

# DENİZDEN ÇIKARILAN KUMUN BETON MUKAVEMETİNE ETKİSİ

Ömer ÖZKAN

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Alaplı Meslek Yüksek Okulu, İnşaat Programı, 67850-Alaplı/Zonguldak

Geliş Tarihi : 05.02.2002

## ÖZET

1999 yılında meydana gelen depremler sonrasında, kıyı şeridinde bulunan şehirlerde yapı malzemesi olarak kullanılan betonun karışımında deniz kumunun kullanılmasının beton mukavemetine ve dayanımına etkisi tartışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Zonguldak-Alaplı bölgesinde denizden çıkarılan kum ile Zonguldak-Alaplı Çayı'ndan çıkarılan kumun mukavemetlerinin zamana göre değişimleri karşılaştırılmıştır. Kullanılan ince agregada birim ağırlık, özgül ağırlık, ince madde oranı, organik madde oranı tayin edilerek, incelik modülü deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde denizden çıkarılan kumun mukavemeti ortalama % 34 oranında düşürdüğü tespit edilmiş olup bunun da kumun içeriğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Mukavemet, Beton, Deniz kumu

## THE EFFECT OF SEA SAND ON THE CONCRETE ENDURANCE STRENGTH

### ABSTRACT

In the aftermath of massive earthquakes in 1999, the use of sea sand in the construction material as a substance has been widely questioned as it may have negative side effects on endurance strength of buildings in coastal cities. In this study, the change in the endurance of the concrete has been tested by the use of sea and river sand types from Zonguldak-Alapli region. Some experiments concerning unit weights, absolute weights, and ratio of fine material and organic material ratio of sand types were also executed. As a result of experiment made about special features of the sand types, it is well understood that the endurance strength of concrete consisting of sea sand is 34% less than that of the normal sand due to the changes in ingredients of sand types.

**Key Words :** Strength, Concrete, Sea sand

### 1. GİRİŞ

Nüfus oranının ve şehirlere göçün artış gösterdiği 1970'li yıllar ile birlikte ülkemizde konut sorunu ve buna bağlı olarak malzeme gereksinimi de artmıştır. Bu sebeple kıyı bölgeleri ve özellikle İstanbul'da yapılarda denizden çıkarılan agreganın kullanımı zorunluluk halini almıştır. Bu dönemde iri agrega kalker taş ocaklarından kırma yöntemiyle sağlanırken kum da genellikle denizlerden sağlanmaktaydı. Dere ve ocak kumu bulmak ise

hemen hemen imkansızdı. Bu dönemlerde kullanılmaya başlanan ve 1999 yılına kadar yapılarda kullanılan deniz kumu ile üretilen betonlar içerdikleri az sayıda iri dane sebebiyle düşük mukavemetli ve kalitesiz olmakta idi (Akman, 1967; 1972; 1975).

Karadeniz kumları kuvarz yönünden zengin, kalsit ve az miktarda kalseuden içeren kumlardır. Kalseuden alkali reaksiyonlara yol açabilmektedir. Karadeniz kumlarına uygulanan dona dayanıklılık testinde % 35 düzeyinde hasar görülmüştür. Bu

duruma göre Karadeniz kumlarının dış etkilere dayanıksız olma olasılığı yüksektir. Akman'ın İstanbul çevresinde kullanılan denizden çıkarılan 6 çeşit kum üzerinde yaptığı araştırmaya göre kumların nitelik yönünden yetersiz olduğu ve fiziksel özelliğine içerisinde bulunan kavkı miktarının önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre kum türünün sağlamlığının beton mukavemetine doğrudan doğruya etken olmadığı, deniz kumunun daha çok su gereksinimini artırarak mukavemet üzerine etki ettiği belirtilmiştir (Akman, 1977). Deniz kumlarının nitelikleri ve kavkı içerikleri beton ve harç mukavemetine su/çimento oranını etkilemesi dolayısı ile zarar vermektedir. Bununla beraber kavkı miktarının beton dayanıklılığına doğrudan doğruya zararlı olduğu belirtilmiştir. İngiltere'de yapılan deniz kumu araştırmasında kavkı oranının 2.83-1.41 mm arasında düştüğü tespit edilmiştir (Shergold, 1953). Bunun yanında Koh and Hattori' (1961)'nin yapmış olduğu çalışmalara göre kavkı'nın yumuşak dane gurubuna girmedikleri ancak şist yapıları agreganın yumuşak dane etkisi gösterdiği öne sürülmektedir Champan and Reoder (1970) müsaade edilebilir kavkı miktarının iki katını kullanmış oldukları betonlarda 3 ve 7 günlük mukavemetlerin düşük olduğunu fakat 28 ve 90 günlük mukavemetlerde hiçbir değişiklik gözleyememişlerdir.

Bunun yanında deniz suyundan ötürü NaCl' nin betona etki ettiği düşünülebilir ancak Griffin ve Henry yapmış oldukları çalışma ile değişik yüzde dilimlerinde NaCl' nin yapmış olduğu etkiyi şu şekilde tespit etmişlerdir, Tablo 1'de görülmektedir (Griffin and Henry, 1961; Thomas and Lisk, 1970).

Tablo 1. Tuz miktarının Beton Mukavemetine Etkisi

Tuz Miktarı (%)	28 günlük Mukavemet Değeri (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.00	283
5.32	292
13.30	246

Çevremiz denizlerinde NaCl miktarı en çok 3 gr/lt ve 0,70 su/çimento oranlı bir betonda bu değerkarışım miktarının % 20'lerine varmaktadır. Denizlerde toplam tuz oranı yere, sıcaklığa bağlı olarak farklı değerler almaktadır. Deniz sularının ortalama % 35 olan toplam tuzluluğunda NaCl içeriği % 30 mertebesinde. Tuzun etkisi ile çimentonun prizi etkilenmektedir. Tropikal bir ülkede yapılan araştırmada deniz suyunun priz süresini % 75 kısalttığı gözlenmiştir (Kelly, 1968). Deniz kumunun sürüklediği tuzun beton mukavemeti üzerinde negatif sonuçlara yol açıp açmadığı tartışılmaktadır, ancak priz süresini kısalttığı kesinlikle bilinmektedir (Kadiroğlu, 2000). Akman'a (1977) göre ise deniz kumundaki tuz

miktarı belirli sınırlarda değişmekte ve priz süresini olumlu veya olumsuz yönde etkilememektedir. Denizden çıkarılan kum danelerinin biçimsiz, ince oluşu sebebiyle amaçlanan ucuz ve mukavim beton yapımını büyük ölçüde zorlaştırmaktadır (Akman, 1977).

Korozyon, havadaki karbondioksitin betonun boşluklarına girerek, hidrasyon sonucu ortaya çıkmış bulunan kalsiyumun hidroksit ile birleşip kalsiyum karbonata dönüşmesidir. Korozyonun başlayıp sürmesi betonun yeterli geçirimsizliği sağlayamayarak CO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, nem ve O<sub>2</sub>'nin difüzyonuna engel olamamasından kaynaklanmaktadır (Taşdemir ve Özkul, 1999). Korozyonun asıl nedeni ise geçirimsizliğin zayıf olmasıdır (Taşdemir ve Akyüz, 1999). Deniz kumlarında ve deniz çevresinde nem oranı ve havadaki klor iyonu konsantrasyonunun yüksek olması korozyonu gündeme getirmektedir. Deniz kumlarının geçirimsizlik üzerine etki yaptığı bilinmektedir. Deniz kumları aktif silis içermekte ve alkali reaksiyona yol açarak betonun çatlamasına sebebiyet vermektedir. Bu da su içerisindeki tuzun etkisi ile korozyona neden olmaktadır (Robert, 1968).

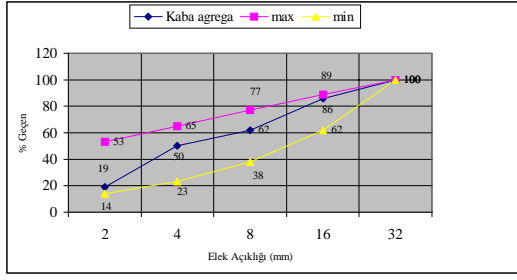
## 2. MATERYAL

### 2. 1. Kaba Agregası

4.76 mm'lik (No:4) kare delikli elek üzerinde kalan malzemeye iri agrega denmektedir. Agreganın hacimsel olarak betonun % 60-75'ini ve ağırlık olarak da % 70-85'inin oluşturduğu ve sertleşmiş betonun özellikleri ile karışım oranlarını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir (Kormatka, 1966). Agregası doğal, yapay yada her iki cins yoğun mineral malzemenin genellikle 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklüklerdeki kırılmamış ve/veya kırılmış tanelerin bir yığındır (Anon., 1969). Çalışmada doğal dere kumu ile üretilen beton ile deniz kumu kullanılarak üretilen beton numunelerinde aynı özellikte ve aynı granülmetride kaba agrega kullanılmıştır. Kullanılan agregalar Zonguldak-Alaplı deresinden çıkarılan doğal agregadır. Agreganın granülmetri eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Kaba agrega üzerinde yapılan deney sonuçları da Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kaba Agregası Deney Sonuçları

Deneyler	Std. No	Değer
Birim Ağırlık (kg/dm <sup>3</sup> )	3529	1.67
Özgül Ağırlık (kg/dm <sup>3</sup> )	3527	2.68
İnce Madde Oranı Tayini (%)	3673	1
Aşınmaya Dayanıklılık (%)	3655	24.6
İncelik Modülü	706	2.81

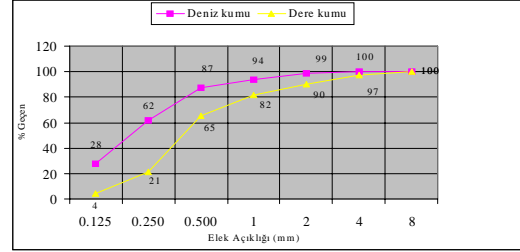


Şekil 1. Kaba agreganın granülometri eğrisi

## 2. 2. İnce Agreganın

4.76 mm'lik (No: 4) kare delikli elekten geçen malzemeye ince agreganın denmektedir. Çalışmada iki farklı ince agreganın kullanılmıştır. Kullanılan

agreganın bir bölümünü Zonguldak-Alaplı deresi doğal kumu diğeri de Zonguldak-Alaplı sahillerinden çıkarılan deniz kumudur. Bu iki ince agreganın ait granülometri eğrisi Şekil 2'de verilmiştir. İnce agregaların üzerinde yapılan deney sonuçları da Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 2. İnce agregaların granülometri eğrisi

Tablo 3. İnce Agreganın Üzerinde Yapılan Deney Sonuçları

Deneşler	Standart No	Dere kumu	Deniz kumu
Birim Ağırlık (kg/dm <sup>3</sup> )	3529	1.84	1.40
Özgöl Ağırlık (kg/dm <sup>3</sup> )	3527	2.62	2.68
İnce Madde Oranı %	3673	2	5
Organik Madde %	3526	1-2	2-3
İncelik Modülü	706	2.31	1.2

## 2. 3. Çimento

Çalışmamızda Karadeniz Ereğli yöresinde üretilen cürüflü çimento kullanılmıştır. Çimentonun özelliğii kütlece 20-80 kısım portland çimento klinkeri ile karşılıklı olarak 80-20 kısım granüle yüksek fırın cürufunun bir miktar alçı taşı ile birlikte öğütülmesi sonucu elde edilen hidrolik bağlayıcıdır (Anon., 1992). Kullanılan çimentoda % 3.5 SO<sub>3</sub>, % 10 MgO bulunmakta, priz başlangıç süresi 1 saat, priz sona erme süresi 10 saat, hacimsel genleşme 10 mm, özgül yüzeyi 2800 cm<sup>2</sup>/g, basınç dayanımı 7 gün 16 N/mm<sup>2</sup>, 28 günlük 32.5 N/mm<sup>2</sup>'dir.

## 2. 4. Su

Beton yapımında su önemli bir bileşen olduğundan, beton karışım suyunun içilebilecek su olmakla birlikte, daha önce denenmiş bütün sular

kullanılabilir. Beton karma suyunda aşındırıcı karbonik asit, mangan bileşiklerii, serbest klor, silt yağı, organik maddeler, evsel ve endüstriyel artıklar bulunmamalıdır. Çalışmada kullanılan su, içilebilir özellikte şebeke suyudur.

## 3. METOT

### 3. 1. Beton Karışımı

Karışım oranlarınının saptanmasındaki gaye, belirli bir agreganın ile istenilen özelliklere sahip beton üretimi için çimento, agreganın, su ve katkı maddeleri gibi karışımaya giren çeşitli maddelerin en ekonomik oranlarınının bulunmasıdır (Köksal, 1994). Üretilen beton karışımını Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. 1 m<sup>3</sup> Beton Karışım Miktarları

Numune	Su/Çim. Oranı	Çimento Kg	Su	Kum Kg	Çakıl Kg	Çökme Miktarı
Deniz kumlu beton	0.62	306	190	822	1014	8
Dere kumlu beton	0.62	298	185	804	1014	8

### 3. 2. Beton Üretimi

Kullanılacak olan beton karıştırıcısının kullanım amacı bütün agreganın tanelerinin yüzeylerinin çimento

pastası ile kaplanmasını temin etmek ve betonu oluşturan elemanlarını bir kütle şekline dönüşmesini sağlamaktır. Bu çalışmada 1.5 KW gücünde 0.08 m<sup>3</sup> kapasiteli devirmeli tambur karıştırıcı kullanılmıştır.

Karıştırıcının standartlara göre 1.5 dakika dönmesi sağlanmış ve bu şekilde karıştırılan betonun Silindir numunelere şişleme yöntemiyle yerleştirilmiştir İyi kalitede beton uygun şartlarda bakıma tabi tutulmalıdır. Kür, çimento hidrasyonunu geliştirmek ve sonuç olarak betonun mukavemet kazanmasını sağlamak için uygulanan işlemlerdir. Çalışmada çelik kalıplara yerleştirilen beton 24 saat boyunca rutubetli ortamda ve daha sonra 27 gün boyunca kür havuzunda bekletilmiştir (Anon., 1984).

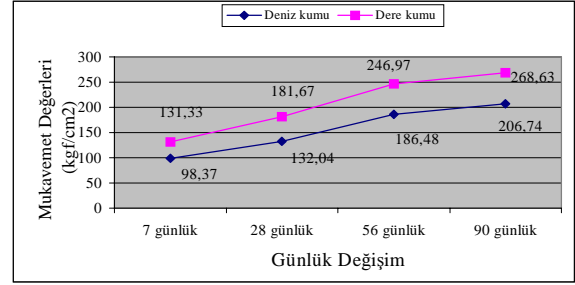
Deney presi hidrolik yağ ile sıkıştırma yapan üst kısmı sabit alt piston hareket ederek yüklemeyapmaktadır (Troxel and Kelly, 1968). Çalışmada Deney aletinin hızı 3.6 KN/sn olarak sabitlenmiştir.

## 4. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

### 4. 1. Deney Sonuçları

Denizden çıkarılan ve doğal dere kumu kullanılarak yapılan iki farklı betonun 7, 28, 56, 90 günlük mukavemet değerleri Tablo 5’de verilmiştir. Her iki malzemeden elde edilen betonların beton basınç

mukavemetinin zamana göre değişimi de Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Mukavemetlerin zamana göre değişimi

### 4. 2. Sonuçların Değerlendirilmesi

Deney sonrasında elde edilen sonuçların farklılık arz etmesinden ötürü, bu değerlerin aritmetik ortalamasının alınması gerekmektedir. Elde edilen değerler ortalama değerlerden farklı olduğundan her bir deneğin ortalama sapma değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen verileri anlamlı hale getirmek ve kesinleştirmek için aşağıda verilen tek yönlü varyans çözümü uygulanarak ileri sürülecek hipotezlerin doğruluğu araştırılacaktır (Neville, 1970). İstatiksel değerleri Tablo 6’da oluşturulmuştur ve daha sonra F Test’ine geçilmiştir.

Tablo 5. Mukavemet Değerleri

Numuneler	Mukavemet Değerleri kgf/cm <sup>2</sup>			
	Silindir (15 x 30)			
	7 Günlük	28 Günlük	56 Günlük	90 Günlük
Dere Kumu	133.00	186.67	250.67	273.33
	135.00	188.44	264.00	269.78
	141.00	182.22	253.33	270.22
f <sub>cm</sub> (Ortalama)	136.33	185.78	256.00	271.11
f <sub>ck</sub> (Karakteristik)	131.33	181.67	246.97	268.63
Deniz Kumu	104.00	142.13	190.67	209.73
	102.70	139.24	188.36	207.42
	98.80	132.89	187.20	207.81
f <sub>cm</sub> (Ortalama)	101.83	138.09	188.74	208.32
f <sub>ck</sub> (Karakteristik)	98.37	132.04	186.48	206.74

Tablo 6. Varyans Çözüm Tablosu

KAYNAK	K.T.	S.d	K.O	F Test	Tablo ( $\alpha = 0.01$ )
İnce agrega	16891.65	1	16891.65	727.5	3.23
Mukavemet günleri	55590.73	3	18530.24	1284.15	8.65
Etkileşim	1004.30	3	334.77	1170.5	248.5
Numuneler arası	73486.68	7	10498.10	23.19	8.63
$\Sigma_{ij}$ (Hata)	230.87	16	14.43		
Genel	73717.55	23			

F testi sonuçlarında da görüleceği gibi, her iki agrega türü ile elde edilen betonların

mukavemetlerinin günlere göre değiştiği gözlenmektedir. Elde edilen betonların

mukavemetlerinin değişiminde agrega türünün etkisi görülmekte ve dere kumu ile üretilen betonların mukavemetlerinin gözle görülür şekilde yüksek çıktığı gözlenmektedir.

## 5. SONUÇ

Denizden çıkarılan kumlar ve normal dere kumu ile yapılan betonların 7, 28, 56 ve 90 günlük mukavemetleri ve mukavemetlerin zamanla değişimi incelenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde denizden çıkarılan kumun mukavemetinin dreden çıkarılan kum ile yapılan betonun mukavemetine göre ortalama % 34 daha az olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bütün araştırmalar ışığında deniz kumu yapısında ince maddenin çok oluşu, çok fazla suya ihtiyaç duyması, içeriğinde bulunan tuzlar gibi bir çok olumsuz fiziksel olayı içermektedir. Bu olumsuz içeriklerin araştırmalar neticesinde beton mukavemetine çok büyük etkiler yapmadığı öne sürülmektedir. Ancak bu çalışmada deniz kumu ve normal kum ile üretilen beton numunelerinin zamana bağlı mukavemetlerinde değişim olup olmadığı incelenmiş ve genel olarak deniz kumu ile üretilen betonlar % 34 oranında diğer ince agrega ile üretilen betonlara göre mukavemeti düşük bulunmuştur. Zaman ilerledikçe de her iki agrega ile üretilen betonların mukavemetlerinin bir önceki zamana göre artışlarında farklılık gözlenmemiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Mukavemet Değerleri

Kgf/cm <sup>2</sup>	Karakteristik mukavemet (fck)		% Değ.
	Dere kumu	Deniz kumu	
7 günlük	131.33	98.37	0.33
28 günlük	181.67	132.04	0.34
56 günlük	246.97	186.48	0.35
90 günlük	268.63	206.74	0.30

Fakat bu oranın zamana bağlı olarak çok fazla değişmediği gözlenmiştir. Meydana gelen bu farklılığın bugüne kadar yapılan çalışmalarda da ifade edildiği gibi deniz kumunun içermiş olduğu biçimsiz ve ince dane yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Deniz kumunun olumsuz bir malzeme olduğu bütün araştırmalarda da ifade edilmiştir. Eğer mutlak kullanılması gerekiyorsa da bünyesinde bulunan tuz miktarının açık havada kurutulması ve daha iyi granülometriye sahip hale dönüştürülmesi gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

Akman, S. 1967. Özel Yapılarda Betonun Kalitesi, Büyük Şehirlerin ve İstanbul'un Agrega Sorunu, Mimarlık Dergisi, Cilt 5, Sayı 10, Ekim.

Akman, S. 1977. Denizden Çıkarılan Beton Agregalarının Teknik Sorunları, İ.T.Ü. Yayın No: 1976/12, Y.A.Y.K.Y., İstanbul.

Akman, S. 1972. İri Agrega-Kum Oranının Beton İyapısı ve Özelliklerine Etkisi, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi.

Akman, S. 1975. Kırmı taş İri Agregalı Betonlarda Harç-Beton Sınırı Üzerinde Araştırmalar, İ.T.Ü. İnşaat fakültesi, Teknik Rapor No: 21.

Anonim, 1969. TS 706, Beton Agregaları, Ankara  
Anonim, 1984, TS 1247, Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları, Ankara.

Anonim, 1992. TS 20, Çimentoların Sınıflandırılması ve Sınır Değerlerinin Tespiti, Ankara.

Chapman, G. P., Roder, A. R. 1970. The Effects of Sea-Shell in Concrete Aggregates-Concrete, Vol. 4, No.2, pp.71-79, Feb.

Griffin, D. F., Henry, R. L. 1961. Integral Sodium Chloride Effect on Strength, Water Vapour Transmission and Efflorescence of Concrete, Journal of ACI, Vol. 58, pp. 751-772, Dec.

Kadiroğlu, İ. 2000. "Deniz Suyunun Beton Karma Suyu Olarak betonda Kullanılabilirliği", Türkiye Hazır Beton Birliği Dergisi, Sayı 41, Eylül-Ekim , İstanbul.

Kelly, R.T. 1968. The GLC Specification for Marine Aggregates, Proceedings of Symposium on Sea-Dredged Aggregates for Concrete, Sabd and Fravel Association of Great Britain. pp. 51-56, Slough Buckinghamshir.

Koh, Y., Hattori, T. 1961. Effect of Coarse Aggregate on the Durability of Concrete, Intentional Symposium, Durability of Concrete, Preliminary Report, pp.135-148, Prague.

Kosmatka, D.W. 1966. Lightweight Concrete and Aggregates, ASTM Special Technical Publication, No: 169-A: 359-375.

Köksal, B. 1994. "İstatistik Analiz Metotları", İstanbul.

Neville, A. M. 1970. Properties of Concrete Pitman Paper Backs.

Robert, M. H. 1968. Corosion of Reinforcement, Proc. Of a Symp. On Sea Dredged Aggregates for Concrete, pp. 35-37.

Shergold, F. A. 1953. The percentage Words in Compacted Grawel as a Measure of its Angularity, Mag. Conc. Res. 5, No13, p. 3-10.

Taşdemir, M. A., Akyüz, S. 1999. Beton Durabilitesi Üzerine Bir Değerlendirme, Hazır Beton Dergisi, Yıl 6, Sayı 32, s.37-43.

Taşdemir, M.A., Özkul, H. 1999. Marmara Depremi Beton Araştırması, Hazır Beton Dergisi, Eylül-Ekim, Yıl 6, Sayı 36.

Thomas, K., Lisk, W. E., 1970. Effect of SeaWater From Tropical areas on Settings Times of Cements, Material et Conctruction, Bull. Rilem, No. 4, pp. 131-132, April.

Troxel, G. E. H. E., Kelly, J. W. 1968. Composition and Properties of Concrete, Second Ed. Mc. Graw Hill.