

## ÖZET

Bu çalışmada son yılların önemli ve etkin karar alma yöntemlerinden olan bulanık mantık tekniklerinden yararlanılarak tasarlanan bulanık sınıflama sisteminin, konut ve iş yeri olarak içinde yaşanan yapıların sınıflanması prosesine uygulanabilirliği araştırılmaktadır. Bulanık sistem çelik konstrüksüyon, ahşap ve betonarme olarak bilinen yapıların sadece dayanıklılık ve güvenlik kriterlerini göz önüne alarak geliştirilmiştir. Tasarlanan bulanık sınıflama yöntemi ile, yapıların deprem ve benzeri etkilere karşısındaki performansları araştırılmıştır. Bulanık yapıdaki kriterler ile oluşturulan bulanık sınıflarla, kullanıcılara doğru bir yapıyı tercih etme konusunda fikir verilebilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar bulanık tasarımın, binalardaki deprem riskini dar bir çerçevede de olsa belirleyebildiğini saptamıştır. Tasarım ile kendi içinde de tutarlı sayılabilecek sınıfların,  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  ve  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  kesim değerleriyle oluştuğu tespit edilmiştir. Birinci kesim değeri ile daha genel, ikincisi ile de daha gerçekçi sınıflamanın yapıldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık mantık, Bulanık ilişkiler, Bulanık sınıflama, Üyelik dereceleri, Bulanık kesim değeri

## SUMMARY

### CLASSIFIED OF BUILDINGS WITH FUZZY METHODS

In this study, A fuzzy classification system based on fuzzy logic technics has been developed. To classify buildings according to some realibility and durability criteria. The buildings consist of steel construction, concrete and wood. The fuzzy system analyse the performance of the buildings in question for earthquake and other natural disasters. Finally, Results show that the fuzzy design can determine the risk of earthquake damage in the buildings. On the other hand, consistent classes in the design have been observed for  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  and  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  values. While first cut value determines more general, second one determines more realistic classifying.

**Keyword :** Fuzzy logic, Fuzzy relations, Fuzzy classification, Membership functions, Fuzzy cut value.

---

\*Sakarya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü- Esentepe/ SAKARYA

## 1. GİRİŞ

Bulanık mantık (fuzzy logic), ilk olarak 1965'li yıllarda Azerbaycanlı Matematikçi A. L. ZADEH tarafından ortaya atılan çok değerlikli bir mantık üzerine kurulmuştur (Kandel,1986). İlk uygulamaları ise Mamdani ve arkadaşlarınca proses kontrol çalışmalarına uyarlanmıştır (Sugeno,1985). Bulanık mantık daha ziyade ikili mantığın eksik yönlerini gidermek iddiasıyla ortaya çıkan ve hızla gelişmekte olan bir bilim dalıdır. Klasik mantık ya hep ya hiç yaklaşımıyla çoğu kez insan düşüncesiyle örtüşmemektedir (Kosko, 1993). Günümüz teknolojisinin çoğunluğu şimdilik klasik yaklaşım üzerine kurulduğundan, insana yakın, onun gibi düşünen sistemleri gerçekleştirmek, hiçbir zaman bulanık mantıktaki kadar elverişli olamamıştır.

Temelde bir matematik bilimi olan Bulanık Teori, özünde insan düşüncesi şeklini esas almaktadır. Dilsel değişkenler ve üyelik dereceleri üzerine kurulu bulanık kümeler yardımıyla konvansiyonel kümelerin zaafı giderilebilmektedir (Bernard, 1988). Özellikle PID sistemler üzerine kurulan kontrol çalışmaları, klasik mantığı esas aldığından istenilen optimizasyonları gereğince yapamamaktadır (Nam, vd, 1994). Bu aşamada bulanık yaklaşım önemli rol oynamaktadır. Sistem **az, çok, biraz** gibi ancak insana özgü bulanık kümelerle etkin bir karar verme süreci kazanmaktadır (Hisdal, 1994).

Son yılların etkin karar alma yöntemlerinden olan bulanık mantığın geçirdiği yaklaşık 20 yıllık dönemde, kullanım alanlarının geliştiği ve çeşitlendiği görülmüştür. Birçok sorunun aşılmasına katkı sağlayan bulanık mantık bu kapsamda, sınıflama (classification) ve teşhis (recognition) problemlerinin çözümlerine de optimum yaklaşımlar kazandırabilmiştir (Zimmermann, 1991).

Verilen bilgilerin ışığında çalışmamızda sözü edilen bulanık yöntemin öncelikle bina tiplerini deprem riskine karşı sınıflayabilecek özellikte tasarlanmasının mümkün olup olmadığı üzerinde durulmuştur. Bu nedenle ele alınan bina tipleri ve özelliklerinin geniş tutulmasından ziyade yöntemin uygulanabilirliği ön planda tutulmuştur. Bu amaca uygun olarak, günlük hayatta konut ve işyeri olarak içinde yaşadığımız ve kullandığımız yapıların istenmeyen etkilere karşı kaliteleri araştırılmıştır. Söz konusu etkiler direkt, deprem olarak düşünülmemiştir. Ancak bulanık kriterler yardımıyla oluşturulan sistemin, özellikle deprem ile ilgili yapı kalitesi hakkında fikir verebilir özellikte olması, dolaylı da olsa göz önünde bulundurulmuştur. Bunun için araştırma, depreme göre ele alınacak yapılardaki kriterlerin kompleksliğinden dolayı, en genel kriterlerin bulanık düşünülmesi suretiyle minimum seviyede incelenmiştir.

## 2. BULANIK SINIFLAMA

Bulanık sınıflama genel olarak, bir toplulukta yer alan birey veya elemanlar arasındaki ilişkiyi bulanık esaslara göre bir  $\lambda$ , kesim değerine ( $\lambda_{kes}$ ) göre inceleyen ve bu değere göre aralarında ilişki saptanan elemanları guruplayan bir teknik olarak bilinmektedir. Söz konusu kesim değerine ( $\lambda_{kes}$ ) göre oluşan gruplar sınıf olarak anılmaktadır (Kenneth, 1999). Her bir sınıfın elemanları incelendiği vakit, birbirleriyle bir şekilde ilişkili oldukları görülmektedir (Ross, 1995). Bu, sınıf olma özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmada bulanık ilişki, yapılar ve özellikleri ile ilgili olarak aşağıda verilen 7 eleman arasında araştırılmıştır.

- 1- Çelik Konstrüksüyon İnşaat
- 2- Ahşap İnşaat
- 3- Betonarme İnşaat
- 4- Çok Dayanıklı
- 5- Az Dayanıklı
- 6- Çok Güvenli
- 7- Az Güvenli

Görülebileceği gibi ilk üç eleman yapı tiplerini, kriter olarak düşünülebilecek bulanık yapıdaki son dört eleman ise söz konusu yapıların bulanık özellikleri ile ilgilidir. Mevcut 7 eleman arasındaki bulanık ilişkiler matrisi, aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 1. Yapı Kriterleri Arasındaki Bulanık İlişkiler

|   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1    | 0    | 0    | 0.89 | 0    | 0.87 | 0    |
| 2 | 0    | 1    | 0    | 0.51 | 0.49 | 0.75 | 0.25 |
| 3 | 0    | 0    | 1    | 0.55 | 0.45 | 0.14 | 0.86 |
| 4 | 0.89 | 0.51 | 0.55 | 1    | 0    | 0.87 | 0.13 |
| 5 | 0    | 0.49 | 0.45 | 0    | 1    | 0.3  | 0.7  |
| 6 | 0.87 | 0.86 | 0.14 | 0.86 | 0.3  | 1    | 0    |
| 7 | 0    | 0.25 | 0.86 | 0.13 | 0.7  | 0    | 1    |

Tablodan da görülebileceği gibi, yapılar ve bulanık karakterli kriterleri arasındaki ilişkilerin dereceleri de bulanıktır. Bu dereceler, bulanık mantığın özünden kaynaklanan uzman deneyimlerine göre oluşturulmuştur. Tabloya göre oluşturulacak bulanık sınıflamalar genellikle başvuru,

$$a \leq \lambda_{kes} ; (a \neq 0)$$

koşuluna göre yapılmıştır (Demirkol, 1999). Göz önünde bulundurulacak sınıfların en az iki elemanlı ve kendi aralarında tutarlı olması kabul edilmiştir. İlk elemanın 1,2,3 değerlerinden birisi olması durumunda, sonraki elemanlar söz konusu değerleri tanımlar nitelikte olacaklardır. Eğer oluşan sınıf A ise;

A[(ilk eleman (1,2,3 = yazı tipleri), diğer elemanlar (4,5,6,7 = yapıların özelliği)]

şeklinde olacaktır.

## 1. YAPILARIN BULANIK SINIFLANDIRILMASI

Tablo 1'e göre yapılacak tutarlı sınıflamaların iki kesim değeri için oluştuğu saptanmıştır.

### 3.1. $\lambda_{kes} \geq 0.85$ İçin Sınıflama

$$\lambda_{kes} = \begin{cases} \lambda_{kes} \geq 0.85 & 1 \\ \lambda_{kes} < 0.85 & 0 \end{cases}$$

Koşullarına göre oluşturulan bulanık ilişkiler tablosu aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.

Tablo 2.  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  İçin Yapı Kriterlerinin Bulanık Sınıflandırılması

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Bu tabloya göre dört genel sınıf oluşmuştur.

Tablo 3.  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  İçin Oluşan Bulanık Sınıflar

|                           | Bulanık Sınıflar | Sınıf |
|---------------------------|------------------|-------|
| $\lambda_{kes} \geq 0.85$ | 1,4,6            | A     |
|                           | 2                | C     |
|                           | 3,7              | B     |
|                           | 5                | D     |

Oluşan C ve D sınıfları tek başlarına bir anlam göstermediklerinden elimine edilmişlerdir. Böylece aralarında tutarlı sayılabilecek sınıf sayısı ikiye inmiştir.

Tablo 4.  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  İçin Oluşan Anlamlı Sınıflar

|                           | Bulanık Sınıflar | Sınıf | Açıklama                                |
|---------------------------|------------------|-------|-----------------------------------------|
| $\lambda_{kes} \geq 0.85$ | 1,4,6            | A     | Çelik yapı = çok dayanıklı, çok güvenli |
|                           | 3,7              | B     | Betonarme = az güvenli                  |

Oluşan yeni tabloya göre A sınıfı; çelik konstrüksiyon tipinde inşaya sahiptir. Ve böyle bir yapının depreme göre **çok dayanıklı** ve **çok güvenli** olduğu belirtilmektedir.

Oluşan B sınıfı ise, betonarme tipinde bir inşaya sahip olup, depreme göre **az güvenli** niteliktedir.

Sonuçta,  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  değerine göre bulanık kriterlerle yapılan sınıflamanın kendi aralarında da tutarlı iki sınıf (A,B) oluşturduğu görülmüştür. Edinilen bilgiler, yapılacak tercihi kolaylaştıracak özelliktedir.

### 3.2. $\lambda_{kes} \geq 0.7$ İçin Sınıflama

$$\lambda_{kes} = \begin{cases} \lambda_{kes} \geq 0.7 & 1 \\ \lambda_{kes} < 0.7 & 0 \end{cases}$$

Koşullarına göre oluşturulan bulanık ilişkiler tablosu aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.

Tablo 5.  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  İçin Yapı Kriterlerinin Bulanık Sınıflandırılması

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Tablo 6.  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  İçin Oluşan Bulanık Sınıflar

|                          | Bulanık Sınıflar | Sınıf |
|--------------------------|------------------|-------|
| $\lambda_{kes} \geq 0.7$ | 1,4,6            | A     |
|                          | 2,6              | B     |
|                          | 3,7              | C     |
|                          | 5,7              | D     |
|                          | 1,2,4,6          | E     |
|                          | 3,5,7            | F     |

Tablo incelendiğinde oluşan 6 sınıfın, kendi aralarında da tutarlı olabilecek özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 7.  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  İçin Oluşan Anlamlı Sınıflar

|                          | Bulanık Sınıflar | Sınıf | Açıklama                                         |
|--------------------------|------------------|-------|--------------------------------------------------|
| $\lambda_{kes} \geq 0.7$ | 1,4,6            | A     | Çelik yapı = çok dayanıklı, çok güvenli          |
|                          | 2,6              | B     | Ahşap yapı = çok güvenli                         |
|                          | 3,7              | C     | Betonarme = az güvenli                           |
|                          | 5,7              | D     | Az dayanıklı = az güvenli                        |
|                          | 1,2,4,6          | E     | Çelik ve Ahşap yapı = çok dayanıklı, çok güvenli |
|                          | 3,5,7            | F     | Betonarme = az dayanıklı, az güvenli             |

Oluşan sınıfların;

**A Sınıfının**, Çelik konstrüksiyon tipinde, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **çok dayanıklı** ve **çok güvenli**,

**B Sınıfının**, Ahşap tipinde, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **çok güvenli**,

**C Sınıfının**, Betonarme tipinde, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **az güvenli**,

**D Sınıfının**, Çelik konstrüksiyon tipinde, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **az dayanıklı** yapının aynı zamanda **az güvenli**,

**E Sınıfının**, A sınıfına ek olarak Çelik konstrüksiyonun yanında ahşap tipinde, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **çok dayanıklı** yapının aynı zamanda **çok güvenli**,

**F Sınıfının**, D sınıfına ek olarak Betonarme tipindeki yapının, yaşam kalitesi olarak depreme karşı **az dayanıklı** ve **az güvenli**,

olarak yorumlanabilecekleri görülmektedir. Her bir sınıfın kendi içinde çelişmediği, aksine tutarlı oldukları fark edilmektedir.

#### 4. SONUÇ

Depreme karşı yaşam kalitesini belirleyebilmek amacıyla araştırmada tasarlanan bulanık sınıflama metodu için  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  ve  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  kesim değerleri anlamlı bulunmuştur. Söz konusu değerleri uygulayabilmek için üç bina tipi ve onları tanımlayabilecek dört bulanık kriter arasında bulanık ilişkiler matrisi 7x7 şeklinde oluşturulmuştur. Böyle bir bulanık ilişkiler tablosuna önce  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  değeri uygulanmış ve iki anlamlı sınıf elde edilmiştir;

Oluşan ilk sınıf, çelik konstrüksiyon tipi ile ilgilidir. Böyle bir inşaya sahip yapının deprem riskine karşı çok dayanıklı ve çok güvenli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Oluşan ikinci sınıf, betonarme tipi ile ilgilidir. Böyle bir inşaya sahip yapının deprem riskine karşı az güvenli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Sonuçta  $\lambda_{kes} \geq 0.7$  ile yapılan bulanık sınıflamada, deprem riskine karşı çelik konstrüksiyon tipin tercih edilebilir özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmaktadır.

İkinci olarak  $\lambda_{kes} \geq 0.85$  kesim değerine göre yapılan araştırmada altı bulanık sınıfın olduğu tespit edilmiştir.

Burada ilk sınıflamada elde edilen sonuçlar kuvvetle teyit edilirken, farklı olarak ahşap tipi yapıların da deprem riskine karşı çok güvenli olduğu sonucu elde edilmiştir.

İkinci sınıflama ile, deprem riskine karşı yaşam kalitesi açısından çelik konstrüksiyondan sonra, ahşap yapının tercih edilebileceği sonucuna varılmaktadır.

Çalışmanın geneline bakıldığında bir bulanık sınıflama prosesinin, deprem riskine karşı bina tiplerinin belirlenmesinde kullanılabileceği görülmüştür. Her iki şekilde gerçekleşen sınıflar, bulanık deneyimlerin ışığında öncelikle çelik konstrüksiyon sonrada ahşap tipli yapıların tercih edilmesi gerektiğini, betonarme yapıların ise riskli tercih grubunda olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Bina tipleri ile ilgili kriterlerin daha kompleks sayıda ele alınıp, aralarındaki bulanık ilişkiler tablosunun buna göre daha kapsamlı düzenlenmesi durumunda, yapılan genel değerlendirmeden öte, deprem riskine karşı daha detaylı ve sağlıklı sonuçların elde edilmesi mümkün olabilecektir.

## KAYNAKLAR

Zimmermann, H.J., (1991), Fuzzy Set Theory and Its Applications, 217-220.

- Bernard, J.A., (1988), "Use of Rule-Based Systems for Process Control", IEEE Control Systems Magazine, October, 3-13.
- Demirkol, A., (1999), "Classification Of Faults And Their Causes In Electric Motors By Using Fuzzy Classification Methods", ELECO 1999; International Conference on Electrical and Electronics Engineering, proceedings vol. Electrical, 356-361. Bursa
- Hisdal, E., (1994), "Interpretative Versus Prescriptive Fuzzy Set Theory", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, v.2, no.1, February, 22-26.
- Kandel, A., (1986), Fuzzy Mathematical Techniques with Application., 1-2.
- Kenneth H.L. Ho., (1999), Fuzzy categorisation and Classification in Pattern Recognition and Computer Vision, [http://www. Altavista. com/Fuzzy Classification](http://www.Altavista.com/Fuzzy%20Classification).
- Kosko, B., (1993), "Fuzzy Logic", Scientific American, v. 269, no.1, 62-67.
- Nam, S.K., Yoo, W.S., (1994), Fuzzy PID Control with Accelerated Reasoning for D.C. Servo Motors, Engineering Applications Artificial Intelligence, vol.7, no.5, 559-569.
- Ross, T.J., (1995), Fuzzy Logic with Engineering Applications, 371-379.
- Sugeno, M., (1985), An Introductory Survey of Fuzzy Control. February, 59-83.