

**VERİTABANLARINDA GENETİK ALGORİTMA VE BULANIK  
MANTIK TABANLI ESNEK SORGULAMA**

**Ali ŞENOL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞUSTOS 2013  
ANKARA**

Ali ŞENOL tarafından hazırlanan “VERİTABANLARINDA GENETİK ALGORİTMA VE BULANIK MANTIK TABANLI ESNEK SORGULAMA” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN .....  
Tez Danışmanı, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cevriye GENCER .....  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN .....  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL .....  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tez Savunma Tarihi: 14.08.2013

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU .....  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içerisindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ali ŞENOL

**VERİTABANLARINDA GENETİK ALGORİTMA VE BULANIK MANTIK  
TABANLI ESNEK SORGULAMA  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Ali ŞENOL**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
AĞUSTOS 2013**

**ÖZET**

Veritabanları çok büyük boyuttaki veriyi saklamada büyük öneme sahip kaynaklardır. Her yıl üretilen bilgidaki artışının katlarla ifade edildiği günümüzde veritabanlarının önemi günden güne artmaktadır. Veri saklama kadar önemli bir diğer nokta ise veritabanlarından doğru veriyi çekmektir. Bu noktada yapılan sorgular önem kazanmaktadır. Klasik SQL sorguları, sadece veritabanında arama kriterlerini birebir sağlayan kayıt olması durumunda sonuç döndürür. Ancak, kullanıcının aranan kritere yakın kayıtları da görebilmesi gerekli olduğundan, esnek SQL sorguları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yapay zeka tekniklerinden biri olan bulanık mantık, Aristo mantığının tersine, *mutlak doğru* ve *mutlak yanlış*ın yanı sıra hayatta *kısmen doğru* veya *kısmen yanlış*ın da olabileceğini ortaya koyduğu için, bu alanda öne çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında, adı geçen probleme çözüm olması açısından, bulanık mantığa ek olarak, genetik algoritma diğer bir esnek veritabanı sorgulama yaklaşımı olarak uygulanmıştır. Örnek bir emlak veritabanı üzerinde her iki yöntem ile sorgulama yapılarak sonuçlar karşılaştırılmış ve yöntemlerin etkinliğine dair değerlendirmeler sunulmuştur.

**Bilim Kodu : 902.1.011**  
**Anahtar Kelimeler : Genetik Algoritma, Bulanık Mantık, Esnek Sorgulamalar**  
**Sayfa Adedi : 102**  
**Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN**

**GENETIC ALGORITHM AND FUZZY LOGIC BASED FLEXIBLE  
QUERYING IN DATABASES**

**(M.Sc. Thesis)**

**Ali ŞENOL**

**GAZİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE  
AUGUST 2013**

**ABTRACT**

Databases are very important sources for storing huge size of data. Today, yearly produced information is expressed as multiple size of it, which produced before. Retrieving correct data is as important as storing. At this point, querying becomes more important. Classical SQL queries return a record only if the database has a record which satisfies all search criteria. However, the user mostly wants to see similar records when there is no record satisfying all search criteria. For this reason, studies are focused on flexible SQL queries. In this sense, fuzzy logic, which is an artificial intelligent technique, is becoming more important since it maintains the idea that there may be interval values between true and false, contrary to the logic of Aristotle. Genetic algorithm based database querying is another flexible querying approach to the mentioned problem. In this thesis, both approaches are applied on a sample real-estate database and the results are compared while discussing the efficiency of the two methods.

**Science Code : 902.1.011**

**Keywords : Genetic Algorithm, Fuzzy Logic, Flexible Querying**

**Page Number: 102**

**Supervisor : Assist. Prof. Dr. Hacer KARACAN**

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarını benden esirgemeyen, değerli görüşleri ile beni yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN'a Yüksek Lisans eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL'a ve manevi desteğiyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili eşim Büşra ŞENOL'a teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                           | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                                                 | iv           |
| ABSTRACT .....                                                            | vi           |
| TEŞEKKÜR.....                                                             | vii          |
| İÇİNDEKİLER .....                                                         | viii         |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                                 | xi           |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....                                                  | xii          |
| SİMGE VE KISALTMALAR .....                                                | xiv          |
| 1. GİRİŞ .....                                                            | 1            |
| 2. TANIMLAR.....                                                          | 4            |
| 2.1. Veritabanı Kavramı.....                                              | 4            |
| 2.1.1. Veritabanlarına giriş.....                                         | 4            |
| 2.1.2. Veritabanlarının genel özellikleri.....                            | 5            |
| 2.1.3. Standart SQL komutları ve genel özellikleri.....                   | 7            |
| 2.1.4. Veritabanlarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yaklaşımları ..... | 10           |
| 2.2. Genetik Algoritma .....                                              | 12           |
| 2.2.1. Genetik algoritma bileşenleri .....                                | 13           |
| 2.2.2. Genetik algoritma adımları .....                                   | 15           |
| 2.3. Bulanık Küme Teorisi ve Bulanık Mantık.....                          | 18           |
| 2.3.1. Klasik küme teorisi .....                                          | 19           |
| 2.3.2. Bulanık küme teorisi .....                                         | 20           |
| 2.3.3. Bulanık küme teorisinin özellikleri ve işlemler .....              | 21           |
| 2.3.4. Bulanık mantık ve özellikleri.....                                 | 24           |
| 2.3.5. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları.....                           | 27           |

**Sayfa**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4. Emlak Sistemleri ve Özellikleri.....                               | 29 |
| 2.4.1. Güncel emlak sistemlerinin avantajları.....                      | 29 |
| 2.4.2. Emlak sistemlerinde görülen bazı problemler .....                | 30 |
| 3. LİTERATÜR TARAMASI.....                                              | 32 |
| 4. UYGULAMALAR .....                                                    | 42 |
| 4.1. Uygulama I: Genetik Algoritma Tabanlı Esnek Sorgulama Sistemi..... | 42 |
| 4.1.1. Problemin tanımı.....                                            | 42 |
| 4.1.2. Neden genetik algoritma .....                                    | 42 |
| 4.1.3. Kullanılan araç ve teknikler .....                               | 42 |
| 4.1.4. Sistem değişkenleri .....                                        | 43 |
| 4.1.5. Genetik algoritma ile esnek emlak sorgulama sistemi.....         | 44 |
| 4.1.6. Örnek arama kriterleri ve elde edilen sonuçlar .....             | 50 |
| 4.1.7. Deneysel sonuçlar .....                                          | 65 |
| 4.1.8. Bulgular.....                                                    | 66 |
| 4.2. Uygulama II: Bulanık Mantık Tabanlı Esnek Sorgulama Sistemi .....  | 68 |
| 4.2.1. Problemin tanımı.....                                            | 68 |
| 4.2.2. Neden bulanık mantık .....                                       | 68 |
| 4.2.3. Kullanılan araç ve teknikler .....                               | 69 |
| 4.2.4. Sistem değişkenleri .....                                        | 69 |
| 4.2.5. Bulanıklaştırılan alanlar ve dilsel ifadeleri .....              | 70 |
| 4.2.6. Veritabanı kayıtlarının uygunluk değerlerinin hesaplanması ..... | 80 |
| 4.2.7. Bulanık mantık tabanlı esnek emlak sorgulama sistemi .....       | 80 |
| 4.2.8. Örnek arama kriterleri ve elde edilen sonuçlar .....             | 85 |
| 4.2.9. Bulgular.....                                                    | 93 |
| 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME .....                                         | 95 |

**Sayfa**

|                 |     |
|-----------------|-----|
| KAYNAKLAR ..... | 98  |
| ÖZGEÇMİŞ .....  | 102 |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                       | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Ders tablosu ve örnek kayıtlar .....                                                             | 5     |
| Çizelge 2.2. Bölüm tablosu ve örnek kayıtlar.....                                                             | 5     |
| Çizelge 2.3. Boy için dilsel değişkenlerin sayısal karşılıkları .....                                         | 26    |
| Çizelge 3.1. Sorgu sonucu (boyu “Uzun” olan çalışanlar) .....                                                 | 35    |
| Çizelge 3.2. FSQL’de bulanık operatörler .....                                                                | 39    |
| Çizelge 3.3. FSQL’de bulanık sabitler .....                                                                   | 40    |
| Çizelge 4.1. Örnek arama kriterleri 1 .....                                                                   | 50    |
| Çizelge 4.2. Örnek arama kriterleri 2 .....                                                                   | 54    |
| Çizelge 4.3. Örnek arama kriterleri 3 .....                                                                   | 58    |
| Çizelge 4.4. Örnek arama kriterleri 4 .....                                                                   | 62    |
| Çizelge 4.5. Fiyat bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları .....                            | 70    |
| Çizelge 4.6. Alan bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları .....                             | 72    |
| Çizelge 4.7. Metroya uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları .....                  | 73    |
| Çizelge 4.8. Hastaneye uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları .....                | 75    |
| Çizelge 4.9. Okula uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları ..                       | 76    |
| Çizelge 4.10. Alışveriş merkezine uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları.....      | 77    |
| Çizelge 4.11. Toplu taşıma araçlarına uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları ..... | 79    |
| Çizelge 4.12. Örnek arama kriterleri 5 .....                                                                  | 85    |
| Çizelge 4.13. Örnek arama kriterleri 6 .....                                                                  | 89    |
| Çizelge 4.14. Örnek arama kriterleri 7 .....                                                                  | 92    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                                                                        | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Gen kodlama çeşitleri .....                                                                                       | 13    |
| Şekil 2.2. Genetik algoritma akış şeması .....                                                                               | 16    |
| Şekil 2.3. E evrensel kümesi içerisinde A kümesinin gösterimi .....                                                          | 19    |
| Şekil 2.4. A değerinin klasik ve bulanık küme teorilerinde karşılıkları .....                                                | 21    |
| Şekil 2.5. Bulanık A ve B kümelerinin birleşimi .....                                                                        | 22    |
| Şekil 2.6. Bulanık A ve B kümelerinin kesişimi .....                                                                         | 22    |
| Şekil 2.7. Bulanık A kümesinin tümleyeni .....                                                                               | 23    |
| Şekil 2.8. Bulanık sistemlerin işleyişi .....                                                                                | 25    |
| Şekil 2.9. Boy değişkeni için dilsel değişkenlerin sayı aralıkları .....                                                     | 26    |
| Şekil 2.10. Üçgen üyelik fonksiyonu .....                                                                                    | 28    |
| Şekil 2.11. İkiz kenar üyelik fonksiyonu .....                                                                               | 28    |
| Şekil 2.12. Gauss üyelik fonksiyonu .....                                                                                    | 29    |
| Şekil 3.1. “Uzun” bulanık kümesi için tanım .....                                                                            | 35    |
| Şekil 3.2. BSorguWin aracı akış diyagramı .....                                                                              | 36    |
| Şekil 3.3. PFSQL sisteminin mimarisi .....                                                                                   | 37    |
| Şekil 3.4. OMRON bulanık veritabanı mimarisi .....                                                                           | 38    |
| Şekil 4.1. Geliştirilen sistemin arama ara yüzü .....                                                                        | 45    |
| Şekil 4.2. Sistemdeki genlerin yapısı .....                                                                                  | 46    |
| Şekil 4.3. Sistemde kullanılan kromozomların yapısı .....                                                                    | 46    |
| Şekil 4.4. Sistemin akış diyagramı .....                                                                                     | 49    |
| Şekil 4.5. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar ..... | 51    |
| Şekil 4.6. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....  | 52    |
| Şekil 4.7. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....  | 53    |
| Şekil 4.8. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar ..... | 55    |
| Şekil 4.9. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....  | 56    |

| <b>Şekil</b>                                                                                                                                | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 4.10. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....                | 57           |
| Şekil 4.11. Çizelge 4.3’te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....               | 59           |
| Şekil 4.12. Çizelge 4.3’te belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....                | 60           |
| Şekil 4.13. Çizelge 4.3’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....                | 61           |
| Şekil 4.14. Çizelge 4.4’te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....               | 63           |
| Şekil 4.15. Çizelge 4.4’te belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....                | 64           |
| Şekil 4.16. Çizelge 4.4’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....                | 65           |
| Şekil 4.17. <i>Fiyat bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                                       | 71           |
| Şekil 4.18. <i>Alan bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                                        | 72           |
| Şekil 4.19. <i>Metroya uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                             | 74           |
| Şekil 4.20. <i>Hastaneye uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                           | 75           |
| Şekil 4.21. <i>Okula uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                               | 76           |
| Şekil 4.22. <i>Alışveriş merkezine uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .....                                                 | 78           |
| Şekil 4.23. <i>Toplu taşıma araçlarına uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu</i> .                                                 | 79           |
| Şekil 4.24. Geliştirilen sistemin akış diyagramı .....                                                                                      | 82           |
| Şekil 4.25. Geliştirilen sistemin arama arayüzü .....                                                                                       | 84           |
| Şekil 4.26. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....              | 86           |
| Şekil 4.27. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....               | 87           |
| Şekil 4.28. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....               | 88           |
| Şekil 4.29. Çizelge 4.13’te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....              | 90           |
| Şekil 4.30. Çizelge 4.13’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar .....               | 91           |
| Şekil 4.31. Çizelge 4.14’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ve iki kriter ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar ..... | 93           |

## SİMGE VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| <b>Simgeler</b>    | <b>Açıklama</b>                                |
|--------------------|------------------------------------------------|
| A, B, C, D         | Bulanık Kümeler                                |
| E                  | Evrensel Küme                                  |
| $\in$              | Elemanıdır                                     |
| $\notin$           | Elemanı değildir                               |
| $\vee$             | Birleşim                                       |
| $\wedge$           | Kesişim                                        |
| $\emptyset$        | Boş Küme                                       |
| $\mu$              | Üyelik Derecesi                                |
| $\mu_A(x)$         | x'in A Bulanık Kümesindeki Üyelik Derecesi     |
| '                  | Değil İşareti                                  |
| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklama</b>                                |
| <b>CASE</b>        | ComputerAided Software Engineering             |
| <b>ED</b>          | Eşleşme Derecesi                               |
| <b>ER</b>          | Entity-Relationship                            |
| <b>FRDB</b>        | Fuzzy Relational Database                      |
| <b>FSQL</b>        | Fuzzy Structural Query Language                |
| <b>GEFRED</b>      | Generalised Model of Fuzzy Relational Database |
| <b>JDBC</b>        | Java DataBase Connectivity                     |
| <b>NP-Zor</b>      | NP-Hard                                        |
| <b>PFSQL</b>       | Fuzzy SQL Language with Priority               |
| <b>SQL</b>         | Structural Query Language                      |

**Kısaltmalar****Açıklama****SQL<sup>f</sup>**

SQL Fuzzy

**SSQL**

Summary SQL

**TUO**

Toplam Uygunluk Oranı

**VTYS**

Veritabanı Yönetim Sistemleri

## 1. GİRİŞ

Günümüzde üretilen bilgi günden güne artmakta ve her sene üretilen bilgideki artış katlarla ifade edilmektedir. Üretilen bu bilginin tutulduğu kaynaklar ve işlenme şekilleri de bu paralelde önem kazanmaktadır. Çünkü çok büyük boyuttaki veri içerisinde en doğru bilgiye ulaşmak kolay bir işlem değildir.

Günümüzde, verilerin çok büyük kısmı veritabanlarında tutulmaktadır. Veritabanları veri saklama konusunda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Veritabanları sayesinde yeryüzündeki her türlü bilgi, veri veya kaynak bilgisayar ortamına aktarılabilmekte ve işlenebilmektedir. Verilerin bilgisayara aktarılması sayesinde değerli bilgiye ulaşmak daha kolay bir hal almaktadır.

Veritabanları sayesinde depolanan veriler istenilen zamanda değerli bilgiye dönüştürülebilmektedir. Çünkü veritabanları çok büyük boyuttaki verileri bile çok hızlı ve verimli bir şekilde işleyebilmektedir. Şüphesiz veritabanı verimliliği, kullanım şekli ve kullanılan araçlara bağlıdır. Hangi verilerin ne şekilde veritabanında tutulduğu ve ne şekilde çekilip işlendiği verimini etkileyen faktörlerdir.

Veritabanlarında tutulan verileri çekmekte yapısal sorgulama dili olarak nitelendirilen SQL (Structural Query Language) sorguları kullanılmaktadır. SQL sorguları veritabanında aranan bilgiye ulaşmakta büyük kolaylık sağlamaktadır. Ancak, SQL sorguları bazı noktalarda tek başına ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Bunların başında aranan kriterleri sağlayan bir kaydın bulunmaması durumu gelir. Örneğin elimizdeki öğrenci veritabanından başarılı öğrencileri çekmek istediğimizi düşünelim. Başarı kriterimiz de “not ortalamasının 60 ve üstü ve devamsızlığın 10 saatten az olması” ise SQL sorgusu 59,5 ortalamaya ve 0 devamsızlığa veya 100 not ortalamasına ve 11 saat devamsızlığa sahip kayıtları göz ardı edecektir. Yani kısacası SQL sorguları mutlak, bir kayıt ya kriterleri sağlıyor ya da sağlamıyor. Yani sonuç ya doğrudur ya da yanlıştır. Bu durum çoğu zaman ihtiyaçları karşılamamaktadır. Bunu aşmak adına genelde sayısal değerler için aralık belirleme

yoluna gidilir. Ancak bu durumda da çok büyük veri tutan sistemlerde belirlenen aralıkta binlerce kayıt olabilir. Kullanıcının bütün bu kayıtları incelemesi zaman kaybına yol açacaktır. Belirlenen aralıkta az sayıda kayıt olması durumunda bile sorun yine de tam çözülebilmüş sayılmayacaktır. Çünkü çekilen kayıtlar arasında bir sıralama yapılmaması da bir sorundur.

Bu soruna çözüm üretmek adına çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bunların başında esnek sorgular gelmektedir. Esnek sorgu çalışmaları veritabanı üzerinde yapılan SQL sorgularını mutlak olmaktan çıkarıp bulanıklaştırmayı amaçlayan çalışmalardır. Bu tür çalışmalar “Bulanık Mantık” ve “Bulanık Küme Teorisi” temeline dayanan çalışmalardır.

Bulanık küme teorisi, Aristo mantığının tersine dünyada sadece doğru ve yanlış olmadığını, kısmen doğru veya kısmen yanlış da olabileceğini savunan bir yaklaşımdır. Yani bir önerme tamamen doğru veya tamamen yanlış olabileceği gibi kısmen doğru veya kısmen yanlış da olabilir. Bulanık küme teorisine göre, doğruyu 1 ve yanlış 0 olarak kabul edersek, bulanık bir önerme 0,3 oranında doğru veya 0,7 oranında yanlış da olabilir.

Bulanık mantığın getirdiği bu esnek anlayış, esnek sorgular üzerine yapılan çalışmaların da temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmalar sorguları tam değerlerle belirlemek yerine değer aralıklarında bulanıklaştırmayı amaçlamaktadır. Bu sayede kullanıcının arama kriterlerine yakın değerler de sunulabilmektedir.

Büyük veritabanlarında doğru veriye ulaşmak adına önerilen bir diğer yaklaşım ise genetik algoritma tabanlı veri çıkarımıdır. Genetik algoritma NP-Zor problemlere çözüm üretmek adına geliştirilmiş güçlü bir algoritmadır. Çok büyük ve karmaşık problemlere çözüm üretilemediği durumlarda genetik algoritma makul çözümler üretmek adına çok iyi bir alternatiftir.

Genetik algoritma canlı organizmaların özelliklerinin yeni nesillere aktarmasını modelleyen, içerisinde barındırdığı “yeniden üretim”, çaprazlama ve mutasyon gibi

özelliklerle en iyiyi olmasa bile en iyiye yakın bir sonuç üretebilir. Genetik algoritmanın en büyük özelliklerinden biri rastgele bir çözüm ürettikten sonra bu çözüm üzerinden daha iyiyi bulma oluna gitmesidir.

Genetik algoritma ile veritabanı sorgulama yaklaşımında veritabanından çekilen belli kayıtları arama kriterlerine göre puanladıktan sonra genetik algoritma özelliklerini kullanarak bu kayıtlar içinden en iyiyi kullanıcıya sunma temeline dayanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, kullanıcıdan aldığı arama kriterlerine göre bir emlak veritabanındaki kayıtlar üzerinden en doğru sonuçları kullanıcıya sunmak üzere bulanık mantık ve genetik algoritma tabanlı iki sistem geliştirilmiştir. Bu iki sisteme farklı kriterler içeren sorgular gönderilerek elde edilen sonuçlar üzerinden iki sistemin başarıları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın sonraki bölümünde bu alanda yapılan çalışmalar üzerinde, bir sonraki bölümünde veritabanı kavramı ve özellikleri üzerinde, bir sonraki bölümünde ise güncel emlak sistemleri, özellikleri ve karşılaşılan sorunlar üzerinde durulacaktır. Daha sonra genetik algoritma ve bulanık mantık kavramları üzerinde durulduktan sonra her iki yaklaşımı karşılaştırmak adına geliştirilen sistemler örnek sorgular üzerinden test edilerek başarıları karşılaştırılacaktır.

## **2. TANIMLAR**

### **2.1. Veritabanı Kavramı**

#### **2.1.1. Veritabanlarına giriş**

Veritabanları çok büyük boyuttaki veriyi saklayabilen ve gerektiğinde bunu kullanıcının hizmetine sunabilen veri depolama kaynaklarıdır [1]. Bu kaynaklar çeşitli yazılımlar aracılığıyla yönetilirler. Yeryüzünde üretilen veri ve bilginin çok büyük bir kısmı veritabanlarında tutulur. Bu nedenle veritabanlarını daha etkin kullanma üzerine yapılan çalışmalar günden güne artmaktadır.

Veritabanları, Veritabanı Yönetim Sistemleri denilen yazılımlar aracılığıyla yönetilirler. Bu yazılımların bazıları açık kaynak kodlu ve ücretsiz iken bazıları çok büyük meblağlara satılmaktadır. Şüphesiz bu yazılımların farklı farklı özellikleri ve veri depolama kapasiteleri vardır. Bunların başında Oracle, MS SQL Server ve MySQL gelmektedir [2].

Veritabanlarını daha etkin kullanmak adına çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunların başında İlişkisel Veritabanı denilen yöntem gelmektedir. Bu yöntem veritabanında tutulan veriler arasında ilişkiler kurarak daha etkin kullanımı amaçlamaktadır. Bu yöntem ile daha hızlı veritabanı performansı elde edilmektedir [3].

Veritabanı kullanımında en önemli etkenlerden biri de çoğu zaman çok büyük boyutta veri tutan veritabanlarından doğru veriyi çekme işlemidir. Veritabanlarından veri çekme işlemi yapısal veri sorgulama dili olan SQL komutları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir [4]. SQL komutları veritabanında sorgulamalar yaparken kullanıcının belirlediği kriterlere göre arama yapar ve sonuç döndürür.

### 2.1.2. Veritabanlarının genel özellikleri

#### Veritabanlarında Tablo Kavramı

Bir veritabanı bir veya birden fazla TABLO adı verilen mantıksal olarak ilişkilendirilmiş kayıt alanlarından oluşur. Her bir tablo çeşitli sayıda satır ve sütundan oluşur [4]. Her satır bir kaydı ifade ederken her sütun tutulan her bir kaydın bir özelliğini tutmaktadır. Çizelge 2.1’de örnek bir tablo alanları ve tutulan veriler sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Ders tablosu ve örnek kayıtlar

| id | blm_id | Ders_Kodu | Dersin_Adı                    | Ogretim_Uyesi               | Kredisi |
|----|--------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|---------|
| 1  | 33     | 501       | Etkileşimli Sistem Tasarımı   | Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN | 4       |
| 2  | 33     | 502       | Mobil ve Kablosuz Ağlar       | Doç. Dr. Suat ÖZEDMİR       | 2       |
| 3  | 33     | 503       | Makine Öğrenmesi              | Öğr. Gör. Oktay YILDIZ      | 3       |
| 4  | 33     | 504       | Zeki Optimizasyon Teknikleri  | Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL    | 1       |
| 5  | 33     | 505       | Bilgi ve Bilgisayar Güvenliği | Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu   | 3       |

Çizelge 2.2. Bölüm tablosu ve örnek kayıtlar

| id | Bolum_Adı                      |
|----|--------------------------------|
| 33 | Bilgisayar Mühendisliği Bölümü |
| 34 | Elektrik-Elektronik Bölümü     |

Burada her bir satır veritabanında tutulan bir kaydı ifade ederken, *id*, *bm\_id*, *Dersin\_Kodu*, *Dersin\_Adı*, *Ogretim\_Uyesi* ve *Kredisi* sütunlarının her biri bir kaydın özelliklerini tutmaktadır. *id* değişkeni her bir kaydı diğer bütün kayıtlardan ayıran birincil anahtardır.

Veritabanına yeni bir kayıt eklemek, var olan bir kaydı düzeltmek veya silmek ya da var olan bir kaydı çekmek için SQL komutları kullanılmaktadır. Şimdi en çok kullanılan SQL komutları ve özellikleri üzerinde duralım.

### Veritabanlarında Alan Kavramı

Veritabanında tutulan kayıtlar her birine alan adı verilen ve özelliklerine göre ayrılmış alanlarda tutulur. Örneğin bir önceki örnekte belirtilen *id*, *bm\_id*, *Dersin\_Kodu*, *Dersin\_Adi*, *Ogretim\_Uyesi* ve *Kredisi* alanlarının her biri tablonun bir alanını ifade ederken her bir alanın özelliklerinin farklı olduğu unutulmamalıdır. *id*, *blm\_id*, *Dersin\_Kodu*, ve *Kredisi* alanları sayısal değerleri tutarken *Dersin\_Adi* ve *Ogretim\_Uyesi* alanları string alanlarını tutmaktadır.

### Veritabanlarında Anahtar Kavramı

Veritabanında kayıtlar tutulurken her bir kaydı diğerlerinden ayırmaya yarayan ve *birincil anahtar* olarak tanımlanan eşsiz tanımlayıcılar kullanılır. Bu anahtarlar o kaydın işaretçileri gibi düşünülebilir, onu diğer kayıtlardan ayırmaya yarar.

*Ders* tablosunda kullanılan *blm\_id* ise ikincil anahtar olarak tanımlanır ve her bir kaydın hangi tablonun hangi kaydına bağlı olduğunu belirtmeye yarar. Bu anahtar, bulunduğu kaydın bölümler tablosundaki bölümlerden hangisine bağlı bir ders olduğunu belirtmeye yarar.

### Veritabanlarında Alan Türleri

Veritabanlarında farklı özellikleri tutmak üzere farklı alan türleri bulunmaktadır. Veritabanlarında tam sayı değerlerini tutmak için INT, ondalık sayıları tutmak için FLOAT, karakterler tutmak için CHAR ve metinleri tutmak için TEXT olmak üzere pek çok veri türü bulunur. Bu türlerin her birinin özellikleri farklıdır. *Ders* tablosunda *id*, *blm\_id*, *Ders\_Kodu* ve *Kredisi* alanları INT türünde iken *Dersin\_Adive Ogretim\_Uyesi* alanları ise VARCHAR türündedir. Burada *Dersin\_Adive Ogretim\_Uyesi* alanlarının TEXT türünde olmasının da bir sakıncası olmayacaktı.

### İlişkisel Veritabanları

İlişkisel veritabanları veritabanlarını daha etkin kullanmak amacıyla geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Buna göre veritabanında bulunan tablolar arasındaki ilişkiler ve bağlantılar gerçek hayata göre yapılarak daha verimli kullanım amaçlanmaktadır. *Ders* tablosundaki *blm\_id* alanı *Ders* ve *Bolum* tabloları arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir.

### Veritabanı Yönetim Sistemi Yazılımları (VTYS)

Veritabanları veriyi bilgisayarın hafızasında belli kurallara göre depolayan ve bu kayıtları gerektiğinde kullanıcıya sunan Veritabanı Yönetim Sistemi Yazılımı (VTYS) olarak tanımlanan yazılımlar tarafından yönetilirler. Piyasada farklı özelliklere ve farklı kapasitelere sahip VTYS yazılımları bulunmaktadır. Bunların başında Oracle, MySQL, MS SQL ve Access gelmektedir.

#### **2.1.3. Standart SQL komutları ve genel özellikleri**

SQL komutları veritabanından veri çekmek ve işlemek üzere geliştirilmiş yapısal bir sorgulama dilidir. Bu dil ile bir veritabanı ve bu veritabanına ait tablolar, tablolara ait alanlar oluşturulabilir. Tablolar arası ilişkiler tanımlanabilir ve her bir tabloya

istenilen miktarda veri eklenebilmektedir. Ayrıca var olan veriler üzerinde değişiklik yapılabilir veya herhangi bir kayıt veritabanından silinebilir. Bütün bu işlemler ve daha fazlası SQL komutları ile gerçekleştirilebilmektedir [5].

SQL ile veritabanı işlemleri belli kurallar ve rezerve kelimelerle gerçekleştirilmektedir. SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, CREATE ve DROP gibi veritabanı üzerinde işlem yapmaya yarayan kelimelerin yanında FROM, WHERE, HAVING, ASC, DESC, AVG, ORDER BY, AND, OR, MAX ve MIN gibi yardımcı rezerve kelimeler de mevcuttur. Bu kelimeleri ve yaptıkları işlemleri kısaca inceleyelim [6, 7].

*SELECT Komutu:* Veritabanındaki veriler arasından istenilen kriterlere uygun olan kayıt veya kayıtları çekme (retrieve) işlemini gerçekleştirmektedir. Standart kullanımı şu şekildedir:

```
SELECT [tablonun_istenen_alanları]
FROM [tablo_adı]
WHERE [koşul]
```

Yukarıdaki DERS tablosu üzerinde bu komutun nasıl kullanılacağını örneklendirelim. DERS tablosundan kredisi 3 olan kayıtların kodunu çekmek istediğimizi düşünelim. Bu durumda yazılması gereken SQL komutu şu şekilde olacaktır.

```
SELECT Ders_Kodu
FROM Ders
WHERE Kredisi=3
```

*INSERT Komutu:* Belirtilen tabloya yeni veri eklemek için kullanılır. Standart kullanımı şu şekildedir.

```
INSERT INTO [tablo_adı] ([tablo_alanları]) VALUES ([girilecek_değerler])
```

Ders tablosuna 506 ders kodlu, Örüntü Tanıma isimli, H. Şakir Bilge tarafından verilen ve 3 kredili yeni bir kayıt eklemek istediğimizde yazacağımız SQL komutu şu şekilde olacaktır.

**INSERT INTO** Ders ([Ders\_Kodu, Ders\_Adi, Ogretim\_Uyesi, Kredisi]) **VALUES** (506,"Örüntü Tanıma","H. Şakir Bilge",3)

*UPDATE Komutu:* Veritabanında var olan bir kayıt üzerinde güncelleme yapılmak istendiğinde kullanılır. Standart kullanımı şu şekildedir.

**UPDATE** [tablo\_adı] **SET** [tablo\_alanı]=[girilecek\_değer] **WHERE** [koşul]

Ders tablosunda kredisi 1 olan kayıtların kredi değerini 3 yapmak istediğimizde yazacağımız SQL komutu aşağıdaki gibi olacaktır.

**UPDATE** Ders **SET** Kredisi=3 **WHERE** Kredisi=1

*DELETE Komutu:* Veritabanında var olan kayıtlardan biri veya birileri silinmek istendiğinde bu komut kullanılır. Standart kullanımı ve Ders tablosundan 4 kredili dersleri silen SQL komutu şu şekildedir.

**DELETE FROM** [tablo\_adı] **WHERE** [koşul]  
**DELETE FROM** Ders **WHERE** Kredisi=4

*CREATE Komutu:* Yeni bir veritabanı veya yeni bir tablo oluşturulmak istendiğinde kullanılır. Ders tablosunu oluşturan SQL komutu şu şekildedir.

**CREATE TABLE** Ders (  
 id INT AUTO\_INCREMENT PRIMARY KEY,  
 Ders\_Kodu VARCHAR( 20 ),  
 Ders\_Adi VARCHAR( 50 ),  
 Ogretim\_Uyesi VARCHAR( 50 ),  
 Kredisi INT  
 )

Burada geçen PRIMARY KEY oluşturulan alanın birincil anahtar olduğunu ve AUTO\_INCREMENT kelimesi ise her kayıt eklemeye eklenen kayda birincil anahtar olarak otomatik değer verileceğini ifade etmektedir. VARCHAR ve INT rezerve kelimeleri ise oluşturulan alanın ne tür veri tutacağını belirtmektedir. VARCHAR için verilen 20 ve 50 değerleri maksimum kaç karakter uzunluğunda değer girilebileceğini belirtmektedir.

*DROP Komutu:* Veritabanında bulunan tablolardan herhangi biri içindeki verilerle beraber silinmek istendiğinde bu komut kullanılır. Ders tablosunu silmek istediğimizde yazacağımız SQL komutu şu şekilde olacaktır.

**DROP TABLE** [tablo adı];

Yukarıda en çok kullanılan SQL komutları üzerinde durulmuş ve bunların nasıl çalıştıkları açıklanmaya çalışılmıştır. Elbette ki bu komutların dışında da kullanılan SQL komutları vardır. Ancak amacımız bu komutların yetersiz kaldığı durumlara işaret etmek ve bu yetersizlikleri giderecek yaklaşımlar üzerinde durmaktır. Bu nedenle SQL komutlarının yetersiz kaldığı durumlar ve çözüm yaklaşımlarından bahsetmek gerekmektedir.

#### **2.1.4. Veritabanlarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yaklaşımları**

SQL komutları çok büyük boyuttaki veritabanlarından bile çok kısa sürede veri çekebilmektedir. Ancak SQL komutları sorgulamalar yaparken klasik mantığa göre veri çekmektedir. Yani kullanıcının oluşturduğu sorgunun kesin değerlerle belirtilmesi gerekmektedir. Çünkü SQL komutları belirsiz ifadeleri işleyemez. Bu nedenle oluşturulan komutların kesin değerlerle sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Genelde, kesin sınırları belirleme zorunluluğuna bir çözüm olarak aralık belirleme yoluna gidilir. Örneğin elimizde bir emlak veritabanı olduğunu ve kiralık daire aradığımızı düşünelim. Kullanıcı kiralamak istediği dairenin özelliklerini tam

değerlerle belirterek girdiği zaman veritabanında tam uyan bir kayıt varsa sonuç döndürür. Tüm kriterleri sağlayan bir kayıt yoksa boş sonuç döndürecektir. Kullanıcı kriterlerine çok yakın bir kayıt olsa bile ihmal edecektir. Kullanıcının girdiği dairenin alanı kriteri  $120 \text{ m}^2$  ise ve veritabanında böyle bir kayıt yoksa  $121 \text{ m}^2$ 'lik bir kaydı yok sayacaktır. Ancak genelde, kullanıcı için  $1 \text{ m}^2$  önemli bir fark değildir.

Bu sorunu çözmek adına genelde aralık belirleme yoluna gidilir. Kullanıcı aralık belirlerken de makul aralığı belirlemede sorun yaşayabilir. Ayrıca dönen sonuçlar arasında bir derecelendirme yapılmadığından, fazla sonuç döndürüldüğünde kullanıcı bu sonuçlar içerisinde kaybolabilir veya çok zaman kaybedebilir. Kullanıcının girdiği aralıkta binlerce kayıt varsa kullanıcının bütün kayıtları incelemesi beklenemez.

Bu soruna çözüm olarak sunulan yaklaşımların başında esnek sorgular gelmektedir. Bu anlamda çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Esnek SQL sorguları ve esnek veritabanları bu anlamda geliştirilen modellerdir. Bu doğrultuda çalışmalar iki temel noktaya odaklanmaktadır. Bunlardan birincisi klasik veritabanı sistemlerinde bulanık küme teorisi, bulanık mantık ve olasılık tabanlı esnek sorgular yapabilen arayüzler geliştirmek; ikincisi ise bulanık mantık ve olasılık tabanlı bulanık veritabanları geliştirmektedir.

Bulanık küme teorisi, bulanık mantık ve olasılık tabanlı esnek sorgular elde etme amacıyla klasik SQL sorgularına ek prototip diller geliştirildiği gibi SQL dilinin farklılaştırılması sonucu geliştirilen diller de mevcuttur. Bu dillerin başında FSQL dili gelmektedir. FSQL dili, SQL'in SELECT, INSERT, DELETE ve UPDATE komutlarının bulanıklaştırılmasına imkân sağlamıştır. Klasik veritabanı üzerine gerçekleştirilen sorgulama işleminde veritabanından çekilen kayıtlar belirlenen bir eşik değerden fazla ise kullanıcıya sunulur [8].

Bulanık veritabanları oluşturma üzerine yapılan çalışmaların odaklandığı temel nokta ise klasik veritabanlarının istenilen bölümlerini bulanıklaştırarak söz konusu verileri bulanık bir veritabanında tutmak ve sorguları bu veritabanı üzerinde gerçekleştirmektir.

Bulanık mantık ve ilişkisel veritabanlarının birleştirilmesine imkan veren GEFRED Modeli (Generalized Model of FuzzyRelational Databases) daha sonra yapılacak olan pek çok çalışmanın da temelini oluşturmaktadır. Bulanık-ilişkisel veritabanları ile ilgili ilk çalışmalar 1980'lerin başında yapılmıştır. Daha sonra bu alanda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bulanık veritabanları, veritabanları üzerinde esnek sorgular yapma ve esnek sorgu tabanlı uygulama geliştirme üzerine pek çok çalışmanın yapılmasına olanak sağlamıştır [9-15].

Bulanık mantık gerçek hayatı modelleyen bir mantık olduğundan adı geçen probleme çözüm anlamında çok önemli bir yaklaşımdır. Çünkü bulanık mantık ile veritabanındaki veriler kriterlere uygunluk açısından derecelendirilebilmektedir.

## **2.2. Genetik Algoritma**

Genetik algoritma karar değişkeninin çok sayıda olması veya üzerinde çalışılan verinin çok büyük boyutta olması halinde istenen derecede iyi bir sonucu bulmak adına geliştirilmiş sezgisel bir algoritmadır [14]. İlk defa John Holland tarafından önerilmiş ve başarılı bir şekilde farklı uygulamalarda kullanılmıştır. Genetik algoritmayı diğer optimizasyon algoritmalarından farklı kılan rastgele bir başlangıç çözümü oluşturduktan sonra bu çözüm üzerinden evrimsel yöntemlerle istenen seviyede iyi bir sonuca ulaşmasıdır [15].

Genetik algoritma, diğer sezgisel yöntemlerle problemi tanımlama açısından da farklılık göstermektedir. Genetik algoritmada çok sayıda birey oluşturularak probleme en iyi sonucu oluşturan bireyin daha iyi olması için çok sayıda operatör kullanılır. Genetik algoritma en iyi çözümü bulacağını garanti etmemekle beraber en iyiye yakın makul seviyede bir çözüm üretebilmektedir [16].

Genetik algoritmanın uygulamalarda kullandığı yöntemler ve özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [17]:

- Her bir bireyi çözümün tamamını ifade eder. 100 ile 300 arasında bireyden oluşan popülasyona sahiptir.
- Popülasyondaki tüm bireylere ait özellikler üzerinde seçme, çaprazlama, mutasyon gibi operatörleri kullanarak yeni popülasyon oluşturur.
- Her yeni popülasyona mevcut popülasyondan belirli sayıdaki en iyi elit bireyi doğrudan aktarır.

Genetik algoritma operatörleri, mevcut popülasyondan yeni bir popülasyon oluşturan “yeniden üretim”, belirli yöntemlere göre seçilen iki birey arasında yapılan gen değişimi olarak ifade edilen “çaprazlama” ve lokal çözümden kaçınmak için rastgele gen değişikliği yaratan “mutasyon”dur [16]. Oluşan her yeni popülasyon bir öncekinden daha iyi birer çözüm olmaya adaydır. Popülasyondaki her bir bireyin yeni popülasyona aktarılma şansını çözüme uygunluk derecesi belirlemektedir. Çözüme uygunluk derecesi yüksek olanın sonraki popülasyonlara aktarılma olasılığı da yüksek olmaktadır. Genetik algoritma sonuç olarak bir kromozomu çözüm olarak önerir [18].

### 2.2.1. Genetik algoritma bileşenleri

#### Gen

Gen, problemin tanımına bağlı olarak çözüm üretmek için kullanılan problem parçası olarak tanımlanabilir. Genler genel olarak sayıya değerlerdir. İki şekilde tanımlanabilir. İkili değerler şeklinde tanımlanabileceği gibi reel değerler olarak da kodlanabilir. Belli sayıda gen birleştirildiğinde bir bireyi oluşturur.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|

(a)

|    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 21 | 7 | 13 | 2 |
|----|---|----|---|

(b)

Şekil 2.1. Gen kodlama çeşitleri

a) İkili kodlama

b) Reel sayı kodlaması

### Birey (Kromozom)

Belli sayıdaki genlerin birleşmesiyle oluşan ve çözüm olmaya aday gen topluluklarına denilir. Belli sayıda bireyin birleşmesiyle popülasyon oluşur. Yeni nesiller ise bireyler arasındaki gen değişimi ile oluşturulur. Hangi bireylerin seçileceği ve hangi genlerin değişeceği probleme bağlı olarak değiştirilebilir. Şüphesiz bu değişiklikler genetik algoritmanın hem performansını hem de başarısını etkileyen faktörlerdir.

### Elitizm

Elitizm popülasyondaki iyi durumdaki bireyleri kaybetmemek adına belli sayıdaki iyi bireylerin yeni nesle aktarılması işlemidir. Popülasyondaki elit bireylerin korunması her yeni neslin bir öncekinden daha iyi olmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Elit birey sayısının az olması yeni nesildeki başarı oranının daha az olmasına, çok olması ise her yeni neslin bir öncekine göre daha yavaş iyileşmesi demektir.

### Mutasyon

Mutasyon genetik algoritmayı diğer sezgisel algoritmalarından ayıran önemli bir faktördür. Mutasyon, genetik algoritmanın yerel minimuma takılmasını önleyen bir faktördür. Buna göre yeni nesiller oluşturulurken belli oranda gen mutasyona uğratarak daha iyi çözümler varsa bulunmaya çalışılır. Mutasyonun çok düşük olması yerel minimuma takılmaya, çok yüksek olduğunda ise başarı oranının çok yavaş yükselmesine veya yükselmemesine neden olabilir. Genelde mutasyon oranı 0,001 ile 0,01 arasında bir değer olarak belirlenir.

### Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonu her bir bireyi çözüm açısından derecelendiren fonksiyondur. Uygunluk değeri olarak adlandırılan bu oran bireyin ne oranda çözüm olduğunu belirtir. Yani bireyin çözüm üzerinden başarısını değerlendiren fonksiyondur.

Uygunluk fonksiyonu problemin yapısına tanımına göre değişiklik gösterir. Her problemin kendine özgü bir uygunluk fonksiyonu vardır.

### Çaprazlama Teknikleri

Mevcut nesildeki iki birey seçildikten sonra bu iki bireyin genlerinin belli oranda yer değiştirmesiyle iki yeni bireyin oluşturulması işlemidir. Çaprazlama üreme olarak da ifade edilebilir.

Bu işlem şu şekilde yapılır:

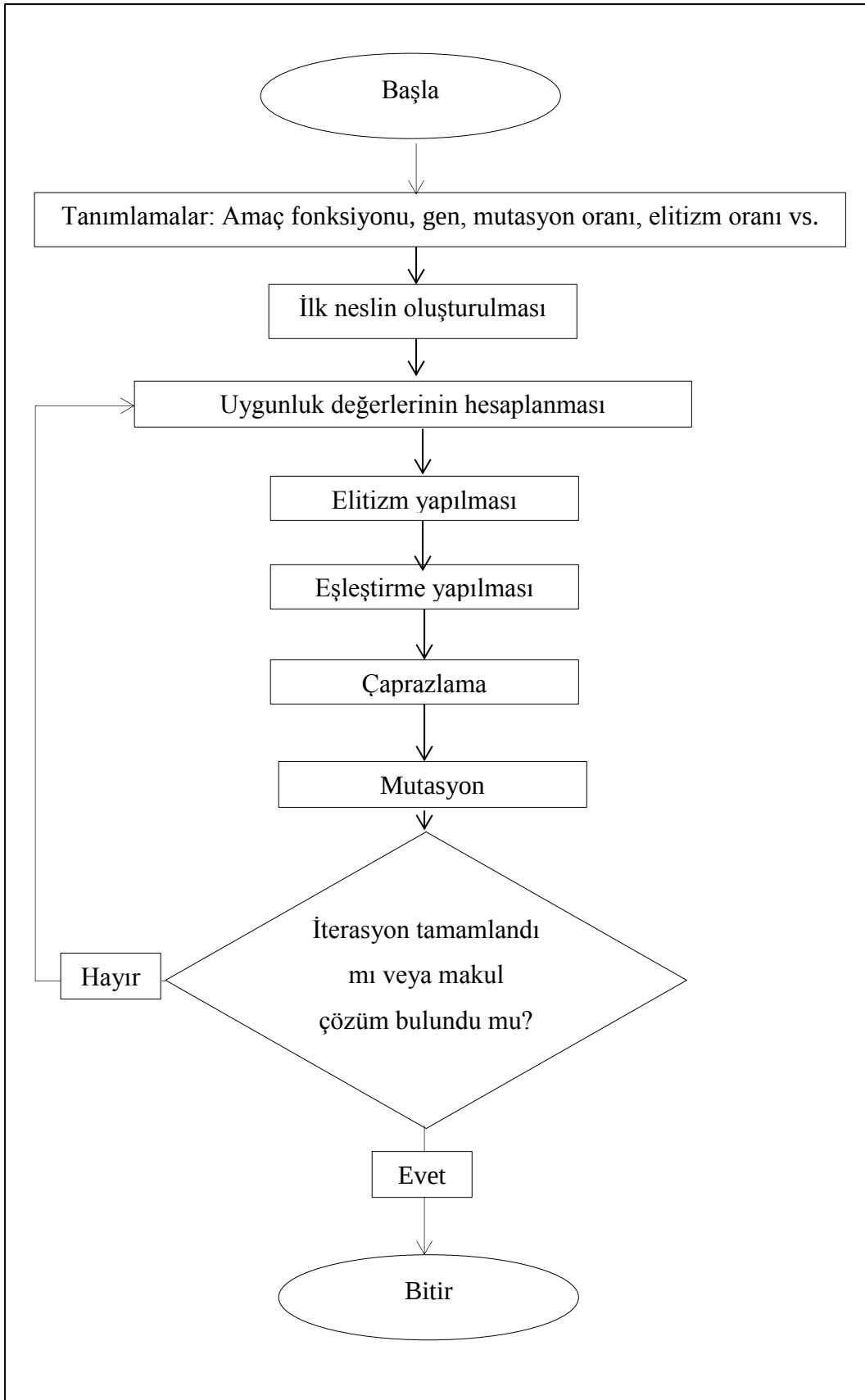
- Öncelikle iki birey seçilir.
- Daha sonra iki bireyin ilk ve son genleri arasında rastgele bir yer seçilir.
- Her iki birey için belirlene noktadan sonra veya önceki genler yer değiştirilerek iki tane yeni birey elde edilir.

### **2.2.2. Genetik algoritma adımları**

Genetik algoritma adımlarını şu şekilde sıralayabiliriz [19]:

- Öncelikle çözüm uzayı oluşturmak adına genler oluşturulur.
- Daha sonra oluşturulan genlerden bireyler oluşturulur.
- Bireylerin oluşturduğu topluluk ilk nesil olarak kabul edilir.
- Her bir birey çözüm olmaya adaydır. Her bir bireyin uygunluk değeri hesaplanır.
- Oluşan popülasyondan belirli kurallara göre seçme işlemi gerçekleştirilerek çoğalma işlemi gerçekleştirilir.
- Her bir yeni birey için uygunluk değeri hesaplanır
- Belirlenmiş kuşak sayısı kadar bu işlem gerçekleştirilerek yeni nesil oluşturulur.
- İterasyon belirlenen kuşak sayısına ulaşıldığında veya makul bir çözüm elde edildiğinde sona erdirilir.

Genetik algoritma akış şeması Şekil 2.2’de sunulmuştur.



Şekil 2.2. Genetik algoritma akış şeması

### Amaç Fonksiyonu ve Parametreler

Genetik algoritmanın ilk aşaması parametrelerin belirlenmesi ve amaç fonksiyonunun tanımlanmasıdır. Öncelikle iterasyon sayısı, gen ve kromozom yapısı, mutasyon oranı, elitizm oranı ve çaprazlama olasılığı gibi parametrelerin tanımlanması gerekmektedir. Bu parametreler genetik algoritmanın işleyiş şeklini belirleyecek parametrelerdir.

### İlk Popülasyonun Oluşturulması

Parametreler tanımlandıktan sonra ilk popülasyonun tanımlanması gerekir. İlk popülasyon genelde rastgele olarak oluşturulur. Popülasyondaki birey sayısı genelde 300-500 civarı olarak belirlenir. Genetik algoritma bu popülasyon üzerinden daha iyi çözüm üretmeye çalışacaktır.

### Uygunluk Değerinin Hesaplanması

İlk popülasyon oluşturulduktan ve her yeni nesilden sonra her bir bireyin uygunluk oranının hesaplanması gerekir. Bu işlem her bireyin ne oranda çözümü sağladığının belirlenmesi işlemidir. Uygunluk değerleri daha önceden belirlenmiş olan uygunluk fonksiyonu üzerinden hesaplanır. Uygunluk fonksiyonu başarıyı doğrudan etkileyen parametrelerin başında geldiğinden dolayı doğru bir şekilde tanımlanmış olmak zorundadır.

### Elitizmin Yapılması

Elitizm işlemi mevcut popülasyondaki iyi bireyleri koruma işlemidir. Bu nedenle belli sayıdaki iyi bireyler elit bireyler olarak yeni nesle aktarılır. Elitizm oranı genelde 0,01 civarında seçilir. Bu oran probleme göre arttırılabilir veya azaltılabilir. Bu tamamen problemin ne olduğuna bağlıdır.

### Çaprazlama ve Eşleştirmelerin Yapılması

Mevcut popülasyondan yeni neslin oluşturulması için var olan bireylerin eşleştirilmesi gerekir. Bu eşleştirme yapılırken çeşitli parametreler kullanılabilir. Çaprazlama ile seçilen bireyler arasında gen değişimi yapılarak bir anlamda çoğalma işlemi yapılır. Bu işlem sonucunda oluşan yeni bireyler yeni neslin bireyleri olarak yeni nesle aktarılır.

### Mutasyon

Mutasyon oluşan yeni nesildeki bireylerin bazılarının genlerinin rastgele değiştirilmesi işlemidir. Bu işlem ile mevcut çözümlerin dışında başka çözümlerin olup olmadığı denetlenmiş olacaktır. Yerel minimumlardan kaçınmak adına çok önemli bir faktördür. Problemin yapısına uymayan durumlarda kullanılmaya da bilinir.

### Döngünün Sonlandırması

Döngü iki durumda sonlandırılır. Ya istenen seviyede makul bir çözüm elde edilir ya da belirlenen iterasyon sayısına ulaşılır. Döngü sonlandırıldığı zaman mevcut popülasyon içerisindeki en yüksek başarı oranına sahip birey çözüm olarak değerlendirilir.

## **2.3. Bulanık Küme Teorisi ve Bulanık Mantık**

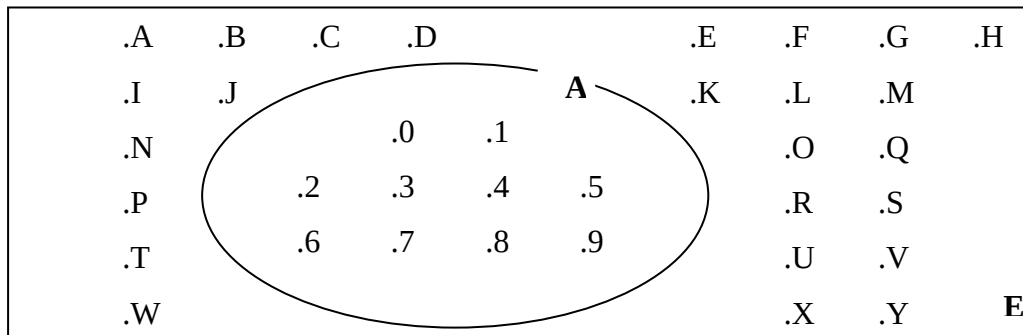
Bulanık Küme Teorisinin temelleri Azerbaycan asıllı Berkley Üniversitesi profesörü Lotfi A. Zadeh tarafından atılmıştır. Zadeh gemilerde yaklaşan uçakları tanımlamaya yönelik yaptığı çalışmalarla belirsiz verileri işlemenin ve dolayısıyla da bulanık mantığın temellerini atmıştır [20].

Aristo mantığına göre bir önerme ya doğrudur ya da yanlıştır. Bulanık mantığa göre ise bir önerme tamamen doğru veya tamamen yanlış olabileceği gibi kısmen doğru

veya kısmen yanlış da olabilir. Bulanık mantığa göre dünya doğru veya yanlıştan ibaret değildir. Doğruya 1 ve yanlış 0 dersek her önermenin doğruluk veya yanlışlık değeri bu iki değer ve arasındaki noktalardan birine karşılık gelmektedir. Günlük hayatta kullandığımız çok, az, biraz, yeni, eski, büyük, küçük, sıcak, soğuk gibi ifadeler birer bulanık ifadedir. Klasik mantık bu ifadeler üzerinde bir işlem yapamazken, bulanık mantığın temelini bu belirsiz ifadeler oluşturmaktadır. Klasik mantık ile sonuç almak için ifadelerin veya değerlerin kesin olması gerekmektedir. Ancak gerçek hayatta karşılaşılan olay veya durumlar her zaman kesin çizgilerle sınırlanabilir. Bu nedenle bulanık mantığın gerçek hayata uyarlanabilirliği çok fazladır.

### 2.3.1. Klasik küme teorisi

Klasik kümeler, elemanları kesin ifadelerle belirtilmiş dizilerdir. “*Latin alfabesindeki tüm rakamlar A kümesinin elemanlarıdır*” dersek belirtilen kümenin elemanları kesin sınırlarla belirlenmiş olur. Bu durumda  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$  dizisi A kümesinin elemanları olacaktır. Bu durumda;  $1 \in A$  demek, 1’in A kümesinin elemanı olduğu anlamına gelir ve “*1, A kümesinin elemanıdır*” şeklinde okunurken,  $1 \notin A$  demek, 1’in A kümesinin elemanı olmadığı anlamına gelir ve “*1, A kümesinin elemanı değildir*” şeklinde okunur. Klasik kümelerde üyelikler çeşitli şekillerde ifade edilebilir. Liste şeklinde gösterilebileceği gibi Venn Şeması şeklinde de gösterilebilir. E evrensel kümesi Latin alfabesini gösteriyorsa A kümesinin E evrensel kümesi içerisindeki ifadesi Şekil 2.3’teki gibi olur.



Şekil 2.3. E evrensel kümesi içerisinde A kümesinin gösterimi

Klasik küme teorisine göre bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Kısmi üyelik diye bir şey söz konusu değildir. Yani üyelik derecesi ya 1'dir ya da 0'dır.  $x$  sayısal bir değeri ve  $f(x)$ ,  $x$ 'in  $E$  evrensel kümesinde üyelik derecesini gösteriyorsa,  $x$ 'in yansıması olan  $f(x)$  aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

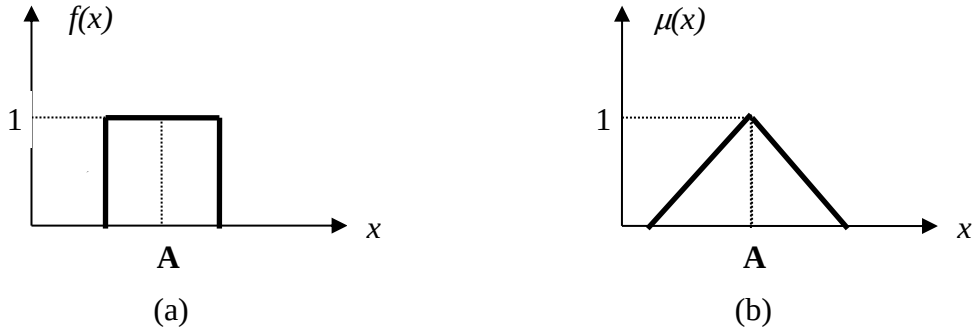
$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \notin A \\ 1, & x \in A \end{cases} \quad (2.1)$$

### 2.3.2. Bulanık küme teorisi

Bulanık küme teorisi gerçek hayatı modelleyen, kesin olmayan belirsiz ifadeleri değerlendiren mantıktır. Günlük hayatta kullandığımız pek çok ifade bulanık küme teorisinin çalışma alanına girer. Soğuk, sıcak, hızlı, yavaş, erken, geç, yakın, uzak gibi ifadeler bulanık ifadelerdir. Bu ifadeler sınırları sayısal olarak belirlenmemiş ifadelerdir.

Günlük hayatta kullandığımız “çok pahalı bir ayakkabı aldım” veya “bugün çok sıcak” gibi ifadeler kendi tecrübelerimiz sayesinde fikir edindiğimiz ancak sayısal miktarı net olarak belirtilmemiş belirsiz ifadelerdir. Burada geçen “çok pahalı” veya “çok sıcak” gibi ifadeler bulanık ifadelerdir. Bu ifade kullanan kişi için de, dinleyen kişi için de bir değer aralığını ifade etmektedir. Kimi zaman sayısal değer bilinmediği, kimi zaman ise sayısal değer ifade edilmek istenmediği için bulanık ifadelere başvurulur.

Bulanık küme teorisi, kısmi üyeliğe imkân veren bir yaklaşımdır. Bu açıdan bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinden ayrılmaktadır. Klasik mantığın doğru-yanlış veya 0-1 durumu, bulanık küme teorisinin sadece özel bir durumudur. Bulanık küme teorisinde doğru veya yanlış derecelendirilebilmektedir. Bir önerme 0,75 doğru veya 0,4 yanlış olabilir. Yani kısmi üyelik söz konusudur. Bulanık ve klasik kümelerin üyelik dereceleri Şekil 2.4'te sunulmuştur.



Şekil 2.4. A değerinin klasik ve bulanık küme teorilerinde karşılıkları [21]

- a) A değerinin klasik kümede üyelik fonksiyonu
- b) A değerinin bulanık kümede üyelik fonksiyonu

Bu bilgiler ışığında E evrensel kümesi içerisinde tanımlı A bulanık kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in E, \mu_A(x) \in [0, 1]\} \quad (2.2)$$

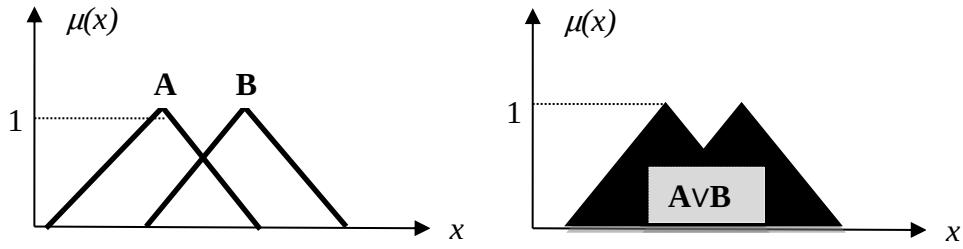
### 2.3.3. Bulanık küme teorisinin özellikleri ve işlemler

Bulanık kümeler birçok açıdan klasik kümelere benzemektedir. Bulanık kümelerde birleşme, kesişme ve tümlene özellikleri bulunmakta ve bu özellikler kullanılarak bulanık kümeler üzerinde çeşitli işlemler yapılmaktadır [22]. Ayrıca bulanık kümeler üzerinde De Morgan Kuralları da geçerlidir.

#### Birleşme Özelliği

A ve B birer bulanık küme ise  $A \cup B$  kümesinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad (2.3)$$



Şekil 2.5. Bulanık A ve B kümelerinin birleşimi

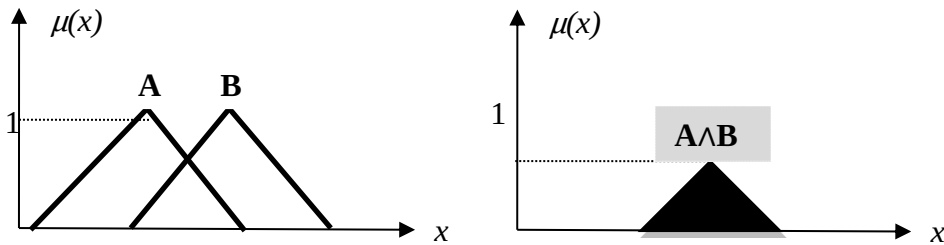
Bulanık kümeler  $v: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$  fonksiyondur ve özellikleri aşağıdaki gibidir:

- a)  $\alpha \vee \alpha = \alpha$
- b)  $\alpha \vee \emptyset = \alpha$
- c)  $\alpha \vee b = b \vee \alpha$
- d)  $\alpha \vee b \geq c \vee d \rightarrow \alpha \geq c, b \geq d$
- e)  $\alpha \vee b \vee c \geq \alpha \vee (b \vee c) = (\alpha \vee b) \vee c$

### Kesişme Özelliği

A ve B birer bulanık küme ise  $A \wedge B$  kümesinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\mu_{A \wedge B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad (2.4)$$



Şekil 2.6. Bulanık A ve B kümelerinin kesişimi

Bulanık kümelerde kesişme özelliği aşağıdaki gibidir:

- a)  $\alpha \wedge \alpha = \alpha$
- b)  $\alpha \wedge 1 = \alpha$

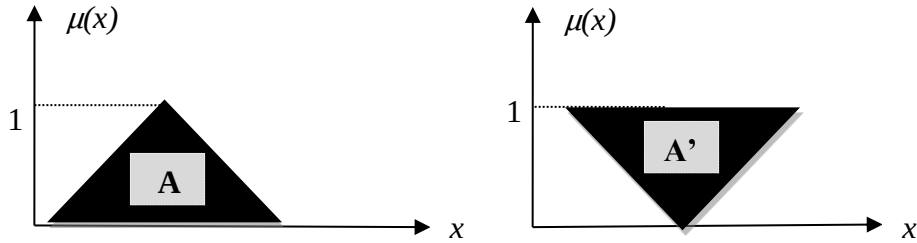
c)  $\alpha \wedge b = b \wedge \alpha$

d)  $\alpha \wedge b \wedge c = \alpha \wedge (b \wedge c) = (\alpha \wedge b) \wedge c$

### Tümleme Özelliği

A bulanık kümesinin tümleyeni “A’nın DEĞİL’i” anlamına gelir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.5)$$



Şekil 2.7. Bulanık A kümesinin tümleyeni

A bir bulanık küme olmak üzere A kümesinin değilinin değil kendisini verir:

$$(A')' = A$$

### Bulanık Kümeler Üzerinde Geçerli Diğer Kurallar

A, B ve C birer bulanık küme ve c bir tam sayı olmak üzere

a)  $(A \vee B)' = A' \wedge B'$

b)  $(A \wedge B)' = A' \vee B'$

c)  $A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$

d)  $(A^c)^c = A$

e)  $(A \wedge B)^c = A^c \vee B^c$

f)  $(A \vee B)^c = A^c \wedge B^c$

#### 2.3.4. Bulanık mantık ve özellikleri

Bulanık mantık belirsiz ifadelerle dayanan mantıktır. Bulanık mantık önceki bölümlerde üzerinde durulan bulanık küme teorisine dayanır. Bulanık mantık sınırları belirlenmemiş ve günlük hayatta sıkça kullandığımız bulanık önermelerden oluşur. Bu tür önermeler kesin ifadeler değil, belirsiz ifadelerdir.

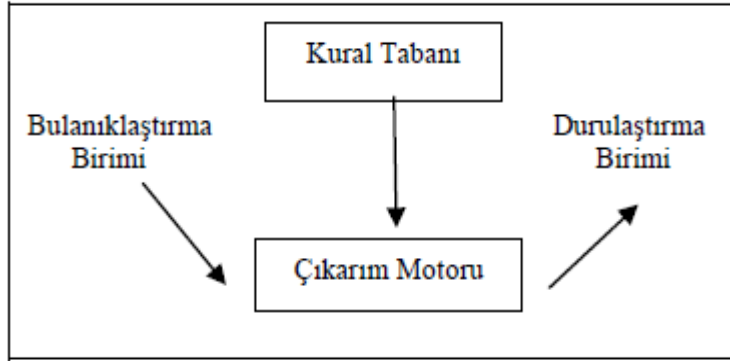
Günlük hayatta kullandığımız pek çok ifade belirsizdir. “çok başarılı insan” dendiğinde, bahsi geçen kişinin nicel olarak ne kadar başarılı olduğu veya başarı kriterinin ne olduğu üzerinde durulmaz. Bu ifade sınırları belirlenmemiş bulanık bir ifadedir. Bu ve buna benzer tüm önermeler bulanık mantığın alanına girer. Bu nedenden dolayı bulanık mantık pek çok bilimsel araştırma açısından dikkate değer bir yöntem olarak dikkat çekmiş ve pek çok endüstriyel alanda kullanılmaktadır [23-27].

Bulanık mantık, klasik mantığı kapsayan bir mantıktır. Klasik mantıkta bir önerme ya doğrudur ya da yanlıştır. Bulanık mantıkta ise sonuç bu iki değer ve bunların arasındaki tüm değerlerden oluşur. Yani bulanık mantık, doğruluk veya yanlışlık derecelendirilebilir temeline dayanmaktadır.

Klasik mantık kesindir, sınırları nettir. Şüphesiz hayatta bazı önermelerin sonucu kesindir. Örneğin “Türkiye’nin başkenti Ankara’dır” dersek, bu ya doğru ya da yanlış bir önermedir. “Türkiye’nin en kalabalık şehri İstanbul’dur” dersek yine ya doğru ya da yanlış bir önerme kullanmış oluruz. Çünkü bu önermelerin sonucu kesindir. Ancak hayatta her ifadenin sonucu bu kadar mutlak değildir.

Günlük hayatta sıkça kullandığımız sıcak, soğuk, şişman, zayıf, başarılı, başarısız, güçlü, sert, yumuşak gibi pek çok ifade sınırları belirlenmemiş belirsiz ifadelerdir. Eğer biri için şişman diyorsak şişman olmanın kriteri veya sınırı nedir belirtilmez. Veya çok başarılı olmanın şartları nelerdir, hangi özellikler bir insanı ne derece başarılı kılar belirtilmez. İşte günlük hayatta kullanılan bu belirsiz ifadeler bulanık

mantığın temelini oluşturur. Kullanılan bu belirsiz ifadeler dilsel değişkenler olarak adlandırılır. Bulanık sistemlerin işleyiş şekli Şekil 2.8’de sunulmuştur.



Şekil 2.8. Bulanık sistemlerin işleyişi [26]

Sistem girdilerini bulanık kümeye dönüştürme işlemine bulanıklaştırma işlemi denir. Kural tabanı tüm işlemlerin hangi kurallara göre bulanıklaştırılacağı ile ilgili bilgileri tutar. Çıkarım Motoru giriş bilgileri için hangi bulanık kuralın uygulanacağını ve hangi denetim hareketinin çıkarılacağını belirler. Durulaştırma biriminde ise Çıkarım Motorundan gelen bilgiler sayısal değerlere çevrilerek kullanıcıya sunulur [27].

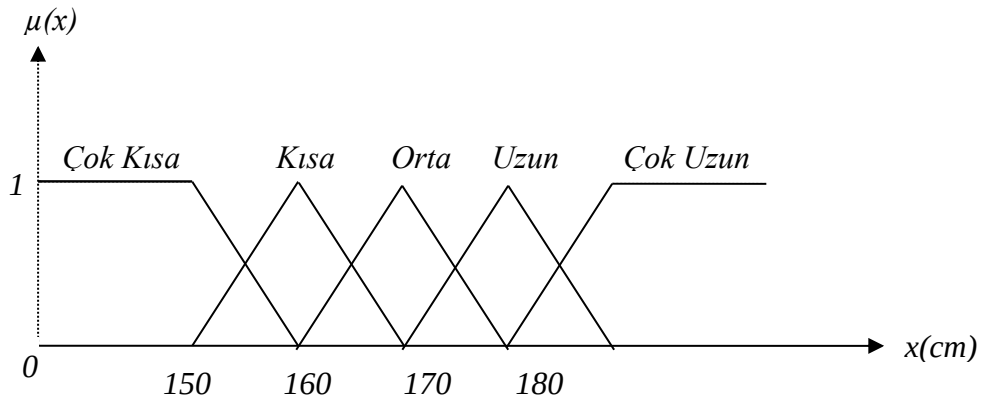
Bulanık mantık belirsiz ifadelere dayanmaktadır; ancak belirsiz bir mantık değildir. Bulanık mantıkta doğruluk veya yanlışlığın derecelendirilebileceğini söylemiştik. Yani bir şey 0,4 oranında doğru veya 0,99 oranında yanlış olabilir demiştik. Peki bu doğruluk veya yanlışlığın derecesi nasıl hesaplanır, bir örnekle inceleyelim.

Günlük hayatta insanları boy açısından çoğu zaman çok kısa, kısa, orta, uzun ve çok uzun gibi ifadelerle sınıflandırırız. Bu örneği bulanık mantık ile yapmaya çalışalım. Bu durumda öncelikle her bir dil değişkenimizin sınırlarını sayısal olarak belirlememiz gerekmektedir. Uzun, orta veya kısa boylu olmanın kriterleri nelerdir, uzun boyluluk hangi cm’den sonra başlar ve nerede biter gibi soruların cevaplarını bulmamız gerekmektedir. Bu sorulara verdiğimiz cevapların Çizelge 2.3’teki gibi olduğunu varsayalım.

Çizelge 2.3. Boy için dilsel değişkenlerin sayısal karşılıkları

| Dilsel Değişken | Sayı Aralığı(cm) |
|-----------------|------------------|
| Çok Kısa        | 150'den kısa     |
| Kısa            | 150-170          |
| Orta Boy        | 160-180          |
| Uzun            | 170-190          |
| Çok Uzun        | 190'dan uzun     |

Çizelgede belirtilen değerleri Üçgen Üyelik Fonksiyonu ile gösterirsek Şekil 2.9'daki gibi bir sonuç oluşur.



Şekil 2.9. Boy değişkeni için dilsel değişkenlerin sayı aralıkları

Bu noktadan sonra her bir dil değişkeni için üyelik fonksiyonunun tanımlanması gerekir.

$$\mu_{\text{Çok Kısa}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{160-x}{10}, & 150 \leq x \leq 160 \end{cases} \quad (2.6)$$

$$\mu_{\text{Kısa}}(x) = \begin{cases} \frac{x-150}{10}, & 150 \leq x \leq 160 \\ \frac{170-x}{10}, & 160 \leq x \leq 170 \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} \frac{x-160}{10}, & 160 \leq x \leq 170 \\ \frac{180-x}{10}, & 170 \leq x \leq 180 \end{cases} \quad (2.8)$$

$$\mu_{\text{Uzun}}(x) = \begin{cases} \frac{x-170}{10}, & 170 \leq x \leq 180 \\ \frac{190-x}{10}, & 180 \leq x \leq 190 \end{cases} \quad (2.9)$$

$$\mu_{\text{Çok Uzun}}(x) = \begin{cases} \frac{x-180}{10}, & 180 \leq x \leq 190 \\ 1, & x \geq 190 \end{cases} \quad (2.10)$$

Buna göre 167cm boyundaki bir kişi kısmen kısa boylu, kısmen de orta boylu olacaktır. Yukarıdaki Eş. 2.7 ve Eş. 2.8 formüllerine göre işlem yaparsak 0,3 oranında Kısa Boylu ve 0,7 oranında da Orta Boylu olarak hesaplanacaktır.

### 2.3.5. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları

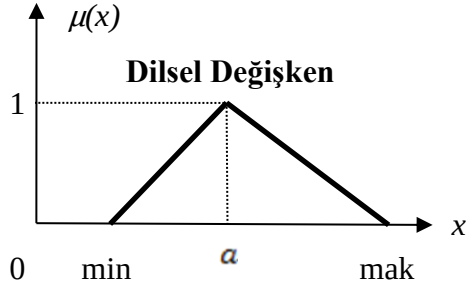
Yukarıdaki örnekte de görüleceği gibi üyelik fonksiyonları sonucu doğrudan etkileyen faktörlerdir. Çünkü bu fonksiyonlar sınırları belirleyerek sonucu etkilerler. Söz konusu fonksiyonlar dil değişkeninin  $[0,1]$  aralığında hangi değeri alacağına karar verir.

Yukarıdaki örnekte Üçgen Üyelik Fonksiyonu kullanıldı. Bunun yanında Gauss, Pi( $\Pi$ ), Çan, S ve İkiz Kenar Yamuk Üyelik Fonksiyonları gibi bulanık mantık üyelik fonksiyonları bulunmaktadır [28, 29]. Hangisinin kullanılacağı problemin yapısıyla alakalı bir durumdur. Bunlardan Üçgen, İkiz Kenar Yamuk ve Gauss Üyelik Fonksiyonlarını kısaca inceleyelim.

#### Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonunda maksimum ve minimum değerler arasında doğrusal artış ve doğrusal azalış söz konusudur. Literatürde en çok kullanılan yöntemdir. Ancak

probleme göre diğer üyelik fonksiyonları da kullanılabilir. Genel anlamda Şekil 2.10'daki durum söz konusudur.



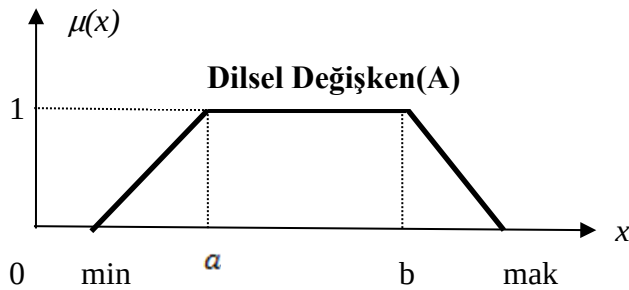
Şekil 2.10. Üçgen üyelik fonksiyonu

Buna göre  $x$ 'in yansıması olan  $\mu(x)$ , aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-min}{(a-min)}, & min \leq x \leq a \\ \frac{mak-x}{(mak-a)}, & a \leq x \leq mak \end{cases} \quad (2.11)$$

#### İkiz Kenar Yamuk Üyelik Fonksiyonu

İkiz Kenar Yamuk Üyelik Fonksiyonu mutlak 1 olma aralığının daha fazla olduğu problemlerde kullanılır. İkiz Kenar Üyelik Fonksiyonunun yapısı Şekil 2.11'de sunulmuştur.



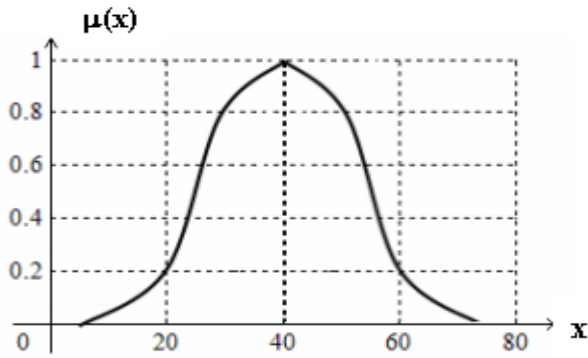
Şekil 2.11. İkiz kenar üyelik fonksiyonu

Buna göre  $x$ 'in yansıması olan  $\mu(x)$ , aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-min}{(a-min)}, & min \leq x \leq a \\ 1, & a \leq x \leq b \\ \frac{mak-x}{(mak-b)}, & b \leq x \leq mak \end{cases} \quad (2.12)$$

### Gauss Üyelik Fonksiyonu

Gauss Üyelik Fonksiyonunun yapısı Şekil 2.12’de sunulmuştur.



Şekil 2.12. Gauss üyelik fonksiyonu

$$\mu_x(x, m, \sigma) = \exp\left(\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.13)$$

Burada  $m$  fonksiyonun merkezini ifade etmektedir.  $\sigma$  ise fonksiyonun genişliğini ifade etmektedir.  $\sigma$  artması fonksiyonu yayvanlaştırır.

## **2.4. Emlak Sistemleri ve Özellikleri**

### **2.4.1. Güncel emlak sistemlerinin avantajları**

Emlak piyasası çok büyük paraların döndüğü bir pazardır. Türkiye’de bu pazarın değeri milyarları bulmuş durumdadır. Bu nedenle gelişime açık ve yatırımcısını memnun eden bir pazardır [30].

Bir emlağın değerini etkileyen pek çok kriter vardır. Örneğin emlak bir apartman dairesi ise bulunduğu yer, bulunduğu kat, oda sayısı, yapı durumu, ısınma tipi, yapıda kullanılan malzemenin kalitesi ve daha pek çok kriter değerini etkilemektedir. Bu kriterler ışığında yapının değerini hesaplamak da başlı başına bir disiplindir [31].

Günümüzde kullanılan emlak sistemleri kullanıcıyı emlakçıları teker teker gezmek zahmetinden kurtarmaktadır. Kullanıcı bilgisayar başına oturup nerede, hangi özelliklere ve görünüme sahip kiralık veya satılık emlak olduğunu görebilmektedir. Bu, kullanıcının tutmak istediği veya satın almak istediği emlağa karar vermesi açısından önemli derecede zaman tasarrufu sunmaktadır.

Günümüzde kullanılan emlak sistemlerinde emlağın iç veya dış özellikleri, fiyatı, yeri, konumu, binanın yaşı, ısınma tipi, daire ise bulunduğu katı ve daha pek çok kayıt veritabanında tutulmaktadır. Bu veriler internet ortamında kullanıcılara sunulmaktadır. Kullanımda olan ulusal çaptaki emlak sistemlerinde tutulan kayıt sayısı yüz binleri aşarak milyona dayanmıştır [32]. Bu durum emlak sistemlerinde arama işleminin önemini ortaya koymak adına önemlidir.

Emlak sistemlerinde bu kadar çok kaydın olmasının nedeni bu sistemlerin sunduğu kolaylıklar ve emlak sahibi ile emlak arayanları buluşturmasıdır. Bunun için de sistemler kullanıcıları çekmek adına ücretsiz hizmet sunmaktadır. Sadece üye emlakçılardan belirli miktarda ücret alınmaktadır.

#### **2.4.2. Emlak sistemlerinde görülen bazı problemler**

Emlak sistemleri emlak arayan ile emlak satan/kiralayan kişileri buluşturması açısından çok faydalı web tabanlı sistemlerdir. Müşteri semt semt, mahalle mahalle gezmek zorunda kalmadan oturduğu yerden düşündüğü emlak olup olmadığını araştırabilmektedir. Bu, müşteriye çok önemli zaman kazandıran bir durumdur. Aynı şekilde müşteri fiziksel yıpranmadan ve maddi harcamalardan da tasarruf edebilmektedir.

Emlak sistemlerinin bu kadar fayda sağlamaları hiç eksiklerinin olmadığı anlamına gelmez. Yüzbinlerce kaydın olması avantaj olmanın yanında bazen de dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun en önemli nedeni veritabanı üzerinde yapılan sorgulardır.

SQL sorguları ile veritabanından çok kolaylıkla veri çekilebilmektedir. Ancak yüzbinlerce kaydın olduğu sistemlerde doğru bilgiyi çekmek çok da kolay bir işlem değildir. Çünkü SQL sorguları mutlaktır. Belirlenen kriterleri sağlayan kayıt(lar) ya vardır ya da yoktur. Bu durumda kullanıcının arama kriterlerini çok dikkatli bir şekilde seçmesi gerekmektedir.

Emlak sistemlerinde pek çok özelliğin tutulduğunu belirtmiştik. Kullanıcı eğer düşündüğü bütün özellikleri sağlayan bir kayıt var mı diye sorguladığında boş sonuç döndürmesi büyük olasılıktır. Az sayıda kriter belirleyip sorguladığında ise o kriterlerde binlerce kayıt döndürülmesi de mümkündür. Bu durumda kullanıcının bütün kayıtları incelemesi beklenemez. Bu kullanıcıyı kısıtlayan ve zaman kaybetmesine neden olan bir durumdur.

Böyle durumlara çözüm olması açısından esnek sorgulama yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşım ile sorgular SQL olmaktan çıkarılıp esnek duruma getirilebilmektedir.

### 3. LİTERATÜR TARAMASI

Veritabanlarından en doğru bilgiyi çekmek, o bilgiyi saklamak kadar önemli bir noktadır. Çünkü veritabanları veri saklamanın yanında gerektiğinde o bilgiyi kullanıcıya sunmakla da görevlidir. SQL, standart veritabanı sorgulama dilidir. Kullanıcı arama kriterlerini belirleyerek veritabanından istediği bilgiye ulaşabilmektedir. Ancak kullanıcı arama kriterlerini belirlerken veritabanında bulunan kayıtlar hakkında bilgi sahibi olmayabilir veya bulmaya çalıştığı kayıt veritabanında bulunmayabilir. Bu durumda SQL sorgusu sonuç döndürmeyecektir.

Böyle durumlarda kullanıcı var olan kayıtlar üzerinden en yakın kayıtları görmek isteyebilir. İşte bu yaklaşım esnek veritabanı sorgularının çıkış noktasını oluşturmaktadır. Esnek sorgulama çalışmalarının odaklandığı temel yaklaşım bulanık mantık tabanlı esnek sorgulardır. Bu alanda çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir.

Veritabanlarında bulanık mantık temelli veri çıkarımı, bulanık mantığın getirdiği avantajları klasik veritabanları üzerinde kullanarak esnek sorgular elde edebilme amacıyla yapılan çalışmalardır [33]. Bu çalışmalar genç, pahalı, sıcak, hızlı gibi dilsel terimlerle veritabanları üzerinde sorgular yapmayı amaçlamaktadır [8, 33]. Bu amaca ulaşmak adına bulanık mantık temelli çeşitli yöntem ve modeller geliştirilmiştir [34-39].

Sorgulama sistemlerinde bulanık küme teorisinin kullanımı 1970'lerin ikinci yarısını bulmaktadır. İlk olarak Tahani tarafından kullanılan bulanık sorgulamalar zamanla farklı metotlarla karşımıza çıkmaktadır [28]. Tahani aşağıda belirtilen R bağıntısı ile veritabanındaki değerler için  $\mu$  üyelik derecesini hesaplamıştır:

$X=\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$  kümesinde R aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$R=\{x/\mu \mid x \in X, \mu x \text{'in } R \text{'ye ait olma derecesidir.} \quad (3.1)$$

1980 yılında Kacprzyk ve Ziolkowski FQuery1 adlı ve MERA-400 sistemli Polonya yapımı 16-bit bir mini bilgisayarda DB-83 veritabanına ek olarak prototip bir program geliştirdiler [29]. Bu program yine veritabanındaki kayıtları üyelik fonksiyonu ile derecelendirebilmekteydi. Bu programda hem basit sorgular hem de bulanık sorgular yapılabilmekteydi. Eğer sorgu basit bir sorgu ise ED Eş. 3.2 ile hesaplanırken, bulanık ise Eş. 3.3 ile hesaplanırdı [40]:

$$ED = \begin{cases} 1, & \text{Eğer sorgu doğru ise} \\ 0, & \text{Eğer sorgu yanlış ise} \end{cases} \quad (3.2)$$

$$ED = \mu_{\text{bulanık operatör}}(\text{Dosya alanı}) \quad (3.3)$$

1980'lerde bulanık mantık ve ilişkisel veritabanları üzerine çalışmalar da yapılmıştır. Zvieli ve Chen bulanık mantık temelli ER (Entity-Relationship) modelini önermişlerdir [41]. Önerilen bu model varlık-ilişki modelinde belirsiz niteliklerin ifadesine imkân sunmaktaydı. Bu model üç temel katmandan oluşmaktadır: birinci katman; varlık, ilişki ve özellik kümeleri (entity, relation and attribute sets) idi ve her biri modelde bir üyelik derecesine sahiptilerdi. İkinci katman varlık ve ilişki arasındaki bulanık ilişki şekli ve son katman ise varlık ve ilişkilerin bulanık özellikleri arasındaki ilişki ile ilgili idi.

Bulanık veritabanları ile ilgili önerilen bir diğer model ise GEFRED Modeli'dir [36]. Bu model, olasılık ve bulanık mantık tabanlı ilişkisel veritabanları üzerine modellenmiş ve daha sonraki çalışmalara da temel teşkil eden bir modeldir [42, 43]. Bu model bulanık ifadeleri tanımlama ve tanımlanan bu değerler arasında olasılık dağılımı ilkesine dayanmaktadır. 2 000'li yıllarda bulanık veritabanı ve bulanık sorgulamalar üzerinde çalışmalar artmıştır. Chaudhry, Moyne ve Rundenstainer olasılığa dayalı bulanık ilişkisel veritabanlarının tasarımı yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yöntem, bulanık alanların olasılığa bağlı hesaplamalarla oluşturulmasına dayandırılan bir modeldir [44]. Bu modellerin yanında Prade-Testemale, Umano-Fukami, Buckles-Petry ve Zemankova-Kaendel Modeli gibi modeller geliştirilmiştir [45]. Bütün bu modeller içerisinde ilişkisel veritabanlarında bulanıklığa imkân vermesi açısından GEFRED Modeli ön plana çıkmaktadır. GEFRED Modelini baz

olarak geliştirilen FSQL bulanık sorgulama dili bu modelin daha fazla benimsenmesine imkan tanımıştır.

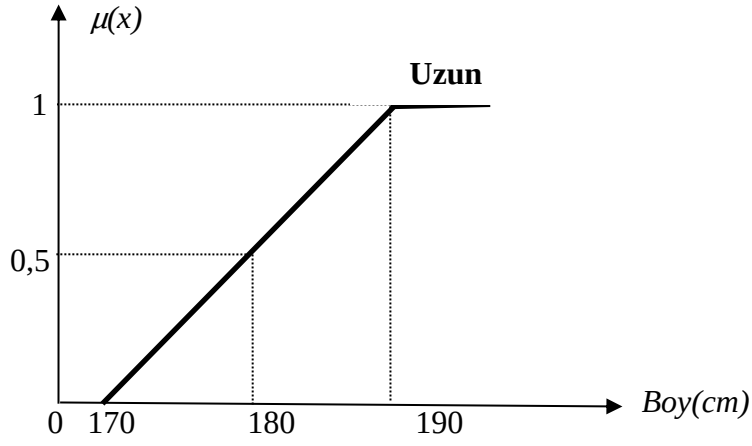
Çalışmaların yoğunlaştığı bir diğer nokta bulanık sorgular konusudur. 1980'lerin sonunda PatricBosc bulanık olmayan veritabanları üzerinde SQL komutları üzerinden bulanık sorgular yapma imkanı sunan SQL<sup>f</sup> denilen bir uzantı geliştirdi. Buna göre sıradan bir SQL sorgusunun HAVING bölümünde bulanık ifadeler kullanılabilmekteydi [16]. Sıradan bir SQL sorgusu aşağıdaki yapıdadır:

```
SELECT * FROM<VERİTABANI ALANI>
WHERE<KOŞUL1> AND/OR ...AND/OR <KOŞULn>
GROUP BY ...
HAVING ...
```

Bosc'un geliştirdiği metotta bulanık ifade SQL komutunun HAVING kısmına yazılmaktaydı. Buna göre “Ortalama satışları yaklaşık \$1600 olan satıcıların ilk 10 bölümünü bul” sorgusu aşağıdaki gibi ifade edilmekteydi [40]:

```
SELECT 10 BOLUM FROM CALISANLAR
WHERE GOREV=”SATICI”
GROUP BY BOLUM
HAVING AVG(SATIS)=”YAKLASIK 1600”
```

1997 yılında Dan Rasmussen ve Ronald R. Yager, Bosc'un geliştirdiği yönteme benzer olarak SummarySQL denilen ve bulanık ifadeyi WHERE koşul kısmında gerçekleştiren bir yöntem geliştirdiler [46]. Sonuçlar kullanıcıya gösterilirken bir tablo şeklinde ve  $\mu$  doğruluk derecesini gösteren bir sütun ile beraber sunulmaktaydı. Şekil 3.1'de gösterilen  $\mu_{uzun}(\text{boy})$  bulanık kümesi için yapılan sorgu ve döndürülen sonuçlar aşağıda sunulmuştur [40]:



Şekil 3.1. “Uzun” bulanık kümesi için tanım

```
SELECT *
FROM PERSONS
WHERE BOT IS UZUN
```

Çizelge 3.1. Sorgu sonucu (boyu “Uzun” olan çalışanlar)

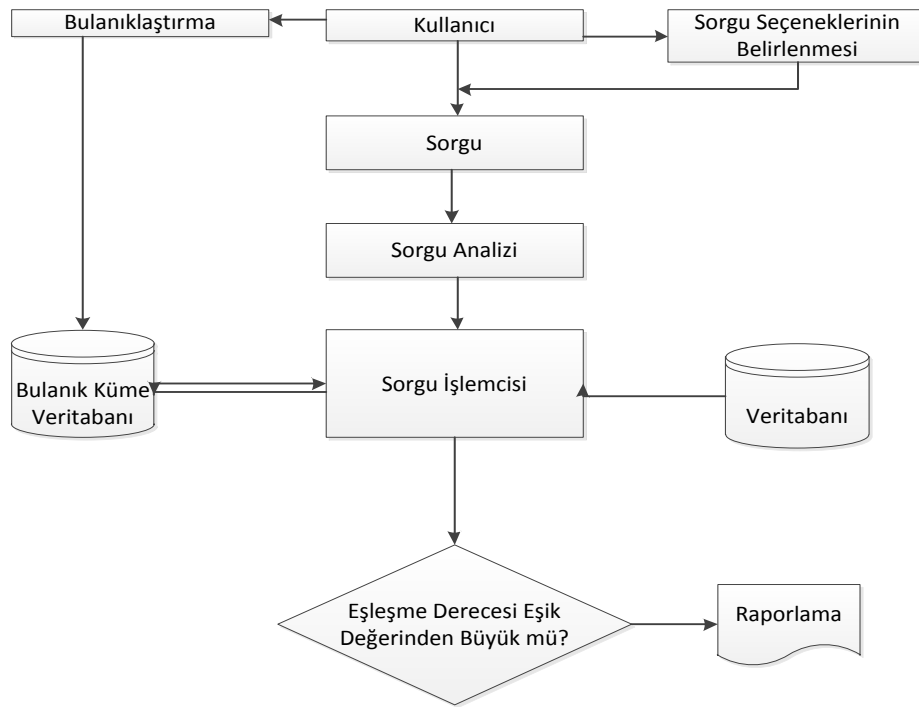
| Ad      | Boy | Kilo | $\mu$ |
|---------|-----|------|-------|
| John    | 195 | 96   | 1     |
| Ben     | 193 | 101  | 1     |
| Jake    | 191 | 97   | 1     |
| Harry   | 190 | 99   | 1     |
| Jerry   | 187 | 96   | 0,85  |
| Sam     | 185 | 97   | 0,75  |
| Burt    | 185 | 96   | 0,75  |
| Dan     | 180 | 93   | 0,50  |
| Dustin  | 177 | 83   | 0,35  |
| Adam    | 173 | 83   | 0,15  |
| Michael | 170 | 78   | 0     |
| Eric    | 168 | 75   | 0     |
| Paul    | 166 | 70   | 0     |

Bu çalışmalardan farklı olarak 1999 yılında Asar tarafından geliştirilen BSorguWin aracı önceki çalışmalardan yapı açısından ayrılmaktadır. Çünkü geliştirilen araç ile öncelikle veritabanının istenilen bölümleri bulanıklaştırılarak bulanık veritabanında tutulur. Daha sonra bulanık sorgulamalar bu veritabanı üzerinde yapılmaktadır [40].

Geliştirilen araç iki ana bölümden oluşur. Öncelikle veritabanının istenilen alanları bulanıklaştırılır ve bulanıklaştırılan bu alanlar bulanık veritabanında tutulur. Daha sonra kullanıcıdan alınan sorgu semantik açıdan analiz edilerek bulanık mı yoksa basit bir sorgu mu olduğuna karar verilerek sorgulama işlemi gerçekleştirilir.

Geliştirilen yöntemde eşleşme derecesinin eşik değerinden büyük olması gerekir. Eşik değerinden düşük olan kayıtlar ihmal edilir. Eşik değerini kullanıcının belirlemesine imkân verilmiştir.

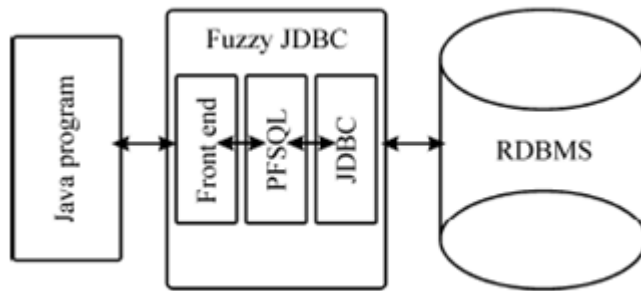
Geliştirilen aracın akış diyagramı şu şekildedir:



Şekil 3.2. BSorguWin aracı akış diyagramı [40]

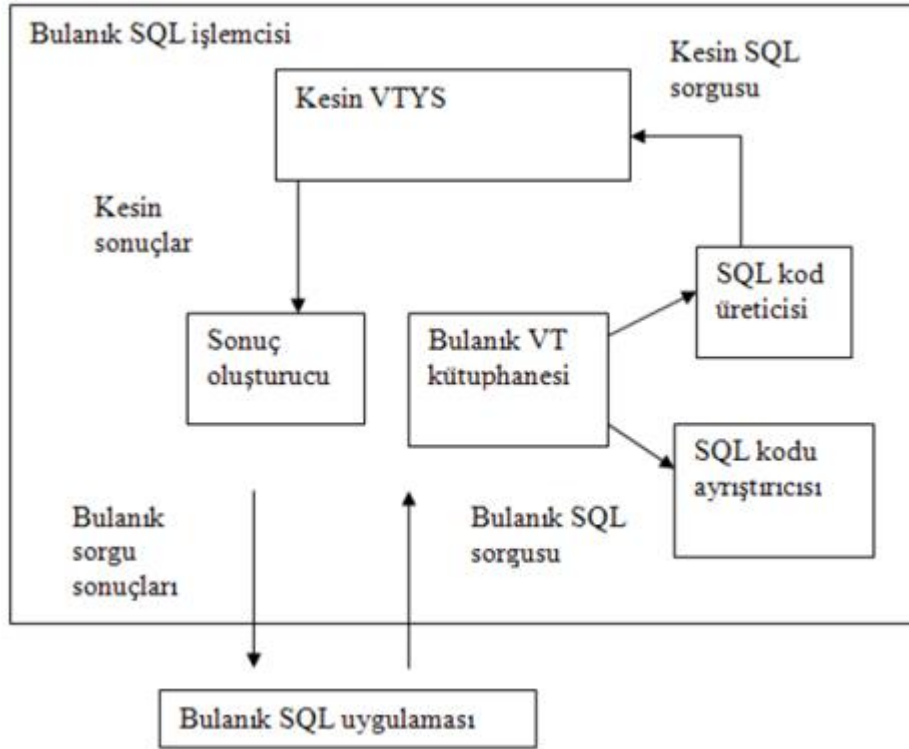
İlişkisel veritabanları ve bulanık mantık üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise bulanık bilgiler için SQL tabanlı bir sorgulama dili olan PFSQL tanıtılmıştır. Önerilen sistemin mimarisi Şekil 3.3'te sunulmuştur [40]. Sistem bir sürücü tarafından yönetilmektedir. Bu sürücü PFSQL işlemlerini JDBC API yazılımı üzerinden gerçekleştirir. PFSQL cümleleri yürütüldükten sonra JDBC sürücüsünü kullanarak bu cümleleri sıradan SQL cümleleri gibi veritabanına gönderir. Veritabanından dönen sonuçlara üyelik dereceleri de hesaplanıp eklenerek yeniden işlenir ve sonuç Java tabanlı programa geri gönderilir.

PFSQL, yapılan çalışmalarla zamanla daha da geliştirilmiştir. 2011 yılında Skribic ve arkadaşları PFSQL ile ilgili detaylı bir çalışma yayınlamışlardır [47, 48]. Buna göre temelde önerilen sistem dört temel bileşenden oluşmaktadır. Birincisi ilişkisel veritabanı imkan veren model, ikincisi PFSQL dediğimiz sorgulama dili, üçüncüsü CASE (ComputerAided Software Engineering) denilen bulanık-ilişkisel veritabanı tasarımına imkan veren araç ve son olarak da java programına PFSQL sorguları ile sorgu yapma imkanı veren JDBC sürücüsüdür.



Şekil 3.3. PFSQL sisteminin mimarisi [47]

Bütün bu çalışmalar bir bulanık veritabanı mimarisinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu amaçla OMRON Bulanık Veritabanı Mimarisi (Bkz. Şekil 16) geliştirilmiştir. Geliştirilen mimari, Oracle VTYS tabanlı geliştirilmiş bulanık veritabanı uygulama programlarından, bulanık SQL işlemcisinden ve klasik veritabanından oluşan komplike bir sistemdir. Bulanık SQL işlemcisi Oracle v7 sisteminin sunucusu gibi tasarlanmıştır.



Şekil 3.4. OMRON bulanık veritabanı mimarisi [21]

Bulanık veritabanları üzerine yapılan çalışmaların yoğunlaştığı bir diğer nokta da bulanık sorgulama dilleridir. Bu çalışmalardan birinde veri madenciliği amacıyla geliştirilen esnek sorgulama dili olan FSQ (FUZZY SQL) geliştirilmiştir [45]. FSQ başlı başına yeni bir sorgulama dili değildir. FSQ, SQL'in bir uzantısı şeklinde geliştirilmiştir. Burada yoğunlaşılan nokta SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE gibi SQL komutlarını bulanıklaştırma işlemidir.

FSQ'in en büyük avantajı kullanıcının problemine göre farklı farklı operatörler oluşturabilmesidir. Bu durum, geliştirilen sistemin daha esnek ve daha kullanışlı olmasına imkân sağlamaktadır. GEFRED Modelini baz alarak Oracle Veritabanı Yönetim Sistemi ve FRDB tabanlı FSQ sorgu aracı geliştirilmiştir [49]. Esnek sorgular elde etmek amacıyla SELECT komutunun sahip olduğu özellikler geliştirilmiştir. Başlıca özellikleri şöyle sıralanabilir [45]:

*Dil Etiketleri:* Bulanık sorgular oluşturulacağı zaman bu etiket kullanılır. Etiketlerin birbirine karışmalarını önlemek amacıyla \$ işaretinden önce kullanılır. Bu etiketler

iki durumda kullanılır. Birincisi özellikler bulanık küme tanımında derecelendirilmiş ise, ikincisi ise sıralı olmaması durumudur. İkinci durumda her iki etiket arasında bir benzerlik ilişkisi olduğu anlamına gelir.

*Bulanık Olasılık ve Bulanık Gereklilik Operatörleri:* FSQL, klasik karşılaştırma operatörlerinin ( $=$ ,  $>$ ,  $>=$  vs.) yanında bulanık operatörler de içermektedir. Olasılık operatörleri gereklik operatörlerinden daha geneldir. Bu nedenle gereklik operatörleri döndürülen sonuçlar açısından daha dar bir alana sıkışmaktadır. Oluşturulan bu sorgu dili ile ilgili bulanık karşılaştırma operatörleri Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. FSQL’de bulanık operatörler [48]

| Bulanık Operatörler      |                             | Anlamı                |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Olasılık Operatörleri    | Gereklik Operatörleri       |                       |
| FEQ veya $F=$            | NFEQ veya $NF=$             | Bulanık Eşit          |
| FDIF veya $F!(veya F<>)$ | NFDIF veya $NF!(veya NF<>)$ | Bulanık Farklıdır     |
| FGT veya $F>$            | NFGT veya $NF>$             | Bulanık Büyüktür      |
| FGEQ veya $A F>=$        | NFGEQ veya $NF>=$           | Bulanık Büyük Eşittir |
| FLT veya $F<$            | NFLT veya $NF<$             | Bulanık Küçüktür      |
| FLEQ veya $F<=$          | NFLEQ veya $NF<=$           | Bulanık Küçük Eşittir |
| MGT veya $F>>$           | NMGT veya $NF>>$            | Çok Büyük             |
| MLT veya $F<<$           | NMLT veya $NF<<$            | Çok Küçük             |

*Eşik Değeri ( $\gamma$ ):*Çekilecek kaydın ne kadar oranda sağlaması gerektiğini belirtmek için eşik değeri özelliğine başvurulur. Formatı şu şekildedir:

*nitelik THOLD  $\gamma$*

Burada THOLD özel bir ifadedir. THOLD ifadesi klasik operatörlerden “büyük eşittir” ifadesine denk gelmektedir. İfadesi  $[0,1]$  aralığında değer almak zorundadır.

Örnek üzerinden inceleyecek olursak, “Person tablosundan saç uzunluğu orta seviyede (minimum derece 0,5) ve boyu \$Tall ifadesinden uzun (minimum derece 0,8) olan kişileri getir” dediğimizde yazacağımız FSQL komutu şu şekilde olacaktır:

```
SELECT * FROMPerson
WHEREHair FEQ $Fair THOLD 0,5 AND
Height FGT $Tall THOLD 0,8
```

*CDEG (<nitelik>) Fonksiyonu:* Bu fonksiyon ayraç içerisinde gösterilen niteliğe ait değerleri eşik değerleri ile beraber getirmek için kullanılır.

*% Karakteri:* Klasik SQL’deki \* ifadesine benzemektedir. Ancak FSQL’de ayrıca bulanık nitelikler için uygunluk derecesi de gösterilir. Yani % işlemi ile tüm bulanık nitelikler için CDEG de kullanılmış olur.

Temel Bulanık Sabitler: FSQL’de kullanılan sabitler Çizelge 3.3’te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. FSQL’de bulanık sabitler [48]

| Bulanık Sabitler            | Anlamları                                                                                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>UNKNOWN</b>              | Değer bilinmiyor ancak nitelik uygulanabilir                                                            |
| <b>UNDEFINED</b>            | Nitelik anlamsız veya uygulanamaz                                                                       |
| <b>NULL</b>                 | Herhangi bir bilgimiz yok                                                                               |
| <b>A=\$[min, a, b, mak]</b> | İkizkenar yamuk üyelik fonksiyonu (trapezoid)<br>( $\min \leq a \leq b \leq \text{mak}$ ): bkz. Şekil 9 |
| <b>\$label</b>              | Dilsel Etiket: Trapezoid veya skaler bir değer olabilir                                                 |
| <b>[n,m]</b>                | Aralık: “n ve m arasında”                                                                               |
| <b>#n</b>                   | Bulanık değer: “Yaklaşık n”                                                                             |

Bütün bu çalışmalar iki temel noktaya yoğunlaşmaktadır. Bunlardan birincisi veritabanı üzerinde bulanık sorgulamalar yapmak, ikincisi ise bulanık veritabanılarının oluşturulmasıdır [50]. Bunun yanında bulanık mantık tekniği şu şekilde gruplandırılabilir [51]:

- Veritabanı üzerinde yapılan bulanık sorgulamalar
- Bulanık veritabanları üzerinde yapılan bulanık mantık temelli sorgulamalar
- Bulanık veritabanlarından veri modellerinin oluşturulması
- Bulanık kavramsal model uygulamaları
- Bulanık veri madenciliği teknikleri
- Bulanık veritabanı üzerinde uygulama geliştirme

Bu çalışmada genetik algoritma tabanlı bir veritabanı sorgulama yaklaşımı önerilmektedir. Önerilen yaklaşıma göre veritabanından belli sayıda kayıt çekildikten sonra bu kayıtların her birinin arama kriterlerine ne kadar uyduğu bir uygunluk fonksiyonuyla hesaplanır. Elde edilen kayıtlar birleştirilerek bireyler ve popülasyon oluşturulur. Popülasyondaki her bir birey çözüm olmaya adaydır. Ancak genetik algoritmanın yeniden üretim özelliği ile var olan nesilden daha iyi yeni nesiller oluşturulmaya çalışılır.

## 4. UYGULAMALAR

### 4.1. Uygulama I: Genetik Algoritma Tabanlı Esnek Sorgulama Sistemi

#### 4.1.1. Problemin tanımı

SQL sorgularının kesin değerlerle ifade edilme zorunluluğu çok sayıda parametrenin olduğu sistemlerde en doğru bilgiye ulaşma olasılığını düşürmektedir. Bütün kriterlerin belirlenmesi durumunda, tüm şartları sağlayan bir kaydın olmaması ihtimali oldukça yüksektir. Bazı kriterlerin seçilmesi durumunda ise çok sayıda kaydın döndürülmesi ihtimali doğmaktadır. Bu durumda da kullanıcının bütün kayıtlar içerisinde en doğru bilgiye ulaşması zaman kaybedilmesine neden olabilir.

#### 4.1.2. Neden genetik algoritma

Genetik algoritma çok sayıda parametrenin olduğu veya zaman karmaşıklığının çok yüksek olduğu problemlerin çözümü için çok iyi sonuçlar verebilen sezgisel bir algoritmadır. Emlak sorgulama sistemlerinde yüzbinlerce kaydın olması, fiyat, oda sayısı, ısıtma tipi, alanı, banyo sayısı, okula uzaklık, toplu taşımaya uzaklık vs. gibi çok sayıda kriterin bulunması genetik algoritmanın kullanımını mantıklı kılmaktadır.

#### 4.1.3. Kullanılan araç ve teknikler

Yapılan çalışma PHP programlama dili ve MySQL veritabanı ile geliştirilmiştir. Genetik algoritma ile gerçekleştirilen sistemde genetik algoritmanın mutasyon özelliği problemin yapısına uymadığından kullanılmamıştır. Çünkü sistem var olan kayıtlar üzerinde işlem yaptığından mutasyon ile var olmayan bir kaydın ortaya çıkması kuvvetle muhtemeldir. Bunun yanında genetik algoritmanın elitizm, çaprazlama gibi diğer bütün özelliklerinden faydalanılmıştır. Ayrıca bireyler seçilirken iyi bireylerin seçilme olasılığını arttırmak için rulet tekerleği yöntemi ile seçme yöntemi kullanılmıştır.

Geliştirilen sistem kullanıcıdan değer aralığı yerine kesin değerler almaktadır. Aldığı değerler üzerinden veritabanında sorgulama yapmakta, eğer belirlenmiş kriterlere uygun kayıtlar varsa bunları kullanıcıya sunmaktadır. Eğer kullanıcının istediği kriterleri sağlayan kayıt yoksa genetik algoritma tabanlı geliştirilen sorgulama ile girilen kriterlere en yakın belirli sayıda kayıt sunulmaktadır.

#### 4.1.4. Sistem değişkenleri

Bu çalışma Ankara'nın 7 merkez ilçesi üzerinde test edilmiştir. Sistem, örnek olarak oluşturulan ve 100 000 kiralık emlak kaydının tutulduğu bir veritabanı üzerinde test edilmiştir. Veritabanından çekilen 20 000, 5 000 ve 1 000 kayıtlık veri öbekleri üzerinde ayrı ayrı test işlemi yapılmıştır. Geliştirilen sistemde her kromozom 10 genden (kayıttan) oluştuğundan belirlenen veri öbeğinin 1/10'nu kadar kromozomdan oluşan başlangıç popülasyonu oluşturulmuştur. Maksimum iterasyon sayısı olarak popülasyon boyutunun 1/5'i seçilmiş, çaprazlama olasılığı olarak da 0,7 alınmıştır.

Sistemi test etmek için veritabanına rastgele kayıtlar eklenmiştir. Ancak rastgele üretilen kayıtlar mantıksal bir süzgeçten geçirilerek oluşturulmuştur. Üretilen her bir kayıt için öncelikle Ankara'nın 7 merkez ilçesinden biri rastgele üretilmiştir. Daha sonra o ilçeye ait semtler (veritabanından) rastgele seçilmiştir.

Ardından oda sayısı (1-4 arası), metrekare (50-250 arası), banyo (1 veya 2), ısınma tipi (sobalı, doğalgaz sobalı, merkezi sistem veya kombili) rastgele üretilmiştir. Bu değerlere göre bir fiyatlandırma yapılmıştır. Örneğin kombili bir dairenin sobalıya göre veya Çankaya ilçesindeki bir dairenin Mamak'takinden daha pahalı olması beklenir. Bunu hesaplamak için Eş. 4.1 eşitliği kullanılmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Fiyat} = & \text{ilce\_taban\_fiyat} + \text{metrekare} + \text{oda\_sayisi} * 50 + \\ & \text{banyo\_sayisi} * 50 + \text{bulunduğu\_kat} * 10 + \text{isinma\_tipi} - \text{yas} * 10 + \text{konum} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Burada ilçe Çankaya ise taban fiyat 200TL, Yenimahalle ise 50TL, Keçiören ise 30TL, Etimesgut ise 20TL, Altındağ ise 10TL, Mamak veya Sincan ise 0 TL olarak alınmıştır. Isınma tipi için sobalı ise 0TL doğalgaz sobalı ise 50TL, merkezi sistem ise 100TL ve kombili ise 150TL alınmıştır. Aynı şekilde konumu için kötü ise 0TL, normal ise 50TL, iyi ise 150TL ve merkezi bir noktada ise 200TL değerleri alınmıştır.

Arama işlemi gerçekleştirilirken kayıtların fiyat, dairenin alanı, okula uzaklık, metroya uzaklık, toplu taşımaya uzaklık, hastaneye uzaklık ve alışveriş merkezine (çarşıya) uzaklık parametreleri üzerinde işlem yapılmıştır. Oda sayısı, banyo sayısı, ısınma tipi kriterleri bulanık mantık tabanlı sistemde kullanılmaya uygun olmadığından iki sistemin karşılaştırılacağı düşünülerek kullanılmamıştır. Her alan 1-5 aralığında öneme göre ağırlıklandırılabilir. Bu işlem kullanıcıya belirlenen parametreleri derecelendirme imkanı sunmaktadır.

#### **4.1.5. Genetik algoritma ile esnek emlak sorgulama sistemi**

Mevcut emlak sistemleri kullanıcıdan kesin değerler yerine değer aralığı girmelerini istemektedir. Bu çalışmada geliştirilen genetik algoritma tabanlı esnek sorgu yaklaşımı ile kullanıcının istediği kriterleri tam olarak sağlayan kayıtlar olmasa bile belirli oranda farklı değerlere sahip başka kayıtlar da öneri olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Yani kullanıcı arama kriterlerini ağırlıklandırarak belirlediğinde ve arama yaptığı anda sistem veritabanından seçtiği değerler üzerinden genetik algoritma adımlarını gerçekleştirerek en yakın kayıtları sunmaktadır.

Geliştirilen sistem kullanıcıya fiyat, dairenin alanı, okula uzaklık, metroya uzaklık, toplu taşımaya uzaklık, hastaneye uzaklık ve alışveriş merkezine (çarşıya) uzaklık parametrelerini belirleyebilme imkanı vermektedir. Ayrıca kullanıcı her kriteri ağırlıklandırabilir. Ağırlıklandırma, her bir kriter için *Çok Az Önemli*, *Az Önemli*, *Önemli*, *Çok Önemli* ve *Son Derece Önemli* şeklinde derecelendirilerek yapılabilir. Şekil 4.1’de geliştirilen sistemin arama arayüzü sunulmuştur.

Veritabanından veri çekilirken bulanık mantık tabanlı geliştirilen sistem ile karşılaştırma açısından daha tutarlı olması amacıyla veriler rastgele seçim yerine birinci kayıttan başlayarak belirlenen sayı kadar seçilmiştir. Yani belirlenen sayı 1 000 ise ilk 1 000, 20 000 ise ilk 20 000 kayıt seçilmiştir. Sayısal olarak farklı miktarda veri üzerinde sistem performansını ölçmek amacıyla 1 000, 5 000 ve 20 000’lik veri öbekleri üzerinde işlem yapılmıştır.

**KİRALIK DAİRE ARAMA**

İlçe :

Oda Sayısı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Isınma Tipi : ☒ Sobalı  
☐ Doğal Gaz Sobalı  
☐ Merkezi Sistem  
☐ Kombili

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Banyo Sayısı : ☒ 1 ☐ 2

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Fiyat: **650** TL

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Daire Alanı: **150** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Metroya Uzaklık: **2500** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Hastaneye Uzaklık: **2500** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Okula Uzaklık: **1250** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Çarşı-Pazara Uzaklık: **750** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Toplu Ulaşım Uzaklık: **500** m<sup>2</sup>

Ağırlığı : ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Ara

Temizle

Şekil 4.1. Geliştirilen sistemin arama ara yüzü

### Gen

Geliştirilen genetik algorithma tabanlı sistemde kullanılan genler iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan biri kaydın veritabanındaki Id değeri, diğeri ise kaydın aranan kriterler ile benzerlik oranıdır ( $B$ ). Benzerlik oranı (10) numaralı eşitlik ile tüm kriterler için bulunan değerlerin toplamıdır. Geliştirilen genetik algorithma kullanılan gen yapısı Şekil 4.2’de görülmektedir.

|    |     |
|----|-----|
| Id | $B$ |
|----|-----|

Şekil 4.2. Sistemdeki genlerin yapısı

### Kromozom (Birey)

Sistemde her kromozom, 10 tane genden ve genlerin benzerlik oranlarının toplamını gösteren bir uygunluk değerinden oluşmaktadır. Şekil 4.3’te bir kromozomun yapısı görülmektedir.

| 0     | 1    | ... | 18     | 19    | 20       | 21         | 22         |
|-------|------|-----|--------|-------|----------|------------|------------|
| $id1$ | $B1$ | ... | $id10$ | $B10$ | Uygunluk | Uyg. Oranı | Kümü. Oran |

1. Gen

Şekil 4.3. Sistemde kullanılan kromozomların yapısı

Burada Uygunluk tüm genlerin uygunluk oranlarının toplamını ifade ederken, Uyg.Oranı ait olduğu kromozomun popülasyondaki oranını ve Küümü. Oran ise rulet tekerleği yöntemiyle seçim yapmak için kullanılmak üzere kromozomun popülasyondaki kümülatif oranını göstermektedir.  $i$  genleri,  $n$  kromozomdaki gen sayısını,  $U$  genlerin uygunluklarını ifade etmek üzere Uygunluk Eş. 4.2 eşitliği ile ve  $j$  kromozomları,  $m$  popülasyondaki birey sayısını ifade etmek üzere Uyg. Oranı Eş. 4.3 eşitliği ile hesaplanır.

$$Uygunluk = \sum_{i=1}^n U_i \quad (4.2)$$

$$Uyg.Oranı = \frac{\sum_{j=1}^m Uygunluk_j}{m} \quad (4.3)$$

#### Uygunluk Derecesinin Belirlenmesi

Sistemde belirli kriterlere sahip bir arama yapıldığı zaman elde edilen kayıtların uygunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Hangi kaydın aranan kriterlere ne kadar uygun olduğu 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir. 0 puana sahip olan bir kayıt hiç benzememekte iken 100 puana sahip kayıt tüm kriterleri tam olarak sağlamaktadır.

Elde edilen kayıtların aranan kriterlere benzerlik değerinin bulunması için ilk olarak her bir kriterin tüm kriterlerin ağırlıkları üzerinden ağırlığının % olarak hesaplanması gerekir. Aşağıdaki eşitlik bu işlemi gerçekleştirmektedir.

$$A = \frac{a}{\sum_{i=1}^n a_i} * 100 \quad (4.4)$$

Burada **A** herhangi bir kriterin tüm kriterler üzerinden % olarak toplam ağırlığını, **n** toplam kriter sayısını, **a** herhangi bir kriterin ağırlığını ve **ai** ise **i**. kriterin ağırlığını ifade etmektedir.

Bu eşitlikte hangi kriterin ağırlığının ne kadar olacağının kullanıcı tarafından belirlmesine olanak tanınmıştır. Böylece kullanıcı verdiği öneme göre kriterleri ağırlıklandırılabilir. Herhangi bir kriterin tüm kriterler üzerinden ağırlığı Eş. 4.4 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Veritabanından alınan herhangi bir kaydın arama kriterlerine ne kadar benzediğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$B = \sum_{i=1}^n (Ai - \frac{|vi-ki|}{vmax-vmin} * Ai) \quad (4.5)$$

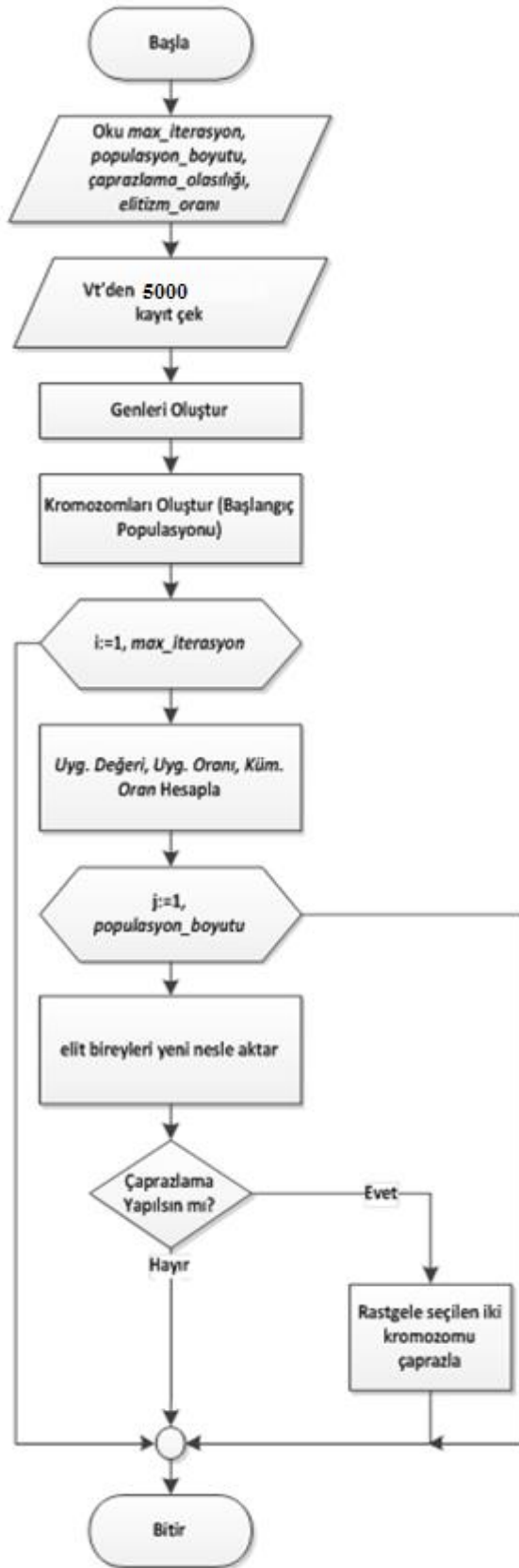
Burada  $B$  veritabanından alınan bir kaydın toplam benzerlik oranını,  $n$  toplam kriter sayısını,  $A_i$  kriterin tüm kriterler üzerinden % olarak ağırlığını,  $v_i$  veritabanından alınan kaydın değerini,  $k_i v$ 'ye karşılık gelen  $i$ . kriterin değerini ve  $v_{max}$ ,  $v_{min}$  değerleri ise veritabanında  $i$ . kriterin maksimum ve minimum değerlerini ifade etmektedir. Bu işlemler sonucunda elde edilen  $B$  değeri, veritabanından alınan herhangi bir kaydın arama kriterlerine benzerliğini % olarak ifade etmektedir.

### İşlem Adımları

5 000 kayıtlık bir veri öbeği üzerinde işlem yapıldığını varsayalım. Öncelikle veritabanından 5 000 kayıt çekilmektedir. Daha sonra her bir kaydın nitelikleri üzerinden benzerlik oranı hesaplanarak kaydın aranan kriterlere benzerliği tespit edilmektedir. 5 000 kaydın tamamı için bu işlem yapıldıktan sonra her kayıt id ve benzerlik oranı olarak 10 genlik kromozomlara dönüştürülür. Bu şekilde başlangıç popülasyonu oluşturulmuş olur.

Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra her kromozom için uygunluk değerleri ve oranları hesaplanmaktadır. 500 kromozom içerisinde en yüksek uygunluk değerine sahip 4 kromozom elit bireyler olarak yeni nesle aktarılır. Ardından çaprazlama olasılığına göre çaprazlama yapılıp yapılmayacağına karar verilir. Çaprazlama yapılacaksa rastgele seçilen iki kromozomun rastgele seçilen 3 geni çaprazlanır. Çaprazlama yapılmayacaksa iki birey olduğu gibi yeni nesle aktarılır. Bu şekilde popülasyon sayısı kadar oluşturulan yeni bireyler yeni nesle aktarılır. Böylelikle yeni nesil oluşturulmuş olur.

Bu işlem maksimum iterasyon sayısı kadar tekrarlanarak sonuç nesli oluşturulur. Sonuç olarak oluşan nesilde en yüksek uygunluk değerine sahip kromozom aranan sonuç olarak alınır ve her genindeki kayıt veritabanından çekildikten sonra uygunluk oranına göre sıralanarak kullanıcıya aranan kriterlere en uygun kayıtlar olarak sunulur. Sistemin akış diyagramı Şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.4. Sistemin akış diyagramı

#### 4.1.6. Örnek arama kriterleri ve elde edilen sonuçlar

##### Durum 1: Bütün Kriterlerin Seçilmesi Durumu

Genetik algoritma büyük boyuttaki verileri işleme bakımından çok faydalı sezgisel bir algoritmadır. Genetik algoritma çok büyük bir veri yığını üzerinde işlem yaparken o veri yığınının makul bir bölümünü seçip üzerinde işlem yapmak performans açısından faydalı olacaktır. Zira genetik algoritma evrimsel bir algoritma olduğundan çok büyük verileri işlemek performans açısından çok mantıklı bir yaklaşım olmayacaktır. Bu nedenle 100 000 kayıt üzerinde işlem yapmak uzun zaman gerektirmektedir.

Arama kriteri sayısı arttıkça başarı oranının düşmesi beklenir. Çünkü bir çok kriteri aynı anda sağlayan bir kaydın olması düşük bir ihtimaldir. Test işlemi Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterleri ile test edilecektir.

Çizelge 4.1. Örnek arama kriterleri 1

| Kriter                      | Değeri       | Önem Derecesi |
|-----------------------------|--------------|---------------|
| Oda Sayısı                  | Önemli Değil |               |
| Isınma Tipi                 | Önemli Değil |               |
| Banyo Sayısı                | Önemli Değil |               |
| Fiyat                       | 850          | 5             |
| Dairenin Alanı              | 210          | 5             |
| Metroya Uzaklık             | 500          | 3             |
| Hastaneye Uzaklık           | 3 000        | 2             |
| Okula Uzaklık               | 250          | 4             |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | 500          | 4             |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | 300          | 3             |

### 20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Bu durumda iterasyon sayısı 400 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.1’de belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.5’teki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.87  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %77.26

#### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                     | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Absveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|------------------|----------------------|----------------|
| Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık           | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1 | 220            | Kombili          | 2     | 740           | 3660            | 880          | 530              | 220                  | 92.33          |
| Yenimahalle/Kiralık                                                             | Ankara Yenimahalle | 740TL | 3+1 | 220            | Kombili          | 2     | 1820          | 2450            | 450          | 510              | 340                  | 91.01          |
| Yenimahalle/Konutkent 2de 2+1 merkezi sistem apartman dairesi 680TL Kiralık     | Ankara Yenimahalle | 680TL | 2+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 1     | 1050          | 3670            | 20           | 1170             | 180                  | 83.4           |
| Mamak/Akderede 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 610TL Kiralık                | Ankara Mamak       | 610TL | 1+1 | 240            | Merkezi Sistem   | 1     | 650           | 3440            | 1110         | 640              | 500                  | 81.93          |
| Keçiören/Kalabade 2+1 kombili apartman dairesi 590TL Kiralık                    | Ankara Keçiören    | 590TL | 2+1 | 150            | Kombili          | 1     | 1850          | 2930            | 560          | 890              | 130                  | 77.58          |
| Etimesgut/Elvankentde 4+1 sobalı Kiralık                                        | Ankara Etimesgut   | 540TL | 4+1 | 190            | Sobalı           | 1     | 860           | 1580            | 1320         | 200              | 490                  | 76.58          |
| Yenimahalle/Hacettepe Kiralık                                                   | Ankara Yenimahalle | 660TL | 3+1 | 130            | Merkezi Sistem   | 1     | 2920          | 2100            | 720          | 810              | 660                  | 71.01          |
| Yenimahalle/Kiralık                                                             | Ankara Yenimahalle | 520TL | 3+1 | 200            | Sobalı           | 1     | 3700          | 3730            | 1860         | 660              | 490                  | 69.73          |
| Keçiören/Kızılarpınar Cad.de 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 390TL Kiralık | Ankara Keçiören    | 390TL | 3+1 | 110            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 2140          | 3450            | 1340         | 260              | 410                  | 65.68          |

Şekil 4.5. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 5 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

İterasyon sayısı 100 olarak belirlenip Çizelge 4.1’de belirlenen arama kriterleri 5 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.6’daki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.89

Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %75.87

**Arama Sonuçları**

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                     | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma         | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Aisveriz Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|----------------|-------|---------------|-----------------|--------------|------------------|----------------------|----------------|
|  Altındağ/Ülubyede 2+1 kombili apartman dairesi 730TL Kiralık                  | Ankara Altındağ    | 730TL | 2+1 | 190            | Kombili        | 1     | 240           | 2120            | 170          | 640              | 60                   | 88.85          |
|  Etimesgut/Merkezde 4+1 kombili apartman dairesi 600TL Kiralık                 | Ankara Etimesgut   | 600TL | 4+1 | 110            | Kombili        | 1     | 970           | 2940            | 370          | 530              | 170                  | 81.36          |
|  Yenimahalle/Kar Kiralık                                                       | Ankara Yenimahalle | 700TL | 1+1 | 90             | Kombili        | 1     | 210           | 2800            | 100          | 630              | 470                  | 80.06          |
|  Etimesgut/Oto Sanayi Slt.de 1+1 merkezî sistem apartman dairesi 530TL Kiralık | Ankara Etimesgut   | 530TL | 1+1 | 200            | Merkezî Sistem | 1     | 970           | 510             | 10           | 930              | 100                  | 79.1           |
|  Keçiören/Sanatoryumde 2+1 merkezî sistem apartman dairesi 550TL Kiralık       | Ankara Keçiören    | 550TL | 2+1 | 150            | Merkezî Sistem | 1     | 1140          | 3750            | 510          | 250              | 30                   | 77.92          |
|  Yenimahalle/ Kiralık                                                         | Ankara Yenimahalle | 770TL | 3+1 | 130            | Kombili        | 2     | 1320          | 4810            | 220          | 1140             | 410                  | 77.86          |
|  Keçiören/Bağlumde 3+1 kombili apartman dairesi 880TL Kiralık                | Ankara Keçiören    | 880TL | 3+1 | 250            | Kombili        | 2     | 1800          | 2890            | 1570         | 1350             | 200                  | 74.25          |
|  Sincan/Fatihde 2+1 sobalı Kiralık                                           | Ankara Sincan      | 280TL | 2+1 | 160            | Sobalı         | 1     | 2890          | 2000            | 1210         | 380              | 280                  | 68.68          |
|  Yenimahalle/Ergazide 3+1 kombili apartman dairesi 570TL Kiralık             | Ankara Yenimahalle | 570TL | 3+1 | 110            | Kombili        | 2     | 400           | 1400            | 440          | 1470             | 560                  | 67.55          |

Şekil 4.6. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

İterasyon sayısı 20 olarak belirlenip Çizelge 4.1’de belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.7’deki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.74  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %74.07

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                               | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Aşveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------------|----------------|
|  Çankaya/Beytepede 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 610TL Kiralık    | Ankara Çankaya     | 610TL | 3+1 | 220            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 4040          | 3270            | 880          | 10              | 350                  | 81.6           |
|  Sincan/Fatihde 2+1 merkezi sistem apartman dairesi 530TL Kiralık        | Ankara Sincan      | 530TL | 2+1 | 50             | Merkezi Sistem   | 1     | 1910          | 2870            | 20           | 590             | 380                  | 80.84          |
|  Keçiören/Kalabade 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 650TL Kiralık     | Ankara Keçiören    | 650TL | 3+1 | 210            | Merkezi Sistem   | 2     | 3740          | 4430            | 20           | 260             | 570                  | 79.03          |
|  Yenimahalle/Merkezde 2+1 kombili apartman dairesi 710TL Kiralık         | Ankara Yenimahalle | 710TL | 2+1 | 190            | Kombili          | 1     | 1730          | 610             | 1270         | 390             | 570                  | 78.01          |
|  Çankaya/O.D.T.Ü.de 4+1 kombili apartman dairesi 990TL Kiralık          | Ankara Çankaya     | 990TL | 4+1 | 210            | Kombili          | 2     | 2840          | 2630            | 1390         | 900             | 500                  | 77.56          |
|  Albndağ/Ulubeyde 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 570TL Kiralık   | Ankara Albndağ     | 570TL | 3+1 | 160            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 2440          | 3560            | 10           | 740             | 40                   | 76.72          |
|  Sincan/Organize San. B Kiralık                                        | Ankara Sincan      | 770TL | 4+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 2     | 4870          | 1150            | 800          | 740             | 510                  | 76.07          |
|  Mamak/Kutludüğünde 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 710TL Kiralık | Ankara Mamak       | 710TL | 3+1 | 220            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 3900          | 4070            | 1880         | 590             | 260                  | 75.1           |
|  Mamak/Gökçeyurtda 3+1 kombili apartman dairesi 660TL Kiralık          | Ankara Mamak       | 660TL | 3+1 | 170            | Kombili          | 1     | 1460          | 2110            | 1240         | 210             | 720                  | 74.54          |

Şekil 4.7. Çizelge 4.1’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### Durum 2: Sadece Fiyat ve Dairenin Alanı Kriterleri Seçildiğinde

Önceki bölümlerde kriter sayısı arttıkça elde edilen başarı miktarının düştüğünü belirtmiştik. O halde sadece iki kriterin seçilmesi durumunda sistemin başarı seviyesinin yükselmesi beklenir. Test işlemi Çizelge 4.2’de belirtilen değerler için gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.2. Örnek arama kriterleri 2

| <b>Kriter</b>               | <b>Değeri</b> | <b>Önem Derecesi</b> |
|-----------------------------|---------------|----------------------|
| Oda Sayısı                  | Önemli Değil  |                      |
| Isınma Tipi                 | Önemli Değil  |                      |
| Banyo Sayısı                | Önemli Değil  |                      |
| Fiyat                       | 850           | 5                    |
| Dairenin Alanı              | 210           | 5                    |
| Metroya Uzaklık             | Önemli Değil  |                      |
| Hastaneye Uzaklık           | Önemli Değil  |                      |
| Okula Uzaklık               | Önemli Değil  |                      |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Önemli Değil  |                      |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Önemli Değil  |                      |

20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Bu durumda iterasyon sayısı 400 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.2’de belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.8’deki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.26

Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %81.46

**Arama Sonuçları**

|                                                                                     | Başlık/Tipi                                                                   | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz (m) | Aşıveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|-------------|------------------|---------------------|----------------|
|    | Etimesgut/Merkezde 4+1 do Kiralık                                             | Ankara Etimesgut   | 830TL | 4+1 | 220            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 3190          | 3760            | 800         | 40               | 180                 | 96.4           |
|    | Sincan/Yenikentde 4+1 kombili apartman dairesi 870TL Kiralık                  | Ankara Sincan      | 870TL | 4+1 | 220            | Kombili          | 1     | 100           | 1090            | 1960        | 800              | 610                 | 96.4           |
|    | Yenimahalle/ Kiralık                                                          | Ankara Yenimahalle | 840TL | 4+1 | 240            | Kombili          | 1     | 2410          | 970             | 2120        | 1320             | 140                 | 91.95          |
|    | Yenimahalle/Gazimahalleside 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 820TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 820TL | 3+1 | 240            | Merkezi Sistem   | 2     | 4430          | 700             | 2100        | 920              | 810                 | 90.85          |
|    | Sincan/Fatihde 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 690TL Kiralık              | Ankara Sincan      | 690TL | 3+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 1     | 4240          | 2560            | 1130        | 1440             | 560                 | 88.71          |
|   | Etimesgut/Merkezde 3+1 kombili apartman dairesi 710TL Kiralık                 | Ankara Etimesgut   | 710TL | 3+1 | 170            | Kombili          | 1     | 2940          | 2290            | 2270        | 1080             | 720                 | 82.31          |
|  | Etimesgut/ Kiralık                                                            | Ankara Etimesgut   | 490TL | 1+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 1     | 2380          | 1040            | 900         | 640              | 850                 | 77.72          |
|  | Yenimahalle/Macunk Kiralık                                                    | Ankara Yenimahalle | 670TL | 4+1 | 120            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 2240          | 330             | 270         | 1350             | 370                 | 67.61          |
|  | Çankaya/Y.Ayrancıde 1+1 sobalı apartman dairesi 340TL Kiralık                 | Ankara Çankaya     | 340TL | 1+1 | 230            | Sobalı           | 1     | 3010          | 4740            | 850         | 300              | 450                 | 66.98          |

Şekil 4.8. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 5 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.2’de belirlenen arama kriterleri 5 000 kayıt için 100 iterasyon sayısı ile test edildiğinde Şekil 4.9’daki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.56  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %81.29

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                | İlçe             | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|  Sincan/Yenikentde 4+1 do Kiralık                                         | Ankara Sincan    | 760TL | 4+1 | 210            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 900           | 3720            | 590          | 280               | 520                  | 95.05          |
|  Çankaya/Sancaktepe 3+1 merkezli sistem apartman dairesi 800TL Kiralık    | Ankara Çankaya   | 800TL | 3+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 2     | 1040          | 2440            | 1220         | 890               | 550                  | 94.75          |
|  Çankaya/Saracöğlünde 2+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 790TL Kiralık  | Ankara Çankaya   | 790TL | 2+1 | 230            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 4450          | 260             | 980          | 80                | 940                  | 92.01          |
|  Sincan/Merkezde 3+1 do Kiralık                                           | Ankara Sincan    | 650TL | 3+1 | 200            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 3800          | 3070            | 160          | 290               | 740                  | 86.51          |
|  Keçiören/Gazınoda 1+1 kombili apartman dairesi 620TL Kiralık             | Ankara Keçiören  | 620TL | 1+1 | 180            | Kombili          | 1     | 980           | 4810            | 1830         | 430               | 720                  | 79.86          |
|  Keçiören/Bağlumde 3+1 merkezli sistem apartman dairesi 650TL Kiralık    | Ankara Keçiören  | 650TL | 3+1 | 250            | Merkezi Sistem   | 1     | 770           | 3610            | 1110         | 160               | 730                  | 79.01          |
|  Sincan/Merkezde 2+1 do Kiralık                                         | Ankara Sincan    | 590TL | 2+1 | 240            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 2730          | 4540            | 150          | 1480              | 140                  | 78.21          |
|  Çankaya/Toprakköyde 2+1 merkezli sistem apartman dairesi 590TL Kiralık | Ankara Çankaya   | 590TL | 2+1 | 150            | Merkezi Sistem   | 1     | 460           | 3390            | 2160         | 820               | 460                  | 70.71          |
|  Etimesgut/Evankentde 1+1 sobalı Kiralık                                | Ankara Etimesgut | 360TL | 1+1 | 200            | Sobalı           | 1     | 1960          | 1720            | 2470         | 820               | 870                  | 70.58          |

Şekil 4.9. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.2’de belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.10’daki sonuçlar elde edilmektedir. Maksimum iterasyon sayısı 20 olarak belirlenmiştir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %65.59  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %77.68

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipl                                                                                                                                                 | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|  Altındağ/Ülubyede 2+1 kombili apartman dairesi 700TL Kiralık              | Ankara Altındağ    | 700TL | 2+1 | 220            | Kombili          | 1     | 2530          | 4090            | 2360         | 1190              | 730                  | 91.46          |
|  Mamak/Akderede 2+1 kombili apartman dairesi 380TL Kiralık                 | Ankara Mamak       | 380TL | 2+1 | 230            | Sobalı           | 1     | 1570          | 2380            | 770          | 1070              | 630                  | 91.21          |
|  Altındağ/Sanayide 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 780TL Kiralık       | Ankara Altındağ    | 780TL | 4+1 | 180            | Merkezi Sistem   | 2     | 4040          | 840             | 520          | 410               | 280                  | 88.65          |
|  Sincan/Yenikentde 4+1 sobalı Kiralık                                      | Ankara Sincan      | 500TL | 4+1 | 240            | Sobalı           | 1     | 3430          | 3260            | 840          | 750               | 410                  | 86.76          |
|  Altındağ/Üluse 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 590TL Kiralık          | Ankara Altındağ    | 590TL | 1+1 | 170            | Merkezi Sistem   | 1     | 1350          | 1240            | 560          | 190               | 100                  | 85.6           |
|  Yenimahalle/Angora Evlerinde 2+1 sobalı Kiralık                          | Ankara Yenimahalle | 380TL | 2+1 | 170            | Sobalı           | 1     | 1480          | 4530            | 840          | 1390              | 520                  | 83.1           |
|  Keçiören/Pursaklarde 1+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 630TL Kiralık | Ankara Keçiören    | 630TL | 1+1 | 230            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 1960          | 2210            | 840          | 1120              | 930                  | 82.91          |
|  Yenimahalle/Hacettepe Kiralık                                           | Ankara Yenimahalle | 580TL | 3+1 | 140            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 1850          | 4720            | 760          | 870               | 270                  | 79.81          |
|  Keçiören/Kalabade 1+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 430TL Kiralık    | Ankara Keçiören    | 430TL | 1+1 | 240            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 3120          | 2290            | 1460         | 1440              | 560                  | 76.81          |

Şekil 4.10. Çizelge 4.2’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### Durum 3: Sadece Metroya Uzaklık ve Hastaneye Uzaklık Kriterleri Seçildiğinde

Önceki bölümlerde kriter sayısı arttıkça elde edilen başarı miktarının düştüğünü belirtmiştik. Başarıyı etkileyen etkenlerden birinin de belirlenen kriterin minimum ve maksimum değerleri arasındaki farkların olması beklenir. Çünkü benzerlik oranını etkileyen değerlerden biri de minimum ve maksimum değerler arasındaki farktır. Kullanıcı kriteri ile veritabanındaki değer arasındaki benzerlik oranı, minimum ve maksimum değerlerin arasındaki fark arttıkça artar. Bu nedenle minimum ve maksimum değerler arasındaki fark arttıkça benzerlik oranının da artması beklenir.

Çizelge 4.3. Örnek arama kriterleri 3

| <b>Kriter</b>               | <b>Değeri</b>    | <b>Önem Derecesi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------|
| Oda Sayısı                  | Hiç Önemli Değil |                      |
| Isınma Tipi                 | Hiç Önemli Değil |                      |
| Banyo Sayısı                | Hiç Önemli Değil |                      |
| Fiyat                       | Hiç Önemli Değil |                      |
| Dairenin Alanı              | Hiç Önemli Değil |                      |
| Metroya Uzaklık             | 500              | 5                    |
| Hastaneye Uzaklık           | 3 000            | 5                    |
| Okula Uzaklık               | Hiç Önemli Değil |                      |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Hiç Önemli Değil |                      |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Hiç Önemli Değil |                      |

20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Bu durumda iterasyon sayısı 400 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3'te belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.11'deki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %66.37  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %82.46

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipli                                                                                                                                                   | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|  Etimesgut/Eryamande 3+1 sobal Kiralık                                        | Ankara Etimesgut   | 420TL | 3+1 | 240            | Sobalı           | 2     | 490           | 3060            | 1320         | 340               | 240                  | 99.3           |
|  Keçiören/Sarayköyde 1+1 kombili apartman dairesi 440TL Kiralık               | Ankara Keçiören    | 440TL | 1+1 | 160            | Kombili          | 1     | 200           | 3000            | 2400         | 830               | 790                  | 96.99          |
|  Yenimahalle/ Kiralık                                                         | Ankara Yenimahalle | 620TL | 4+1 | 60             | Merkezi Sistem   | 2     | 1110          | 2840            | 50           | 450               | 630                  | 92.28          |
|  Altındağ/Merkezde 2+1 merkezi sistem apartman dairesi 200TL Kiralık          | Ankara Altındağ    | 200TL | 2+1 | 100            | Sobalı           | 1     | 560           | 1960            | 1020         | 30                | 920                  | 88.98          |
|  Etimesgut/ Kiralık                                                           | Ankara Etimesgut   | 430TL | 1+1 | 50             | Merkezi Sistem   | 1     | 1420          | 2680            | 900          | 1340              | 490                  | 87.58          |
|  Etimesgut/Merkezde 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 480TL Kiralık        | Ankara Etimesgut   | 480TL | 1+1 | 250            | Merkezi Sistem   | 1     | 1790          | 3130            | 380          | 490               | 750                  | 85.77          |
|  Altındağ/Aydınlıkevlerde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 490TL Kiralık | Ankara Altındağ    | 490TL | 4+1 | 50             | Merkezi Sistem   | 1     | 1090          | 1810            | 1040         | 370               | 320                  | 82.16          |
|  Sincan/Fatihde 4+1 kombili apartman dairesi 450TL Kiralık                  | Ankara Sincan      | 450TL | 4+1 | 50             | Kombili          | 1     | 280           | 390             | 470          | 650               | 70                   | 71.64          |
|  Yenimahalle/ Kiralık                                                       | Ankara Yenimahalle | 560TL | 3+1 | 90             | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 1740          | 900             | 2340         | 500               | 300                  | 66.53          |
|  Çankaya/Merkezde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 450TL Kiralık         | Ankara Çankaya     | 450TL | 4+1 | 100            | Merkezi Sistem   | 1     | 1740          | 900             | 2340         | 500               | 300                  | 66.53          |

Şekil 4.11. Çizelge 4.3'te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 5 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.3'te belirlenen arama kriterleri 5 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.12'deki sonuçlar elde edilmektedir. İterasyon sayısı 100 olarak belirlenmiştir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %64.85

Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %81.45

**Arama Sonuçları**

| Başlık/Tipi                                                                                                                                              | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|  Sincan/Fatihde 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 630TL Kiralık       | Ankara Sincan      | 630TL | 1+1 | 230            | Merkezi Sistem   | 1     | 460           | 2760            | 2000         | 1210              | 530                  | 97.6           |
|  Altındağ/Sitelerde 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 360TL Kiralık  | Ankara Altındağ    | 360TL | 3+1 | 110            | Sobalı           | 1     | 340           | 3370            | 1450         | 610               | 90                   | 95.11          |
|  Yenimahalle/Ergazide 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 800TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 800TL | 4+1 | 140            | Merkezi Sistem   | 1     | 340           | 2380            | 2200         | 1490              | 970                  | 93.11          |
|  Etimesgut/ Kiralık                                                     | Ankara Etimesgut   | 560TL | 3+1 | 200            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 750           | 3600            | 360          | 1140              | 770                  | 92.18          |
|  Çankaya/Bakanlıklarda 3+1 kombili apartman dairesi 800TL Kiralık       | Ankara Çankaya     | 800TL | 3+1 | 160            | Kombili          | 1     | 420           | 1070            | 2090         | 990               | 340                  | 83.57          |
|  Mamak/Kutludüğünde 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 580TL Kiralık  | Ankara Mamak       | 580TL | 1+1 | 190            | Merkezi Sistem   | 1     | 590           | 930             | 2000         | 540               | 310                  | 82.32          |
|  Mamak/Kutludüğünde 1+1 kombili apartman dairesi 490TL Kiralık        | Ankara Mamak       | 490TL | 1+1 | 190            | Kombili          | 1     | 1540          | 4330            | 1020         | 280               | 900                  | 76.83          |
|  Sincan/Organize San. B Kiralık                                       | Ankara Sincan      | 440TL | 2+1 | 120            | Merkezi Sistem   | 1     | 50            | 450             | 1820         | 590               | 980                  | 74.15          |
|  Çankaya/O.D.T.Ü.de 4+1 kombili apartman dairesi 650TL Kiralık        | Ankara Çankaya     | 650TL | 4+1 | 90             | Kombili          | 2     | 1100          | 470             | 210          | 250               | 20                   | 72.51          |

Şekil 4.12. Çizelge 4.3'te belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.3'te belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.13'deki sonuçlar elde edilmektedir. Maksimum iterasyon sayısı 20 olarak belirlenmiştir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %64.54  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %78.34

### Arama Sonuçları

| Bağlık/Tipi                                                                                                                                                 | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|  Etimesgut/Merkezde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 720TL Kiralık      | Ankara Etimesgut   | 720TL | 4+1 | 110            | Merkezi Sistem   | 2     | 2610          | 3350            | 1900         | 900               | 560                  | 96.43          |
|  Yenimahalle/Bat Kiralık                                                   | Ankara Yenimahalle | 780TL | 3+1 | 220            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 630           | 4980            | 1750         | 960               | 120                  | 92.55          |
|  Altındağ/Sanayide 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 700TL Kiralık       | Ankara Altındağ    | 700TL | 3+1 | 230            | Merkezi Sistem   | 2     | 1310          | 830             | 970          | 700               | 750                  | 90.58          |
|  Keçiören/Kalabade 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 470TL Kiralık       | Ankara Keçiören    | 470TL | 4+1 | 100            | Sobalı           | 2     | 2170          | 4320            | 290          | 1120              | 580                  | 89.78          |
|  Çankaya/Kolejde 4+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 840TL Kiralık       | Ankara Çankaya     | 840TL | 4+1 | 170            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 1300          | 4270            | 2090         | 1360              | 160                  | 89.54          |
|  Sincan/Yenikentde 3+1 sobalı Kiralık                                    | Ankara Sincan      | 330TL | 3+1 | 110            | Sobalı           | 2     | 4720          | 4750            | 260          | 870               | 910                  | 88.02          |
|  Mamak/Gülverende 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 540TL Kiralık     | Ankara Mamak       | 540TL | 3+1 | 240            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 860           | 2040            | 680          | 60                | 320                  | 87.98          |
|  Altındağ/Sanayide 4+1 kombili apartman dairesi 350TL Kiralık            | Ankara Altındağ    | 350TL | 4+1 | 70             | Sobalı           | 1     | 4450          | 1500            | 2290         | 360               | 570                  | 86.45          |
|  Yenimahalle/Angora Evlerinde 2+1 kombili apartman dairesi 670TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 670TL | 2+1 | 210            | Kombili          | 1     | 460           | 4980            | 60           | 610               | 280                  | 85.05          |
|  Yenimahalle/                                                            | Ankara             | ---   | --- | ---            | ---              | ---   | ---           | ---             | ---          | ---               | ---                  | 83.49          |

Şekil 4.13. Çizelge 4.3'te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### Durum 4: Sadece Fiyat, Dairenin Alanı ve Metroya Uzaklık Kriterleri Seçildiğinde

Burada kriter sayısı arttığı için elde edilen sonuçların başarı oranının bir önceki bölüme göre daha düşük olması beklenir. Test işlemi Çizelge 4.4'te belirtilen değerler için gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.4. Örnek arama kriterleri 4

| <b>Kriter</b>               | <b>Değeri</b>    | <b>Önem Derecesi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------|
| Oda Sayısı                  | Hiç Önemli Değil |                      |
| Isınma Tipi                 | Hiç Önemli Değil |                      |
| Banyo Sayısı                | Hiç Önemli Değil |                      |
| Fiyat                       | 850              | 5                    |
| Dairenin Alanı              | 210              | 5                    |
| Metroya Uzaklık             | 500              | 3                    |
| Hastaneye Uzaklık           | Hiç Önemli Değil |                      |
| Okula Uzaklık               | Hiç Önemli Değil |                      |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Hiç Önemli Değil |                      |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Hiç Önemli Değil |                      |

#### 20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Bu durumda iterasyon sayısı 400 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.4'te belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.14'teki sonuçlar elde edilmektedir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %63.85

Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %81.45

**Arama Sonuçları**

|                                                                                     | Bağlık/Tipi                                                                   | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Alışveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|----------------|
|    | Çankaya/Mustafa Kemal Mah.de 3+1 kombili apartman dairesi 780TL Kiralık       | Ankara Çankaya     | 780TL | 3+1 | 200            | Kombili          | 1     | 560           | 1930            | 2010         | 1080              | 690                  | 94.84          |
|    | Altındağ/Merkezde 4+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 710TL Kiralık          | Ankara Altındağ    | 710TL | 4+1 | 220            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 160           | 80              | 1190         | 330               | 970                  | 90.59          |
|    | Altındağ/Altınovade 2+1 kombili apartman dairesi 640TL Kiralık                | Ankara Altındağ    | 640TL | 2+1 | 210            | Kombili          | 1     | 200           | 4340            | 740          | 950               | 100                  | 89.74          |
|    | Altındağ/Ulusde 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 550TL Kiralık            | Ankara Altındağ    | 550TL | 3+1 | 210            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 470           | 1390            | 2160         | 640               | 1000                 | 87.18          |
|    | Çankaya/Farabide 3+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 610TL Kiralık           | Ankara Çankaya     | 610TL | 3+1 | 190            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 1260          | 2620            | 1190         | 90                | 190                  | 82.5           |
|   | Altındağ/Altınovade 2+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 560TL Kiralık        | Ankara Altındağ    | 560TL | 2+1 | 170            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 470           | 1050            | 570          | 1140              | 810                  | 79.91          |
|  | Yenimahalle/ Kiralık                                                          | Ankara Yenimahalle | 530TL | 1+1 | 210            | Kombili          | 1     | 2170          | 1260            | 2280         | 400               | 590                  | 78.75          |
|  | Etimesgut/Oto Sanayi Sİt.de 2+1 merkezi sistem apartman dairesi 580TL Kiralık | Ankara Etimesgut   | 580TL | 2+1 | 200            | Merkezi Sistem   | 1     | 2860          | 3170            | 2020         | 670               | 750                  | 75.75          |
|  | Keçiören/Aktepede 4+1 kombili apartman dairesi                                | Ankara             |       |     |                |                  |       |               |                 |              |                   |                      | 72.19          |

Şekil 4.14. Çizelge 4.4'te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 5 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.4'te belirlenen arama kriterleri 5 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.15'teki sonuçlar elde edilmektedir. Burada maksimum iterasyon sayısı 100 seçilmiştir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %63.91  
Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %75.67

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                 | İlçe               | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma           | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Aisveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----|----------------|------------------|-------|---------------|-----------------|--------------|------------------|----------------------|----------------|
|  Sincan/Yenikentde 3+1 kombili apartman dairesi 820TL Kiralık              | Ankara Sincan      | 820TL | 3+1 | 240            | Kombili          | 2     | 780           | 2250            | 1260         | 1090             | 200                  | 91.67          |
|  Mamak/Kızırsde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 670TL Kiralık          | Ankara Mamak       | 670TL | 4+1 | 200            | Merkezi Sistem   | 1     | 1620          | 380             | 750          | 1480             | 880                  | 85.29          |
|  Sincan/Yenikentde 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 690TL Kiralık       | Ankara Sincan      | 690TL | 3+1 | 220            | Merkezi Sistem   | 1     | 3010          | 1850            | 1130         | 840              | 550                  | 79.71          |
|  Etimesgut/Merkezde 1+1 do Kiralık                                         | Ankara Etimesgut   | 500TL | 1+1 | 210            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 1900          | 4490            | 1930         | 820              | 430                  | 78.73          |
|  Keçiören/Sarayköyde 3+1 kombili apartman dairesi 880TL Kiralık          | Ankara Keçiören    | 880TL | 3+1 | 220            | Kombili          | 2     | 4870          | 650             | 2430         | 430              | 450                  | 76.6           |
|  Etimesgut/Oto Sanayi Sit.de 3+1 do Kiralık                              | Ankara Etimesgut   | 570TL | 3+1 | 230            | Doğal Gaz Sobalı | 2     | 2230          | 3170            | 240          | 1340             | 70                   | 76.32          |
|  Keçiören/Sanatoryumde 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 680TL Kiralık | Ankara Keçiören    | 680TL | 3+1 | 130            | Merkezi Sistem   | 2     | 1020          | 970             | 1860         | 1390             | 630                  | 75.03          |
|  Mamak/Tuzlucaıyırde 1+1 doğalgaz sobalı apartman dairesi 500TL Kiralık  | Ankara Mamak       | 500TL | 1+1 | 200            | Doğal Gaz Sobalı | 1     | 2430          | 3130            | 2160         | 1330             | 430                  | 74.36          |
|  Yenimahalle/Hacettepe Kiralık                                           | Ankara Yenimahalle | 550TL | 2+1 | 230            | Sobalı           | 1     | 4390          | 4690            | 1360         | 760              | 760                  | 65.48          |

Şekil 4.15. Çizelge 4.4'te belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.4'te belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.16'daki sonuçlar elde edilmektedir. Burada maksimum iterasyon sayısı 20 olarak seçilmiştir.

İlk Popülasyonun Uygunluk Oranı = %63.71

Son Popülasyonun Uygunluk Oranı = %77.9

## Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                      | İlçe             | Fiyat | Oda | m <sup>2</sup> | Isınma         | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Aşveriş Uz. (m) | Toplu Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----|----------------|----------------|-------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------------|----------------|
|  Çankaya/Öveçlerde 3+1 merkezi sistem apartman dairesi 700TL Kiralık            | Ankara Çankaya   | 700TL | 3+1 | 240            | Merkezi Sistem | 1     | 570           | 100             | 300          | 650             | 330                  | 87.57          |
|  Çankaya/Hoşdere 3+1 kombili apartman dairesi 820TL Kiralık                     | Ankara Çankaya   | 820TL | 3+1 | 220            | Kombili        | 2     | 2710          | 1570            | 1670         | 610             | 830                  | 86.59          |
|  Keçiören/Aktepede 1+1 kombili apartman dairesi 540TL Kiralık                   | Ankara Keçiören  | 540TL | 1+1 | 250            | Kombili        | 1     | 1870          | 4070            | 2340         | 1330            | 80                   | 86.14          |
|  Keçiören/Bağlumde 2+1 merkezi sistem apartman dairesi 600TL Kiralık            | Ankara Keçiören  | 600TL | 2+1 | 220            | Merkezi Sistem | 1     | 2800          | 3750            | 2430         | 230             | 790                  | 85.75          |
|  Etimesgut/Oto Sanayi Sit.de 1+1 merkezi sistem apartman dairesi 470TL Kiralık | Ankara Etimesgut | 470TL | 1+1 | 150            | Merkezi Sistem | 1     | 4500          | 2660            | 2320         | 1320            | 480                  | 85.69          |
|  Çankaya/Beytepede 3+1 kombili apartman dairesi 690TL Kiralık                 | Ankara Çankaya   | 690TL | 3+1 | 210            | Kombili        | 1     | 2320          | 610             | 560          | 630             | 540                  | 84.82          |
|  Etimesgut/ Kiralık                                                           | Ankara Etimesgut | 760TL | 4+1 | 250            | Merkezi Sistem | 2     | 1850          | 4050            | 1590         | 810             | 120                  | 82.26          |
|  Keçiören/Aktepede 1+1 kombili apartman dairesi 750TL Kiralık                 | Ankara Keçiören  | 750TL | 1+1 | 250            | Kombili        | 1     | 2810          | 450             | 600          | 370             | 250                  | 77.4           |
|  Çankaya/Demirtepede 1+1 kombili apartman dairesi 540TL Kiralık               | Ankara Çankaya   | 540TL | 1+1 | 180            | Kombili        | 1     | 1160          | 3300            | 1890         | 910             | 160                  | 76.04          |

Şekil 4.16. Çizelge 4.4’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 4.1.7. Deneysel sonuçlar

Veritabanı test işlemi gerçekleştirilirken test parametreleri en doğru sonucun elde edilmesi açısından çok önemlidir. Geliştirilen sistemde test parametreleri olarak çaprazlama olasılığı, iterasyon sayısı ve popülasyon boyutu arasındaki oran parametre olarak sonucu doğrudan etkilemektedir.

Yapılan test işleminde çaprazlama olasılığı olarak 0,7 alınmıştır. Çünkü sistem test edilirken en iyi sonucun bu çaprazlama olasılığı ile elde edildiği tespit edilmiştir. Örneğin 500 bireyden oluşan bir popülasyon üzerinde maksimum iterasyon sayısı olarak 100 seçilerek çaprazlama olasılığı 0,3 alındığında sonuç popülasyonunun uygunluk ortalamasının %75,13, 0,9 alındığında %76,21 ve 0,7 alındığında ise %82,17 olduğu görünmüştür. Benzer işlem 100 bireylik popülasyon üzerinde yapıldığında yine benzer sonuçlar elde edilmiştir.

İterasyon sayısı test işlemi gerçekleştirilirken çaprazlama olasılığı gibi sonucu doğrudan etkileyen bir test parametresidir. Örneğin 500 bireyden oluşan bir popülasyon maksimum 10 iterasyon sayısı baz alınarak test edildiğinde başarı oranının %65'lerden ancak %68 civarına yükseldiği tespit edilmiştir. İterasyon sayısı 100 seçildiğinde başarı oranının %78, %79'lara yükseldiği tespit edilmiştir. İterasyon sayısının çok yüksek değerlere yükseltilmesi işlem miktarını arttırdığı gibi başarı oranına da negatif yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

#### **4.1.8. Bulgular**

Çeşitli arama parametreleri ile genetik algoritma tabanlı esnek sorgulama sistemi test edildiğinde farklı sayılabilecek sonuçların elde edildiği görülmektedir. Genetik algoritma rastgelelik temeline dayandığından aynı parametreler olsa bile farklı aramalarda farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

İterasyon sayısının artması daha iyi sonuçların elde edilmesi açısından önem arz etmektedir. Ancak belli bir seviyeden sonra genetik algoritmanın başarı oranının çok az farkla değiştiği görülmüştür. Aynı zamanda iterasyon sayısı sistemin performansını da doğrudan etkileyen ana etkenlerden biridir. Bu nedenle iterasyon sayısının dikkatli belirlenmesi gerekir. Yaptığımız çalışmada iterasyon sayısı popülasyon sayısının 1/5'i olacak şekilde belirlenmiştir. Yani 20 000 bireyli bir popülasyon söz konusu ise iterasyon sayısı 400 olacaktır.

Test işlemi sonucunda kriter sayısının sistem başarısını doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Kriter sayısı arttıkça elde edilen başarı azalmaktadır. Tüm kriterlerin seçilerek 20 000 kayıt üzerinde genetik algoritma uygulandığında maksimum %92,33 başarı oranına sahip bir kayıt elde edilebilirken, sadece 2 kriterin seçilmesi durumunda %99,3 benzerlik oranına sahip bir kayıt elde edilebilmektedir. 3 kriter seçilerek 20 000 kayıtlık bir veri yığını üzerinde işlem yapıldığında ise %94,84 başarı oranına sahip bir kayıt elde edilebilmektedir.

Pek çok kriteri aynı anda sağlayan bir kaydın olma olasılığının düşük olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu makul bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Buna göre sadece iki kriter test edilmesi sonucunda elde edilen başarı 3 veya daha fazla kriter ile test edilmeye göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

Sistem başarısını etkileyen bir diğer alan popülasyon boyutu olarak tespit edilmiştir. Popülasyon sayısı arttıkça başarı oranı da artmaktadır. Bir başka deyişle kullanıcı arama parametrelerini ne kadar çok kayıt ile karşılaştırırsa aradığı emlağı veya yakın kayıtları bulma olasılığı da yükselmektedir. Buna göre 20 000 kayıt üzerinde sistem test edildiğinde 5 000 kayda göre daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Sadece 2 kriter seçilerek 20 000 kayıtlık bir veri öbeği üzerinde işlem yapıldığında %96,4'lük bir başarı elde edilirken, 1 000 kayıtlık bir veri öbeği üzerinde işlem yapıldığında %91,46'lık bir başarı oranı elde edilebilmektedir. Aynı şekilde 3 kriter üzerinde işlem yapıldığında, 20 000 kayıt seçildiğinde %94,84'lük bir başarı sağlanabiliyorken 1 000 kayıt üzerinde işlem yapıldığında %87,57'lik bir başarı oranı elde edilebilmiştir.

Başarı oranını etkileyen faktörlerden bir diğeri ise veritabanında tutulan verilerin özellikleridir. Kullanıcının belirlediği kriterin veritabanında olup olmaması veya maksimum ve minimum değerleri arasındaki fark da başarıyı etkileyen faktörlerdir. Fiyat ve dairenin alanı kriterleri maksimum ve minimum değerleri arasındaki fark en az olan kriterlerdir. Bunun yanında hastaneye uzaklık ve metroya uzaklık kriterleri ise minimum ve maksimum değerleri arasındaki fark en fazla olan kriterlerdir. Durum 2'de fiyat ve dairenin alanı kriterleri test edilirken Durum 3'te ise hastaneye

uzaklık ve metroya uzaklık kriterleri test edilmiştir. İki durumun sonuçları karşılaştırıldığında Durum 3'ün daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Durum 2'de maksimum başarı oranı %96,4 iken Durum 3'te %99,3'e kadar çıkmaktadır.

Sistemi performans açısından değerlendirildiğimizde popülasyon boyutu artıkça veya iterasyon sayısı artıkça performansın düştüğünü görüyoruz. 1 000 kayıt üzerinde ve 20 iterasyon sayısı ile işlem yapıldığında sonuç birkaç saniyede alınırken, 20 000 kayıt üzerinde ve 400 iterasyon sayısı ile işlem yapıldığında sonucun yaklaşık 10 dakikada alındığı tespit edilmiştir<sup>1</sup>.

## **4.2. Uygulama II: Bulanık Mantık Tabanlı Esnek Sorgulama Sistemi**

### **4.2.1. Problemin tanımı**

Problemin tanımı Bölüm 4.1.1'de yapılmıştır.

### **4.2.2. Neden bulanık mantık**

Bulanık mantık mutlak doğrunun yanında kısmi doğruluğa da imkan veren bir mantıktır. Bulanık mantığa göre, klasik mantığın tersine, yeryüzündeki her önerme siyah-beyaz kadar net değildir, gri tonlar da vardır. Yani bir önerme %100 doğru veya yanlış olabileceği gibi %30 veya %68 doğru da olabilir. Bu yaklaşım veritabanı üzerine yapılan esnek sorgu çalışmalarında sık sık kullanılmaktadır. Çünkü bulanık mantık standart SQL sorgularını mutlak olmaktan çıkarıp esnek bir yapıya da sokabilmektedir. İşte bu nedenden dolayı bulanık mantık esnek sorgulamaların temelini oluşturmaktadır.

---

<sup>1</sup>Intel Core Dou CPU 3.17 GHz işlemcili 4 GB RAM ve Windows 7 yüklü bir bilgisayarda

#### 4.2.3. Kullanılan araç ve teknikler

Yapılan çalışma PHP programlama dili ve MySQL veritabanı ile bulanık mantık tabanlı olarak geliştirilmiştir. Bu çalışmada bulanık mantığın üyelik fonksiyonlarından üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Buna göre kullanıcıdan alınan dilsel değişkenler sistemde tanımlı bulanık ifadeler yardımıyla veritabanı kayıtları ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sonucunda kaydın arama kriterlerine ne kadar benzediği tespit edilmektedir.

Geliştirilen sistem kullanıcıdan değer aralığı yerine pahalı, ucuz, uzak, yakın gibi dilsel ifadeler alırken her bir kriteri 1-5 arasında ağırlıklandırmaktadır. Bulanık mantık tabanlı esnek sorgu sistemi bu ifadeler üzerinden girilen kriterlere en yakın kayıtları kullanıcıya benzerlik oranına göre sunmaktadır.

#### 4.2.4. Sistem değişkenleri

Bu çalışmada önceki çalışmada kullanılan veritabanının aynısı kullanılmıştır. Rastgele oluşturulmuş olan bu veritabanı mantıksal bir süzgeçten geçirilmiştir (Bkz. Bölüm 4.1.4). Böylece aynı veriler üzerinde her iki yöntemin karşılaştırılması daha kolay olması sağlanmıştır.

Bulanık mantığın temeli bulanık ifadelere dayanmaktadır. Bu nedenle oda sayısı banyo sayısı ve ısıtma tipi gibi kriterler bulanıklaştırma açısından uygun ifadeler değildir. Çünkü bu kriterler sayısal açıdan 1 ile 4 arasında değer alabilmektedir. Bu nedenle bu alanlar bulanıklaştırılmamıştır. Kalan diğer kriterler bulanıklaştırılmış ve yine 1 ile 5 arasında değerlerle ağırlıklandırılmıştır.

İlgili alanlar bulanıklaştırılırken çok yakın, yakın, uzak, çok uzak gibi dilsel ifadeler kullanılmıştır. Her kriter için bu dilsel ifadelerin sayısı ve alacağı değerler sonucu doğrudan etkileyebilen değerlerdir.

#### 4.2.5. Bulanıklaştırılan alanlar ve dilsel ifadeleri

Kriterler bulanıklaştırılırken her bir kriterin maksimum ve minimum değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bulanık ifadeler seçilirken çok ucuz, ucuz, normal, pahalı, çok pahalı veya çok uzak, uzak, yakın, yürüyüş mesafesi gibi dilsel ifadeler kullanılmıştır. Bulanıklaştırma işlemi yapılırken kriterler üçgen üyelik fonksiyonuna göre bulanıklaştırılmıştır. Şimdi her bir kriterin nasıl bulanıklaştırıldığını inceleyelim.

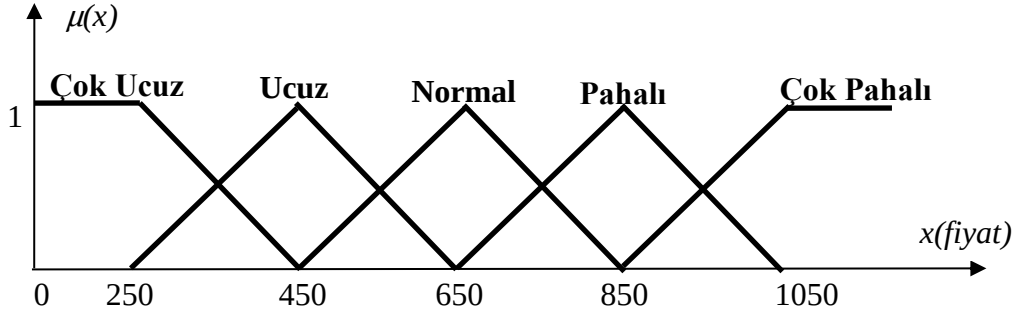
##### Fiyat Kriteri

Fiyat kriteri [100, 1160] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Çok Pahalı*, *Pahalı*, *Normal Ucuz*, *Çok Ucuz*, ifadeleri seçilmiştir. Bu ifadeler Çizelge 4.5'teki gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.5. Fiyat bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni | Sayı Aralığı |
|---------------|--------------|
| Çok Ucuz      | 0-450        |
| Ucuz          | 250-650      |
| Normal        | 450-850      |
| Pahalı        | 650-1050     |
| Çok Pahalı    | 850-1100     |

Çizelge 4.5'teki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.17'deki gibi olacaktır.



Şekil 4.17. Fiyat bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{\text{ÇokUcuz}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 250 \\ \frac{450-x}{200}, & 250 \leq x \leq 450 \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\mu_{\text{Ucuz}}(x) = \begin{cases} \frac{x-250}{200}, & 250 \leq x \leq 450 \\ \frac{650-x}{200}, & 450 \leq x \leq 650 \end{cases} \quad (4.7)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} \frac{x-450}{200}, & 450 \leq x \leq 650 \\ \frac{850-x}{200}, & 650 \leq x \leq 850 \end{cases} \quad (4.8)$$

$$\mu_{\text{Pahalı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-650}{200}, & 650 \leq x \leq 850 \\ \frac{1050-x}{200}, & 850 \leq x \leq 1050 \end{cases} \quad (4.9)$$

$$\mu_{\text{ÇokPahalı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-850}{200}, & 850 \leq x \leq 1050 \\ 1, & x \geq 1050 \end{cases} \quad (4.10)$$

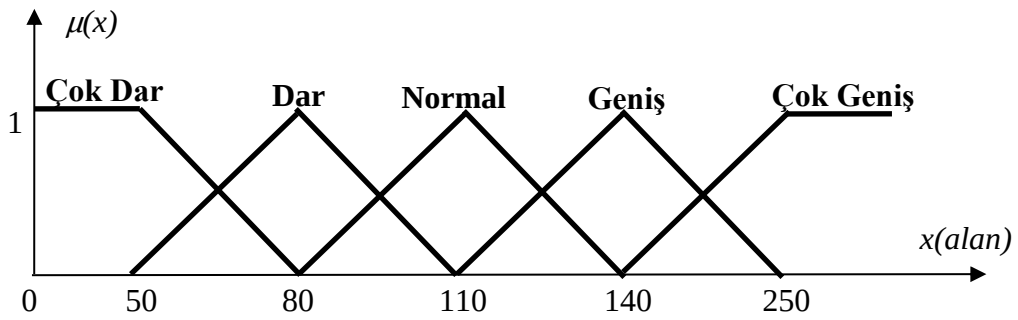
### Dairenin Alanı Kriteri

Dairenin alanı  $[50, 250]$  aralığında değer alabilmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Çok Dar*, *Dar*, *Normal*, *Geniş* ve *Çok Geniş* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.6. Alan bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni | Sayı Aralığı |
|---------------|--------------|
| Çok Dar       | 0-50         |
| Dar           | 50-110       |
| Normal        | 80-140       |
| Geniş         | 110-170      |
| Çok Geniş     | 170-250      |

Çizelge 4.6’daki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.18’deki gibi olacaktır.



Şekil 4.18. Alan bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{\text{ÇokDar}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 50 \\ \frac{80-x}{30}, & 50 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (4.11)$$

$$\mu_{\text{Dar}}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{30}, & 50 \leq x \leq 80 \\ \frac{110-x}{30}, & 80 \leq x \leq 110 \end{cases} \quad (4.12)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} \frac{x-80}{30}, & 80 \leq x \leq 110 \\ \frac{140-x}{30}, & 110 \leq x \leq 140 \end{cases} \quad (4.13)$$

$$\mu_{\text{Geniş}}(x) = \begin{cases} \frac{x-110}{30}, & 110 \leq x \leq 140 \\ \frac{170-x}{30}, & 140 \leq x \leq 170 \end{cases} \quad (4.15)$$

$$\mu_{\text{ÇokGeniş}}(x) = \begin{cases} \frac{x-140}{30}, & 140 \leq x \leq 170 \\ 1, & x \geq 170 \end{cases} \quad (4.16)$$

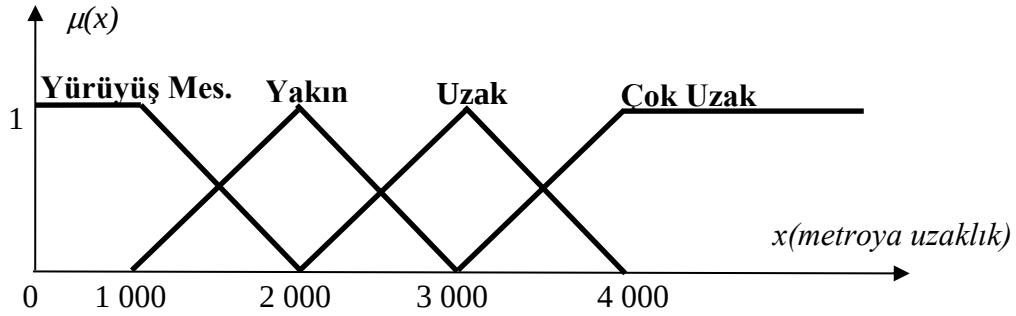
#### Metroya Uzaklık Kriteri

Metroya uzaklık kriteri [10, 5 000] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Yürüyüş Mesafesi*, *Yakın*, *Uzak* ve *Çok Uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.7'deki gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.7. Metroya uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni    | Sayı Aralığı |
|------------------|--------------|
| Yürüyüş Mesafesi | 10-2000      |
| Yakın            | 1 000-3 000  |
| Uzak             | 2 000-4 000  |
| Çok Uzak         | 3 000-5 000  |

Çizelge 4.7'deki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.19'daki gibi olacaktır.



Şekil 4.19. Metroya uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{YürüyüşMesafesi}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1\,000 \\ \frac{2\,000-x}{1\,000}, & 1\,000 \leq x \leq 2\,000 \end{cases} \quad (4.20)$$

$$\mu_{Yakın}(x) = \begin{cases} \frac{x-1\,000}{1\,000}, & 1\,000 \leq x \leq 2\,000 \\ \frac{3\,000-x}{1\,000}, & 2\,000 \leq x \leq 3\,000 \end{cases} \quad (4.21)$$

$$\mu_{Uzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-2\,000}{1\,000}, & 2\,000 \leq x \leq 3\,000 \\ \frac{4\,000-x}{1\,000}, & 3\,000 \leq x \leq 4\,000 \end{cases} \quad (4.22)$$

$$\mu_{ÇokUzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-3\,000}{1\,000}, & 3\,000 \leq x \leq 4\,000 \\ 1, & x \geq 4\,000 \end{cases} \quad (4.23)$$

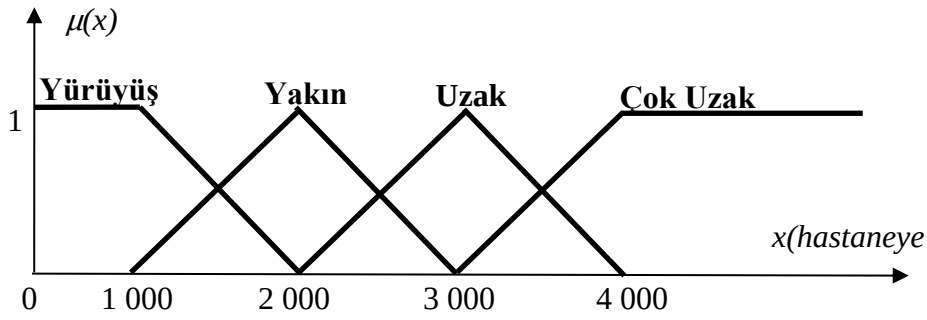
#### Hastaneye Uzaklık Kriteri

Hastaneye uzaklık kriteri [10, 5 000] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Yürüyüş Mesafesi*, *Yakın*, *Uzak* ve *Çok Uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.8’de belirtildiği gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.8. Hastaneye uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni    | Sayı Aralığı |
|------------------|--------------|
| Yürüyüş Mesafesi | 10-2 000     |
| Yakın            | 1 000-3 000  |
| Uzak             | 2 000-4 000  |
| Çok Uzak         | 3 000-5 000  |

Çizelge 4.8'deki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.20'deki gibi olacaktır.



Şekil 4.20. *Hastaneye uzaklık* bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{\text{Yürüyüş Mesafesi}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 1\,000 \\ \frac{2\,000-x}{1\,000}, & 1\,000 \leq x \leq 2\,000 \end{cases} \quad (4.24)$$

$$\mu_{\text{Yakın}}(x) = \begin{cases} \frac{x-1\,000}{1\,000}, & 1\,000 \leq x \leq 2\,000 \\ \frac{3\,000-x}{1\,000}, & 2\,000 \leq x \leq 3\,000 \end{cases} \quad (4.25)$$

$$\mu_{Uzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-2\,000}{1\,000}, & 2\,000 \leq x \leq 3\,000 \\ \frac{4\,000-x}{1\,000}, & 3\,000 \leq x \leq 4\,000 \end{cases} \quad (4.26)$$

$$\mu_{\text{ÇokUzak}}(x) = \begin{cases} \frac{x-3\,000}{1\,000}, & 3\,000 \leq x \leq 4\,000 \\ 1, & x \geq 4\,000 \end{cases} \quad (4.27)$$

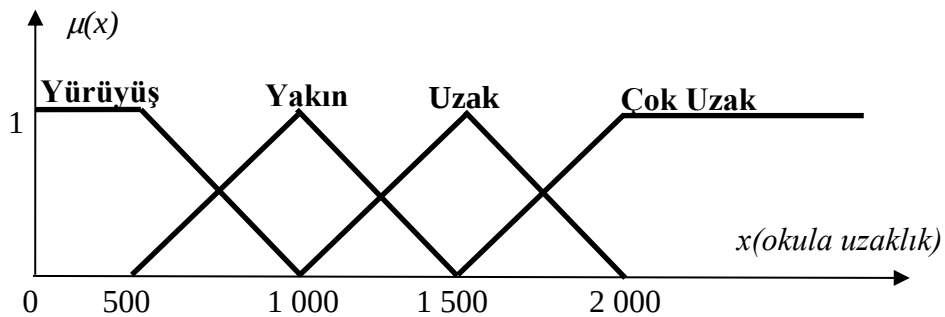
### Okula Uzaklık Kriteri

Okula uzaklık kriteri [10, 2 500] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Yürüyüş Mesafesi*, *Yakın*, *Uzak* ve *Çok Uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.9’da belirtildiği gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.9. Okula uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni    | Sayı Aralığı |
|------------------|--------------|
| Yürüyüş Mesafesi | 10-1 000     |
| Yakın            | 500-1 500    |
| Uzak             | 1 000-2 000  |
| Çok Uzak         | 1 500-2 500  |

Çizelge 4.9’daki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.21’deki gibi olacaktır.



Şekil 4.21. Okula uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{YürüyüşMesafesi}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 500 \\ \frac{1\,000-x}{500}, & 500 \leq x \leq 1\,000 \end{cases} \quad (4.28)$$

$$\mu_{Yakın}(x) = \begin{cases} \frac{x-500}{500}, & 500 \leq x \leq 1\,000 \\ \frac{1\,500-x}{500}, & 1\,000 \leq x \leq 1\,500 \end{cases} \quad (4.29)$$

$$\mu_{Uzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-1\,000}{500}, & 1\,000 \leq x \leq 1\,500 \\ \frac{2\,000-x}{500}, & 1\,500 \leq x \leq 2\,000 \end{cases} \quad (4.30)$$

$$\mu_{ÇokUzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-1\,500}{500}, & 1\,500 \leq x \leq 2\,000 \\ 1, & x \geq 2\,000 \end{cases} \quad (4.31)$$

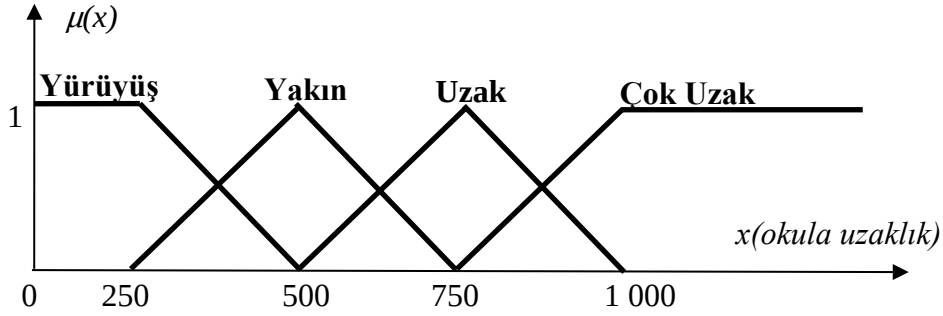
#### Alışveriş Merkezine Uzaklık Kriteri

Alışveriş merkezine uzaklık kriteri [10, 1 500] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Yürüyüş Mesafesi*, *Yakın*, *Uzak* ve *Çok Uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.10'da belirtildiği gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.10. Alışveriş merkezine uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni    | Sayı Aralığı |
|------------------|--------------|
| Yürüyüş Mesafesi | 10-500       |
| Yakın            | 250-750      |
| Uzak             | 500-1 000    |
| Çok Uzak         | 750-1 500    |

Çizelge 4.10'daki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.22'deki gibi olacaktır.



Şekil 4.22. *Alışveriş merkezine uzaklık* bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{\text{YürüyüşMesafesi}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 250 \\ \frac{500-x}{250}, & 250 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (4.32)$$

$$\mu_{\text{Yakın}}(x) = \begin{cases} \frac{x-250}{250}, & 250 \leq x \leq 500 \\ \frac{750-x}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \end{cases} \quad (4.33)$$

$$\mu_{\text{Uzak}}(x) = \begin{cases} \frac{x-500}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \\ \frac{1000-x}{250}, & 750 \leq x \leq 1000 \end{cases} \quad (4.34)$$

$$\mu_{\text{ÇokUzak}}(x) = \begin{cases} \frac{x-750}{250}, & 750 \leq x \leq 1000 \\ 1, & x \geq 1000 \end{cases} \quad (4.35)$$

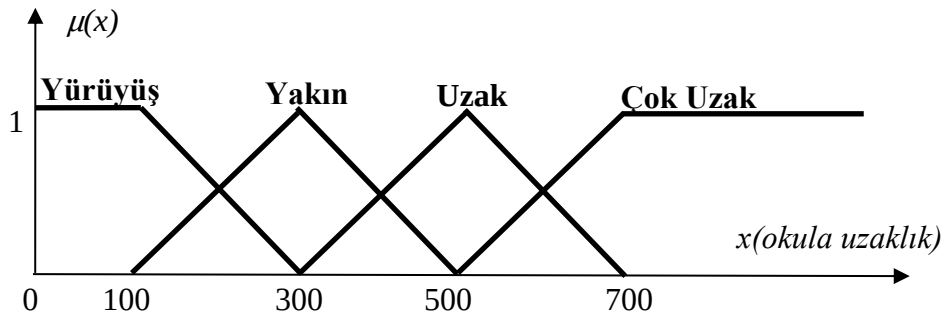
### Toplu Ulaşım Araçlarına Uzaklık Kriteri

Toplu taşıma araçlarına uzaklık kriteri [10, 1 000] aralığında değişmektedir. Dilsel ifadeler olarak *Yürüyüş Mesafesi*, *Yakın*, *Uzak* ve *Çok Uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 4.11’de belirtildiği gibi bulanıklaştırılmıştır.

Çizelge 4.11. Toplu taşıma araçlarına uzaklık bulanık kriteri için dil değişkenleri ve değer aralıkları

| Dil Değişkeni    | Sayı Aralığı |
|------------------|--------------|
| Yürüyüş Mesafesi | 10-300       |
| Yakın            | 100-500      |
| Uzak             | 300-700      |
| Çok Uzak         | 500-1 000    |

Çizelge 4.11’deki dil değişkenlerine göre oluşturulacak olan fiyat bulanık kümesinin üçgen üyelik fonksiyonuna göre üyelik fonksiyonu Şekil 4.23’teki gibi olacaktır.



Şekil 4.23. Toplu taşıma araçlarına uzaklık bulanık kriteri için üyelik fonksiyonu

Yukarıda tanımlanan üyelik fonksiyonuna göre her bir dil değişkeni için aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir. Bu eşitlikler ile veritabanından çekilen her bir kaydın uygunluk değeri hesaplanabilecektir.

$$\mu_{YürüyüşMesafesi}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 100 \\ \frac{300-x}{200}, & 100 \leq x \leq 300 \end{cases} \quad (4.36)$$

$$\mu_{Yakın}(x) = \begin{cases} \frac{x-100}{200}, & 100 \leq x \leq 300 \\ \frac{500-x}{200}, & 300 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (4.37)$$

$$\mu_{Uzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-300}{200}, & 300 \leq x \leq 500 \\ \frac{700-x}{200}, & 500 \leq x \leq 700 \end{cases} \quad (4.38)$$

$$\mu_{ÇokUzak}(x) = \begin{cases} \frac{x-500}{200}, & 500 \leq x \leq 700 \\ 1, & x \geq 700 \end{cases} \quad (4.39)$$

#### 4.2.6. Veritabanı kayıtlarının uygunluk değerlerinin hesaplanması

Bütün arama kriterleri için yukarıdaki fonksiyonlar üzerinden işlem yapılarak her bir kaydın uygunluk değeri elde edilir. Bu durumda bütün kriterlerin uygunluk oranları üzerinden bir kaydın toplam uygunluğu hesaplanır. Ancak toplam uygunluk hesaplanırken kullanıcının her bir kriter için belirlediği kriter ağırlıklarının da işleme eklenmesi gerekmektedir. Bu durumda  $\mu_i$ 'inci niteliğin (örneğin fiyat niteliği) uygunluk oranını ve  $P_i$ 'inci niteliğin ağırlığını ifade etmek üzere TUO (Toplam Uygunluk Oranını) Eş. 4.40 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$TUO = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i * P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} * 100 \quad (4.40)$$

Burada  $i$  nitelikleri ifade ederken;  $n$ , üzerinde işlem yapılan bulanık niteliklerin sayısını ifade etmektedir. Bu işlem sonucunda veritabanından çekilen bir kaydın kullanıcının belirlediği kriterlere ne kadar benzediği % olarak hesaplanmaktadır.

#### 4.2.7. Bulanık mantık tabanlı esnek emlak sorgulama sistemi

Kullanıcı, veritabanı üzerinde arama işlemi gerçekleştirirken genelde veritabanında tutulan veriler hakkında bilgi sahibi değildir. Bu nedenle sayısal değer tutan nitelikler için kriter belirlenirken veritabanında tutulan değerlerle birebir örtüşen değerler girmesi çok düşük bir ihtimaldir. Birden fazla kriterin girildiği durumlarda bu oran çok daha düşüktür. Bu soruna çözüm olarak genelde aralık girilmesi istenmektedir. Bu durumda da binlerce veya milyonlarca kaydın tutulduğu veritabanlarında belirlenen aralıkta binlerce kayıt olabilmektedir. Kullanıcının bütün kayıtları incelemesi beklenemez.

Klasik SQL sorguları ile belirlenen aralıkta makul sayıda sonuç döndürülse bile dönen sonuçlar arasında bir derecelendirme yapılmamaktadır. Örneğin 100 tane kayıt döndürülmesi durumunda kullanıcının aradığı kriterlere en yakın kayıt 100. kayıt olabilir. Bu durumda kullanıcı zamanının çoğunu 99 kaydı incelemekle boşa harcamış olacaktır.

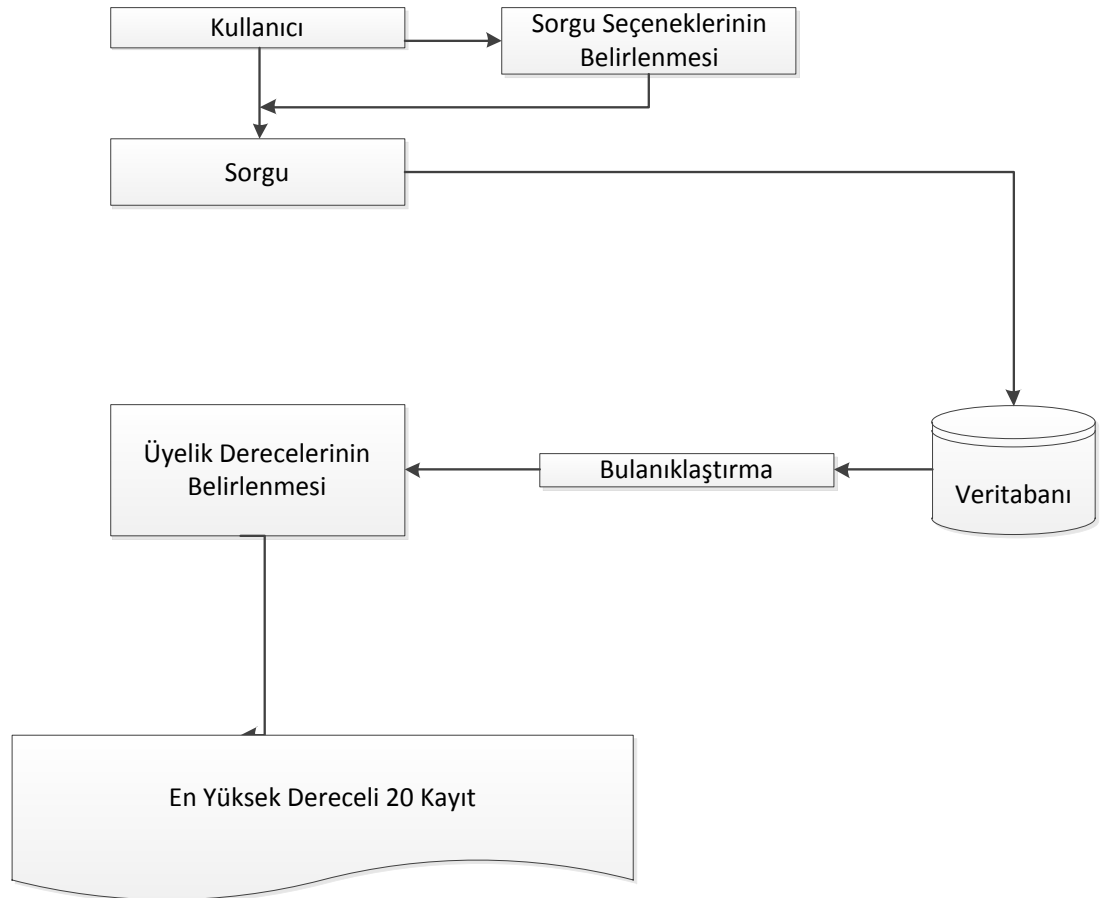
Bu çalışmada bulanık mantık tabanlı esnek emlak sorgulama sistemi geliştirilmiştir. Bu amaçla kullanıcıdan dilsel değişkenler şeklinde kriterler alınmış ve veritabanında tutulan kayıtlar bulanıklaştırılıp üyelik dereceleri hesaplanarak en yüksek üyelik derecesine sahip 20 kayıt uygunluk derecelerine göre kullanıcıya sunulmaktadır.

Bulanık mantık tabanlı geliştirdiğimiz yöntemle kullanıcı kiralamak istediği emlağın özelliklerini ve ağırlıklarını girerek veritabanından aradığı kriterlere en yakın kayıtlara ulaşabilmektedir. Bu yöntemle kullanıcı, veritabanı üzerinde arama işlemini gerçekleştirirken arama kriterlerine birebir uyan kayıt olmasa bile mevcut kayıtları inceleyebilmektedir. Klasik SQL sorguları veritabanında birebir uyan kayıt olması durumunda sonuç döndürürken, bulanık mantık ile gerçekleştirilen sorgulama işleminde birebir uyan kayıt olmaması durumunda mevcut kayıtlar üzerinden en yakın kayıtlar döndürülmektedir.

Şekil 4.24'te geliştirilen sistemin akış diyagramı sunulmuştur. İşlem Adımları şu şekildedir:

- Öncelikle kullanıcının bulanık arama kriterlerini ve ağırlıklarını belirlemesi beklenir
- Bulanık olmayan kriterlere göre veritabanından kayıtlar çekilir
- Çekilen kayıtların her biri için üyelik dereceleri hesaplanır.
- En yüksek üyelik derecesine sahip kayıtlar kullanıcıya sunulur.

Geliştirilen emlak sorgulama sisteminde kullanıcının belirleyebileceği kriterlerin bazıları bulanık bazıları ise sayısal değerlerdir. İlçe, oda sayısı, ısıtma tipi ve banyo sayısı kriterleri tam değerler iken fiyat, dairenin alanı, metroya, hastaneye, okula, alışveriş merkezine ve toplu ulaşım olan mesafeler bulanık değerlerdir.



Şekil 4.24. Geliştirilen sistemin akış diyagramı

Bulanık arama kriterlerinin nasıl kullanıldığını bir örnekle inceleyelim. Örnek olarak fiyat bulanık kriterini inceleyelim. Veritabanında fiyat değişkeni [100, 1160] aralığında değişmektedir. Öncelikle dil değişkenlerinin ne olacağına karar vermemiz gerekmektedir. 5 tane dil değişkeni (*Çok Ucuz*, *Ucuz*, *Normal*, *Pahalı*, *Çok Pahalı*) olduğunu varsayıyoruz. Her bir dil değişkeninin alacağı aralıklar Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Çizelge 4.5'te belirtilen aralıklar için Şekil 4.17'te görünen üçgen üyelik fonksiyonu oluşturulmuştur.

Veritabanında bulunan kaydın fiyat değerinin 700 olduğunu ve kullanıcının fiyat olarak *Normal* fiyatta bir emlak aradığını varsayalım. Bu durumda veritabanından alınan değer benzerlik oranı (17) eşitliği ile hesaplanacaktır. Bu durumda benzerlik oranı 0,75 olarak hesaplanacaktır. Kullanıcı kriterleri istediği gibi ağırlıklandırabilmektedir. Bu örnek için ağırlığının 5 üzerinden 4 olduğunu varsayarsak bu durumda Fiyat kriterinin toplam benzerlik oranı ağırlık ve benzerlik oranının çarpımı olacaktır. Tüm kriterler için bu işlem tekrarlandıktan sonra tüm kriterlerin benzerlik oranı toplanacak ve toplam ağırlığa bölünecektir (Bkz. Bölüm 4.2.6).

Geliştirilen sistemin arama ara yüzü aşağıda sunulmuştur:

### KİRALIK DAİRE ARAMA

District:

Oda Sayısı: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Isınma Tipi: ☐ Sobalı  
☐ Doğal Gaz Sobalı  
☐ Merkezi Sistem  
☐ Kombili

Banyo Sayısı: ☐ 1 ☐ 2

---

Fiyat: **Normal**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Daire Alanı: **Normal**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Metroya Uzaklık: **Uzak**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Hastaneye Uzaklık: **Uzak**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Okula Uzaklık: **Uzak**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Çarşı-Pazara Uzaklık: **Uzak**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

---

Toplu Ulaşım Uzaklık: **Uzak**

Ağırlığı: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Şekil 4.25. Geliştirilen sistemin arama arayüzü

#### 4.2.8. Örnek arama kriterleri ve elde edilen sonuçlar

##### Durum 1: Bütün Kriterlerin Seçilmesi Durumu

Veritabanında bulunan tüm veriler üzerinde işlem yapılması şüphesiz işlem miktarını arttırmaktadır. Bu da sonuç alma süresini arttırmaktadır. Ancak kayıt sayısı arttıkça daha iyi sonuç alınması beklenir. Test işlemi Çizelge 4.12’de belirtilen değerler için gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.12. Örnek arama kriterleri 5

| Kriter                      | Değeri           | Önem Derecesi |
|-----------------------------|------------------|---------------|
| Oda Sayısı                  | Hiç Önemli Değil |               |
| Isınma Tipi                 | Hiç Önemli Değil |               |
| Banyo Sayısı                | Hiç Önemli Değil |               |
| Fiyat                       | Pahalı           | 5             |
| Dairenin Alanı              | Çok Geniş        | 5             |
| Metroya Uzaklık             | Yürüyüş Mesafesi | 3             |
| Hastaneye Uzaklık           | Uzak             | 2             |
| Okula Uzaklık               | Yürüyüş Mesafesi | 4             |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Yakın            | 4             |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Yakın            | 3             |

### 20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.12’de belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt üzerinde test edildiğinde Şekil 4.26’daki sonuçlar elde edilmektedir.

ARAMA KRITERLERİ

İlçe:

: Hiç Önemli Değil

Fiyat:

: Pahalı(Son Derece Önemli)

Dairenin Alanı:

: Çok Geniş(Son Derece Önemli)

Oda Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Banyo Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Isınma Tipi:

: Hiç Önemli Değil

Metroya Uzaklık(m):

: Yürüyüş Mesafesi(Önemli)

Hastaneye Uzaklık(m):

: Uzak(Çok Az Önemli)

Okula Uzaklık(m):

: Yürüyüş Mesafesi(Çok Önemli)

Çarşı-Pazara Uzaklık(m):

: Yakın(Çok Önemli)

Toplu Ulaşım Uzaklık(m):

: Yakın(Önemli)

Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                          | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma         | m <sup>2</sup> | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------|----------------|-------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  Keçiören/Kızılarpınar Cad.de 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık          | Ankara Keçiören    | 850TL | 4+1   | Kombili        | 210            | 2     | 670           | 2480            | 110          | 550           | 340            | 90.61%         |
|  Yenimahalle/Ergazide 4+1 kombili apartman dairesi 800TL Kiralık                  | Ankara Yenimahalle | 800TL | 4+1   | Kombili        | 180            | 1     | 320           | 2710            | 540          | 480           | 200            | 84.73%         |
|  Etimesgut/ Kiralık                                                               | Ankara Etimesgut   | 760TL | 3+1   | Merkezi Sistem | 230            | 2     | 510           | 3260            | 360          | 610           | 290            | 82%            |
|  Keçiören/Pursaklarde 4+1 kombili apartman dairesi 740TL Kiralık                  | Ankara Keçiören    | 740TL | 4+1   | Kombili        | 190            | 1     | 70            | 3740            | 380          | 520           | 260            | 80.19%         |
|  Yenimahalle/Emekvler Siteside 4+1 kombili apartman dairesi 810TL Kiralık         | Ankara Yenimahalle | 810TL | 4+1   | Kombili        | 200            | 1     | 1280          | 2810            | 230          | 360           | 250            | 79.96%         |
|  Yenimahalle/Oto Tam.San.Sit.de 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 870TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Merkezi Sistem | 170            | 2     | 2680          | 3370            | 130          | 520           | 230            | 78.42%         |
|  Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık            | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili        | 220            | 2     | 740           | 3660            | 880          | 530           | 220            | 76.76%         |
|  Keçiören/Merkezde 4+1 kombili apartman dairesi 830TL Kiralık                     | Ankara Keçiören    | 830TL | 4+1   | Kombili        | 190            | 2     | 720           | 3640            | 130          | 10            | 260            | 75.46%         |
|  Sincan/Yenikentde 4+1 kombili apartman dairesi 820TL Kiralık                     | Ankara Sincan      | 820TL | 4+1   | Kombili        | 250            | 2     | 4810          | 4760            | 230          | 550           | 310            | 74.23%         |

Şekil 4.26. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 5 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.12’de belirlenen arama kriterleri 5 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.27’deki sonuçlar elde edilmektedir.

| ARAMA KRITERLERİ |                                | Metroya Uzaklık(m):      | Yürüyüş Mesafesi(Önemli)       |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| İlçe:            | : Hiç Önemli Değil             | Hastaneye Uzaklık(m):    | : Uzak(Çok Az Önemli)          |
| Fiyat:           | : Pahalı(Son Derece Önemli)    | Okula Uzaklık(m):        | : Yürüyüş Mesafesi(Çok Önemli) |
| Dairenin Alanı:  | : Çok Geniş(Son Derece Önemli) | Çarşı-Pazara Uzaklık(m): | : Yakın(Çok Önemli)            |
| Oda Sayısı:      | : Hiç Önemli Değil             | Toplu Ulaşım Uzaklık(m): | : Yakın(Önemli)                |
| Banyo Sayısı:    | : Hiç Önemli Değil             |                          |                                |
| Isınma Tipi:     | : Hiç Önemli Değil             |                          |                                |

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                          | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma         | m <sup>2</sup> | Banyo | Metroya Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------|----------------|-------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  Keçiören/Kızılarpınarı Cad.de 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık         | Ankara Keçiören    | 850TL | 4+1   | Kombili        | 210            | 2     | 670             | 2480            | 110          | 550           | 340            | 90.61%         |
|  Etimesgut/Kiralık                                                                | Ankara Etimesgut   | 760TL | 3+1   | Merkezi Sistem | 230            | 2     | 510             | 3260            | 360          | 610           | 290            | 82%            |
|  Yenimahalle/Oto Tam.San.Sit.de 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 870TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Merkezi Sistem | 170            | 2     | 2680            | 3370            | 130          | 520           | 230            | 78.42%         |
|  Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık            | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili        | 220            | 2     | 740             | 3660            | 880          | 530           | 220            | 76.76%         |
|  Keçiören/Merkezde 4+1 kombili apartman dairesi 830TL Kiralık                     | Ankara Keçiören    | 830TL | 4+1   | Kombili        | 190            | 2     | 720             | 3640            | 130          | 10            | 260            | 75.46%         |
|  Mamak/Gülverende 2+1 kombili apartman dairesi 740TL Kiralık                      | Ankara Mamak       | 740TL | 2+1   | Kombili        | 230            | 1     | 80              | 4100            | 220          | 540           | 410            | 72.92%         |
|  Etimesgut/Elvankentde 3+1 kombili apartman dairesi 710TL Kiralık                 | Ankara Etimesgut   | 710TL | 3+1   | Kombili        | 200            | 2     | 780             | 2600            | 350          | 600           | 390            | 72.11%         |
|  Etimesgut/Elvankentde 4+1 kombili apartman dairesi 800TL Kiralık                 | Ankara Etimesgut   | 800TL | 4+1   | Kombili        | 230            | 2     | 730             | 1120            | 250          | 570           | 510            | 71.65%         |
|  Keçiören/Bağlumde 3+1 kombili apartman dairesi 880TL Kiralık                     | Ankara Keçiören    | 880TL | 3+1   | Kombili        | 250            | 2     | 400             | 250             | 400          | 1100          | 350            | 71.15%         |
|  Yenimahalle/Demetevlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık              | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili        | 220            | 2     | 740             | 3660            | 880          | 530           | 220            | 76.76%         |

Şekil 4.27. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 5 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.12’de belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.28’deki sonuçlar elde edilmektedir.

ARAMA KRİTERLERİ

İlçe:

Hiç Önemli Değil

Fiyat:

Pahalı(Son Derece Önemli)

Dairenin Alanı:

Çok Geniş(Son Derece Önemli)

Oda Sayısı:

Hiç Önemli Değil

Banyo Sayısı:

Hiç Önemli Değil

Isınma Tipi:

Hiç Önemli Değil

Metroya Uzaklık(m):

: Yürüyüş Mesafesi(Önemli)

Hastaneye Uzaklık(m):

: Uzak(Çok Az Önemli)

Okula Uzaklık(m):

: Yürüyüş Mesafesi(Çok Önemli)

Çarşı-Pazara Uzaklık(m):

: Yakın(Çok Önemli)

Toplu Ulaşım Uzaklık(m):

: Yakın(Önemli)

Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                                               | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma          | m²  | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|-----|-------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| <div></div> <div>Yenimahalle/Oto Tam.San.Sit.de 4+1 merkezi sistem apartman daresi 870TL Kiralık</div> | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 170 | 2     | 2680          | 3370            | 130          | 520           | 230            | 78.42%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman daresi 850TL Kiralık</div>            | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 220 | 2     | 740           | 3660            | 880          | 530           | 220            | 76.76%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Demetevlerde 4+1 kombili apartman daresi 790TL Kiralık</div>              | Ankara Yenimahalle | 790TL | 4+1   | Kombili         | 190 | 2     | 1510          | 3420            | 550          | 480           | 500            | 70.80%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/S Kiralık</div>                                                           | Ankara Yenimahalle | 660TL | 4+1   | Doğalgaz Sobalı | 160 | 1     | 990           | 3300            | 200          | 550           | 320            | 68.78%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/ Kiralık</div>                                                            | Ankara Yenimahalle | 860TL | 4+1   | Kombili         | 200 | 2     | 610           | 2220            | 560          | 290           | 130            | 68.46%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/ Kiralık</div>                                                            | Ankara Yenimahalle | 540TL | 1+1   | Doğalgaz Sobalı | 180 | 1     | 640           | 3160            | 40           | 530           | 760            | 66.15%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Angorade 3+1 merkezi sistem apartman daresi 660TL Kiralık</div>           | Ankara Yenimahalle | 660TL | 3+1   | Merkezi Sistem  | 250 | 1     | 40            | 2620            | 120          | 520           | 530            | 66.03%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Konutkent 2de 3+1 merkezi sistem apartman daresi 780TL Kiralık</div>      | Ankara Yenimahalle | 780TL | 3+1   | Merkezi Sistem  | 250 | 2     | 4490          | 2520            | 530          | 520           | 620            | 64.34%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Ostimde 4+1 merkezi sistem apartman daresi 870TL Kiralık</div>            | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 220 | 2     | 790           | 1240            | 510          | 30            | 860            | 63.15%         |
| <div></div> <div>Yenimahalle/Demetevlerde 3+1 kombili apartman daresi 840TL Kiralık</div>              | Ankara Yenimahalle | 840TL | 3+1   | Kombili         | 210 | 1     | 3380          | 80              | 60           | 590           | 70             | 62.73%         |

Şekil 4.28. Çizelge 4.12’de belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### Durum 2: Sadece Fiyat ve Dairenin Alanı Kriterleri Seçildiğinde

Önceki bölümlerde kriter sayısı arttıkça elde edilen başarı miktarının düştüğünü belirtmiştik. O halde sadece iki kriterin seçilmesi durumunda sistemin başarı seviyesinin yükselmesi beklenir. Test işlemi Çizelge 4.13'te belirtilen değerler için gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.13. Örnek arama kriterleri 6

| <b>Kriter</b>               | <b>Değeri</b>    | <b>Önem Derecesi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------|
| Oda Sayısı                  | Hiç Önemli Değil |                      |
| Isınma Tipi                 | Hiç Önemli Değil |                      |
| Banyo Sayısı                | Hiç Önemli Değil |                      |
| Fiyat                       | Pahalı           | 5                    |
| Dairenin Alanı              | Çok Geniş        | 5                    |
| Metroya Uzaklık             | Hiç Önemli Değil |                      |
| Hastaneye Uzaklık           | Hiç Önemli Değil |                      |
| Okula Uzaklık               | Hiç Önemli Değil |                      |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Hiç Önemli Değil |                      |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Hiç Önemli Değil |                      |

### 20 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.13'te belirlenen arama kriterleri 20 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.29'daki sonuçlar elde edilmektedir.

ARAMA KRITERLERİ

İlçe:

: Hiç Önemli Değil

Metroya Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Fiyat:

: Pahalı(Son Derece Önemli)

Hastaneye Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Dairenin Alanı:

: Çok Geniş(Son Derece Önemli)

Okula Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Oda Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Çarşı-Pazara Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Banyo Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Toplu Ulaşım Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Isınma Tipi:

: Hiç Önemli Değil

Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                  | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma          | m <sup>2</sup> | Banyo | Metroya Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  Yenimahalle/Angora Evlerinde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık  | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 230            | 1     | 2200            | 3820            | 1160         | 880           | 260            | 100%           |
|  Yenimahalle/Kiralık                                                      | Ankara Yenimahalle | 850TL | 3+1   | Merkezi Sistem  | 230            | 2     | 4660            | 1920            | 1070         | 200           | 760            | 100%           |
|  Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık    | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 220            | 2     | 740             | 3660            | 880          | 530           | 220            | 100%           |
|  Yenimahalle/Merkezde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 850TL Kiralık   | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 250            | 2     | 700             | 4690            | 2400         | 20            | 830            | 100%           |
|  Yenimahalle/Bat Kiralık                                                  | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 240            | 2     | 4580            | 4670            | 2290         | 1190          | 350            | 100%           |
|  Yenimahalle/Kiralık                                                      | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 210            | 2     | 4420            | 4010            | 1430         | 770           | 350            | 100%           |
|  Keçiören/Kızılarpınarı Cad.de 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık | Ankara Keçiören    | 850TL | 4+1   | Kombili         | 210            | 2     | 670             | 2480            | 110          | 550           | 340            | 100%           |
|  Etimesgut/Eryamande 4+1 do Kiralık                                       | Ankara Etimesgut   | 850TL | 4+1   | Doğalgaz Sobalı | 180            | 2     | 1210            | 3450            | 1160         | 810           | 740            | 100%           |
|  Altındağ/Sanayide 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık             | Ankara Altındağ    | 850TL | 4+1   | Kombili         | 230            | 2     | 780             | 4160            | 1740         | 1430          | 980            | 100%           |
|  Altındağ/Sitelerde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 850TL Kiralık     | Ankara Altındağ    | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 240            | 2     | 3780            | 2100            | 1680         | 1100          | 890            | 100%           |
|  Altındağ/Sitelerde 3+1 merkezi sistem apartman                           | Ankara             | 850TL | 3+1   | Merkezi         | 240            | 2     | 2240            | 2220            | 2460         | 500           | 470            | 100%           |

Şekil 4.29. Çizelge 4.13'te belirtilen arama kriterlerinin 20 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### 1 000 Kayıt Üzerinde İşlem Yapılması Durumu

Çizelge 4.13'te belirlenen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.30'daki sonuçlar elde edilmektedir.

ARAMA KRİTERLERİ

İlçe:

: Hiç Önemli Değil

Metroya Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Fiyat:

: Pahalı(Son Derece Önemli)

Hastaneye Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Dairenin Alanı:

: Çok Geniş(Son Derece Önemli)

Okula Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Oda Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Çarşı-Pazara Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Banyo Sayısı:

: Hiç Önemli Değil

Toplu Ulaşım Uzaklık(m):

: Hiç Önemli Değil

Isınma Tipi:

: Hiç Önemli Değil

Arama Sonuçları

|                                                                                     | Başlık/Tipi                                                             | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma          | m <sup>2</sup> | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  | Yenimahalle/Angora Evlerinde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 230            | 1     | 2200          | 3820            | 1160         | 880           | 260            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Kiralık                                                     | Ankara Yenimahalle | 850TL | 3+1   | Merkezi Sistem  | 230            | 2     | 4660          | 1920            | 1070         | 200           | 760            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık   | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 220            | 2     | 740           | 3660            | 880          | 530           | 220            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Merkezde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 850TL Kiralık  | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 250            | 2     | 700           | 4690            | 2400         | 20            | 830            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Bat Kiralık                                                 | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 240            | 2     | 4580          | 4670            | 2290         | 1190          | 350            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Kiralık                                                     | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 210            | 2     | 4420          | 4010            | 1430         | 770           | 350            | 100%           |
|  | Yenimahalle/Demetevlerde 3+1 kombili apartman dairesi 840TL Kiralık     | Ankara Yenimahalle | 840TL | 3+1   | Kombili         | 210            | 1     | 3380          | 80              | 60           | 590           | 70             | 97.5%          |
|  | Yenimahalle/Kar Kiralık                                                 | Ankara Yenimahalle | 840TL | 4+1   | Doğalgaz Sobalı | 220            | 1     | 1270          | 4660            | 950          | 1240          | 840            | 97.5%          |
|  | Yenimahalle/Merkezde 2+1 kombili apartman dairesi 840TL Kiralık         | Ankara Yenimahalle | 840TL | 2+1   | Kombili         | 170            | 1     | 4220          | 110             | 20           | 1320          | 530            | 97.5%          |
|  | Yenimahalle/Kiralık                                                     | Ankara Yenimahalle | 860TL | 4+1   | Kombili         | 200            | 2     | 610           | 2220            | 560          | 290           | 130            | 97.5%          |
|  | Yenimahalle/Kiralık                                                     | Ankara Yenimahalle | 840TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 190            | 2     | 1440          | 970             | 1960         | 1270          | 770            | 97.5%          |

Şekil 4.30. Çizelge 4.13'te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

### Durum 3: Sadece Fiyat, Dairenin Alanı ve Metroya Uzaklık Kriterleri Seçildiğinde

Burada kriter sayısı arttığı için elde edilen sonuçların başarı oranının bir önceki bölüme göre daha düşük olması beklenir. Test işlemi Çizelge 4.14'te belirtilen değerler için gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.14. Örnek arama kriterleri 7

| <b>Kriter</b>               | <b>Değeri</b>    | <b>Önem Derecesi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------|
| Oda Sayısı                  | Hiç Önemli Değil |                      |
| Isınma Tipi                 | Hiç Önemli Değil |                      |
| Banyo Sayısı                | Hiç Önemli Değil |                      |
| Fiyat                       | Pahalı           | 5                    |
| Dairenin Alanı              | Çok Geniş        | 5                    |
| Metroya Uzaklık             | Yürüyüş Mesafesi | 3                    |
| Hastaneye Uzaklık           | Hiç Önemli Değil |                      |
| Okula Uzaklık               | Hiç Önemli Değil |                      |
| Alışveriş Merkezine Uzaklık | Hiç Önemli Değil |                      |
| Toplu Ulaşım Uzaklık        | Hiç Önemli Değil |                      |

#### 1 000 kayıt üzerinde işlem yapılması durumu

Çizelge 4.14'te belirtilen arama kriterleri 1 000 kayıt için test edildiğinde Şekil 4.31'deki sonuçlar elde edilmektedir.

| ARAMA KRİTERLERİ |                                |                          |                            |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| İlçe:            | : Hiç Önemli Değil             | Metroya Uzaklık(m):      | : Yürüyüş Mesafesi(Önemli) |
| Fiyat:           | : Pahalı(Son Derece Önemli)    | Hastaneye Uzaklık(m):    | : Hiç Önemli Değil         |
| Dairenin Alanı:  | : Çok Geniş(Son Derece Önemli) | Okula Uzaklık(m):        | : Hiç Önemli Değil         |
| Oda Sayısı:      | : Hiç Önemli Değil             | Çarşı-Pazara Uzaklık(m): | : Hiç Önemli Değil         |
| Banyo Sayısı:    | : Hiç Önemli Değil             | Toplu Ulaşım             | : Hiç Önemli Değil         |
| Isınma Tipi:     | : Hiç Önemli Değil             | Uzaklık(m):              |                            |

### Arama Sonuçları

| Başlık/Tipi                                                                                                                                                  | İlçe               | Fiyat | Oda # | Isınma          | m <sup>2</sup> | Banyo | Metro Uz. (m) | Hastane Uz. (m) | Okul Uz. (m) | Çarşı Uz. (m) | Ulaşım Uz. (m) | Uygunluk Oranı |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|  Yenimahalle/Platin Evlerde 4+1 kombili apartman dairesi 850TL Kiralık      | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Kombili         | 220            | 2     | 740           | 3660            | 880          | 530           | 220            | 100%           |
|  Yenimahalle/Merkezde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 850TL Kiralık     | Ankara Yenimahalle | 850TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 250            | 2     | 700           | 4690            | 2400         | 20            | 830            | 100%           |
|  Yenimahalle/Kiralık                                                        | Ankara Yenimahalle | 860TL | 4+1   | Kombili         | 200            | 2     | 610           | 2220            | 560          | 290           | 130            | 98.07%         |
|  Yenimahalle/Kiralık                                                      | Ankara Yenimahalle | 840TL | 4+1   | Kombili         | 240            | 1     | 860           | 1860            | 2390         | 310           | 230            | 98.07%         |
|  Yenimahalle/Ostimde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 870TL Kiralık    | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 220            | 2     | 790           | 1240            | 510          | 30            | 860            | 96.15%         |
|  Yenimahalle/Ostimde 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 880TL Kiralık    | Ankara Yenimahalle | 880TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 230            | 2     | 1000          | 320             | 950          | 1250          | 740            | 94.23%         |
|  Yenimahalle/Ak Kiralık                                                   | Ankara Yenimahalle | 820TL | 3+1   | Kombili         | 210            | 2     | 140           | 1470            | 40           | 1340          | 730            | 94.23%         |
|  Yenimahalle/Mesakorude 4+1 merkezi sistem apartman dairesi 880TL Kiralık | Ankara Yenimahalle | 880TL | 4+1   | Merkezi Sistem  | 250            | 2     | 1010          | 1240            | 2180         | 980           | 410            | 94%            |
|  Yenimahalle/Kar Kiralık                                                  | Ankara Yenimahalle | 840TL | 4+1   | Doğalgaz Sobalı | 220            | 1     | 1270          | 4660            | 950          | 1240          | 840            | 91.84%         |
|  Yenimahalle/Kiralık                                                      | Ankara Yenimahalle | 790TL | 2+1   | Doğalgaz Sobalı | 240            | 1     | 730           | 4180            | 760          | 1290          | 510            | 88.46%         |
|  Yenimahalle/Kar Kiralık                                                  | Ankara Yenimahalle | 870TL | 4+1   | Kombili         | 200            | 1     | 1340          | 4510            | 880          | 1100          | 410            | 88.30%         |

Şekil 4.31. Çizelge 4.14’te belirtilen arama kriterlerinin 1 000 kayıt ve iki kriter ile test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar

#### 4.2.9. Bulgular

Bulanık mantık dilsel ifadeleri işleyebilen bir yaklaşım olduğundan esnek sorgular oluşturmak açısından çok verimli bir yaklaşımdır. Sistem tarafından kullanıcıya sunulan dilsel ifadelerin kullanıcı için ne ifade ettiği de çok önemli bir noktadır. Bir

evin kirası 1 000 TL ise kimisi için bu fiyat pahalı olarak nitelendirilirken kimisi için ise bu normal bir fiyat olarak nitelendirilir. Bu nedenle dilsel ifadeler belirlenirken çok sayıda dilsel ifade kullanmaktan kaçınılmıştır.

Sistem farklı parametreler ile farklı sayıda kayıt üzerinde test edilmiştir. Test sonuçlarına göre kriter sayısı azaldıkça başarı oranı yükselmektedir. Çok sayıda kriteri aynı anda sağlayan bir kaydın olması olasılığının düşük olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kabul edilebilir bir durumdur. Buna göre tüm kriterler seçilerek 20 000 kayıt üzerinde arama yapıldığında maksimum %90,61 oranında benzeyen bir kayıt bulunurken, 3 kriter seçilerek 1 000 kayıt üzerinde işlem yapıldığında 2 tane %100 benzeyen bir kayıt bulunmaktadır. Yine 1 000 kayıt üzerinde 2 kriter seçilerek yapılan bir aramada ise %100 oranında 6 tane kayıt bulunmaktadır.

Arama kriterlerinin ne kadar kayıt üzerinde test edildiği de sonuca doğrudan etki etmektedir. Üzerinde işlem yapılan kayıt sayısı arttıkça başarı oranı da yükselmektedir. Kullanıcının aradığı emlağı 1 000 kayda göre 100 000 kayıt arasında bulma olasılığı daha yüksektir. Tüm kriterler seçilerek 20 000 kayıt üzerinde arama yapıldığında maksimum %90,61 oranında bir değer bulunurken, 1 000 kayıt üzerinde arama gerçekleştirildiğinde maksimum %78,42 oranında benzerliğe sahip kayıt bulunabilmektedir.

Sistem performans açısından değerlendirildiğinde 20 000 kayıt üzerinde işlem yapmak yaklaşık 2 dk almaktadır<sup>1</sup>. Bu da genetik algoritmaya göre çok iyi bir performans olarak değerlendirilebilir.

---

<sup>1</sup>Intel Core Dou CPU 3.17 GHz işlemcili 4 GB RAM ve Windows 7 yüklü bir bilgisayarda elde edilen sonuçtur.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Genetik algoritma ve bulanık mantığı test etmek adına aynı parametreler kullanılmıştır. Örneğin bulanık mantık ile geliştirilen sistemde fiyat kriteri pahalı olarak seçildiğinden genetik algoritma tabanlı sistemde pahalı kriterinin sayısal karşılığı olan 850 değeri seçilmiştir. Bu işlem tüm kriterler için yapılmıştır. Bunun yanında kriterlerin ağırlıklandırmaları da aynı şekilde yapılmıştır.

Genetik algoritma içerisinde rastgelelik barındıran bir yaklaşımdır. Bu yüzden aynı parametreler ile farklı farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu bir dezavantaj gibi görünse de aynı kriterler için farklı kayıtları incelemek açısından daha hızlı bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Genetik algoritma yapısı gereği tek seferde tüm kayıtları işlemek açısından uygun değildir. Kullanıcı kriterlerini yüz binlerce kayıt üzerinde test etmek saatler alabilecek bir işlem doğurabilir. Bu nedenle aynı kriterleri belli sayıda kayıt üzerinde test etmek performans açısından daha iyi bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Genetik algoritma bulanık mantığa göre daha geniş bir değer aralığında işlem yapmaktadır. Bu da bir kaydın benzerliğini çok az da olsa olduğundan daha yüksek bir değere çekmektedir. Örneğin fiyat kriteri için veritabanında minimum değer 200 ve maksimum değerin de 2 000 olduğunu varsayalım. Kullanıcı 200 girdiğinde ve veritabanındaki değer 2 000 olduğunda ya da tersi durumda ancak benzerlik 0 olabilir. Bu da çok düşük bir ihtimaldir. Bir başka deyişle genetik algoritma genel anlamda her kayda belli oranda benzemektedir. Bu da daha yüksek benzerlik oranlarının çıkmasını sağlamaktadır.

Bulanık mantıkta ise bir kriterin benzerlik oranının 0 olması genetik algoritma ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir olasılıktır. Veritabanındaki fiyat kriterinin [200, 2 000] aralığında olduğunu ve pahalı dil değişkeninin ise [1 100, 2 000] aralığında olduğunu varsayalım. Bu durumda kullanıcı pahalı dil değişkeni ile arama yaptığında pahalı için tanımlanan aralığın dışındaki her değer için sonuç 0 olacaktır.

Bu durum genetik algoritmaya göre daha kesin sonuçların elde edilmesi açısından avantajlı bir durumdur. Çünkü veritabanından 400 TL'lik bir kayıt döndürüldüğünde bulanık mantık bu kaydın benzemediğini kabul ederken genetik algoritma belli oranda benzediğini kabul etmektedir.

Bulanık mantık tabanlı sistemin başarısını etkileyen faktörlerden biri seçilen dilsel ifadeler ve bu değerlerin tanımlandığı aralıklardır. Dilsel ifadeler kesin ifadeler değildir. Bu nedenle belli oranda hata payı içermektedir. Çünkü dilsel ifadelerin kullanıcılar için farklı anlamlar ifade edebileceğini unutmamak gerekir. Örneğin 120 m<sup>2</sup>'lik bir daire kimi kullanıcı için geniş sayılabilirken kimi için dar olarak nitelendirilebilir.

Her iki sistemin başarısını değerlendirdiğimizde, her iki sistem de veritabanında tutulan kayıtlara bağlı olarak bir başarı oranı yakalamaktadır. Örneğin bulanık mantık tabanlı sistem için bakacak olursak, kullanıcının fiyat olarak çok ucuz, dairenin alanı için çok geniş ve metroya uzaklık olarak da yürüyüş mesafesi gibi değerler girdiğini varsayalım. Eğer veritabanında böyle bir kayıt veya buna benzer hiçbir kayıt yoksa başarı oranı %0 da olabilir. Bunun yanında tüm kriterleri sağlayan bir kaydın olması durumunda başarı oranı %100 de olabilir. Aynı şey genetik algoritma tabanlı sistem için de geçerlidir.

İki sistem performans açısından değerlendirildiğinde bulanık mantık tabanlı sistemin genetik algoritma tabanlı sisteme göre daha hızlı olduğu görülmektedir. Genetik algoritmanın evrimsel bir yapısı olduğu düşünüldüğünde bu kabul edilebilir bir durumdur.

Genetik algoritma ve bulanık mantık tabanlı esnek sorgulama sistemleri çok sayıda arama kriterinin söz konusu olduğu çok büyük boyutlardaki veritabanları üzerinde işlem yapmak açısından çok verimli sonuçlar vermektedir. Her iki yöntem de veritabanı sorgusunu mutlak olmaktan çıkarıp esnek bir şekle sokmaktadır. Her iki sistem de tüm kriterleri sağlayan bir kayıt yoksa, var olan kayıtlar üzerinden en yakın kayıtları kullanıcıya sunmaktadır. Bu da kullanıcıyı sürekli parametreleri değiştirerek

arama yapma zahmetinden kurtarmaktadır. Döndürülen sonuçları benzerlik oranına göre kullanıcıya sunmak da her iki sistemin bir diğer avantajı olarak değerlendirilmektedir.

Genetik algoritma açısından bakıldığında iterasyon sayısı ve popülasyon boyutu arasında bir optimizasyonun yapılması daha iyi sonuçların elde edilmesi açısından önemlidir. Çünkü her iki parametre de genetik algoritmanın performansına doğrudan etki etmektedir. Bunun yanında bireydeki gen sayısını değiştirmek de kullanıcıya önerilen kayıtların sayısını arttırmak adına önemlidir. Sonuç popülasyonunda en yüksek orana sahip kromozomun kullanıcıya sunmanın yanında tüm kromozomlardaki en yüksek değerleri bulup kullanıcıya sunmanın daha iyi sonuç alma açısından daha verimli bir yöntem olacağı düşünülmektedir.

Bulanık mantık açısından bakıldığında ise dil değişkenlerinin daha iyi tanımlanması veya söz konusu tanımlamanın kullanıcıya bırakılması çok önemli bir konudur. Dilsel değişkenlerin ifade ettiği anlam kişiden kişiye farklılık gösterdiği için, kullanıcının dilsel değişkenlerini kendisinin tanımlaması daha esnek bir yapının oluşturulması anlamına gelirken, daha iyi sonuçların elde edilmesi açısından da önemlidir.

## KAYNAKLAR

1. Daniel, L. E., Daniel, L. E., “*Digital Forensics for Legal Professionals*”, **Syngress Book Co.**, Waltham USA, 287-293 (2012).
2. Şahin, Y. G., Bülbül, H. İ., “Veritabanı Bağımsız Uygulama Yazılımı Geliştirme Yöntemi”, **Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, 22 (1): 163-174 (2007).
3. Powell, G., “Oracle Performance Tuning for 10gR2 (Second Edition)”, **Digital Press**, USA, 3-25 (2007).
4. Harrington, J. L., “SQL Clearly Explained”, **Morgan Kaufmann Publishers**, USA, 17-31 (2010).
5. Melton, J., “Advanced SQL:1999”, **Morgan Kaufmann Publishers**, USA, 1-19 (2003).
6. Halpin, T., Morgan, T., “Information Modeling and Relational Databases”, **Morgan Kaufmann Publishers**, USA, 527-635 (2008).
7. Teorey, T., Lighstone, S., Nadeau, T., “Database Modeling and Design: Logical Design”, **Morgan Kaufmann Publishers**, USA, 213-229 (2003).
8. Ata, A., Kurnaz, S., “Bulanık Veritabanları ve Bulanık Sorgular Kullanılarak, İnsan Kaynakları Aday Seçme Sistemi Modelinin Oluşturulması ve Uygulanması”, **Hava ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, 5 (1): 41-52 (2011).
9. He, Y., Wang, Q., Zhou, D., “Extension of the Expected Value Method for Multiple Attribute Decision Making with Fuzzy Data”, **Knowledge-Based Systems**, 22 (1): 63-66 (2009).
10. He, Q., Wu, C., Chen, D., Zhao, S., “Fuzzy Rough Set Based Attribute Reduction for Information Systems with Fuzzy Decisions”, **Knowledge-Based Systems**, 24 (5): 689-696 (2011).
11. Skrbic, S., Rackovic, M., Takaci, A., “Towards Methodology for Development of Fuzzy Relational Database Applications”, **Computer Science and Information Systems**, 8 (1): 27-40 (2011).
12. Mala, I., Akhtar, P., Zia, S. S., Mirza S. H., “Application of Fuzzy Relational Databases in Medical Informatics”, **14th International Multitopic Conference (INMIC)**, 41-44 (2011).

13. Rao, N. M., Naidu, M. M., Seetharam, P., “Mobile Database Modeling Using Fuzzy Databases”, ***Emerging Trends in Elektrical and Computer Thecnology (ICETEC) International Conference***, 1026-1031 (2011).
14. İnternet: Wikipedia Web Tabanlı Ansiklopedi “Genetik Algoritma” [http://tr.wikipedia.org/wiki/Genetik\\_algoritma](http://tr.wikipedia.org/wiki/Genetik_algoritma) (2013).
15. Emel, G. G., Taşkın, Ç.,” Genetik Algoritma ve Uygulama Alanları”, ***Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi***, 21 (1): 129-152 (2002).
16. Özçakar, N., “Genetik Algoritmalar”, ***İ. Ü. İşletme Fakültesi Dergisi***, 27 (1): 69-82 (1998).
17. Uçaner, M. E., Özdemir, O. N., “Optimization of Booster Chlorination in Water Distribution Networks with Genetic Algorithm”, ***Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University***, 17 (4): 157-170 (2002).
18. Daş, R., Türkoğlu, İ., Poyraz, M., “Genetik Algoritma Yöntemiyle İnternet Erişim Kayıtlarından Bilgi Çıkarılması”, ***Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi***, 10 (2): 67-72 (2006).
19. Engin, O. “Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma ile Çözüm Performansının Arttırılmasında Parametre Optimizasyonu”, Yayınlanmamış Doktora Tezi , ***İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü***, (2001).
20. Zadeh, L. A., “Fuzzy Sets”, ***Information and Control***, 8 (3): 338-151 (1965).
21. Salahlı, V., “Bulanık Veritabanları ve SQL’de Bulanık Mantık Uygulamaları”, ***Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü***, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale (2010).
22. Terano, T., Sugeno, M., “Fuzzy Systems Theory and Its Applications”, ***Academic Press*** (1992).
23. Majura, F. S., Emmanuel, G. C. Jr., “Numerical Solutions for Systems of Qualitative Nonlinear Algebraic Equations by Fuzzy Logic”, ***Fuzzy Sets and Systems***, 150 (3): 599-609 (2005).
24. Liu, J., Yang, J., Wang J., Sii, H. S., “Engineering System Safty Analysis and Synthesis Using the Fuzzy Rule-based Evidential Reasoning Approach”, ***Quality and Reliability Engineering International***, 21: 387-411 (2005).
25. Kratmuller, M., Murgas, J., “Fuzzy Modelling and Adaptive Control of Uncertain System”, ***Journal of Elektrical Engineering***, 55: 9-10 (2004).

26. Karadavut, U., Akkaptan, A., “Bitkisel Üretimde Bulanık Mantık Uygulamaları”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (2): 77-82 (2012).
27. Özek, A., Sinecen, M., “Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık ile Modellenmesi”, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (3): 353-358 (2004).
28. Cheng-Hsuing, W., “Mining Fuzzy Spesific Rare Item sets for Education Data”, *Knowledge-Based System* 24 (5): 697-708 (2011).
29. Kacprzyk, J., Ziolkowsky, A., “Database Queries with Fuzzy Linguistic Quantifiers”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 16 (3): 474-478 (1986).
30. Mazlum, M., Demirci, F., “Emlak Pazarlaması”, *Pazarlama Dünyası*, Yıl 13 Sayı 74: 4-11 (1999).
31. Üçdoğruk, Ş., “İzmir İlinde Emlak Fiyatlarına Etki Eden Faktörler: Hedonik Yaklaşım”, *D. E. Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, 16 (2): 149-161 (2001).
32. İnternet: Hürriyet Emlak Web Tabanlı Sistem “Hürriyet Emlak” <http://www.hurriyetemlak.com/> (2013).
33. Ma, Z. M., Yan, L., “Generalization of Strategies for Fuzzy Query Translation in Classical Relational Databases”, *Information and Software Technology* 49: 172–180 (2007).
34. Zongmin, M., “Fuzzy Database Modeling of Impreciseand Uncertain Engineering Information”, *Collage of Information Science & Engineering* Northeastern University, China (2006).
35. Kuşçu, D., “Karar Verme Süreçlerinde Bulanık Mantık Yaklaşımı”, *Yüksek Lisans Tezi*, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye (2007).
36. Medina, J. M., Pons, O., Vila, M. A., “GEFRED: a Generalized Model of Fuzzy Relational Data Bases”, *Information Sciences*, 76 (1-2): 87-109 (1994).
37. Prade, H., Testemale, C., “Fuzzy Relational Databases: Representational Issues and Reduction Using Similarity Measures”, *J. Am. Soc. Information Sciences*, 38 (2): 118-126 (1987).
38. Umamo, M., Fukami, S., “Fuzzy Relational Algebra for Possibility-Distribution-Fuzzy-Relational Model of Fuzzy Data”, *Journal of IntelligentInform. Systems* 3: 7-28 (1994).
39. Zadeh, L. A., Kacprzyk J., “Fuzzy Logicfor he Management of Uncertainty”, *Library of Congress Catalogin-in-Publication Data Presss*, 645-672 (1992).

40. Asar, B., “Standart Veritabanı Sistemlerinde Bulanık Küme Yaklaşımı ile Esnek Sorgulama”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, Türkiye (1999).
41. Zvieli, A., Chen, P., “ER Modeling and Fuzzy Systems”, **Proc. of the Second Inter. Conf. on Data Engineering**, L. A., USA, 320-327 (1986).
42. Galindo, J., Medina, J., Cubero, J., Garcia, M., “Relaxing the Universal quantifier of the Division in Fuzzy Relational Databases”, **International Journal of Intelligent Systems**, 16 (6): 713-742 (2001).
43. Chen, G. Q., Kerre, E. E., “Extending ER/EER Concepts Towards Fuzzy Conceptual Data Modeling”, **Proc. IEEE Inter. Conf. On Fuzzy Systems**, Anchorage, USA, 1320-1325 (1998).
44. Urritia, A., Pavesi, L., “Extending the Capabilities of Database Queries Using Fuzzy Logic”, **Catholic University of Maule**, Chile, (2004).
45. Carrasco, R. A., Vila, M. A., Galindo, J., “FSQL: A Flexible Query Language for Data Mining”, **Enterprise Information Systems**, IV: 68-74 (2003).
46. Rasmussen, D., Yager, R. R., “SummarySQL - A Fuzzy Tool for Data Mining, Intelligent Data Analysis”, **Intelligent Data Analysis**, 1: 49-58 (1997).
47. Skrbic, S., Rackovic, M., Takaci, A., “The PFSQL Query Execution Process”, **Novi Sad Journal of Mathematics**, 41 (2): 161-179 (2011).
48. Skrbic, S., Rackovic, M., Takaci, A., “Prioritized Fuzzy Logic Based Information Processing in Relational Databases”, **Knowledge-Based Systems**, 38: 62-73 (2013).
49. İnternet: FSQL Dili Dokümantasyon Sayfası “FSQL (Fuzzy SQL) – A Fuzzy Query Language”  
<http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSQL/> (2013).
50. Galindo, J., “Handbook of Research on Fuzzy Information Processing in Databases”, **IGI Publishing**, Hershey, PA, USA (2006).
51. Galindo, J., “Introduction and Trends to Fuzzy Logic and Fuzzy Databases”, **Information Science**, 1: 1-33 (2008).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı: : ŞENOL, Ali  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum Tarihi : 01.01.1985  
 Medeni Hali : Evli  
 Telefon : 0 (312) 582 31 14  
 Fax : 0 (312) 230 65 03  
 e-Posta : alisenol@gazi.edu.tr

### Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi                                 | Mezuniyet Tarihi |
|--------|-----------------------------------------------|------------------|
| Lisans | Selçuk Üniversitesi / Bilgisayar Mühendisliği | 2009             |
| Lise   | Mersin Tevfik Sırrı Gür Lisesi                | 2003             |

### İş Deneyimi

| Yıl       | Kurum                                                                   | Görev      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2009-2011 | Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fak.<br>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü | Araş. Gör. |
| 2011-     | Gazi Üniversitesi Mühendislik Fak.<br>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü    | Araş. Gör. |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- Şenol A., Karacan H., “Sazan Avlama (Phishing): Kullanılan Teknikler ve Bunlardan Korunma Yöntemleri”, *ISC Turkey 5. Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı*, Ankara, (2012).
- Şenol A., Karacan H., Akcayol M. A., “Genetik Algoritma Tabanlı Gerçek Zamanlı Çok Amaçlı Esnek Sorgulama”, *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, (değerlendirmede).