



İlknur Özgan

Düzce Borsa Istanbul Industrial Vocational High School,
ilknurozgan75@gmail.com, Düzce-Turkey

Ercan Özgan

Düzce University, ercanozgan@gmail.com, Düzce-Turkey

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.1A0443	
ORCID ID	0000-0002-7127-4960	0000-0003-4531-6394
CORRESPONDING AUTHOR	Ercan Özgan	

TAŞ UNU MİKTARININ BETON BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİNİN İSTATİSTİKSEL İNCELENMESİ

ÖZ

Bu çalışmada, kırma taş agregası içerisinde bulunan taş ununun betonun basınç mukavemetine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla kırma taş agregadan elde edilen 200 dozlu beton içerisine, ince agregadan ağırlıkça %0, %5, %10 ve %15 oranlarında azaltılmak suretiyle yerine taş unu ilave edilmiş ve basınç dayanımları araştırılmıştır. Dört farklı taş unu oranı ile üretilen beton numunelerinin basınç dayanımları arasında fark olup olmadığı çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, taş ununun kırma taş agregası ile üretilen betonların basınç dayanımlarını olumlu yönde etkilediği ancak etkinin belli bir orandan sonra azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada beton basınç dayanımını maksimum yapan taş unu oranı %13.34 olarak tespit edilmiştir. Deneylerle belirlenmemiş olan basınç mukavemetinin taş unu miktarına bağlı olarak tahmin edilebilmesi için istatistiksel tekniklerle tahmin modeli oluşturulmuş ve oluşturulan modelin bu amaçla kullanılabileceği %95 güven aralığında gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırma-Taş Unu, Beton, Basınç Dayanımı, İstatistik, Mukavemet

INVESTIGATION THE EFFECT OF STONE DUST ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH WITH STATISTICAL

ABSTRACT

In this study, the effect of stone dust in stone ballast aggregate on concrete compressive strength has been searched. For this reason, by decreasing the fine aggregate in 0%, 5%, 10% and 15% proportions, stone dust has been added in 200 dose concrete which is obtained from stone ballast aggregate and the compressive strength have been researched. The difference between the compressive strengths of the concrete samples produced with four different stone dust ratios was determined by multiple comparison tests. As a result, it was observed that stone dust had a positive effect on the compressive strength of the concretes produced with crushed stone aggregate but this effect decreased after a certain rate. In this study, the rate of stone dust making the maximum compressive strength of concrete was determined as 13.34%. In order to estimate the compressive strength which was not determined by the experiments depending on the amount of stone dust, an estimation model was formed by statistical techniques and it was shown that 95% confidence interval could be used for this purpose.

Keywords: Stone Dust, Concrete, Compressive Strength, Statistics, Resistance

How to Cite:

Özgan, İ. ve Özgan, E., (2019). Taş Unu Miktarının Beton Basınç Dayanımına Etkisinin İstatistiksel İncelenmesi, Engineering Sciences (NWSAENS), 14(4):218-225, DOI: 10.12739/NWSA.2019.14.4.1A0443.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde beton çok yaygın olarak kullanılmakta olan bir yapı malzemesidir. Beton kullanımına paralel olarak, beton agregasına olan talepte artmaktadır. Doğal agrega kaynaklarının sınırlı olması ya da uygun olmaması, çevrenin korunması ve yüksek dayanımlı betona olan talep betonda kırma-taş kullanımını gerekli kılmaktadır. Kırma-taş'ta 75µm elekten geçen taş tozunun bulunması kaçınılmazdır [1]. Uygulamada, agrega içerisinde 200 numaralı elekten geçen malzeme miktarının verilen limitlerin üzerinde bulunması durumunda agrega yıkandıktan sonra kullanılmaktadır. Bu uygulamanın nedeni ise 200 numaralı elekten geçen malzemenin kil olduğu düşüncesidir. Bilindiği gibi kil, çimento hamuru ile agrega arasındaki aderansı zayıflatır, çimentonun hidratasyonunu geciktirir ve betonun hacimsel kararlılığını bozar [2]. TS 706 EN 12620/AC'de 0.25mm açıklıklı kare gözlü elekten geçen ve ince malzeme olarak tanımlanan taş ununun kil gibi davranmamasına karşın beton karma suyunu ve dolayısıyla su/çimento oranını arttıracak düşüncesiyle zararlı kabul edilmekte ve agrega içerisinde bulunması istenmemektedir [3].

Taş ununun kil olarak düşünülmemeyeceği bir gerçek olmasına rağmen, belli bir miktardan sonra kullanılan taş unu, beton kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir. Kırma kumda karşılaşılan problemlerden bir tanesi de tortul kayaç katmanları arasında olabilecek kil bantlarının, kırılacak olan kayaçlardan ayırmadan doğrudan kırıcılara verilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda; ortamda bulunan kil, kırma kumun içerisine girdiğinden dolayı kırma kumun kalitesi bozulmakta dolayısıyla bu agrega kullanılarak üretilen betonlarda ciddi kalite bozuklukları meydana gelmektedir [4]. Kırma kum numunelerinde, 0.074mm'lik kare göz aralıklı elekten geçen ince madde miktarının %26'a kadar çıkması, kırma kumlardaki aşırı derecede renk değişimi oluşturmaktadır [5]. Agregadaki taş ununun taze ve sertleşmiş betonun özelliklerine olan etkisi tam olarak bilinmemektedir. İnce agrega yerine taş unu kullanılarak betonun bazı özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, betonun basınç ve yarıлма gerilmesi ile su geçirimsizliği, eğilme dayanımı, çarpma etkisi testleri yapılmış ve bunlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir [6].

Düşük dozajlı betonlarda işlenebilmenin sağlanabilmesi için 0.25mm'den küçük tanelerin bulunmasında büyük yarar olduğu, yüksek dozajlı betonlarda ise ince malzemeye gerek olmadığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada düşük dozajlı beton üretiminde ekonomik, işlenebilir ve dayanımlı beton elde edebilmek için çimento hamurunun içyapıda boşlukları doldurmada yetersiz kaldığı durumlarda tane çapı 0.25mm'den küçük kum, taş unu, kırma taş tozu ve havuz çökeltisi gibi malzemelerin kullanılabileceği belirtilmiştir [7]. Betonda taş unu kullanımının etkileri üzerine yapılan çalışmada, karışımdaki ince agreganın %7-10'u taş unu ile değiştirildiğinde betonun basınç dayanımı ve diğer özelliklerinin olumlu yönde geliştiği görülmüştür [8]. Aynı kapsamda, mermerlerin işlenmesi sırasında açığa çıkan 0-2mm arasında tane dağılımına sahip mermer tozunun belirli oranlarda karışıma katılmasının beton basınç dayanımını nasıl etkilediği ile ilgili olarak çalışmalar yapılmış ve referans beton değerleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır [9]. Özellikle kırma taş agrega ile üretilen düşük dozajlı betonların işlenebilirliği ve kohezyonu zayıftır. Bu betonlar, düşük kompoziteli olmaları ve suyu tutacak yeterli ince malzemeye sahip olmamaları nedeniyle yerleştirildikten sonra karışım suyunu kusarlar. Bunun sonunda betonda rötne çatlakları meydana gelmektedir. Bu şekilde elde edilen betonların porozitesi yüksek ve basınç dayanımları düşük olmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için çimento dozajı arttırılabilir ya da katkı maddesi kullanılabilir. Ancak bu işlem ek bir maliyeti de beraberinde getirmektedir [2]. ASTM

C 33'e göre taş ununun ince agrega içerisinde %7 oranında bulunmasına izin verilmektedir [10]. TS706 EN 12620/AC'de ise ince agrega genel olarak 63µm açıklıklı elekten geçen kil, silt ve taş unu gibi yıkanabilir maddeler olarak sınıflandırılmakta ve bunların ince agrega içerisinde maksimum %4 oranında bulunmasına müsaade edilmektedir [3].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, farklı taş unu miktarının beton mukavemetine etkisi incelenmiş ve elde edilen değerlerle referans değerler karşılaştırılarak aralarındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Deneysel sonuçları kullanılarak istatistiksel tekniklerle taş unu miktarına bağlı olarak beton basınç dayanımı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen model denklemleri ile beton basınç dayanımını maksimum yapan optimum taş unu oranı tespit edilmiştir. Bu çalışmada amaç, kırma taş agrega ile üretilen ve taş unu içermeyen referans beton ile içerisine değişik oranlarda taş unu katılan betonların basınç dayanımlarının deneysel olarak incelenmesi, deneylerle belirlenmemiş olan taş unu miktarlarının ilavesi durumunda ise istatistiksel metotlarla basınç dayanımının tahmin edilebilmesidir. Çalışmada kırma taş agrega içerisinde doğal olarak bulunan taş ununun betonun basınç dayanımına olan etkisinin araştırılması amacıyla ince malzemelerden arındırılmış agrega içerisine kontrollü olarak ve ağırlıkça ince agrega yerine ikame edilen taş unu katılmış ve numuneler aynı koşullarda hazırlanarak kür edilmişlerdir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD-PROCESS)

3.1. Materyal (Material)

Bu çalışmada, Sivas ili Ulaş ilçesi Tecer Mevkiin'den temin edilen kırma taş agrega ve bağlayıcı olarak ta CEM I 32.5 portland çimentosu kullanılmıştır [13 ve 25]. Agreganın granülometrisi TS 706 EN 12620/AC'de verilen B32 eğrisine uygun olarak seçilmiştir. Agreganın granülometri dağılımı TS 3530 EN 933-1/A1'e göre ve deneylerde kullanılan iri agrega, ince agrega ve taş ununun özgül ağırlıkları ve su emme oranları da TS EN 1097-6'ya göre belirlenmiş olup sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 1 ve 2) [11, 12, 13 ve 25].

Tablo 1. Agreganın granülometri dağılımı
(Table 1. Granulometric separation for aggregate)

Agrega Sınıfı (mm)	32-16	16-8	8-4	4-2	2-1	1-0
Yığındaki Oran (%)	32	22	11	13	10	12

Tablo 2. Agreganın özgül ağırlık ve su emme oranı
(Table 2. Specific gravity and the ratio of absorption water)

Agrega Grubu	Özgül Ağırlık (kg/dm ³)	Su Emme (Oranı %)
İri Agregada	2.65	2.5
İnce Agregada	2.70	3
Taş Unu	2.90	5

3.2. Metot (Method)

Çalışmada en büyük tane çapı 32mm olan ve TS 706 EN 12620/AC'de verilen B32 granülometri eğrisine uygun olarak seçilen agregalarla TS 802'ye uygun olarak 4 seriden oluşan toplam 16 adet beton numunesi hazırlanmıştır [13 ve 14]. Hazırlanan numunelerin dozajı 200kg/m³ olarak belirlenmiştir. Beton numunelerine, ince agregadan ağırlıkça azaltılarak yerine yine ağırlıkça taş unu ilave edilmiştir. Hazırlanan numunelerin çökme değerleri 10cm olacak şekilde karışımlar hazırlanmıştır. Deneysel numuneleri TS EN 12390-2'ye uygun olarak

15x15x15cm ölçülerinde küp numuneler şeklinde hazırlanmış ve %100 nemli bir ortamda 7 gün boyunca kür edilmiştir [15 ve 16]. Yedi günlük kürden sonra numuneler TS EN 12390-3'e uygun olarak basınç mukavemeti testine tabi tutulmuştur [17]. Çalışmada, elde edilen veriler kullanılarak deneysel olarak belirlenmemiş olan taş unu oranları için beton basınç mukavemetinin tahmin edilebilmesi amacıyla da Bulanık Mantık metodu kullanılarak tahmin modelleri oluşturulmuştur. Model denklemleriyle her hangi bir taş unu değeri için beton basınç değeri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME (FINDING AND EVOLUATIONS)

Her seride 4'er numune olmak üzere hazırlanan 4 seri beton numunesi 7 günlük kürden sonra beton basınç dayanımları belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Taş unu miktarlarına göre beton basınç deney sonuçları
(Table 3. Compressive strenght test results for concrete to the quantities of stone dust)

Sıra No	Taş Unu Miktarları ve Basınç Değerleri(kgf/cm ²)			
	%0	%5	%10	%15
1	70	95	100	105
2	75	90	95	100
3	78	97	102	106
4	73	95	100	103
Toplam	296	377	397	414
Ortalama	74	94	99	104

Deney sonuçları incelendiğinde, en düşük basınç mukavemetinin 70kgf/cm² ile referans numunede olduğu buna karşılık en yüksek basınç mukavemetinin ise 106kgf/cm² ile %15 oranında taş unu kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan %5 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 95kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 97kgf/cm² olduğu görülmektedir. %10 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 95kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 102kgf/cm² olduğu görülmektedir. %15 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 100kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 106kgf/cm² olduğu belirlenmiştir. Bulanık mantıkla oluşturulan tahmin modelinde ise beton basınç mukavemetlerinin ortalama basınç mukavemetlerine oldukça yakın olduğu minimum değer 73.2kgf/cm² ve maksimum değer ise 102kgf/cm² olduğu belirlenmiştir.

5. İSTATİSTİKSEL METOTLARLA BETON BASINÇ MUKAVEMETİNİN ANALİZİ (ANALYSIS OF THE CONCRETE COMPRESSIVE STRENGHT WITH STATISTICAL METHODS)

5.1. Tanımlayıcı İstatistikler (Descriptive Statistics)

Taşıyıcı yapı elemanlarının tasarımı sürecinde önem durumlarına göre öncelikli olarak puanlandırılan alt başlıklar için tanımlayıcı istatistiksel değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tanımlayıcı istatistikler
(Table 4. Descriptive statistics)

Numuneler	N	Aralık	Min.	Max.	Ort.		Std. Sapma	Varyans
					İstatistik	Std. Error		
Taş unu %0 için basınç	4	8	70	78	74.00	1.683	3.367	11.333
Taş unu %5 için basınç	4	7	90	97	94.25	1.493	2.986	8.917
Taş unu %10 için basınç	4	7	95	102	99.25	1.493	2.986	8.917
Taş unu %15 için basınç	4	6	100	106	103.50	1.323	2.646	7.000

5.2. Varyans ve Regresyon Analizi (Analysis of Varians and Regression)

Taş unu miktarına bağlı olarak beton numunelerin basınç dayanımlarını tahmin edebilmek amacı ile Regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar %95 güven aralığında verilmiştir (Tablo 5). Regresyon analizi sonucunda taş unu miktarına bağlı olarak elde edilen matematiksel modelde y:beton basıncı ve x:taş unu miktarını göstermek üzere; $y=78.725+1.87x$ olarak elde edilmiştir. Taş unu oranına göre %0, 5, 10 ve 15 olarak dört ayrı grupta incelenen numunelerin basınç dayanımları arasında fark olup olmadığını tespit etmek için varyans analizi yapılmış ve analiz sonucu %95 güven aralığında aşağıda verilmiştir (Tablo 6).

Tablo 5. Regresyon analizi sonucu
(Table 5. Result of regression analysis)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Sabit)	78.725	2.254		34.922	.000	73.890	83.560
	Taşunu	1.870	.241	.901	7.759	.000	1.353	2.387

a. Bağımlı değişken: Basınç

Tablo 6. Varyans analizi sonucu
(Table 6. Result of variance analysis)

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar Arası	2046.500	3	682.167	75.447	.000
Grup İçi	108.500	12	9.042		
Toplam	2155.000	15			

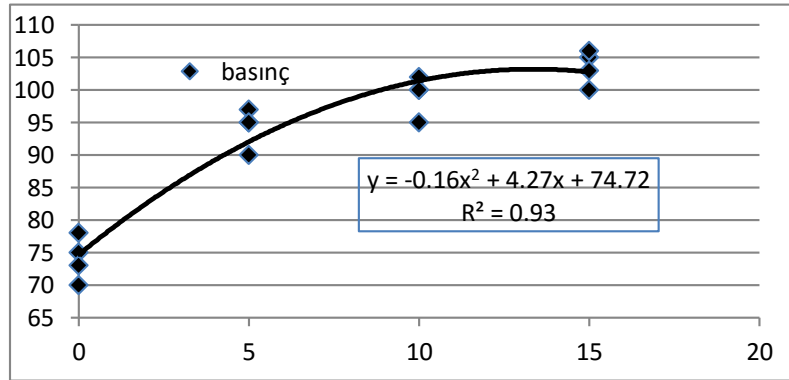
Tablo incelendiğinde taş unu miktarına bağlı olarak elde edilen beton numunelerinin basınç dayanımları arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir (sig.<0.000). Hangi grubun ya da grupların basınç dayanımları arasında fark olduğunu tespit etmek amacı ile çoklu karşılaştırma testlerinden Scheffe testi yapılmış ve test sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Scheffe çoklu karşılaştırma test sonuçları
(Table 7. Scheffe multiple comparison test results)

(I) Gruplar	(J) Gruplar	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	Sig.	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1 (%0 Taş Unu)	2	-20.250*	2.126	.000	-27.13	-13.37
	3	-25.250*	2.126	.000	-32.13	-18.37
	4	-29.500*	2.126	.000	-36.38	-22.62
2 (%5 Taş Unu)	1	20.250*	2.126	.000	13.37	27.13
	3	-5.000	2.126	.193	-11.88	1.88
	4	-9.250*	2.126	.008	-16.13	-2.37
3 (%10 Taş Unu)	1	25.250*	2.126	.000	18.37	32.13
	2	5.000	2.126	.193	-1.88	11.88
	4	-4.250	2.126	.310	-11.13	2.63
4 (%15 Taş Unu)	1	29.500*	2.126	.000	22.62	36.38
	2	9.250*	2.126	.008	2.37	16.13
	3	4.250	2.126	.310	-2.63	11.13

*. The mean difference is significant at the 0.05 level

Çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, hiç taş unu kullanılmayan referans numunelerin basınç dayanımları ile diğer tüm numunelerin basınç dayanımları arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. %5 oranında taş unu ilave edilen numunelerin basınç dayanımları ile %10 taş unu ilave edilen numunelerin basınç dayanımlarında önemli bir farklılık olmadığı (sg. 0.193) buna karşın %5 taş unu ilaveli numunelerin basınç dayanımları ile %15 taş unu ilaveli numunelerin basınç dayanımları arasında da önemli farklılık olduğu (sig. 0.008) görülmektedir. %10 taş unu ilaveli numuneler ile %15 taş unu ilaveli numunelerin basınç dayanımları arasında da önemli bir farklılık olmadığı (sig. 0.310) görülmektedir. Bu sonuçlar, taş unu oranının belli bir değere kadar artarsa beton basınç dayanımının artacağını ancak belli bir değerden sonra beton basınç dayanımının artmayacağı aksine azalacağına işaret etmektedir. Bu durumda taş unu oranları ile beton basınç dayanımları arasında ki ilişkiyi gösteren grafik "x" ekseninde de taş unu oranları (%) ve "y" ekseninde beton basınç dayanımları gösterilerek taş unu miktarına bağlı olarak beton basınç dayanımı modellenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Taş unu oranı ve beton basınç dayanımı
(Figure 1. Stone dust ratio and concrete compressive strength)

Grafik incelendiğinde başlangıçta taş unu oranı artınca beton basınç dayanımı da artmıştır. Ancak bu artış değeri %5 için ani artış gösterirken %5 ile %10 oranları arasında artmakla birlikte daha az arttığı buna karşın %15 oranında ise grafikteki basınç dayanımının azalmaya başladığı görülmektedir. Beton basınç dayanımını maksimum yapan taş unu miktarının bulunabilmesi için elde edilen model denkleminin türevi alınarak "0" a eşitlenmiş ve bu çalışma için beton basınç dayanımını maksimum yapan optimum taş unu oranı tespit edilmiştir. Buna göre; "y" beton basınç dayanımı, "x" taş unu oranı olmak üzere;

$y = -0.16x^2 + 4.27x + 74.72$ fonksiyonunun türevi alınır;

$y' = -0.32x + 4.27$ olur. Bu türev "0" a eşitlenirse;

$-0.32x + 4.27 = 0$ ve $4.27 = 0.32x$ ise $x = 4.27 / 0.32$ 'den $x = 13.34$ bulunur.

Bu çalışmada, beton basınç dayanımını maksimum yapan taş unu oranı $x = 13.34$ olarak bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULT AND RECOMMENDATIONS)

Farklı taş unu miktarı ilavesinin beton basınç mukavemetine etkisinin deneysel olarak incelendiği bu çalışmada, istatistiksel metotlarla taş unu miktarına bağlı olarak beton basınç dayanımının tahmini yapılmış ve en iyi basınç dayanımını veren optimum taş unu oranı tespit edilmiştir. Deneysel sonuçlarla tahmin sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre;

- Deneysel sonuçta en düşük basınç mukavemetinin 70kgf/cm² ile referans numunede olduğu ve referans numune grubunun ortalama basınç mukavemetinin ise 74kgf/cm² olduğu belirlenmiştir.
- Beton içerisine ince agrega yerine ağırlıkça %5 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç dayanımının min. 90 ve max. 97kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 94kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %27.02 oranında arttığı görülmüştür.
- Beton içerisine %10 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç mukavemetinin min.95 ve max.102kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 99kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %33.78 oranında arttığı görülmüştür.
- Beton içerisine %15 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç mukavemetinin min.100 ve max.106kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 102kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %37.83 oranında arttığı görülmüştür.

Sonuç olarak, taş ununun kırma taş agrega ile üretilen betonların basınç dayanımlarını olumlu yönde etkilediği, bu etkinin betonun dozaj ve diğer özelliklerine bağlı olarak farklı oranlarda olduğu ancak belli bir orandan sonra azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada ise beton basınç dayanımını maksimum yapan taş **unu oranı %13.34 olarak bulunmuştur**. Beton içinde taş unu oranının artması durumunda çimentonun ince taneli taş unu yüzeylerini kaplaması nedeni ile su/çimento oranında değişiklik olduğu, çimentonun su ile reaksiyona girmesi ve bağlayıcılık özelliğinin azalması nedeni ile %13.34 oranından sonraki taş unu miktarı olması durumunda beton basınç dayanımının azaldığı değerlendirilmektedir. Taş unu miktarı ile birlikte çimento miktarı da arttırılarak beton basınç dayanımı arttırılabilir ancak bu durumda beton karışımının ekonomik olmayacağı açıktır. Taş unu ilave edilen betonların eğilmede çekme, yarmada çekme, elastisite modülü gibi mekanik özellikleri ve boşluk oranı, birim hacim ağırlıkları, su emme oranları gibi fiziksel özellikleri ile ilgili de deneyler yapılarak sonuçların istatistiksel metotlarla incelenebileceği düşünülmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 4-6 Eylül 2019 tarihinde gerçekleştirilen 4th International Science Symposium'da sözlü bildiri olarak sunulmuş ve yeniden yapılandırılmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Ramyar, K., Çelik, T. ve Marar, K., (1995). Taş Tozunun Beton Özelliklerine Olan Etkisi-Endüstriyel atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması, TMMOB İnş. Müh. Odası Bildiriler Kitabı, Ankara.
- [2] Uğurlu, A., (1993). Taş unu kullanımının Beton Özellikleri Üzerindeki Etkisi, Mühendislik Haberleri, TMMOB yayını Ankara.
- [3] TS 706 EN 12620/AC, (2006). Beton Agregaları, TSE, Ankara.
- [4] Düzbasan, S. ve Uluöz, S., (2003). Prefabrik Beton Eleman Üretiminde Karşılaşılan Problemler, Adana.
- [5] Uluöz, S., Yakıt, E. ve Düzbasan, S., (2004). Kırma Agregadaki Taş Unu ve Kil Miktarının Beton Kalitesine Etkisi. Beton Kongresi.
- [6] Eren, Ö. ve Marar, K., (2008). Effects of Limestone Crusher Dust and Steel Fibers on Concrete, Construction and Building Materials, Article in Press, Corrected Prof.

- [7] Şimşek, O., (1999). Beton Teknolojisi Ders Notları, Ankara.
- [8] Çelik, M. ve Yavuz., (1996). Mermer Artıklarının (Parça-Tozlarının) Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akü. FBE.
- [9] Ünal, O. ve Kibici, Y., (2001). Mermer Tozu Atıklarının Beton Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001), Bildiriler Kitabı, ss:317-325, 3-5 Mayıs 2001, Afyon.
- [10] ASTM C 33, (2007). Standard Specification for Concrete Aggregates.
- [11] TS 3530 EN 933-1/A1, Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini-Elemente Metodu.
- [12] TS EN 1097-6, (2002). Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini.
- [13] Özgan, E., (2005). Kırmataş Agregası İçerisindeki Taş Unu Miktarının Betonun Basınç Dayanımına Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 21(1-2):198-205.
- [14] TS 802, (1985). Beton Karışım Hesap Esasları, TSE, Ankara.
- [15] TS EN 12350-1, (2002). Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm1:Numune Alma.
- [16] TS EN 12390-2, (2002). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 2:Dayanım Deneylerinde Kullanılacak Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Kürlenmesi. TSE, Ankara.
- [17] TS EN 12390-3, (2003). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3:Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- [18] Matlab Documentation Set, (2004). The MathWorks Inc.
- [19] Mamdani, E.H. ve Assilian, S., (1975). An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller, 7(1):1-13.
- [20] Sugeno, M., (1985). Introductory Survey of Fuzzy Control, INFO. Sci., 36(1-2):59-83.
- [21] Zadeh, L., (1972). Man and Computer, Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, IEEE, Bordeaux, France, pp:130-165.
- [22] Almeida, N., Branco, F., Brito, J., and Santos, J.R., (2007).High-performance Concrete with Recycled Stone Slurry, Cement and Concrete Research, 37(2):210-220.
- [23] Felekoglu, B., (2007). Utilisation of High Volumes of Limestone Quarry Wastes in Concrete Industry (Self-Compacting Concrete Case), Resources, Conservation and Recycling, 51(4):770-791.
- [24] Ünal, O. ve Uygunoğlu, T., (2003). Atık Mermer Tozu Katkılı Betonların Donma Çözülme Etkisinde Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (Mersem'2003), Bildiriler Kitabı, pp:18-19.
- [25] Özgan E., (2008). Taş Unu Miktarının Beton Basınç Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantıkla İncelenmesi. e-Journal of New World Sciences Academy, 2008, Volume:3, Number:4, p:600-609.