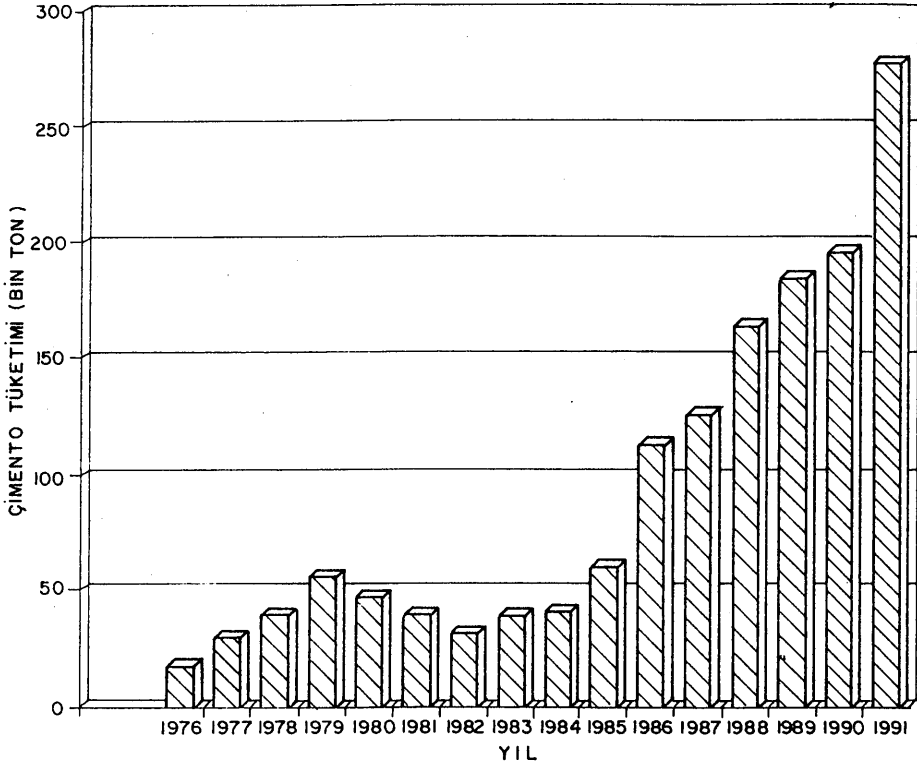
olarak ifade edilebilir. İmalat kalemlerini de bileşenleri cinsinden yazmak mümkündür. Örneğin ( $B_3 Q_3$ ) betonarme imalât kalemi ise

$$B_3 Q_3 = B_{31} Q_{31} + B_{32} Q_{32} + B_{33} Q_{33}$$

Tablo 1. Ankara'daki Hazır Beton Firmalarının Yıllık Üretimleri (m<sup>3</sup>)

Firmalar	A	B	C	D	E	F
1976	60000					
1977	100000					
1978	132000					
1979	188000					
1980	155000					
1981	129000					
1982	101000					
1983	126000					
1984	134000					
1985	152000	50000				
1986	227000	150000				
1987	199000	222000				
1988	162000	240000	81000	30000	22000	10000
1989	160000	200000	150000	42000	32000	30000
1990	95000	190000	210000	50000	54000	50000
1991	161000	300000	250000	60000	80000	70000

ifadesinde ( $B_{31}Q_{31}$ ) kalıp, ( $B_{32}Q_{32}$ ) beton ve ( $B_{33}Q_{33}$ ) de çelik donatı maliyetleridir. Geleneksel ahşap kalıp kullanıldığı takdirde toplam betonarme imalat maliyeti içinde kalıp, beton ve donatı payları sırası ile %38, %30 ve %32 civarındadır. Endüstriyel kalıplarda kalıp oranı %28'e düşmektedir. Bir binada betonarme imalat kaleminin toplam maliyetin yaklaşık yarısı olduğu ve diğer bazı kalemlerde de beton kullanıldığı düşünülürse toplam bina maliyeti içinde beton maliyetinin önemi anlaşılabilir olur (4).



Şekil 1. Ankara Hazır Beton Endüstrisi Tarafından Çimento Tüketiminin Yıllara Göre Dağılımı

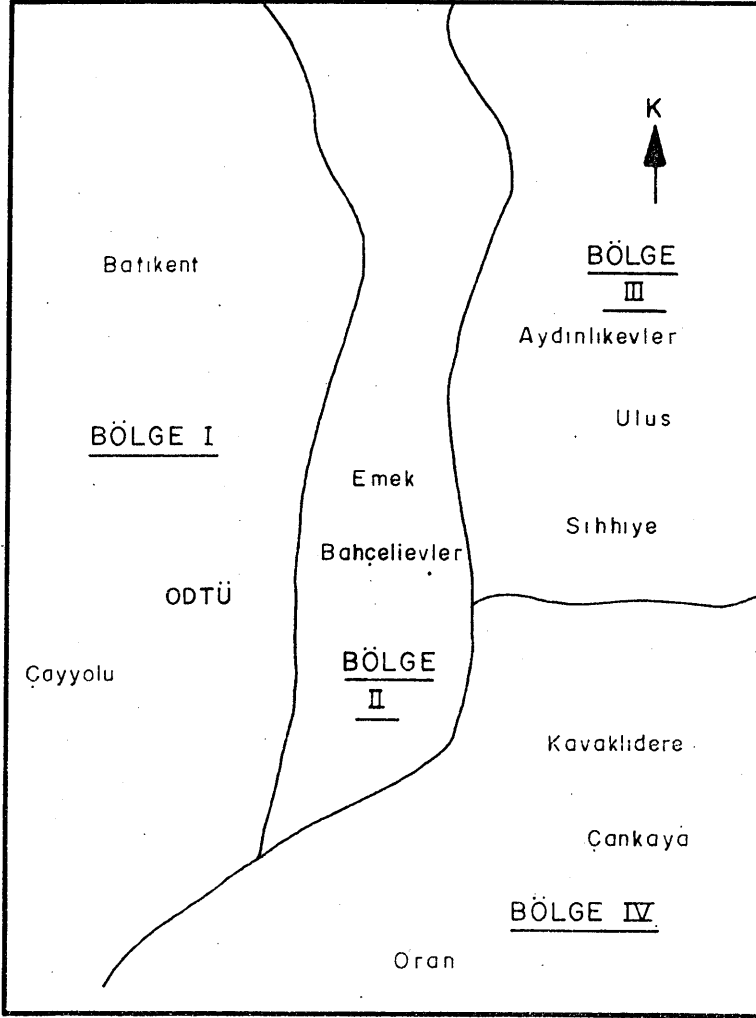
### 1.3. ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI

Bu araştırmanın amacı Ankara'da hazır beton sektörünün durumunu belirlemek ve şehrin değişik bölgelerindeki binaların değişik katlarında bulunan çeşitli yapı elemanlarına dökülen hazır beton ile şantiyede üretilmiş betonun birim maliyetlerini hesaplayarak karşılaştırmak olmuştur. Çalışmada sektörün 1991 yılındaki durumu itibara alınmış, gözlem ve ölçümlerle Bayındırlık ve İskan Bakanlığı rayiç ve analizlerine bağlı olarak hesaplanan birim maliyetler 1994 rayiçlerine çevrilmiştir.

## 2. ANKARA'DA BETON FİYATLARININ HESAPLANMASI

### 2.1. ANKARA'DA HAZIR BETON FİRMALARI VE FİYAT BÖLGELERİ

Ankara'da üretim yapan hazır beton firmaları ile ilgili bazı bilgiler Tablo 2'de sunulmaktadır. Üretim tesisleri, personel ve teçhizat, günlük sefer sayıları, taşıma süreleri ve pazar payları gibi hususları içeren bu bilgiler 1991 yılında yapılan bir ankete firmalarca verilen cevapların değerlendirilmesi sonucu elde edilmiştir (1).



Şekil. 2. Ankara'da Hazır Beton Fiyat Bölgeleri

Tablo 2. Ankara Hazır Beton Firmalarına Ait Bilgiler (1)

Hazır Beton Firması	Kuruluş Tarihi	Personel Sayısı	Beton Santrali	Transmikser Sayısı			Yıllık Üretim	Ankara Pazar Payı (%)
				Santralde	Kuru	Toplam		
B	1985	130	i) Elmadag 1985 120 m <sup>3</sup> /s (NACE) ii) İst. yolu 1987 100 m <sup>3</sup> /s (KABAG) iii) 1991 120 m <sup>3</sup> /s (NACE)	37	15	52	300000	32.6
C	1987	115	i) Ank-Samsun yolu, Kayaş ii) Macunköy iii) Etimesgut	44		44	250000	27.1
A	1976	120	Ank-İstanbul yolu 10.km 1976 120 m <sup>3</sup> /s (ARICHE)	27		27	161000	17.5
D	1987	25	Ank-İst. yolu 9.km 1988 60 m <sup>3</sup> /s (ELBA EMC)	8		8	60000	6.5
E	1987	42	Ank-İst. yolu 6.km 1987 60 m <sup>3</sup> /s (ELBA EMC 60)	9		9	80000	8.7
F	1988		i) Batikent 1988 70 m <sup>3</sup> /s (PI MAKINA) ii) Batikent 1988 30 m <sup>3</sup> /s (NACE)	17		17	70000	7.6
G	1991		i) Ank-Esk. yolu 120 m <sup>3</sup> /s ii) Güvercinlik 90 m <sup>3</sup> /s	22		22		

Tablo 2 (Devam). Ankara Hazır Beton Firmalarına Ait Bilgiler (1)

Hazır Beton Firması	Pazar Payı (%) Sınıflaması Bölgeler					Ortalama Sefer Mesafesi (Km) Bölgeler				Ortalama Sefer Süresi (Dk) Bölgeler				Maksimum Saatlik Üretim (m <sup>3</sup> )	Ortalama Günlük Sefer Sayısı Bölgeler			
	I	II	III	IV	Diğer	I	II	III	IV	I	II	III	IV		I	II	III	IV
B	30	25	15	20	10	5-10	10-15	15-20	20-25	45-60	60-90	90-110	110-140	160	4-5	4	3-4	2-3
C	30	30	40	-	-	10	20	25-30	-	30	60	70	-	96	1.5	1.5	2	-
A	5	50	40	5	-	-	10-15	20-25	-	-	30-90	90-110	-	120	-	5	4-5	-
D	40	25	25	10	-	10-15	20	30	>30	45	60	75	90	56	4-6	4	3-4	2-3
E	40	30	20	8	2	5-8	8-15	15-20	20-25	30-80	80-100	100-130	130-150	60	4	4	3	2
F	50	40	-	-	10	0-10	10-13	-	-	-	-	-	-	50	8-10	-	-	2
G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ankara'da hazır beton fiyatları üretim tesislerinden olan mesafeye bağılı olarak belirlenen dört ayrı bölgeye göre değişebilmekte ancak her bölge içinde fiyatlar firmalar arasında sabit kalmaktadır. Şekil 2'de gösterilen fiyat bölgeleri şunlardır :

I. Bölge : Tesislerden uzaklığı 5-10 km arasında değişen semtler (Batıkent, Çayyolu, ODTÜ, .....

II. Bölge : Tesislerden uzaklığı 10-15 km arasında değişen semtler (Bahçelievler, Balgat, Emek, .....

III. Bölge : Tesislerden uzaklığı 15-20 km arasında değişen semtler (Aydınlıkevler, Sıhhiye, Ulus, ....)

IV. Bölge : Tesislerden uzaklığı 20-25 km arasında değişen semtler (Çankaya, Kavaklıdere, .....

## **2.2. ANALİZLER İÇİN GÖZLEM VE ÖLÇÜMLER**

Yapılan araştırmada değişik bölgelerdeki binaların farklı kotlarda bulunan çeşitli elemanları için kullanılacak BS 16 hazır betonu ile şantiyede üretilen BS 16 betonlarının birim fiyatları gözlem ve ölçümlerle analizlere dayalı olarak hesaplanmıştır. Her binada temelde, zeminde ve katlarda olmak üzere duvar, döşeme, kolon ve merdiven gibi elemanlar için ayrı ayrı ölçümler yapılmıştır.

Bilindięi gibi inşaat işlerinde zaman ve verimlilik ölçümlerinde genellikle kronometre ile yapılan zaman ölçümleri yeterli görülmektedir. Sonuçlarda %95 oranında bir güvenilirlik için önerilen ve General Electric gibi firmalarca uygulanan gerekli gözlem sayıları Tablo 3'de gösterilmiştir (4).

Araştırmada dört ayrı fiyat bölgesinin her birisinde dört adet bina inşaatında yukarıda belirtilen yapı elemanları üzerinde üçer veya dörder adet gözlem yapılmış ve bu çalışma bir ay zarfında dört defa tekrarlanmıştır.



Tablo 3. İmalâtı Oluşturan Aktivite Unsurlarına Uygulanacak Gözlem Sayıları (4)

Devre Zamanı (Dakika)	Önerilen Gözlem Sayısı
40 ve daha fazla	3
20 - 40	5
10 - 20	8
5 - 10	10
4 - 5	15
2	20
1	30

### 2.3. BETON BİRİM FİYATI HESAPLAMALARI

#### 2.3.1. BS 16 Hazır Beton

Satın alınan hazır betonun maliyet hesaplarında betonun binadaki çeşitli elamanların kalıplarına taşınmasında pompalama veya kova ve vinçlerle taşıma gibi iki yöntem ayrı ayrı dikkate alınmış, müteahhidin betonu vibratörle sıkıştıracağı ve bakımını yapacağı da düşünülmüştür. Pompalama yönteminde ayrı bir pompalama ücreti söz konusu olmaktadır. Ayrıca şantiyede bu imalât kaleminin gerektirdiği vibratör ve vinç gibi makine ve teçhizatın saatlik kira bedelleri de yine Bayındırlık ve İskân Bakanlığının rayiç ve analizleri kullanılarak hesaplara katılmıştır. BS 16 hazır betonunun  $m^3$  maliyetleri pompa ile dökülmesi halinde Tablo 4'de, kova ve vinçle taşınması halinde ise Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Şantiyede Beton Pompaları ile Dökülen BS 16 Hazır Beton Maliyetleri (TL/m<sup>3</sup>)

Yapı Elemanları	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Yer Seviyesindeki Döşemeler	1.259.411	1.305.641	1.351.871	1.398.100
Kolon ve Merdivenler	1.276.494	1.322.724	1.368.954	1.415.184
Temel Duvarlar	1.262.085	1.308.315	1.354.545	1.400.780
Yer Seviyesi Üzerindeki Döşemeler	1.264.000	1.310.230	1.356.460	1.402.690

Tablo 5. Şantiyede Vinç ve Kova ile Dökülen BS 16 Hazır Beton Maliyetleri (TL/m<sup>3</sup>)

Yapı Elemanları	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Yer Seviyesindeki Döşemeler	1.253.747	1.299.980	1.346.207	1.392.437
Yer Seviyesinin Üzerindeki Döşemeler	1.311.472	1.357.700	1.403.932	1.450.162

### 2.3.2. Şantiyede Üretilen BS 16 Betonu

Şantiyede betoniyerde hazırlanan betonun maliyet hesaplarında betonun çeşitli elemanların kalıplarına el arabası veya basit elektrikle çalışan kovalı vinçler ile taşınıp yerleştirilmesi ve vibratörle sıkıştırılıp bakımının yapılması itibara alınmıştır. Beton için gerekli girdilerin şantiyeye taşınarak depolanması, betoniyer, kovalı vinç ve vibratör gibi makina ve teçhizatın saatlik kira bedelleri de Bayındırlık ve İskan Bakanlığının rayiç ve analizleri kullanılarak hesaplara katılmıştır. Şantiyede üretilen BS 16 betonu için elde edilen m<sup>3</sup> maliyetleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Şantiyede üretilen beton ile hazır betonun birim maliyetlerini oluşturan bileşenlerin bir kıyaslaması Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 6. Şantiyede Hazırlanan BS 16 Betonu Maliyetleri (TL/m<sup>3</sup>)

	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Temel	1.200.778	1.224.980	1.239.504	1.254.029
Yer Seviyesindeki Döşemeler	1.220.116	1.234.640	1.249.164	1.263.689
1. Kat	1.270.520	1.285.044	1.299.569	1.314.093
2. Kat	1.275.971	1.290.495	1.305.020	1.315.544
3. Kat	1.281.519	1.296.044	1.310.568	1.325.093
4. Kat	1.287.063	1.301.587	1.316.111	1.330.636
5. Kat	1.292.387	1.306.911	1.321.436	1.335.960
6. Kat	1.297.930	1.312.454	1.326.979	1.341.503

Tablo 7. Betonun Maliyet Bileşenleri Kıyaslaması (1)

Maliyet Bileşeni	Şantiyede Üretim Maliyeti	Hazır Beton Maliyeti
Malzeme	Çimento, Agregası, Su, Katkı Maddeleri	Beton Hazır Olarak Sağlanır
Tesis, Makina, Teçhizat	Depolama Yükleme Karıştırma Aktarma ve taşıma Dökme Yakıt Bakım	Yok Yok Yok Yok Yok Yok Bakım
İşçilik	Depolama Yükleme Karıştırma Aktarma ve taşıma Dökme	Yok Yok Yok Yok Dökme
Şantiye İşleri	Beton üretim makina ve teçhizatının şantiyeye taşınması Şantiye işleri organizasyonu	Yok Yok

### 3. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Şantiyede üretilen beton ile hazır beton maliyetlerinin binanın bulunduğu bölgeye ve yapı elemanının türü ile binadaki yerine bağlı olarak karşılaştırılabilmesi amacı ile bir dizi maliyet katsayısı belirlenmiştir. Örneğin, I. bölgede şantiyede üretilip temellere dökülen betonun maliyet katsayısı birim alınarak ve Tablo 4 ile Tablo 6'daki maliyet değerleri kullanılarak Tablo 8 ile Tablo 9'daki katsayılar hesaplanmıştır. Şekil 3 de de bölgelere ve katlara bağlı olarak hangi tür betonun daha ekonomik olduğu belirtilmiştir.

Bu sonuçlara göre Ankara'da hazır beton sektörünün BS 16 betonu için saptadığı birim fiyatlar, pompaj fiyatları ile birlikte sadece I. bölgede ve II. bölgenin 6. katlarında

daha ekonomik olmaktadır. Diğer bölgelerde ve bütün katlar için şantiyede üretilen betonun kullanılması daha uygun görünmektedir. Ancak, hazır beton kullanımının fiyat analizlerine tamamen yansımayan avantajlarını da unutmamak gerekir. Bunlar arasında gerek malzemede gerekse üretilen betonda daha etkin kalite kontrolünün mümkün olması ve şantiyede beton malzemesi depolanması, betoniyer kullanılması gibi hususlara ihtiyaç kalmaması sayılabilir. Gene de hazır beton fiyatlarının şantiye betonu ile rekabet edebilecek düzeyde kalması sektörün gelişmesi için önemlidir.

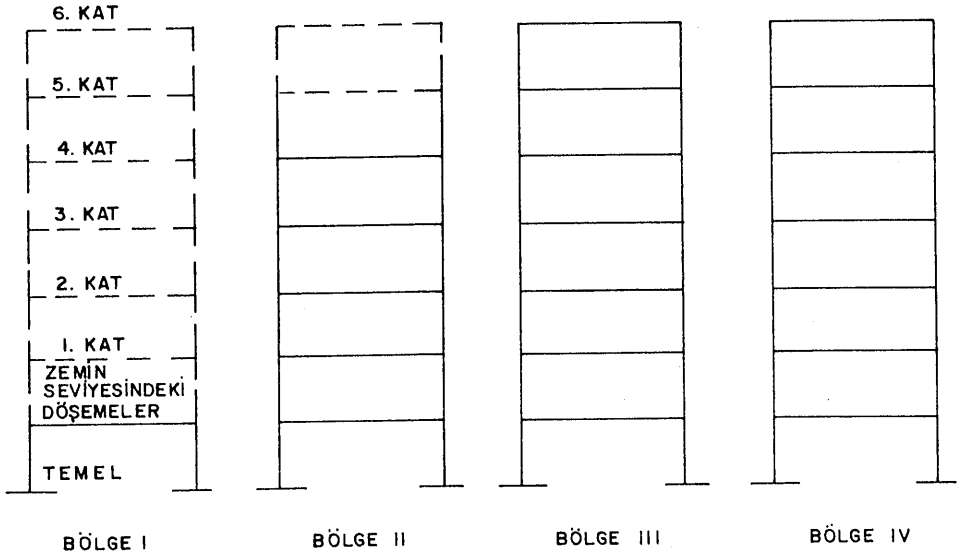
Şantiyede üretilen betonun toplam fiyatında malzeme %79, işçilik %16 ve betoniyer, vibratör, basit vinç gibi teçhizatın masrafları %5 civarında yer tutmaktadır (5). Hazır beton kullanıldığında ise beton satın alma fiyatı ile pompaj fiyatı toplam fiyatın %98'i dir. Şantiyede yapılan betonu sıkıştırma vb. diğer işlemlerin %2 gibi çok küçük bir payı vardır.

Tablo 8. Şantiyede Üretilen Beton İçin Maliyet Katsayıları (1).

Yapı Elemanları	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Temeller	1	1.020	1.032	1.044
Yer Seviyesindeki Döşeme	1.016	1.028	1.040	1.052
1. Kat	1.058	1.070	1.082	1.094
2. Kat	1.062	1.075	1.087	1.100
3. Kat	1.067	1.079	1.091	1.104
4. Kat	1.072	1.084	1.096	1.108
5. Kat	1.076	1.089	1.100	1.113
6. Kat	1.081	1.093	1.105	1.117

Tablo 9. Hazır Beton İçin Maliyet Katsayıları (1).

Yapı Elemanları	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV
Yer Seviyesindeki Döşemeler ve Geniş Pabuç Temeller	1.049	1.087	1.126	1.164
Temel Duvarlar	1.051	1.089	1.128	1.166
Kolon ve Merdivenler	1.063	1.100	1.140	1.178
Yer Seviyesinin Üzerindeki Döşemeler	1.053	1.090	1.130	1.168



———— Şantiyede Üretilen beton daha ekonomik (vinç)

- - - - Hazır beton daha ekonomik (pompa)

Şekil 3. Şantiyede Üretilen Beton ile Hazır Betonun Ekonomik Karşılaştırılması

Görüldüğü gibi hazır betonun toplam birim maliyetinin hemen tümünü üretici firmanın belirlediği fiyat oluşturmaktadır. Hazır beton sektörünün gelişmiş olduğu ülkelerde bu fiyat tamamen zaman ve verimlilik etüdülerine bağlı olarak belirlenmekte ve betonun tesis çıkışı gerçek fiyatı inşaat sektörü ve meslek kuruluşlarınca bilinmektedir. Beton makül ve garantili bir kâr payı ile satıldığında ekonomik olarak şantiyede üretilen betonla rekabet edebilmektedir. Bu araştırma hazır beton endüstrisi gelişmiş bir ülkede yapılsaydı sonuçların büyük bir olasılıkla tersini almak mümkün olurdu.

Ülkemizde hazır beton sektörü, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, ilgili diğer kamu kuruluşları, meslek kuruluşları ve üniversitelerin işbirliği ile bu konuda bir dizi iş, zaman ve verimlilik etüdülerini içeren araştırmalar yapılması hazır beton gerçek maliyetlerinin bilinmesi yönünden yararlı olacak ve sektörün gelişmesine de katkıda bulunacaktır. Bu çalışmalar sırasında halen kullanılan analizlerin de günün koşullarına göre yeniden düzenlenmesinin yararlı olacağına inanmaktayız.

## KAYNAKLAR

1. Ekermen, K.K., Feasibility of Ready Mixed Concrete in Ankara According to Type of Construction, A Master's Thesis, Supervised by Asım Yeğınobalı, Middle East Technical University, Ankara, 1992.
2. Arnel, C., "Hazır Beton Birliğı 7. Olağan Genel Kurulu Yapıldı", Hazır Beton, sayı 2, Mart-Nisan 1994, s.10-11.
3. Kozikođlu, M. ve Arnel, C., "Türkiye'de Hazır Betona Toplu Bakış", Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 359, Aralık 1994, s.10-14.

4. Kutay, M., A Work Study for Steel Modular Form Panels and Production Cost Control. A Master's Thesis, Supervised by Ekrem Yeşilada, Middle East Technical University, 1990.

5. Şenel, Ö., A Survey on Formwork Systems Applied in Turkey, A Master's Thesis, Supervised by Ekrem Yeşilada, Middle East Technical University, 1983.