



**Makale
(Article)**

Beton Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi

Melda ALKAN ÇAKIROĞLU*, **Serdal TERZİ***, **Serdar KASAP***, **Murat Gökhan ÇAKIROĞLU****

*Süleyman Demirel Üniversitesi Tek. Eğt. Fak. Yapı Eğt. Bölümü., 32200 Isparta/Türkiye., 32200 Isparta/TÜRKİYE

**Beşir İnş. Yayla Mah. 111. Cad. Şafak Apt. No:30 K:2.,32200 Isparta/TÜRKİYE

Özet

Birçok sosyal, ekonomik ve teknik olayda belirsizlik ve dolayısıyla karmaşıklık bulunmaktadır. Bu belirsizliklerin analiz edilmesi yapay zeka yöntemlerinden olan bulanık mantık ile mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada, betonun basınç dayanımının belirlenebilmesi için 9 adet 150 mm x 150 mm x 150 mm boyutlarında standart küp ve 9 adet 150 mm x 300 mm boyutlarında standart silindir numune üretilmiştir. Üretilen bu numuneler 7, 14 ve 28 günlük sürelerin ardından hidrolik pres cihazı ile basınç deneyine tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılan modelde üretilmiş olan küp ve silindir numunelerin deney sonucu elde edilen basınç dayanımları ile bulanık mantık yöntemi ile elde edilen basınç dayanımları karşılaştırılmıştır. Modelde girdi parametreleri olarak yaş, alan ve kırılma yükleri girilmiş, çıktı parametreleri olarak da basınç dayanımları elde edilmiştir. Sonuç olarak geliştirilen bu modelle, küp ve silindir numunelerinin basınç dayanımlarının kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla tahmin edilebilirliği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Basınç dayanımı, küp, silindir numune, beton, bulanık mantık

Estimation of Compressive Strength of Concrete Using Fuzzy Logic Method

ABSTRACT

Many social, economic and technical events, and thus the complexity is uncertainty. Uncertainty of these could be possible with the fuzzy logic, artificial intelligence methods. In this study, to determine the compressive strength of concrete we used 9 of 150 mm x 150 mm x 150 mm size of standard cubic and 9 of 150 mm x 300 mm sample sizes of standard cylinder at produce. These samples which have been produced, period following 7, 14 and 28-days it has been subjected device to pressure tests with a hydraulic press. The study are used at models produced in the cube and cylinder compressive strength of samples obtained with the experimental results obtained by fuzzy logic methods were compared for the compressive strength. At the model as input parameters we entered age, the field and breaking load, output parameters, was obtained as the compressive strength. Developed as a result of this modeling is cube and cylinder of samples of acceptable predictability about concluded compressive strength .

Keywords : Compression strength, cube, cylinder example, concrete, fuzzy logic

Bu makaleye atf yapmak için

Çakıroğlu M.A.*, Terzi S.*, Kasap S.*, Çakıroğlu M.G.*, "Beton Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, 6(2) 1-8

How to cite this article

Çakıroğlu M.A.*, Terzi S.*, Kasap S.*, Çakıroğlu M.G.*, "Estimation Of Compressive Strength Of Concrete Using Fuzzy Logic Method" Electronic Journal of Construction Technologies, 2010, 6 (2) 1-8

1. GİRİŐ

Betondan beklenen en önemli özellik, yapı kullanım amacına göre değişmekle beraber, genellikle basınç dayanımıdır. Bu dayanımlar değer olarak büyükten küçüğe doğru basınç, kesme ve çekme dayanımı şeklinde sıralanabilir. Karışım için aynı malzemeler kullanılmış olsa bile bir beton karışımından alınan her numunenin dayanımı eşit çıkar diye bir kanı gerçekçi olmaz [1] .

Beton kalitesinin gerek denetleme gerekse değerlendirme amacı ile belirlenmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır [2]. Örneğin bir çalışmada araştırmacılar ıslak kür koşullarında betonun basınç dayanımı üzerine öğütölmüş yüksek fırın cürufun uzun vadeli etkilerinin belirlenmesi için yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleri ile modeller geliştirmişlerdir. Bu modeller, 44 farklı karışım ve 284 deneysel verilerden oluşturulmuştur.

Yapay sinir ağları ve bulanık mantık modellerde kullanılan veriler, numunenin yaşı, portland çimentosu, öğütölmüş yüksek fırın cürufu, su ve agrega olmak üzere beş giriş parametresi bir biçimde düzenlenmiş 3, 7, 14, 28, 63, 90, 119, 180 ve 365 günlük basınç dayanımıdır. Öğütölmüş yüksek fırın cürufunun, basınç dayanımı üzerine uzun vadeli etkilerinin incelenmesinde kullanılan Yapay sinir ağları ve bulanık mantık modellerinin eğitim ve test sonuçları güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir [3].

Yapay zeka yöntemlerinden olan bulanık mantık, insan davranışlarına benzer bir şekilde mantıksal uygulamalarla, bilgisayarlara yardım eden bir bilgisayar mantık devrimidir. Bulanık mantık inşaat sektöründe kullanımı üretimi ve dolayısıyla günümüzde önemli bir unsur olan zaman faktörünün ekonomik biçimde kullanılmasını sağlar.

Bu çalışmada, yapay zekâ yöntemlerinden olan bulanık mantık ile modellemenin betonun basınç dayanımının tahmininde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada laboratuvar ortamında hazır beton ile hazırlanmış küp ve silindir numunelerinin yaş, alan ve kırılma yükü değişkenlerine bağlı olarak basınç dayanımının tahmin edilebilmesi için bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelle elde edilen veriler, deney numunelerin hidrolik pres cihazı kullanılarak elde edilen basınç dayanımları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŐMALAR

Deneysel numunelerin betonunun hazırlanmasında hazır beton kullanılmış ve bir seferde dökölmüştür. Numunelerde kullanılan beton sınıfı C25 dir. Deneysel verilerin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi, kuramsal hesaplarla karşılaştırılabilmesi ve betona ait davranışların mümkün olduğunca gerçeği yansıtabilmesi için beton basınç deneyleri yapılmıştır. Betonun basınç dayanımının belirlenebilmesi için 9 adet 150 mm x 150 mm 150 mm boyutlarında standart küp ve 9 adet 150 mm x 300 mm boyutlarında standart silindir numune alınmıştır. Tüm küp ve silindir numuneler aynı karışımına sahip olup, aynı şartlarda saklanmış ve deneye tabi tutulmuştur. Alınan bu numuneler 7, 14 ve 28 günlük sürelerin ardından hidrolik pres cihazı ile basınç deneyine tabi tutulmuştur. Küp ve silindir numunelerin kırılma şekilleri Şekil 1'de gösterilmektedir. Küp ve silindir numunelerin basınç deneylerinden elde edilen dayanım değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Küp ve silindir numunelerin deney sonrası kırılma şekilleri [4]

Çizelge 1. Deneysel numunelerinin basınç dayanımı sonuçları

Numune	Numune no	Yaş	Alan (cm ²)	Kırılma yükü(kgf)	Kırılma yükü ort. (kgf)	Basınç dayanımı (kgf/cm ²)	Basınç dayanımı ortalaması (kgf/cm ²)
150x150x150 mm küp numune	1	7	225	71350	71360	317.11	317.15
	2	7	225	70720		314.31	
	3	7	225	72010		320.04	
	4	14	225	84150	81580	374.00	362.57
	5	14	225	81510		362.26	
	6	14	225	79080		351.46	
	7	28	225	86640	85420	385.06	379.65
	8	28	225	87670		389.64	
	9	28	225	81960		364.26	
150x300 mm silindirik numune	1	7	176,7	41770	39150	236.389	221.56
	2	7	176,7	45940		259.98	
	3	7	176,7	29750		168.36	
	4	14	176,7	47730	46950	270.11	265.70
	5	14	176,7	46500		263.15	
	6	14	176,7	46630		263.89	
	7	28	176,7	54480	49070	297.0	277.71
	8	28	176,7	55460		314.86	
	9	28	176,7	38930		220.31	

3. BULANIK MANTIK

Her insan, günlük hayatında kesin olarak bilinmeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünülen, ama sonuçta kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşabilir. Bu durumların sistematik bir şekilde önceden planlanarak sayısal öngörülerinin yapılması ancak bir takım kabul ve varsayımlardan sonra mümkün olabilmektedir. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. Zadeh (1968), gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir.[5] 1965’de

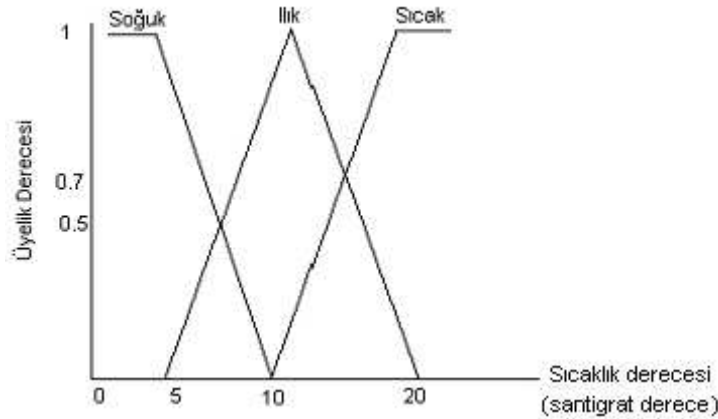
L. A. Zadeh (Lütfi Askerzade), yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” adlı ünlü makalesini Information and Control isimli dergide yayınladı. Bu yöntem, “kısa adam”, “güzel kadın” veya 1’den daha büyük gerçek sayılar” gibi belirsiz kümeleri veya şüpheli fikirleri elde etmeye ve tanımlamaya olanak sağlamıştır. O zamandan günümüze, bulanık kümeler kuramı hem Zadeh’in kendisi, hem de sayısız araştırmacı tarafından hızlı bir biçimde geliştirilmiştir. Aynı zamanda bu kuramın gerçek uygulamaları da başarılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir [6].

Bulanık kümeler kuramının ana fikri, tamamen sezgisel ve doğal olmasıdır. 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 [7].

Bulanık kurallara, sözel ifadelerin modellenmesi olarak da bakılabilir. Dolayısıyla, bir sözel ifade, genel kabul gören biçimiyle, 4’ lü bir dizi olarak, $(x, T(x), U, M)$, şeklinde gösterilebilir. Bu dizide x her hangi bir değişken, $T(x)$, x adlarının kümesini; U , x ’in yer aldığı uzay veya evrensel kümeyi; M ise kendi değerini, anlamı ile birleştiren şematik bir kuraldır. Örneğin sıcaklık, bir sözel değişken anlamını veriyorsa onun ad kümesi, $T(x)$, aşağıda olduğu gibi gösterilebilir;

$$T(\text{sıcaklık}) = \{(\text{Çok soğuk}), (\text{soğuk}), (\text{ılık}), (\text{sıcak}), (\text{çok sıcak})\}$$

Burada $T(\text{sıcaklık})$, her terimi, U içinde bir bulanık küme ile temsil edilir. ‘sıcaklık’ sözcüğüne nicelik anlamı kazandırılması için; örneğin 10°C civarı ılık, 5°C civarı soğuk ve 20°C civarı sıcak kabul edilir ve evrensel küme, $U=[0^{\circ}\text{C}, 20^{\circ}\text{C}]$, olarak ele alındığında, ‘bulanık sıcaklık kümesi’ Şekil 2’deki gibi gösterilebilir.



Şekil 2. Sıcaklığın bulanık kümesi

Yukarıda verilen bulanık küme teorisine dayanan bulanık çıkarım, uzman-sistem yaklaşımı ile açıklanabilir. Buradan, herhangi bir alanda uzman bir kişinin bilgisinin uygulandığı yöntemlere ‘uzman sistem’ denir. Bir uzman sistemin çalışma prensibi, ‘yaklaşık muhakeme’ bilgisine dayanan şartlı tüm cümlelerdir. Bu tüm cümleler genelde

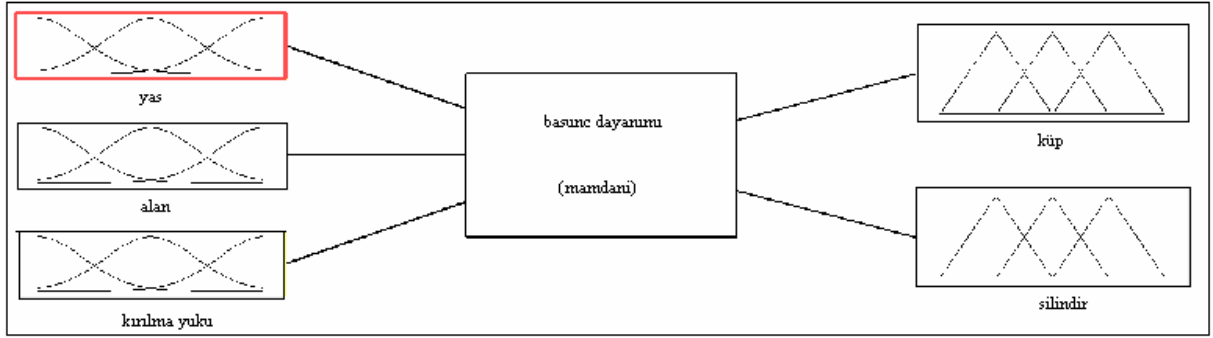
- Öncül kısım
- Soncul kısım

olmak üzere, yapısal olarak şarta bağlı bir olayın gerçekleşmesine dayanır. Bu klasik olarak aşağıda basit bir örnek üzerinde açıklanabilir.

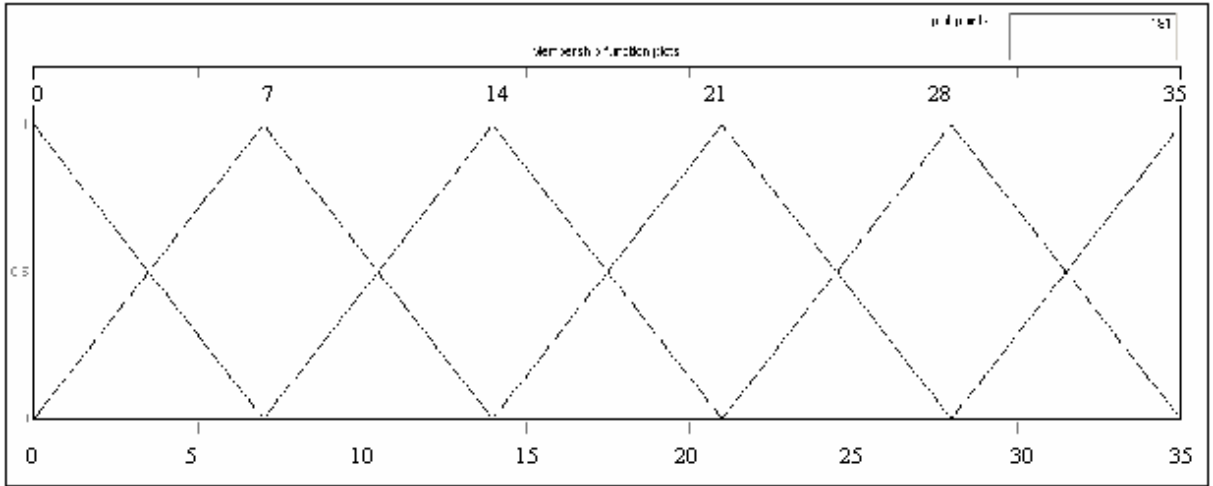
EĞER hava içindeki nem BÜYÜKSE
Hissedilen sıcaklık BÜYÜKTÜR[8].

4. GELİŞTİRİLEN BULANIK MANTIK MODELİ

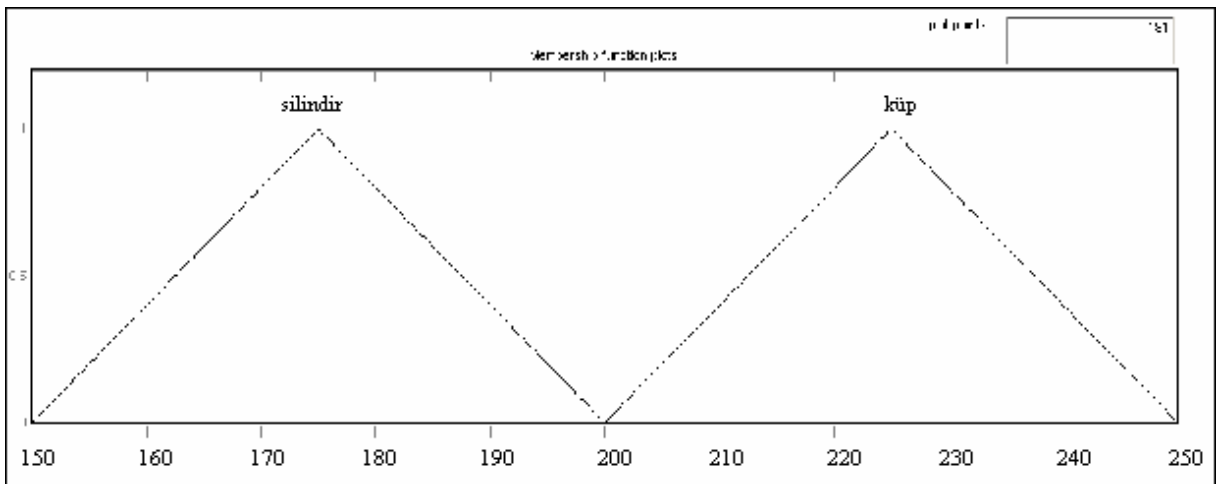
Bu çalışmada, beton numunelerin basınç dayanımlarının tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda bulanık mantık yöntemiyle tahmin modeli geliştirilmiştir. Şekil 3’de görüldüğü üzere 3 girdi ve 2 çıktılı bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Modele girdi olarak seçilen yaş, alan, kırılma yükü parametreleri için oluşturulan üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 4, 5, 6’da görülmektedir. Çıktı olarak seçilen basınç dayanımına ait üyelik fonksiyonları ise, Şekil 7 ve Şekil 8’de görülmektedir.

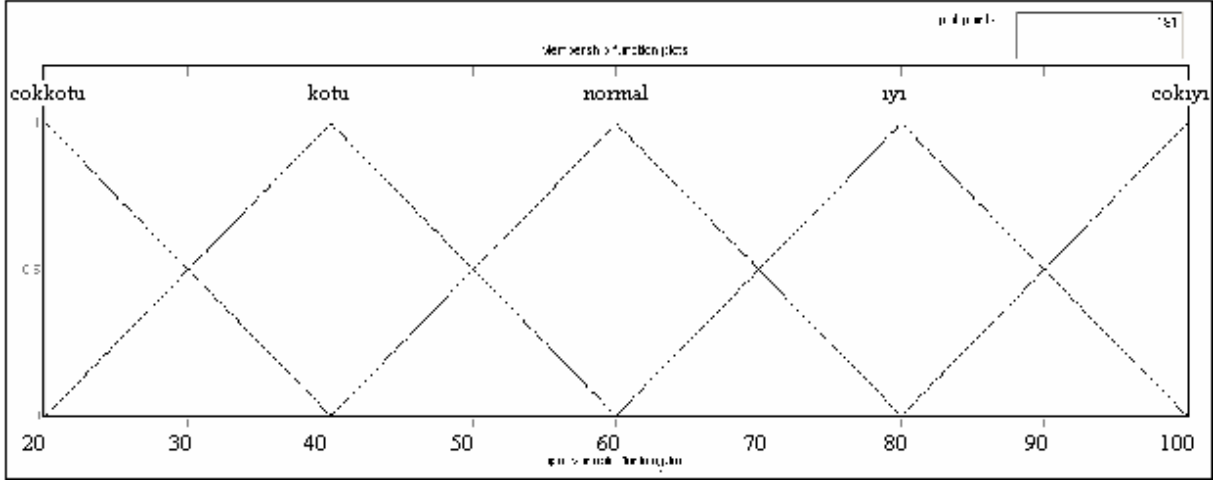


Şekil 3. Geliştirilen modelin genel yapısı

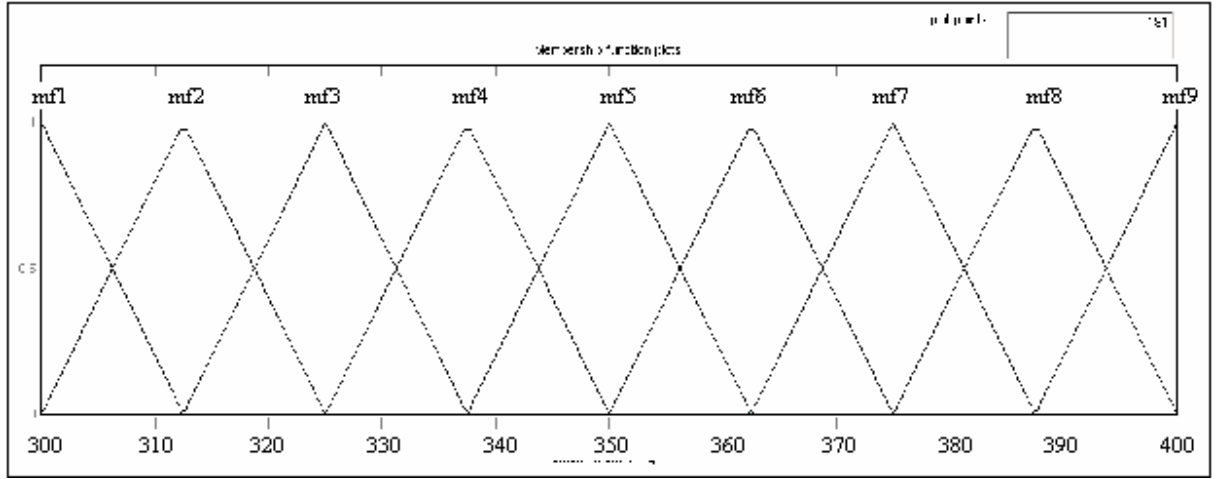
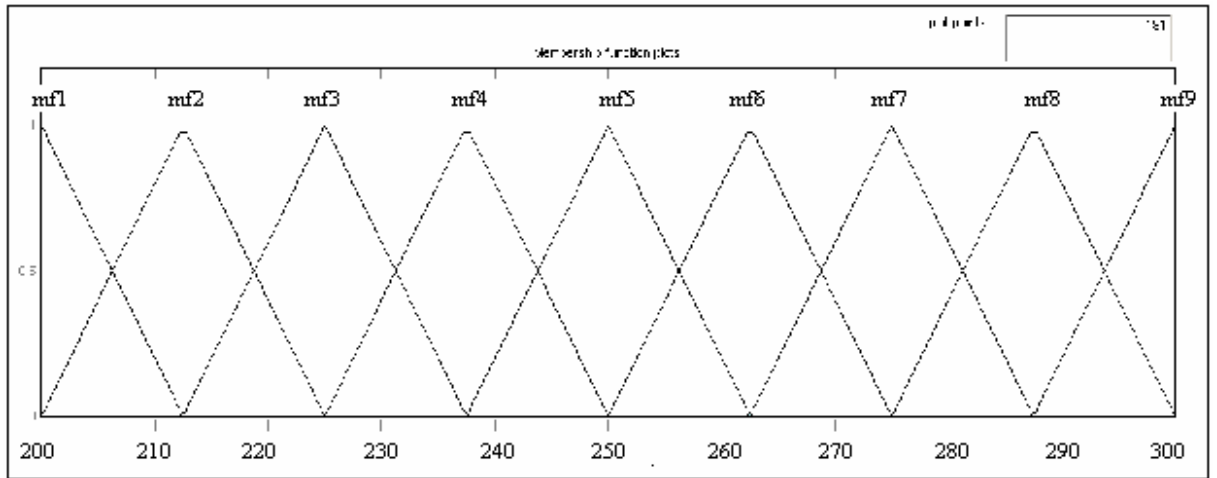


Şekil 4. Yaş için üyelik fonksiyonu (gün)



Şekil 5. Alan için üyelik fonksiyonu(cm^2)

Şekil 6. Kırılma yükü için üyelik fonksiyonu (kgf)

Şekil 7. Küp basınç dayanımı için üyelik fonksiyonu (kgf/cm^2)Şekil 8. Silindir basınç dayanımı için üyelik fonksiyonu (kgf/cm^2)

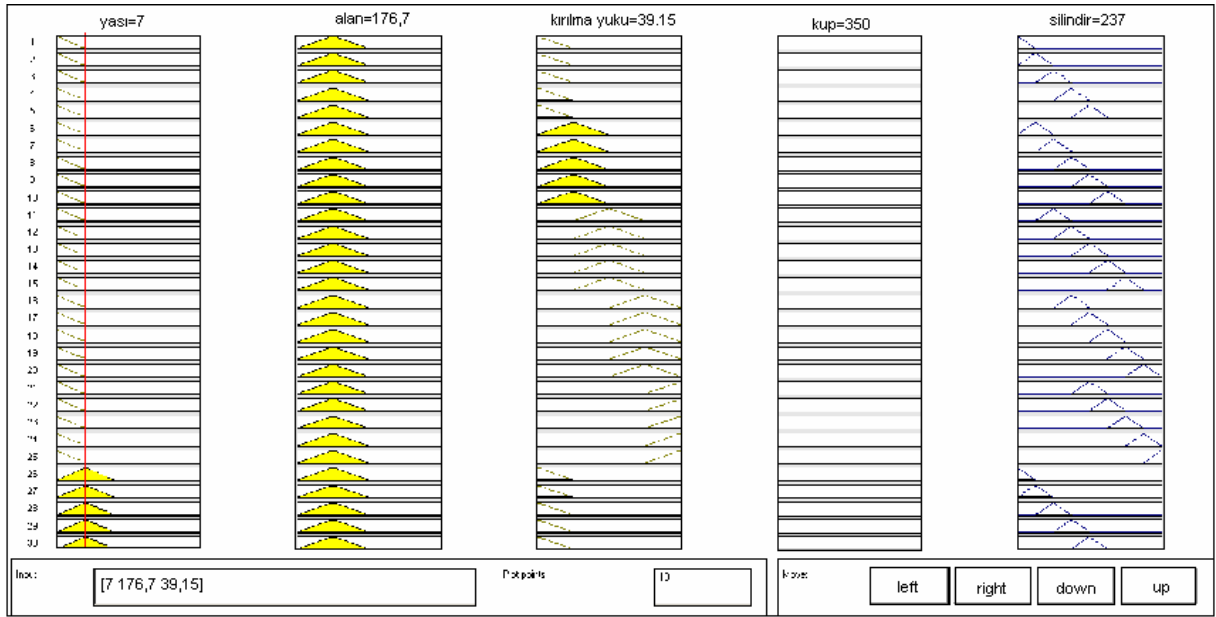
Geliştirilen model için 300 tane kural uygulanmıştır. Bu kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Eğer(yaş 7)ve(alan silindir)ve(kırılma yükü normal)ise (silindir mf7)'dir,

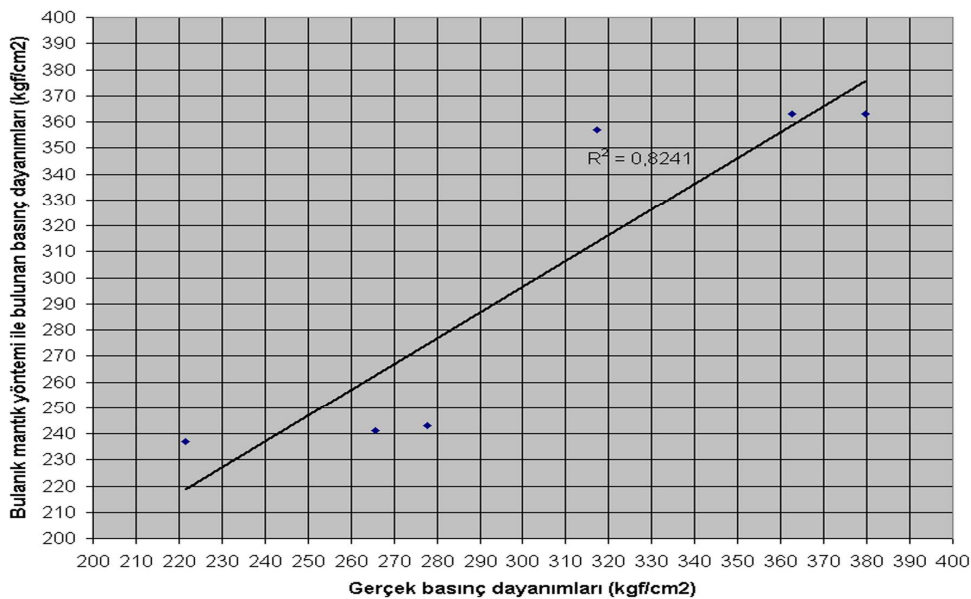
- Eğer(yaş 14)ve(alan silindir)ve(kırılma yükü kötü)ise (silindir mf5)'dir,
- Eğer(yaş 21)ve(alan silindir)ve(kırılma yükü ıy)ise (silindir mf6)'dir,
- Eğer(yaş 28)ve(alan silindir)ve(kırılma yükü iyi)ise (silindir mf8)'dir,
- Eğer(yaş 7)ve(alan küp)ve(kırılma yükü çok ıy)ise (silindir mf5)'dir,
- Eğer(yaş 14)ve(alan küp)ve(kırılma yükü normal)ise (silindir mf7)'dir,
- Eğer(yaş 21)ve(alan küp)ve(kırılma yükü çok kötü)ise (silindir mf3)'dir,
- Eğer(yaş 28)ve(alan küp)ve(kırılma yükü çok iyi)ise (silindir mf9)'dir,

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Modelleme sonrasında hesap sonuçları kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir. Modele ait bir örnek Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Geliştirilen bulanık modele ait durulaştırma ekran ara yüzü



Şekil 10. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki

Şekil 9’da görölen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği basınç dayanımı ile deney sonucunda elde edilmiş basınç dayanımları karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 10’da verilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günlük yaşantımızda, kesin olduğunu düşündüğümüz ancak gerçekte kesin olmayan durumlarla karşılaşırız. Bu durumların sistematik bir biçimde öngörülebilmesi ancak bazı kabullerin yapılmasından sonra mümkün olmaktadır [9].

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile beraber geniş bir kullanım alanı bulan yapay zeka teknikleri, mühendislik alanında en çok optimizasyon amaçlı olarak kullanılmakta ve diğer klasik yöntemlere göre daha iyi sonuç vermektedir [10].

Bu çalışmada bulanık mantık ve yöntemiyle geliştirilen model vasıtasıyla betonun basınç dayanım değerleri tahmin edilmeye çalışılmış daha sonrasında ise modellemelerin tahmin ettiği basınç dayanım değerleri deney sonuçlarından elde edilen basınç dayanımları değerleri ile karşılaştırılarak modelin güvenilirliği incelenmiştir. Yapılan karşılaştırma sonucunda geliştirilen model ile deney sonuçlarının yüksek oranda tahmin edilebildiği ve ayrıca geliştirilen model kullanılarak basınç dayanımının tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Doğangün, A., 2008, “Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı”, DBYBHY-2007 ve TS500-2000’e Uygun,.Birsen Yayın Evi, İstanbul.
2. Uzunoğlu, M., M., Beycioğlu, A., Serin, S., Güner, M., S., 2009, “Farklı Yönlerden Alınan Beton Karot Numunelerin Basınç Dayanımlarının Alternatif Bir Yöntemle Tahmini” Uluslararası İleri Teknolojileri Sempozyumu (İATS’09), 13-15,Karabük.
3. Sarıdemir, M., Topçu, İ.,Bekir., Özcan, F.,Severcan, M.,H.,2009, “Prediction of Long-Term Effects of GGBFS On Compressive Strength of Concrete By Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic”, Construction and Building Materials 23, 1279–1286.
4. Çakıroğlu, A.,M., 2007. “Betonarme Kirişlerin Güçlendirilmesinde Püskürtme Betonun Alternatif Bir Yöntem Olarak Kullanılması.” Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
5. Subaşı, S., Beycioğlu, A., Emiroğlu, M.,2008, “Genleştirilmiş Kil Agregalı Hafif Betonlarda Bulanık Mantık Yöntemiyle Yarmada Çekme Dayanımı Tahmin Modeli Geliştirilmesi”, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu - Bmys’2008, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,Eskişehir.
6. L.A. Zadeh, 1965, “Fuzzy sets”, Information and Control 8, 338-353.
- 7.Terzi, S., 2007, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Ders Notları, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
8. Tanyıldızı, H., ve Yazıcıoğlu, S., 2006, “Bulanık Mantık Metodu İle Tekil Yükler Altında İki Açıklıklı Kirişlerin Plastik Göçme Yük Faktörü Değerinin Bulunması”, İMO Teknik Dergi,3961-3971,Yazı 262, İstanbul.
9. Kıyak, E., ve Kahvecioğlu, A., 2003, ”Bulanık Mantık Ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması” Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi Temmuz 2003 Cilt 1 Sayı 2 (63-72).
10. Uygunoğlu, T., Yurtçu, Ş., 2006, “Yapay Zeka Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı” Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2006 (1) 61 – 70, ISSN:1305-631X, Teknolojik Araştırmalar.