



**Makale
(Article)**

Beton Kabuğu Fiziksel Özelliklerinden Yararlanılarak Bulanık Mantık İle Basınç Dayanımının Belirlenmesi

Serkan SUBAŞI^{1*}, İbrahim ŞAHİN², Bekir ÇOMAK³

¹Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 81620, Düzce / TÜRKİYE,
²Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, 81620, Düzce / TÜRKİYE,
³Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 81620, Düzce / TÜRKİYE
serkansubasi@duzce.edu.tr

Özet

Bu araştırmanın amacı, farklı yüzey yoğunluklarına sahip betonlarda beton kabuğu fiziksel özelliklerinden yararlanılarak beton basınç dayanımını belirleyen bulanık mantık modeli oluşturmaktır.

Çalışma kapsamında hazırlanan C25 beton karışımı farklı yüzey özelliklerine sahip 3 adet kalıp içerisine dökülmüştür. Çam, plywood ve geçirgen astarlı olmak üzere farklı su emme kapasitelerine sahip kalıplar ile beton kabuğunda değişik yoğunluklara sahip betonların elde edilmesi sağlanmıştır. Kalıplar içerisindeki betonlar 28 gün boyunca sulanmak suretiyle kür edilmiştir. Kalıp sökümünden sonra beton bloğundan 18 adet karot örnek alınmıştır. 9 adet karot örneği beton yüzeyinden itibaren 5 cm derinliğinde kesilerek beton kabuğu numuneleri hazırlanmıştır. Diğer 9 adet karot örnek ise basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Beton kabuğu numuneleri üzerinde yoğunluk, boşluk yüzdesi, ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deney sonuçları kullanılarak basınç dayanımını tahmin eden bulanık model oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık modelde girdi olarak yoğunluk, boşluk yüzdesi ve Ultrases geçiş hızı değerleri, çıktı olarak ise basınç dayanımı değerleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak, farklı beton kabuğu fiziksel özelliklerine sahip betonların basınç dayanımını % 2,8 yanılma olasılığı ile tahmin eden bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bulanık mantık yöntemi ile beton kabuğu fiziksel özelliklerinden yararlanılarak basınç dayanımının tahmin edilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Beton kabuğu, Basınç dayanımı, Bulanık mantık, fiziksel özellikler.

Utilizing Physical Properties Of Concrete Cover In Prediction Of Compressive Strength Using Fuzzy Logic

Abstract

The purpose of this study is to develop a fuzzy logic based prediction model for predicting compressive strength of concrete using physical cover properties of concrete samples with various surface densities.

C25 type concrete mixture prepared for this study was purred in three separate formworks with different surface properties. Using three different formworks constructed with yellow pine, plywood, and permeable liner, each with different water suction capacities, concrete blocks with various cover densities were formed. The concrete blocks were kept inside formwork for 28 day and cured with water daily. After the formworks were removed 18 core samples were taken from the blocks. Concrete cover samples were prepared from 9 core samples by cutting upper 5 cm part of the cores. Compressive strength tests were applied to the other 9 samples. Density, porosity, and pulse velocity tests were applied to cover samples.

Bu makaleye atf yapmak için

Subası S., Şahin İ., Çomak B., "Beton Kabuğu Fiziksel Özelliklerinden Yararlanılarak Bulanık Mantık İle Basınç Dayanımının Belirlenmesi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, 6(1) 38-45

How to cite this article

Subası S., Şahin İ., Çomak B., "Utilizing Physical Properties Of Concrete Cover In Prediction Of Compressive Strength Using Fuzzy Logic" Electronic Journal of Construction Technologies, 2010, 6 (1) 38-45

Using the test results, a fuzzy logic model was developed to predict compressive strength of concrete. Density, porosity, and pulse velocity measurements were used as inputs to the model and the model was configured to produce compressive strength.

As the results of this study, a fuzzy logic based prediction model which can predict compressive strength of concrete blocks with different physical properties up to 2,8 % error rate was developed. It has been observed that it is possible to predict compressive strength of concrete using fuzzy based prediction models which was formed using cover properties of concrete.

Keywords: Concrete cover, compressive strength, fuzzy logic, physical properties.

1. GİRİŞ

Malzemelerin çoğunda gözle görülen ve görülmeyen boşluklar vardır. Genellikle seramikler sınıfına giren taş yapılı malzemelerde, kompozit malzemelerde ve hafif yapı malzemelerinde değişik tür ve büyüklükte boşluklar bulunur. Boşlukların bir kısmı gözle görülebilir makro boyuttadır, bazıları ise kılcal boyuttaki boşluklardır. Bu boşluklar malzemenin birim ağırlığını, su emmesini, geçirirliğini, dona dayanıklılığını, dayanımını, ısı ve ses yalıtımını önemli derecede etkiler [1].

Sertleşmiş betonun su emme kabiliyeti (su emme kapasitesi) betonun hizmet ömrü boyunca karşılaşabileceği yıpratıcı kimyasal - fiziksel olaylara karşı dayanıklılığını ve dayanımı etkilemektedir. Betonun emebileceği su miktarı, betonun içerisindeki boşlukların toplam hacmi ile ilgilidir. Betondaki toplam boşluk hacmi ise betonda kullanılan su/çimento, agrega cinsi, kür koşulları, kür süresi, karbonatlaşma derinliği, beton elemanın boyutu gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir [2].

Sertleşmiş betonda yoğunluk ise TS12390-7 [3]' ye göre tayin edilen ve su emme kabiliyeti gibi önemli bir fiziksel özelliktir. Bu standart, hafif beton, normal ağırlıklı beton ve ağır betona uygulanır. Betonun yoğunluğu betonun birçok fiziksel ve mekanik özellikleri açısından önemlidir [1-4].

Sertleşmiş beton numuneler üzerinde yukarıda bahsedilen fiziksel özelliklerin tayini deneylerinin yanı sıra bazı tahribatsız deneylerde mekanik özelliklerin belirlenmesi için kullanılır. Tahribatsız deney yöntemleri değişik şekillerdeki ve boyutlardaki betonlar üzerinde uygulanabilmektedir. Tahribatsız yöntemlerin uygulanmasında betonun kırılması işlemi yer almadığı için, aynı beton üzerinde değişik zamanlarda tekrar tekrar ölçüm yapabilmek mümkündür. Ultrasonik yöntem, beton basınç dayanımını tahmin edebilmek amacıyla kullanılmakta olan ve beton test çekici yönteminden sonra en çok kullanılan tahribatsız deney yöntemidir. Ultrasonik testler değişik türdeki birçok betona uygulanabilmektedir. Bu ölçümler sonucunda; betonun homojenliği, içerisindeki boşluklar, çatlaklar ve diğer süreksizlikler, beton yapısında yangın ve diğer kimyasal olaylardan meydana gelen değişimler ile betonun dayanımı ve kalitesi ile ilgili bilgilere ulaşılabilmektedir [5-6-7].

Mühendislik araştırmalarında kullanılan birçok tahmin yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları istatistik bazıları ise yapay zeka temellidir [8]. Yapay zeka temelli yöntemlerden bulanık mantık ise son yıllarda üzerinde yoğun olarak çalışılan bir yapay zeka yöntemidir.

Bu çalışmada farklı yüzey yoğunluklarına sahip betonlarda beton kabuğu fiziksel özelliklerine ve ultrases geçiş hızı değerlerine göre basınç dayanımını belirleyen bir bulanık mantık modeli geliştirilmiş ve tahmin yeteneği tartışılmıştır

2. BULANIK MANTIK

Bulanık ilkeler hakkında ilk bilgiler, 1965 yılında Zadeh [9] tarafından literatüre mal edilmiştir. Önceleri bulanıklaştırmanın kesin olan bilimsel ilkelere uymadığı ve hatta bilime karşı geldiği ileri sürülmesine rağmen, 1975 yılında Mamdani ve Assilian [10] tarafından yapılan bir kontrol uygulaması, bulanık kavram ve sistemlerin dikkat kazanmasına neden olmuştur. Bulanık modelleme, bulanık modelin yapısıyla ilgilenen sistem tanımlamasının yeni bir koludur ve örnek bir veri seti ile tanımlanan, bilinmeyen bir sistemin davranışını tahmin eder ve açıklar. Klasik matematiğe dayanan sistem modellemesi, eksik tanımlanmış ve belirsiz sistemler için pek uygun değildir. Bunun aksine, bulanık mantık sistemi, hassas nicel analizler kullanmadan insan bilgisinin ve yaklaşım süreçlerinin nitel taraflarını modelleyebilir. Son yıllarda yeni konular arasında ilk sırayı tutan bulanık küme, mantık ve sistemler hemen her mühendislik dalında uygulanır hale gelmiştir [11]. Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer vermesi, ikincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gereksinim gösteren hallerdir [12].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Hazırlanan C25 beton karışımı farklı yüzey özelliklerine sahip 3 adet kalıp içerisine dökülmüştür. am, plywood ve geçirgen astarlı olmak üzere farklı su emme kapasitelerine sahip kalıplar ile beton kabuğunda değişik yoğunluklara sahip betonların elde edilmesi sağlanmıştır. Kalıplar içerisindeki betonlar 28 gün boyunca sulanmak suretiyle kür edilmiştir. Kalıp sökümünden sonra beton bloğundan 18 adet karot örnek alınmıştır. 9 adet karot örneği beton yüzeyinden itibaren 5 cm derinliğinde kesilerek beton kabuğu numuneleri hazırlanmıştır. Kalıplara beton dökümü işlemi Şekil 1'de görülmektedir. Dökülen betonların 1m³'ünde kullanılan karışım oranları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 1m³ betondaki malzeme miktarları

Malzeme Adı	Tip	Ağırlık(kg)
Kırma Kum	0-5	526
Mıdır 1	5-15	468
Mıdır 2	15-25	454
Taştozu		335
Çimento	CEM I 42.5	370
K.Katkı	Süper Flow NY	3,7
Su	Kuyu	181



Şekil 1. Kalıba beton dökümü ve vibrasyon uygulaması

3.1. Görünür boşluk oranı tayini

Görünür boşluk oranı tayini deneyi, beton bloklardan alınan karot numuneler üzerinde TS 3624 "Sertleşmiş Betonda Özgül Ağırlık Su Emme ve Boşluk Oranı Tayin Metodu" standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler betonun kalıpla temas eden yüzeyinden 5 cm derinliğinde kesilen ve beton kabuğunu temsil ettiği düşünülen numuneler üzerinde yapılmıştır. Betonları boşluk oranı değerleri % olarak hesaplanmıştır.

3.2. Ultrases geçiş hızı tayini

Ultrases geçiş hızı tayini deneyi, betonun kalıpla temas eden yüzeyinden 5 cm derinliğinde kesilerek elde edilen numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Beton numunelerde ultrases geçiş hızı ölçümü; numunelerin kalıpla temas eden yüzeylerine dik doğrultuda yapılmıştır. Deney numuneler üzerinde ASTM C597-83 "Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete", standardında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır.

3.3. Beton yoğunluğu

Beton yoğunluğu deneyi beton kabuğunu temsil eden karot numuneler üzerinde TS12390-7 "Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayin Metodu" standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.4. Beton Basınç dayanımı

Basınç dayanımı deneyi, kesilmeyen diğer 9 numune üzerinde TS EN 12390-3 standardında belirtilen kurallara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyde, 3000 kN yükleme kapasiteli, dijital kumanda ünitesi ve yükleme hızı ayarlanabilen tek eksenli beton basınç test cihazı kullanılmıştır.

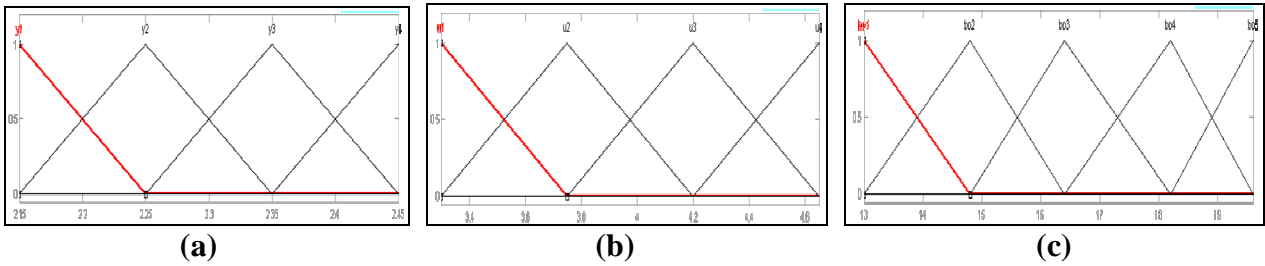
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kalıplar içerisindeki betonlar 28 gün kür edilmiştir. Kalıplar söküldükten sonra beton bloğundan 18 adet karot örnek alınmıştır. 9 adet karot örneği beton yüzeyinden itibaren 5 cm derinliğinde kesilerek beton kabuğu numuneleri hazırlanmıştır. Diğer 9 adet karot örnek ise herhangi bir işlem yapılmadan basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Beton kabuğu numuneleri üzerinde yoğunluk, boşluk yüzdesi, ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneylerde elde edilen ortalama yoğunluk, boşluk oranı, ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı değerleri ise Tablo 2’de görülmektedir.

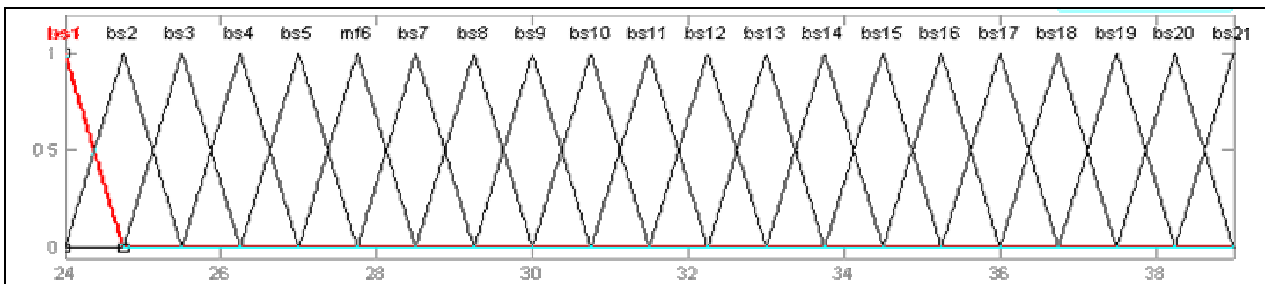
Tablo 2. Deneysel olarak elde edilen ortalama değerler

Kalıp türü	Yoğunluk	Boşluk Oranı (%)	U.Ses Geçiş hızı (km/s)	Basınç Dayanımı (MPa)
Sarıçam	2.24	16.2	4.1	31.64
Plywood	2.22	17.51	3.97	30.32
Geçirgen astarlı	2.26	15.56	4.21	34.81

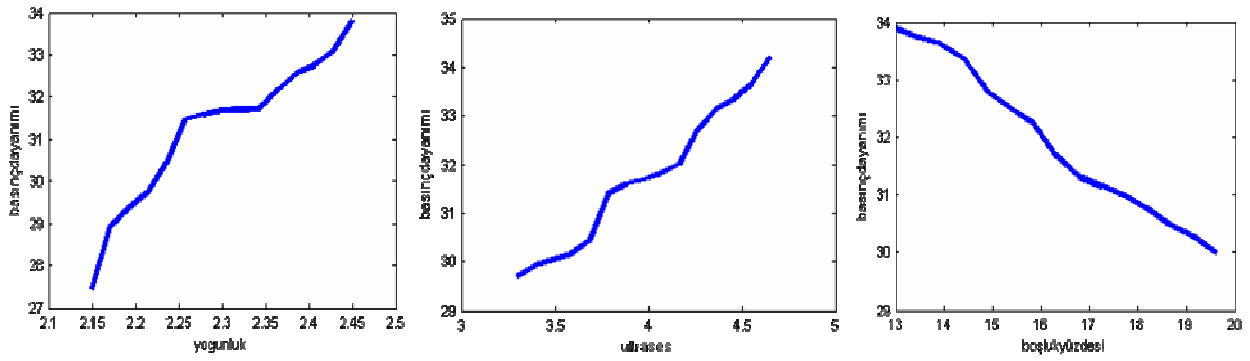
Bu deneylerden elde edilen sonuçlar kullanılarak MATLAB paket programında bulanık mantık yöntemi ile tahmin modeli oluşturulmuştur. Modellemede durulaştırma yöntemi olarak centroid kullanılmış ve kurallar birbirine “ve” operatörü ile bağlanarak ilişkilendirilmiştir. Modelde girdilerden yoğunluk ve ultrases için 4’er, boşluk yüzdesi için 5 üçgen üyelik fonksiyonu, çıktı parametresi olan basınç dayanımı için ise 21 üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Girdiler ile çıktı arasındaki ilişkiyi temsil edecek 80 tane kural yazıldıktan sonra modelin tahmin sonuçları durulaştırma ekranından alınmıştır. Girdiler ve çıktı üyelik fonksiyonları Şekil 2-3’ de sırasıyla verilmiştir. Modelde oluşturulan kurallara göre girdiler ile çıktı arasında oluşan ilişki ise Şekil 4’de görülmektedir. Model oluşturulduktan sonra Şekil 5’de görülen durulaştırma ekranından modelin tahmin sonuçları alınmış ve deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada elde edilen korelasyon ilişkisi Şekil 6’da, sonuçların eşleşme grafiği ise Şekil 7’de görülmektedir.



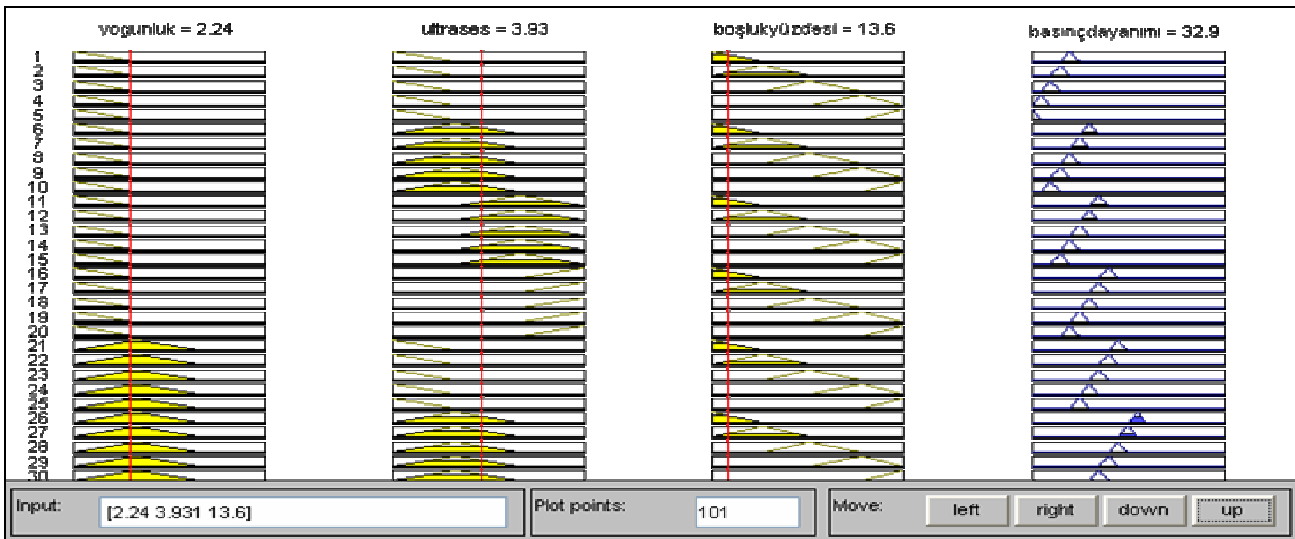
Şekil 2. Girdiler için üyelik fonksiyonları a. Yoğunluk, b. Ultrases, c. Boşluk yüzdesi



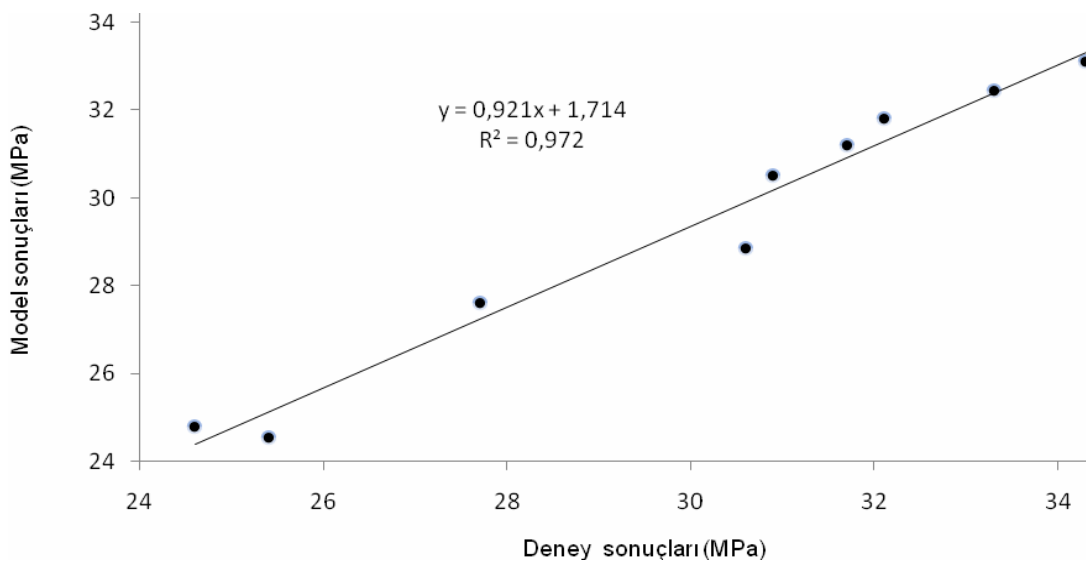
Şekil 3. Çıktı (basınç dayanımı) üyelik fonksiyonları



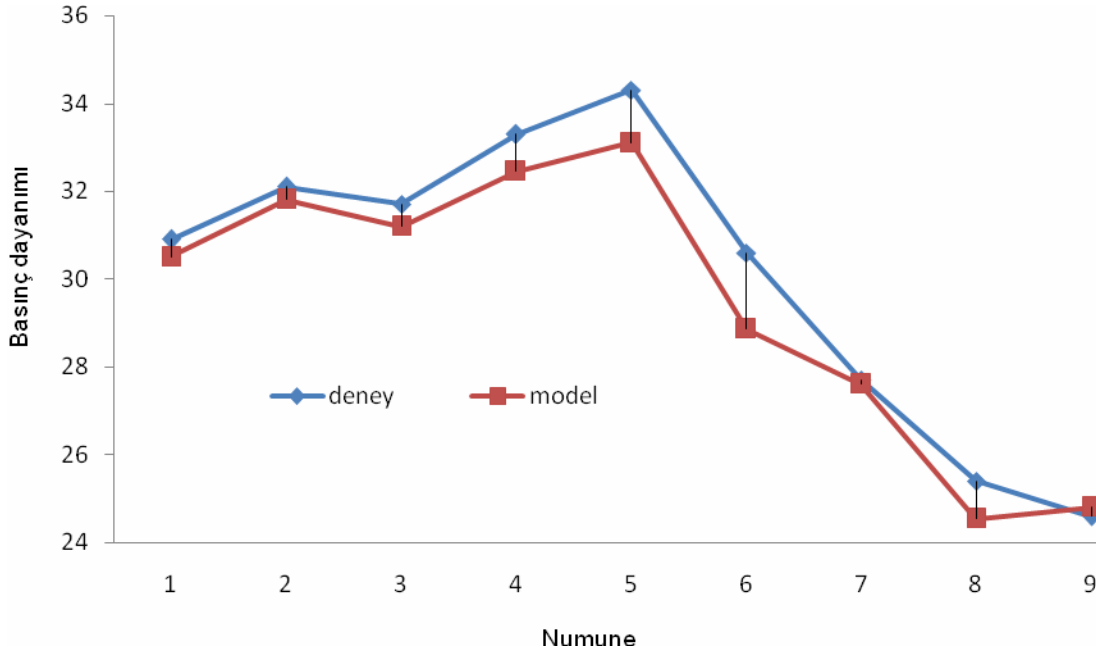
Şekil 4. Girdiler ile çıktı arasındaki ilişkiler (model)



Şekil 5. Durulaştırma ekranı



Şekil 6. Sonuçlar arası korelasyon ilişkisi



Şekil 7. Sonuçların eşleşme grafiği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, beton kabuğu fiziksel özelliklerinden yararlanılarak beton basınç dayanımını belirleyen bulanık mantık modeli üzerinde çalışılmıştır.

Çalışmada C25 sınıfı betonlar, dökümden sonra farklı yüzey özelliklerine neden olan 3 farklı (çam, plywood ve geçirgen astarlı) kalıp kullanılarak üretilmiştir. Kalıp sökümünden sonra 9 adet karot örneği üzerinden beton kabuğu diye adlandırılan ve beton yüzeyinden itibaren 5 cm kalınlığında bir tabaka olacak şekilde kesitler alınmıştır.

Beton kabuğunu temsil eden kesitler üzerinde yoğunluk, boşluk yüzdesi, ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan bulanık mantık modelinde yoğunluk, boşluk yüzdesi ve Ultrases geçiş hızı değerleri girdi olarak, basınç dayanımı değerleri ise çıktı olarak kullanılmıştır. Modelden elde edilen tahmin sonuçları deneysel olarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada oluşturulan modelin deney sonuçlarını % 2,8 hata ile tahmin ettiği görülmüştür. Sonuçlar arasındaki korelasyon modelin başarılı olduğunu göstermektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar açısından bu çalışma değerlendirilecek olursa, daha fazla deneysel veri seti ile desteklenen modeller üzerinde çalışılması ve özellikle çıktının üyelik fonksiyonlarında daha kapsamlı seçimler yapılması faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- [1]. Baradan, B., 2006, “İnşaat Mühendisleri İçin Malzeme Bilgisi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları
- [2]. Erdoğan, T. Y., 2003, “Beton”, METU Press, I. Baskı, 498-501, Ankara
- [3]. TS12390-7 Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini

- [4]. Topçu, İ. B., 2006, “Yapı Malzemeleri Ve Beton”, Eskişehir
- [5]. F. Özcan, C. D. Atiş, O. Karahan, 7-8 Aralık 2006, “Su/Bağlayıcı Oranı, Bağlayıcı Dozajı, Silis Dumanı ve Kürün Ultrasonik Hız Üzerindeki Etkisi ile Dayanım-Ultrasonik Hız İlişkileri” Yapısal Onarım ve Güçlendirme sempozyumu, Denizli.
- [6]. Qasrawi, H.Y., 2000, “Concrete Strength by Combined Nondestructive Methods Simply and Reliably Predicted”, Cement and Concrete Research 30:739- 746.
- [7]. Güner, M.S. Süme, V., 2000, “Yapı Malzemesi ve Beton”, Aktif Yayınevi. 335s. İstanbul.
- [8]. Subaşı, S., Beycioğlu, A., 13-15 Mayıs 2009, “Vibrasyon Süresine ve Birim Ağırlığa Bağlı Olarak Beton Basınç Dayanımının Farklı Yöntemlerle Tahmin Edilmesi” 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük, Türkiye
- [9]. Zadeh, L.A., 1965, “Fuzzy Sets”, Information and Control, Vol. 8., pp. 338-353
- [10]. Mamdani, ve Assilian, 1975, “An Experiment In Linguistic Synthesis With A Fuzzy Logic Controller”, International Journal of Man-Machine Studies
- [11]. Kişi, Ö., Karahan, M. E., Şen, Z., 2003, “Nehirlerdeki Askı Maddesi Miktarının Bulanık Mantık İle Modellenmesi” İtü Dergisi/d Mühendislik Cilt:2, Sayı:3, 43-54.
- [12]. Şen, Z., 2001, “Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri”, ISBN: 9758509233, Bilge Kültür Sanat Yayınevi, İstanbul.