

Su Emici Astarlı ve Drenaj Özelliği Bulunan Kalıpların Beton Yüzey Özellikleri Üzerine Etkileri

Metin ARSLAN

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
Yapı Eğitim Bölümü, Ankara-TÜRKİYE*

Geliş Tarihi 13.01.1998

Özet

Bu araştırmada, yüzeyleri astarsız drenaj özelliği bulunmayan ve yüzeyleri su emici astarlı-drenaj özelliği bulunan alternatif kalıplar üretilmiştir. Kalıplara dökülen beton bloklar üzerinde; yüzeyde hava boşluğu, beton test çekici ile yüzey sertliği, yüzeyde kopma direnci, kapiler su emme, sodyum sülfat donatıya dayanıklılık, sürtünme ile aşınma direnci deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; su emici astarlı ve drenaj özelliği bulunan kalıplara dökülen betonların astarsız kalıplara dökülenlerden daha iyi beton yüzey özelliklerine sahip olduğu, su emici astarlı ve drenaj özelliği bulunan kalıplara dökülen betonların verileri arasındaki farklılıkların istatistik açıdan anlamlı olmadığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Beton, Kalıp, Astar.

The Effects of Drainer Formworks With Sucker Lining on The Concrete Surface Properties

Abstract

In this research, the alternative formworks which are without lining and which are with sucker lining-drainer are produced. On the concrete blocks which are casted in formworks; blowhole on the surface, surface hardness with schmidth hammer, pull-out resistance, capillary absorption, sodium-sulfate frost resistance, abrasion resistance experiments are made. As a result; the concretes which are casted on sucker lining and drained formworks has better concrete surface properties than the ones which are casted on formworks without lining. Also it is observed that the differences between the data of concrete that are casted on sucker lining and the data of concrete that are casted on formworks with drainage property, are not significant from the point of view of statistics.

Key Words: Concrete, Formwork, Lining.

Giriş

Betonarme yapı üretim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan kalıp, taze betonu desteklemek, şekil vermek, betonda istenilen yüzey düzgünlüğünü sağlamak gibi temel fonksiyonlara sahiptir (Anthony,1988). Kalıp, bu temel fonksiyonlarının yanı sıra, özellikle brüt (exposed) betonlarda beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan, Ar-

lan (1995) araştırmasında betonarme elemanlarda donatıyı ve betonu dış tesirlerden koruyan beton kabuğun, betonarme elemanın dayanıklılığı üzerinde önemli bir etkinliğe sahip olduğunu belirtmektedir. Owens (1988), beton karışım suyunun ister agrega tarafından absorbe edilmiş isterse serbest olsun, betonarme elemanın servis ömrü üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu açıklamaktadır. Bu nedenle, beton dökümü sürecinde betonun su/çimento

oranını azaltacak kalıp yüzeylerinin kullanımı ile beton kabuğunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilebileceği düşünülmektedir. Bu araştırmanın amacı; su emici astarlı ve drenaj özelliği olan kalıp yüzeylerinin beton yüzey özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır.

Materyal ve Metod

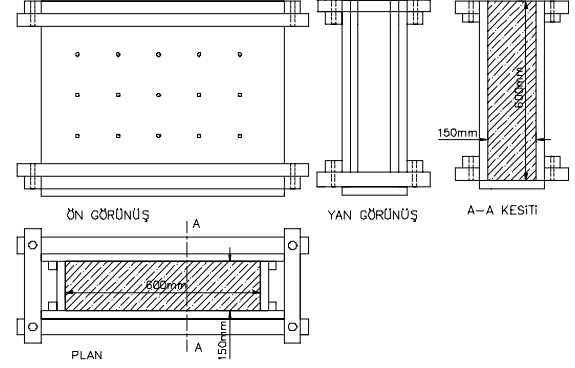
Materyaller

Bu çalışmada; beton agregası olarak kırma taş ve kırma kum, çimento olarak PÇ 42,5, kalıp malzemesi olarak ortalama birim hacim ağırlığı $\delta=0,397 \text{ gr/cm}^3$ ve yıllık halka genişliği $d=5,69 \text{ mm}$ olan karakavak kerestesi (Arslan,1994), su emici kalıp yüzey astarı olarak ağırlığı 500 gr/m^2 , çekme direnci 1260 N , kopma uzaması $\% 56$, delinme dayanımı: 915 N olan (F613) jeotekstil (ASTM-D4632-91,1991) kullanılmıştır.

Kalıp örnekleri

Şekil 1'de planı verilen beton blok kalıplarından 5 adet üretilerek 4 adedinin yan yüzeylerinde drenaj deliği ve drenaj kanalları açılmıştır. Drenaj delik-

leri, 10 mm aralıklarla 4 mm çapında açılmıştır. Drenaj kanalları; kalıbın beton dökülen yüzeyinde, drenaj deliklerini birbirine bağlayacak şekilde 4 mm derinlik ve 4 mm genişliğinde yatay,yatay-düşey ve çapraz konumlarda açılmıştır (Tablo 1). Ayrıca, bu dört kalıbın yüzeyleri kalıp yüzey astarı(jeotekstil) ile kaplanmıştır.



Şekil 1. Beton blok kalıp planı

Tablo 1. Kalıp yüzeylerinin astar ve yüzey işlemlerinin dağılımı

Beton blok kalıbının			Beton blok kalıbının		
Astar kodu ve adı	Kodu ve yüzey işlemi türü	Kalıp yüzeyi görünüşü	Astar kodu ve adı	Kodu ve yüzey işlemi türü	Kalıp yüzeyi görünüşü
1 Astarsız	1 Drenajsız				
2 Jeotekstil (F613)	2 Drenaj delikli		2 Jeotekstil (F613)	4 Drenaj delikli yatay-düşey kanallı	
2 Jeotekstil (F613)	3 Drenaj delikli yatay kanallı		2 Jeotekstil (F613)	5 Drenaj delikli Çapraz kanallı	

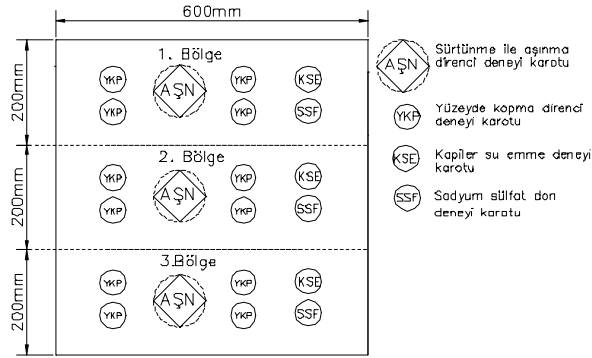
Beton karışımının hazırlanması, yerleştirilmesi ve kürü

Beton karışımı, kırma taş, kırma kum, PÇ 42,5 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Karışımında; BS:16, Dmax: 20mm, S/Ç: 0.60, dozaj: 400 Kg/m³ ve çökme miktarı:16 mm olarak belirlenmiştir (TS. 802, 1985).

Beton dökümü öncesi, kalıplar sulanmamıştır. Kalıpların tamamı tek harman halinde hazırlanmış olan beton harcından aynı anda doldurulmaya başlanmış ve iki ayrı noktadan poker vibratör ile eşit şekilde sıkıştırılmaya özen gösterilmiştir. 24 saat sonra kalıplar sökülerek elde edilen (600x600x150 mm) beton bloklar kür odasında (22°C sıcaklık ve % 95 rölative nem) 28 gün bekletilmiştir.

Deney örneklerinin hazırlanması

Beton yüzeyinde hava boşluğu, beton test çekici ile yüzey sertliği ve yüzeyde kopma direnci (YKD) deneyleri doğrudan beton bloklar üzerinde yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Beton blok üzerinde deney örneklerinin dağılımı

Kapiler su emme deneyi için (KSE) 50 mm çapında 3 adet, sodyum sülfat dona dayanıklılık deneyi için (SSF) 50 mm çapında 3 adet, sürtünme ile aşınma deneyi için (AŞN) 100 mm çapında 3 adet karot alınmıştır. Sürtünme ile aşınma deneyi karotlarından (AŞN) 70,70 x 70,70 mm yüzey boyutları ve 40 mm yüksekliğinde kare prizma şeklinde aşınma deneyi örnekleri üretilmiştir (Şekil 2).

Beton yüzeylerinde hava boşluğu ölçümü

Beton blok yüzeyleri yatay olarak üç bölgeye ayrılmış ve her bölgede 200x200 mm alanda hava boşluğu ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Şeffaf

kağıtlar üzerine kopya edilen hava boşluklarının genişlik ve yükseklikleri kumpas yardımı ile ölçülerek gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Beton yüzeyinde hava boşluğu oranının hesaplanmasında:

$$\text{Hava boşluğu oranı (\%)}: \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n h_i \cdot V_i \cdot 100 \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3 \dots n$ (bir bölgede okunan boşluk sayısı)

formülü kullanılmıştır (Marosszeky, ve ark., 1993).

Beton test çekici ile yüzey sertliği deneyi

Üç bölgeye ayrılmış olan beton blok yüzeylerinde her bölgede 10 ayrı noktaya olmak üzere, beton dökümünden itibaren 7., 14. ve 28. günlerde beton test çekici uygulanmıştır. Test çekici uygulaması yatay pozisyonda gerçekleştirilerek geri tepme sayıları belirlenmiştir (BS.1881/202,1986).

Yüzeyde kopma direnci deneyi

Beton blokların yüzeyinde ve yüzeyden 10 mm derinliklerde (Şekil 3), 6 noktada (YKD) olmak üzere iki seviyede ve toplam 12 noktada (Şekil. 2) 50 mm çapında diskler yapıştırılarak yüzeyde kopma direnci deneyi gerçekleştirilmiştir (BS. 1881/207, 1992).

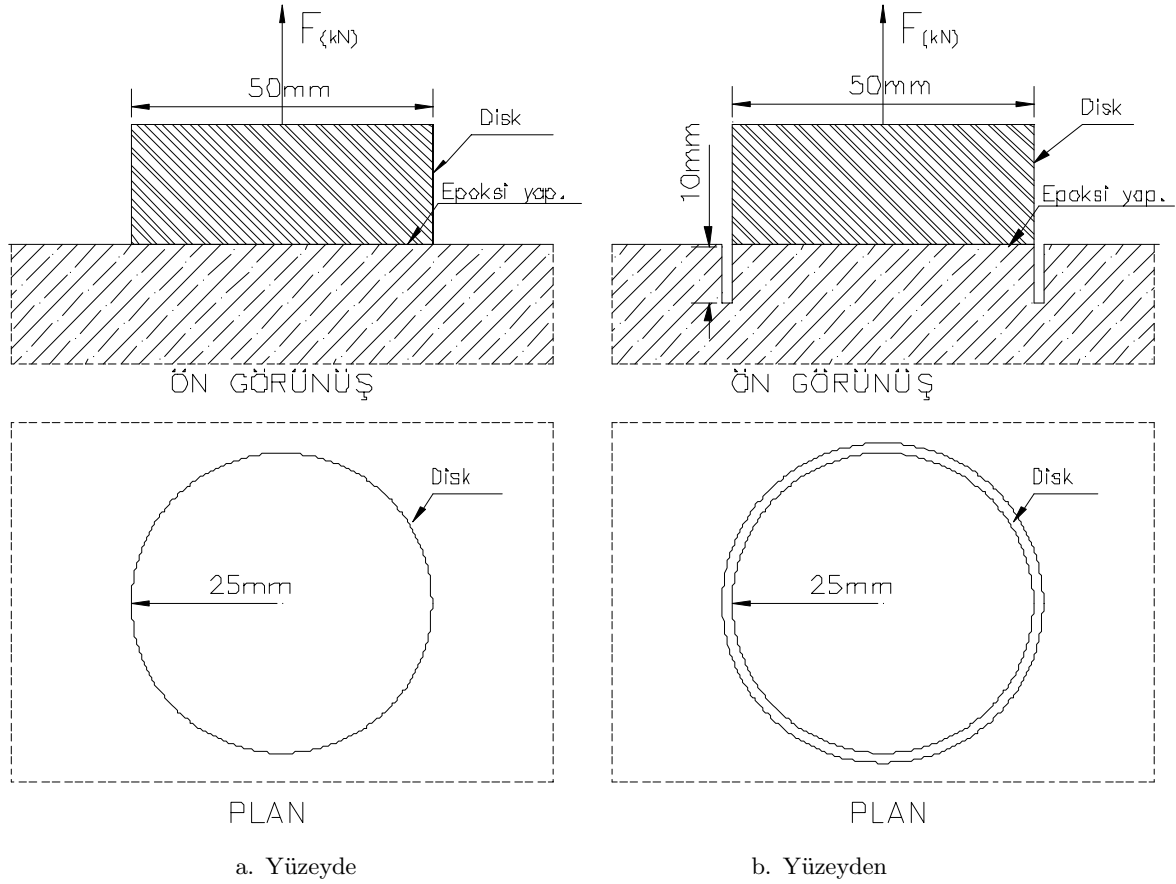
Kapiler su emme deneyi

Kapiler su emme karotlarını (KSE) kalıplanan yüzey dışındaki yüzeyleri epoksi boya ile kaplanmış. Her beton bloktan alınan 3 adet karot üzerinde gerçekleştirilen kapiler su emme deneyinde; karotlar deney öncesinde laboratuvar ortamında (20±2°C sıcaklık, % 50±5 rölative nem) sabit ağırlığa gelene kadar her hafta tartılarak bekletilmiştir. 17. hafta sonunda karotların laboratuvar ortamında sabit ağırlığa ulaştığı belirlenmiştir. Karotların epoksi kaplanmamış yüzeyleri 5mm batacak şekilde saf su içerisine yerleştirilmiş ve 300, 600, 1200, 1800, 3600, 5400, 7200, 10800, 57600, 146400, 259200 ve 691200 sn sürelerde tartılmıştır. Karotların başlangıçtaki ağırlıklarına göre, ağırlık farkları hesaplanarak kapiler su emme değerleri belirlenmiştir (Gummerson, 1980-Hall, 1981).

Kalıplara ait betonların kapiler su emme verilerinin değerlendirilmesinde birim alandan emilen su miktarının karesi $(Q/A)^2$ düşey (Y) ekseninde, kapiler su emme süreleri (t) yatay (X) ekseninde yer alacak şekilde regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi ile $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyine göre; regres-

yon çizgileri, regresyon modelleri ve regresyon katsayıları (r^2) belirlenmiştir. Her kalıp için, regresyon modelinde (X) değerleri yerine konularak (Y) değerleri belirlenmiş ve bu değerler kullanılarak regresyon çizgilerinin eğimleri (Y/X) hesaplanmıştır.

Regresyon çizgilerinin eğimleri ait oldukları kalıp betonunun kapilerite katsayısını (K) ifade ettiklerinden istatistik işlemler ve tartışmalar bu değerler üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Beton blokların yüzeyinde kopma direnci ölçümleri

Sodyum sülfat donda dayanıklılık deneyi

Sodyum sülfat donda dayanıklılık (SSF) karotlarının kalıplanan yüzeyleri dışındaki yüzeyleri epoksi boya ile kaplanmıştır. Her beton bloktan 3 adet karot üzerinde sodyum sülfat donda dayanıklılık deneyi gerçekleştirilmiştir (TS. 3655, 1981). Karotlarda 5. tekrarda ağırlık kaybı olmamıştır. Bu nedenle, 8. tekrara kadar deneye devam edilerek ağırlık kayıpları belirlenmiştir.

Sürtünme ile aşınma direnci deneyi

Her beton bloktan alınan 3 adet prizma örnek (AŞN) üzerinde sürtünme ile aşınma direnci deneyi gerçekleştirilmiştir. Sürtünme ile aşınma direnci değerleri hacim kaybı ($\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$) olarak verilmiştir.

tir (TS. 699, 1978). Hacim kayıplarının hesaplanmasında;

$$V_0 = W_d - W_a (\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2) \quad (2)$$

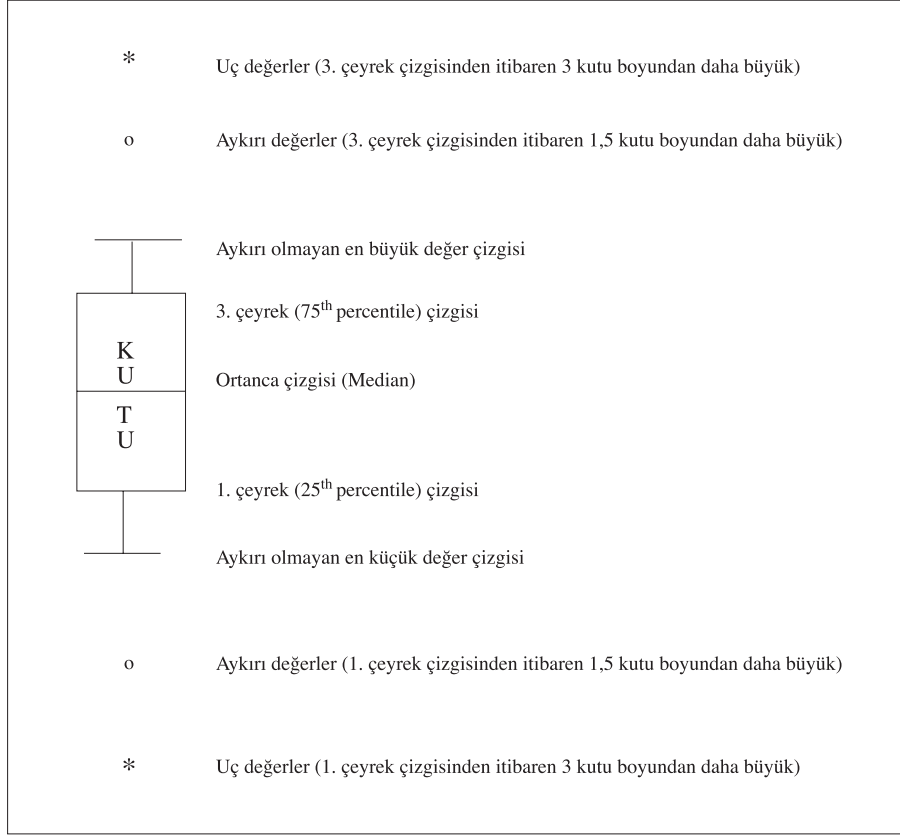
formülü kullanılmıştır.

İstatistik metodlar

Deneyel çalışmalar sonucu 9 ayrı deney türü için 5 gruba ait gözlemler elde edilmiştir. Her deney türü için ayrı ayrı olmak üzere 5 grubun ortalamaları arasında fark olup olmadığı varyans analizi tekniği ile belirlenmiş, fark bulunan gruplarda farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Bu çalışmada yapılan varyans analizi ve Duncan testlerinde "gruplar arasında

fark vardır” kararına varılırken yanılmış olma olasılığı (anlamlılık düzeyi) en çok $\alpha = 0.05$ olarak (1. tip hata) kabul edilmiştir (Neter ve ark.,1988).

Ayrıca, verilerin yayılma veya değişkenliğini, merkezi eğilimlerini, aykırı ve uç değerler içerip içermediğini belirlemek için kutu grafikleri çizilmiştir.



Şekil 4. Bir kutu grafiğinin (boxplot) yapısı ve özellikleri

Şekil 4’de verilen kutu grafiğinde;

- Ortanca çizgisi ile merkezi eğilimler (ortanca çizgisi kutunun ekseninde ise dağılım normal, ortanca çizgisi 1. çeyrek çizgisine daha yakın ise dağılım pozitif yönde çarpık olduğu, ortanca çizgisi 3. çeyrek çizgisine daha yakın ise dağılım negatif yönde çarpık olduğu),
- Kutunun boyu ile verilerin yayılma veya değişkenliği (gözlemlerin % 50 sinin değerleri kutu içerisinde yer almakta, bu durumda kutu boyunun uzun olması yayılma veya değişkenliğin fazla olduğu), ifade edilmektedir (Norusis, 1993).

Bulgular ve Tartışma

5 grup örnek üzerinde gerçekleştirilen 9 ayrı deney türü verilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 2, Duncan testi sonuçları ise Tablo 3 de veril-

miştir.

Beton yüzeylerinde hava boşluğu

-Astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinde hava boşluğu oranı ortalamasının % 13,6, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların ortalamalarının ise % 00 - % 5,7 arasında olduğu (Tablo 3), astarlı kalıp betonu ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha = 0,01$ anlamlık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2),

-Astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıp betonlarına ait verilerin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3),

-Astarsız 1 nolu kalıp beton verilerinin normal dağılım gösterdiği, astarlı 2 nolu kalıp beton verileri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu (Şekil 5), astarlı kalıplardan 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait beton verilerinin 0,00 olduğu (Tablo 3) görülmüştür.

Tablo 2. Deney türlerine göre varyans analizi sonuçları

Deney türü,	Alternatifler uygulamalar	Varyansın kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (∞)
Bet.yüz.hava boşluğu oranı	Yüzeyde	Guruplar arası	4	0,011	10,18	0,001**
		Guruplar içi	10	0,001		
Bet.test çek.ile yüz.sert.	7 günlük beton blok yüzeyinde	Guruplar arası	4	85,28	23,31	0,000**
		Guruplar içi	10	3,66		
Bet.test çek.ile yüz.sert.	14 günlük beton blok yüzeyinde	Guruplar arası	4	84,40	44,85	0,000***
		Guruplar içi	10	1,88		
Bet.test çek.ile yüz.sert.	28 günlük beton blok yüzeyinde	Guruplar arası	4	23,51	7,72	0,004***
		Guruplar içi	10	3,05		
Yüzde kopma direnci	14 Yüzeyde	Guruplar arası	4	1,59	4,28	0,009***
		Guruplar içi	25	0,37		
Yüzde. kopma direnci	14 Yüzeyden 10 mm derinde	Guruplar arası	4	0,72	2,03	0,012***
		Guruplar içi	25	0,36		
Kapiler su emme (kapilerite kats.)	300... 691200 sn regres. çizgisi eğimine göre	Guruplar arası	4	$159,09 \times 10^{-12}$	8,78,	0,000***
		Guruplar içi	175	$18,12 \times 10^{-12}$		
Sodyum sülf. dona dayn.	8. tekrarda ağırlık kaybı	Guruplar arası	4	30,25	294,67	0,000***
		Guruplar içi	10	0,10		
Sürt. İle aşınma direnci	Kalplanan yüzeyde yüzeyinde	Guruplar arası	4	105,222	168,44	0,000***
		Guruplar içi	10	0,625		

(**) $\alpha=0,01$, (*) $\alpha=0,05$

Tablo 3. Deney türlerine göre Duncan testi sonuçları

Deney türü, birimi	Alternatif uygulamalar	Kalıp kodları ve farklılık karşılaştırması					Büyüklik sıralamasında kalıbın		
		Kod	1	2	3	4	5	Kodu	Art. ortalaması
Beton yüzeyinde hava boşluğu, (%)	Yüzeyde	1		f*	f*	f*	f*	3	0,0
		2						4	0,0
		3						5	0,0
		4						2	5,7
		5						1	13,6
Beton test çekici ile yüzey sertliği, (geri tepme sayısı)	Yüzeyde	1		f*	f*	f*	f*	1	36,2
		2						5	41,7
		3						4	41,8
		4						2	42,5
		5						3	43,3
Yüzeyde kopma direnci, (N/mm ²)	Yüzeyde	1		f*	f*	f*	f*	1	5,2
		2						3	5,9
		3						5	6,2
		4						2	6,3
		5						4	6,6
Yüzeyde kopma direnci, (N/mm ²)	Yüzeyde 10 mm derin	1				f**		1	3,5
		2						5	3,8
		3						3	4,2
		4						2	4,2
		5						4	4,4
Kapiler su emme. (Kapilerite katsayısı, cm ² /sn)	300...691200 sn regres. çizgisi eğimine göre	1		f*	f*	f*	f*	3	$1,0 \times 10^{-6}$
		2						5	$1,1 \times 10^{-6}$
		3						4	$1,2 \times 10^{-6}$
		4						2	$1,2 \times 10^{-6}$
		5						1	$5,8 \times 10^{-6}$
Sodyum sülfat dona dayanıklılık, (ağırlık kaybı, gr)	8.tekrarda	1		f*	f*	f*	f*	2	0,4
		2						3	0,4
		3						4	0,5
		4						5	0,5
		5						1	7,5
Sürtünme ile aşınma direnci, (hacim kaybı, cm ² /50cm ²)	Kalplanan yüzeyde	1		f*	f*	f*	f*	5	22,1
		2				f**	f*	4	23,0
		3					f**	3	23,6
		4						2	24,9
		5						1	36,5

f*: $\alpha=0,01$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır. f**: $\alpha=0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Beton test çekici ile yüzey sertliği

Beton blok yüzeylerinde 28. günde uygulanan beton test çekici verilerine göre:

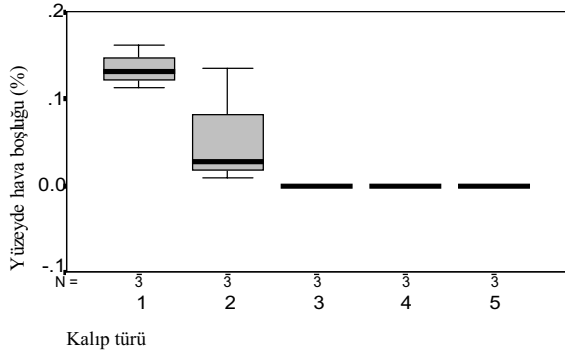
-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha = 0,01$ anlamlık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinin geri tepme sayıları ortalamasının 36,2, astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait beton yüzeylerinin geri tepme sayılarının ise 41,7-43,3 arasında olduğu (Tablo 3),

Astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların verilerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3),

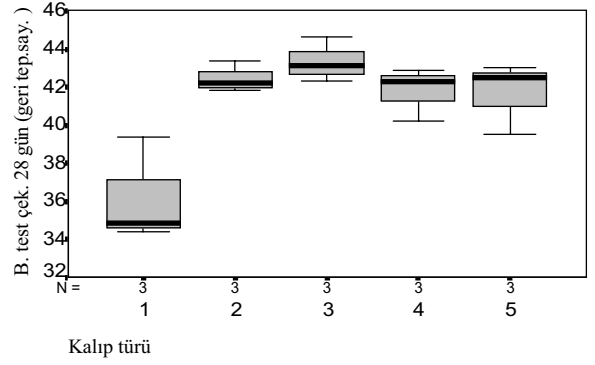
-Astarsız 1 ve astarlı 2-3 nolu kalıp beton verileri dağılımının pozitif yönde, astarlı 4 ve 5 nolu kalıp beton verileri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu (Şekil 6),

-Astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların yüzey sertliklerinin büyük bir kısmını ilk 14 günde kazandığı, buna karşın, astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinin sertlik kazanma sürecinin 28 güne kadar sabit bir eğimle devam ettiği (Şekil 7),

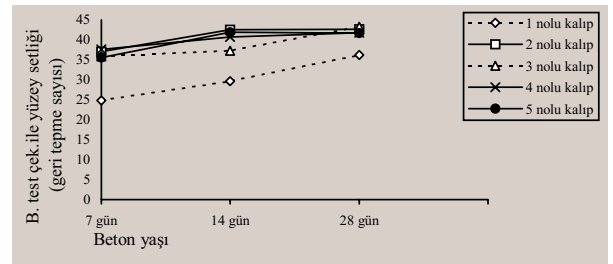
-Astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinin 28. günde ulaştığı sertlik değerine, astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların 14. günde ulaştığı (Şekil 7), görülmüştür.



Şekil 5. Kalıp türlerine göre yüzeyde hava boşluğu verilerinin dağılımı



Şekil 6. Kalıp türlerine göre beton test çekici verilerinin dağılımı



Şekil 7. Beton test çekici ile yüzey sertliği verilerinin 7., 14. ve 28. günlerde gelişimi

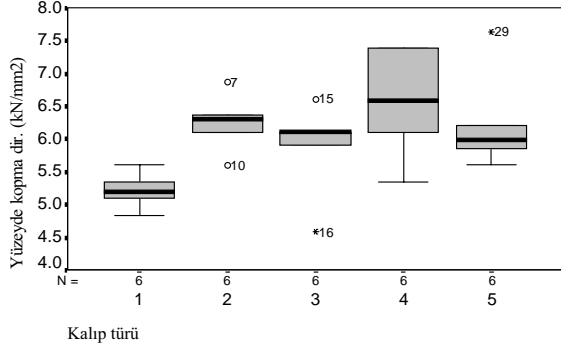
Yüzeyde kopma direnci

◇ Yüzeyde kopma direnci verilerine göre;

-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha = 0,01$ anlamlılık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinin kopma direnci ortalamasının $5,2 \text{ N/mm}^2$, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait beton yüzey verilerinin ise $5,9 - 6,6 \text{ N/mm}^2$ arasında olduğu (Tablo 3),

-Astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait beton yüzeyi verilerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3),

-Astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzey verilerinin normal bir dağılım gösterdiği, astarlı 2 ve 3 nolu kalıplara ait beton verileri dağılımlarının negatif yönde çarpık olduğu, astarlı 4 ve 5 nolu kalıp beton verileri dağılımının pozitif yönde olduğu, astarlı 2 ve 3 nolu kalıp beton verileri arasında aykırı değerler bulunduğu, astarlı 3 ve 5 nolu kalıp verileri arasında uç değerler bulunduğu (Şekil 8), görülmüştür.



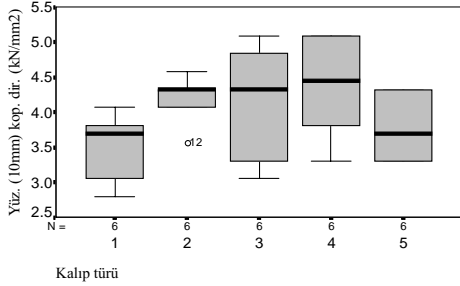
Şekil 8. Kalıp türlerine göre yüzeyde kopma direnci verilerinin dağılımı

◊ Yüzeyden 10 mm derinde kopma direnci verilerine göre;

-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyinde kopma direnci verileri ortalamasının $3,5 \text{ N/mm}^2$, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıp betonlarının verilerinin ise $3,8 - 4,4 \text{ N/mm}^2$ arasında olduğu (Tablo 3),

-Astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait beton yüzeyi verilerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3),

-Astarsız 1 ve astarlı 2-3 nolu kalıp beton yüzey verileri dağılımının negatif yönde çarpık olduğu, astarlı 4 nolu kalıp beton yüzey verileri dağılımının normal olduğu, astarlı 5 nolu kalıplara ait beton yüzey verileri dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu, astarlı 2 nolu kalıp betonu verileri arasında aykırı değerler bulunduğu (Şekil 9), görülmüştür.



Şekil 9. Kalıp türlerine göre yüzeyden 10mm derinde kopma direnci verilerinin dağılımı

Kapiler su emme

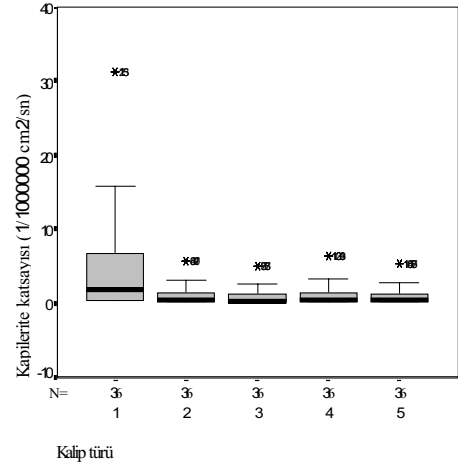
Kapiler su emme deneyi verilerine göre;

-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha=0,01$ anlamlılık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarlı 1 nolu kalıp betonun kapilerite katsayısının $1,0 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sn}$, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıp betonlarının ise $1,1 \times 10^{-6} - 5,8 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sn}$ arasında olduğu (Tablo 3),

-Astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların kapilerite katsayılarının ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3).

-Astarsız 1 ve astarlı 2, 3, 4, 5 nolu kalıplarla kalıplanan betonlarda kapilerite katsayılarının normal dağılım göstermediği, dağılımların pozitif yönde çarpık olduğu ve uç değerlere sahip oldukları (Şekil 10),

$\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyine göre gerçekleştirilen regresyon çizgilerinin incelenmesinden astarsız 1 nolu kalıp betonu çizgisinin yatayla yapmış olduğu açının (K1) astarlı kalıp betonu regresyon çizgilerinin açılarından (K2, K3, K4, K5,) daha büyük olduğu, astarlı kalıp betonu regresyon çizgileri açıları arasında 2 nolu kalıp betonu regresyon çizgisi açısının (K2) daha büyük olduğu, diğer 3, 4 ve 5 nolu kalıp betonu regresyon çizgilerinin açıları (K3, K4, K5,) arasındaki farklılıkların önemli büyüklükte olmadığı (Şekil 11), görülmüştür.



Şekil 10. Kalıp türlerine göre kapilerite katsayılarının dağılımı

Sodyum sülfat donu dayanıklılık

Astarlı ve astarsız bütün kalıplara ait beton örneklerinde, 5. tekrar sonunda sodyum sülfat deneyinden kaynaklanan ağırlık kaybı görülmemiştir.

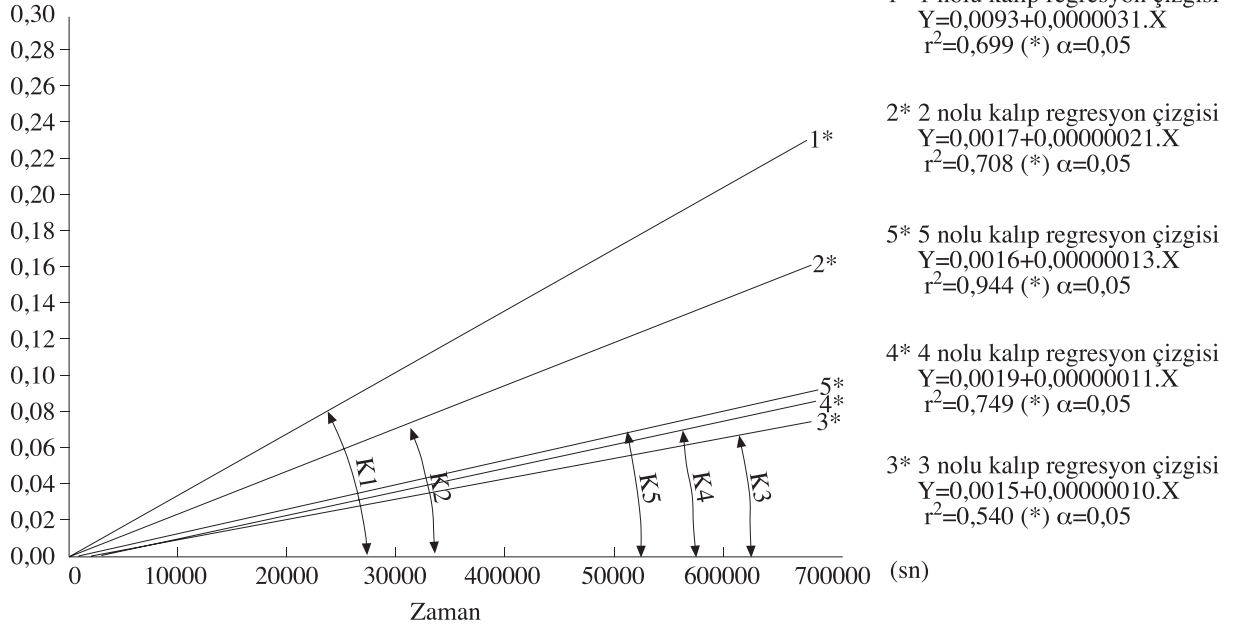
8. tekrar sonunda yapılan ağırlık kaybı ölçümlerinde;

-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha=0,01$ anlamlılık düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarsız 1 nolu kalıba ait beton örneklerinin sodyum sülfat donat dayanıklılık ağırlık kaybı ortalamasının 7,5 gr, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıp betonlarının ise 0,4 - 0,5

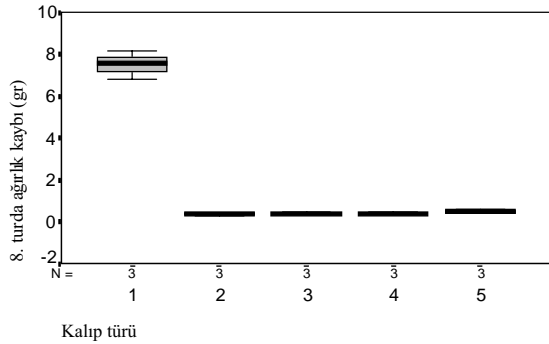
gr arasında olduğu (Tablo 3),

-Astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların verilerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik açısından anlamlı olmadığı (Tablo 3),

-Astarsız 1 nolu ve astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait beton örneklerinin ağırlık kaybı verilerinin normal dağılım gösterdiği (Şekil 12), görülmüştür.



Şekil 11. Kapiler su emme verileri ve sürelerine ait regresyon analizi sonuçları



Şekil 12. Kalıp türlerine göre sodyum sülfat donat dayanıklılık verilerinin dağılımı

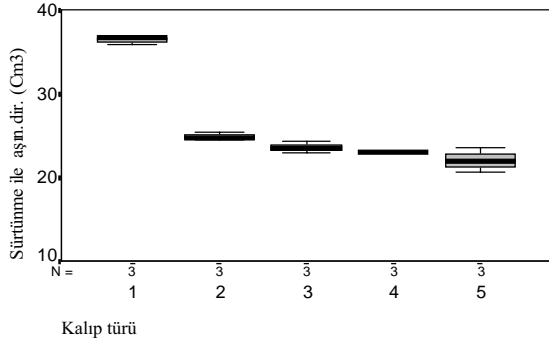
Sürtünme ile aşınma direnci

-Astarlı kalıp betonları ile astarsız kalıp betonlarının ortalamaları arasında $\alpha=0,01$ anlamlılık

düzeyinde fark bulunduğu (Tablo 2), astarsız 1 nolu kalıba ait beton yüzeyi sürtünme ile aşınma direnci verileri ortalamasının $36,5 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$, astarlı 2, 3, 4 ve 5 nolu kalıplara ait betonların ise $24,9-22,1 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ arasında olduğu (Tablo 3),

-Astarlı kalıplardan 2 nolu kalıp ile 5 nolu kalıp beton verileri arasında $\alpha=0,01$ düzeyinde, 4 nolu kalıp beton verileri arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde, 3 nolu kalıp ile 5 nolu kalıplara ait beton verileri arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde anlamlı fark olduğu, en az aşınma kaybının ($22,1 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$) 5 nolu kalıba ait beton yüzeyinde, en çok aşınma kaybının ise ($24,9 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$) 2 nolu kalıba ait beton yüzeyinde gerçekleştiği (Tablo 3),

-Astarsız 1 nolu kalıp ve astarlı 2,3,4 ve 5 nolu kalıplara ait beton verilerinin normal dağılım gösterdiği (Şekil 13), görülmüştür.



Şekil 13. Kalıp türlerine göre sürtünme ile aşınma direnci verilerinin dağılımı

Sonuçlar

Yüzeyi astarsız-drenajsız ve astarlı kalıplardan drenaj delikli, drenaj delikli-yatay drenaj kanallı, drenaj delikli-yatay düşey drenaj kanallı, drenaj delikli-çapraz drenaj kanallı kalıplarla kalıplanan beton örnekleri üzerinde gerçekleştirilen; beton yüzeyinde hava boşluğu, beton test çekici ile yüzey sertliği, yüzeyde kopma direnci, kapiler su emme, sodyum sülfat donda dayanıklılık, sürtünme ile aşınma deneylerinden elde edilen veriler istatistik yöntemlerle tartışılmıştır.

Astarlı ve drenaj delikli kalıplara beton dökümü ve yerleştirilmesi sürecinde; beton yoğurma suyu ve hava kabarcıklarının öncelikle astar içine doğru itildiği, bu süreçte su ile birlikte yüzeye doğru ince tanelerin sürüklenerek farklı bir yüzey yapısı oluşturduğu, kalıp içerisinde beton seviyesinin yükselmesi ile astarın sıkışarak içerisindeki suyu drenaj deliklerinden dışarı attığı, gerek astar tarafından emilmek gerekse drenaj deliklerinden dışarı atılmak suretiyle beton yüzeyinde belirli bir derinliğe kadar su/çimento oranının düştüğü, vibrasyon sürecinde su ile birlikte kalıp yüzeyine doğru sürüklenen ince tanelerin yüzeyde astar dokusuna uygun farklı bir yapı (cilt) oluşturduğu söylenebilir.

Sonuç olarak;

1. Astarlı kalıplar olan drenaj delikli, drenaj delikli-yatay drenaj kanallı, drenaj delikli-yatay

düşey drenaj kanallı, drenaj delikli-çapraz drenaj kanallı kalıplarla kalıplanan beton örneklerinin; yüzeyde hava boşluğu, yüzey sertliği, yüzeyde kopma direnci, kapiler su emme, donda dayanıklılık ve aşınma direnci açısından, astarsız-drenajsız kalıp ile kalıplanan beton örneklerinden daha iyi yüzey özelliklerine sahip olduğu,

2. Astarlı kalıplar olan drenaj delikli, drenaj delikli-yatay drenaj kanallı, drenaj delikli-yatay düşey drenaj kanallı, drenaj delikli-çapraz drenaj kanallı kalıplarla kalıplanan beton örneklerinin; hava boşluğu, yüzey sertliği, yüzeyde kopma direnci, kapiler su emme, donda dayanıklılık ve aşınma direnci verilerinden sadece sürtünme ile aşınma direnci verileri arasında farklılık olduğu, diğer deneylere ait veriler arasındaki farklılıkların istatistik açıdan anlamlı olmadığı,

3. Astarlı kalıplar arasında; drenaj delikli-çapraz kanallı kalıba ait beton örneklerinin sürtünme ile aşınma direnci deneyinde en iyi sonucu verdiği,

4. Yüzeyi astarlı ve drenajlı kalıpların astarsız ve drenajsız kalıplardan daha iyi yüzey özelliklerine sahip beton kalıpladıkları, görülmüştür.

Semboller

A	: yüzey alanı (mm ²)
BS	: beton sınıfı
Dmax	: agrega maksimum tane çapı
h	: hava boşluğu genişliği (mm)
i	: beton blok yüzeyinde her bölgede okunan boşluk sayısı (1,2,3...n)
K	: kapilerite katsayısı (cm ² /sn)
n	: bir bölgede okunan toplam hava boşluğu sayısı
PÇ	: portlant çimentosu
Q	: emilen su miktarı (cm ³)
S/Ç	: su çimento oranı
t	: kapiler su emme süresi (sn)
r ²	: regresyon katsayısı
V	: hava boşluğu yüksekliği (mm)
V _o	: aşınmada hacim kaybı (cm ³ /50cm ²)
W _d	: havadaki ağırlık (gr)
W _a	: sudaki ağırlık (gr)
α	: anlamlılık düzeyi

Kaynaklar

Anthony, W.R., Stainer, D.J. Concrete High Rises Offer Many Cost Advantages Concrete Construction, Vol 33, p452-456, Ceco Cord, Oak Brook, P 81, USA, 1988.

Arslan, M., Ahşap Kalıp Yüzey Malzemesinin Per-

formansını Belirlemeye Yönelik Kriterlerin Saptanması ve Geleneksel Yapım Çerçevesinde Karakavak Kerestesinin Kalıp Yüzey Elemanı Olarak Kullanım Sınırlarının Belirlenmesi, GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü

(Doktora Tezi), S. 90. Ankara, 1994.

Arslan, M. Betonarme Yapı Elemanı Tasarımında Dayanıklılık Faktörlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 9, No 4, Say 625, Ankara, 1995.

ASTM D 4632-91. Standard Test Method For Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles, 1991.

BS. 1881: Part 202 Testing Concrete, Recommendations For Surface Hardness Testing by Rebound Hammer, 1986.

BS. 1881: Part 207 Testing Concrete, Recommendations For The Assessment of Concrete Strength by Near-to-Surface Tests, 1992.

Gummerson, R., J. Water Movement In Porous Building Materials-II, Hydrolic Suction and Sorbtivity of Brick and Other Masonry Materials Building and Environment, Vol 15, p 101-108, 1980.

Hall,C., Water Movement in Porous Building Materials-IV. The Initials Surface Absorbtion and The

Absorbitivity, Building and Environment, Vol: 16, No:3, p 201-207, 1981.

Marosszky, M. et al., Textile Form Method to Improve Concrete Durability Concrete International, p 37, 1993.

Neter, J. ve ark., Applied Statistics, 3th edition, Allyn and Bacon inc., London, 1988.

Norusis, M., J., SPSS for Windows Base System Users Guide Release 6.0, SPSS Inc., Chicago, 1993.

Owens, P., L., Water and its Role in Concrete Concrete International, p:68-74, November,1988. TS. 699. Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metodları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978

TS. 802. Beton Karışım Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, 1985.

TS. 3655. Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1981.