



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2008, Volume: 3, Number: 2
Article Number: A0062

NATURAL AND APPLIED SCIENCES

CIVIL ENGINEERING

Received: September 2007

Accepted: January 2008

© 2008 www.newwsa.com

Şemsettin Kılıçarslan

University of Suleyman Demirel

seref@tef.sdu.edu.tr

Isparta-Turkiye

**AĞIR BETONLARIN RADYASYON ZAYIFLATMA KATSAYILARININ
BELİRLENMESİNDE BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI**

ÖZET

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişmesiyle birlikte insan sağlığını tehdit eden pek çok faktör ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri de radyasyon ışınlarıdır. Radyasyon; maruz kalma süresine, şiddetine ve maruz kalınan vücut bölgesine bağlı olarak, hücreyi parçalayabilir, zarar verebilir. Radyasyondan korunmanın temel kuralından bir tanesi zırhlamadır. Bu amaçla insan ve canlıların radyasyon tehlikesinden korunmaları için radyasyon kalkanı (zırh) betonları üretimi teknolojisi geliştirilmelidir. Bu çalışmada yüzdesel olarak farklı miktarlarda barit ve normal agrega kullanılarak, s/ç oranı ve barit yüzdeleri değişken olan beton serileri üretilmiştir. Üretilen betonlarda radyasyon zayıflatma katsayısı deneysel olarak elde edilmiştir. Deneysel veriler kullanılarak bulanık mantık metodu ile bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model ile deney sonuçları yüksek oranda tahmin edilebilmiş ve deney yapılamayan beton serilerinin radyasyon tutuculuğunun da kestirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Beton, Barit, Zırhlama, Bulanık Mantık

**PREDICTION OF HEAVYWEIGHT CONCRETE FOR RADIATION SHIELDING USING
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND FUZZY LOGIC**

ABSTRACT

There are coming out lots of factors those treating human healths with rapid development of technology. One of these is radiation ray. Radiation harmful effects depend on experience time, experience place on body and radiation dosages. If any protection provisions don't take it will to break up and damage the cell. There are three basic rules of protecting the radiation ray. One of them is shielding. Aiming this, in order to protect human and living from this radiation effect, shield concrete production has to be developed. In this work, classification types of concrete where normal aggregate and barite were used as an aggregate have been produce different series which water/cement and barite ratio variable. The radiation absorption coefficients of these produced concrete have been obtained. Fuzzy logic (FL) models for predicting the radiation absorption coefficients of heavyweight concretes containing different rate of water/cement and barite aggregate have been developed. The results of FL were compared with experimental results. During the tests similar results were observed for experimental results with FL models.

Keywords: Heavyweight Concrete, Barite, Shielding, Fuzzy Logic

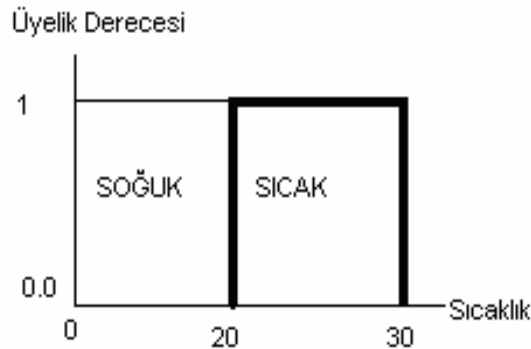
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Radyasyon ve radyoaktivite modern teknoloji çağının en temel unsurlarında biri olmuştur. Günümüzde radyasyonun temel bilimlerde, tıpta, tarımda, endüstride ve askeri amaçlarda kullanılışı çok büyük ve geniş boyutlara ulaşmıştır [1]. Radyasyon dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir. Radyasyondan korunmanın üç temel unsuru zaman, mesafe ve zırhlama kuralıdır. Radyasyon kaynağı ile insan arasına zırhlama malzemesi konulmasıyla maruz kalınacak doz azaltılır. X ve gama ışınlarının zırhlanması zırh malzemesinin yoğunluğuna bağlıdır [2].

Betonun iyi bir zırh malzemesi olabilmesi için kalınlığının veya yoğunluğunun artırılması gerekmektedir. Zırhlama prensibine göre ağır betonlar yoğunluğunun yüksek oluşu nedeniyle radyoaktif maddelerin yaydığı nükleer ışınlardan, özellikle cisimlerin içine girebilen öldürücü nötron ve γ ışınlarına karşı korunmak için gerçekleştirilen yapılarda kullanılmaktadır [3]. Ağır beton üretiminde barit, hematit, magnetit ve limonit gibi ağır agregalar kullanılmaktadır [4].

Modern bilgisayar biliminin gelişimi mühendislik problemlerinin çözüm metodlarını arttırmaktadır. Bilgisayar biliminde kullanılan faydalı matematik araçlarından biriside bulanık mantık esaslı bulanık küme teorisidir [5]. Bulanık mantık ilk olarak L.A. Zadeh tarafından ortaya atılmış olup, son yıllarda kontrol uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır [6]. Zadeh, gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir [7].

Bulanık mantık yaklaşımı ilk olarak 1965 yılında yayınlanan bir makalede L.A. Zadeh tarafından tanımlanmıştır [8]. Zadeh bulanık mantık kavramında, Aristo' nun 1 veya 0, var veya yok gibi iki kesin ve ayrı durum içeren klasik küme mantığının yerine insan düşüncesine daha yakın olarak belirli değer aralıklarını sözel ifadelerle tanımlayarak, kümeler arası geçişe esneklik kazandırmış ve gerçek yaşamdakine benzetmiştir [9]. Bu durum basitçe şu şekilde açıklanabilir. Örneğin Şekil 1'de görülen klasik küme teorisinde sıcaklık eğer 16°C ise soğuktur. Fakat Şekil 2'deki bulanık küme teorisinde ise 16°C sıcaklık için "sıcaktır" veya "soğuktur" diye kesin çizgilerle ayrılmış yargılar kullanılamaz. Çünkü 16°C sıcaklık değerinin belli bir derecede sıcak kümesine ve belli bir derecede soğuk kümesine üyeliği bulanmaktadır. Şekil 2'deki küme mantığı insanın düşünme yeteneğine daha uyumlu bir yapıdadır.

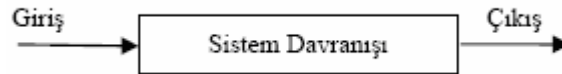


Şekil 1. Klasik küme teorisinin gösterimi
(Figure 1. Theory of classical group)



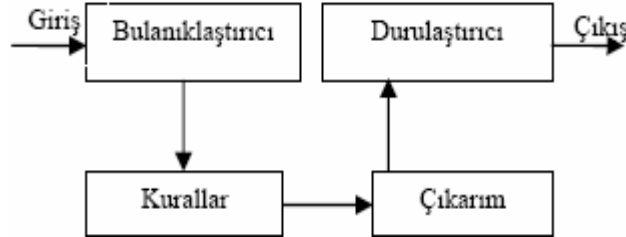
Şekil 2. Bulanık küme teorisinin gösterimi
(Figure 2. Theory of fuzzy group)

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer vermesi, ikincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gereksinim gösteren hallerdir. Genellikle bilinen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi Şekil 3’de görülen üç ayrı birimden ibarettir. Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren ve sistem davranışı olarak isimlendirilen bir kutu ve buradan çıkış kısımlarıdır. Bu birimlerin hepsinde sayısal veri çıkış veya işlemler yapılmaktadır [10].



Şekil 3. Klasik sistem
(Figure 3. Classic system)

Bulanık sistemlerin bu klasik tasarımdan farkı sistem davranışı kısmının dörde ayrılarak Şekil 4’de gösterildiği gibi kendi aralarında bağlantılı dört birimin olmasıdır [11].



Şekil 4. Bulanık mantığın temel elemanları
(Figure 4. Basic elements of fuzzy logic)

- **Giriş:** İncelenecek olan olayın girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buna veri tabanı veya kısaca giriş adı da verilir. Genel veri tabanı denilmesinin nedeni, buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmesidir.
- **Bulanıklaştırıcı:** Sistemden alınan giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme işleminin yapıldığı bölümdür.
- **Bulanık Kural Tabanı (Kurallar):** Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal, EĞER-İSE türünde yazılabilen bütün kuralları içerir. Bu kuralların yazılmasında



sadece girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm aralık (bulanık küme) bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. İşte bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur.

- **Bulanık Çıkarım:** Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdileri altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar.
- **Durulaştırma Birimi:** Bulanık çıkarım motorunun bulanık küme çıkışları üzerinde ölçek değişikliği yapılarak gerçek sayılara dönüştürdüğü birimdir.
- **Durulaştırma:** Bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtasıyla etkileşimi sonucunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir [7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişmesiyle birlikte insan sağlığını tehdit eden pek çok faktör ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri de radyasyon ışınlarıdır. Nükleer santraller, tıp merkezleri ve radyasyon tehdidindeki tüm yapıların bu tehlikeden korunması gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Radyasyon; maruz kalma süresine, şiddetine ve maruz kalınan vücut bölgesine bağlı olarak, hücreyi parçalayabilir, zarar verebilir. Radyasyondan korunmanın temel kurallarından bir tanesi zırhlamadır. Bu amaçla insan ve canlıların radyasyon tehlikesinden korunmaları için radyasyon kalkanı (zırh) betonları üretimi teknolojisi geliştirilmelidir. Yapılarda zırhlama amaçlı kullanılacak betonun sağlaması istenilen fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, betonlardaki barit yüzdeleri ve çimento miktarı değişiminin betonların radyasyon zayıflatma katsayılarına etkisi incelenmiştir. İncelemelerde ağır betonlar iyon odası yöntemi ile radyasyon ışınlarına maruz bırakılmıştır. Yapılan deneylerden elde edilen veriler kullanılarak bir bulanık mantık modeli oluşturulmuş ve modelin tahmin yeteneği belirlenmiştir. Bu sayede daha az deney yapılarak ağır betonların radyasyon zayıflatma katsayıları belirlenecektir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

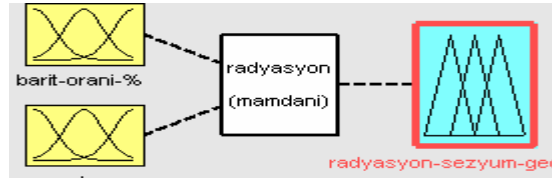
Çalışmada, Isparta-Atabey kum çakıl ocağından temin edilen kalker kökenli agrega ve Şarkikaraağaç Maden İşletmelerinden temin edilen barit agregası olmak üzere iki çeşit agrega kullanılmıştır. Çimento olarak CEM I 42,5 R tipi çimento kullanılmıştır. Beton karışım hesapları TS 802'ye göre yapılmıştır. Beton serilerinde su/çimento oranı üç farklı oranda ve yüzdesel olarak barit üç farklı oranda kullanılmıştır [12].

Radyasyon soğurma katsayılarını belirlemek için betonların lineer soğurma katsayılarının deneysel ölçümü Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi Sağlık Fiziği Bölümü Standart Sekonder Dozimetri Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarda gerçekleştirilen deneylerde betonlar Sezyum 137 (Cs^{137}) kaynağından çıkan radyasyon ışınlarına maruz bırakılmıştır.

Tablo 1. Üretilen beton serilerindeki kullanılan agregadaki barit yüzdeleri ve betonların s/ç oranı
(Table 1. Barite rates of aggregate used in concrete series and w/c of concretes)

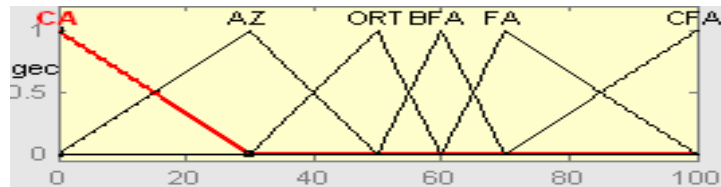
SERİ A		SERİ B		SERİ C	
S/Ç	BARİT (%)	S/Ç	BARİT (%)	S/Ç	BARİT (%)
0,65	0	0,51	0	0,43	0
	50		50		50
	60		60		60
	70		70		70
	100		100		100

Betonların radyasyon zayıflatma katsayılarının belirlenmesi için Bulanık mantık modelin genel yapısı Şekil 5' de görülmektedir. Şekilde sol tarafta model için girdi parametreleri olan barit oranı ve s/ç oranı, ortada bu girdilere göre çıktı değeri tahmin edildiği, modelin kurallarının bulunduğu ve bu kuralların ışığında sayısal çıktı değerini (durulaştırılmış değeri) belirleyen kısım, sağda ise modelin çıktı değeri olan geçen radyasyon yüzdelerini içeren kısım temsili olarak ifade edilmektedir.



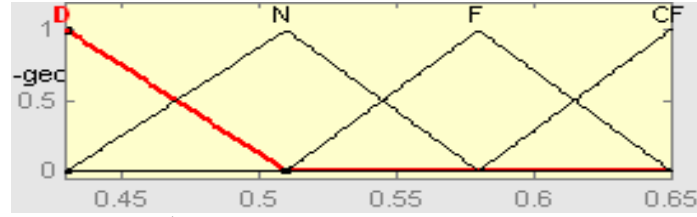
Şekil 5. Geliştirilen modelin genel yapısı
(Figure 5. General structure of developed model)

Bu çalışmada bulanık model oluşturulurken girdi değişkenleri olan barit oranı (%) için 6 ve s/ç oranı için 4 adet üyelik fonksiyonu belirlenmiştir. Çıktı değişkeni olan geçen radyasyon yüzdeleri için ise 9 adet üyelik fonksiyonu belirlenmiştir. Barit oranı - s/ç oranı girdileri ve geçen radyasyon yüzdeleri çıktısı için belirlenen ve her biri belli bir sayısal değer aralığına sahip üyelik fonksiyonlarının tamamı sözel ifadelerle bulanıklaştırılmıştır. Bulanıklaştırmada barit oranı (%) için CA - AZ - ORT - BFA - FA - CFA, s/ç oranı için D - N - F - CF ve geçen radyasyon yüzdeleri için GY1 - GY2 - GY3 - GY4 - GY5 - GY6 - GY7 - GY8 - GY9 sözel ifadeleri kullanılmıştır. Oluşturulan modelin genel yapısı Şekil 5'de girdiler ve çıktıya ait üyelik fonksiyonları ise Şekil 6, 7 ve 8'de görülmektedir.



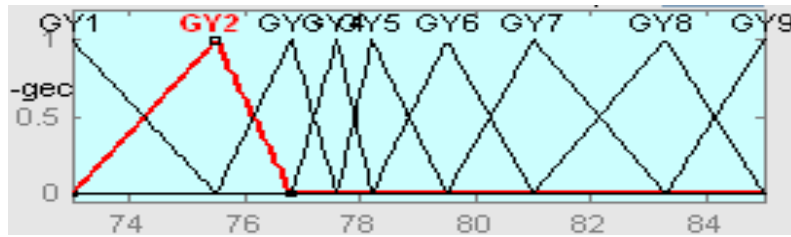
Şekil 6. Barit oranına ait üyelik fonksiyonları
(Figure 6. Membership functions of barite rate)

Şekil 6 barit oranı girdi parametresi için eğitilmiş üyelik fonksiyonlarını yani oluşturulan bulanık kümeleri temsil etmektedir.



Şekil 7. s/ç oranına ait üyelik fonksiyonları
(Figure 7. Membership functions of water/cement)

Şekil 7 s/ç oranına ait girdi parametresi için eğitilmiş üyelik fonksiyonlarını yani oluşturulan bulanık kümeleri temsil etmektedir.



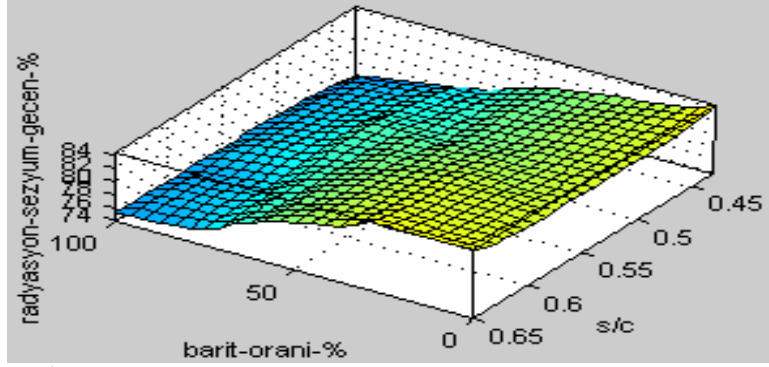
Şekil 8. Girdiler ve Çıktının üyelik fonksiyonları
(Figure 8. Membership functions of output and input)

Şekil 8 geçen radyasyon yüzdeleri çıktı parametresi için eğitilmiş üyelik fonksiyonlarını yani oluşturulan bulanık kümeleri temsil etmektedir.

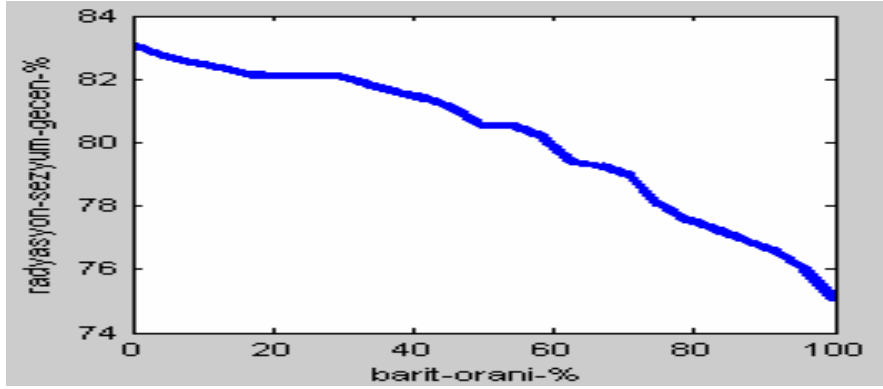
Modeli kurmak için gerekli parametrelerin üyelik fonksiyonları ve ayak genişlikleri belirlendikten sonra modele etki eden parametreler arasındaki gerekli ilişkileri kurmak için uzman görüşü ve deneylerden elde edilen verilere göre oluşturulan kuralların bazıları aşağıda bir kesit şeklinde verilmiştir.

- Eğer barit oranı CA ve s/ç oranı CF ise geçen radyasyon yüzdesi GY9
- Eğer barit oranı AZ ve s/ç oranı F ise geçen radyasyon yüzdesi GY8
- Eğer barit oranı BFA ve s/ç oranı N ise geçen radyasyon yüzdesi GY6
- Eğer barit oranı AZ ve s/ç oranı D ise geçen radyasyon yüzdesi GY7

Geçen radyasyon yüzdelerinin deney yapılmadan belirlenmesi için geliştirilen bu bulanık mantık modelinin kural tabanında oluşturulan kurallara bağlı olarak girdiler ve çıktı arasında oluşan ilişki Şekil 9 ve Şekil 10'da görülmektedir.

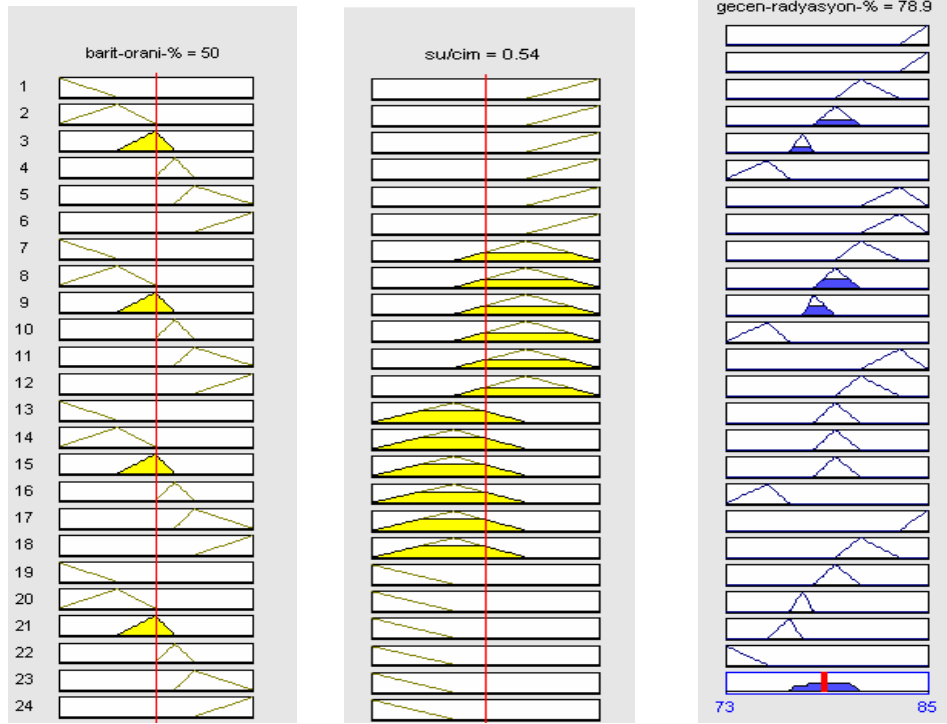


Şekil 9. s/ç oranı ve barit oranına bağlı olarak geçen radyasyon yüzdesinin değişimi
(Figure 9. Percentage of radiation passed through concrete as a function of barite rate and water/cement)



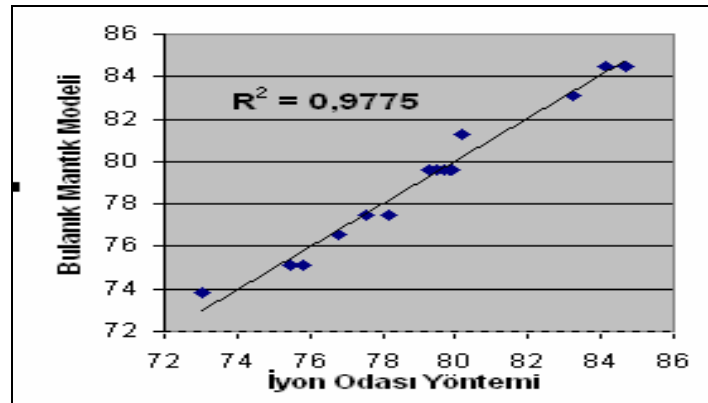
Şekil 10. Barit yüzdesi-geçen radyasyon yüzdesi ilişkisi
(Figure 10. Relation between barite rate and radiation)

Kural tabanında uzman görüşü ile oluşturulan kurallar ile s/ç-barit oranı-geçen radyasyon yüzdeleri arasındaki ilişki Şekil 9'da görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi barit oranı değişimi geçen radyasyon yüzdeleri üzerinde s/ç değişiminden daha etkili bir parametredir. Barit oranı değişiminin geçen radyasyon yüzdeleri değişimine olan etkisi Şekil 10'da görülmektedir.



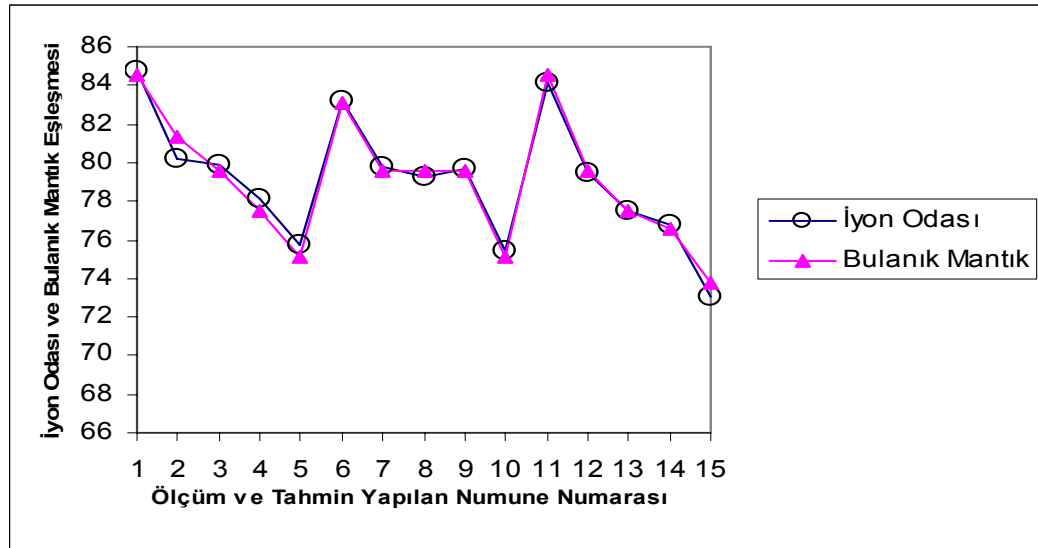
Şekil 11. Modele ait çözüm ekranı (durulaştırma ekranı)
(Figure 11. Defuzzification screen of the model)

Modelleme işleminden sonra deney sonuçları ve oluşturulan bulanık mantık modelinin sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve modelin geçerliliği test edilmiştir. Modele ait çözüm ekranı Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 12. Deney sonuçları ile Modelin sonuçları arasındaki ilişki
(Figure 12. Comparison of the measured results with predicted results of Fuzzy Logic)

Deney sonuçları ile modelin girdilere göre tahmin ettiği sonuçlar karşılaştırılmış ve Şekil 12'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 13. Numune numarasına göre Deney-Bulanık eşleşmesi
(Figure 13. Matching figure of the FL-experimental)

Deney numunesi numarasına göre sonuçların eşleşme durumu ise görsel olarak Şekil 13'de ifade edilmiştir. Şekil 13'de görülen eşleşmede üçgen olarak verilen ifade bulanık mantık sonuçlarını ve dairesel olarak verilen ifade ise deney sonuçlarını temsil etmektedir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada farklı oranlarda barit içeren ve su/çimento oranı değişken olan betonlarda radyasyon zayıflatma katsayıları ile barit oranı arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Barit oranının artışı ile beton serilerindeki yoğunluk artmış ve lineer radyasyon zayıflatma katsayıları olumlu yönde etkilenmiştir.

Geliştirilen bulanık mantık modeli ile deney sonuçları karşılaştırılmış ve modelin güvenilirliği test edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada geliştirilen model ile deney sonuçlarının yüksek oranda tahmin edilebildiği ve ayrıca geliştirilen model kullanılarak deney yapılamayan durumların da kestirilebileceği belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde klasik mantığın keskin sınırlarına kıyasla, bulanık mantığın klasik mantıktaki bu keskin geçişleri yumuşattığı, böylece insan düşünüş ve yargısına daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Kılınçarslan, Ş., (2004). Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlamasındaki Özellikleri ve Optimal Karışımlarının Araştırılması, Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
2. Shapiro, J., (1972). Radiation Protection, Harvard University Press. Cambridge.
3. Akkurt, I., Başyiğit, C., Kılınçarslan, Ş., and Mavi, B., (2005). The Shielding of γ -rays by Concretes Produced with Barite, Progress in Nuclear Energy, V. 46/1, pp:1-11.
4. Topçu, İ.B, (2003). Properties of heavyweight concrete produced with barite, Cement and Concrete Research. V.815, pp:33-36.
5. Kömür, M. ve Altan, M., (2005). Deprem Hasarı Gören Binaların Hasar Tespitinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, Cilt:4, Sayı:2, ss:43-52.



6. Sayın, E. ve Tanyıldızı, H, (2006). Bitümlü Sıcak Karışımların Rijitliğinin Bulanık Mantık İle Bulunması, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt:21, No:4, ss:645-649.
7. Demir, F., Tekeli, H. ve Korkmaz, A., (2007). Elastisite Modülünün Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılmasına Etkisi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt:25, Sayı:2, ss:190-199.
8. Şen, Z., (2001). Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.
9. Terzi, S., (2005). Bitüm Miktarının Asfalt Betonu Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Modellenmesi, 4. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 28-30 Eylül 2005, Konya.
10. Tığdemir, M., Karaşahin, M., and Şen, Z., (2002). Investigation Of Fatigue Behaviour of Asphalt Concrete Pavements With Fuzzy-Logic Approach, International Journal of Fatigue, V.24, pp:903-910.
11. Topçu, İ.B. and Sarıdemir, M., (2008). Prediction Of Compressive Strength of Concrete Containing Fly Ash Using Artificial Neural Network And Fuzzy Logic, Computational Materials Science, V. 41/3, pp:305-311.
12. Kılıçarslan, Ş., Akkurt, İ. ve Başyiğit, C., (2007). Barit agregalı ağır betonların radyasyon zırhlama amacıyla kullanımının araştırılması, GÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi, V.22-2 pp:393-401.
13. Uygunoğlu T., Ünal, O. ve Yücel K.Y., (2005). Uçucu Külün Betonun Basınç Dayanımına Etkisi Üzerine Bulanık Mantık Yaklaşımı, 4. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 28-30 Eylül 2005, Konya.