

DENİZDEN ÇIKARILAN KUMUN BETON MUKAVEMETİNE ETKİSİ

Ömer ÖZKAN

ZKÜ: Alaplı Mes.Yük.Okulu, Zonguldak, Türkiye

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 çalışmamızda Zonguldak-Alaplı bölgesinde denizden çıkarılan kum ile Zonguldak-Alaplı Çayından çıkarılan kumun mukavemetlerinin zamana göre değişimleri karşılaştırılmıştır. Kullanılan ince agregada. Birim ağırlık, özgül ağırlık, ince madde oranı tayini, organik madde oranı tayini, incelik modülü deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler neticesinde denizden çıkarılan kumun mukavemeti ortalama 0,34 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 ülkemizde iri agregaya mevcut kalker taş ocaklarında kırma yöntemiyle sağlanmakta, fakat kumu denizlerden başka yerlerden sağlamak imkansızdı. Dere ve ocak kumu bulmak ise hemen hemen imkansızdı [1]. 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 [2,3].

Karadeniz kumları kuvarz yönünden zengin, kalsit ve az miktarda kalseuden içeren kumlardır. Kalseuden alkalli reaksiyonlara yol açabilmektedir. Karadeniz kumlarına uygulanan dona dayanıklılık testinde % 35 düzeyinde hasar görülmüştür. Bu duruma göre Karadeniz kumlarının dış etkilere dayanıksız olma olasılığı yüksektir [4].

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 (Kosmatha and Panarese, 1992). Agregada doğal, yapay yada her iki cins yoğun mineral malzemenin genellikle 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklüklerdeki kırılmamış ve/veya kırılmış tanelerin bir yığındır [6]. Agregalar iri agregada (çakıl) ve ince agregada (kum) olmak üzere iki gruba ayrılabiliriz. 4,76 mm'lik (No: 4) kare delikli elek üzerinde kalan malzemeye iri agregada, bu elekten geçen malzemeye de ince agregada denir. Beton üretiminde doğal agregada ve kırma agregada kullanılabilir. Doğal agregalar oluşumları gereği doğanın aşındırma etkisi ile yuvarlaklaştırılmışlardır. Yuvarlak agreganın yığın olarak yerleşmesi geometrik yapısı gereği daha kolay olup, özgül yüzeyi de (kırma agregaya göre) daha küçük olduğundan daha az su ile işlenebilir. Buna karşın kırma agregada köşeli ve yüzeyleri pürüzlüdür [7].

Genel olarak beton agregalarının seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir [8].

- Agregada yığınının kompasitesi (doluluk oranı) maksimum, toplam yüzeyi minimum olmalıdır. Bu husus boşluksuz bir beton dokusu oluşturmaya yönelik olup çimento ekonomisi ve işlenebilirlik için gerekli bir işlemdir.
- Beton üretiminde kullanılacak agreganın rutubet ve sıcaklık tesirinden dolayı hacim değişikliği göstermemesi gerekir.
- Agregaların sağlam, fiziki olarak sert ve su emme yüzdesinin ve porozitesinin düşük, dona karşı dayanımının da yüksek olması gerekir. Özellikle dona ve aşınmaya maruz betonlarda agreganın fiziki olarak sağlam olması koşulu aranır. Su emmesi ve porozitesi düşük agregalar betonun dona karşı dayanımında oldukça önemli rol oynarlar.
- Agregalar beton için zararlı maddeleri içermemelidirler. Bazı agregaların içerisindeki kalsiyum ve magnezyum sülfatlar, çimentonun hidratize alüminatları ile reaksiyona girerek büyük hacimli tuzları meydana getirerek betonun hacim genişlemesi ile parçalanmasına sebep olurlar.

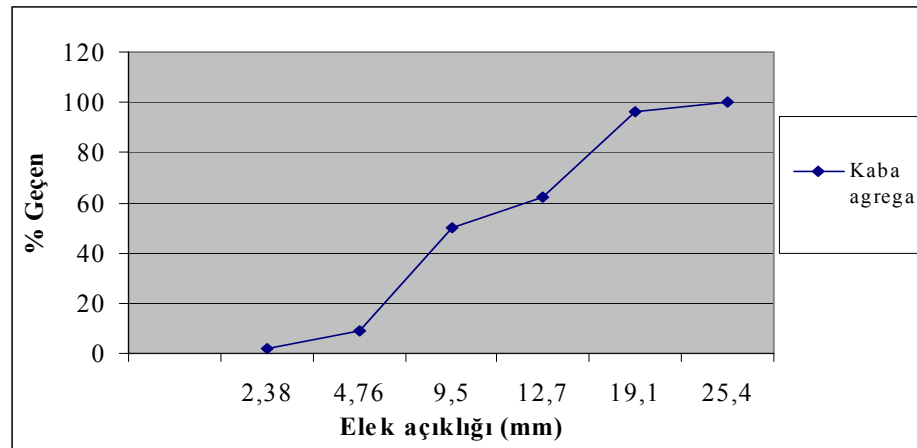
2. MATERYAL

2.1. Kaba Agregada

4,76 mm'lik (No:4) kare delikli elek üzerinde kalan malzemeye iri agregada denmektedir. Çalışmamızda doğal dere kumu ile yapıla beton ile deniz kumu kullanılarak yapılan beton numunelerinde aynı özellikte ve aynı granülmetride kaba agregada kullanılmıştır. Kullanılan agregalar Zonguldak-Alaplı deresinden çıkarılan doğal agregadadır. Agreganın granülmetri eğrisi Şekil 2.1.'de verilmiştir. Kaba agregada üzerinde yapılan deney sonuçları da Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tabo2.1. Kaba agregada deney sonuçları

Deneyley	Standart No	Değer
Birim Ağırlık (kg/dm ³)	3529	1,67
Özgül Ağırlık (kg/dm ³)	3527	2,68
İnce Madde Oranı Tayini (%)	3673	1
Aşınmaya Dayanıklılık (%)	3655	24,6
İncelik Modülü	706	2,81



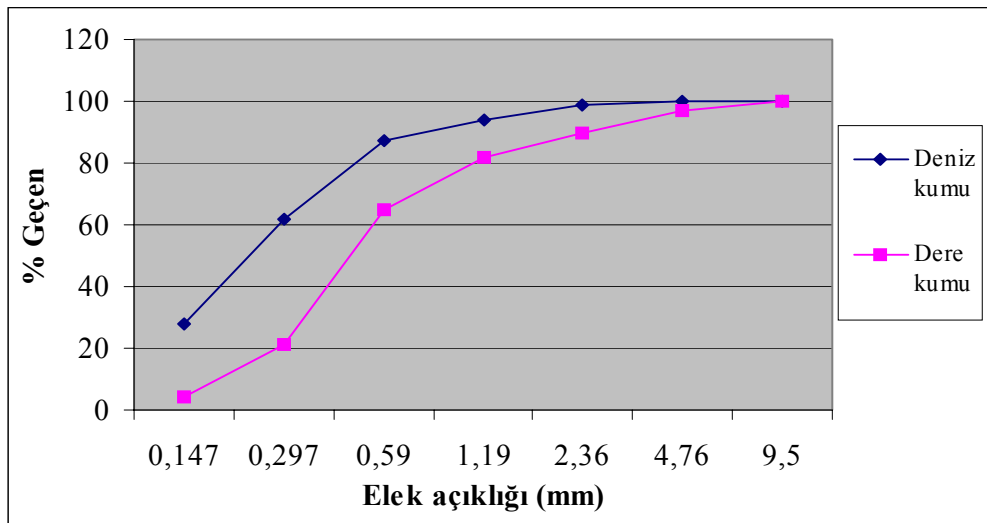
Şekil 2.1. Kaba agregada granülmetri eğrisi

2.2. İnce Agrega

4,76 mm' lik (No: 4) kare delikli elekten geçen malzemeye ince agrega denmektedir. Çalışmamızda iki farklı ince agrega kullanılmıştır. Kullandığımız agreganın bir bölümü Zonguldak-Alaplı deresi doğal kumu diğeri de Zonguldak-Alaplı sahillerinde çıkarılan deniz kumudur. Bu iki ince agregaya ait granülmetri eğrisi Şekil 2.2. 'de ve değerleri de Tablo 2.2 'de verilmiştir. İnce agregalar üzerinde yapılan deney sonuçları da Tablo 2.3.' de verilmiştir.

Tablo 2.2. İnce agrega granülmetrik bileşimleri

İnce agrega cinsi	% Geçen							İncelik modülü
	9,50	4,76	2,36	1,19	0,59	0,297	0,149	
Deniz kumu	100	100	99	94	87	62	28	1,20
Dere kumu	100	97	90	82	65	21	4	2,31



Şekil 2.2. İnce Agregaların granülmetri eğrileri
Tablo 2.3. İnce agrega üzerinde yapılan deney sonuçları

Deneyler	Standart No	Dere kumu	Deniz kumu
Birim Ağırlık (kg/dm ³)	3529	1,84	1,40
Özgül Ağırlık (kg/dm ³)	3527	2,62	2,68
İnce Madde Oranı Tayini	3673	2	5
Organik Madde Tayini	3526	1-2	2-3
İncelik Modülü	706	2,31	1,2

2.3. Çimento

Çalışmamızda Karadeniz Ereğli yöresinde üretilen cürüflü çimento kullanılmıştır. Çimentonun özelliği kütlice 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 [9]. Kullandığımız çimento da % 3,5 SO₃, %10 MgO bulunmakta, priz başlangıç süresi 1 saat, priz sona erme süresi 10 saat, hacimsel genleşme 10 mm, özgül yüzeyi 2800 cm³/g, basınç dayanımı 7 gün 16 N/mm², 28 günlük 32,5 N/mm² ' dir.

2.4. Su

Beton yapımında su önemli bir bileşen olduğundan, beton karışım suyunun içilebilecek su olmakla birlikte, daha önce denenmiş ve iyi sonuç vermiş bütün sular kullanılabilir. Beton karma suyunda aşındırıcı karbonik

asit, mangan bileşikleri, amonyum tuzları, serbest klor, silt yağı, organik maddeler, evsel ve endüstriyel atıklar bulunmamalıdır. Çalışmamızda kullanılan su, içilebilir özellikte şebeke suyudur.

3. METOT

3.1. Beton

Sertleşmiş beton nitelikleri yapı tasarımcısı tarafından belirlenebilmekle birlikte taze beton özellikleri; yapı tipi, yerleştirme ve taşıma tekniklerine göre belirlenir [10].

Beton birleşim hesaplarında;

- Taze beton işlenebilme özelliği,
- Agrega karışım granülmetrisi,
- Çimento dozajı,
- Su/çimento oranı olmak üzere dört değişken vardır.

3.1.1. Taze beton işlenebilme özelliği

Beton işlenebilme özelliği, en basit bir şekilde kalıbına kolayca yerleştirilebilecek bir kıvam ve gerek taşıma gerek yerleştirme sırasında ayrışmama özelliğine sahip olması istenir. Beton işlenebilme özelliği mutlak olarak tarif edilebilecek bir kıvam değildir. İşlenebilme özelliği pratikte betonun kıvamı ile ifade edilir, kıvam ise betonun akıcılık veya ıslaklık derecesi olarak tarif edilebilir [11].

3.1.2. Agrega granülmetrisi

Beton içindeki agreganın karışımında tane boyutlarının gösterdiği dağılıma denir. Betonda agreganın karışım granülmetrisi şu amaçlar için yapılır [12];

- Agrega arası boşluğu minimuma indirmek,
- Minimum su kullanarak kıvamını uygun hale getirmek,
- Taze betonu ayrışmasını önlemek,
- Terlemeyi azaltmak.
-

3.1.3. Çimento dozajı

Yerleşmemiş 1 m³ beton içinde bulunan çimentonun kg ağırlığıdır. Su ve çimentonun oluşturduğu çimento hamurunun agreganın taneleri arasında kalan boşlukları yeterince dolduracak miktarda olması gerekmektedir. Çimento dozajının gereğinden fazla olması, betonun zaman içinde yapmış olduğu “rötre” ve yüklerin etkisi ile zamanla yaptığı şekil değiştirme “sünme” sınırları aşabilmektedir, bununla beraber üretilen betonlarda çatlama meydana gelmektedir [13].

3.1.4. Su/çimento oranı

Su/çimento oranı betonun mukavemetini ve dayanıklılığını belirleyen önemli etkidir. Su ve çimentodan oluşan çimento hamurunda, suyun çimentoya oranı ne kadar düşük olursa hamur o kadar koyu kıvamlı olur ve böyle bir hamura sahip betonun mukavemeti, dayanıklılığı ve hacim sabitliği o derece iyi değerler alır. Beton karışım hesabı standartlarında su/çimento oranı çeşitli iklim ve çevre şartlarına maruz kalan betonların dayanıklılığını sağlamak amacıyla sınırlanır. Bu sınırlamanın temelinde sürekli olmayan kılcal boşluk ağına sahip, donatıya dayanıklı betonlar elde etme düşüncesi yatar [14]. Su/çimento oranı beton sınıfı ve betonun maruz kalabileceği dış etkilerin şiddeti ile ilişkilidir. 28 günlük basınç dayanımlarına göre TS 500'ün öngördüğü şartlar içerisinde tablodan belirlenir.

3.2. Beton Karışım Hesabı

Karışım oranlarının saptanmasındaki gaye, belirli bir agregaya ile istenilen özelliklere sahip beton üretimi için çimento, agregaya, su ve katkı maddeleri gibi karışıma giren çeşitli maddelerin en ekonomik oranlarının bulunmasıdır. Karışım oranlarının saptanmasında genellikle betonun basınç dayanımı ve işlenebilirliği göz önünde bulundurularak aşağıda yazılan değerler göz önüne alınarak hesaplanır [15].

- Projede öngörülen beton basınç dayanımı
- $$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$$

- $f_{cm} = 160 + 40 = 200$ (kgf/cm²)
- Agrega en büyük tane boyutu 19,1 mm' dir.
 - Birim ağırlık,
 - Su/çimento oranı 0,70 olarak TS 500'e göre seçilmiştir.

Elde ettiğimiz verilere göre TS 500'ün öngördüğü şartlar içerisinde her iki kum içinde aynı karışım hesabı kullanılmıştır. Elde edilen karışım miktarları Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. 1 m³ beton karışım miktarları

Numune	Hava	Su miktarı	Kum kg	Çakıl Kg	Çimento kg
Deniz kumlu beton	15	205	822	1014	292
Dere kumlu beton	15	205	804	1014	292

3.3. Beton Üretimi

3.3.1. Betonun karıştırılması

Üniform bir beton kalitesini temin edebilmek için karıştırma işleminin tam olarak yapılması gerekir. Bu sebeple beton yapımı sırasında kullanılan ekipman ve yöntemlerin beton içerisindeki en büyük agregayı da içeren malzemeleri en etkin bir şekilde karıştırabilecek ve kullanacağı iş için en küçük çökme değerini verebilecek kapasitede olması gerekir. Bunu yanı sıra karıştırma ve taşıma ekipmanlarının kapasitesi de birbiri ardı sıra yerleştirilen betonlar arasında soğuk derz oluşumunun engellenmesi için önem arz eder (TS 1247, [1]1984).

Kullanılacak olan beton karıştırıcısı bütün agrega 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 m³ kapasiteli devirmeli tambur karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırıcının standartlara göre 1,5 dakika dönmesi sağlanmış ve bu şekilde karıştırılan betonun 15*15 küp numunelere şişleme yöntemiyle yerleştirilmiştir.

3.3.2. Beton bakımı ve deney aleti

İyi kalitede beton uygun şartlarda bakıma tabi tutulmalıdır. Kür, çimento hidrasyonunu geliştirmek ve sonuç olarak betonun mukavemet kazanmasını sağlamak için uygulanan işlemlerdir. Kür işlemleri sıcaklık kontrolü ve beton rutubetinin çevresel koşullara bağlı olarak artması ya da azalmasının kontrolünü içerir. Rutubet betonun hem mukavemetini hem de dayanıklılığını etkiler. Çimento hidrasyonunun sadece su ile dolu kapiler boşluklarda oluşabilmesinde kaynaklanır. Bundan dolayı suyun kapiler boşluklardan uçması yoluyla su kaybı önlenmesi gereklidir. Hidrasyonda beton bünyesinde bulunan suyun kullanılması yoluyla oluşan içsel su kaybı dışarıdan alınan su ile giderilmek zorundadır [10]. Çalışmamızda çelik kalıplara yerleştirilen beton 24 saat boyunca rutubetli ortamda bekletilmiş ve daha sonra 27 gün boyunca kür havuzunda bekletilmiştir.

Deney presinin kapasitesi deney numunelerini kırmaya yeterli kapasitede ve kırma yükünün en az % 1'ini gösterecek duyarlılıkta bulunmalıdır. Yükleme hızı sabit ve darbe etkili olmamalıdır. Deney presi hidrolik yağ ile sıkıştırma yapan üst kısmı sabit alt piston hareket ederek yükleme yapmaktadır [10].

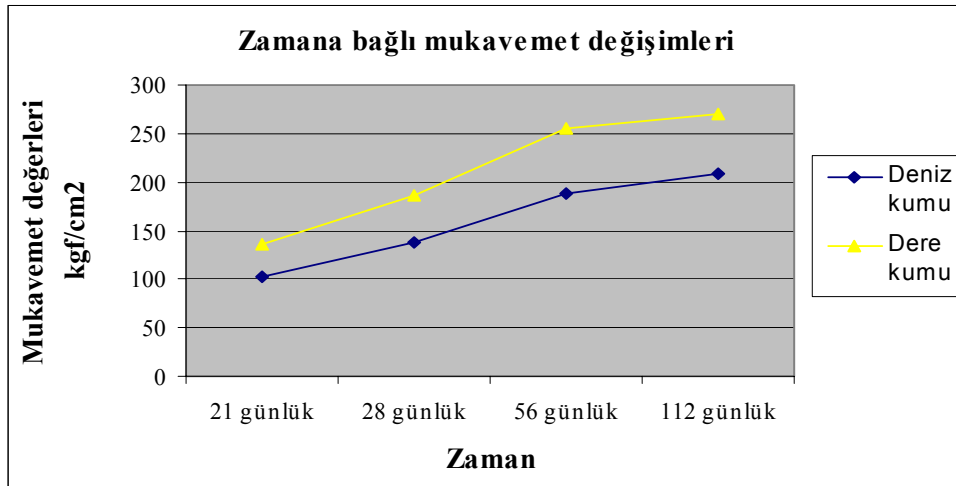
4. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

4.1. Deney Sonuçları

Denizden çıkarılan ve doğal dere kumu kullanılarak yapılan iki farklı betonun 21, 28, 56, 112 günlük mukavemet değerleri Tablo 4.1' de verilmiştir. Her iki malzemeden elde edilen betonların zamana göre değişimi de Şekil 4.1'de verilmiştir

Tablo 4.1. Mukavemet değerleri

Numuneler	Mukavemet Değerleri kgf/cm ²							
	21 günlük		28 günlük		56 günlük		112 günlük	
	Küp (15x15)	Silindir (15x30)	Küp (15x15)	Silindir (15x30)	Küp (15x15)	Silindir (15x30)	Küp (15x15)	Silindir (15x30)
Dere kumu	133,00	98,42	186,67	138,14	250,67	180,48	273,33	196,80
	135,00	99,90	188,44	139,45	264,00	190,08	269,78	194,24
	141,00	104,34	182,22	134,84	253,33	182,40	270,22	194,56
Ortalama	136,33	100,89	185,78	137,47	256,00	184,32	271,11	195,20
Deniz kumu	104,00	76,96	142,13	105,18	190,67	137,28	209,73	151,01
	102,70	76,00	139,24	103,04	188,36	135,62	207,42	149,34
	98,80	73,11	132,89	98,34	187,20	134,78	207,81	149,62
Ortalama	101,83	75,36	138,09	102,18	188,74	135,90	208,32	149,99



Şekil 4.1. Mukavemetlerin günlere göre değişimi

4.2. Sonuçları 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 [16]. Her bir deneğin aritmetik ortalamada sapma değerler toplamı ve aritmetik ortalamada sapma değerleri kareler toplamı Tablo 4.2.'ye işlenmiştir.

Tablo 4.2. Kodlanmış Veri Tablosu

Zaman Agrega cinsi	21 günlük	28 günlük	56 günlük	112 günlük	τy_{ij}	N_{ij}	$\Sigma \tau y_{ij}^2$
Deniz kumu ile beton	-148,4	-0,07	210,6	255,9	318,06	12	44121
Dere kumu ile beton	-251,9	-143,1	8,8	67,5	-318,65	12	29597
τy_{ij}	-400,3	-143,2	219,43	323,5	-0,59		
Nü	6	6	6	6			
$\Sigma Z y_{ij}^2$	28541	6894,9	14915,88	23365,4			73718

4.2.1 Varyans çözüm hesap değerleri

Elde edilen verileri anlamlı hale getirmek ve kesinleştirmek için aşağıda verilen tek yönlü varyans çözümü uygulanarak ileri sürülecek hipotezlerin doğruluğu araştırılacaktır [16]. Tablo 4.2'den faydalanılarak Tablo 4.3 oluşturulmuştur ve daha sonra F Test' ine geçilmiştir

Tablo 4.3. Varyans Çözüm Tablosu

KAYNAK	K.T.	S.d	K.O	Beklenen K.O
İnce agrega	16891,65	1	16891,65	$18\sqrt{T}^2 + \sqrt{\Sigma}^2$
Mukavemet günleri	55590,73	3	18530,24	
Etkileşim	1004,30	3	334,77	
Numuneler arası	73486,68	7	10498,10	
Σ_{ij} (Hata)	230,87	16	14,43	$\sqrt{\Sigma}^2$
Genel	73717,55	23		

4.2.2. F testi

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için "F Testi" seçilmiştir. Bağlayıcı ve ahşap malzemenin dayanıma etkisi ve kurulan hipotezlerin doğruluğu Tablo 4.3.'deki değerlerden faydalanılarak test edilecektir.

4.2.2.1 İnce agrega cinsinin ve farklı zamanlarda elde edilen mukavemet değerlerinin genel kitle ortalamalarının dayanıma etkisi

H_0 = Ana kitle ortalamaları (İnce agrega cinsinin ve zamanın) mukavemet değerlerine etkisi yoktur.

H_1 = Ana kitle ortalamaları (İnce agrega cinsinin ve zamanın) mukavemet değerlerine etkisi vardır.

Hesaplamalarda $\alpha = 0,01$ anlamlılık düzeyi dikkate alınacaktır.

$$F_{(7-23)}^{\alpha=0.05} \rightarrow = 3,42$$

$$F_{\text{hesap}} = \frac{\tau_i K.O}{\Sigma_{ij} K.O} = \frac{10498,10}{14,43}$$

$$F_{\text{hesap}} = 727,5$$

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{Tablo}} \rightarrow$ hipotez reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği çizilir.

4.2.2.2. İnce agregadan bağımsız, günlere göre mukavemet değerlerinin etkisi

H_0 = İnce agregadan bağımsız olarak ; zamanın değişiminin numunelerin mukavemeti üzerinde etkisi yoktur.

H_1 = İnce agregadan bağımsız olarak ; zamanın değişiminin numunelerin mukavemeti üzerinde etkisi vardır.

$$F_{(3-23)}^{\alpha=0.05} \rightarrow = 8,65$$

$$F_{\text{hesap}} = \frac{\tau_i K.O}{\Sigma_{ij} K.O} = \frac{18530,24}{14,43}$$

$$F_{\text{hesap}} = 1284,15$$

(1)

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{Tablo}} \rightarrow$ hipotez reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği çizilir.

4.2.2.3. Zamandan bağımsız olarak, ince agreganın numunelerin mukavemetine etkisi

H_0 = Zamandan bağımsız olarak; İnce agreganın numunelerin mukavemetine etkisi yoktur.

H_1 = Zamandan bağımsız olarak; İnce agreganın numunelerin mukavemetine etkisi vardır.

$$F_{(1-23)}^{\alpha=0,05} \rightarrow = 248,5$$

$$F_{\text{hesap}} = \frac{\tau_i K.O}{\sum_{ij} K.O} = \frac{16891,65}{14,43}$$

$$F_{\text{hesap}} = 1170,5 \quad (1)$$

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{Tablo}} \rightarrow$ hipotez reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği çizilir.

4.2.2.4. Değişkenler arasında (malzemeler) etkileşim varlığı

H_0 = Tüm numunelerin mukavemetleri arasında etkileşim yoktur.

H_1 = Tüm numunelerin mukavemetleri arasında etkileşim yoktur.

$$F_{(2-23)}^{\alpha=0,05} \rightarrow = 8,63$$

$$F_{\text{hesap}} = \frac{\tau_i K.O}{\sum_{ij} K.O} = \frac{334,77}{14,43} = 23,19 \quad (1)$$

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{Tablo}} \rightarrow$ hipotez reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği çizilir

4.3. Tartışma

Denizden çıkarılan kumlar ile normal dere kumu ile yapılan betonların 21,28,56 ve 112 günlük mukavemetleri ve mukavemetlerin zamanla değişimi incelenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde denizden çıkarılan kumun mukavemetinin dereden çıkarılan kum ile yapılan betonun mukavemetine göre ortalama 0,34 daha az olduğu gözlenmiştir.

M. 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. 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 [8]. İngiltere'de yapılan deniz kumu araştırmasında kavkı oranının 2,83-1,41 mm arasına düştüğü tespit edilmiştir [17].

Bunun yanında Koh ve Hattori' nin yapmış olduğu çalışmalara göre kavkı' nın yumuşak dane gurubuna girmedikleri ancak şist yapılı agregann yumuşak dane etkisi gösterdiği öne sürülmektedir [18]. Champan ve Reoder 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 [19].

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 [20].

Tuz miktarı (%)	28 günlük mukavemet değeri (kgf/cm ²)
0,00	283
5,32	292
13,30	246

Çevremiz denizlerinde NaCl miktarı en çok 3 gr/lit ve 0,70 su/çimento oranlı bir betonda bu değer %20'lere varmaktadır. Denizlerde toplam tuz oranı yere, sıcaklığa bağlı olarak farklı değerler almaktadır. Deniz sularında %35 toplam tuzlulukta NaCl içeriği %30 mertebesinde dir. Tuzun etkisi ile çimentonun priz etkilenmektedir, tropikal bir ülkede yapılan araştırmada deniz suyunun priz süresini %75 kısalttığı gözlenmiştir [21]. Deniz kumunun sürüklediği tuzun negatif sonuçlara yol açıp açmadığı tartışılmaktadır [22]. Akman'a göre ise deniz kumundaki tuz miktarı belirli sınırlarda değişmekte ve priz süresini olumlu

veya olumsuz yönde etkilememektedir ve sadece denizde çıkarılan kum danelerinin biçimsiz, ince oluşunun amaçlanan ucuz ve mukavim beton yapımını büyük ölçüde zorlaştırdığı ortaya çıkmaktadır [8].

5. SONUÇ

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. Bu çalışmamızda deniz kumu ve normal kum ile üretilen beton numunelerimizin zamana bağlı mukavemetlerinde değişim olup olmadığı incelenmiştir. Genel olarak deniz kumu ile üretilen betonlar 0,34 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 ortalama 0,36 kadar arttığı gözlenmiştir.

Kgf/cm ²	Dere kumu	Deniz kumu	Değişim
21 günlük	136	101,8	0,33
28 günlük	185,8	138,1	0,34
56 günlük	256	188,7	0,35
112 günlük	271	208,3	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

1. Akman, S. 1967. Özel Yapılarda Betonun Kalitesi, Büyük Şehirlerin ve İstanbul'un Agrega Sorunu, Mimarlık Dergisi, Cilt 5, Sayı 10, Ekim 1967.
2. Akman, S., 1972. İri Agrega-Kum Oranının Beton İçyapısı ve Özelliklerine Etkisi, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 1972
3. Akman, S., 1975. Kırmataş İri Agregalı Betonlarda Harç-Beton Sınırı Üzerinde Araştırmalar, İ.T.Ü. İnşaat fakültesi, Teknik Rapor No: 21
4. Akman, S. 1977. Denizden Çıkarılan Beton agregalarının Teknik Sorunları, İ.T.Ü. Yayın No: 1976/12, Y.A.Y.K.Y., İstanbul
5. Kosmatka, D.W., 1966. Leightweight Concrete and Aggregates, ASTM Special Technical Publication, No: 169-A: 359-375
6. TS 706, 1969. Beton Agregaları, Ankara
7. Akman, S., 1984. Beton Semineri, DSİ TAKK yayını, s.18.
8. Shergold, F.A. 1953. The percentage words in compacted gravel as a measure of its angularity, Mag. Conc. Res.5, No13,p. 3-10
9. TS 20, Nisan 1992, Çimentoların Sınıflandırılması ve Sınır Değerlerinin Tespiti, Ankara
10. TS 1247, 1984, Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları, Ankara
11. Troxel, G.E.H.E., Kelly, J.W., 1968. Composition and Properties of Concrete, Second Ed. Mc. Graw Hill
12. Neville, A.M., 1973. Properties of Concrete Pitman Paper Backs.
13. Powers, T.C., Copeland, Le Mann, H.M., 1959. Capillary Continuity or Discontinuity in Cement Pastes, J.Portl. Cem. Assoc. Research and Development Labourites 1, No.2 s.38-48 May 1959,
14. ACI Committee 211, 1992. Recommend Practice for Selecting Proportions for Normal Weight Concrete ACI 211.1

15. Thyccenne, D.C., 1967. Structural Concrete Made With Leightweight Aggregates, Concrete Journal, Vol 1; p.p. 23-27
16. Köksal, B., “İstatistik Analiz Metotları”, İstanbul, 1994
17. Roeder A., R., 1968. Some Technical Data on Sea-Dredged Aggregates, Proceedings of Symposium on Sea-Dredged Aggregates for Concrete, Sabd and Fravel Association of Great Britain, pp. 5-23, Slough Buckinghamshire.
18. 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
19. Chapman, G.P., Roder, A.R., 1970. The Effects of Sea-Shells in Concrete Aggregates-Concrete, Vol. 4, No.2, pp.71-79, Feb. 1970
20. 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. 1961
21. 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 1970
22. 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 Buckinghamshire.