

Kuru Karışım Püskürtme Betonun Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi

Melda ALKAN ÇAKIROĞLU^{1*}, Serdal TERZİ¹, Serdar KASAP

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü / ISPARTA

Alınış Tarihi:15.07.2010 Kabul Tarihi:01.12.2010

Özet: Kuru karışım püskürtme betonda karışım oranları ile ilgili yazılı bir yöntem bulunmamaktadır. İyi bir yapışma ve sıkışmanın elde edilebilmesi açısından, verilen basınçlı havanın yeterli debi ve basınçta olması yöntemin başarısını etkileyen en önemli konudur. Basınçlı havanın yeterli olmaması, yapışma, geri sıçrama ve basınç dayanımı üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Kuru uygulama şeklinde agreganın, çimento ile düzgün karışımını sağlamak için, % 3-6 civarında bir neme sahip olması uygundur. Bu nem, püskürtme sırasındaki toz oluşumunun önlenmesi bakımından da gereklidir. Ancak karışımın daha fazla miktarda su içermesi bloklaşmaya ve iletim hattında tıkanmalara yol açmaktadır. Bunun yanı sıra betona giren su miktarı operatöre bağlı olduğundan hedeflenen basınç dayanımı uygulama esnasında büyük oranda bu dezavantajlara bağlı olarak değişebilmektedir.

Bu nedenle, bu çalışmada kuru karışım püskürtme betonun basınç dayanımının tahmini için bulanık mantık yöntemi kullanılarak geliştirilen model ile deneysel olarak elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda; kuru karışım püskürtme betonun karışım oranlarını denemek ve basınç dayanımını belirlemek için TS 11747 standardına uygun olarak kare şeklinde her bir kenarı 45 cm olan 3 adet ve ACI 506 standardına uygun olarak 76 cm olan 2 adet ahşap panel hazırlanmıştır. Deneysel panellerine 10 cm kalınlığında kuru karışım püskürtme beton püskürtülmüştür. Oluşturulan panellerden narınlık oranı $\lambda = (\text{Yükseklik}/\text{çap}) = (100 \text{ mm} / 100 \text{ mm}) = 1$ olan 9 adet karot numune alınarak basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Bulanık mantık yöntemi ile karot numunelerinin yaş, boy, çap, alan ve kırılma yükleri girilerek basınç dayanımına ait tahmin modeli geliştirilmiştir. Tahmin edilen modelden elde edilen veriler deneysel verilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, deney sonuçları ile modelin tahmin değerlerinin oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuru karışım püskürtme beton, Karot, Basınç dayanımı, Bulanık mantık yöntemi.

Forecasting Compression With Fuzzy Logic Method On Dry Mix Concrete

Abstract: There is no written method with the ratio of dry mix concrete. To get a successful adhesion and compaction, it is the most important point that the compressed air have enough. Flow and pressure. The lack of compressed air has negative effect on adhesion, restitution and compressive strength. To get a proper mixture with concrete aggregate has to get moisture about % 3-6 ratio. The moisture is essential for prevention the occurrence of dust during sputtery period. Containing much water in the mixture can cause blocky in transmission line. Besides this, the amount of water entering to concrete is connected to the operator targeted compressive strength during application largely depending on these disadvantages are subject to change.

Therefore, in this study is used from fuzzy logic with developed mathematical model method for find compression strength of dry mix concrete. For this purpose, prepared number of 3 squares 45 cm edges that suitable TS 11747 standard and number of 2 wooden panels that is 76cm and suitable ACI 506 standard for try dry mix concrete and find compression strength. Fuzzy logic with developed mathematical model method for find compression strength of dry mix concrete. Dry mix concrete that 10 cm thick is sprayed to test panels. Number of 9 cores specimens that slenderness rate $l = (\text{highness}/\text{calibre}) = (100\text{mm}/100\text{mm}) = 1$ and get panels is experimented test of compression strength. Prediction model of compression strength is developed with fuzzy logic method and length, calibre, area, broken of plummet of cores specimens. Datas of prediction model and datas of test are compared and reviewed. From the results observed close to quite is values estimate of the model with experimental results.

Key Words: Dry mix concrete, core, compression strength, fuzzy logic method.

Giriş

Püskürtme beton çok iyi hazırlanmış portland çimentosu, su ve kum karışımından ibaret harcın, basınç dayanıklı lastik veya özel imal edilmiş saç borularla kullanım yerine iletilen ve önceden hazırlanmış yüzeye basınç altında püskürtülen betondur. Uygulanacak püskürtme beton için makinenin karışım odasında, çimento ve agrega uygun ölçülerde bir araya getirilip karıştırıldıktan sonra, bu kuru karışım seyrek olarak ve basınçlı hava yardımıyla bir hortum içinde püskürtme ucuna iletilir. Meme veya tabanca olarak da adlandırılan bu uca gelen kuru karışıma basınçlı su eklenerek elde edilen beton yine basınçlı hava yardımıyla ve yüksek hızla betonlanacak yüzeye püskürtülür (Bekişoğlu, 1993). Hortumu tutan kişinin, elle idaresi zor olmasına rağmen, hortumun ucunu sürekli küçük daireler şeklinde döndürmesi yaygın bir uygulamadır. Sonuç olarak işin kalitesi hortumu tutan kişinin özen ve yeteneğine bağlıdır. Çünkü bu kişi, sadece su miktarını değil, daha da önemlisi alıcı yüzeye çarptığı sırada hortumun ucunu tam malzeme karışımını sağlayacak şekilde elle ayarlanmaktadır. Bu yüzden kuru karışım püskürtme betonun üretim oranı bu yüzden sınırlıdır ve donatı miktarının artması ile daha büyük hortum kullanma yeteneği gerektirir (Warner, 1995).

Kuru karışım püskürtme betonun karışım oranları ile ilgili yazılı bir metot yoktur. Aynı zamanda kuru karışım püskürtme için laboratuarda deney karışımları yapmak pratik olmadığından, kuru karışım oranlarının uygulama alanında denenmesi önemli ölçüde tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla kuru karışım püskürtme betonun basınç dayanımının önceden tahmin edilebilmesi büyük önem taşımaktadır.

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 (Uygunoğlu ve Yurtçu, 2006). Son yıllarda, bulanık mantık (BM) sistemine dayanan modelleme yöntemleri popüler olmuş ve beton teknolojisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Topçu ve Sarıdemir, 2008).

Bu çalışmada, yapay zekâ yöntemlerinden olan bulanık mantık yönteminin kuru karışım püskürtme betonun basınç dayanımının tahmininde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada kuru karışım püskürtme betonla güçlendirilmiş kiriş numunesinden elde edilen karotların boy, çap, alan ve kırılma yükü değişkenlerine bağlı olarak basınç dayanımının tahmin edilebilmesi için bir bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Bu geliştirilen bulanık mantık modeliyle elde edilen veriler, kuru karışım püskürtme beton uygulanmış deney panellerinden alınan karot numunelerinin basınç dayanımlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Deneysel Çalışma

Çalışmanın deneysel kısmında kuru karışım püskürtme betonun çimento miktarı 500 kg/m^3 , toplam agrega

içerisindeki 0-5 mm agrega % 70, 5-8 mm agrega oranı % 30 olarak düzenlenmiştir. Su/çimento oranı hortum ucunda operatör tarafından yaklaşık 0.35–0.50 arası olacak şekilde ayarlanmıştır. Hortum ucunda alınan karışımın çökme değeri 5 cm'dir. Katkı olarak kuru karışım püskürtme sistemine uygun, geri sekme miktarını önemli ölçüde azaltan Sigunit Toz AL katkısı çimento dozajının % 5.5 olarak kullanılmıştır. Karışımda kullanılan su içilebilir sudur.

Hazırlanan kuru karışım püskürtme betonun uygulama esnasında karışım oranlarını denemek ve püskürtme betonun basınç dayanımını belirlemek için TS 11747 standardına uygun olarak kare şeklinde her bir kenarı 45 cm olan 3 adet ve ACI 506 standardına uygun olarak 76 cm olan 2 adet ahşap panel hazırlanmıştır. Deney panellerine 10 cm kalınlığında hazırlanan kuru karışım püskürtme beton püskürtülmüştür. Şekil 1'de görüldüğü gibi uygulama boyunca bu deney panellerine değişik pozisyonlarda püskürtme yapılmıştır.



Şekil 1. Deney panellerine kuru karışım püskürtme betonun Uygulanması (Çakiroğlu, 2007)

Oluşturulan paneller uygun şartlarda muhafaza edilerek kür edilmiştir. Kür süresi sonunda panellerden püskürtme betonun basınç dayanımı değerlerini elde etmek amacıyla narinlik oranı $\lambda = (\text{Yükseklik}/\text{çap}) = (100 \text{ mm} / 100 \text{ mm}) = 1$ olan 9 adet karot numune alınarak basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Karot numuneler deney gününden iki gün önce kür havuzuna konmuştur. Basınç dayanımı deneyinden önce karot numunelerin üst

yüzeylerinin paralel olması için kesilerek düzeltilmiş ve başlık yapılmıştır.

Karotun basınç dayanımı;

$$f_{k\lambda} = \frac{P_k}{F} = \frac{P_k}{0.785 d^2}$$

bağıntısından hesaplanmıştır. Bu bağıntıdan elde edilen basınç dayanımı sonuçları (2) ve (3) bağıntıları kullanılarak 150 mm x 150 mm x 150 mm standart küp dayanımına çevrilmiştir.

$$f_{15,k} = K_\lambda \cdot f_{k\lambda}$$

K_λ , Çevirme faktörü olup BS 1881’de

$$K_\lambda = \frac{2.5}{1.5 + \frac{1}{\lambda}}$$

olarak verilmektedir (Arioğlu ve Yüksel, 1999).

Şekil 2’de karot numunelerin basınç dayanım deneyi öncesindeki hali ve sonrasındaki kırılma mod şekli verilmiştir.



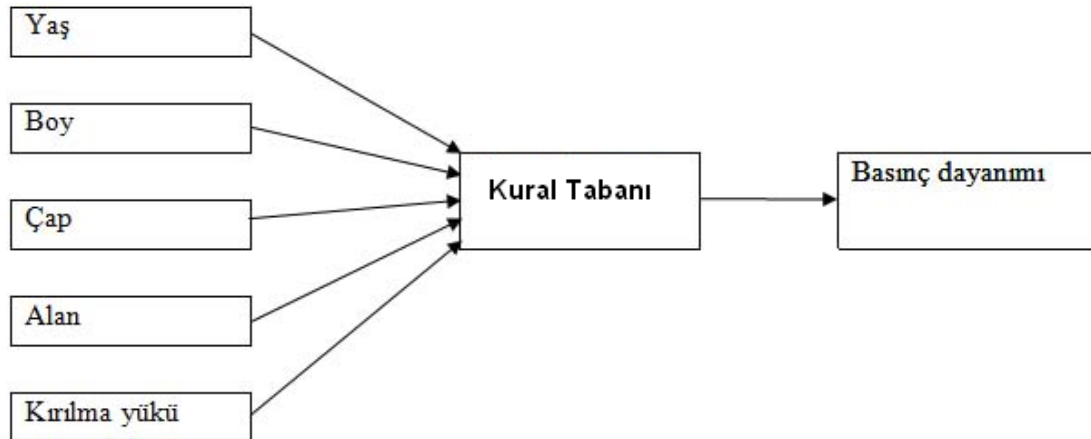
Şekil 2. Kiriş numunesine uygulanan kuru karışım püskürtme betona ait karot numunelerinin görünümü (Çakıroğlu, 2007)

elde edilemediği durumlarda ise büyük bir dezavantaj oluşturur (Tektaş vd., 2002).

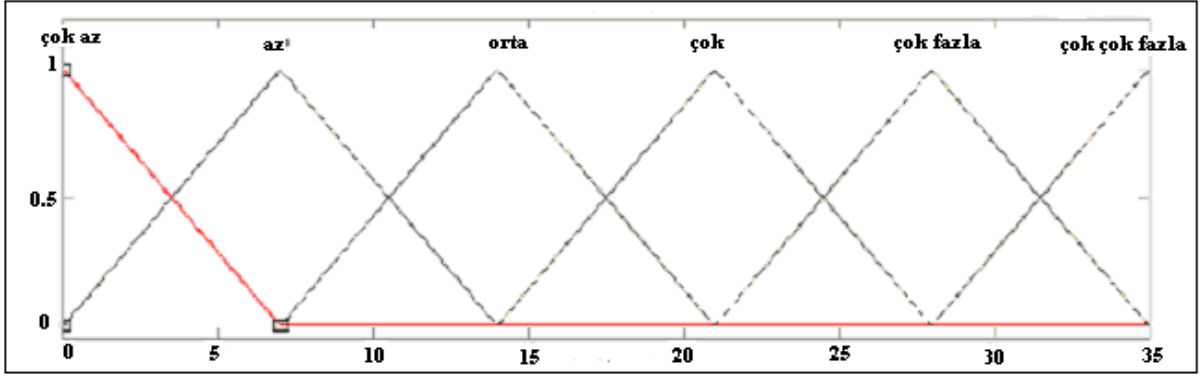
Bu çalışmada, kuru karışım püskürtme betonun basınç dayanımlarının tahmin edilmesi amacıyla bulanık mantık yöntemiyle tahmin edilmesi geliştirilmiştir. Şekil 3’de görüldüğü üzere 5 girdi ve 1 çıktılı bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Modele girdi olarak seçilen yaş, boy, çap, alan ve kurulma yükü parametreleri için oluşturulan üyelik fonksiyonları sırasıyla Şekil 4, 5, 6, 7 ve 8’de görülmektedir. Çıktı olarak seçilen basınç dayanımına ait üyelik fonksiyonu ise, Şekil 9’da görülmektedir.

Geliştirilen Bulanık Mantık Modeli

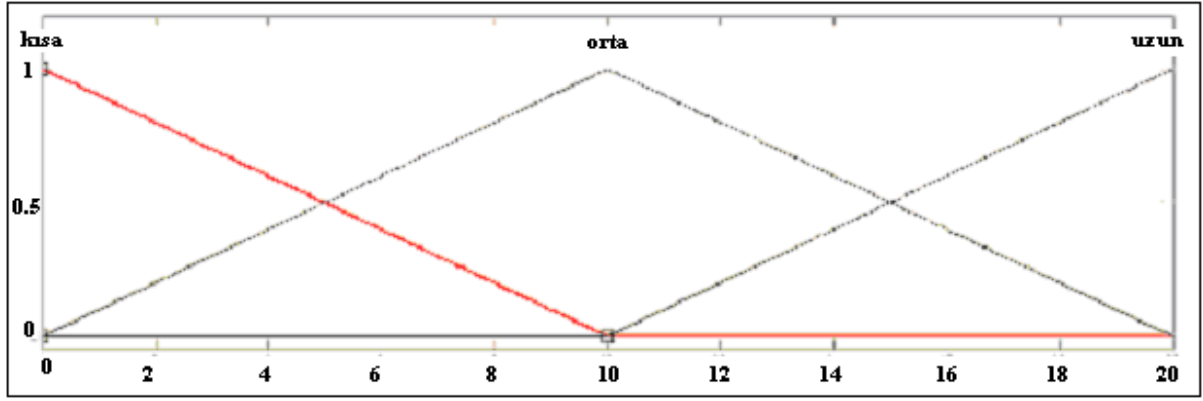
Bulanık mantık kavramı, ilk olarak 1965 yılında L.Zadeh tarafından kullanılmıştır. Bulanık mantık kavramı genel olarak insanın düşünme biçiminin modellemeye çalışır. Klasik küme kavramında bir üye bir kümenin üyesidir veya üyesi değildir. Bulanık mantık kavramında bir üyenin bir kümenin üyesi olup olmadığı üyelik fonksiyonları ile belirlenir. Bu kavram ile bulanık mantığın kullandığı çıkarım yöntemleri kullanılarak olaylar hakkında yorum yapmaya çalışılır. Bulanık mantığın en güçlü tarafı var olan bir uzman bilgisinin kullanılmasıdır. Bu durum uzman bilgisinin tam olarak



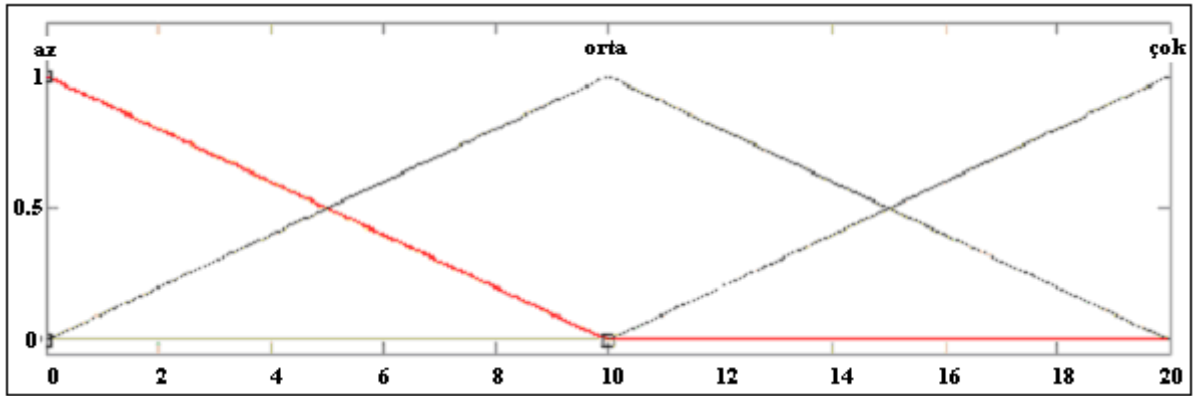
Şekil 3. Geliştirilen modelin genel yapısı



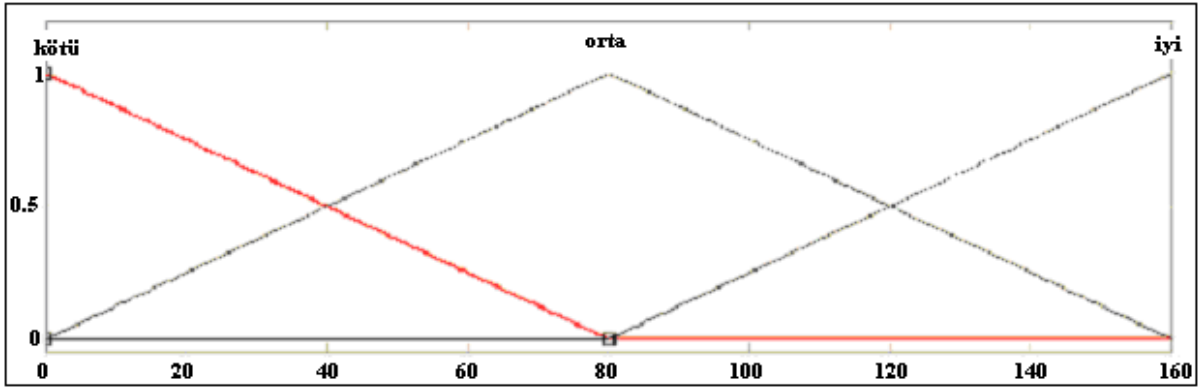
Şekil 4. Yaş için üyelik fonksiyonu



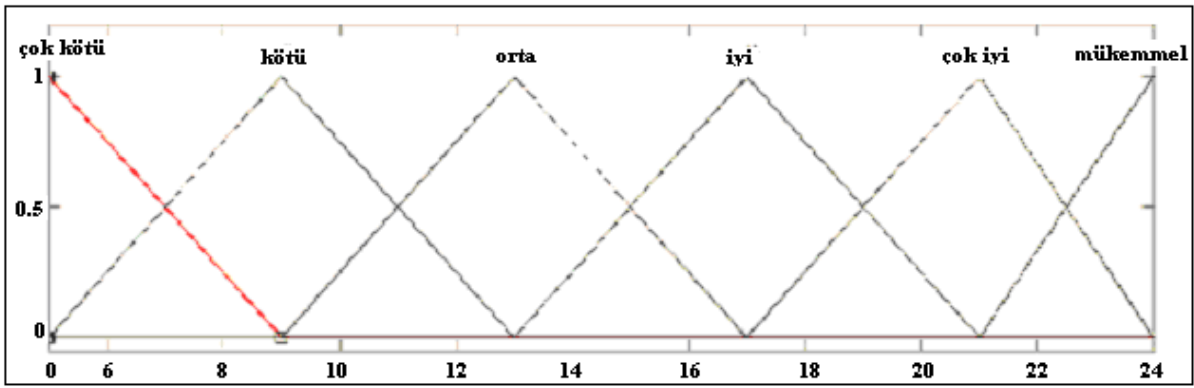
Şekil 5. Boy için üyelik fonksiyonu(cm)



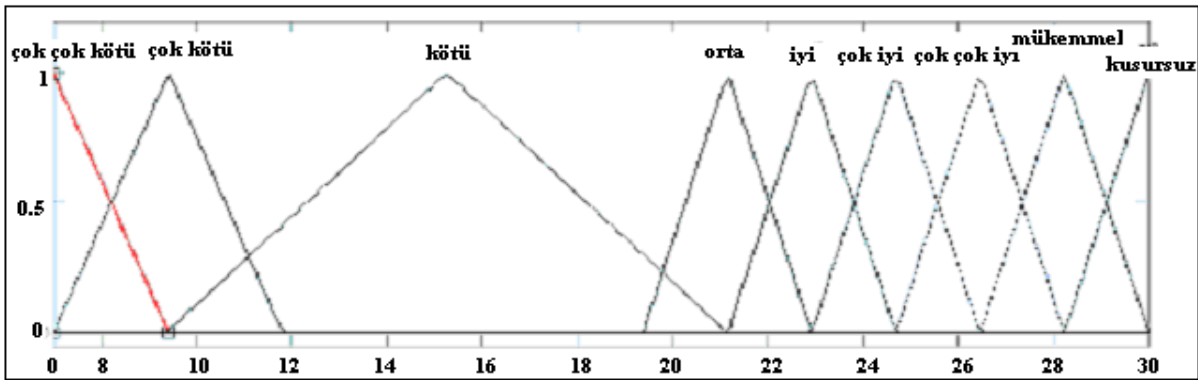
Şekil 6. Çap için üyelik fonksiyonu (cm)



Şekil 7. Alan için üyelik fonksiyonu (cm²)



Şekil 8. Kırılma yükü için üyelik fonksiyonu (kgf)



Şekil 9. Basınç dayanımı için üyelik fonksiyonu (kgf/cm²)

Geliştirilen model için 144 tane kural uygulanmıştır. Bu kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Eğer(yaş orta)ve(boy orta)ve (çap orta)ve(alan orta)ve(kırılma kötü)ise (basınç dayanımı kötü)'dür,
- Eğer(yaş çok)ve(boy orta)ve (çap orta)ve(alan orta)ve(kırılma çok iyi)ise (basınç dayanımı çok iyi)'dir,
- Eğer(yaş en çok)ve(boy orta)ve (çap orta)ve(alan kötü)ve(kırılma mükemmel)ise (basınç dayanımı kusursuz)'dur.

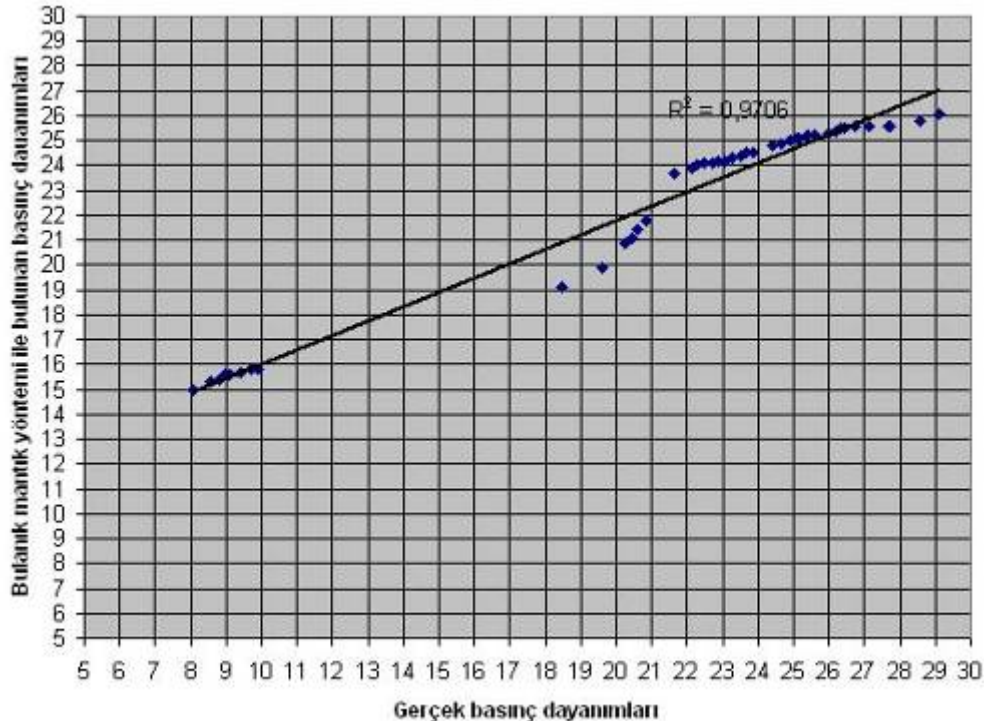
ARAŞTIRMA BULGULARI

Modelleme sonrasında hesap sonuçları kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir. Modele ait bir örnek Şekil 10'da görülmektedir.

Şekil 10'da görülen durulaştırma ekranında girdilere bağlı olarak modelin tahmin ettiği basınç dayanımı ile deney sonucunda elde edilmiş basınç dayanımları karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10. Geliştirilen bulanık modele ait durulaştırma ekran arayüzü



Şekil 11. Deney sonuçları ile modelin verdiği sonuçlar arasındaki ilişki

SONUÇLAR

Bu çalışmada bulanık mantık ve yöntemiyle geliştirilen model vasıtasıyla kuru karışım püskürtme betonun basınç dayanım değerleri tahmin edilmeye çalışılmış daha sonrasında ise modellemelerin tahmin ettiği basınç dayanımı 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.

KAYNAKLAR

- Arıoğlu, E., ve Yüksel, A., 1999. Arıoğlu, E., Yüksel, A., 1999. Tünel ve Yeraltı Mühendislik Yapılarında Çözümlü Püskürtme Beton Problemleri. TMMOB. Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 178s. İstanbul.
- Bekişoğlu, Ş., 1993. Beton Kaplamalı Kanallarda Sızdırmazlık Önlemleri Mastik Asfalt ve Püskürtme Beton Uygulaması. D.S.İ. Matbaası, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, 24-49s. Ankara.
- Çakıroğlu Alkan, M., 2007. Doktora Tezi. Betonarme Kirişlerin Güçlendirilmesinde Püskürtme Betonun Alternatif Bir Yöntem Olarak Kullanılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Çakıroğlu Alkan, M., Terzi, S., Çakıroğlu, M., G., 2009. Püskürtme Beton Uygulamasında Karışım Malzemeleri Ve Ekipman Açısından Dikkat Edilmesi Gerekenler, İnşaat Trendy Dergisi.
- Tektaş, M., Akbaş, A., Topuz, V., 2002. “Yapay Zeka Tekniklerinin Trafik Kontrolünde Kullanılması Üzerine Bir İnceleme”, Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi'nde Sunulan Bildiri, Gazi Üniversitesi, Ankara <http://www.trafik.gov.tr/icerik/bildiriler/C4-7.doc> Erişim Tarihi: 23.12.2009.
- Topçu, İ.B., ve Sarıdemir, M., 2008. Uçucu Kül ve Silis Duman İçeren Betonların Basınç Dayanımı ve Elastisite Modülünün Bulanık Mantık ile Tahmini, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu - Bmvs'2008, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 229-237s.
- Kömür, M., ve Altan, M., 2005. Deprem Hasarı Gören Binaların Hasar Tespitinde Bulanık Mantık Yaklaşımı, İTÜ Dergisi/d mühendislik, Cilt:4, Sayı:2, 43-52.
- 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.
- Warner, J., 1995. Püskürtme Beton (Shotcrete) Anlamak Esaslar. Çev: Ömür Abit, Hazır Beton Dergisi, 40-45s. İstanbul.