

HAFİF BETONLARDA DONATI ADERANSI DAYANIMININ BULANIK MANTIK YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ

Serkan SUBAŞI¹

Ahmet BEYÇİOĞLU²

Mehmet EMİROĞLU³

^{1,2,3}Yapı Eğitimi Bölümü Teknik Eğitim Fakültesi
Düzce Üniversitesi, DÜZCE

Email: serkansubasi@düzce.edu.tr

abeycioglu@düzce.edu.tr

emiroglumehmet@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, farklı miktarlarda çimento ve uçucu kül içeren hafif beton karışımları için donatı aderansı tahmini bulanık mantık modeli ile geliştirilmiştir.

Genleştirilmiş kil agregası ile farklı çimento miktarı ve uçucu kül ikame miktarlarına sahip alternatif karışımlar hazırlanmıştır. Modelin kurulmasında çimento miktarı (kg), uçucu kül ikame miktarı (%) giriş parametreleri ve donatı aderans dayanımı da çıkış parametresi olarak kullanılmıştır. Oluşturulan model çıktıları ile deneysel veriler karşılaştırılmış ve aralarındaki korelasyonun oldukça iyi olduğu ($R^2=0,9886$) bulanık mantık yöntemiyle çimento ve uçucu kül ikame miktarına bağlı olarak hafif betonlarda donatı aderans dayanımının tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

1. Giriş

Beton dünyada en yaygın kullanılan yapı malzemesidir. Betonun bu yaygın kullanımında, hammaddelerine kolay ulaşılabilir olması, kolay şekil verilebilir ve ekonomik olması, servis masrafının az olması ve istenilen özelliklere göre bileşiminin ayarlanabilmesi etkili olmuştur [1]. Bu yaygın kullanım, betondan yüksek performans beklentilerini de beraberinde getirmektedir. Günümüzde betondan istenen performans, işlenebilirlik, dayanım ve dayanıklılık gibi özelliklerin sağlanmasıyla gerçekleşmektedir [2]. Betondan beklenen dayanım kriterleri arasında, betonarme yapıda kullanılan çelik donatı ile arasındaki bağ kuvvetinin çok iyi olması da vardır. Bilindiği gibi betonarme, betonla çeliğin birlikte çalıştığı kompozit bir malzemedir. Beraber çalışma özelliği ancak beton içerisinden çeliğin sıyrılmaması halinde mümkün olabilmektedir. Beton ile donatı arasındaki bu bağ kuvvetine aderans denilmektedir.

Modern bilgisayar biliminin gelişimi mühendislik problemlerinin çözüm metotlarını artırmaktadır. Bilgisayar biliminde kullanılan faydalı matematik araçlarından birisi de bulanık mantık esaslı bulanık küme teorisidir. Bulanık küme teorisi, matematik formdaki farklı belirsiz fenomenleri tanımlayabilmektedir. Böyle belirsiz fenomenler, analizi yapılan objelerin açık ve kesin sınırlarının olmayışını, belirsiz kelimeler ve kesin olmayan ifadeleri içerebilmektedir [3]. Bu çalışmada, farklı oranlarda uçucu kül ve çimento miktarı ile hazırlanmış donatılı beton numunelerinin aderans dayanımı için bir bulanık mantık tahmin modeli geliştirilmiştir.

2. Bulanık Mantık

1965’de L. A. Zadeh (Lütfi Askerzade), yeni bir matematiksel yöntemi açıklayan “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” adlı ünlü makalesini Information and Control isimli dergide yayınlamıştır. 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. Bulanık kümeler kuramının ana fikri, tamamen sezgisel ve doğal olmasıdır [4].

Bulanık modeller oluştururken değişik formlarda üyelik fonksiyonları seçilebilir. Yaygın üyelik fonksiyonları arasında, üçgen, yamuk, Gauss eğrisi, sigmoid fonksiyonu vb. bulunmaktadır.

Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak

amacıyla bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık sistemlerin en büyük avantajı insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır.

Bulanık model (bulanık çıkarım sistemi), *Eğer İse* kuralları adı verilen bulanık kurallara dayanan sistemlerdir. Bulanık modelin temeli, *Eğer İse* kurallarından anlaşılacağı üzere öncül ve soncul kısımlardan oluşmaktadır. Öncül kısımda sonuca sebep olan giriş değişkenleri ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler, soncul kısımda ise bu giriş değişkenlerine bağlı olarak ortaya

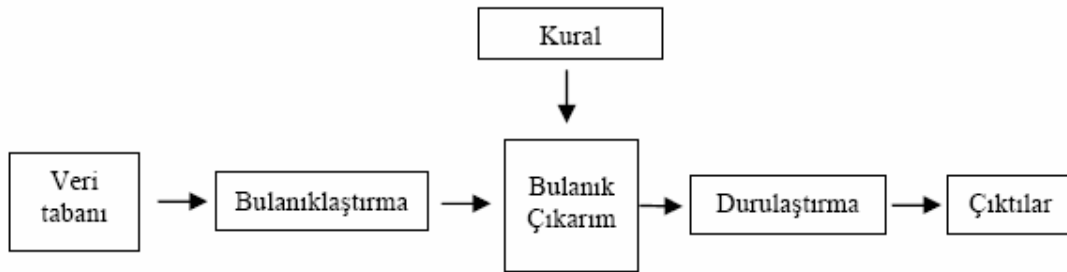
çıkan sonuç değişkenleri yer alır. Genel olarak bulanık kurallar aşağıdaki formdadır;

Kural 1: Eğer $x = a_1$ ve $y = b_1$ *İse* $z = n_1$

Kural 2: Eğer $x = a_2$ ve $y = b_2$ *İse* $z = n_2$

Burada x ve y , öncül kısımdaki girdi değişkenlerince tanımlanan koşullar, z ise soncul kısımdaki çıktı değişkenlerince tanımlanan sonuçlardır [5].

Genel olarak bir bulanık mantık işlemindeki akış diyagramı, Şekil 1' deki gibi verilebilir. Bunlar, veri tabanı, bulanıklaştırma, çıkarım motoru, kural tabanı, durulaştırma ve çıktı işlemlerinden meydana gelmektedir.



Şekil 1: Bulanık bir denetleyicinin yapısı

- Genel Bilgi Tabanı Birimi: İncelenen 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.

- Bulanık Kural Tabanı Birimi: 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.

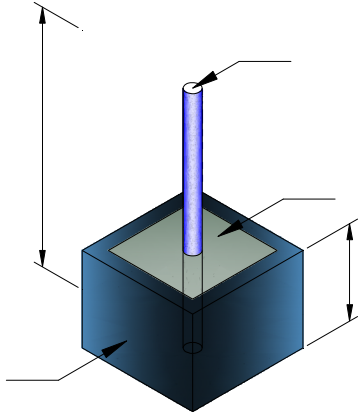
- Bulanık Çıkarım Motoru Birimi: Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak 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.

- Çıktı Birimi: Bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtasıyla etkileşimi sonucunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir [6].

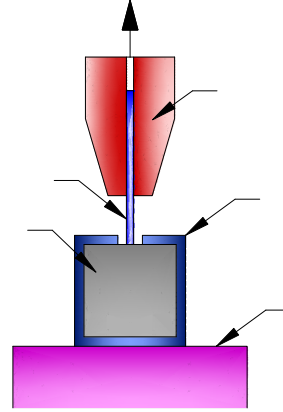
3. Numunelerin hazırlanması ve Deneysel çalışma

Hafif beton üretiminde kullanılan agregaların tane dağılımı %20 si 0-2 mm kum, %26 si 0-2 mm genişletilmiş kil agregası(GKA), %22 si 2-4 mm GKA ve %32 si 4-8 mm lik GKA dan oluşmaktadır. Bütün karışımlarda aynı gradasyon kullanılmıştır. Karışımlar üç farklı çimento oranında 350, 400 ve 450 kg CEM I 42,5 çimentosu katılarak hazırlanmıştır. Ayrıca Her bir çimento miktarında %0, %10, %20 ve %30 oranında Uçucu kül ikame edilerek karışımlar hazırlanmıştır. Elde edilen beton karışımları 15x15x15 cm boyutlarında ve ortasında 12 mm çapında nervürlü demir donatı yerleştirilmiş kalıplara dökülmüştür. Kalıplara donatıların yerleştiriliş planı Şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2: Donatıların beton içerisine yerleştirilmesi

l_b = Donatının betonla temas boyu (mm)
 ϕ = Donatının çapı (mm), ifade etmektedir.



Şekil 3: Deney düzeneği

Hazırlanan donatılı hafif beton numuneleri 28 gün boyunca suda kür edildikten sonra Şekil 3'te verilen deney düzeneğinde donatılar çekilerek aderans dayanımları aşağıda verilen Formül 1 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\tau_b = \frac{P_1}{l_b(\pi.\phi)} \quad (1)$$

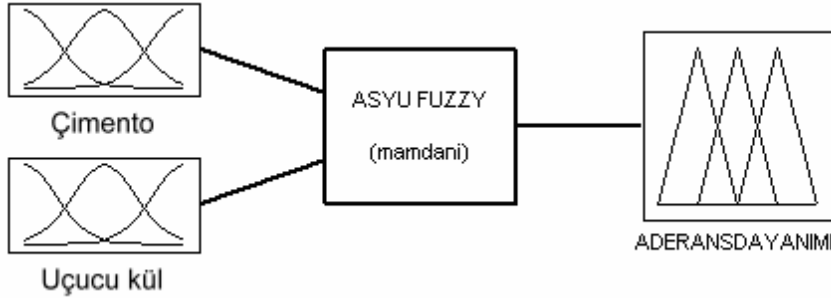
Formülde,

τ_b = Aderans gerilmesi (MPa),

P_1 = Maksimum eksenel çekme kuvveti (N),

4. Bulanık Mantık Modeli

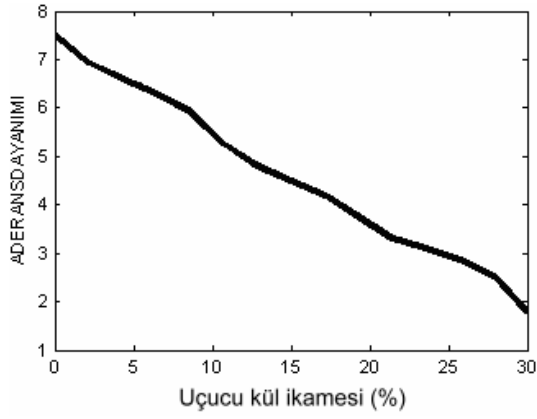
Beton harcı ile donatı çeliği arasındaki aderans dayanımı değerlerinin, uçucu kül ikame miktarı ve çimento miktarına bağlı olarak belirlenebilmesi için geliştirilen modelin genel yapısı Şekil 4'te görülmektedir.



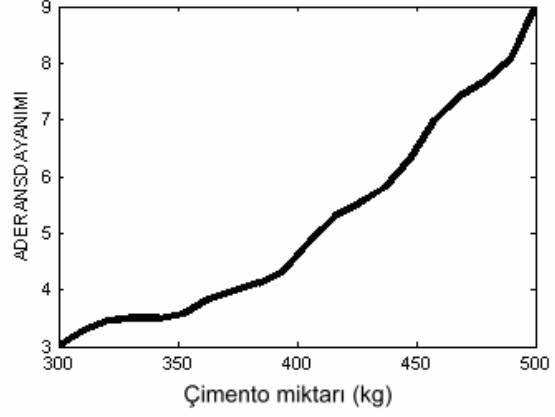
Şekil 4: Geliştirilen modelin genel yapısı

Ayrıca oluşturulan modelde kural tabanında yazılan kurallara göre oluşan ve uçucu kül ikame miktarı ile çimento miktarının aderans

dayanımına etkisini gösteren grafikler Şekil 5 a ve b'de görülmektedir.



a) Aderans dayanımının uçucu kül ikamesi ile değişimi



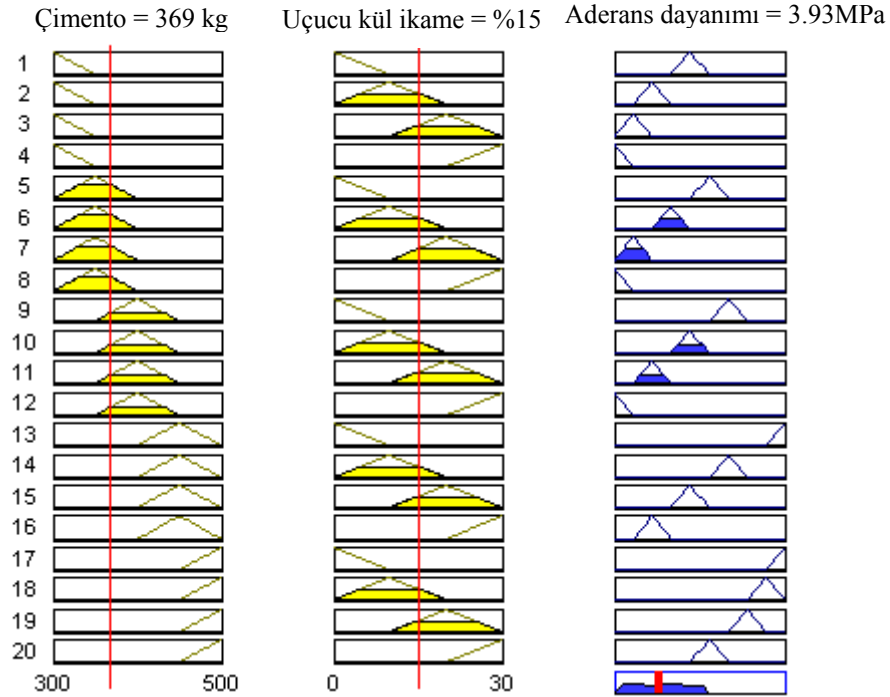
b) Aderans dayanımının çimento miktarına bağlı değişimi

Şekil 5: Uçucu kül ikamesi ve çimento miktarı değerlerinin aderans dayanımı üzerine etkisi

5. Araştırma Bulguları

Kural tabanında uzman görüşü ve deneysel çalışmalardan edinilen deneyimler ile kuralların oluşturulmasından sonra deney sonuçları

kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiştir. Modele ait çözüm ekranı Şekil 6'da görülmektedir.

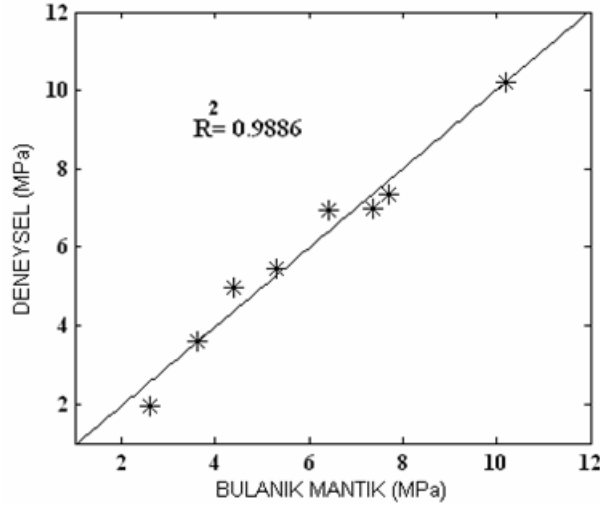


Şekil 6: Modelin durulaştırma ekranı

Çözüm ekranından (durulaştırma penceresi) alınan girdi parametrelerine göre, modelin tahmin ettiği değerler ile deney sonuçları

karşılaştırılmıştır ve modelin geçerliliği test edilmiştir.

Deney sonuçları modelin tahmin ettiği sonuçlar arasındaki ilişki Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7: Deneysel veriler ile model çıktılarının karşılaştırılması

Grafikten de görüldüğü gibi modelin tahmin ettiği değerler ile deney sonuçları arasında çok yüksek bir korelasyon vardır ve model deney sonuçlarını % 98 oranında başarı ile tahmin etmektedir.

6. Sonuçlar

Bu çalışmada, çimento miktarı ve uçucu kül oranı değişken olarak üretilen hafif betonların aderans dayanımının belirlenmesi için bir bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. 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. Bilindiği gibi beton kompozit bir malzemedir ve betonu oluşturan bütün bileşenler fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemektedir. Bu çalışmanın deneysel çalışmalara alternatif bir yöntem olarak değerlendirilmesi gerektiği ve aderans dayanımına etki eden diğer parametrelerin de kullanılarak oluşturulacak yeni modellerin

geliştirilmesine örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] İ. B. Topçu, *Beton Teknolojisi*, Uğur Ofset, 2006.
- [2] C. Başyigit, Ş. Kılınçarslan, A. Beycioğlu "Yüksek Performanslı Betonlar", *Dünya İnşaat Dergisi*, Yıl 24, Sayı 07, S. 108-109, 2007.
- [3] M. KÖMÜR, M. ALTAN, "Deprem hasarı gören binaların hasar tespitinde bulanık mantık yaklaşımı", *itüdergisi/d mühendislik*, Cilt:4, Sayı:2, 43-52, 2005.
- [4] S. Terzi, "Bitüm Miktarının Asfalt Betonu Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantık Yöntemi İle Modellenmesi", 4. *Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, 2005, 28-30.
- [5] N. İ. Sarı, E. Arslan, "Geonit yüksekliğinin ANFIS ile adım adım hesaplanması", *Jeodezi, jeoinformasyon ve arazi yönetimi dergisi*, Cilt:1, Sayı:26, 2007
- [6] C. Başyigit, İ. Akkurt, Ş. Kılınçarslan, A.Beycioğlu, "Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zayıflatma Katsayılarının Belirlenmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı", *15. Yıl Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sayfa:50-54, 2007.