



**YERLEŞİM ALANI DIŞI BAZ İSTASYONLARININ BELİRLENMESİ İÇİN
BULANIK SORGU TABANLI KARAR DESTEK MODELİ**

Aydoğan BAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2015

Aydoğan BAŞ tarafından hazırlanan “Yerleşim Alanı Dışı Baz İstasyonlarının Belirlenmesi İçin Bulanık Sorgu Tabanlı Karar Destek Modeli” adlı tez çalışması aşağıdaki jüritarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

DanıŐmanÖĐr. Gör. Dr. Tahsin ÇETİNYOKUŞ
Endüstri Mühendisliği ABD, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
..

Başkan : Doç. Dr. Tamer EREN
Endüstri Mühendisliği ABD, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....
..

Üye : Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN
Endüstri Mühendisliği ABD, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....
..

Tez Savunma
Tarihi: 7/5/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli Őartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

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

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aydoğan BAŞ

15.06.2015

YERLEŞİM ALANI DIŞI BAZ İSTASYONLARININ BELİRLENMESİ İÇİN BULANIK SORGU TABANLI KARAR DESTEK MODELİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Aydoğan BAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2015

ÖZET

Günümüzde kullanılan veri tabanlarında aranan bilgilere ulaşmak için genellikle klasik sorgular kullanılmaktadır. Belirli bir sistematik içerisinde çalışan ve düzenli kayıtlar barındıran veri tabanlarında çalışan klasik sorgular ile çoğu zaman tatmin edici sonuçlar elde edilmektedir. Ancak iş hayatında, karar anında birçok değerlendirmenin belirsiz şartlara göre gerçekleştirilmesi ve yıllardır kullanılagelen veri tabanlarının yeterince verimli kayıtlar tutmaması nedeniyle kullanıcılar ulaşmak istedikleri bilgileri her zaman net bir şekilde elde edememektedir. Bunun yanı sıra, sorgularda kesin kriterler kullanılması, amaca yönelik olarak elde edilecek uygun bilgiye ulaşmayı imkânsız hale de getirebilmektedir. Bundan dolayı veri tabanından istenilen çözüme yönelik bilgiyi alma işleminde, mümkün olduğunca bütün kullanıcılar için aynı bilgiyi ifade eden, anlamlı sonuçları artıran ve sınırlarını genişleten sorguların oluşturulması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde halihazırda kurulu olan iletişim (baz) istasyonlarından, yerleşim alanları dışında faaliyet gösterenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen kuruluşa yönelik bir metot geliştirmek üzere klasik veri tabanları üzerinde bulanık sorguların kullanılması yöntemi dikkate alınmıştır. Bulanık sorgular oluşturulan arayüz aracılığıyla belirli kural ve kabuller çerçevesinde kullanılarak elde edilen veriler raporlanmış ve değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Bilim Kodu : 906.1.071
Anahtar Kelimeler : Bulanık sorgu, veri tabanı yönetimi, bulanık mantık,
yerleşim alanı dışı baz istasyonları
Sayfa Adedi : :63
Danışman : Öğr. Gör. Dr. Tahsin ÇETİNYOKUŞ

DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON FUZZY QUERIES FOR
DETERMINATION OF NON RESIDENTIAL AREA BASE STATIONS

(M. Sc. Thesis)

Aydoğan BAŞ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2015

ABSTRACT

Recently, in general, classical queries are used to reach required information from databases. In databases that work in a systematic way and have regular records, these classical queries can provide gathering satisfying results. However, lots of evaluations in work life are made under uncertain conditions and conventional databases that does not have effective records; users could not always have the information they need. Moreover, usage of crisp value criteria in queries makes impossible to have the records that very close to provide query criteria. Because of these reasons, in the receiving information from a database, creation of queries that increase significant results and define as possible as same information for all users is gaining importance. In this study, identification of communication (base) stations operating out of residential areas which already installed in our country, is aimed. Usage of fuzzy queries in classical databases method taken into consideration to improve a method for examined enterprise in this context. By using fuzzy queries in related database with an interface in the frame of identified rules and assumptions, the reporting and evaluation of the results are proved.

Science Code : 906.1.071
Key Words : Fuzzy query, fuzzy set theory, database management,
fuzzy logic, base station, non-residential area
Page Number : 63
Supervisor : Lecturer Dr. Tahsin ÇETİNYOKUŞ

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır. Bütün hayatım boyunca maddi, manevi desteklerini benden esirgemeyen, eğitimim için her türlü zorluğa katlanan aileme sonsuz teşekkür ederim. Yüksek lisans çalıőmam boyunca bilgi, tecrübe ve yardımlarını benden eksik etmeyen tez danışmanım Sn. Öğr. Gör. Dr. Tahsin ÇETİNYOKUŞ'a, tez çalıőmam boyunca sağladığı yardımlardan dolayı Daire Başkanım Sn. Ahmet Emin TURGUT'a, arkadaşım Kadir BÜYÜKÖZKAN'a teőekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
HARİTALARIN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. BULANIK MANTIK	3
2.1. Bulanık Mantık Kavramı	3
2.2. Bulanık Mantık Uygulama Alanları.....	4
2.3. Bulanık Küme Teorisi	4
2.3.1. Üçgen üyelik işlevi	7
2.3.2. Gauss üyelik işlevi	8
2.3.3. Yamuk üyelik işlevi	8
2.4. Bulanık Sorgu	9
2.5. Esnek Sorgu	11
3. VERİ TABANLARI	13
3.1. Veri Tabanı Kavramı	13
3.2. Veri Tabanı Bileşenleri	13
3.3. Karar Destek Sistemleri	13

	Sayfa
3.4. Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri	14
3.5. Veri Tabanlarında Bulanıklık	14
3.6. Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language-SQL)	15
3.7. Bulanık SQL (FSQL)	16
3.8. Bulanık Çıkarım Süreçleri	18
4. VERİ TABANLARINDA BULANIK SORGU LİTERATÜRÜNÜN İNCELENMESİ	21
5. İNCELENEN KURULUŞ İÇİN UYGULAMA	27
5.1. Kuruluş ve Çalışma Alanı İle İlgili Genel Bilgiler	27
5.2. Elektronik İletişim ve Baz İstasyonları İle İlgili Genel Bilgiler	28
5.3. Kullanılan Veri Tabanının Özellikleri	30
5.4. Tanımlanan Bulanık Sorgu Modeli	35
5.4.1. Kabuller	35
5.4.2. Kurallar	36
5.4.3. Kriterler ve dilsel ifadeler	36
5.5. Bulanık Sorgu İşlemleri	42
6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	54
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Kurum mevcut veri tabanı üzerinde yapılan klasik sorgular	34
Çizelge 5.2. Meskun mahal uzaklığı kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri ...	38
Çizelge 5.3. Yükselti farkı kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri	39
Çizelge 5.4. Çıkış gücü kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri	40
Çizelge 5.5. Kuruluş yeri kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri	42
Çizelge 5.6. Adres bilgileri kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri	42
Çizelge 5.7. Örnek bulanık sorgu uygulaması için kriterler, dilsel ifade ve üyelik dereceleri	44
Çizelge 5.8. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için kriterler	46
Çizelge 5.9. Tüm kriterlerin katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları	48
Çizelge 5.10. Mevcut sistem ve yeni yöntemle belirlenen yerleşim alanı dışı istasyon sayılarının karşılaştırılması	49
Çizelge 5.11. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için meskun mahal uzaklığı kriterinin seçilmesi	50
Çizelge 5.12. Meskun mahale uzaklık kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları	50
Çizelge 5.13. Meskun mahale uzaklık kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları	50
Çizelge 5.14. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için yükselti farkı kriterinin seçilmesi	51
Çizelge 5.15. Yükselti farkı kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları	51
Çizelge 5.16. Yükselti farkı kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları	52
Çizelge 5.17. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için çıkış gücü kriterinin seçilmesi	52
Çizelge 5.18. Çıkış gücü kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları	53

Çizelge**Sayfa**

Çizelge 5.19. Çıkış gücü kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları	53
--	----

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ayrık üyelik değer fonksiyonu	5
Şekil 2.2. Üyelik fonksiyonunda destekler[a,b], geçiş noktaları[c,d], merkez noktaları[e,f]	7
Şekil 2.3. Örnek üçgen üyelik fonksiyon grafiği	7
Şekil 3.1. Klasik bir sorgunun sonucu	16
Şekil 4.1. PFSQL Sistemi	25
Şekil 5.1. Baz istasyonu blok diyagramı	29
Şekil 5.2. Yönsüz antenli baz istasyonları	29
Şekil 5.3. Yönlü antenli baz istasyonları	30
Şekil 5.4. Radyolink antenli baz istasyonları	30
Şekil 5.5. Oluşturulan karar destek modelinin bileşenleri	31
Şekil 5.6. Meskun mahal uzaklığı kriteri üyelik fonksiyon grafiği	37
Şekil 5.7. Yükselti farkı kriteri üyelik fonksiyon grafiği	40
Şekil 5.8. Çıkış gücü kriteri üyelik fonksiyon grafiği	41
Şekil 5.9. Çizelge 5.8'de belirtilen kriterlerin veri tabanı üzerinde sorgulanması ile elde edilen sonuçlar	48

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Mobil baz istasyonu	27
Resim 5.2. Sabit baz istasyonu (Kule)	28
Resim 5.3. Indoor antenler	28
Resim 5.4. Bulanık sorgu arayüzünün görseli	45
Resim 5.5. 16000 kayıt ve tüm kriterler için bulanık sorgu arayüzünün görseli	47

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 5.1. Google Earth programı üzerinde bir kule tipi baz istasyonu görüntüsü	33
Harita 5.2. Google Earth programı üzerinde bir kule tipi baz istasyonu görüntüsü (Uzaklaştırılmış)	33
Harita 5.3. Baz istasyonunun meskun mahale uzaklığı	37
Harita 5.4. Bir baz istasyonunun yükseltisi	39
Harita 5.5. Yerleşim yerindeki en yakın binanın yükseltisi	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

m	Metre
W	Watt
α	Alfa değeri
μ	Üyelik değeri

Kısaltmalar

Açıklamalar

BTC	Base Transmitter Controller
BTS	Base Transceiver Station
CASE	Computer Aided Software Engineering
FSQL	Fuzzy Structured Query Language
GEFRED	Generalised Model of Fuzzy Relational Database
JDBC	Java DataBase Connectivity
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
PFSQL	Fuzzy SQL Language with Priority
RF	Radio Frekans
SQL	Structured Query Language

1. GİRİŞ

İş yaşamında üst yöneticiler tarafından sürekli olarak çalışma kapsamına dair çeşitli boyut ve içeriklerde raporlar talep edilmektedir. Bu raporları elde edebilmek için ise düzenli bir şekilde oluşturulmuş bir veri tabanı, verimli çalışan veri çıkarım motoru ve doğru kaydedilmiş verilere ihtiyaç vardır. Bu temel parçalardan birinde bile bir aksaklık meydana gelmesi bilgi edinmeyi ve dolayısıyla karar verme süreçlerini aksatmaktadır.

Günümüzde kurum ve kuruluşlar tarafından birçok ticari ve özel veri tabanı yönetim ve sorgulama sistemler kullanılmaktadır. Fakat bu sistemlerde yıllarca biriken verileri düzenlemek, sağlıklı kayıtlar tutmak ve bu kayıtlardaki bilgilere doğru ve tam bir şekilde ulaşmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bunun nedenleri olarak ise kullanıcıların artan veri miktarı içerisinde, bilgi sorgulama tecrübesinin ve veri tabanı genel bilgisinin düşük olması, veri tabanında kaydedilen bilgilerde kısmi tutarsızlıklar olması ve kullanılan sorgulama yönteminin yetersiz kalması gösterilebilir.

Veri tabanlarında kullanılan mevcut sorgulama yöntemleri çeşitli nedenlerden dolayı hızlı ve anlamlı sonuçlar verememektedir. Kullanıcının sorgu deneyimi, veri tabanının tasarımındaki hatalar ve kullanım süresince biriken veriler, sorgu sonuçlarının elde edilmesini etkileyen nedenler olarak belirtilebilir.

Bulanık sorguların kullanılmasının temel amacı, klasik sorgular ile elde edilemeyen bilgilerin daha doğru bir şekilde sağlanması ve ihtiyaç duyulan veya duyulabilecek verilerin tümüne ulaşabilmek olarak belirtilebilmektedir (İlhan ve Duru, 2005).

Bu tez çalışması öncelikli olarak bir kuruluşa ait veri tabanından faydalanılarak yerleşim alanı dışında bulunan bazı istasyonlarının tutarlı bir yöntem ile belirlenmesi problemine çözüm bulmak amacıyla hazırlanmıştır. İlgili veri tabanında hem geleneksel SQL sorgulama kriterleri gibi kesin sınırlarla kısıtlanmış sorgular yerine genişletilmiş sonuçlar sağlayan bulanık sorgu kriterlerinin kullanılması hem de çalışma konusu çerçevesinde bazı durumlarda, saatlerle

ölçülen sorgu sürelerinin daha makul seviyelere çekilmesi ve elde edilen anlamlı bilgilerin artırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, ilgili kurum talep ve ihtiyaçları ile uzman görüşleri dikkate alınmış ve dilsel ifadeler yer verilerek veri tabanı üzerinde çalışacak şekilde bir bulanık sorgulama arayüzü geliştirilmiştir.

Bulanık sorgu modelleri belirsizlik gösteren verilerden mantık çerçevesinde sonuçlar elde edilebilmesine imkân tanıyan çıkarım modelleridir. Bu tez çalışmasında söz konusu veri tabanı için bulanık sorgular oluşturulmuş ve ilgili klasik ilişkisel veri tabanı ile bağlantısı sağlanarak kullanılabilir hale getirilmiştir. Sonuç olarak ilgili sorgular sayesinde veri tabanından elde edilen bilgiler değerlendirilerek yerleşim alanı dışında bulunan bazı istasyonlarının belirlenmesi için kurum ihtiyaçlarının çoğunu karşılayan bir karar mekanizması oluşturulması sağlanmıştır.

Bu çerçevede çalışmada kullanılacak bazı tanımlamalarının yapılmasına gerek duyulmaktadır.

2. BULANIK MANTIK

2.1. Bulanık Mantık Kavramı

Bulanık mantık kavramı, 1965 yılında L. A. Zadeh' in bu konu ile ilgili ilk çalışmalarını yayınlamasıyla duyulmuştur. Bu tarihten itibaren önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin tanımlanması ve belirsizliklerle çalışılarak bilgi edinilmesini sağlamak için kurulmuş bir matematik modelleme olarak tanımlanabilir. İstatistik terminolojisinde, genellikle kesin rakamsal sonuçlarla çalışmalar yapılmaktadır. Fakat günümüz hayatında birçok belirsizlik yer almaktadır. Bu nedenle, insan hayatındaki birçok olaya çözüm getirebilmek için belirsizlikler üzerine de çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Mutlak doğru veya yanlış kavramlarından oluşan klasik mantık değerlendirmesinden ziyade belirli aralıktaki sonsuz değer bulunması anlayışı bulanık mantık felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda bulanık mantık, hesaplama sistemi net sınırlara sahip olmayan bir değerlendirme ve fikir oluşturma sistemidir; belirgin sınırların olmaması "bulanıklık" kavramı ile belirtilmektedir.

Bulanık mantık, bilgi sistemlerinde sübjektif değerlendirme yöntemlerinin uygulanmasını sağlayan bir sonuç çıkarım modeli sağlamaktadır. Bu kapsamda bulanık mantık yaklaşımı günümüzde mühendislik, işletme, ekonomi vb. temel bilimlerde problem modelleyerek mantıksal bir çözüm elde etmek için kullanılmaktadır. Problemlerin nitel ve nicel kriterlerin birlikte değerlendirilerek modellenebilmesi, Yapay Zekâ, Karar Verme, Uzman Sistemler vb. Endüstri Mühendisliği çalışma alanındaki konularda bulanık mantık teorisinin kullanımını artırmaktadır (Kahraman, 2006).

Bulanık mantık teoremi, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği sağlayabilmektedir. Bunun için de sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılmaktadır (Ertuğrul, 2006).

2.2. Bulanık Mantık Uygulama Alanları

Bulanık mantık literatürde birçok alanda özellikle karar verme ve çıkarım elde etmek için kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak şu alanlar gösterilebilir (Alcı ve Karatepe, 2002:16).

- Lineer ve nonlineer kontrol sistemleri
- Sinyal işleme
- Entegre devre üretimi
- Tıp, psikoloji
- Ekonomik sistemler
- Kuantum fiziği
- Veri analizi
- Veri tabanı uygulamaları
- Toplum bilimi
- Proses planlama
- Karar verme

2.3. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık kümelerde iki özellik veri tabanlarının özel kullanımı ile ilgilidir (Bosc,Kraft,Petry, 2005):

- (i). Belirsizliğe bağlı olmayan güvenilen değerlere bağlı derecelendirilmiş eşleştirme durumu
- (ii). Gerçek değeri bilinmeyen değişkenler üzerinde karar vericilerin değer ataması durumu

Bulanık mantık ile ilgili bazı kavramlar ise aşağıdaki şekilde açıklanabilir (Ata ve Kurnaz, 2011):

X bir nesne kümesi, x bu X kümesini oluşturan eleman,

A kümesi ise X kümesinden üretilen altküme olarak varsayalım.

Bu durumda eğer x , A kümesinin elemanı ise $(x,1)$, değilse $(x,0)$ ile gösterilir. Yani normal kümelerde eğer bir eleman o kümeye aitse 1 değilse 0 değerini almaktadır.

Tanım: A kümesi X kümesinin bir altkümesi ve x , X kümesinin bir elemanı ise;

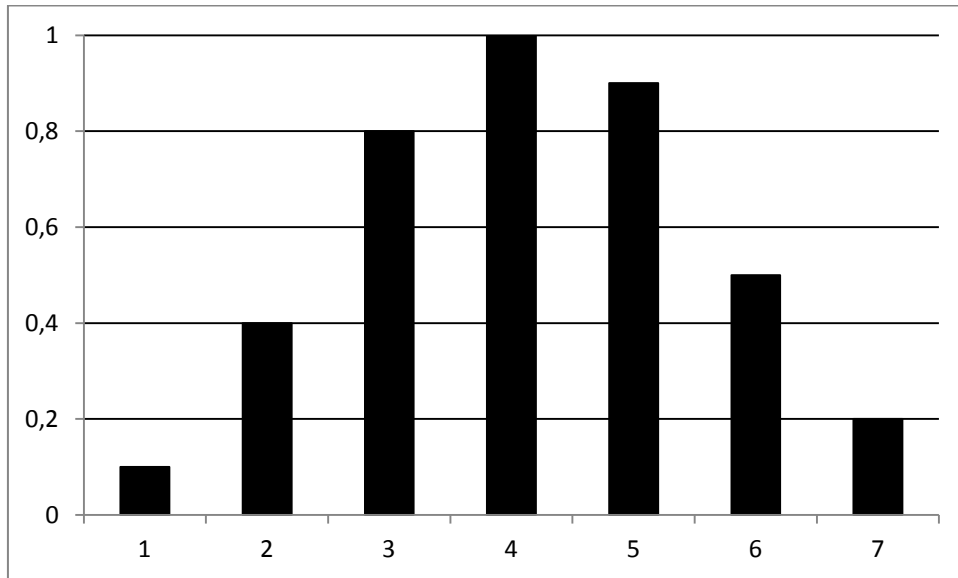
$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (2.1)$$

$\mu_A(x)$, A altkümesi için üyelik fonksiyonu olarak isimlendirilir. Bir üyelik fonksiyonu X kümesinde 0 ile 1 arasında değerler alabilir.

Örneğin $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ olduğunu varsayalım. Ailelerin kaç odalı evlerde mutlu oldukları A kümesi aşağıdaki gibi ifade edilebilecektir (Ata ve Kurnaz, 2011).

$$A = \{(1,0.1), (2,0.4), (3,0.8), (4,1), (5,0.9), (6,0.5), (7,0.2)\}$$

A alt kümesinin grafiği ise şöyle gösterilebilir (Şekil 2.1):



Şekil 2.1. Ayrık üyelik değer fonksiyonu

Yukarıdaki şekilden memnuniyet üyelik değer fonksiyonu rahat bir şekilde okunabilmektedir. Fakat üyelik değer grafikleri bu kadar belirgin olmayabilir. Bu

gibi belirgin olmayan durumlar için de şu kavramlara göz atmak faydalı olacaktır (Ata ve Kurnaz, 2011):

Tanım: Bir A altkümesinin desteği (support), X kümesinin bütün x elemanları için

$$Support(A) = \{x | \mu_A(x) > 0\} \quad (2.2)$$

Tanım: Bir A altkümesinin merkezi (core), X kümesinin bütün x elemanları için

$$Core(A) = \{x | \mu_A(x) = 1\} \quad (2.3)$$

Tanım: Bir A altkümesinin geçiş (crossover) noktası, X kümesinin bütün x elemanları için

$$Crossover(A) = \{x | \mu_A(x) = 0.5\} \quad (2.4)$$

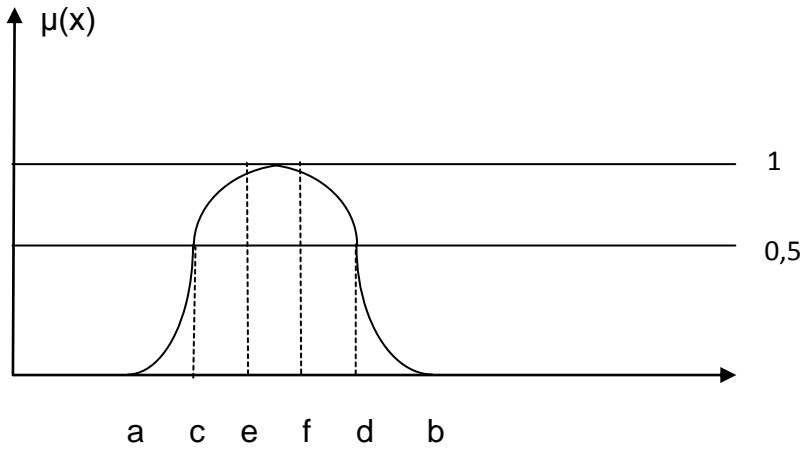
Tanım: α -kesme değeri, bir bulanık kümede istenen sonucun alınması için gerekli eşik değerinin oluşturulmasını sağlar.

$$A_\alpha = \{x | \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (2.5)$$

α -kesme değeri büyük eşit değil büyük olursa buna güçlü α -kesme adı verilir.

$$A'_\alpha = \{x | \mu_A(x) > \alpha\} \quad (2.6)$$

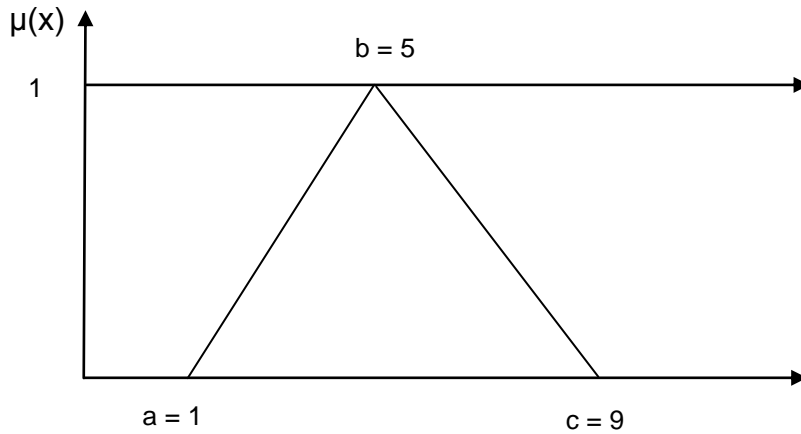
Bir üyelik fonksiyonu için destek, geçiş ve merkez noktaları Şekil 2.2'de sunulmaktadır.



Şekil 2.2. Üyelik fonksiyonunda destekler[a,b], geçiş noktaları[c,d], merkez noktaları[e,f]

2.3.1. Üçgen üyelik işlevi

Üçgen üyelik işlevinde, üyelik derecesi hesaplanmak istenen x değeri için Şekil 2.3'te verilen örnek gibi 3 parametre değeri kullanılmaktadır (Ata ve Kurnaz, 2011).



Şekil 2.3. Örnek üçgen üyelik fonksiyon grafiği

$$\text{Üçgen } (x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (2.7)$$

Üçgen üyelik işlevi hesaplamaları işlemlerde kullanıldığı için bunun matematiksel formülü gereklidir.

$$\text{Üçgen}(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (2.8)$$

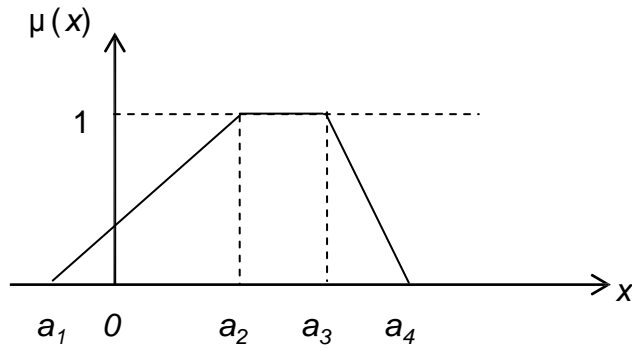
2.3.2. Gauss üyelik işlevi

x değeri için üyelik derecesinin m (merkez) ve σ (varyans) olmak üzere iki değişkenle tanımlanması temeline dayanmaktadır. Bu üyelik derecesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır (Ata ve Kurnaz, 2011) :

$$\text{gauss}(x, m, \sigma) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2} \quad (2.9)$$

2.3.3. Yamuk üyelik işlevi

Yamuk üyelik işlevi, üçgensel üyelik işlevinden türetilmektedir. Bu tipteki bir sayı (a_1, a_2, a_3, a_4) gibi dört birimle tanımlanmaktadır. Bu üyelik biçiminde $\alpha=1$ durumu belirli bir aralığa karşılık gelmektedir (Kaufmann ve Gupta, 1988, s. 26-32).



Şekil 2.4. Örnek yamuk üyelik fonksiyon grafiği

$$\text{Yamuk } \mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, x > a_4 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \end{cases} \quad (2.10)$$

2.4. Bulanık Sorgu

Karar verme süreçlerinde, ihtiyaç duyulan verilere erişme ve bu verilerin istenen kriterleri olabildiğince yüksek derecede karşılaması istenir. Klasik sorgular ile elde edilen bilgiler karar vericinin ihtiyaç duyduğu verileri genellikle belirli bir çerçevede kısıtlamaktadır. Bunun nedeni klasik sorgularda kullanılan kesin sınırların kriterlere yakın değerleri sonuçların dışında bırakmasıdır. Bu tip sorguların sonuçlarında sadece seçilmiş kritere birebir uygunluk gösteren kayıtlar gözlenebilmektedir (İlhan ve Duru, 2005).

Veri tabanı uygulamalarında genellikle kullanılan sorgulama dili, ilişkisel veri tabanları için genel kabul görmüş olan Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language - SQL)' dir (Elmasri, 2011). Bu dil, sorgular için kesin kurallar ve komutlar içermekte, sağladığı sorgu sonuçları ise yalnızca sorgudaki kriterleri sağlayan kayıtlardan oluşmaktadır.

Literatürdeki birçok çalışmada ise klasik sorgulamaların getirdiği kısıtlamalara çözüm olarak esnek ve akıllı sorgular sunulmuştur. Bulanık mantık yöntemi de insan düşünme sistemine olan benzerliği ve bulanık değerleri sayısallaştırabilmesi ile bu sorguların oluşturulmasına uygun çözüm yöntemlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır.

Bulanık ifadeler kullanılarak yapılandırılan veri tabanı sorgularına “Bulanık Sorgular” adı verilmektedir. Bu tip sorgularda, standart sorgu sistemlerinden farklı olarak sorgu sonuçları, aranan kıstaslara uyumluluk gösterme derecesine bağlı olarak değişen bilgilerden oluşur (İlhan ve Duru, 2005).

Bulanık mantık tabanlı modellemenin en önemli avantajlarından biri, doğası gereği genel olarak nitel olmasıdır. Bu sayede kriterlerin üyelik dereceleri belirlemek için anlaşılabilir bir ölçek kullanmak yeterli olmaktadır. Bulanık küme üyelik fonksiyonları kullanıcı tercih profillerinin modellenmesinde kullanılagelen araçlardır. Bulanık sorgular sıklıkla tercih veya tolerans seviyesini veya bağlı önem derecelerini ifade etmede kullanılır. Bulanık sorgular, mevcut anahtar kelime tabanlı sorgulara göre, kullanıcı tercihlerinin daha iyi bir şekilde ortaya

konulmasına ve elde edilen bilgilerin sorguyu karşılama derecesine göre sıralanmasına olanak tanır. Zadeh bir açıklamasında, mevcut arama motorlarının sıfır düzeyinde tümdengelim kapasitesine sahip olduğunu ve arama motorlarına bir tümdengelim kapasitesi yerleştirebilmek için bulanık mantığın kullanılmasının bir gereklilik olduğunu belirtmiştir (Choi, 2003).

Klasik sorgu dilleri, kullanıcıların geri bildirim taleplerinin kesin bir şekilde belirtilmesi için tasarlanmıştır. Veri tabanı alanında çalışmaların çoğu, kesin bilginin elde edilmesi ve sunulması için sorgu dillerinin geliştirilmesine yoğunlaşmaktadır. Geleneksel veri tabanı sistemlerine ek olarak bulanık sorgu yetenekleri sunulan bazı ticari uygulamalar bulunmaktadır. şu ana kadar kullanılan bu ticari sistemler kesin bir yöntem izleyecek şekilde tanımlanmıştır. Ayrıca, geleneksel sorgu dilleri önceliklerin veya belirsizliklerin tanımlanmasına genellikle aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı izin vermemektedir (Choi, 2003):

- Sonuçların boyutunun kontrolü;
- Yumuşatılmış koşullarının ifadesi;
- Ayırıştırılmış bir yanıt üretmek.

Bulanık sorgular aynı zamanda seçilen bir değer etrafındaki kayıtların uzaklık ölçümünü de kolaylaştırmaktadır. Bulanık sorguların ek olarak sağladığı bilgilere göre sorguyu tam olarak sağlayan hiçbir kayıt olmaması durumunda kriteri sağlamaya yakın olan değerlerin görülebilmesi sağlanmaktadır. Kullanıcılar, bilgisayar yazılımları kullandığında genellikle mantık kuralları gereği “doğru veya yanlış” şeklinde kısıtlı bir mantıksal karşılaştırma kullanmak durumunda kalmaktadır. Bu karşılaştırma yöntemi günümüz şartlarında karşılaştığımız birçok karar verme sürecinde tatmin edici sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle insanların düşünsel sisteminden yola çıkarak ortaya çıkarılmış bir yöntem olan bulanık mantık, birçok karar verme mekanizmasında klasik yöntemlere alternatif olarak kullanılmıştır.(Hudec, 2009)

2.5. Esnek Sorgu

Esnek sorgular, veri tabanlarındaki kayıtlı tablolar üzerinde bulunan nitelik değerlerinin bulanıklaştırılması ile bulanık sorgulama yapılmasına imkân tanıyan ve incelenen sisteme özel olarak geliştirilmiş sorgulardır (İlhan ve Duru, 2005). Esnek sorgu çalışmalarını ise “veri tabanı üzerinde yapılan SQL sorgularını mutlak olmaktan çıkarıp bulanıklaştırmayı amaçlayan çalışmalar” olarak tanımlamak mümkündür (Şenol, 2013). Esnek sorgulamalarda anahtar fikir sorguların içerisinde tercih öncelikleri tanımlamaktır. Bunları temel koşulların kendi içerisinde ve temel koşullar arasında olmak üzere iki seviyede tanımlamak mümkündür. İlk seviyede amaç, bazı değerlerin diğerlerinden daha uygun olduğunu ifade etmektir (tam memnuniyet ile tam reddetme aralığında). İkinci durumda ise koşullarla ilişkili önem dereceleri için tanımlanmış öncelikler söz konusudur (Bosc ve diğerleri, 2005).

Esnek sorguların asıl önemli noktası, sonuçlarının bir kesin küme vermemesi fakat sonuçları belirli bir şekilde ayrıştırmasıdır. Bunu da sorgu içinde belirtilen öncelik durumuna uyumlu olarak yansıtmaktadır. Bu sayede en iyi x sonucunu elde etmek veya belirli bir eşik değer üzerinde istenen değerleri sağlayan sonuçları almak mümkün olmaktadır. Bu bağlamda, bir esnek sorgunun bir Boolean sorgunun farklı bir sunum şekli olmadığını fark etmek önem arz etmektedir (Bosc ve diğerleri, 2005).

Sorgu dilleri, esnek sorguların ilişkisel veri tabanlarında kullanımına olanak sağlayacak şekilde eklentilere sahiptir. Cebirsel ve kullanıcı odaklı diller olan SQL ve Object Query Language (OQL) bulanık sorguları destekleyecek şekilde revize edilmiştir. Bu konu ile ilgili birçok alanda araştırmalara şunlar örnek verilebilir (Bosc ve diğerleri, 2005):

- Hiyerarşik operatör, ağırlıklı minimum ve maksimum, ağırlıklandırılmış yöntemler ve önem dereceleri yönetimi için bütünleştirme mekanizmaları.
- Temel bireylerin seçim desenlerinin farklı tiplerini kontrol eden dilsel sayıcılar (örneğin, “en çok {bulanık koşul 1,...,bulanık koşul}”) veya birey kümeleri (örneğin, “emekliliği yaklaşmış birkaç çalışan”, “işe yeni başlayan çalışanlardan

neredeysi yarisı gençtir”). Bu tip çalışmalarla dilsel sayıcılar ile bütünleştirme fonksiyonlarında çağrı şartlarının birleştirilmesini sağlar. Örneğin; “Emekliliğine yakın birkaç çalışan”, “count (emekliliğe yakın çalışanlar) = birkaç” şeklinde “agg (E) = A” genel ifadesi gibi yazılabilir. Burada E bulanık küme ve A bulanık şartı ifade eder.

- Esnek sorguları işlemek için stratejiler: Bu başlık kabul edilebilir performans sağlayan sistemlerin oluşturulması için önem arz etmektedir. Fakat kombinasyon şekli ve genellikle düzenli sorguların optimal şekilde işlenememesinden dolayı karmaşıktır. Esnek sorgu durumunda, iki uç sonuç arasında bir kıyaslama için değerlendirme stratejisi oluşturulur: (i) yeni veri yapılarının tanımlanabileceği sıfırdan tasarlanmış bir veri tabanı yönetim sistemi (ii) temel kabiliyetleri kullanarak ve ek kısıtlamalar getirerek mevcut sistem üzerine bir arayüz eklenmesi.
- Boş cevaplar: Her ne kadar bulanık sorguların kullanıcı ihtiyaç ve beklentilerine çok iyi uyması beklense de, bazen sonuç olarak hiçbir şey vermeyebilir. Amaç bu durumu belirlemek ve kullanılan sorguları iki gereksinimle yeniden düzenlemektir: (i) düzenlenmiş sorgu yeterli düzeyde kullanılan sorguya benzerdir ve (ii) sonuç boş küme değildir.

3. VERİ TABANLARI

Bu bölümde veri tabanı kavramı ve veri tabanı sorgulama dili SQL ile ilgili olarak genel bilgilere yer verilmektedir.

3.1. Veri Tabanı Kavramı

Veri tabanları büyük boyuttaki verileri saklayabilen ve ihtiyaç duyulduğunda bu verileri kullanıcının hizmetine sunabilen veri depolama merkezleridir (Daniel ve Daniel, 2012).

Dünyada oluşan birçok bilgi veri tabanlarında tutulabilmekte ve bu bilgilere doğru bir şekilde ulaşmak için yapılan çalışmalar teknolojik gelişmelere eş zamanlı olarak hızla artmaktadır.

3.2. Veri Tabanı Bileşenleri

Tablo: Bir veri tabanı mantıksal olarak ilişkili tablo ismi verilen kayıt alanlarından oluşmaktadır (Gökçen, 2011: 48).

Alan: Veri tabanındaki kayıtlar alan olarak adlandırılan ayrıştırılmış bölümlerde tutulmaktadır (Gökçen, 2011: 48).

Anahtar: Veri tabanlarındaki kayıtların ayrıştırılabilmesini sağlayan eşsiz tanımlayıcılar anahtar olarak tanımlanmaktadır (Gökçen, 2011: 48).

3.3. Karar Destek Sistemleri

Karar destek sistemleri karar verici konumundaki kişilerin uygun kararı vermelerine yardımcı olan sistemlerdir. Özellikle taktik ve stratejik seviyelerdeki kararlar için kullanılması uygundur. (Gökçen, 2011: 48)

Karar destek sisteminin özellikleri (Gökçen, 2011: 50):

- Geleceği planlama üzerine kurgulanır.
- Genellikle yarı yapısal ve yapısal olmayan kararlar için kullanılmaktadır.
- Kararı vermekten ziyade karar vericiye yardımcı olur.
- Veri tabanlarına erişimlidir.
- Kullanıcı etkileşimlidir. Dolayısıyla kullanımı kolaydır.

3.4. Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri

Bir karar destek sistemi temel olarak 3 bileşene sahiptir. Bu bileşenler(Gökçen, 2011: 51, 52);

- Veri yönetimi
- Model yönetimi
- Diyalog yönetimidir.

Veri yönetimi karar vericinin karar verirken ihtiyaç duyacağı verileri getirme, saklama ve düzenleme ile ilgili çalışmaları kapsamaktadır.

Model yönetimi ise değişik niceliksel modellerin getirilmesi, saklanması ve organize edilmesiyle ilgili faaliyetlerin yerine getirilmesini içermektedir.

Diyalog yönetimi ise kullanıcı ile karar destek sisteminin iletişimini sağlayan birimdir.

3.5. Veri Tabanlarında Bulanıklık

Bulanık veri tabanları, diğer veri tabanları gibi ilişkisel bilgiler depolamaya yarar. Bulanık veri tabanlarının tek farkı, oluşturulan bilgi tablolarının bulanık verilerin de depolanmasına olanak sağlamasıdır. Bulanık veri tabanları üzerine literatürde oldukça yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak altı ana gruba ayrılmaktadır (Ata ve Kurnaz, 2011):

- Klasik (İlişkisel) veri tabanları üzerinde bulanık sorgulama
- Bulanık veri tabanları üzerinde bulanık sorgulama
- Bulanık veri tabanlarının veri modellerinin oluşturulabilmesi için klasik veri modellerinin geliştirilmesi
- Bulanık kavramsal model uygulamaları
- Bulanık veri madenciliği teknikleri
- Bulanık veri tabanı üzerinde uygulama geliştirme

Bu tez çalışmasında yukarıda belirtilen maddelerden klasik veri tabanları üzerinde bulanık sorgulama kapsamında uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

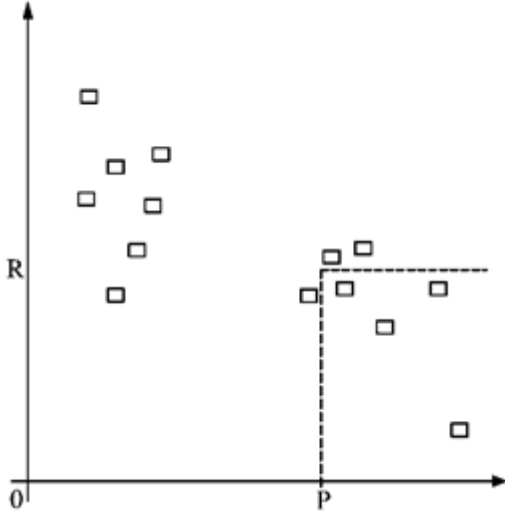
3.6. Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language-SQL)

SQL ilişkisel veri tabanları için standart bir sorgulama dilidir. İlk uygulanmaya başladığından bu yana birçok bilgi sistemi ve ilişkisel veri tabanında veri seçmede kullanılmıştır. SQL, sorgulama işleminde Boolean mantığı kullanmaktadır. Bu nedenle kullanıcı sorgulamada bir hata yapmadığı sürece belirli aralıktaki değerleri sunar. SQL, 3 temel komut kullanmaktadır. Bunlar; Select, From, Where komutlarıdır (Hudec, 2011).

Basit bir SQL sorgusu aşağıdaki genel olarak aşağıdaki çerçeve dikkate alınarak düzenlenmektedir (Hudec, 2009).

```
SELECT öznitelik_1,...,öznitelik_n
FROM T
WHERE öznitelik_p > P AND öznitelik_r < R
```

Bu tip bir sorgu sonucu aşağıdaki Şekil 3.1.'de gösterildiği gibi bir çıktı elde edilmektedir. Buradaki P ve R değerleri ilgili veriler uzayını sınırlandırmaktadır. Şekil 3.1'deki küçük kareler veri tabanı kayıtlarını göstermektedir. Grafikten açıkça görülmektedir ki 3 adet kayıt sorgu kriterlerini karşılamaya çok yakındır. Bu yakın kayıtlar incelenen duruma göre yöneticiler veya işverenler için çok önemli etkiler oluşturabilir.



Şekil 3.1. Klasik bir sorgunun sonucu

SQL kesin sonuçlar veren katı bir sorgulama mantığı kullanır. Bu nedenle bir kayıt her ne kadar istenen sorgu kriterine yakın olsa da seçilmeme ihtimali vardır. Kriterler ne kadar karmaşık olursa, WHERE komutu ile elde edilen sonuç kümesi de o kadar kesin olmaktadır.

3.7. Bulanık SQL (FSQL)

Bulanık SQL, ilişkisel veri tabanlarında SQL' in kısıtlı raporlama şekillerinden farklı olarak elde edilebilecek bilgileri genişletmek ve çıkarım sürecini kısaltmak üzere oluşturulan bulanık sorgu modellerini temsil eder. Bu sorgu modelleri literatürde bulunan çalışmalarda farklı isimlerle ve yöntemlerle kullanılmıştır. Klasik bir SQL sorgusunun genişletilmesi için aşağıdaki gibi bir sorgu örneği kullanılması çoğu zaman tercih edilmektedir (Hudec,2009):

```
SELECT öznitelik_1,...,öznitelik_n
```

```
FROM T
```

```
WHERE öznitelik_p > P-p AND öznitelik_r < R+r
```

Burada p ve r Şekil 3.1.'de verilen yakın kayıtların elde edilmesi için kullanılmıştır. Fakat bu yaklaşımın 2 dezavantajı bulunmaktadır. Birincisi ilk sorgunun bitişik değerleri de verecek şekilde değiştirilmesi ve bitişik kayıtlar ile asıl kayıtların

birbirinden ayırt edilemeyecek olmasıdır. İkinci sorun ise yeni genişletilmiş sorguya çok yakın kayıtların durumu ve bunlar için de aynı şekilde bir genişletme yapıp yapılmayacağıdır. Bu durumda veri tabanından çok daha fazla veri çekilir ve kullanıcı istediği sorgulama doğruluğunu kaybeder (Hudec, 2009).

Bulanık sorgular genellikle verilen sorgu koşulları çerçevesinde elde edilen sonuçların genişletilmesi için kullanılmakta ve SQL' in WHERE komutu üzerinde bulanık terimler oluşturmaya izin vermektedir.

SELECT A_1, \dots, A_n FROM R WHERE f_c WITH α

Yukarıdaki sorguda R bir ilişki tabanı; A_i bir öznitelik; f_c ise bir bulanık koşuldur. Bu sorgu sonucunda bulanık bir ilişki elde edilir. Bu ilişki kayıtları f_c koşulunu belirli derecelerde sağlamaktadır. Buna eşleşme derecesi (ED) denilmektedir (Zhang, Chen, Ye ve Zheng, 2005).

$$ED(t) = \mu_{f_c}(t) \quad (3.1)$$

ED, [0,1] aralığında değişen bir değerdir. α ise bir eşik değerdir. ' WITH α ' fonksiyonu α değerinin altındaki kayıtların elimine edilmesini sağlamaktadır.

Birden fazla tablo kullanılması gereken sorgularda ise farklı bir format kullanılmaktadır. Bir bulanık çoklu tablo sorgusunun genel formu aşağıdaki gibidir (Hudec, 2009):

SELECT R.A, S.B FROM R,S
WHERE $f_{c1}(R)$ AND $f_{c2}(S)$ AND R.C θ S.D

θ olarak tanımlanan değer bir klasik veya bulanık karşılaştırma operatörüdür. Buna göre;

$$ED(t) = \min(\mu_{f_{c1}}(x), \mu_{f_{c2}}(y), \mu_{\theta}(x.C, y.D)) \quad x \in R, y \in S \quad (3.2)$$

şeklinde bir eşik değer fonksiyonu belirlenebilir.

3.8. Bulanık Çıkarım Süreçleri

Bulanık çıkarım süreci, bir sisteme dair veri tabanında bulunan bilgiler içerisinde bir kural/koşul sistemi ve bulanık mantık fonksiyonları yardımıyla belirli çıktılar sağlandığı yöntemler bütünü şeklinde tanımlanabilir. Bulanık çıkarım süreci literatürde “Bulanık Kural Tabanlı Sistemler”, “Bulanık Uzman Sistemler”, “Bulanık Modelleme” vb. birçok isimde kullanılmaktadır. Bu süreçlerin kullanım alanı içerisinde otomatik kontrol, karar analizi, veri yönetimi, uzman sistemler gibi birçok konu bulunmaktadır (Mercan, 2013).

Bulanık kural sistemlerinin en önemli özelliği, uygulama ile ilgili deneyimli kişilerin deneyim ve bilgisi kapsamında sözel olarak belirttikleri mantıksal ifadeleri de kaynak olarak kullanmasıdır. Bu sözel ifadelerden oluşturulan kurallar ile yapılan araştırma işlemi “kuralların bileşkesi” (aggregation of fuzzy rules) olarak adlandırılmaktadır. Bulanık çıkarım süreçlerini etkinleştirmek için literatürde kullanılan bazı grafiksel yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan yoğun olarak kullanılanlar ise Mamdani, Sugeno ve Tsukamoto yöntemleri olarak bilinmektedir (Ross, 2010).

Bulanık Çıkarım Süreci genel olarak beş adımdan meydana gelmektedir (Mercan, 2013):

- Mevcut değişkenlerin bulanıklaştırılması,
- Her kural için mantıksal işlemlerin gerçekleştirilmesi,
- Her kural için sonuç çıkarımı,
- Kurallara ait sonuçların bileşkesinin alınması,
- Netleştirme (durulaştırma).

Bulanık küme teorisi ile ilgili tanımlamalar Bölüm 2.3’de yapılmıştır. Bu tanımlamalara göre X evrensel kümesinin bir alt kümesi olarak A bulanık kümesi üyelik fonksiyonları ile gösterilebilmektedir. Sistem girdisi olarak x , n adet etkenden oluşuyorsa bulanıklaştırma adımında n adet üyelik fonksiyonu oluşturulur. Bu girdileri sorgulamak için ise bulanık küme şeklindeki koşul ve

sonuçlardan oluşan “EĞER-İSE” önermeleri kullanılarak elde edilen kurallar oluşturulmaktadır.

Sonraki adımda mantıksal koşullar “VE” mantıksal operatörü ile birleştirildiğinde “*MİN*”, “VEYA” mantıksal operatörü ile birleştirildiğinde “*MAKS*” işlemine tabi tutulurlar. Her bulanık kural için elde edilen bulanık küme biçimli çıkarımların bileşkesi alınır. Bu işlemler sonucunda her bir kural için elde edilen bulanık kümelerin bileşkesi karar vericiler için problemin çözümü adına bir anlam ifade etmez. Bu bileşkenin anlamlandırılması için belirli yöntemler yardımıyla kesin bir değere dönüştürülmesi gerekmektedir. Ağırlık Merkezi (Centroid), En Büyüklerin Büyüğü (Largest of Maximum), En Büyüklerin Ortalaması (Middle of Maximum), En Büyüklerin Küçüğü (Smallest of Maximum) yöntemleri en sık kullanılan netleştirme yöntemleri olarak bilinmektedir. (Ross, 2010).

4. VERİ TABANLARINDA BULANIK SORGU LİTERATÜRÜNÜN İNCELENMESİ

Bulanık mantık ve uygulamalarının oldukça geniş kapsamlı ve disiplinler arası çalışılan bir konu olması nedeniyle bu bölümde özellikle tezin uygulama alanı olan klasik veri tabanları üzerinde bulanık ve esnek sorguların kullanılması üzerine tezde belirtilen anahtar kelimeler dikkate alınarak gerçekleştirilen literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Tezin asıl konusu olan bulanık sorgular alanında literatürde farklı alanlarda ve farklı yöntemlerle uygulanmış çalışmalar bulunmaktadır. Veri tabanlarında bulanık mantık teorisi kullanılarak bilgi elde etmeyi amaçlayan bu çalışmalar, temel olarak bulanık mantığın getirdiği avantajları klasik veri tabanları üzerinde kullanmak üzere esnek ve bulanık sorguların geliştirilmesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bulanık kümeler teorisi bilindiği üzere 1965 yılında Prof. Lotfi Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Bu tezin geliştirilmesi ile bulanık mantık uygulamaları birçok farklı alanda uygulanmıştır (Bkz. Bölüm 2.2). Veri tabanları sorgulama sistemlerinde bulanık küme teorisinin kullanımı ilk olarak Tahani tarafından 1970'lerde kullanılan bulanık sorgulamalar ile başlamış ve sonrasında gelişen farklı yöntemler kullanılmaya devam edilmiştir.

Kacprzyk ve Ziolkowski'nin geliştirdiği bir program ile veri tabanlarındaki kayıtlar üyelik fonksiyonu ile derecelendirerek hem klasik sorgular hem de bulanık sorgular yapılabilmesi mümkün olmuştur (Kacprzyk ve Ziolkowski, 1986).

1980'lerin sonunda Patric Bosc klasik veritabanları üzerinde SQL komutları yardımıyla bulanık sorgular yapma olanağı sunan SQLf denilen bir program geliştirmiş ve bu konuda çalışmalar yayınlamıştır (Bosc ve Pivert, 1995). Bu program ile standart bir SQL sorgusunun HAVING komutunda bulanık ifadeler kullanılabilmiştir.

Mutlu, (1996) yaptığı çalışmada kesin olmayan ve belirsiz dilsel sorgu cümleleriyle, bulanık olmayan veri tabanı sistemleri üzerinde sorgulama

yapılmasına olanağı sağlayan bir araç oluşturmuştur.

Rasmussen ve Yager, SummarySQL adını verdikleri ve bulanık tanımlamayı WHERE kısmında gerçekleştiren bir yöntem uygulamışlardır. Söz konusu yöntem sonucunda kullanıcıya μ üyelik derecesini de içeren bir sonuç tablosu sunulmaktadır (Rasmussen ve Yager, 1997).

Asar (1999) ise geliştirdiği BSorguWin aracı ile önceki çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu araç, söz konusu veri tabanının belirlenen kısımlarını bulanıklaştırarak veri tabanında tutmakta ve bulanık sorgulamalar bu tutulan veriler üzerinde gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen yöntemde sorgu sonuçlarının eşleşme derecesinin istenilen eşik değerden büyük olması gerekmektedir. Bu eşik değerini de kullanıcının kontrol etmesi mümkündür.

Kacprzyk, Pasi, Wojdas ve Zadrozny (2000), bulanık sorgulamanın avantajları ve özellikleri üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Riberio ve Moreira (2003) yaptıkları çalışma ile 500 firmanın değerlendirilmesi için bulanık sorgu arayüzü geliştirmiştir.

Çalışmaların yoğunlaştığı bir diğer alan da bulanık veritabanları üzerinde kullanılan bulanık sorgulama dilleridir. Bu çalışmalara örnek olarak veri madenciliği kapsamında oluşturulan esnek sorgulama dili Fuzzy SQL (FSQL) verilebilir. Bu dil, SQL'in eklentisi olarak kullanılabilir şekilde geliştirilmiş ve SQL'in SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE gibi komutlarını bulanıklaştırmak için kullanılmıştır (Carrasco, 2003).

Bosc, Lietard ve Pivert (2003) yaptıkları çalışmada esnek sorgulardaki bulanık kümelere birleştirme fonksiyonlarının uygulaması üzerine çalışma yapmıştır. İlhan ve Duru (2005), klasik bir öğrenci bilgi sistemi veri tabanı üzerinde burs bilgisi sağlamak için bulanık sorgulama modeli geliştirmiştir.

Zhang vd. (2005) SQL'in çıktılarını eşleşme derecesi yöntemini dikkate alarak bulanık sorgular oluşturulmasına imkan tanımışlardır.

Bosc vd. (2005) SQL üzerinde bulanık küme temelli esnek sorgular üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir.

Ertuğrul (2006) ise, bulanık mantık ile bir performans değerlendirme sistemini birleştirmeye çalışmıştır. Lin, Wang ve Chen (2006) ise bir doküman edinme sistemi için bulanık sorguların genişletilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Ma ve Yan (2007) ise klasik veri tabanları üzerinde uygulanan bulanık sorgu çalışmalarının genel araştırmasını yaparak literatüre sunmuştur.

Hudec (2009) ise SQL' in WHERE komutu üzerine bulanıklık özelliği kapsamında incelemeler yapmıştır. Ata ve Kurnaz (2009) yaptıkları çalışmada, insan kaynakları çalışan adayı seçme sisteminin, bulanık veri tabanı ve sorgular kullanılarak esnek bir yapıya dönüştürülmesini ve uygulanmasını göstermiştir.

Ross (2010) ise bulanık çıkarım süreçleri ile ilgili rehber nitelikte bir doküman hazırlamış ve literatüre sunmuştur. Bulanık çıkarım süreçlerinin temelinde "EĞER - İSE" mantıksal komutları bulunmaktadır. Bu mantıksal komutlarla oluşturulan "EĞER koşul İSE sonuç" şeklindeki bir ifadenin koşul girdileri ve sonuçları bulanık olarak tanımlanmışsa bu komutlardan oluşan sistem "Bulanık Kural Tabanlı Sistem" olarak tanımlanır. Söz konusu "EĞER-İSE" kuralları, bulanık küme ve işlem operatörlerinin işlevini yerine getirecek şekilde formüle edilebilmesi için kullanılmaktadır (Ross, 2010).

Hudec (2011) başka bir çalışmasında SQL'in bulanık olarak geliştirilmesi üzerine örnek uygulamalar gerçekleştirmiştir.

Mishra ve diğerleri (2011), bir çalışmada bulanık sorgu mimarisi oluşturarak üyelik fonksiyon değerlerini belirlemiştir.

Dubois (2011) yaptığı bir çalışmada bulanık küme teorisinin karar verme problemlerinde kullanılmasına dair bir karşılaştırma gerçekleştirmiştir.

Zhang (2011) ise SQL sorguların daha etkin hale getirilmesi için bulanık sorgulama sistemi geliştirmiştir.

Bulanık veri tabanları ile ilgili öne çıkan modellerden birisi de “Bulanık İlişkisel Veri tabanlarının Genelleştirilmiş Modeli (GEFRED)’dir. Bu model bulanık ifadeleri tanımlama ve tanımlanan bu değerler arasındaki olasılık dağılımını ortaya koyma ilkesinden yola çıkmaktadır. Dolayısıyla olasılık ve bulanık mantık tabanlı ilişkisel veri tabanları üzerine modellenmiş ve literatürdeki çalışmalara da temel teşkil etmiştir (Galindo vd., 2011).

Karar destek sistemleri açısından bakıldığında da literatürde birçok farklı disipline uygulanmış çalışmalar ile karşılaşmaktadır. Bu sistemlerin yoğunlukla coğrafi bilgi analiz sistemleri, portföy yönetim sistemleri ve stratejik finansal planlama sistemleri için kullanıldığı görülmektedir. (Gökçen, 2011: 52).

Jimenez, Luna ve Moreno (2012) ise XML sorguları üzerine tanımlanan Xpath dili için bulanık mantık yaklaşımını dikkate alarak bir sorgu dili geliştirmiştir.

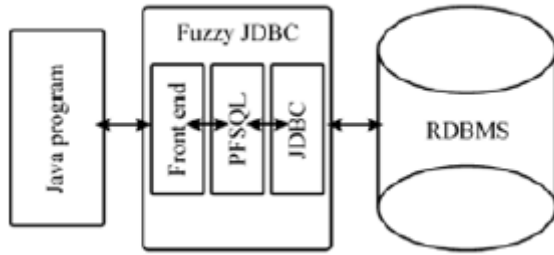
Straccia ve Madrid (2012) yaptıkları çalışmada bulanık mantık programlama için sorgu sonuçlarını sıralama sistemi oluşturmuştur.

Hadjali, Mokhtari ve Pivert (2012) rota planlama sorgu dili oluşturarak klasik SQL dili ile eşleştirmiştir.

İlişkisel veritabanları ve bulanık mantık ile ilgili başka bir çalışmada bulanık verileri elde etmek üzere Priority Fuzzy SQL (PFSQL) dili kullanılmıştır. Oluşturulan sistemdeki sürücü PFSQL işlemlerini özel bir yazılım sayesinde gerçekleştirmekte ve PFSQL cümlelerini sıradan SQL cümleleri şekline dönüştürerek veri tabanına göndermektedir. Elde edilen sonuç çıktılarına üyelik dereceleri de belirlenerek kullanıcıya ilgili yazılım tarafından sunulmaktadır (Skrbic vd, 2011-2013).

PFSQL üzerine literatürdeki çalışmalarla katkı sağlanmıştır. Skrbic ve arkadaşları (2011-2013), PFSQL ile ilgili detaylı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir (Skrbic vd, 2011-2013). Bu çalışmalarda önerilen asıl sistem dört ana bileşenden oluşmaktadır (Skrbic vd, 2011-2013):

- İlişkisel veri tabanı modelinin bulanık eklentileri üzerine kurgulanan yeni veri modeli,
- PFSQL sorgulama dili,
- CASE (Computer Aided Software Engineering) bulanık-ilişkisel veri tabanı modelleme aracı,
- Java programından PFSQL ile sorgu yapma imkanı veren Java Data Base Connectivity (JDBC) sürücüsü.



Şekil 4.1. PFSQL Sistemi (Skrbic vd, 2011-2013)

Mercan (2013) ise hazırlamış olduğu doktora tezi ile insan makine sistemlerinin değerlendirilmesinde bulanık mantık yaklaşımları üzerine araştırmalar yapmıştır.

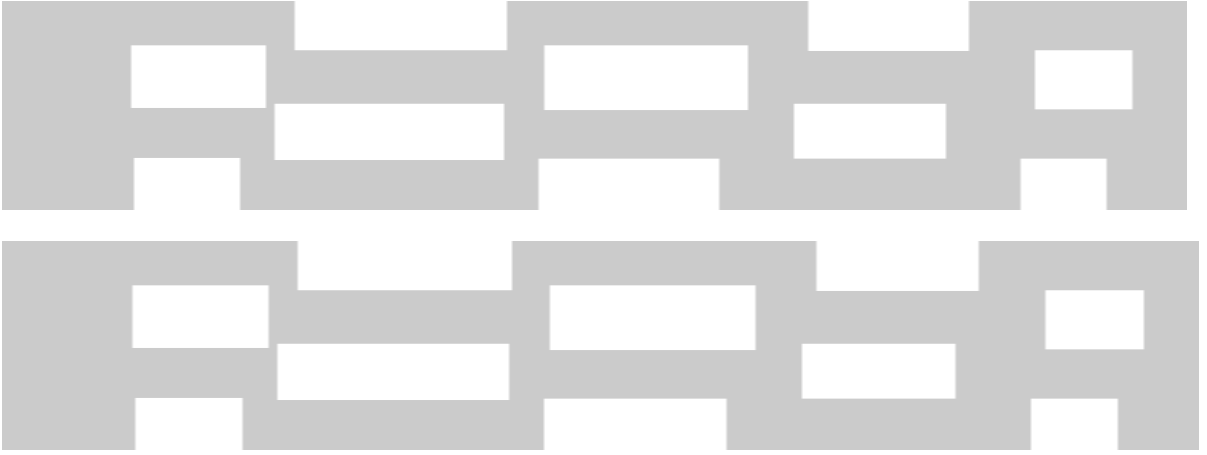
Yahyaoui, Almulla ve Own (2014) ise kullanıcıların bulanık ifadeleri ile internet arama sistemlerinin eşleştirilmesi üzerine çalışma gerçekleştirmiştir.

Literatür çalışması ve kurum kısıtlarının da incelenmesi sonucunda problemin çözüm yöntemi olarak bulanık sorguların kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ile ilgili kuruluş için yerleşim alanları dışında bulunan baz istasyonlarını belirlemek üzere ihtiyaç duyulan tutarlı ve sürdürülebilir bir modelin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarla literatürde uygulanabilecek benzer çalışmalara yöntem ve literatür açısından fikir verilmesi sağlanabilecektir.

5. İNCELENEN KURULUŞ İÇİN UYGULAMA

Bu bölümde kuruluşun çalışma alanı ile ilgili olarak genel bilgi verilmiş, sonrasında ise kullanılan veri tabanı özellikleri ile gerçekleştirilen uygulama hakkında detaylara değinilmiştir.

5.1. Kuruluş ve Çalışma Alanı İle İlgili Genel Bilgiler



Resim 5.1. Mobil baz istasyonu

Baz istasyonlarının elektromanyetik ölçümleri yapılırken farklı arazi koşulları nedeniyle denetim işlemlerini gerçekleştirmek üzere söz konusu baz istasyonlarına ulaşım oldukça zorlaşmakta ve ciddi bir zaman ve maliyete katlanılmasını gerektirmektedir. Türkiye’de faal durumda bulunan baz istasyonu sayısının 100 000’e yakın olduğu değerlendirildiğinde her bir istasyonun denetlenmesi önemli bir iş yükünü beraberinde getirmektedir.

Bu bilgiler ışığında özellikle ulaşım zorluğu çekildiği gözlenen yerleşim yeri dışında bulunan baz istasyonlarının sürdürülebilir ve genel kabul görmüş bir yöntem ile belirlenmesi Kurum tarafından gerçekleştirilen denetimlere yönelik iş yükü, ulaşım vb. etkenlerden kaynaklanan maliyetlerin azaltılmasını sağlayabilecektir.

Bu tez çalışması kapsamında faal durumda bulunan baz istasyonlarından yerleşim alanları dışında faaliyet gösterenlerin belirlenmesi için ilgili kuruma yönelik sürdürülebilir ve tutarlı bir yöntem oluşturulması üzerine uygulamalar yapılmıştır.



Resim 5.2. Sabit baz istasyonu (Kule)

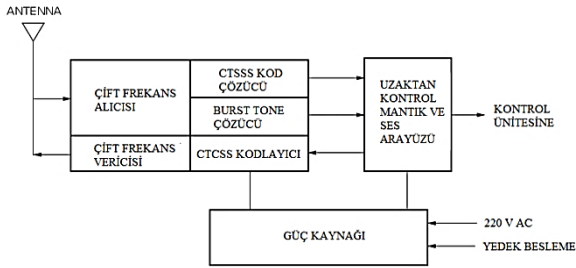


Resim 5.3. Indoor antenler

5.2. Elektronik İletişim ve Baz İstasyonları İle İlgili Genel Bilgiler

Telsiz iletişim sistemleri, cep telefonları ve diğer kablosuz cihazların birbiri ile

iletişimini sağlamak üzere baz istasyonlarına ait şebekeyi kullanmaktadır. Baz istasyonları, son kullanıcı cihazlarından düşük güçlü radyo sinyallerini alıp göndermekte ve bu cihazların ana şebekeye bağlantısını sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcıların birbirleri ile veya farklı cihazlar ile iletişim sağlaması ve veri alışverişi yapması mümkün olmaktadır. Şekil 5.1’de bir baz istasyonunun devre elemanları ve bileşenleri verilmektedir. (MEB, 2013).

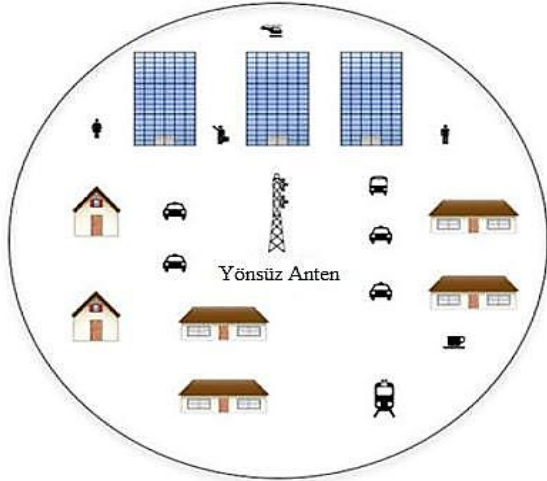


Şekil 5.1. Baz istasyonu blok diyagramı

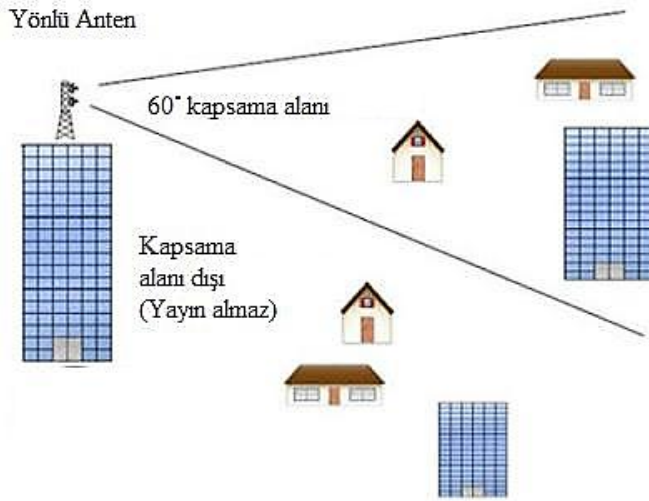
Baz istasyonu, iki yönlü bir mobil ağ sisteminde yayın yapan birimdir. Radyo sistemindeki bir antenden farklı olarak baz istasyonu hem sinyal almakta, hem de sinyal göndermektedir.

Baz istasyonlarında kullanılan antenler yönlendirilme şekillerine göre 3'e ayrılmaktadır (MEB, 2013):

- Yönsüz antenler (Şekil 5.2),
- Yönlü antenler (Şekil 5.3),
- Radyolink antenleri (Şekil 5.4),

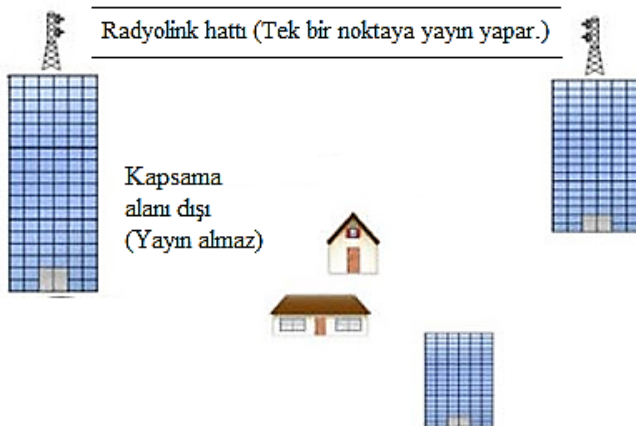


Şekil 5.2. Yönsüz antenli baz istasyonları



Şekil 5.3. Yönlü antenli baz istasyonları

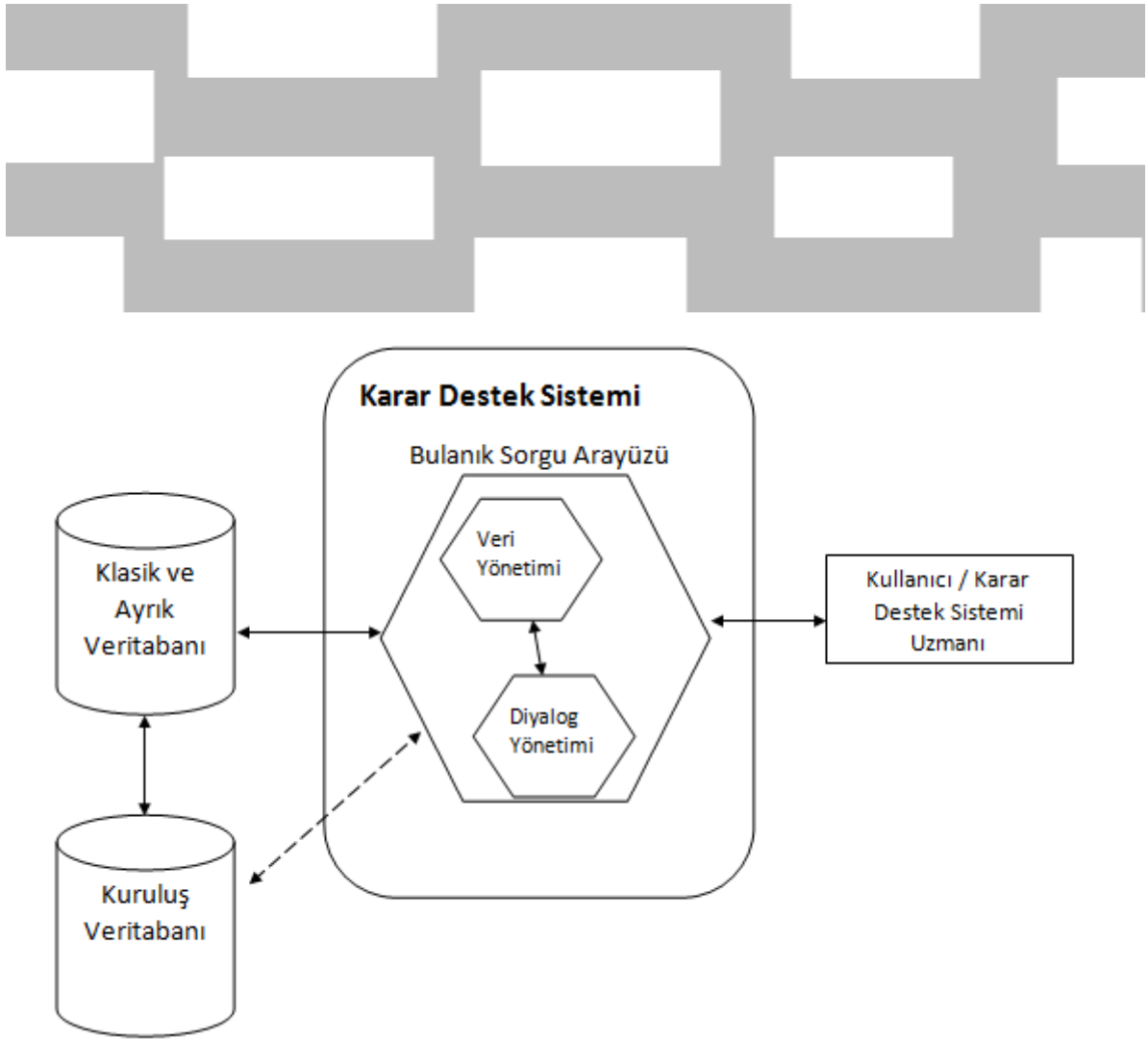
Radyolink Anten



Şekil 5.4. Radyolink antenli baz istasyonları

Baz istasyonları içerisinde antenlerin yanı sıra kule, BTS, BSC, Repeater, indoor, kapsama, enerji kaynakları, RF, transmision, klima vb. üniteler bulunmaktadır.

5.3. Kullanılan Veri Tabanının Özellikleri



Şekil 5.5. Oluşturulan karar destek modelinin bileşenleri

Mevcut klasik veri tabanı üzerinden istasyonlara ait verilerin elde edilebilmesi için öncelikle klasik SQL sorgular kullanılmıştır. Bu sorgular; veri tabanının olumsuz sonuç vermesi veya geç dönüş yapması vb. nedenlerle ayrı tablolar halinde elde edecek şekilde ve istasyonların kurulu olduğu il bazında gerçekleştirilmiştir. Bu

sorgular sonucunda 4 ayrı sorgu çıktı dosyası elde edilmiş ve bu dosyalar bir .xls formatlı dosya içerisinde konsolide edilmiştir. Ayrıca sorgulama sonuçlarında toplam verilerin yaklaşık %20' si düzeyinde tekrarlayan bilgilere rastlanmıştır.

Sorgu sonuçları üzerindeki tekrarlar ve diğer gerek duyulmayan bilgiler veri ön işleme ile elimine edilerek 20 000' den 16 000' e kadar indirilen ihtiyaç duyulan veri satırları aynı dosya içerisinde kaydedilmiştir.

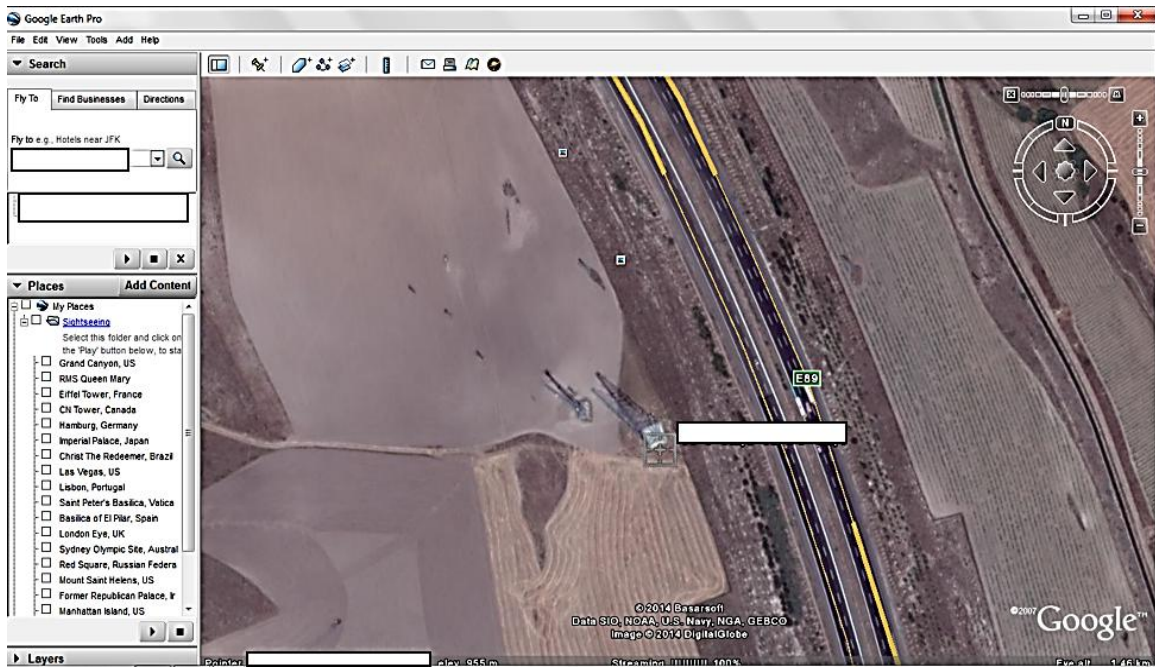
Mevcut veri tabanında yerleşim alanına (meskun mahal) uzaklık ve yükselti farkı kriterlerine dair herhangi bir bilgi doğrudan verilmemektedir. Bu kriterlere dair bilgiler, istasyon bilgileri referans alınarak Google Earth programı vasıtasıyla uzaklık ve rakım değerlerinin alınması ve uygun fonksiyonlarla hesaplanması ile elde edilmiştir. Harita 5.1 ve Harita 5.2'de incelenen baz istasyonlarından birinin Google Earth programı ile elde edilmiş görüntüleri sunulmaktadır.

Bulanık sorgu modellerinin oluşturulması ve veri tabanları üzerine uygulanması için literatürdeki çalışmalarda genellikle C#, C++, DELPHI vb. programlama dillerinin ve Microsoft Visual FoxPro vb. programların kullanıldığı görülmektedir.

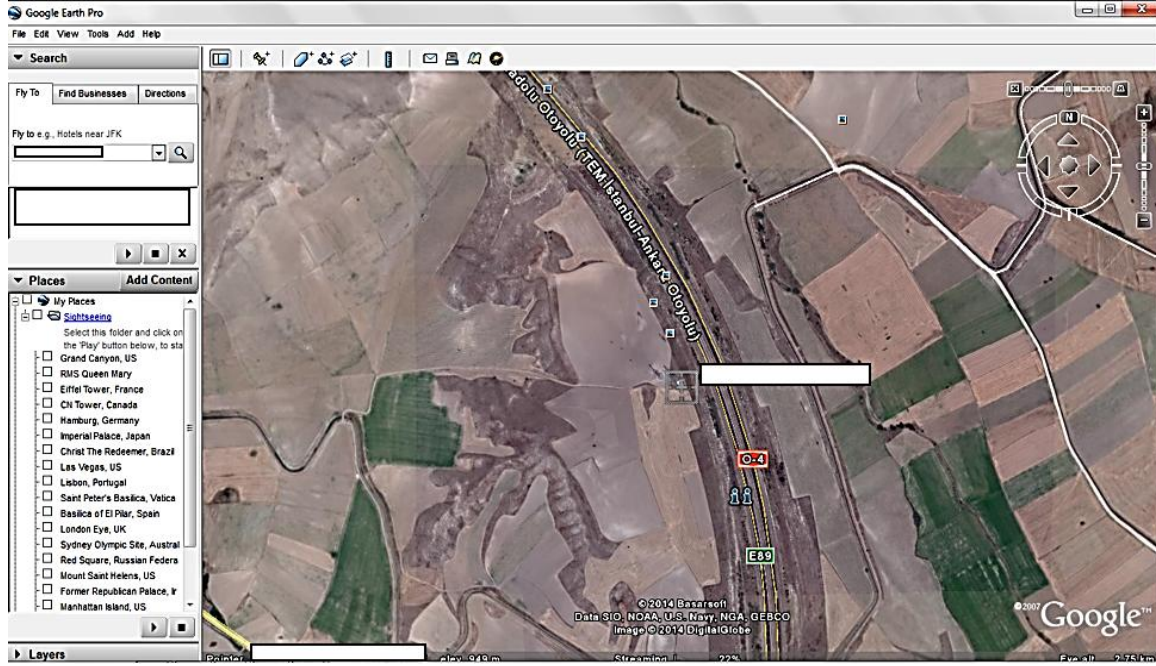
Bu çalışmada ise uygun yazılım dillerinden biri olan Visual C# seçilmiş ve bulanık (dilsel) sorgulama modelleri programlanarak bir sistem arayüzü oluşturulmuştur. Oluşturulan arayüzle veri tabanının belirli alanları üzerinden yapılan sorgular yardımıyla tezin asıl konusu olan yerleşim alanı dışında bulunan baz istasyonları ile ilgili raporlamalar ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Verilere baktığımızda ülkemizde kurulu olan toplam baz istasyonu sayısının yaklaşık %2-3' ünün yerleşim alanı dışında kalacağı tahmin edilmektedir. Bu istasyonların tutarlı bir yöntemle durumunun belirlenmesi ve baz istasyonu denetlemeleri planlamasında dikkate alınarak denetim maliyetlerinin düşürülmesi ve ilerleyen dönemlerde oluşabilecek bilgi edinme ve şikâyet vb. hukuki süreçler açısından önem taşımaktadır.

İlgili veri tabanından alınan veriler şu başlıklar çerçevesinde düzenlenerek ilgili veri dosyası oluşturulmuştur:



Harita 5.1. Google Earth programı üzerinde bir kule tipi baz istasyonu görüntüsü



Harita 5.2. Google Earth programı üzerinde bir kule tipi baz istasyonu görüntüsü (Uzaklaştırılmış)

Çizelge 5.1. Kurum mevcut veri tabanı üzerinde yapılan klasik sorgular¹

```

SELECT XXX, XXX, XXX

FROM YYY, YYY, YYY

WHERE XX=YY AND

XX=ZZ

AND AA='00'

AND BB in ('*****')

AND (N = 0 OR N IS NULL)

GROUP BY XX

```

¹ İlgili sorguların içeriğindeki tablo, alan ve niteliklere dair detaylar bilgi gizliliği kapsamında olduğundan sunulmamıştır.

```
SELECT A, B,C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, AA, BB
FROM ABC, DEF, GGG,
HHH, III
WHERE A=UU AND
B = XX AND
C = YY AND
D=ZZ AND (Z = 0 OR Z IS NULL) AND DD IN ('*****')
AND G IN ('00','00','00') ORDER BY A
```

5.4. Tanımlanan Bulanık Sorgu Modeli

Karar verme süreçlerinde doğru bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmak büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle elde bulunan verilerin verimli bir şekilde bilgiye dönüştürülmesi ve bu bilgilerin objektiflikten sapmasını azaltarak değerlendirilmesi açısından veri tabanı yönetim sistemlerinde kullanılan sorgular çok önemlidir.

SQL veri tabanı sorgularında çok faydalı bir sorgulama dili olmasına rağmen dilsel ifadeler çerçevesinde veri seçimi için ihtiyaçları karşılamamaktadır. Bu amaçla SQL' in sorgulamaları üzerine esnek sorgular oluşturulmuştur. Oluşturulan sorgular, SQL ile benzer yöntemlerle veri tabanlarına giriş sağlamakta ve sorgulamayı desteklemektedir. Bulanık sorgular yalnızca sorgulama aracı olmaktan ziyade sorgunun anlamını artırmakta ve ihtiyaç duyulabilecek ek bilgileri de sağlamaktadır.

Çalışmada bir kuruma ait veri tabanı üzerinden alınan veriler belirli bir düzeyde işlenerek kullanılmıştır. Oluşturulan bulanık sorgu modeli yardımıyla yerleşim alanı (meskûn mahal) dışında bulunan istasyonların belirlenmesi konusunda bir yöntem oluşturulması ve bu yöntemin standartlaştırılması tez uygulamasının ana konusunu teşkil etmektedir. Bu yöntemin oluşturulması için belirli kısıtlamalar ve

bunlara yapılan eklemeler çerçevesinde bazı kabul/varsayım ve kurallar dikkate alınmıştır. Bunlar; kabuller ve kurallar başlıkları altında detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

5.4.1. Kabuller

Bu başlık altında belirtilen kabuller tez kapsamında kullanılan yöntemin teknik kısmı ile ilgili olacak şekilde tanımlanmıştır. Buna göre;

- Anten yönleri doğrudan yerleşim yerine cephelenmiştir.
- İstasyona en yakın yerleşim yapısının (bina, ev, kulübe vb.) yüksekliği ortalama 35 m' dir.
- Baz istasyonunun yerleşim yerine uzaklığını belirlemek için yerleşim yerinde bulunan ve istasyona en yakın bina ile baz istasyon arası yatay kuş uçuşu uzaklık dikkate alınmıştır.

5.4.2. Kurallar

Bu bölümde belirtilen kurallar, yerleşim alanı dışına kurulmuş veya kurulacak ve "yerleşim alanı dışı" olarak tanımlanan baz istasyonlarının ortaya çıkarılmasında dikkate alınacak kurallardır.

- Kuruluş yeri olarak ilgili verilerde balkon, bina yüzeyi, çatı üzeri, hastane, indoor, minare, teras şeklinde belirtilen ve kendi bünyesinde konaklama alanı/yeri barındıran baz istasyonları yerleşim alanı içinde olarak değerlendirilmiştir.
- Baz istasyonuna en yakın yerleşim yapısı ile yükselti farkına göre istasyonun yerleşim alanı dışı olma durumu bulanık fonksiyonlara göre derecelendirilmiştir.
- Yılın belirli dönemlerinde faal olarak kullanılan yayla, ova vb. yerleşim yerlerindeki istasyonlar yerleşim alanı içinde olarak değerlendirilmiştir. Bu durum baz istasyonu adres bilgileri dikkate alınarak belirlenmiştir.

- Baz istasyonu uzaklık mesafesi için yerleşim yerinden istasyona en yakın binanın yatay uzaklığına göre yerleşim alanı dışı olma durumu bulanık fonksiyonlara göre derecelendirilmiştir.
- Baz istasyonu çıkış gücü değerleri ilgili yönetmelik değerleri dikkate alınarak yerleşim alanı dışı olma durumu bulanık fonksiyonlara göre derecelendirilmiştir.

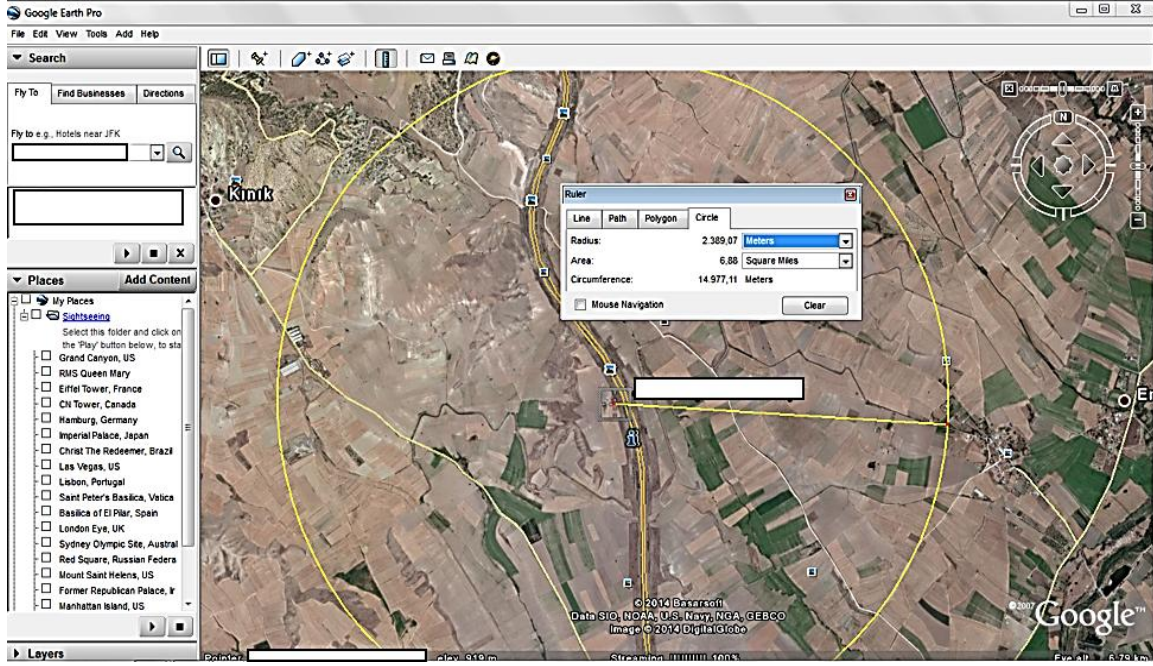
5.4.3. Kriterler ve dilsel ifadeler

Kriterler ve dilsel ifadelerin belirlenmesi için kriter skalalarının seçilmesinde kurum ihtiyaçları, kriter değerleri ve kullanıcı profili çerçevesinde uzman görüşleri dikkate alınmıştır.

Bu kapsamda meskun mahal uzaklığı kriteri için 5'li skala, yükselti farkı ve çıkış gücü kriterleri için 4'lü skala kullanılmasının yeterli ve uygun olduğu değerlendirilmiştir. Bulanıklaştırma işlemi yapılırken kriterler üçgen üyelik fonksiyonuna göre bulanıklaştırılmıştır.

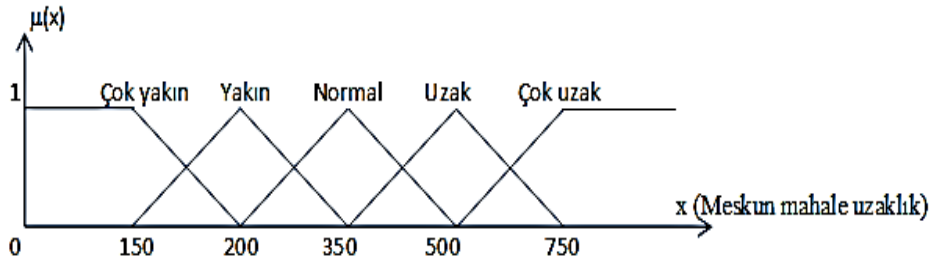
Meskun mahal uzaklığı kriteri:

Meskun mahal uzaklığı kriterinin dilsel ifadesi olarak *Çok yakın, Yakın, Normal, Uzak ve Çok uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 5.2'deki gibi sınıflandırılmıştır. Daha önceki bölümde örnek verilen baz istasyonunun en yakın yerleşim yerine olan uzaklığının ölçümü Harita 5.3'te görselleştirilmiştir.



Harita 5.3. Baz istasyonunun meskun mahale uzaklığı

Meskun mahale uzaklık kapsamında belirlenen dilsel ifadelerin üçgen üyelik fonksiyon grafikleri Şekil 5.6'da sunulmaktadır.



Şekil 5.6. Meskun mahal uzaklığı kriteri üyelik fonksiyon grafiği

Çizelge 5.2. Meskun mahal uzaklığı kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri

Dilsel İfade	Sayı Aralığı
Çok yakın	0 - 200 m
Yakın	150 - 350 m
Normal	200 - 500 m
Uzak	350 - 750 m
Çok uzak	500 - 1000 m

$$\mu_{\text{Çok yakın}}(x) \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{200-x}{50}, & 150 \leq x \leq 200 \end{cases} \quad (5.1)$$

$$\mu_{\text{Yakın}}(x) \begin{cases} \frac{x-150}{50}, & 150 \leq x \leq 200 \\ \frac{350-x}{150}, & 200 \leq x \leq 350 \end{cases} \quad (5.2)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) \begin{cases} \frac{x-200}{150}, & 200 \leq x \leq 350 \\ \frac{500-x}{150}, & 350 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (5.3)$$

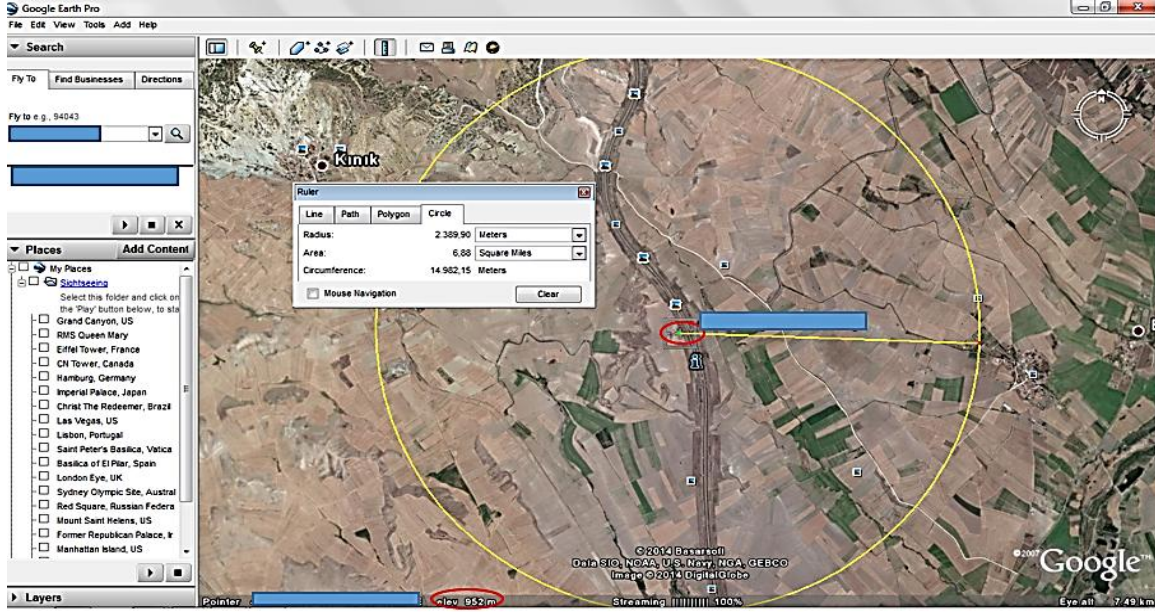
$$\mu_{\text{Uzak}}(x) \begin{cases} \frac{x-350}{150}, & 350 \leq x \leq 500 \\ \frac{750-x}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \end{cases} \quad (5.4)$$

$$\mu_{\text{Çok uzak}}(x) \begin{cases} \frac{x-500}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \\ 1, & x \geq 750 \end{cases} \quad (5.5)$$

Yükselti farkı kriteri:

Yükselti farkı kriterinin dilsel ifadeleri olarak *Düşük*, *Normal*, *Yüksek* ve *Çok yüksek* ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 5.3'teki gibi sınıflandırılmıştır.

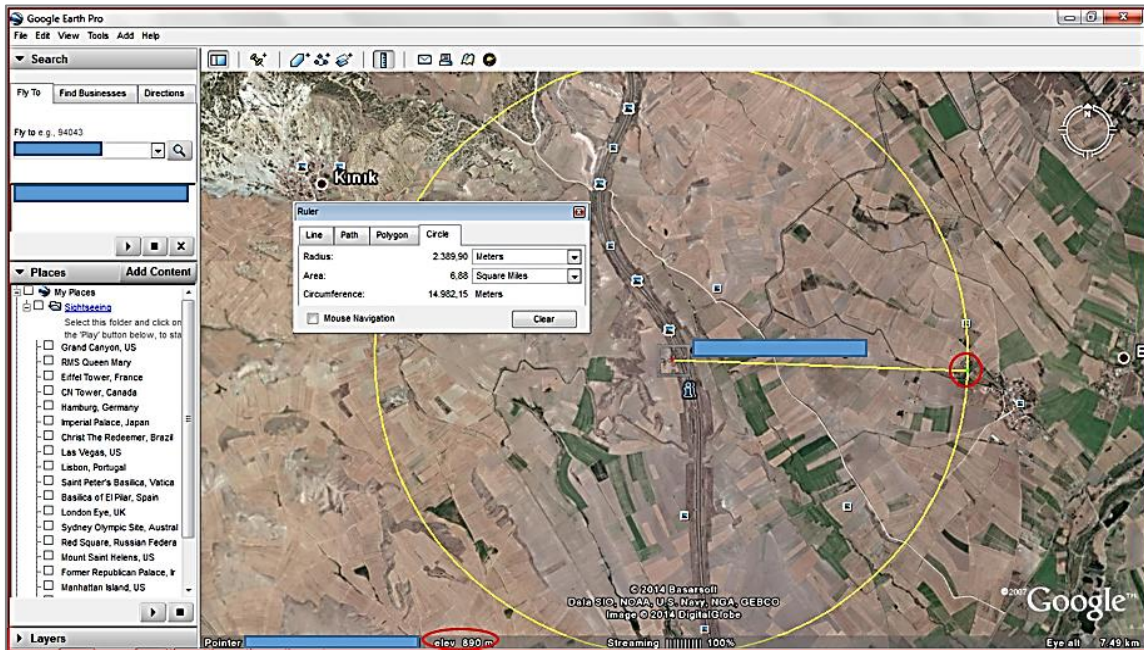
Yükselti farkı değerleri baz istasyonunun yükseltisi (Harita 5.4) ile kule yüksekliği toplamının, en yakın bina yükseltisi (Harita 5.5) ile ortalama bina yüksekliği toplamından çıkarılmasıyla elde edilmektedir.



Harita 5.4. Bir baz istasyonunun yükseltisi

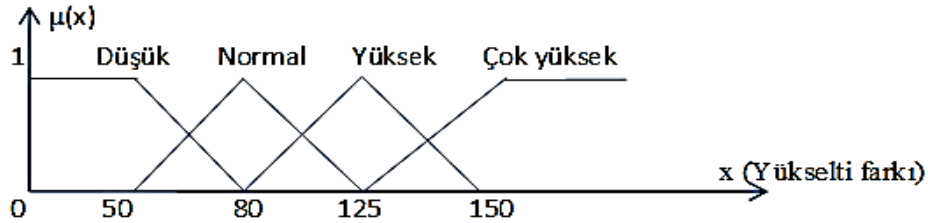
Çizelge 5.3. Yükselti farkı kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri

Dilsel İfade	Sayı Aralığı
Düşük	0 - 80 m
Normal	50 - 125 m
Yüksek	80 - 150 m
Çok yüksek	125 - 225 m



Harita 5.5. Yerleşim yerindeki en yakın binanın yükseltisi

Yükselti farkı kriteri için üçgen üyelik fonksiyon grafiği Şekil 5.7'de belirtildiği gibidir.



Şekil 5.7. Yükselti farkı kriteri üyelik fonksiyon grafiği

$$\mu_{Düşük}(x) \begin{cases} 1, & x \leq 50 \\ \frac{80-x}{30}, & 50 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (5.6)$$

$$\mu_{Normal}(x) \begin{cases} \frac{x-50}{30}, & 50 \leq x \leq 80 \\ \frac{125-x}{45}, & 80 \leq x \leq 125 \end{cases} \quad (5.7)$$

$$\mu_{Yüksek}(x) \begin{cases} \frac{x-80}{45}, & 80 \leq x \leq 125 \\ \frac{150-x}{25}, & 125 \leq x \leq 150 \end{cases} \quad (5.8)$$

$$\mu_{Çok yüksek}(x) \begin{cases} \frac{x-125}{25}, & 125 \leq x \leq 150 \\ 1, & x \geq 150 \end{cases} \quad (5.9)$$

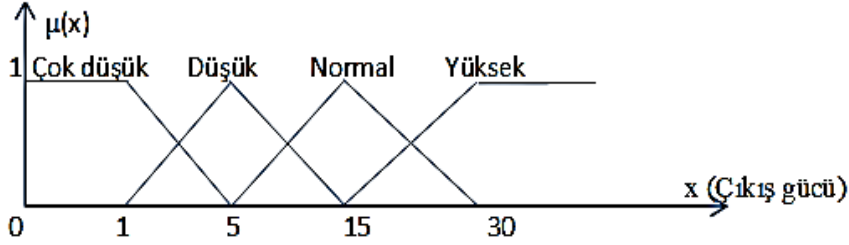
Çıkış gücü kriteri:

Çıkış gücü kriterinin dilsel ifadeleri olarak Çok düşük, Düşük, Normal, Yüksek ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadeler Çizelge 5.4'teki gibi düzenlenmiştir.

Çizelge 5.4. Çıkış gücü kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri

Dilsel İfade	Sayı Aralığı
Çok düşük çıkış gücü	0 - 5 W
Düşük çıkış gücü	1 - 15 W
Normal çıkış gücü	5 - 30 W
Yüksek çıkış gücü	15 - 50 W

Şekil 5.8'de ise çıkış gücü kriteri için oluşturulan üyelik fonksiyon grafiği bulunmaktadır.



Şekil 5.8. Çıkış gücü kriteri üyelik fonksiyon grafiği

$$\mu_{\text{Çok düşük}}(x) \begin{cases} 1, & x \leq 1 \\ \frac{5-x}{4}, & 1 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (5.10)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) \begin{cases} \frac{x-1}{4}, & 1 \leq x \leq 5 \\ \frac{15-x}{10}, & 5 \leq x \leq 15 \end{cases} \quad (5.11)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) \begin{cases} \frac{x-5}{10}, & 5 \leq x \leq 15 \\ \frac{30-x}{15}, & 15 \leq x \leq 30 \end{cases} \quad (5.12)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) \begin{cases} \frac{x-15}{15}, & 15 \leq x \leq 30 \\ 1, & x \geq 30 \end{cases} \quad (5.13)$$

Kuruluş yeri kriteri:

Kuruluş yeri kriteri baz istasyonu sisteminin kuruluş şekli ile ilgili sorgulama yapılmasını sağlamaktadır. Burada sınıflandırma yapılırken bina temaslı ve bina teması olmayan şeklinde bir tanımlama yapılması uygun görülmüştür.

- Bina temaslı
- Bina temaslı olmayan

Çizelge 5.5. Kuruluş yeri kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri

Dilsel İfade	Değer
Bina temaslı	0
Bina temaslı olmayan	1

Adres bilgileri kriteri:

Adres bilgileri kriteri baz istasyonu sisteminin kurulduğu bölgenin kullanım durumu ile ilgili sorgulama yapılmasını sağlamaktadır. Burada sınıflandırma yapılırken mevsimsel kullanım ve diğer kullanım şeklinde bir tanımlama yapılması uygun görülmüştür.

- Mevsimsel kullanım: Adres bilgisinde yayla, ova vb. olarak belirtilmiş yerleşim yerleri
- Diğer kullanım: Diğer değerler

Çizelge 5.6. Adres bilgileri kriteri için dilsel ifade ve sayı değerleri

Dilsel İfade	Değer
Mevsimsel kullanım	0
Diğer kullanım	1

5.5. Bulanık Sorgu İşlemleri

Bu tez çalışmasında yerleşim alanı dışındaki baz istasyonlarının belirlenmesi kapsamında oluşturulması gereken örnek bir sorguyu aşağıdaki gibi dilsel olarak ifade etmek mümkündür:

“Faal baz istasyonlarından; bina temaslı olmayan, yerleşim yeri olarak mevsimsel kullanım özelliği göstermeyen, yerleşim alanına çok uzak veya meskun mahal ile yükselti farkı çok yüksek veya çıkış gücü çok düşük olanların belirlenmesi.”

Belirtilen bu dilsel ifadeler ilgili yönetmelikler, kullanıcı tecrübesi ve tercihlerine göre zaman zaman değişiklik gösterebilmektedir. Elde edilen sorgu çıktılarında bu

değişikliklerden kaynaklanan farklılıkları elimine etmek için kriterleri kişisel tercihlere göre ağırlıklandırma seçeneğinin kullanılması mümkündür.

Bu tez çalışmasında, baz istasyonlarının yerleşim yeri dışı durumunda olup olmadığını belirlemek üzere bulanık sorgular kullanılmıştır. İlgili veri tabanından elde edilen sorgu çıktıları üzerinde değerlendirme yapılarak yöneticilere fikir sunulması sağlanmıştır.

Bulanık sorgulamalarda, SQL dilinden farklı bir sorgulama dili oluşturulduğu için bu sorguları SQL dili çerçevesinde çalışacak şekilde düzenlemek gerekmektedir. Bu nedenle SQL dili ile söz konusu ilişkisel veri tabanının haberleşmesini sağlayacak bir arayüze ihtiyaç duyulmaktadır. Oluşturulan arayüz ile kullanılan sorgular kuruluş veri tabanı üzerinde kullanılabilir şekilde düzenlenmiştir.

Daha önce veri tabanından elde edilen veriler oluşturulan arayüz sayesinde bahsedilen kriterlere göre düzenlenmiş ve yerleşim alanı dışında kalan istasyonların belirlenmesi için uygun hale getirilmiştir.

Yerleşim alanı dışında bulunan istasyonları belirlemek üzere kriterlerin belirli dilsel ifadelerinin seçilmesi, problemin çözümünü daha etkin kılacağı için örnek uygulamalar aşağıdaki sorgu kriterleri, kriterlerin dilsel ifadeleri ve üyelik dereceleri çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu problemin çözümü için Çizelge 5.7'de belirtildiği gibi meskun mahal uzaklığı kriterinde çok uzak, yükselti farkı kriteri için çok yüksek, çıkış gücü kriterinde ise çok düşük dilsel ifadelerini kapsayacak şekilde sorgular oluşturulmuş ve uygulanmıştır.

Çizelge 5.7. Örnek bulanık sorgu uygulaması için kriterler, dilsel ifade ve üyelik dereceleri

	Meskûn mahal uzaklığı (Çok uzak):	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri (μ_1)
	$x \leq 500$ m	0
	$500 \text{ m} \leq x \leq 750$ m	$\frac{x - 500}{250}$
	$x \geq 750$ m	1
	Yükselti farkı (Çok yüksek):	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri (μ_2)
	$x \leq 125$ m	0
	$125 \text{ m} \leq x \leq 150$ m	$\frac{x - 125}{25}$
	$x \geq 150$ m	1
	Çıkış Gücü (Çok düşük):	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri (μ_3)
	$x \geq 5$ W	0
	$1 \text{ W} \leq x \leq 5$ W	$\frac{5 - x}{4}$
	$x \leq 1$ W	1
	Kurulum yeri bilgisi:	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri
	Bina Temaslı	0
	Bina Temaslı Olmayan	1
	Adres bilgileri:	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri
	Mevsimsel Kullanım	0
	Diğer Kullanım	1

Bu çalışmada kullanılan bulanık işlemler, sorgu kriterlerini birleştirmek için kullanılan 've/veya' işlemlerini içermektedir. Bu işlemleri gerçekleştirmek için literatürde min - maks operatörleri olarak ifade edilen operatörler kullanılmıştır (Nikravesh ve Azvine, 2002). Literatürde bu operatörler dışında birçok operatör kullanıldığı görülmüş fakat konu kapsamında ihtiyaç duyulmaması ve ilgili problem

çözümünde kullanılmaması nedeniyle diğer işlem operatörleri hakkında detay bilgiye yer verilmemiştir.

Bir baz istasyonunun yerleşim alanı dışı olma durumu üzerinde etkili olan kriterler olarak yerleşim alanına olan uzaklık, istasyonun en yakın yerleşim yeri ile olan yükselti farkı ve istasyonun yayın yapmak için kullandığı çıkış gücü kriterleri ön plana çıkmaktadır. Diğer kriterler sorgu sonuçlarının daha verimli bir şekilde elde edilmesine katkı sağlamakta ve gereksiz kayıtların incelenmesinin ortadan kaldırılmasında dikkate alınmaktadır.

Yerleşim alanı dışı istasyon belirleme uygulamasında meskun mahale uzaklık kriteri için belirlenen bulanık ifade yukarıda belirtildiği gibi 'Çok uzak' olup ifade ettiği üyelik değerler Çizelge 5.7'de belirtilmiştir. Yükselti farkı kriteri için belirlenen bulanık ifade ise 'Çok yüksek' olarak tanımlanmış ve üyelik değerleri belirlenmiştir. Çıkış gücü kriteri için ise 'Çok düşük' çıkış gücü bulanık ifadesi kapsamında üyelik değerleri kullanılmıştır. Bulanık sorgu işlemlerinde kullanılmak üzere aşağıda belirtilen işlem kuralları çerçevesinde gerekli fonksiyonlar oluşturulmuş ve arayüz içerisinde çalıştırılmıştır.

Birleştirme Kuralı : $\mu_{A \wedge B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$

Ayrıştırma Kuralı : $\mu_{A \vee B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$

Resim 5.4. Bulanık sorgu arayüzünün görseli

Resim 5.4'te görseli sunulan arayüz ile gerçekleştirilen örnek uygulamalarda mevcut veri tabanı üzerinde Ankara, İstanbul ve İzmir olmak üzere 3 il üzerinde kayıtlı olan yerleşim yeri dışındaki baz istasyonu sayısı ile çalışma kapsamında oluşturulan bulanık sorgu modeli yöntemiyle elde edilen istasyon sayıları karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

Sorgu 1: Bütün kriterlerin seçilmesi

Bu sorgu ile bütün kriterlerin seçilerek yerleşim alanı dışındaki istasyonların tümünün aynı anda belirlenmesi Çizelge 5.7'de belirtilen kriter ve dilsel ifadeler çerçevesinde kullanıcı tarafından seçilen alfa (kesme) değerleri kapsamında sağlanmaktadır.

Çizelge 5.8. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için kriterler

Meskûn mahal uzaklığı	Çok uzak
Yükselti farkı	Çok yüksek
Çıkış Gücü	Çok düşük
Kurulum yeri bilgisi	Bina Temaslı Olmayan
Adres bilgileri	Diğer Kullanım
Alfa değeri (α)	0,98

Bu kriterler ve dilsel ifadelerden meskun mahal uzaklığı, yükselti farkı ve çıkış gücü kriterlerinin her biri tek başına yerleşim alanı dışı istasyon belirleme de etkilidir. Bu durum bu üç kriterin birlikte kullanılması durumunda ayrıştırma kriteri çerçevesinde değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Örneğin çıkış gücü 'çok düşük' olan ve bina temaslı olmayan istasyonlardan kullanıcı tarafından belirlenen alfa değerinden yüksek üyelik derecesine sahip olanlar yerleşim alanı dışında olarak tanımlanabilmektedir.

Tüm kayıtlar üzerinde sorgulama yapılması durumundaki sonuçlar

Çizelge 5.8'de belirtilen kriterler çerçevesinde örnek olarak gerçekleştirilen yerleşim alanı dışındaki istasyon sorgulamasında ($\alpha = 0,98$ için) 201 adet kayıt sorgulama kriterlerine uygun çıkmaktadır. Kullanılan arayüzün bu sorgu için ekran görüntüsü Resim 5.5'de sunulmuştur.

Resim 5.5. 16000 kayıt ve tüm kriterler için bulanık sorgu arayüzünün görseli

Oluşan bulanık sorgu:

SELECT faal istasyonlar

FROM veriler

WHERE meskun_mahal_uzaklığı çok_uzak veya yükselti_farkı çok_yüksek veya çıkış_gücü çok_düşük ve kuruluş_yeri bina_temaslı_olmayan ve adres_bilgisi diğer_kullanım ve alfa_(kesme)_değeri 0,98 ve iller 06 34 35

Uzaklık (m)	Yükselti Farkı (m)	Uzaklık_Üyelik_Derecesi	Yükselti_Farkı_Üyelik_Derecesi	Çıkış_Gücü_Üyelik_Derecesi	Toplam Üyelik
774	92	1	0	0	1
774	87	1	0	0	1
7	-31	0	0	1	1
7	-31	0	0	1	1
1220	100	1	0	0,8375	1
910	134	1	0,36	0	1
...

Şekil 5.9. Çizelge 5.8’de belirtilen kriterlerin veri tabanı üzerinde sorgulanması ile elde edilen sonuçlar

Çizelge 5.10’da ilgili sorgu kapsamında il bazında elde edilen uygun kayıt sayısı verilmektedir. Farklı α değerlerine göre elde edilen çıktı sayıları ise Çizelge 5.9’da sunulmaktadır. İlgili sorguda α değeri 0,95 seçildiğinde kriterlere uyan kayıt adedi 205’e, 0,90 olarak seçildiğinde ise 229’a çıkmaktadır. Burada kullanıcı yakın kayıtların durumunu değerlendirerek sonuçlara dahil etme veya etmeme kararını verebilmektedir.

Çizelge 5.9. Tüm kriterlerin katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları

α değeri	Toplam kayıt sayısı	α değeri	Toplam kayıt sayısı
0,99	200	0,93	215
0,98	201	0,92	221
0,97	203	0,91	228
0,96	203	0,90	229
0,95	205	0,87	240
0,94	207	0,85	256

Çizelge 5.10. Mevcut sistem ve yeni yöntemle belirlenen yerleşim alanı dışı istasyon sayılarının karşılaştırılması

Mevcut Veri Tabanında Kayıtlı Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları				Bulanık Sorgu Modeli İle Elde Edilen Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları ($\alpha = 0,98$)			
İl	Ankara	İstanbul	İzmir	İl	Ankara	İstanbul	İzmir
Adet	33	33	33	Adet	100	48	53

İlk 5000 kayıt üzerinde sorgulama yapılması durumundaki sonuçlar

Çizelge 5.8’de belirtilen kriterler çerçevesinde istasyonun bulunduğu ilçe ismine göre sıralanmış olan ilk 5000 kayıt içerisinde yapılan yerleşim alanı dışındaki istasyon sorgulamasında toplam 33 adet kayıt sorgulama kriterlerine uygun çıkmaktadır. İlgili sorguda α kesme değeri 0,95 olarak seçildiğinde kriterlere uyan kayıt adedinde değişiklik olmamakta, 0,90 olarak seçildiğinde ise kayıt sayısı 41’e çıkmaktadır.

İlk 1000 kayıt üzerinde sorgulama yapılması durumundaki sonuçlar

Çizelge 5.8’de belirtilen kriterler dikkate alınarak istasyonun bulunduğu ilçe ismine göre sıralanmış olan ilk 1000 kayıt üzerinde yapılan sorgulama sonucunda ise toplam 2 adet kayıt elde edildiği gözlenmiştir. İlgili sorguda α değeri 0,95, 0,90 ve 0,85 olarak seçildiğinde kriterlere uyan kayıt adedinde herhangi bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.

Sorgu 2: Meskun mahal uzaklığı kriterinin tek başına seçilmesi

Yerleşim alanı dışındaki istasyonları belirleyici kriter olarak yalnızca meskun mahal uzaklığı kriterinin seçilmesi ve Çizelge 5.11’de belirtilen ek kriterler ile sorgu sonucunda elde edilen kayıt sayıları Çizelge 5.12’de sunulmaktadır. İlgili bulanık sorgu şu şekildedir:

SELECT faal istasyonlar
FROM veriler

WHERE meskun_mahal_uzaklığı çok_uzak ve kurulus_yeri bina_temasli_olmayan ve adres_bilgisi diger_kullanım ve alfa_(kesme)_değeri 0,98 ve iller 06 34 35

Çizelge 5.11. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için meskun mahal uzaklığı kriterinin seçilmesi

Meskûn mahal uzaklığı	Çok uzak
Kurulum yeri bilgisi	Bina Temaslı Olmayan
Adres bilgileri	Diğer Kullanım
Alfa değeri (α)	0,98

Çizelge 5.12. Meskun mahale uzaklık kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları

Meskun Mahal Kriterine Göre Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları ($\alpha = 0,98$)				
İl	Ankara	İstanbul	İzmir	Toplam
Adet	94	27	49	170

Çizelge 5.13. Meskun mahale uzaklık kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları

α değeri	Toplam kayıt sayısı	α değeri	Toplam kayıt sayısı
0,99	170	0,93	175
0,98	170	0,92	175
0,97	172	0,91	179
0,96	172	0,90	180
0,95	174	0,87	180
0,94	175	0,85	180

Sorgu 3: Yükselti farkı kriterinin tek başına seçilmesi

Yerleşim alanı dışındaki istasyonları belirleyici kriter olarak yalnızca meskun mahal uzaklığı kriterinin seçilmesi ve Çizelge 5.14'de belirtilen ek kriterler ile sorgu sonucunda elde edilen kayıt sayıları Çizelge 5.15'de sunulmaktadır.

Çizelge 5.14. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için yükselti farkı kriterinin seçilmesi

Yükselti farkı	Çok uzak
Kurulum yeri bilgisi	Bina Temaslı Olmayan
Adres bilgileri	Diğer Kullanım
Alfa değeri (α)	0,98

Oluşan bulanık sorgu:

SELECT faal istasyonlar

FROM veriler

WHERE yükselti_farkı çok_yüksek ve kurulus_yeri bina_temaslı_olmayan ve adres_bilgisi diğer_kullanım ve alfa_(kesme)_değeri 0,98 ve iller 06 34 35

Çizelge 5.15. Yükselti farkı kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları

Yükselti Farkı Kriterine Göre Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları ($\alpha = 0,98$)			
İl	Ankara	İstanbul	İzmir
Adet	30	4	22

Çizelge 5.16. Yükselti farkı kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları

α değeri	Toplam kayıt sayısı	α değeri	Toplam kayıt sayısı
0,99	56	0,85	57
0,95	56	0,80	57
0,90	56	0,75	59
0,87	57	0,70	60

Çizelge 5.16'da görüldüğü üzere $\alpha = 0,99$, $\alpha = 0,95$ ve $\alpha = 0,90$ değerleri için elde edilen kayıt sayısı değişmemektedir. Bu sorguda örnek olarak kullanılan diğer α değerleri için ise oldukça az bir katkı sağlandığı anlaşılmaktadır.

Sorgu 4: Çıkış gücü kriterinin tek başına seçilmesi

Çizelge 5.17. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için çıkış gücü kriterinin seçilmesi

Çıkış gücü	Çok düşük
Kurulum yeri bilgisi	Bina Temaslı Olmayan
Adres bilgileri	Diğer Kullanım
Alfa değeri (α)	0,98

Oluşan bulanık sorgu:

SELECT faal istasyonlar

FROM veriler

WHERE çıkış_gücü çok_düşük ve kurulus_yeri bina_temaslı_olmayan ve adres_bilgisi diğer_kullanım ve alfa_(kesme)_değeri 0,98 ve iller 06 34 35

Çizelge 5.18. Çıkış gücü kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları

Çıkış Gücü Kriterine Göre Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları ($\alpha = 0,98$)			
İl	Ankara	İstanbul	İzmir
Adet	1	4	23

Çizelge 5.19. Çıkış gücü kriteri katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları

α değeri	Toplam kayıt sayısı	α değeri	Toplam kayıt sayısı
0,99	27	0,93	37
0,98	28	0,92	43
0,97	28	0,91	46
0,95	28	0,90	46

Çizelge 5.19'da görüldüğü üzere α 'nın 0,99 ve 0,95 değer aralığında sorgu çıktılarında kısıtlı değişiklik sağladığı, 0,93 değerinden itibaren ise elde edilen yakın kayıt sayısının belirgin düzeyde arttığı söylenebilmektedir.

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Klasik SQL sorgularından farklı olarak bulanık sorgular sayesinde oluşturulan koşullara yakın değerler ortaya çıkarılabilmektedir. Bu sayede gerekli durumlarda koşulların değiştirilebilmesi sağlanabilmektedir.

Klasik SQL sorgularının anlamı genellikle onu oluşturan kullanıcı için anlaşılabilir olmaktadır. Aynı sorgunun başkası tarafından kullanılması durumunda sorgunun amacı anlaşılmayabilmektedir. Bulanık sorgular sayesinde uygulamayı ve anlaşılmayı kolaylaştırıcı kılan ve dilsel ifadelerle tanımlanmış mantıksal koşullar elde edilerek sorgunun anlamı korunabilmekte dolayısıyla elde edilen sorgu çıktıları standart hale gelebilmektedir. Veri tabanlarında sorgu çalışmalarında ticari anlamda da ilerleme kaydetmiş olan SQL dilindeki klasik sorgular da bu nedenlerden dolayı kullanıcıların isteklerini karşılamayabilmektedir.

Bulanık sorgularda dilsel ifadelerle insan davranışa ve isteklerine yakın sorgu sonuçları alınmaya çalışılmaktadır. Bu ifadeler büyük, çok yüksek, daha az vb. şekilde kriterlerden oluşmaktadır.

Mevcut sorgulama sistemi ile veri tabanında yeterli bilgi sahibi olmayan kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen sorgular kimi zaman günler mertebesine ulaşan sürelerde çıktı vermekte bazı durumlarda ise sonuç dahi elde edilememektedir. Bu tez çalışması ile incelenen veri tabanı sistemi için ihtiyaç duyulan bir karar verme problemine dilsel ifadeler kullanılarak her bir kullanıcı için aynı kavramları ifade eden bulanık sorgular içeren genel bir arayüz oluşturulmuş ve sorgulama için belirtilen olumsuz durumlar nedeniyle katlanılan zaman kayıpları bu yönüyle azaltılmıştır. Çalışmada bulanık sorgu modellerinin kullanılması ile kesin sorgu kriterlerinin genişletilerek sonuç kayıtlarından kriterleri sağlamaya yakın olanların kullanıcı tarafından gözlemlenebilmesi de sağlanmıştır.

Geliştirilen arayüz ile oluşturulan bulanık sorguların ilgili veri tabanında çalışacak şekilde klasik SQL formatına dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Bu sayede kullanıcı herhangi bir programlama veya veri tabanı kullanım dilini bilmeye ihtiyaç

duymadan gerekli sorgulama işlemini gerçekleştirebilme imkanına sahip olmaktadır. Oluşturulan arayüz ve kriterler sayesinde yerleşim alanı dışında olan istasyonların belirlenmesi adına kuruluş tarafından kullanılacak seviyede sistematik bir yöntem geliştirilmesi sağlanmıştır.

İlgili kuruluş veri tabanına bilgi gizliliği nedeniyle kısıtlı bir şekilde giriş yapılmasından dolayı veri tabanından ihtiyaç duyulan kısıtlı düzeydeki veriler alınarak ayrı bir veri dosyası oluşturulmuş ve çalışmalar bu dosya kaynak alınarak gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak ilgili arayüz henüz asıl veri tabanına ulaşamasa da, kuruluşun ilgili çalışmayı kullanabileceği düşüncesiyle programın veri tabanına kolay bir şekilde adapte edilebilmesi amacıyla gerekli kodlamalar arayüz içerisinde yapılmış ve altyapı hazırlanmıştır. Ayrıca tez kapsamındaki bazı bilgiler yine bilgi gizliliği kapsamında gizlenmiştir.

Geliştirilen bulanık sorgu modeli ile yerleşim alanı dışı olarak belirlenen istasyonların insan sağlığı açısından olumsuz bir durum oluşturmaması nedeniyle denetim planları dışında tutulması durumunda denetçi görevlendirme, ulaşım vb. denetleme maliyetlerine katlanılmayacaktır.

Tez kapsamında incelenen kuruluş için oluşturulan bulanık sorgu modelleri içerisinde kullanılan bütün kriterlerin katkısıyla, verileri değerlendirilen 3 il (Ankara, İstanbul ve İzmir) kapsamında elde edilen çıktı sayısı uygulama bölümünde ortaya konulmaktadır. Bu çıktı sayılarının daha düşük alfa değerleri için kayda değer düzeyde arttığı görülmektedir. Tez kapsamında incelenen üç il için kullanılan metod kapsamında yerleşim alanı dışı istasyon sayısının toplam istasyon sayısına oranı yaklaşık %1,5 düzeyinde bulunmaktadır. Bu sayı ve oranlar incelenen şehirlerin nüfus yapısı ve coğrafi şekilleri nedeniyle ciddi düzeyde farklılıklar gösterebilmektedir. İlgili kuruluştan alınan izinlerle ilgili sorgu modelinin bütün illeri kapsayacak şekilde kullanılarak ülke geneli durum ortaya konulması önümüzdeki dönemlerde gerçekleştirilebilecek çalışmalardan birisidir. Bu çalışmaya ek olarak, sorgu sürelerinin de makul seviyelere çekilmesi için arayüzde kullanılan kodlamalar ve veri tabanı bağlantılarına dair güncellemelerin yapılması daha anlamlı hale gelecektir. Ayrıca yerleşim yerlerinin coğrafi yapısına bağlı olan meskun mahal uzaklığı, yükselti farkı vb. kriterlerin verilerinin daha uygun

sürelerde elde edilebilmesi için coğrafi bilgi sistemleri üzerine çalışmalar yapılması da faydalı olacaktır.

Elde edilen sonuçlardan açıkça görülmektedir ki daha önce kullanılan kesin sorgular ile elde edilen çıktı sayısı; yeni ve tutarlı bir yöntem kullanımı ile anlamlı düzeyde artırılmış ve karar vericiye daha geniş bir raporlama imkanı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Alcı, M., Karatepe, E. (2002). Bulanık Mantık ve Matlab Uygulamaları.(1). İzmir/Türkiye: İzmir, 15-16.
- Ata, A. ve Kurnaz, S. (2011). Bulanık Veri Tabanı ve Bulanık Sorgular Kullanılarak, İnsan Kaynakları Aday Seçme Sistemi Modelinin Oluşturulması ve Uygulanması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 41-52.
- Asar, B. (1999). *Standart Veritabanı Sistemlerinde Bulanık Küme Yaklaşımı ile Esnek Sorgulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-55.
- Bosc, P. ve Pivert, O. (1995). SQLf: A Relational Database Language For Fuzzy Querying. *Fuzzy Systems*, 3(1), 1-17.
- Bosc, P., Kraft, D., Petry, F. (2005). Fuzzy Sets In Database And Information Systems: Status and Opportunities. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(156), 418-426.
- Bosc, P., Lietard, L., Pivert, O. (2003). Sugeno fuzzy integral as a basis for the interpretation of flexible queries involving monotonic aggregates. *Information Processing and Management* 39, 287–306.
- Carrasco, R. A., Vila, M. A., Galindo, J. (2003). FSQL: A Flexible Query Language for Data Mining. *Enterprise Information Systems*, 5(1), 68 -74 .
- Cheng-Hsuing, W. (2011). Mining Fuzzy Spesific Rare Item Sets for Education Data. *Knowledge-Based System*, 24(5), 697-708.
- Choi, D. Y. (2003). Enhancing The Power of Web Search Engines By Means of Fuzzy Query. *Decision Support Systems*, 1(35), 31-44.
- Daniel, L., Daniel, L. (2012). *Digital Forensics for Legal Professionals*(1). Waltham/ USA: Syngress Book Co., 287-293.
- Dubois, D. (2011). The role of fuzzy sets in decision sciences: Old techniques and new directions. *Fuzzy Sets and Systems*, 184(1), 3-28
- Elmasri, R., Navathe, S., B. (2011). *Fundamentals of Database Systems*.(6). Boston/USA: Addison Wesley, 59-85.
- Ertuğrul, İ. (2006). Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 155-176.
- Galindo, J., Medina, J., Cubero, J. ve Garcia, M. (2001). Relaxing The Universal Quantifier Of The Division In Fuzzy Relational Databases. *International Journal of Intelligent Systems*, 16(6), 713-742.

- Gökçen, H., (2011). Yönetim Bilgi/Bilişim Sistemleri: Analiz ve Tasarım (İkinci Baskı). Türkiye: Afşar Matbaacılık, 48-52.
- Hadjali, A., Mokhtari A. ve Pivert O. (2012). Expressing and processing complex preferences in route planning queries: Towards a fuzzy-set-based approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 196, 82-104.
- Hudec, M. (2009). An Approach to Fuzzy Database Querying, Analysis and Realisation. *ComSIS*, 6(2), 127-140.
- Hudec, M. (2011). Fuzzy Improvement of The SQL. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 21(2), 239-251.
- İlhan, S. ve Duru, N. (2005). Bulanık Mantık Temelli Esnek Sorgulama Aracı. *TBV - Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 1(1), 1-8.
- İnternet: BTK Web Sayfası. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.btk.gov.tr%2F&date=2015-06-10>, Son Erişim Tarihi: 10.06.2015.
- Jimenez, J. M., Luna, A. ve Moreno G. (2012). Fuzzy Logic Programming for Implementing a Flexible XPath-based Query Language. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 282, 3-18
- Kacprzyk, J. ve Ziolkowski A. (1986). Database Queries with Fuzzy Linguistic Quantifiers. *Systems, Man and Cybernetics*, 16(3), 474-478
- Kacprzyk, J., Pasi G, Vojtáš P. ve Zadrozny S. (2000). Fuzzy Querying: Issues and Perspectives. *Kybernetika*, 36(6), 605-616.
- Kahraman, C., Gülbay M. ve Kabak Ö. (2006). Applications of Fuzzy Sets in Industrial Engineering: A Topical Classification. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 201(1), 1-55.
- Kraft, D.H. ve Petry F.E. (1997). Fuzzy Information Systems: Managing Uncertainty In Databases And Information Retrieval Systems. *Fuzzy Sets and Systems*, 90(2), 183-191.
- Kaufmann, A. ve Gupta M.M. (1988). *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*. Netherland: Elsevier Science Publishers, 26-32.
- Kuşçu, D. (2007). *Karar Verme Süreçlerinde Bulanık Mantık Yaklaşımı*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-10.
- Lin, H.C., Wang, L.H. ve Chen S.M. (2006). Query expansion for document retrieval based on fuzzy rules and user relevance feedback techniques. *Expert Systems with Applications*, 31, 397-405.
- MEB-Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). Elektronik İletişim Teknikleri. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 1-66.

- Ma, Z.M. ve Yan, L. (2007). Generalization of strategies for fuzzy query translation in classical relational databases. *Information and Software Technology*, 49, 172–180.
- Mercan, E. (2013). *İnsan - Makina Sistemlerinin Değerlendirilmesinde Bulanık Modelleme*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-420.
- Mishra, J. (2011). Fuzzy Query Processing. *International Journal of Research and Reviews in Next Generation Networks*, 1(1), 35-35.
- Muratoğlu, E. (1998). *Bulanık Çıkarım Yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-15.
- Mutlu, T. (1996). *Bulanık Olmayan Veri Tabanı Sistemleri İçin Bir Bulanık Sorgulama Aracı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-15.
- Nikraves, M. ve Azvine B. (2002). Fuzzy Queries, Search and Decision Support System. *Soft Computing*, 6(5), 373-399.
- Özçakar, N. (1998). Genetik Algoritmalar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 69-82.
- Rasmussen, D. ve Yager R. (1997). Summary SQL - A fuzzy tool for data mining. *Intelligent Data Analysis*, 1(1–4), 49–58, 1997.
- Riberio, R. A. ve Moreira A. M. (2003). Fuzzy query interface for a business database. *Int. J. Human-Computer Studies*, 58, 363–391.
- Ross, T. (2010). *Fuzzy Logic With Engineering Applications* (3rd ed.). New York/USA: John Wiley & Sons, 232-265.
- Skrbic, S., Rackovic M. ve Takaci A. (2011). The PFSQL Query Execution Process. *Novi Sad Journal of Mathematics*, 41(2), 161-179.
- Skrbic, S., Rackovic M. ve Takaci A. (2013). Prioritized Fuzzy Logic Based Information Processing in Relational Databases. *Knowledge-Based Systems*, 38(1), 62-73.
- Straccia, U. ve Madrid N. (2012). A top-k query answering procedure for fuzzy logic programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 205(1), 1-29.
- Şenol, A. (2013). *Veritabanlarında Genetik Algoritma ve Bulanık Mantık Tabanlı Esnek Sorgulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-60.

- Yahyaoui, H., Almulla, M. ve Own H. (2015). A novel non-functional matchmaking approach between fuzzy user queries and real world web services based on rough sets. *Future Generation Computer Systems*, 35(1), 27-38.
- Zhang, Y-C., Chen, Y-F., Ye X-L. ve Zheng J-L. (2005). *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery 2*. Berlin/Almanya: Springer, 430-441.
- Zhang, P. (2011). A Study on Database Fuzzy Query Method in SQL. *Procedia Engineering*, 24, 340-344

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Aydoğan, BAŞ
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 10.05.1987, Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0(507) 3834824
 Faks :
 E-Posta : aydoganbas@hotmail.com



Eğitim

Derece	Okul/Program	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Selçuk Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	2009

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2010-2012	TÜBİTAK Başkanlık	Uzman Yardımcısı
2012-2015	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK)	Uzman Yardımcısı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Acarer, T., Çöl M., Turgut, A. ve Baş, A. (2013) **Cost-Based Test Tariff Model, A case study for the Electronic Communication Market Surveillance Laboratory of Turkey.** First International Black Sea Conference on Communications and Networking, 3-5 Temmuz 2013, Gürcistan

Çetinyokuş, T., Baş, A. (2014) **Yerleşim Yeri Dışı Baz İstasyonlarının Belirlenmesi İçin Bulanık Sorgu Modeli Kullanarak Karar Desteği Sağlayan Veri Tabanı Uygulaması.** Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi YBS.2014, 16-17 Ekim 2014, İstanbul, Türkiye

Sarucan, A., Akkoyunlu, M. C. ve Baş, A. (2010). **Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi İle Rüzgar Türbini Seçimi.** Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(1), 1-7.

Hobiler

Model helikopter ve uçaklar



GAZİ GELECEKTİR..