



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0135

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Melda Alkan Çakıroğlu

Serdal Terzi

Serdar Kasap

Suleyman Demirel University

malkan@tef.sdu.edu.tr

Isparta-Turkey

**MANTOLAMA YÖNTEMİ İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ KİRİŞ ELEMANLARIN BULANIK MANTIK
YÖNTEMİ İLE SÜNEKLİĞİNİN TAHMİN EDİLMESİ**

ÖZET

Onarım ve güçlendirme konusundaki bilgiler büyük ölçüde deneysel çalışmalardan elde edilmektedir. Ancak deneysel çalışmalarda; laboratuarda uygun koşulların sağlanması, deney elemanlarının yükleme kapasitesine göre boyutlandırılması ve belirlenen boyutlara göre üretilecek elemanların malzemelerinin de bu boyutlara uygun ölçüde küçültülmesi gibi daha pek çok sıkıntılar yaşanabilmektedir. Deney elemanlarını bilgisayar ortamında modelleme deneysel çalışmaların yerini tutmasa bile söz konusu tüm bu sıkıntılar ortadan kalmaktadır. Bu çalışmada, 2 adet yalın kiriş numunesi ve 4 adet dört tarafından mantolanarak güçlendirilmiş kiriş numunelerinin sünekliklerini tahmin etmek için deneysel olarak elde edilen yük- yer değiştirme parametreleri kullanılarak Yapay Zeka Yöntemlerinden olan Bulanık Mantık Yöntemi kullanılarak bir model geliştirilmiş ve her bir kiriş numunesinin enerji yutma kapasiteleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelin geliştirilmesinde kullanılan yük-yer değiştirme parametreleri, kiriş numunelerinin eğilme deneylerinden elde edilen verilerden oluşmaktadır. Geliştirilen bulanık mantık modelinden elde edilen sonuçlar deneysel olarak elde edilen enerji-yutma kapasiteleri ile karşılaştırıldığında yakın sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mantolama, Güçlendirme, Bulanık Mantık,
Yapay Zeka, Kiriş

**FORECASTING WITH FUZZY LOGIC DUCTILITY OF REINFORCED CONCRETE JACKETING
METHOD OF BEAM ELEMENTS**

ABSTRACT

Information in respect of respect strengthening and repair are largely obtainable of experimental studies. However, in experimental studies, provision of suitable laboratory conditions, sizing according to the capacity load of test element and the materials of elements will produce according to the size of the determine downsizing in the size of the appropriate size to such as of many more difficulties can exist. Computer ambience modeling in elements of experiment is eliminated even if substitute for experimental studies point at issue all these problems. In this study, to predict ductility of specimens of beam reinforced jacketed by four and 2 simple beam specimens developed a model using the Fuzzy Logic Method for Artificial Intelligence Methods using load-displacement parameters obtained the experimentally and energy absorption capacity of each beams sample were run to predict. Model used in the development of load-displacement parameters, of the data obtained from beam bending test specimen consists. The results obtained from the fuzzy logic model was developed and compared with experimental results obtained as a result of models can be used in estimated energy- absorption reinforced beams.

Keywords: Jacketed, Reinforcement, Fuzzy Logic,
Artificial Intelligence, Beam

1. GİRİŞ (INRODUCTION)

Süneklik; bir kesitin veya bir elemanın ya da bir taşıyıcı sistemin, dış yükte önemli bir değişme olmaksızın, elastik sınırın ötesinde şekil değiştirme, dolayısıyla yer değiştirme yapma özelliğinin ölçüsü olarak tanımlanabilir. Deprem mühendisliğinde ise süneklik, elemanın tekrarlanan tersinir yükler altında elastik olmayan şekil değiştirmelerle enerji tüketme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.

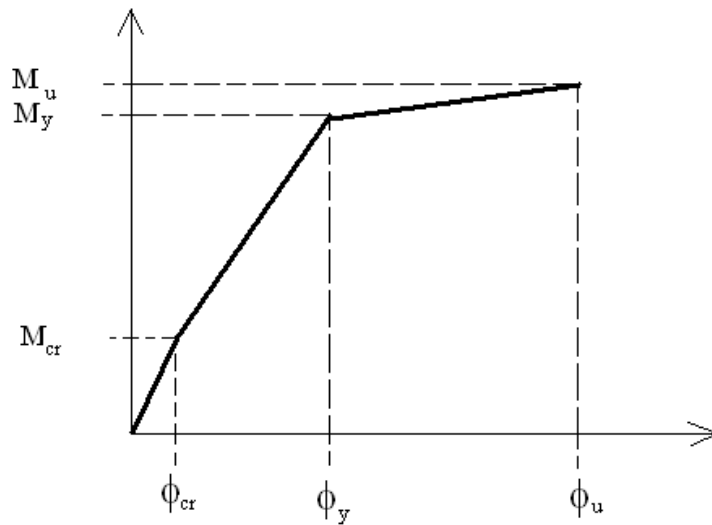
Yapı sistemlerinde süneklik, genel bir tanım olarak, "yapının dayanımında önemli bir azalma ve kararsız denge hali oluşmaksızın, deprem sırasında yapıya transfer olan enerjinin büyük kısmını, elastik olmayan davranışla ve tersinir, dönüşümlü büyük şekil değiştirmelerle yutma yeteneği" olarak tanımlanmaktadır. Sünekliğin ölçüsü "süneklik oranı" dır. Bir kesitte, elemanında ve taşıyıcı sisteminde çeşitli yükleme ve karşı gelen şekil ve yer değiştirme tanımları yapılabileceğinden, buna paralel süneklik tanımları da yapılabilir. Tanımlanan deformasyonlar için uygulanan parametrelere bağlı olarak sünekliğin birçok tanımı vardır. Normal kuvvet altında kesitin uzama sünekliği, eğilme momenti altında kesitin dönme sünekliği, yatay kuvvet altında taşıyıcı sistemin öteleme sünekliği gibi. Literatürde 5 tür süneklik yaygın olarak yer almaktadır. Bunlar:

- Malzeme sünekliği (Deformasyon sünekliği)
- Eğrilik sünekliği (En kesit sünekliği)
- Eleman sünekliği (Dönme sünekliği)
- Yapı sünekliği (Deplasman sünekliği, kinematik süneklik, global süneklik, sistem sünekliği)
- Enerji sünekliği (Histeretik süneklik)

Bu türler arasında bir korelasyon vardır. Enerji sünekliği yapı ve eleman sünekliğinin toplamıdır. Eleman sünekliği eğrilik ve malzeme sünekliğine bağlıdır. Sismik tasarımda süneklik limiti çok önemli bir değerdir. İki çeşit süneklik limiti tanımlanabilir. Bunlar süneklik kapasitesi ve talep edilen süneklik limitleridir. Taşıyıcı elemanlarda enerji yutma kapasitesi dayanım kadar önemlidir [1].

Kesitteki eğim deformasyon parametresi olarak kullanıldığında süneklik kapasitesinin eğimi (μ_ϕ) olarak adlandırılır ve M- ϕ diyagramından elde edilir (Şekil1).

$$\mu = \frac{\phi_u}{\phi_y} \quad (1)$$



Şekil 1. Moment-eğrilik diyagramı (M- ϕ)
Figure 1. Moment-curvature diagram (M- ϕ) [2].

Birçok araştırmacı, yaptıkları çalışmalarda güçlendirme ve güçlendirme farklılıklarının kiriş davranışına etkisini araştırmışlardır[3]. Bu çalışmalarda çoğunlukla ele alınan yeni boyuna donatı, sargı donatısı ve beton ilavesi ile yeni bir beton katmanı (mantolama) oluşturulması yöntemidir. Ayrıca bu çalışmalarda mantolama yönteminin kullanılması ile eski ve yeni beton arasındaki aderans, yeni donatıların bağlantı şekilleri, yeni sargı donatılarının işlevi, güçlendirilmiş kirişlerin dayanımı, rijitliği ve süneklik farklılıkları değişik mantolama ve donatı konfigürasyonlarının incelendiği görülmektedir. Bu çalışmada da dört tarafından mantolanarak güçlendirilmiş kiriş numunelerinin deneysel verilerinden elde edilen kırılma yükü ve şekil değiştirme ölçümlerine bağlı olarak süneklik tahmin edilebilmesi için bir bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Bu geliştirilen bulanık mantık modeliyle elde edilen veriler, eğilme deneylerinden elde edilerek hesaplanan süneklik parametreleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, mantolama yöntemiyle güçlendirilmiş kiriş elemanlarının eğilme deneyleri sonucunda elde edilen süneklik parametreleri, son yıllarda birçok alanda kullanım alanı bulan bulanık mantık yönteminde model oluşturularak tahmin edilebilirliği araştırılmıştır. Bu çalışma yapay zeka yöntemlerinden biri olan bulanık mantık yönteminin eleman davranışlarının tahmininde kullanılmasının geliştirilmesi açısından önemlidir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

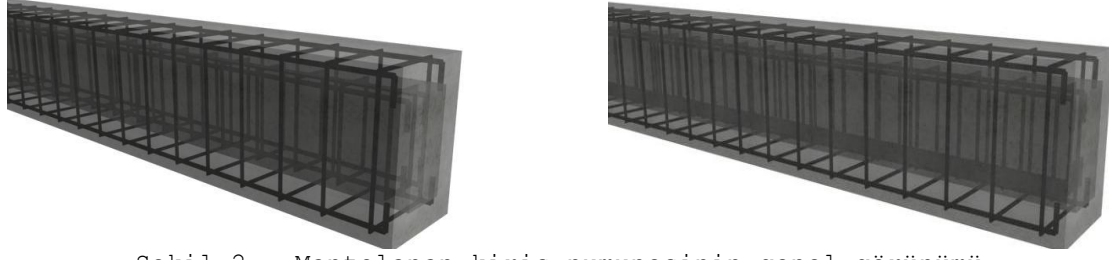
Betonarme elemanların güçlendirilmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri mantolama tekniğidir. Bu yöntem kısaca; mevcut elemanın çevresine, içinde yeni boyuna ve enine donatı bulunan yeni bir betonarme tabaka eklenerek eleman kesitinin büyütülmesi olarak ifade edilebilir [4]. Deneysel çalışmada mevcut kiriş numunenin çevresine ilave boyuna donatı ve enine sargı donatısı konularak kiriş kesitinin büyütülmesi esasına dayanan mantolama yönteminin; kirişlerde sünekliği nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda ilk olarak; 3 adet 2 ϕ 10 ve 3 adet 3 ϕ 10 olmak üzere iki seri halinde toplam 6 adet betonarme kiriş numunesi üretilmiştir. 2 ϕ 10 ve 3 ϕ 10 donatıya sahip kiriş numunelerinin 2 adedine dört tarafından mantolama yapılmıştır. Kiriş numunelerinin manto beton kalınlığı 1 adedinde 5 cm, 1 adedinde ise 7 cm dir. Her iki serideki betonarme kiriş numunelerinin 1 adedi yalın olarak kırılmıştır.

Deneysel çalışma kapsamında üretilen betonarme kirişlerin yalın kesitleri 100 mm x 200 mm ve 3000 mm boyundadır. Kiriş numunelerinin üretiminde hazır beton kullanılmış ve bir seferde dökülmüştür. Numunelerde kullanılan beton sınıfı C 20 dir. Maksimum agrega dane çapı 16 mm olarak belirlenmiştir.

Yalın numuneler üretildikten sonraki aşamada kiriş numuneleri dört tarafından 5 cm ve 7 cm kalınlıkta mantolanmıştır. Kiriş numunelerinin manto betonunda hazır beton kullanılmış ve bir seferde dökülmüştür. Numunelerde kullanılan beton sınıfı C 25 dir. Yalın kirişlerin üretiminde olduğu gibi maksimum agrega dane çapı 16 mm olarak belirlenmiştir.

Mantolanan kiriş numunelerin genel görünümü Şekil 2'de verilmiştir. Tüm kirişlerde gevrek kırılmayı önlemek yani denge altı bir kiriş elde etmek için donatı oranı sınırlandırılmıştır. Böylece tüm numunelerde dengeli donatının altında kalınarak sünek davranışın elde edilmesi sağlanmıştır.



Şekil 2. Mantolanan kiriş numunesinin genel görünümü
Figure 2. View general of the beam samples jacketed [4]

Tüm kiriş numunelerde deney boyunca bir yükleme kirişi vasıtasıyla iki noktadan tekil yük olarak yük etkiletilmiş ve bu yükleme altında düşey konumdaki hidrolik veremle kiriş numunelere yer değiştirmeler uygulanmıştır. Ölçümleri gerçekleştirmek ve göçmenin tümüyle eğilme etkileri altında oluşmasını temin etmek için oluşturulan bu deney tekniği uygun olup daha uygun bir deney yöntemi bulunmamaktadır.

Mantolama yöntemiyle güçlendirilmiş kiriş numunelerin enerji yutma kapasitelerini elde edebilmek için deney aşamasında numunelere yerleştirilen doğrusal değişken yerdeğiştirme ölçerler ve potansiyometrik pozisyon algılayıcılarında elde edilen verilerden yararlanılarak yük-yerdeğiştirme grafikleri çizilmiştir. Daha sonra tüm kiriş numunelerinin yük-yerdeğiştirme eğrilerinin altında kalan alan kümülatif olarak toplanmış ve enerji-zaman grafikleri çizilmiştir.

4. GELİŞTİRİLEN BULANIK MANTIK MODELİ (FUZZY LOGIC MODEL DEVELOPED)

Yapay zeka yöntemlerinin bilgisayar ortamında modellenebilmesi ve gerçeğe yakın değerler vermesi açısından son yıllarda oldukça ilgi çekici bir hal almıştır. Yapay zekanın konu başlıkları yapay sinir ağları, uzman sistemler, bulanık mantık ve genetik algoritmalar[5].

Yapay zeka teknolojisi 1950'lerde gelişmeye başlanmış, 1970'lerden sonra önemi artmış ve 1990'larda bilim dalı haline gelmiştir. Bu teknoloji, insan zekâsının çalışma prensiplerini kopyalamak ve onu taktik etmek şeklinde tanımlanabilir. Pek çok bilim dalında uygulama sahası bulmuştur. Bilgisayarlar insan beyninin yerini tutmasa da insan beyni, bilgisayarla daha güçlüdür.

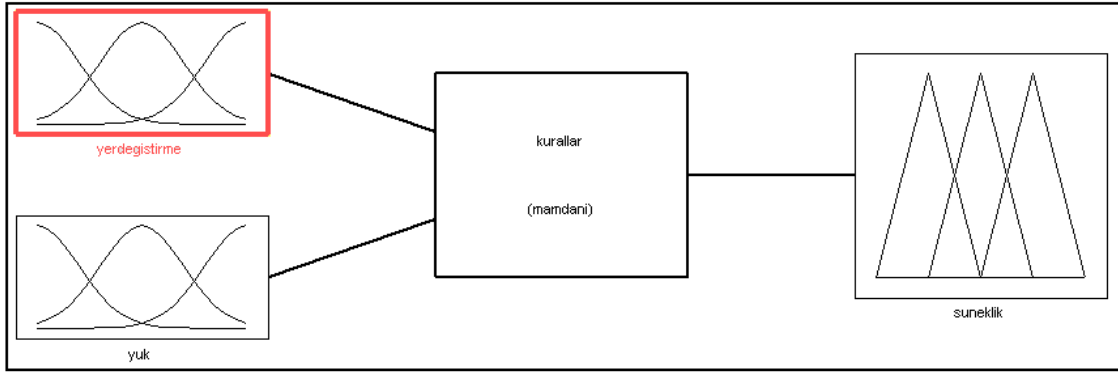
Bulanık mantık denen bu mantık, önceleri matematikçiler tarafından kabul edilmedi. Zira klasik küme teorisinin kapsamı dışındaki elemanlarda küme kapsamına alınmakla klasik mantık prensipleri çiğnenmiş oluyordu.

Zadeh'e göre, klasik küme teorisindeki varsayımlardan kaynaklandığı ileri sürülen bu problem, klasik mantığın var-yok (1-0) ikileminin ara değerini tanımlamakla yok edilebilir. Örneğin var ile yok arasında, hem var hem yok anlamına gelen bir bulanıklık operatörünü de kullanarak, problemin zorlukları giderebilir, denilmektedir. 1973'de, yayınladığı ikinci bir çalışmada zadeh, bulanık küme teorisinin, büyük bir olasılıkla insanın karar verme sistemini, tıpatıp aynen olmasa bile, oldukça az bir hata ile yeterli yaklaşıklıkla modelleyebilecek bir kapasite olduğu tezini ileri sürmüştür.

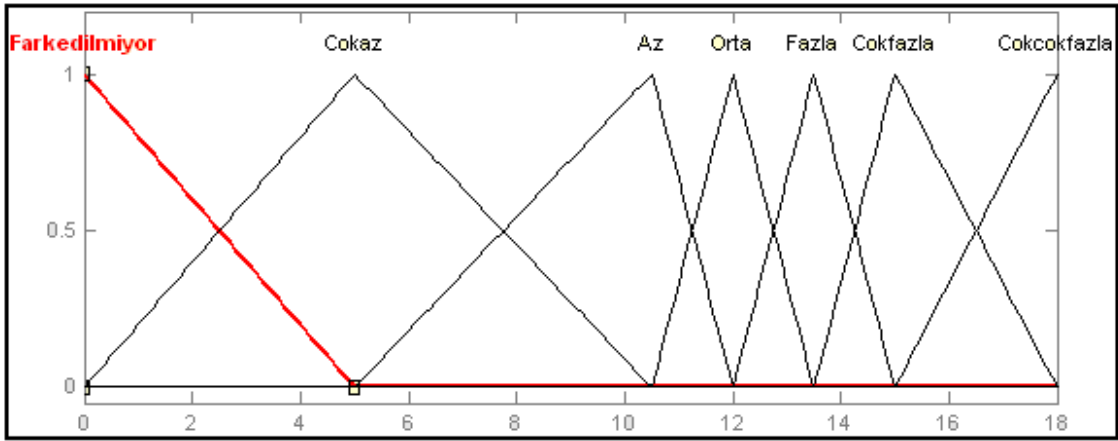
Fuzzy mantığı olarak bilinen bu teknik sadece matematikle sınırlı kalmayıp, fizik, astronomi, mühendislik, istatistik, endüstri, askeri balistik ve tıp alanlarında da uygulama alanı bulmuştur.[6]

Bu çalışmada, mantolama yöntemi ile güçlendirilmiş kiriş elemanların bulanık mantık yöntemi ile sünekliğinin tahmin edilmesi amacıyla Şekil 3'de görüldüğü üzere 2 girdi ve 1 çıktılı bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Modele girdi olarak seçilen yer değiştirme (mm) ve yük (kN) parametreleri için oluşturulan üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 4

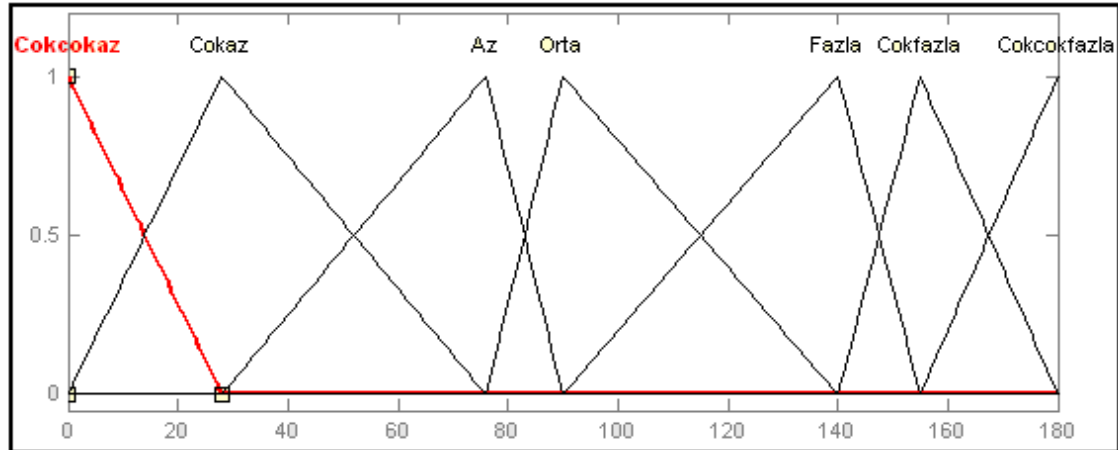
ve 5'de görülmektedir. Çıktı olarak seçilen süneklığe ait üyelik fonksiyonu ise, Şekil 6 da görülmektedir.



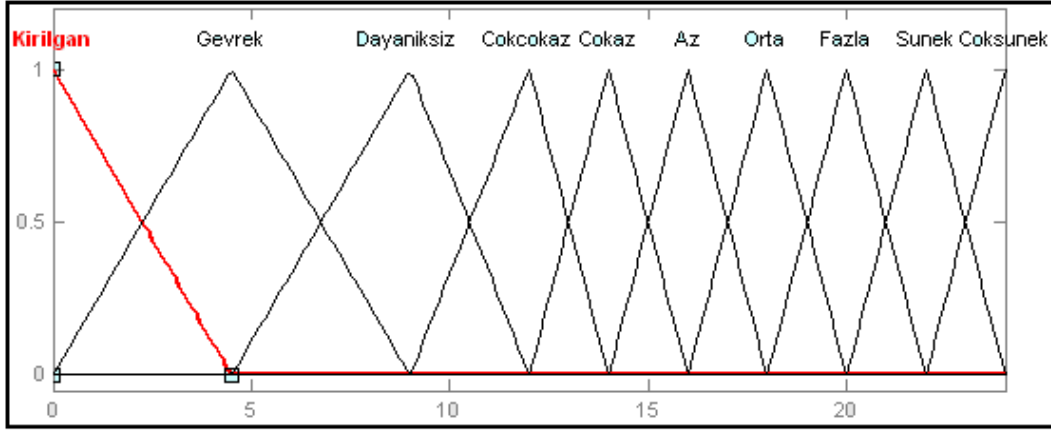
Şekil 3. Geliştirilen modelin genel yapısı
Figure 3. General structure of the model developed



Şekil 4. Yer değiştirme için üyelik fonksiyonu (mm)
Figure 4. Membership function for replacement (mm)



Şekil 5. Yük için üyelik fonksiyonu (kN)
Figure 5. Membership functions for load (KN)



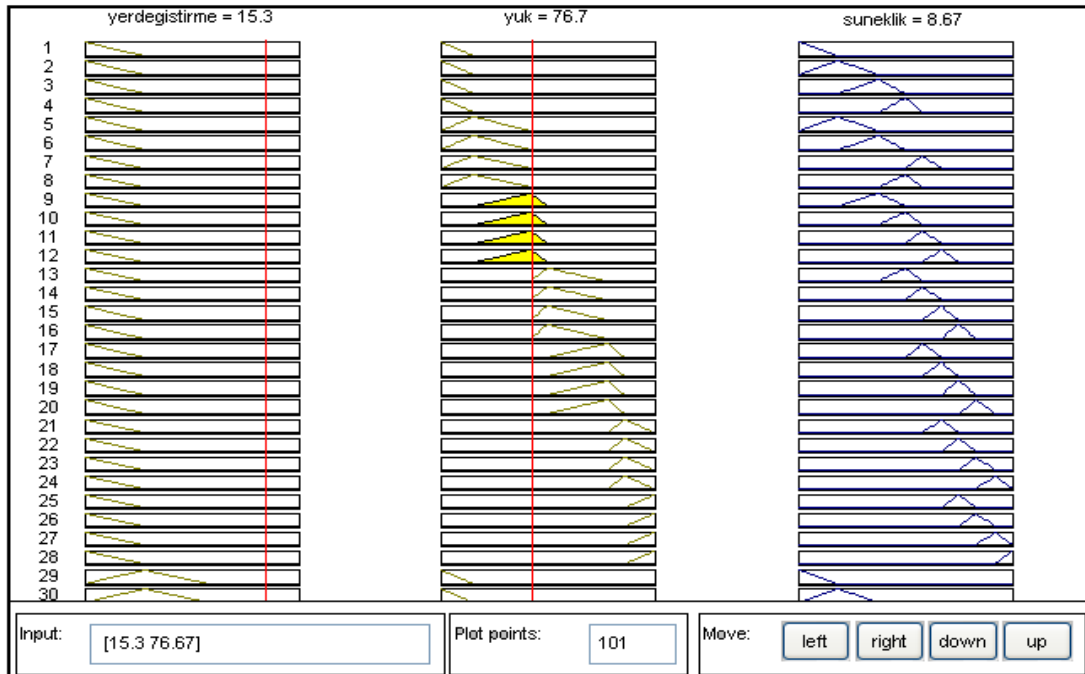
Şekil 6. Süneklik için üyelik fonksiyonu (cm²)
Figure 6. Membership functions for ductility (cm²)

Geliştirilen model için 192 tane kural uygulanmıştır. Bu kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Eğer (Yerdeğişim (mm) ise çok az) ve (Yük (kN) ise çok fazla) ise (süneklik ise sünek)
- Eğer (Yerdeğişim (mm) ise orta) ve (Yük (kN) ise fazla) ise (süneklik ise orta)
- Eğer (Yerdeğişim (mm) ise çok fazla) ve (Yük (kN) ise çok çok fazla) ise (süneklik ise çok sünek)

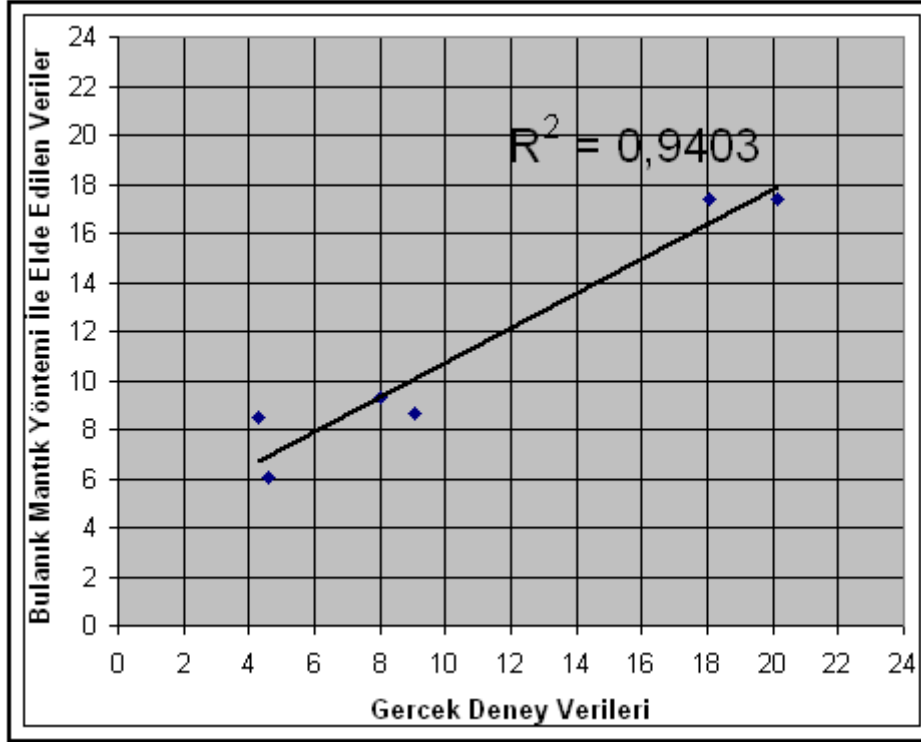
5. ARAŞTIRMA BULGULARI (RESEARCH FINDINGS)

Modelleme sonrasında hesap sonuçları kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir. Modele ait bir örnek Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. Geliştirilen bulanık modele ait durulaştırma ekran arayüzü
Figure 7. Fuzzy model is developed to update the screen interface defuzzification

Şekil 7'de görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği süneklik ile deney sonucunda elde edilmiş süneklik karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki
Figure 8. Model results with experimental results given by the relationship between

6. SONUÇLAR (RESULTS)

Çalışma kapsamında; betonarme kiriş numuneler laboratuvar ortamında mantolama yöntemi ile güçlendirilmiş ve sonrasında elemanların davranışları deneysel olarak incelenmiştir. Mantolama yöntemi ile güçlendirilmiş kiriş elemanların sünekliklerinin tahmin edilebilmesi amacıyla deneysel verilerden yararlanılarak bulanık mantık modeli geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise deney sonuçlarından elde edilen veriler ve kurulan bulanık mantık modelinin tahmin ettiği süneklik değerleri karşılaştırılarak modelin güvenilirliği test edilmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde, modelin tahmin değerleri ile deney sonuçlarının oldukça yakın olduğu gözlemlenmiş ve modelin doğru çalıştığı saptanmıştır.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Yüksel, İ., (2001). Deprem Yükleri Etkisindeki Sünek Bina Sistemlerinde Yapısal Davranışın İrdelenmesi, Bildiri, ZKÜ Bilim Haftası, Z.K.Ü. Mühendislik Fakültesi,
2. Stiffness of R/C Members (2001). CE 676 Behavior of Reinforced Concrete Members, Purdue University School of Civil Engineering West Lafayette, IN, Indiana, US.

3. Koçak, A., ve Önal, M., (2008). Betonarme Yapı Elemanlarında Kullanılan Onarım Ve Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, İnşaat Mühendisleri Odası.
4. Çakıroğlu, A.M., (2007). Betonarme Kirişlerin Güçlendirilmesinde Püskürtme Betonun Alternatif Bir Yöntem Olarak Kullanılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Isparta.
5. Pirim, H., (2006). Yapay Zeka. Journal of Yasar University, 1(1), 81-93.
6. Tuzcuoğlu, H., (2003). Yapay Zeka Teknikleri, Depremde Kullanılması Ve Küme Kuramları, DE Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, Cilt:5, Sayı:1, Syf. 73-88, İzmir.