



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2008, Volume: 3, Number: 4
Article Number: A0101

**NATURAL AND APPLIED SCIENCES
TECHNICAL EDUCATION**

❖ CONSTRUCTION EDUCATION

Received: June 2008
Accepted: September 2008
© 2008 www.newwsa.com

Ercan Özgan
University of Duzce
ercanozgan@gmail.com
Duzce-Turkiye

**TAŞ UNU MİKTARININ BETON BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİNİN BULANIK MANTIKLA
İNCELENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, kırma taş agrega içerisinde bulunan taş unu'nun 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. Sonuç olarak, taş ununun kırma taş agrega ile üretilen betonların basınç dayanımlarını olumlu yönde etkilediği ancak bu etkinin belli bir orandan sonra azaldığı görülmüştür. Deneylerle belirlenmemiş olan basınç mukavemetinin taş unu miktarına bağlı olarak tahmin edilebilmesi için de Bulanık Mantık Metoduyla tahmin modeli oluşturulmuş ve oluşturulan modelin bu amaçla kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Agrega, Kırma-Taş Unu, Beton, Basınç Dayanımı, Bulanık Mantık

**INVESTIGATION THE EFFECT OF STONE DUST ON CONCRETE COMPRESSIVE
STRENGTH WITH FUZZY LOGIC**

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. As a results, it has been seen that stone dusts has positive effect on the compressive strength of concrete are produced by stone ballast aggregate until for a quantity but after the quantity the effect has become decrease. Also, by using Fuzzy Logic Method, prediction model was constituted based on the quantity of stone dust to predict the compressive strength of concrete which could not be determined with experimental. It was showed that the prediction model could be used to predict the compressive strength of concrete based on the quantity of stone dust.

Keywords: Aggregate, Stone Dust, Concrete, Compressive Strength, Fuzzy Logic



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde beton çok yaygın olarak kullanılmakta olan bir yapı malzemesidir. Beton kullanımına paralel olarak, beton agregasına olan talepte artmaktadır. Doğal agregaya kaynaklarının sınırlı olması ya da uygun olmaması, çevrenin korunması ve yüksek dayanımlı betona olan talep betonda kırma-taş kullanımını gerekli kılmaktadır. Kırma-taş'ta 75 µm elekten geçen taş tozunun bulunması kaçınılmazdır [1]. Uygulamada, agregaya içerisinde 200 numaralı elekten geçen malzeme miktarının verilen limitlerin üzerinde bulunması durumunda agregaya yıkandıktan sonra kullanılmaktadır. Bu uygulamanın nedeni ise 200 numaralı elekten geçen malzemenin kil olduğu düşüncesidir. Bilindiği gibi kil, çimento hamuru ile agregaya arasındaki aderansı zayıflatır, çimentonun hidratasyonunu geciktirir ve betonun hacimsel kararlılığını bozar [2]. TS 706 EN 12620/AC' de 0,25 mm açıklıklı kare gözlü elekten geçen ve ince malzeme olarak tanımlanan taş unu'nun kil gibi davranmamasına karşın beton karma suyunu ve dolayısıyla su/çimento oranını arttıracak düşüncesiyle zararlı kabul edilmekte ve agregaya 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 agregaya kullanılarak üretilen betonlarda ciddi kalite bozuklukları meydana gelmektedir[4]. Kırma kum numunelerinde, 0,074 mm'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 agregaya yerine taş unu kullanılarak betonun bazı özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, betonun basınç ve yarıma gerilmesi ile su geçirimsizliği, eğilme dayanımı, çarpma etkisi testleri yapılmış ve bunlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir [6]. Düşük dozajlı betonlarda işlenebilmenin sağlanabilmesi için 0.25 mm'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 0.25 mm'den küçük kum, taş unu, kırma taş tozu ve havuz çökeltisi gibi malzemelerin kullanılabilmesi 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 0-2 mm 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 agregaya 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 rötre 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 unu'nun ince agrega içerisinde %7 oranında bulunmasına izin verilmektedir [10]. TS706 EN 12620/AC'de ise ince agrega genel olarak 63 µm 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. Deney sonuçları kullanılarak bulanık mantık metoduyla da taş unu miktarına bağlı olarak beton basınç mukavemeti tahmin edilmeye çalışılmıştır.

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 incelenmesi, deneylerle belirlenmemiş olan taş unu miktarlarının ilavesi durumunda ise Bulanık Mantık Metoduyla basınç mukavemetinin tahmin edilebilmesidir. Çalışmada kırma taş agrega içerisinde doğal olarak bulunan taş unu'nun 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. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

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. 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 ve 13].

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 Oranı (%)	32	22	11	13	10	12

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

Agrega Grubu	Özgül Ağırlık (kg/dm ³)	Su Emme Oranı (%)
İri Agregata	2,65	2,5
İnce Agregata	2,70	3
Taş-unu	2,90	5

3.2. Metot (Method)

Çalışmada en büyük tane çapı 32 mm 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 200 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Beton numunelerine, ince agregadan ağırlıkça azaltılarak yerine yine ağırlıkça taş unu ilave edilmiştir. Hazırlanan numunelerin çökme değerleri 10 cm olacak şekilde karışımlar hazırlanmıştır. Deney numuneleri TS EN 12390-2'ye uygun olarak



15x15x15 cm 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 2).

Tablo 2. Taş unu miktarlarına göre beton basınç deney sonuçları
(Table 2. 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
Bulanık Mantıkla Tahmin Değerleri	73.2	86	95	102

Deney sonuçları incelendiğinde, en düşük basınç mukavemetinin 70 kgf/cm² ile referans numunede olduğu buna karşılık en yüksek basınç mukavemetinin ise 106 kgf/cm² ile %15 oranında taş unu kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Diğer taraftan %5 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 95 kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 97 kgf/cm² olduğu görülmektedir. %10 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 95 kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 102 kgf/cm² olduğu görülmektedir. %15 oranında taş unu kullanıldığında en düşük basınç mukavemetinin 100 kgf/cm² ve en yüksek basınç mukavemetinin ise 106 kgf/cm² olduğu belirlenmiştir. Bulanık mantıkla oluşturulan tahmin modelinde ise beton basınç mukavemetlerinin ortalama basınç mukavemetlerine oldukça yakın olduğu minimum değer 73,2 kgf/cm² ve maksimum değer ise 102 kgf/cm² olduğu belirlenmiştir.

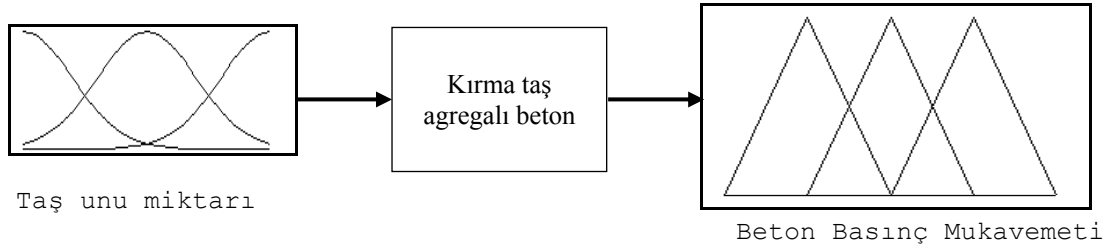
5. BULANIK MANTIKLA BETON BASINÇ MUKAVEMETİNİN TAHMİNİ (PREDICTION OF THE CONCRETE COMPRESSIVE STRENGHT WITH FUZZY LOGIC)

Kırma taş agrega kullanılan betonlarda, taş unu miktarının betonun basınç mukavemetine etkisi MATLAB programı kullanılarak Bulanık Mantık Metoduyla modellenmiş ve farklı taş unu miktarları için basınç mukavemetleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

5.1. Bulanık Mantık Sistemi (Fuzzy Logic System)

Bulanık mantık sistemi üyelik fonksiyonu, bulanık mantık operatörleri ve if-then kurallarından oluşmaktadır [18]. Mamdani ve Sugeno olmak üzere iki tip bulanık mantık sistemi mevcuttur. Bu çalışmada beton basınç mukavemetinin tahmin için Mamdani sistemi kullanılmıştır [19, 20 ve 21]. Bulanık mantık modelinde taş unu

miktarı sistemin girdisi olarak kullanılırken basınç mukavemeti ise çıktı olarak kullanılmıştır. Bulanık mantık sistemi şematik olarak aşağıda gösterilmiştir (Şekil 5).

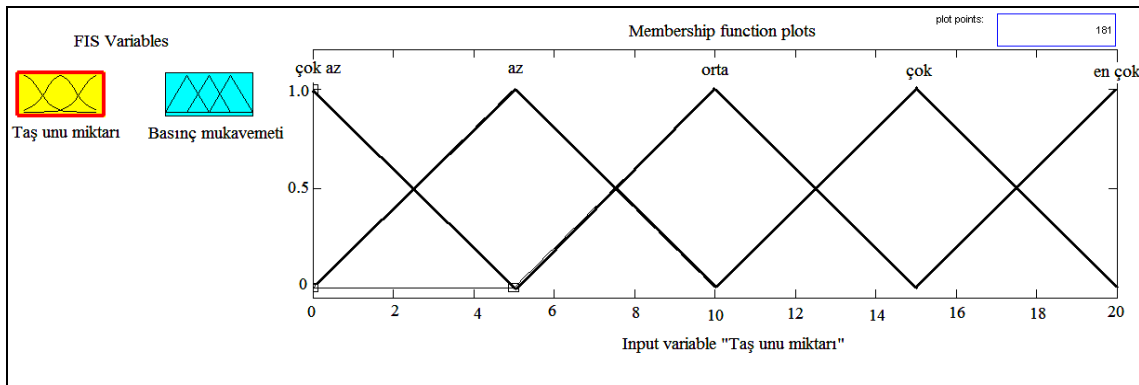


Şekil 5. Beton basınç mukavemetinin tahmini için Bulanık Mantık Sistemi

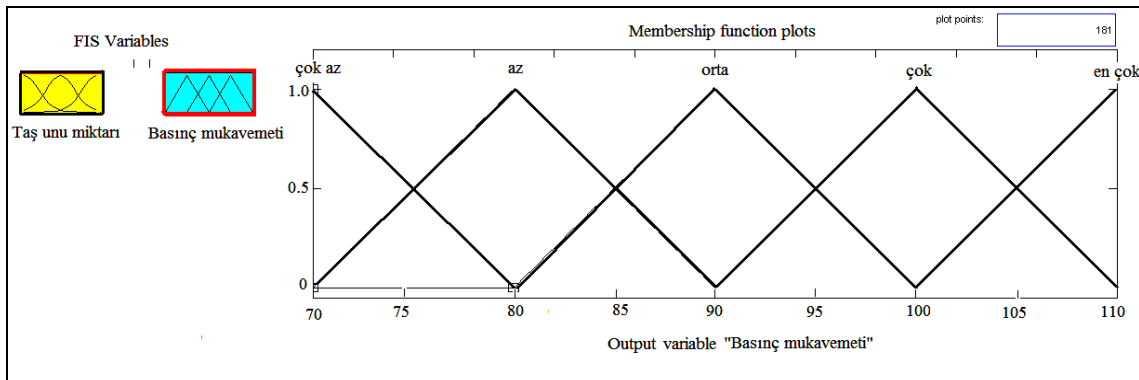
(Figure 5. Fuzzy Logic System for prediction of concrete compressive strength)

5.2. Üyelik Fonksiyonu (Membership Function)

Üyelik fonksiyonun derecesi " μ "; taş unu miktarı ve basınç mukavemeti için gösterilmiştir. Üyelik fonksiyonu grafiğinde, taş unu ve beton basınç mukavemeti için " y " değeri maksimum " $\mu=1$ " ve minimum " $\mu=0$ " dır. Taş unu miktarı ve basınç mukavemetinin üyelik fonksiyonu grafikleri "çok az", "az", "orta", "çok" ve "en çok" şeklinde olmak üzere beş alt kategoride oluşturulmuştur (Şekil 6a ve 6b).



Şekil 6a. Taş unu miktarı için üyelik fonksiyonu grafiği
(Figure 6a. Membership function for the quantity of the stone dust)



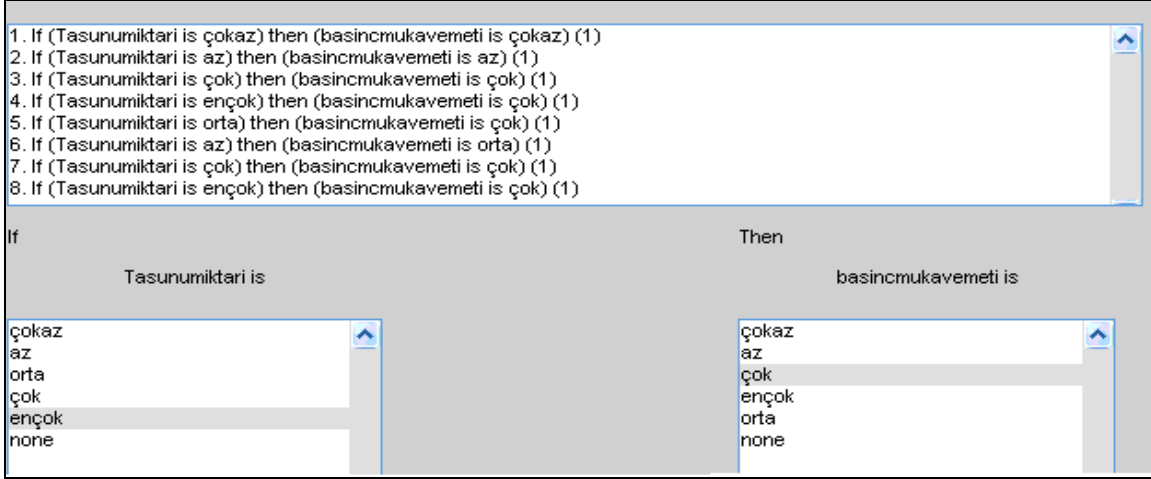
Şekil 6b. Beton basınç mukavemeti için üyelik fonksiyonu grafiği
(Figure 6b. Membership function for the concrete compressive strength)

5.3. Bulanık Mantıkta Kurallar (The Rules for Fuzzy Logic)

Bulanık mantıkta, If-then kuralları bulanık mantığı oluşturan şartların formüle edilebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışma için örnek bir if-then kuralı aşağıdaki gibi yazılabilir;

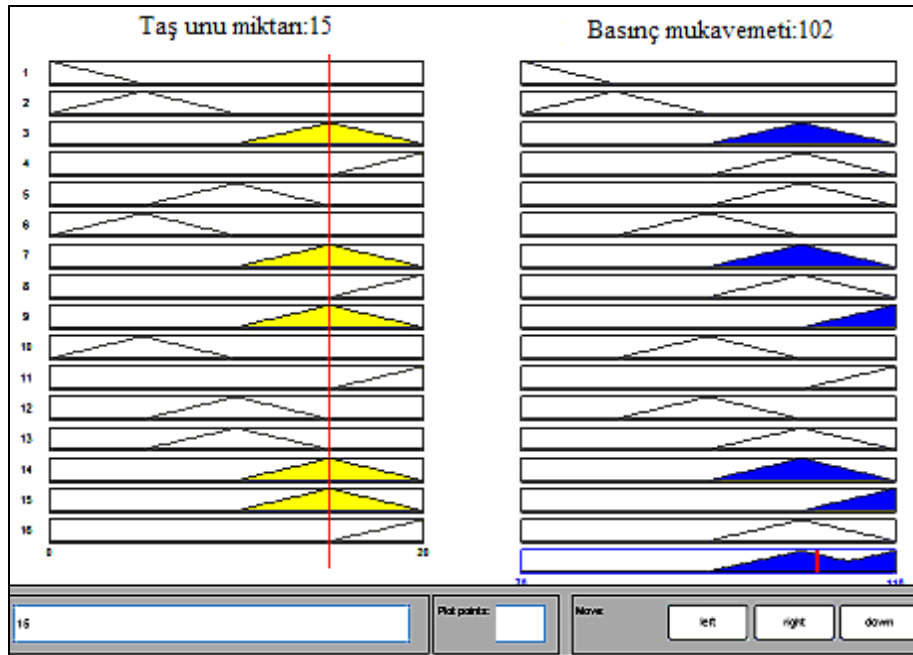
"if taş unu miktarı is az then basınç mukavemeti is az"

Burada, taş unu miktarı sayısal değerlerle tanımlanmış ve "çok az", "az", "orta", "çok" ve "en çok" gruplandırılmış sözel ifadelerdir. Oluşturulan bulanık mantıkta taş unu miktarı ile ilgi olarak yazılan kuralların "if" kısmı girdi olarak tanımlanırken "then" kısmından sonraki "Basınç mukavemeti" ise sonuç olarak isimlendirilmektedir. Bulanık mantık modelinde sistemin bir bütün olarak çalışmasını yazılan kurallar sağlamaktadır (Şekil 9).



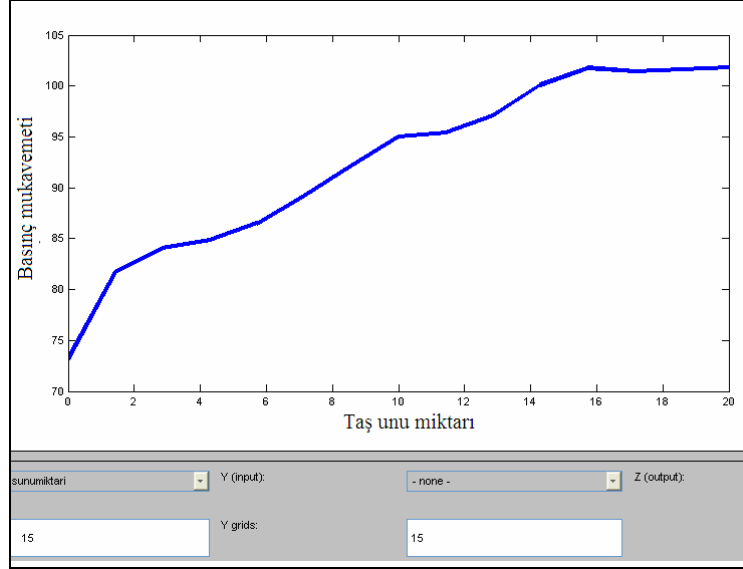
Şekil 9. Kuralların bir kısmı
(Figure 9. A part of the rules)

Hangi kuralın aktif olduğu ya da üyelik fonksiyonunun beton basınç mukavemetini nasıl etkilediği aşağıdaki şekillerden görülebilir (Şekil 10).



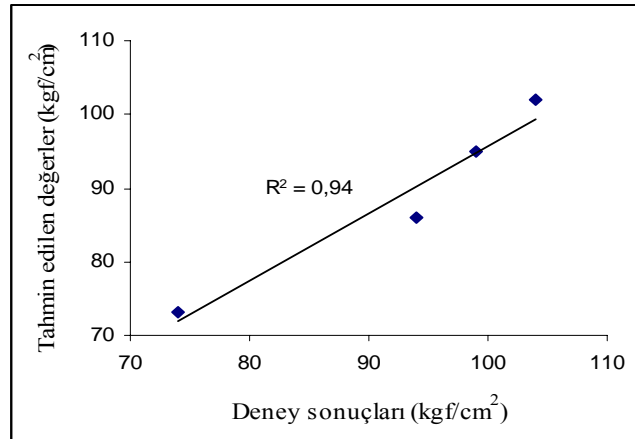
Şekil10. Beton basınç mukavemeti için yazılan kurallar
(Figure 10. Rules wrote for concrete compressive strength)

Ayrıca, duktulitenin bekleme süresi ve ortam sıcaklığına bağlı olarak değişimi üç boyutlu olarak gösterilmiştir. Bu şekil bulanık mantıkla oluşturulan tahmin modelinin tamamını bir bütün olarak göstermektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Bulanık Mantık Modelinde basınç mukavemetinin taş unu miktarına göre değişimi
(Figure 11. According to the quantity of the Stone dust changing the compressive strength for Fuzzy Logic Model)

Bulanık Mantık Metoduyla tahmin edilen basınç mukavemet değerleri ile deneyler sonucunda elde edilen basınç mukavemetleri arasındaki ilişki aşağıda gösterilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Deney sonuçları ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişki
(Figure 12. Relationship between experimental results and predicted values)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULT AND RECOMMENDATIONS)

Farklı taş unu miktarı ilavesinin beton basınç mukavemetine etkisinin deneysel olarak incelendiği bu çalışmada, bulanık mantık metoduyla da taş unu miktarına bağlı olarak basınç mukavemeti tahmini yapılmış ve deneysel sonuçlarla tahmin sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre;



- Almeida, N. ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada, atık malzeme olarak ifade edilen ince agregaların yüksek mukavemetli beton üretiminde kullanılabilmesi ve bu malzemelerin beton performansını %16 oranına kadar arttırılabileceği sonucuna varılmıştır [22].
 - Felekoglu, B. tarafından yapılan çalışmada, su miktarının arttırdığı ve basınç gerilmesini azalttığı için geleneksel betonda kullanılacak taş unu miktarının sınırlandırıldığı ifade edilmiştir. Ancak, bu ince malzemelerin özellikle kendiliğinden yerleşen betonlarda viskoziteyi arttırmada etkili olabileceği belirtilmiştir. Kendiliğinden yerleşen betonlarda, taş ununun kullanılabilirliği araştırılmış ve normal gerilmeli kendiliğinden yerleşen betonlarda yüksek miktarda taş unu kullanımının hem betonun mekanik özellikleri hem de ekonomik açıdan faydalı olduğu sonucuna varılmıştır [23].
 - Diğer taraftan Mermerlerin işlenmesi sırasında açığa çıkan 0-2 mm arasında tane dağılımına sahip mermer tozunun belirli oranlarda karışıma katılmasının beton basınç dayanımı üzerine nasıl bir etki yapacağı araştırılmış ve sonuç olarak; 300 dozlu betonda; ince agrega yerine ağırlıkça sırasıyla % 10, %15 ve %20 oranlarında mermer tozu kullanıldığında basınç mukavemetinin referans numunenin basınç mukavemetine oranla sırasıyla %10 için %25 oranında, %15 için %29 oranında ve %20 için ise %8 oranında arttığı tespit edilmiştir. 350 dozlu betonda; ince agrega yerine ağırlıkça sırasıyla %10, %15 ve %20 oranlarında mermer tozu kullanıldığında ise basınç mukavemetinin %10 için %6 oranında azaldığı, %15 için %10 oranında ve %20 için ise %18 oranında arttığı belirlenmiştir [9].
Bu çalışmada;
 - Deneyler sonucunda en düşük basınç mukavemetinin 70 kgf/cm² ile referans numunede olduğu ve referans numune grubunun ortalama basınç mukavemetinin ise 74 kgf/cm² olduğu belirlenmiştir.
 - Beton içerisine ince agrega yerine ağırlıkça %5 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç mukavemetinin min. 90 ve max. 97 kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 94 kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %27.02 oranında fazla olduğu görülmüştür.
 - Beton içerisine %10 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç mukavemetinin min.95 ve max.102 kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 99 kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %33.78 oranında fazla olduğu görülmüştür.
 - Beton içerisine %15 oranında taş unu ilave edildiğinde basınç mukavemetinin min.100 ve max.106 kgf/cm² olduğu, ortalama basınç mukavemetinin ise 102 kgf/cm² olduğu görülmüştür. Buna karşılık ortalama basınç mukavemetinin referans değere göre %37.83 oranında fazla olduğu görülmüştür.
- Bununla beraber, mermer tozunun betona belirli oranlarda ilave edilmesiyle üretilen betonun donma-çözülme çevrimi sonunda özellikleri araştırılmıştır. Mermer tozu(MT)betona, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında, karışımdaki İnce malzeme ile hacimce yer değiştirmek suretiyle ilave edilmiştir. Çimento dozajı 300 ve 350 olarak belirlenmiştir. Tüm numuneler kalıp alındıktan 28 gün sonunda 1 hafta süre ile donma-çözülme deneyine tabi tutulmuş ve belirli oranlarda mermer tozunun betona katılması betonun basınç dayanımının 300 dozlu numunelerde şahit numunelere göre %5 mermer tozunda belirli bir artış eğilimi gösterirken %10'dan itibaren azalma eğiliminde olmuştur. 350 dozajlı karışımlarda ise mermer tozunun kullanılması şahit numuneye

göre %10 mermer tozuna kadar artma eğilimine karşılık %15 mermer tozundan itibaren az da olsa azalma eğilimi görülmüştür [24].

Uluöz, S. ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada 350 dozlu betonda ince agrega yerine ağırlıkça %20, % 30, %40 ve %50 oranlarında taşınu kullanıldığında betonun küp basınç mukavemetinde sırasıyla %20 için %7.08 oranında, % 30 için %12.59, %40 için %21.25 ve %50 için ise %28.74 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir [5].

- Bulanık mantıkla oluşturulan tahmin modelinde ise beton basınç mukavemetlerinin ortalama basınç mukavemetlerine oldukça yakın olduğu minimum değer 73,2 kgf/cm² ve maksimum değer ise 102 kgf/cm² olduğu belirlenmiştir.
- Deneysel sonuçlar ve bulanık mantıkla tahmin edilen basınç mukavemetleri arasındaki korelasyon kat sayısı son derece yüksek olup 0.94 olarak bulunmuştur. Bu durumda bulanık mantık metodunun taş unu miktarına bağlı olarak beton basınç mukavemetinin tahmininde kullanılabileceği 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. Taş unu ilave edilen betonların eğilmede çekme, yarmada çekme, elastiklik modülü gibi mekanik özellikleri ve boşluk oranı, birim hacim ağırlıkları, su emme oranları gibi fiziksel özellikleri ile ilgili de deneylerde yapılarak sonuçların bulanık mantıkla modellenilebileceği düşünülmektedir.

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., 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 için deneyler-Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımı tayini-Eleme 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 Agrega İçerisindeki Taş Unu Miktarının Betonun Basınç Dayanımına Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 21 (1-2), pp:198-205.
14. TS 802, (1985). Beton Karışım Hesap Esasları, TSE, Ankara.



15. TS EN 12350-1, (2002). Beton-Taze Beton Deneyleleri-Bölüm 1: Numune Alma.
16. TS EN 12390-2, (2002). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleleri-Bölüm 2: Dayanım Deneylelerinde Kullanılacak Deneyle Numunelerinin Hazırlanması ve Kürlenmesi. TSE, Ankara.
17. TS EN 12390-3, (2003). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleleri-Bölüm 3: Deneyle 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, pp: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 , Volume 37, Issue 2, pp: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, Volume 51, Issue 4, pp: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.