

KUM EŞDEĞERLİĞİNİN BETON BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ

Hicran AÇIKEL¹, Fatih Kürşat FIRAT²

¹S. Ü. Müh. Mim. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Konya

²ODTÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü, Ankara

Makalenin Geliş Tarihi: 18.06.2004

ÖZET: Bu çalışmada, Konya’da yaygın olarak kullanılan Sarıcalar, Eğribayat ve Göçü kumlarının ince madde miktarları tespit edilmiştir. İnce maddeler yönünden kum kirliliğinin tespitinde ve optimum kum kirliliğinin bulunmasında ES (eşdeğer kum) yöntemi kullanılmıştır. Optimum kum eşdeğerliği bulunurken beton basınç mukavemeti esas alınmış ve 15x15x15 cm boyutlarında küp numuneler üretilmiştir. Her kum için 9 değişik ES değerine sahip bir seri oluşturulmuş ve her ES değeri için 3 adet numune hazırlanmıştır. Bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre, Sarıcalar kumunun optimum ES değeri 79, Eğribayat kumunun optimum ES değeri 84, Göçü kumunun optimum ES değeri 88 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmadan çıkan en önemli bulgunun kumlarda optimum ES değerlerinin (80–90) aralığında olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Beton, ince maddeler, kum kirliliği, zararlı maddeler.

The Influence of the Amount of Fine Materials on Concrete Compression Strength

ABSTRACT: In this study, the amounts of fine materials of Sarıcalar, Eğribayat and Göçü sands which are widely used in the city of Konya, were determined. ES (Equivalent Sand) method was used in order for the determination of the sand contamination in terms of fine materials and the optimum sand contamination. The compression strength of concrete was chosen as the basic parameter and 15x15x15 cm cubic samples were produced. Groups having 9 different ES values were constructed for each sand type and 3 samples were cast for each ES value. According to the results obtained from these experiments, the optimum ES values for Sarıcalar, Eğribayat and Göçü sands were found to be 79, 84 and 88, respectively. As a result, the most important finding that can be concluded from this work is that optimum ES value for sands is in the range of 80-90.

Key Words: Concrete, fine materials, sand contamination, harmful materials.

GİRİŞ

Bir yapının zemin etüdü, proje, malzeme ve uygulama ana başlıklarıyla belirtilebilecek inşaa sürecinde, bu aşamaların her birinde gerekli dikkat ve titizlik yerine getirilmediği sürece istenen sonuca ulaşamamaktadır. Özellikle taşıyıcı betonarme sistemdeki proje, malzeme ve uygulama yetersizlikleri, yapının dayanıklılık ve güvenliğini doğrudan etkilemekte, depremlerde yaşanan yıkımların başlıca sebebi olmaktadır. 1999 Marmara Depremi’nde yerle bir olan

binalarda açıkça görülen beton ve donatıdaki yetersizlikler malzeme kalitesinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Kum, hacim olarak betonun önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve çimento kadar önemli bir bileşendir. Çimento standartlaştırılmış olduğundan genellikle güvenilir ve düzgün bir şekilde üretilmektedir. Oysa kum için, çimento üretimindeki gibi güvenilir bir üretim söz konusu değildir. Kum kirlilik ve petrografik yapısının betonun nitelikleri üzerindeki etkisi şimdiye kadar birçok

araştırmaya konu olmuştur (Yaylı, 1988, Durmuş ve diğ., 1988, Durmuş, 1995). Ayrıca kum yöresel olarak da gerek petrografik, gerekse kirlilik açısından değişik özellikler gösterebilmektedir. Hatta aynı yöredeki kumların bile birbirinden farklılık göstermesi, kum kirliliğinin incelenmesinin en önemli sebebidir.

Bu çalışmada, diğer literatürlerde olduğu gibi kum kirliliği denilince, kumun içerisindeki ince maddeler düşünülmektedir. Ancak kumun içerisinde bulunabilecek organik maddelerin, hafif maddelerin ve sülfatların da betona zararlı etkileri vardır.

İnce maddeler tane büyüklüğü 0.063 mm'den az olan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür maddeler "yıkabilir maddeler" adıyla da anılmaktadır (TS 706, 1980; TS 3527, 1980). Agregatanelerinin yüzeyinde gevşek bir tabaka gibi yer alan kil ve agregat içerisindeki kil, silt, taşunu gibi maddeler ince maddelerdir. Agregatın içerisinde kil ve silt gibi ince maddelerin miktarının çok fazla olması istenmemektedir. Çok miktarda ince madde içeren agregatlarla yapılan betonlarda aşağıdaki olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Erdoğan, 2003):

- Beton içerisinde ince madde oranının yüksek olması, belirli (sabit) kıvamdaki bir beton yapımı için gereken su miktarını arttırmaktadır. Betonda kullanılan su miktarı yüksek olduğu takdirde, betonun büzülmesi artmakta, beton daha gözenekli duruma gelmekte, beton dayanımı ve dayanıklılığı düşük olmaktadır. Eğer hem çok fazla ince madde içeren agregat kullanılır ve hem de su miktarında artırma yapılmaz ise (yani, su miktarı sabit tutulacak olursa), taze betonun işlenebilmesi azalmıştır.
- Agregatanelerinin yüzeyini bir örtü gibi kaplamış olan ince maddeler, agregataneleri ile çimento hamuru arasındaki aderansı azaltmaktadır. Bu durum, beton dayanımının ve dayanıklılığın daha az olmasına yol açmaktadır.
- Belirli miktarda sürüklenmiş hava içerecek bir beton elde edebilmek için kullanılacak hava sürükleyici katkı maddesi miktarı, ince madde oranı yüksek olan agregatlarla yapılan betonlar için daha çok olmaktadır. Bir başka

deyişle, sabit miktarda hava sürükleyici katkı maddesi kullanıldığı takdirde, yüksek miktarda ince madde içeren betonlarda yaratılan sürüklenmiş hava miktarı daha az olmaktadır.

Çok miktarda ince madde içeren agregatlarla yapılan betonlarda bu olumsuzluklar ortaya çıkmasına rağmen, bazı araştırmalarda, kirlilikleri kum eşdeğerliğiyle (ES) karakterize edilen kumlarla üretilen betonlar üzerinde gerçekleştirilen çeşitli deneylerden elde edilen sonuçların eğrisel olarak gösterimleri, sistematik bir şekilde, bu eğrilerin $75 \leq ES \leq 85$ değerleri için birer optimumdan geçtiğini göstermektedir. Bu da kumun belirli bir temizliğe sahip olması gerektiğini, ancak çok temiz olmasının da arzulanan bir durum olmadığını göstermektedir. Zira, kum içinde ince elemanların varlığı betonun işlenebilirliğini iyileştirmektedir. Aynı zaman da kompasiteyi de arttırmaktadır. Beton nitelikleri yönünden ES'nin maksimum değeri (kumun tam temiz olması) optimum değer olmamaktadır. Bu sonuç, bu konuda laboratuvarlarda gerçekleştirilmiş olan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlarla da doğrulanmaktadır (Durmuş ve diğ., 1988, Durmuş, 1995).

Karaduman ve Açikel (1988) tarafından yapılan araştırmada, çeşitli deney serileri hazırlanarak, Karapınar volkanik agregatından hafif beton briket üretilmiştir. Her seride bazı özellikler sabit tutularak, bazı özellikler değiştirilmiştir. Bu hazırlanan serilerin birinde betonun diğer özellikleri değiştirilmeden sadece beton karışımındaki ince madde miktarı arttırılmıştır. İnce madde miktarındaki artışın hafif beton briketin basınç dayanımına etkisi olumlu yönde olmuştur.

Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda yapılan bu araştırmanın amacı; Konya ve civarında kullanılan kumların kirliliklerinin tespiti ve beton basınç mukavemeti esas alınarak incelenen her kum için ince maddeler yönünden optimum kum kirliliğinin bulunmasıdır.

Bu çalışmada, Konya'da bulunan Sarıcalar, Eğribayat ve Göçü kumlarının inşaat sektöründe kullanıldığı şekliyle ince madde miktarları bulunmuş ve beton basınç mukavemeti esas

alınarak optimum kirlilik değerleri ES yöntemine göre tespit edilmiştir.

İnce maddeler yönünden optimum kum kirliliğinin belirlenmesinde en kolay ve en güvenli yöntemin Kum Eşdeğerliği Deneyi (ES Yöntemi) olduğu söylenebilir. Bu yöntemle laboratuvarların haricinde, şantiyelerde de kum kirliliğini tespit etmek mümkündür. ES yöntemiyle her kum içerisindeki kum kirliliği miktarı (ince madde miktarı) ve her kum için optimum kum kirliliği değeri bulunabilir (Durmuş ve diğ., 1988). Eryurtlu ve diğ. (2004) ile, Hasdemir (2004) tarafından yapılan çalışmalarda da 63 mikron elekte kirlilik tayini ile kum eşdeğerliği sonuçlarının paralel etki göstermediği gözlenmiştir. Çok ince malzemenin kalitesi hakkında fikir veren kum eşdeğerliği ve/veya metilen mavisi deneylerine de rutin kalite kontrol planlarında yer verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu sebeple bu çalışmada kum

kirliliğinin tespitinde ES yöntemi esas alınmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneyleerde Kullanılan Malzemeler

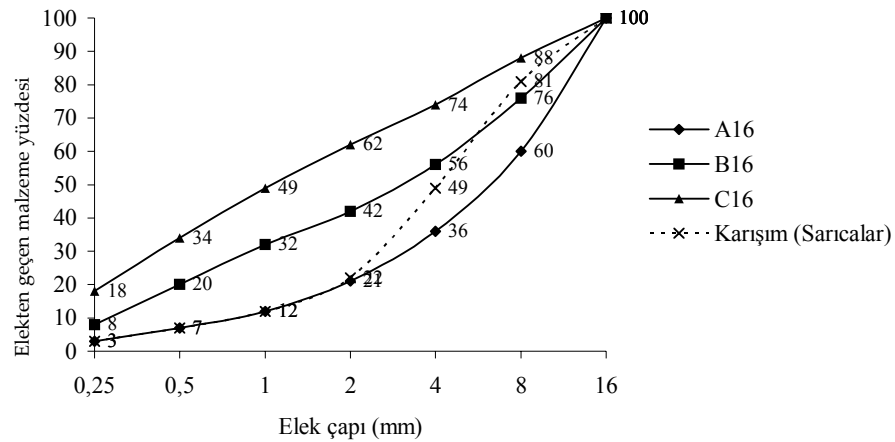
Bu çalışmada, Konya civarında bulunan Sarıcalar, Göçü ve Eğribayat kum ocaklarından getirilen agregalar kullanılmıştır. Agregaların TS 3526'ya (1980) göre özgül ağırlık ve su emme oranı tayini deneyleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Granülometri deneyleri TS 130'a (1978) göre yapılmıştır. Agregalar, 0-4 mm'lik ince agrega ve 4-16 mm'lik iri agrega olmak üzere iki gruba ayrılmış ve granülometri bileşimi, TS 706'daki (1980) granülometri sınır eğrilerine uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan agreganın granülometrisi, referans eğrileriyle beraber Şekil 1-3'de verilmiştir.

Tablo 1. Agregaların özgül ağırlık, su emme ve ES değerleri.

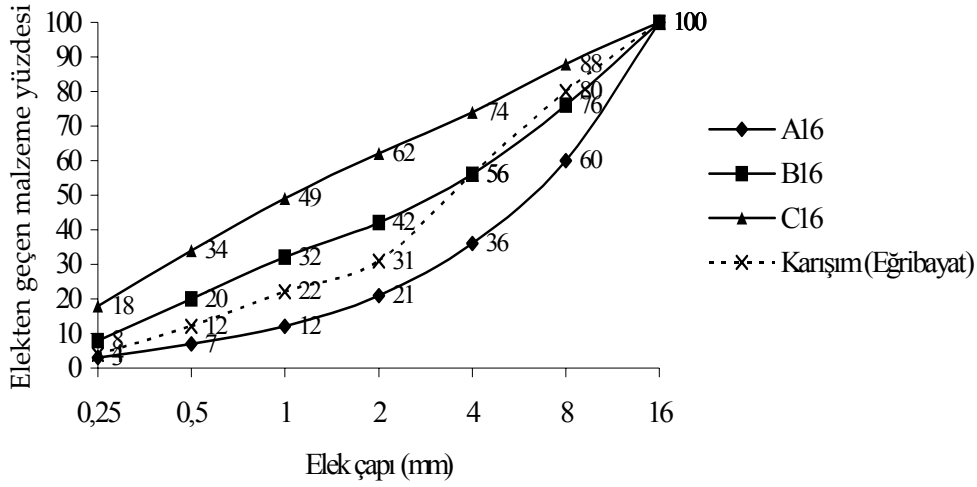
Table 1. The values of specific weight, water absorption ratio and ES of aggregates.

Agrega	Doygun kuru yüzey özgül ağırlığı kg/m ³	Kuru özgül ağırlığı kg/m ³	Görünen özgül ağırlığı kg/m ³	Su emme oranı %	ES değeri
Sarıcalar (iri)	2,61	2,58	2,68	1,68	
Sarıcalar (ince)	2,52	2,44	2,63	3,43	55
Eğribayat (iri)	2,62	2,58	2,68	1,31	
Eğribayat (ince)	2,34	2,26	2,49	4,24	67
Göçü (iri)	2,65	2,51	2,71	1,17	
Göçü (ince)	2,46	2,34	2,59	3,18	84



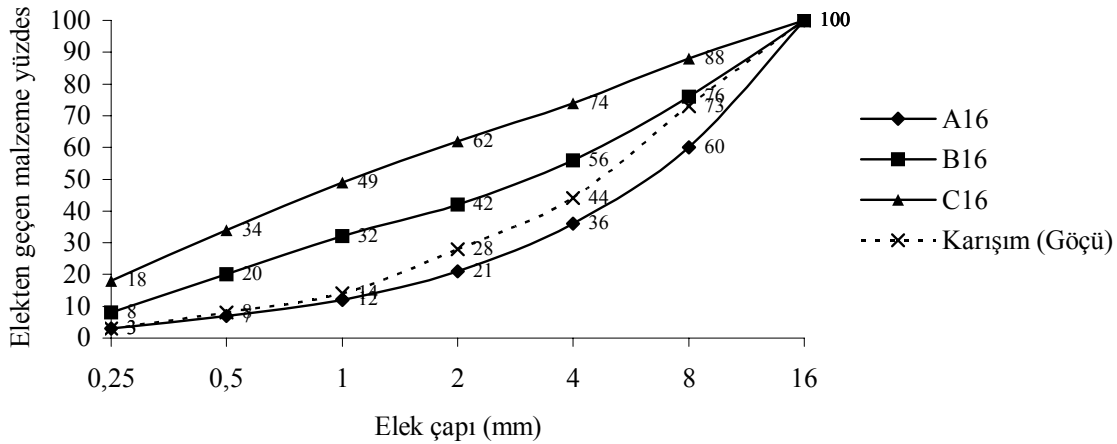
Şekil 1. Sarıcalar agregasının beton üretiminde kullanılan granülometri eğrisi ve TS 706 referans eğrileri.

Figure 1. The granulometric curve of Sarıcalar aggregate used in the concrete manufacturing and the TS 706 reference curves.



Şekil 2. Eğribayat agregasının beton üretiminde kullanılan granülometri eğrisi ve TS 706 referans eğrileri.

Figure 2. The granulometric curve of Eğribayat aggregate used in the concrete manufacturing and the TS 706 reference curves.



Şekil 3. Göçü agregasının beton üretiminde kullanılan granülometri eğrisi ve TS 706 referans eğrileri.

Figure 3. The granulometric curve of Göçü aggregate used in the concrete manufacturing and the TS 706 reference curves.

Beton karışımlarında Konya Çimento Sanayii A.Ş. tarafından üretilen PÇ32,5 çimentosu kullanılmıştır. Bu çimentonun Konya Çimento A.Ş. laboratuvarlarında TS 19'a (1985) uygunluğu araştırılmıştır. Deney sonuçları Tablo 2'de verilmiştir (Firat, 1999). Karışımlarda kullanılan su ise kampüs su şebekesinden alınmıştır.

Kum kirliliğinin belirlenmesinde kum eşdeğerliği deneyi (ES yöntemi) yöntemi

kullanılmıştır (TS 8537, 1990). ES değeri, 0-4 mm'lik kum içerisine belirli oranda ince madde ilave etmek veya kumu belirli bir düzeye kadar yıkamak suretiyle değiştirilmiştir. Deneyde kullanılan ince maddenin, deney yapılan kum içerisindeki ince madde olmasına dikkat edilmiş, farklı bir kaynaktan getirilen kil ve silt kullanılmamıştır (Durmuş ve diğ., 1988; Yazıcıoğlu, 1990). Kumların tabii haldeki ES değerleri, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan çimentonun özellikleri.*Table 2. Charecteristics of cement used.*

Özellik		TS 19'da istenen değer	Araştırmada kullanılan çimentoya ait değerler (PÇ 32.5)
Kükürtdioksit (SO ₃)		Mak. %3.50	%3.45
Magnezyumoksit (MgO)		Mak. %5.00	%2.07
Kızdırma kaybı		Mak. % 4.00	%1.99
Çözünmeyen kalıntı		Mak. %10.00	%8.64
Priz	Başlama süresi	≥ 1 saat	1 saat 16 dakika
	Sona erme süresi	≤ 10 saat	4 saat 26 dakika
Hacim genişmesi		≤ 10 mm	4 mm
200 mikron elek üzerinde kalan		≤ %1.0	%0.4
90 mikron elek üzerinde kalan		≤ %14.0	%9.1
Özgül yüzey		≥%2400 cm ² /g	2900 cm ² /g
Basınç dayanımı (kgf/cm ²)	7 gün	210	228
	28 gün	325	348
Eğilmede çekme dayanımı (kgf/cm ²)	7 gün	40	49
	28 gün	55	65

Kum Eşdeğerliği Deneyi (ES Yöntemi):

Bu yöntem, ince maddeler yönünden kum kirliliğini belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. ES yöntemiyle ince taneli agregalarda, beton için zararlı olan çok ince tozların, kil özelliğindeki taneciklerin ve siltlerin rölatif nisbetleri laboratuvarlarda ve şantiyelerde tayin edilebilir (Durmuş ve diğ., 1988). Bu yöntem şöyle uygulanır:

Kirliliği belirlenecek kumdan 90 cm³ alınarak bir ölçü silindiri içerisine konur. Başka bir ölçü silindiri içerisinde 40 litre su için gerekli olan; 12 g formaldehit (CH₂O), 40 g gliserin (C₆H₁₂O₆) ve 111 g susuz kalsiyum klorür (CaCl₂), yapılacak çözeltinin miktarına göre oranlanarak hazırlanır ve karıştırılır (Yazıcıoğlu, 1990).

Hazırlanan bu çözelti, kirliliği belirlenecek olan ölçü silindiri içerisindeki kum üzerine dökülür ve silindir beş dakika çalkalanır. Çalkalama sonucunda kimyasal madde ve kum karışımı yatay ve sarsıntısız bir yerde 20 dakika durulmaya bırakılır. Durulma süresi sonunda ölçü silindirinden tespit edilen h₁ (kum yüksekliği) ve h₂ (kum+ince madde çözeltisi yüksekliği) değerleri yardımıyla kum eşdeğerliği değeri (ES değeri), aşağıdaki formülle bulunur:

$$ES = 100 \frac{h_1}{h_2} \quad (1)$$

Bu yöntemle Lezy, Dreux, Tremper ve Hveem çeşitli bilimsel çalışmalar yapmışlardır (Yaylı, 1988). Ülkemizde ise bu konuda Doğanün, Yaylı ve Durmuş birtakım çalışmalar yapmış, özellikle Durmuş tarafından yapılan çalışmalar sonucu, temeli yukarıda anlatılan yöntem olan TS 8537 'Kum Eşdeğerliği Tayini' standardı (1990) yayınlanmıştır. Fakat bu standarttaki yüksük, deney pistonu ve huninin çok özel standartlara sahip olması, ayrıca çözelti sıcaklığının 20±1 °C gibi çok özel koşulların olmasından dolayı özel laboratuvarların haricinde şantiyelerde bu standarda uyulmasını güçleştirmektedir.

Beton Deneyleri

Beton basınç mukavemeti esas alınarak optimum kum kirliliğini belirlemek için, 15x15x15 cm boyutunda küp numuneler üretilmiştir. Her kum için 9 değişik ES değerine sahip bir seri oluşturulmuş ve her ES değeri için 3 adet numune hazırlanmıştır. Bu şekilde bir kum için 27 adet olmak üzere toplam 81 adet numune üretilmiştir.

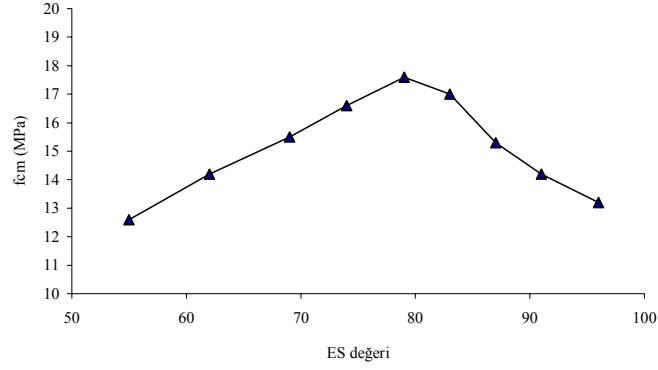
Beton sınıfı olarak C18 seçilerek her kum için ayrı karışım hesabı yapılmıştır. Dozaj; Sarıcalar agregası için 310 kg/m³, Eğribayat agregası için 300 kg/m³, Göçü agregası için 320 kg/m³ alınmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda sabit su dozajı ile yapılan denemelerde, temiz kumlarla yapılan betonların çok sulu, ince madde oranı yüksek kumlarla yapılan betonların ise çok kuru olduğu gözlenmiştir. Bu betonlar kendi aralarında karşılaştırılmayacağı için sabit işlenebilirlik özelliği tercih edilmiştir (Yazıcıoğlu, 1990). Çünkü hem ince madde içeren agrega kullanılabilir ve hem de su miktarı sabit tutulacak olursa, taze betonun işlenebilirliği azalacaktır. Sabit işlenebilirliği elde etmek için her karışımda TS 2871'e (1977) göre çökme deneyi yapılmış ve

çökmenin 2-3 cm arasında kalması sağlanmıştır. Hazırlanan taze beton kalıplara üç tabaka halinde ve her tabaka 25 kez şişlenerek yerleştirilmiş ve yaklaşık 5 saniyelik bir titreşim uygulanmıştır. Numuneler döküldükten 24 saat sonra kalıplarından çıkarılmış ve 28. güne kadar su içinde saklanmıştır. 28. gün TS 3114'e (1990) göre basınç deneyine tabi tutulmuştur. Her karışımın ES değeri, buna bağlı olarak taze beton çökme deneyi sonuçları, beton basınç deneyinde kırılma anındaki yük değerleri, basınç dayanımı değerleri ve her karışım için üç adet numunenin ortalaması alınarak bulunan basınç dayanımı değerleri Tablo 3-5'te verilmiştir. Numunelerin ortalama basınç dayanımları alınarak çizilen f_{cm} -ES diyagramları Şekil 4-6'da verilmiştir.

Tablo 3. Sarıcalar agregası kullanılarak elde edilen betonların basınç deneyi sonuçları.

Table 3. The results of the compression strength tests of the concrete obtained by using Sarıcalar aggregate.

ES Değeri	Çökme Değeri (cm)	Maksimum Yük (kgf)	Basınç dayanımı (15x15x15 cm küp numune) (MPa)	Ort. basınç dayanımı (15x15x15 cm küp numune) (MPa)
96	3	40360	18	18
	3	42680	19	
	3	39250	17	
91	2.5	44570	20	20
	2.5	44790	20	
	3	42890	19	
87	2.5	48740	22	21
	2	47250	21	
	2.5	45790	20	
83	3	54300	24	23
	2	52640	23	
	2	50810	23	
79	2.5	55990	25	24
	3	54360	24	
	2.5	53100	24	
74	3	51360	23	23
	2.5	49220	22	
	2.5	52520	23	
69	2	49800	22	21
	3	46430	21	
	3	47820	21	
62	2	44320	20	20
	2	45300	20	
	2	42560	20	
55	2.5	40630	18	17
	2	39030	17	
	2	37690	17	



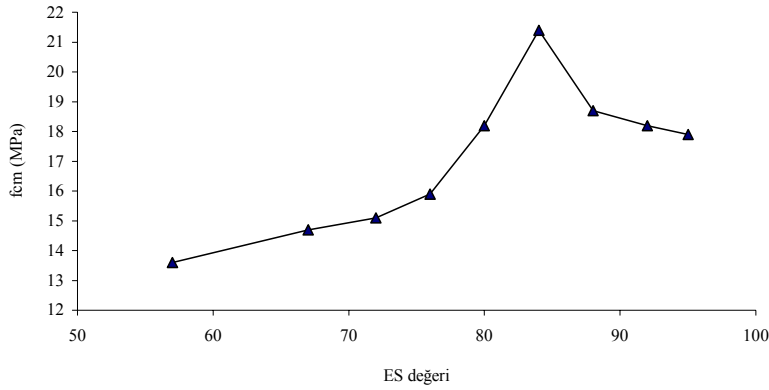
Şekil 4. Sarıcalar Agregası ile üretilen betonun basınç dayanımı-ES diyagramı.

Figure 4. The compression strength-ES value curve of concrete produced with Sarıcalar aggregate.

Tablo 4. Eğribayat agregası kullanılarak elde edilen betonların basınç deneyi sonuçları.

Table 4. The results of the compression strength tests of the concrete obtained by using Eğribayat aggregate.

ES Değeri	Çökme Değeri (cm)	Maksimum Yük (kgf)	Basınç dayanımı (15x15x15 cm küp numune) (Mpa)	Ort. basınç dayanımı (15x15x15 cm küp numune) (Mpa)
95	3	55220	24	24
	3	56160	25	
	3	54400	24	
92	2.5	57170	25	25
	3	56410	25	
	3	55210	24	
88	2.5	59240	26	26
	2	58130	26	
	3	56190	25	
84	3	67340	30	29
	2	68280	30	
	2	63040	28	
80	2.5	53600	26	25
	3	55770	25	
	3	55340	25	
76	2.5	48620	22	22
	2.5	52520	23	
	2.5	46700	21	
72	2	46700	21	21
	3	48210	21	
	3	45480	20	
67	2	47020	21	20
	2	44560	20	
	2.5	45030	20	
57	2.5	43540	19	19
	2	40360	18	
	2	42160	19	



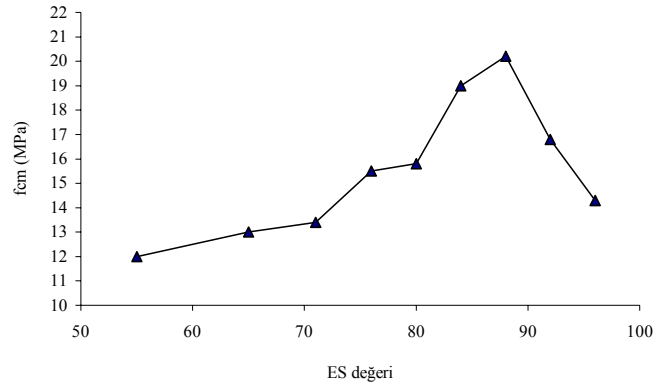
Şekil 5. Eğribayat Agregası ile üretilen betonun basınç dayanımı-ES diyagramı.

Figure 5. The compression strength-ES value curve of concrete produced with Eğribayat Aggregate.

Tablo 5. Göçü agregası kullanılarak elde edilen betonların basınç deneyi sonuçları.

Table 5. The results of the compression strength tests of the concrete obtained by using Göçü aggregate.

ES Değeri	Çökme Değeri (cm)	Maksimum Yük (kgf)	Basınç dayanımı (15x15x15 cm küp numune) (Mpa)	Ort. basınç dayanım (15x15x15 cm küp numune) (Mpa)
96	3	42150	19	20
	3	44800	20	
	3	46140	20	
92	3	52370	23	23
	2.5	50220	22	
	2.5	51430	23	
88	3	63980	28	28
	2	60300	27	
	2.5	62810	28	
84	2.5	61420	27	26
	3	56240	25	
	2.5	58280	26	
80	2	51250	23	22
	2	44550	20	
	3	50960	23	
76	2.5	45570	20	21
	2.5	51640	23	
	2.5	47010	21	
71	2.5	38430	19	19
	2.5	40330	19	
	2	41640	18	
65	2	42760	17	18
	2	41990	18	
	2	40020	18	
55	2	38280	17	16
	2	36290	16	
	2.5	37180	16	



Şekil 6. Göçü Agregası ile üretilen betonun basınç dayanımı-ES diyagramı.

Figure 6. The compression strength-ES value curve of concrete produced with Göçü aggregate.

DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Beton üretiminde kullanılan ince agregaların kalite kontrol çalışmalarında özgül ağırlık, su emme, granülometri, 0.063 mm elekten geçen çok ince malzeme tayini sık yapılan deneylerdir. TS 706 "Beton Agregaları" (1980) standardı kirliliğin değerlendirilmesinde doğrudan 0.063 mm elekten geçen çok ince malzeme miktarını dikkate almaktadır. Filler malzemenin daha iyi tanınması sonucu zaman içinde çok ince malzemeye bakış açısı değişmiş, bu değişiklik, Avrupa standartlarından aktararak benimsenen TS 706 EN 12620/2003 "Beton Agregaları" standardı revizyonuna da yansımıştır. Revize standart, ince agregalarda çok ince malzeme muhtevasına sınır getirmek yerine, onları kategorilere ayırmakta, çok ince malzemenin kalitesini ayrıca değerlendirerek zararlı olup olmadığına karar vermektedir. Fakat kum eşdeğerliği değeri ile ilgili bir sınır verilmemektedir. Sınırlar ve/veya kategorilerin, agreganın kullanıldığı yerde geçerli olan mevzuata uygun olarak yerel yeterlilikteki performansla kullanılan mevcut malzemelerin özellikleriyle ilgili tecrübelerden faydalanılarak oluşturulacağı belirtilmektedir.

Bu çalışmada, ince agregalar için kum eşdeğerliği deney sonuçlarının betonun basınç dayanımına etkisi incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda Konya bölgesindeki üç farklı ocaktan getirilen kum için optimum ES değerleri bulunmuştur. Sonuçlara göre ES'nin maksimum

değeri (kumun tam temiz olması) optimum değer olmamaktadır.

Eryurtlu ve diğ. (2004) tarafından yapılan çalışmada da; 0.063 mm den geçen çok ince malzeme muhtevasının, kırma kumun beton performansına etkisini tek başına yansıtmadığı ve belirlemede yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır. Hazır beton santrali laboratuvarlarında sık yapılan 63 mikron elekte yıkama, elek analizi, özgül ağırlık ve su emme deneyleri ile kum eşdeğerliği deney sonuçları karşılaştırıldığında, 63 mikron elekte kirlilik tayini ile kum eşdeğerliği sonuçlarının paralel etki göstermediği gözlenmiştir. Çok ince malzemenin kalitesi hakkında fikir veren kum eşdeğerliği ve/veya metilen mavisini deneylerine de rutin kalite kontrol planlarında yer verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Hasdemir (2004) tarafından yapılan çalışmada da aynı sonuç elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada, 0.063 mm'den geçen çok ince malzeme muhtevasının, kırma kumun beton performansına etkisini tek başına yansıtmakta, belirlemede yetersiz kaldığı, betonun davranışını öngörebilmek için çok ince malzemenin kalitesi hakkında fikir veren kum eşdeğeri ve/veya metilen mavisini deneylerine gereksinme olduğu belirtilmiştir.

SONUÇLAR

Çimentonun standartlaşmış olmasına karşın kumlar aynı yörede bile birbirlerinden çok farklı özellikler gösterebilmektedir. Bu sebeple daha kaliteli beton elde edebilmek için çimentodan

sonra en önemli bileşen olan kumun kirlilik yönünden de incelenmesi gerekmektedir.

Araştırma sonuçları, kumun belirli bir temizliğe sahip olması gerektiğini, ancak çok temiz olmasının da arzulanan bir durum olmadığını, ince madde yönünden her kum için bir optimum kum kirliliğinin beton mukavemetine etkisinin olumlu olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan kumların ES değerleri ayarlanırken, her kumun kendi ince maddesi kullanılmıştır. Farklı ince madde kullanılırsa optimum ES değeri ve beton basınç mukavemetleri değişebilir. Bu konunun ayrıca araştırılması gerekir.

Sarıcalar kumunun tabii haldeki ES değeri 55, optimum ES değeri 79 bulunmuştur. Yıkanmadan, tabii haliyle beton üretiminde kullanılan Sarıcalar kumunun beton üretilirken yapılabilecek diğer hatalarla birlikte çok olumsuz sonuçlara sebep olabileceğine dikkat etmek gerekir.

Eğribayat kumunun tabii haldeki ES değeri 67, optimum ES değeri 84 bulunmuştur. Yıkanmadan, tabii haliyle kullanılırken beton üretimindeki dikkat edilecek hususlara (dozaj, granülometri, su/çimento oranı vb) dikkat edilerek elde edilen betonun istenilen mukavemete sahip olup olmayacağı önceden deneysel olarak kontrol edilmelidir.

Göçü kumunun tabii haldeki ES değeri 84, optimum ES değeri 88 bulunmuştur. Bu kum için olumlu bir sonuçtur ve ince maddeler yönünden kum kirliliği göz önüne alındığında tabii haliyle kullanılabilir.

Standartlarda ES değeri ile ilgili bir sınır değer olmamasına karşılık, literatürde (Durmuş, 1995, Eryurtlu ve diğ., 2004), $ES \geq 80$ ise yüzey temizliği yönünden agreganın iyi durumda

olduğu ve doğal kumlar için $ES > 70$ olması gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, optimum ES değerleri 80-90 aralığında kalmaktadır ve literatürdeki değerlere uymaktadır

Bu çalışmada her kumun her ES değeri için bulunan beton basınç mukavemetleri maksimum mukavemetler değildir. Yüksek mukavemetli beton elde edilmek istendiğinde Sarıcalar kumunun ES değeri 79, Eğribayat kumunun ES değeri 84 ve Göçü kumunun ES değeri 88 olarak ayarlanmalı (ES değeri küçükse yıkanarak, ES değeri büyükse ince madde ilave edilerek) ve diğer gerekli özelliklere dikkat edilerek beton dökülmelidir.

ES yöntemiyle özellikle şantiyelerde kısa sürede ve kolaylıkla kumlardaki kirlilik miktarı tesbit edilebilir ve bu çalışmada yapılan şekliyle laboratuvarlarda optimum kum kirlilikleri belirlenebilir.

Ülkemizde yapı malzemeleri konusunda yetersizlik ve denetim eksikliği olduğu açıktır. Depremde hasar gören, göçen binalarda bu yetersizliğin payı çoktur. Çok yüksek mukavemetli betonların telaffuz edildiği çağımızda beton üretiminde kullanılan kumlar için optimum bir kirlilik derecesinin belirlenmesi gerekliliğine rağmen, bu konuda yapılan pratik çalışmalar oldukça azdır. Ülkemizin değişik yörelerindeki ocaklardan çıkarılan kumların kirlilik değerinin birbirinden farklılık göstermesi, bu çalışmanın benzerlerinin değişik yöreler için tekrarlanmasını gerektirmektedir. Böylece genelde malzeme özelliği bakımından optimum ES'nin belirlenmesinde daha kapsamlı ve kesin sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Durmuş, A., Doğançün, A. ve Yaylı, A., 1988, Kum kirliliğinin betonun mekanik özellikleri üzerine etkisi, Prefabrik Birliği Dergisi, 8, 9-14.
- Durmuş, A., 1995, Beton nitelikleri yönünden optimum kum kirliliğinin belirlenmesi (TS 8537'ye uygun olarak), Beton Prefabrikasyon Dergisi, 36, 29-37.
- Erdoğan, T.Y., 2003, Beton, ODTÜ Geliştirme VakfıYayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara.
- Eryurtlu, D., Işık, M., Öztekin, E., 2004, Kum eşdeğerliği deneyinin beton performansı üzerine etkisinin incelenmesi, Beton 2004 Kongresi, s604- 614, 10-12 Haziran, İstanbul.

- Fırat, F.K., 1999, Konya'da Bulunan Kumların Kirliliklerinin İncelenmesi, İnce Maddeler Yönünden Optimum Kum Kirliliklerinin Bulunması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Hasdemir, S., 2004, Metilen mavisi deney sonuçlarının beton basınç dayanımlarına etkisi, Beton 2004 Kongresi, s615-622, 10-12 Haziran, İstanbul.
- Karaduman, M., Açıkel, H., 1988, Karapınar volkanik agregasından TS 406'ya uygun hafif beton briket imali, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3, 1, 1-11.
- TS19, 1985, Portland Çimentoları, TSE, Ankara.
- TS 130, 1978, Agregası Karışımlarının Elek Analizi Deneyi İçin Metot, TSE, Ankara.
- TS 706, 1980, Beton Agregaları, TSE, Ankara.
- TS 2871, 1977, Taze Beton Kıvam Deneyi (Çökme Hunisi Metodu İle), TSE, Ankara.
- TS 3114, 1990, Beton Basınç Mukavemeti Tayini, TSE, Ankara.
- TS 3526, 1980, Beton Agregalarında Özgül Ağırlık Ve Su Emme Oranı Tayini, TSE, Ankara.
- TS 3527, 1980, Beton Agregalarında İnce Madde Tayini, TSE, Ankara.
- TS 8537, 1990, Kum Eşdeğerliği Tayini, TSE, Ankara.
- Yaylı, A., 1988, Kum Kirliliğinin Betonun Dayanımına Etkileri, Bitirme Tezi, KTÜ İnş. Müh. Böl., Trabzon.
- Yazıcıoğlu, S., 1990, Kum Kirliliğinin Betonun Basınç Dayanımına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

