

**FARKLI ÇİMENTO ORANLARINDA BETON
DAYANIMININ İNCELENMESİNE BİR ÖRNEK:
ISPARTA-ATABEY KUM-ÇAKIL OCAĞI**

**INVESTIGATION OF CONCRETE STRENGTH IN
DIFFERENT CEMENT RATIOS AND A CASE STUDY:
ISPARTA-ATABEY SAND-GRAVEL QUARRY**

Hülya KESKİN*

ÖZET

Endüstrinin gelişmesine paralel olarak artan kum-çakıl ve beton ihtiyacının karşılanmasında dayanım ve kalite önemli yer tutmakta, beton yapımında kullanılan agreganın uygun kriterlere sahip olması ve elde edilen betonun yüksek dayanımlı olması istenmektedir.

Bu çalışmada Isparta-Atabey kum-çakıl ocağı agrega özellikleri incelenmiş, TS 802'ye göre BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında farklı çimento oranlarında elde edilen beton numunelerinin basınç dayanımları tesbit edilmiştir. Agrega özellikleri beton yapımı için uygun kriterlerde olup, çimento miktarlarındaki artışın beton basınç dayanımının artışı üzerinde doğrudan etkisi gözlenmemiştir.

ABSTRACT

Strength and quality are vital factors in the demand of sand-gravel and concrete with parallel to growing industry. It is required that the aggregate used in concrete must have appropriate conditions and concrete must also have safety strength.

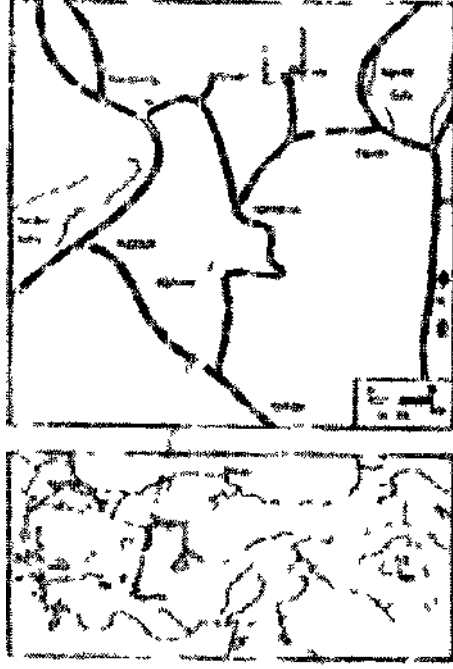
In this study, the features of aggregates in Isparta- Atabey sand-gravel quarry have been examined. Concrete strength obtained in different cement ratios has been performed according to BS 16 and BS 25 concrete classes in TS 802. As conclusion, it is defined that characteristics of aggregates tested in this study are convenient for concrete making. Increasing of the amount of the cement has not effect increasing of the concrete strength directly.

* Zonguldak Karaelmas Univ Müh. Fak. Jeoloji Müh Böl ZONGULDAK

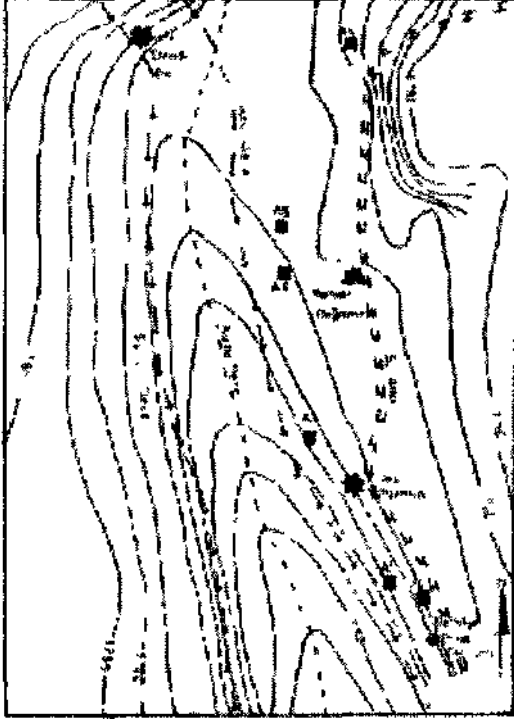
1. GİRİŞ

Atabey-Akçay Deresi kum-çakıl ocağı 1976 yılından beri Atabey Belediyesi tarafından işletilmekte, İsparta ve civarının kum-çakıl ve beton ihtiyacının büyük kısmını karşılamaktadır (Şekil 1)

Akçay Deresi kum-çakıl ocağı yakın çevresinde yer alan kayaçların alt bölümünü Alt-Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu oluşturur. Birim, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası aralanmasından oluşur. Kayıköy formasyonunu geçişli bir dokanakla üstleyen Oligo-Miyosen yaşlı Gönen Konglomerası başlıca kötü boylanmalı kireçtaşı, kumtaşı ve ofiyolitlerden türemiş çakıl bileşenlerinden meydana gelir. Ofiyolit karmaşığı ile Orta-Ust Jura yaşlı Tınaztepe kireçtaşı, Gönen konglomerasını tektonik bir dokanakla üstler. Üst Kretase yaşlı Ofiyolit karmaşığı serpantinit, gabro, diyabaz, cört, radyolarit, kumtaşı ve şeylerden yapıldır içerisinde olistolit halinde kireçtaşı blokları bulunur. Mikritik dokulu, istif taşı özeliğinde olan Tınaztepe kireçtaşı Ofiyolit karmaşığını tektonik bir dokanakla üstler. Pliyo-Kuvaterner yaşlı Atabey konglomerası kötü boylanmalı, kum ve karbonat çimentosu ile tutturulmuş köşeli çakıllardan yapıldır. Yatay katmanlanma sunan Atabey konglomerası Tınaztepe kireçtaşını aşıl uyumsuzlukla üstler. Üstte gevşek tutturulmuş kil, kum ve çakıldan oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon yer alır (Karaman ve diğ. 1989). Uzunluğu 3800 m. olan ve genişliği 200-500 m. arasında değişen Atabey-Akçay Deresi alüvyonlarında gözle yapılan incelemelerde, kil oranındaki artış ve seviye değişimleri dikkate alınarak seçilen gereç alanının görünür rezervi yaklaşık 12400 m³ olup bu-alandan, yaklaşık ağırlıkları 100 kg olan 6 adet numune alınmıştır (Şekil 2)



Şekil 1. İnceleme alanı mevki haritası



Şekil 2. Gereç alanı ve örnekleme noktaları

2. MATERYAL VE METOD

Atabey-Akçay Deresi kum-çakıl ocağı malzemesinden beton elde etmek ve elde edilen betonların dayanımlarını incelemek amacıyla alınan numuneler üzerinde beton karışım hesabında kullanılmak üzere bir dizi deney yapılmış, elek analizi ve Özgül ağırlık deney sonuçları elde edilmiştir.

Elek analizinde ince ve iri agrega olarak karışık bulunan tüvenan malzeme kare delikli ASTM elekleri kullanılarak tane boylarına ayrılmıştır. 4 no'lu elek üstünde kalan iri agrega (çakıl) sırasıyla 3/4, 3/8 ve 4 no'lu eleklerden geçirilmiş, elek üstünde kalan numuneler tartılmıştır. 4 no'lu elek altında kalan ince agrega (kum) sırasıyla 8, 16, 30, 50 ve 100 no'lu eleklerden geçirilmiş, artan numune pan içinde kalmak suretiyle tartım arı alınmıştır. Tüvenan, kum ve çakıl granülometri eğrileri ile zemin cinsi, kum, çakıl oranları ve kumun incelik modülü belirlenmiştir. Kumun incelik modülü; ince agreganın elek analizi sonucunda elekler üzerinde kalan malzemenin kümülatif ağırlık yüzdelerinin toplamının yüze bölümüyle elde edilmiştir.

İnce agrega (kum) için özgül ağırlık, 4 nolu elek altında kalan numune doymun kuru yüzey hale getirilerek piknometre ile tesbit edilmiştir. Deney metoduna göre doymun kuru yüzey hale gelen numunedan bir miktar alınarak (A gr), ağırlığı ve kap su ağırlığı (C gr)

belli olan piknometre içine konulup vakum pompası ile havası alınır ve piknometre ağzına dek su ile doldurularak tartılır (B gr).

$$\frac{A}{A + C - B}$$
 formülü ile kumun özgül ağırlığı (gr/cm³) hesaplanır.

İri agregası (çakıl) için özgül ağırlık, 4 nolu elek üstünde kalan malzemeden her elek boyunu temsil eden numuneler karıştırılarak Arşimet Terazisi ile tesbit edilmiştir. Numune 24 saat su içinde bekletildikten sonra taneler üzerinde gözle görülebilen su filmi kalmayınca dek kurulanır. Dolgun kuru yüzey halindeki numuneden belli miktar alınarak (A gr), hassas teraziye bağlı olan ve su içinde bulunan Arşimet Terazisine konur ve su içindeki ağırlığı tesbit edilir (B gr).

$$\frac{A}{A - B}$$
 formülü ile çakılın özgül ağırlığı (gr/cm³) belirlenir.

Atabey kum-çakıl ocağı agregaları üzerinde yapılan deneyler sonucu elde edilen özellikler kullanılarak TS 802 beton karışım hesap esaslarına göre 30 cm. boyunda ve 15 cm. çapında silindirik beton numuneleri dökülmüştür. BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında dökülen bu beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları incelenmiştir.

TS 802 beton karışım hesap esaslarına göre BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında su/çimento oranı sabit tutularak, çimento miktarı 250, 300 ve 350 kg olmak üzere artırılarak farklı karışım oranlarında dökülen beton numuneleri 28 gün su tankında bekletilmiş ve 28 gün sonunda beton numuneleri üzerinde tek eksenli basınç deneyi uygulanarak basınç dayanımları ölçülmüş, artan basınç altında üzerinde çatlaklar oluşan ve kırılan numunenin dayandığı maksimum basınç tesbit edilmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALARIN İRDELENMESİ

Atabey kum-çakıl ocağı malzemesi üzerinde yapılan deneysel çalışmalar beton öncesi agregası özelliklerinin tesbiti, beton karışım oranlarının hesaplanması ve beton dayanımlarının ölçülmesi şeklinde üç ana grupta gerçekleştirilmiştir.

3.1 Agregası Özelliklerinin Tayini

Farklı noktalardan alınan 6 kum-çakıl numunesinin ortalama elek analizi sonuçları kum, çakıl ve tüvenan olarak standart sapmaları ile birlikte Tablo 1'de görülmektedir.

Elek No	ÇAKIL					KUM				
	U/2	1	3/4	3/8	4	8	16	30	50	100
Elekte Kalan Ott %	8.78	13.88	12.10	34.18	31.10	35.87	34.82	13.48	8.23	4.42
Standart Sapma O	4.11	5.12	0.73	3.20	6.23	11.42	2.62	6.79	4.06	2.80
DO + o	12.89	19.00	12.83	37.38	37.33	47.29	37.44	21.27	12.29	7.22
Do-O	4.67	8.76	11.37	30.98	24.87	24.45	32.20	6.69	4.17	1.62
TUVENAN										
Elekte Kalan On %	4.75	7.80	6.54	18.43	16.56	17.80	17.59	6.91	4.22	2.23
Standart Sapma o	2.65	3.40	0.80	0.62	1.77	5.28	1.73	3.66	2.16	1.58
DO + O	7.40	11.20	7.34	19.05	18.33	23.08	19.32	10.57	6.38	3.81
Do-a	2.10	4.40	5.74	17.81	14.79	12.52	15.86	3.25	2.06	0.65
Kumun İncelik Modül • %/	14.8010.41									

Bu sonuçlara göre çakıl ve kumun ideal granülometriye göre derecelenmiş ortalama katsayıları (Cu üniformluluk, Cc eğrilik) hesaplanarak zemin cinsi saptanmıştır.

Çakıl :

$$C_u = D_{60} / D_{10} = 17.7 / 5.8 = 3.05 < 4$$

$$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60} = (9.50)^2 / 17.7 \times 5.8$$

$$= 0.87 < 1$$

Kum :

$$C_u = D_{60} / D_{10} = 2.18 / 0.37 = 5.89 < 6$$

$$C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60} = (1.19)^2 / 2.18 \times 0.37$$

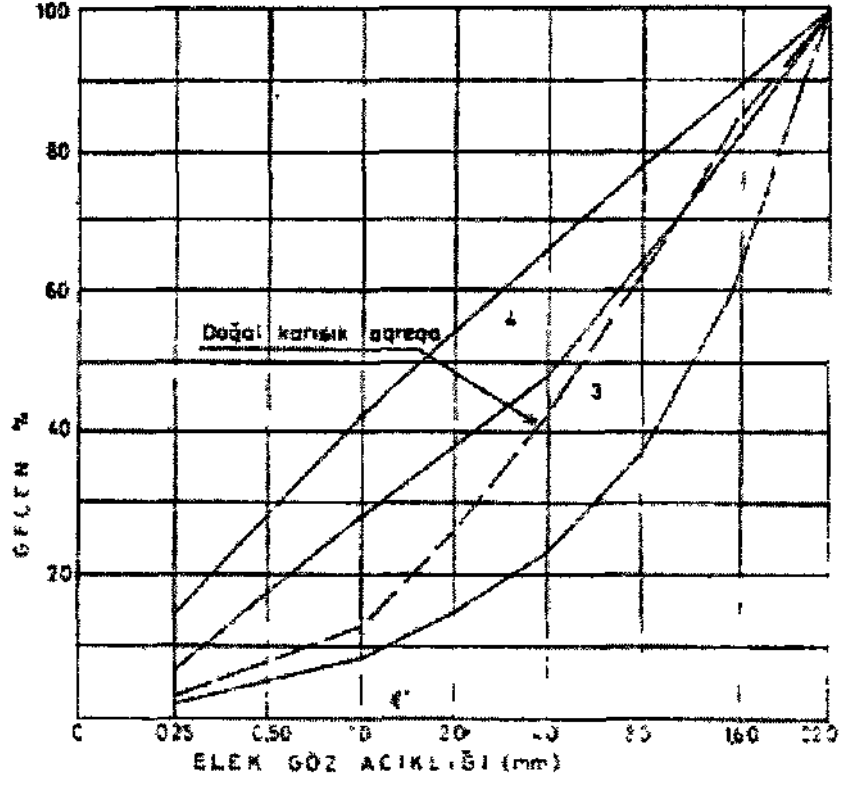
$$= 1.75 \quad 1 \sim 3$$

Bu verilere göre çakıl ve kumda C_u ve C_c 'nin limit değerlerden küçük olması agrega dane dağılımının kötü derecelenmiş kum ve çakıl (GP-SP) karakterinde olduğunu, kumun incelik modülünün 4.80+0.41 olması da kumun iri dane 1 i olduğunu göstermektedir. Agreganın dane dağılımı Şekil 3'de görüldüğü gibi TS 206 'da belirtilen uygun bölgeye düşmektedir. Dane dağılım oranlarına göre agreganın % 35'i ince, % 14'ü iri olmak üzere toplam %49'u çakıl; % 51'i kumdur. Maksimum dane çapı, $D_{max} = 11/4 (=31.75 \text{ mm})$ dir.

Tablo 2. Atabey Kum-Çağ (il Ocağı Malzemesi Özgül Ağırlık Değerleri

Malzeme	Özgül Ağırlık	Limit (Mm İmum)
Kum	2.69±0.05	2.60
Çakıl	2.76±0.07	2.60

Tablo 1 Standart Elekler Üzerinde Kalan Kum, Çakıl ve Tüvenan Ortalama Miktarla



Şekil 3 Atabey Kum-Çakıl Ocağı Agregada Dane Dağılımı

Kum ve çakıl malzemesinin beton agregası olarak kullanılabilmesi için özgül ağırlık değerinin 2.60 gr/cm^3 'den küçük olmaması gerekmektedir. Tablo 2'de görüldüğü gibi kum ve çakıl numunesinin özgül ağırlık ortalamaları limit değeri sağlamaktadır. Malzemenin özgül ağırlığı beton agregası olarak kullanıma uygundur.

3.2 Beton Karışım Oranları

TS 802 beton karışım hesap esaslarına göre BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında elde edilen beton numuneleri karışım hesabında kullanılan veriler aşağıda verilmiştir.

3.2.1 Özgül Ağırlıklar

Çimento Özgül Ağırlığı, $\gamma_c = 2.93 \text{ kg/dm}^3$ (Traslı Çimento)
Çakılın Özgül Ağırlığı $\gamma_{cak} = 2.76 \text{ kg/dm}^3$
Kumun Özgül Ağırlığı, $\gamma_{kum} = 2.69 \text{ kg/dm}^3$

3.2.2 Hava Katkısı

Beton dökümü esnasında hava katkısı kullanılmayacağı varsayılmıştır.

3.2.3 Çökme Değeri

Çökme değeri Tablo 3'e göre 7 cm olarak belirlenmiştir.

3.2.4 Basınç Dayanımları

BS 16 ve BS 25 beton sınıflarının karakteristik ve ortalama basınç dayanımları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 3. Çeşitli Yapı Elemanları için Uygun Çökme Değerleri

Yapı Elemanları	Çökme Değerleri (Max cm)
Betonarme Temeller	8
Donatısız beton temeller, kesonlar ve alt yapı duvarları, kanal kaplama betonları	7
Döşeme, kiriş, kolon, betonarme perdeler, tünel yan ve kemer betonları	10
Yol kaplama betonları, köprü ayakları	5
Tünel taban kaplama betonları	5

Tablo 4. Beton Sınıflarının Basınç Dayanımları

Beton Sınıfı	Karakteristik basınç Dayanımı (Silindir) kg/cm ²	Ortalama Basınç Dayanımı (Silindir) kg/cm ²
BS 14	140	180
BS 16	160	200
BS 20	200	260
BS 25	250	310
BS 30	300	360
BS 35	350	430
BS 40	400	480
BS 45	450	530
BS 50	500	580

Tablo 4'e göre karakteristik beton dayanımı (f_{ck}) BS 16 beton sınıfı için 160 kg/cm², BS 25 beton sınıfı için 250 kg/cm² 'dir. Karışım hesabında temel alınacak ortalama basınç dayanımları (f_{cm}) ise BS 16 beton sınıfı için 200 kg/cm², BS 25 beton sınıfı için 310 kg/cm² 'dir.

3.2.5. Su/Çimento Oran (W/C)

Gerekli dayanımı elde edebilmek için beton karışım hesabında kullanılacak olan su/çimento oranı Tablo 5'e göre tesbit edilmiştir.

Tablo 5 Basınç Dayanımlarına Göre Su/Çimento Oranları

28 Günlük Beton Basınç Dayanımı kg/cm ²	Su Çimento Oranı (Ağırlık Esasına Göre) (W/C)	
	Hava Katkısız Beton	Hava Katkılı Beton
450	0.38	
400	0.43	
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Buna göre su/çimento oranı (W/C) BS 16 beton sınıfı için 0.70, BS 25 beton sınıfı için 0.54'tür.

3.2.6. Karışım Suyu Miktarı (W)

Verilen agreganın en büyük dane çapları için karışım suyu miktarı (İt/m³) Tablo 6'dan belirlenmiştir.

3.2.7. Hava Miktarı (V_h)

Hava katkısız beton için sıkışık hava yüzdesi Tablo 6'ya göre 1000 dm³ beton için 10 dm³ hava olarak tesbit edilmiştir.

Tablo 6. Karışım Suyu Miktarı

		Verilen Agreganın En Büyük Dane Çapları için Karışım Suyu Miktarı İt/m ³						
Dane Çapı (mm)		9.250	12.700	19.100	25.400	38.100	50.800	76.200
Çökme Değeri (cm)		(Hava Katkısız Beton için)						
2-6		210	220	185	180	165	155	145
7-12		230	220	205	195	180	170	160
13-17		245	230	215	205	190	180	170
Sıkışık Hava Yüzdesi %		3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3

3.2.8. Çimento ve Agreganın Miktarları

Elde edilen bu veriler ışığında çimento miktarı, çimento hacmi ve agreganın hacmi aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanmıştır.

$$\text{Çimento Miktarı (C)}; \quad C = \frac{W}{W/C} \quad (\text{kg})$$

$$\text{Çimento hacmi (V_c)}; \quad V_c = \frac{C}{\gamma_c} \quad (\text{dm}^3)$$

$$\text{Agreganın hacmi (V_a)}; \quad V_a = 1000 - (V_c + W + V_h) \quad (\text{dm}^3)$$

Tablo 7'de BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında farklı çimento miktarlarına göre beton karışım oranları görülmektedir.

Tablo 7f. Atabey Kum-Çakıl Ocağı Malzemesi Beton Karşım Oranları

Beton Sınıfı	Su-Çimento Oranı W/C	Çimento Miktarı (kg)	Su Miktarı (kg)	Kum Miktarı (kg)	Çakıl Miktarı (kg)	
					tnce	İri
BS 16	0.70	210	145	1060	748	298
BS 16	0.70	250	175	1001	707	282
BS 16	0.70	300	210	931	654	262
BS 16	0.70	350	245	858	605	243
BS 25	0.54	270	145	1033	729	290
BS 25	0.54	300	162	995	701	282
BS 25	0.54	350	189	933	657	265

3.3 Beton Dayanımının Ölçülmesi

Elde edilen beton numuneleri 28 gün su içinde bekletildikten sonra basınç dayanımları incelenmiştir. Artan basınç altındaki numunede deformasyonlar ölçülmüş ve numune kırılıncaya dek uygulanan basınç arttırılmıştır. Farklı çimento miktarlarında her karşım oranı için 2 numune üzerinde uygulanan basınç dayanımı deneyinin ortalama değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8 Farklı Çimento Oranlarında Betonun Basınç Dayanımları

Beton Sınıfı	Çimento Miktarı kg	28 Günlük Basınç Dayanımı kg/cm^2
BS 16	210	163
BS 16	250	125
BS 16	300	111
BS 16	350	191
BS 25	270	236
BS 25	300	214
BS 25	350	190

Buna göre BS 16 beton sınıfında çimento miktarı 350 kg olunca dayanım artmış, BS 25 beton sınıfında ise çimento miktarı arttıkça dayanım düşmüştür.

4. SONUÇLAR

Atabey kum-çakıl ocağı agregaları kullanılarak farklı çimento oranlarında elde edilen beton numunelerinin *çimento miktarındaki artış* dikkate alınarak dayanımlarının ölçülmesi amaçlı bu çalışmada irdelenen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Atabey-Akçay Deresi malzemesi kötü derecelenmiş çakıl-kum karışımları (GP-SP) karakterindedir.

- Agreganın dane dağılımı TS 206'da belirtilen uygun bölgeye düşmektedir ve beton agregası olarak kullanım uygunluğuna sahiptir.
- Akçay Deresi malzemesi hem kum hem de çakıl özgül ağırlıkları beton agregası olarak kullanılabilmesi için gerekli limit değeri sağlamaktadır.
- TS 802 beton karışım hesap esaslarına göre BS 16 ve BS 25 beton sınıflarında su/çimento oranı sabit tutulmak üzere çimento miktar artırılarak beton numuneleri elde edilmiştir.
- Elde edilen beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları incelenmiş ve BS 16 beton sınıfındaki beton numunelerinde çimento miktar 350 kg arttırıl ıncaya dek dayanımda azalma olmuş, çimento miktar 350 kg olunca dayanım artmıştır.
- BS 25 beton sınıfında çimento miktarı arttıkça beton dayanımlarında azalma görülmüştür.
- Atabey kum-çakıl ocağı agregalarından elde edilen beton numuneleri üzerinde çimento miktarının arttırılması ile beton dayanımlarında bir artış gözlenmemiştir.

KAYNAKLAR

1. KARAMAN M.E., MERİÇ E., TANSEL İ., (1989), Gönen-Atabey (İsparta) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, Ahmet Acar Semp., Ç.Ü., Adana.
2. KESKİN H., (1993), Isparta-Atabey Kum-Çakıl Ocağı Özelliklerinin İncelenmesi ve Bu Özelliklerin Beton Dayanımına Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), S.D.U., İsparta.
3. POSTACIOĞLU B., (1986), Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton; Cilt 1-2, İTÜ, İstanbul.
4. T.S.E., (1985), Beton Karışım Hesap Esasları; TS 802, UDK. 666 97.031, Ankara.

