

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

Aydoğan BAŞ¹, Tahsin ÇETİNYOKUŞ²

¹Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK), Piyasa Gözetim Laboratuvarı Müdürlüğü, Hacettepe Üniversitesi
Teknokent Alanı, 06880, Beytepe, Ankara

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Maltepe, Ankara
aydoganbas@hotmail.com, tahsinc@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 01.04.2015; Kabul/Accepted: 15.10.2015)

ÖZET

İş 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 kısıtlayabilmektedir. 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 için bulanık sorguların kullanılması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde halihazırda kurulu olan iletişim (baz) istasyonlarından, yerleşim alanları dışında faaliyet gösterenlerinin belirlenmesi probleminin çözülmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen kuruluş için belirtilen problemin çözümüne yönelik bir yöntem 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.

Anahtar Kelimeler: Bulanık sorgu, veri tabanı yönetimi, bulanık mantık, baz istasyonu, yerleşim alanı dışı baz istasyonları

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

ABSTRACT

Lots of evaluations in work life are made under uncertain conditions and conventional databases that do 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, solution of the identification problem 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 to solve the stated problem 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.

Keywords: Fuzzy query, database management, fuzzy logic, base station, base stations out of residential area

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde kurum ve kuruluşlar tarafından birçok ticari ve özel veri tabanı yönetim ve sorgulama

sistemi kullanılmaktadır. Fakat bu sistemlerde yıllarca biriken verileri düzenlemek, sağlıklı kayıtlar sağlamak ve bu kayıtlardaki bilgilere doğru ve tam 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.

Bilgi teknolojileri alanında stratejik bir öneme sahip kuruma ait veritabanından faydalanarak yerleşim alanı dışında bulunan baz istasyonlarının belirlenmesi üzerine hazırlanan bu çalışmada ilgili veri tabanında geleneksel SQL sorgulama kriterleri gibi kesin sınırlarla kısıtlanmış sorgular yerine genişletilmiş sonuçlar sağlayan bulanık sorguların kullanılması sayesinde çalışma konusu çerçevesinde bazı durumlarda saatlerle ölçülen sorgu sürelerinin daha makul seviyelere çekilmesi ve anlamlı bilgilerin artırılması sağlanmaktadır. Mahal dışı istasyonların sayılarının bilimsel bir temelle belirlenmesi ve artırılması neticesinde, kurum bütçesine denetleme noktasında yük getiren meskun mahal içi baz istasyonlarının sayısının uygun olarak belirlenmesi esas amacı oluşturmaktadır. Veri tabanlarında kullanılan klasik sorgulama yöntemleri kullanıcının sorgu deneyimi, veri tabanının yeterince düzenli tasarlanmamış olması ve kullanım süresince biriken veriler sorgu sonuçlarının elde edilmesini etkileyen nedenler olarak belirtilebilir. Bulanık sorguların kullanılmasının temel amacı, bulanık sorgular ile klasik sorgu cümleleri ile elde edilemeyen bilgilerin daha doğru bir şekilde sağlanması ve ihtiyaç duyulan veya duyulabilecek verilerin tümüne ulaşabilmek olarak belirtilebilmektedir [1]. Bu çalışma kapsamında dilsel ifadelerle yer verilerek oluşturulan bir sorgulama arayüzü ile kullanıcının sorgu hatalarını azaltarak ihtiyaç duyulan bilgilerin veri tabanından daha makul sürelerde ve doğru bir yöntemle elde edilebilmesi, sorgu sonuçlarının kriterlere yakın sonuçları da içerecek şekilde genişletilmesi ve karar verici için daha anlamlı bir bilgi tablosu sunulabilmesi için bulanık sorgu modelleri kullanılmıştır. Çalışma; giriş ve bulanık mantık bölümlerini takip eden ve çözüm alanımızı oluşturan bulanık sorgular, arkasından literatür incelemesi ve sonrasında kuruma yönelik uygulama bölümü ve son olarak sonuçlar ve değerlendirme içeriğiyle oluşturulmuştur.

2. BULANIK MANTIK (FUZZY LOGIC)

Bulanık mantık kavramı, 1965 yılında L. A. Zadeh' in bu konu ile ilgili ilk çalışmalarını yayınlamasıyla ortaya çıkmıştır. 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.

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 subjektif 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 [2].

3. BULANIK SORGULAR (FUZZY QUERIES)

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 [1]. Veri tabanı uygulamalarında genellikle kullanılan sorgulama dili, ilişkisel veri tabanları için genel kabul görmüş olan Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language - SQL)' dir [3]. 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 bulanık 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 kısıtlara uyumluluk gösterme derecesine bağlı olarak değişen bilgilerden oluşur [1].

Bulanık mantık tabanlı modellemenin en önemli avantajlarından biri, doğası gereği genel olarak nitel olmasıdır. Bu sayede kriterlerin üyelik derecelerini 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 tündengelem kapasitesine sahip olduğunu ve arama motorlarına bir tündengelem kapasitesi yerleştirebilmek için bulanık mantığın kullanılmasının bir gereklilik olduğunu belirtmiştir [4]. 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 [4].

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

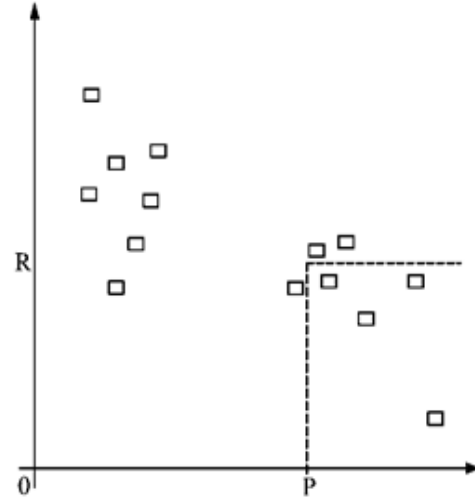
Bulanık sorgular aynı zamanda seçilen bir değer etrafındaki kayıtların uzaklık ölçümünü de kolaylaştırmaktadır. Bulanık sorguların ek olarak sağladığı bilgilere göre sorguyu tam olarak sağlayan hiçbir kayıt olmaması durumunda kriteri sağlamaya yakın olan değerlerin görülebilmesi sağlanmaktadır. Kullanıcılar, 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 [5].

3.1 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 [6].

Basit bir SQL sorgusu genel olarak aşağıdaki çerçeve dikkate alınarak düzenlenmektedir [5]. Genel sorgu sonucu Şekil 1’de gösterilmiştir.

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



Şekil 1. Klasik bir sorgunun sonucu (Result of a classical query)

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.

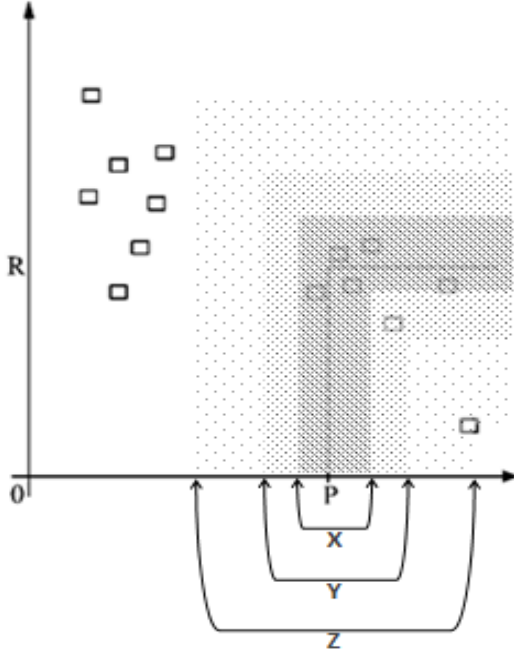
3.2 Bulanık SQL (Fuzzy SQL)

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 [5]:

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

Burada p ve r’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 yapılıp yapılmayacağıdır. Bu durumda veri tabanından çok daha fazla veri çekilir ve kullanıcı istediği sorgulama doğruluğunu kaybeder [5]. Öncesinde değinilen ve Şekil 1’de yer alan klasik sorgu sonucu baz alındığında, benzer çerçevede oluşturulan bulanık sorgunun gösterimi Şekil 2’de yer almaktadır. Klasik sorguda sınırları gösteren ve kesin olan P değeridir. Bulanık sorguda ise “WITH α ” fonksiyonu eşik değerleri ya da başka bir söylemle bulanık mantık kavramındaki üyelik değerlerine bağlı olarak X,Y,Z gibi sınır aralıkları

belirlenmektedir. α değeri düşükçe sorguda bulanıklık sınırları genişlemektedir. α değeri 1 e yaklaştıkça, klasik sorgu sonuçlarına yakınlaşmakta, uzaklaştıkça o sonuca ek olarak yeni birimleri sonuca dahil etmektedir. Bu durum Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bulanık bir sorgunun sonucu (Result of a fuzzy query)

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 öznelik; 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 [7].

$$ED(t) = \mu_{f_c}(t) \quad (1)$$

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

4. LİTERATÜR İNCELEMESİ (REVIEW OF LITERATURE)

Bulanık sorgular alanında literatürde oldukça geniş bir alanda ve farklı yöntemlerle uygulanmış birçok çalışma bulunmaktadır. Veritabanlarında bulanık mantık teorisi kullanılarak bilgi elde etme çalışmaları, bulanık mantığın getirdiği avantajları klasik veritabanları üzerinde kullanarak esnek ve bulanık sorgular sağlamak amacıyla gerçekleştirilen çalışmalar olarak tanımlanabilmektedir. Bu çalışmalar

genellikle veritabanları üzerinde dilsel ifadelerle sorgu yapılması üzerine gerçekleştirilmiştir. Söz konusu sorgulama sistemleri için bulanık mantık temelli birçok yöntem ve model geliştirilmiştir [8]. Bu kapsamda ulaşabildiğimiz çalışmaları içeren literatür kısmı Tablo 1’ de sunulmuştur.

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 [9]. Bulanık veritabanları üzerine yapılan çalışmaların yoğunlaştığı bir diğer alan da bulanık sorgulama dilleridir. Bu çalışmalara örnek olarak veri madenciliği kapsamında oluşturulan esnek sorgulama dili Fuzzy SQL (FSQL) verilebilir. Bu dil, SQL’in eklentisi olarak kullanılacak şekilde geliştirilmiş ve SQL’in SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE gibi komutlarını bulanıklaştırmak için kullanılmıştır [10].

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 [11].

Literatür çalışması anahtar alanımızı oluşturan bulanık sorgular ve uygulamaları çerçevesinde hazırlanmıştır. Ulaşabildiğimiz çalışmaların alan bazlı ayrımının yapılmasının pek uygun olmadığı ve literatürde de böyle bir sınıflandırmanın direkt yapılmadığı Tablo 1’de verilen çalışmalar incelendiğinde anlaşılmıştır. Alan ayrımı yerine, kronolojik sıra ile çalışmalar düzenlendiğinde 2005 li yıllara kadar daha çok teorik olarak konu ile ilgilenildiği, sonrasında günümüze kadar çalışmaların hem teorik hem de uygulama olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Teorik çalışmalar genelde bulanık sorguların uygulanabilirliği üzerine, diğerleri ise doğrudan problem çözümü üzerine yapılmıştır.

Literatürde son yıllarda uygulama çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Bu kapsamda problem çözümü uygulaması sınıfında değerlendirilebilir olan bu çalışmanın, literatürdeki teorik kısımdan faydalanarak, ülkemizdeki stratejik öneme sahip ve uygulama kısmında bahsedilen probleme, çözüm üretmesi ve geliştirilen aracın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Benzer kurumlarda uygulama yapılması ve çalışmaların akademik olarak yayınlanması stratejik önem ve veri güvenliği nedeni ile zor olmaktadır. Kısmi olarak güvenlik ve gizlilik hususunda içeren çalışmamızda, uygulamanın gerçekleştirilmiş olmasının ileride yapılacak çalışmalara da referans olacağı düşünülmektedir.

Tablo 1. Literatür çalışması (Literature survey)

Yazar Bilgileri	Tarih	İçerik
Tahani	1970	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 [12].
Bosc ve Pivert	1995	Klasik veritabanları üzerinde SQL komutları yardımıyla bulanık sorgular yapma olanağı sunan SQLf denilen bir program geliştirmiştir. Bu sayede standart bir SQL sorgusunun HAVING komutunda bulanık ifadeler kullanılabilmiştir [13].
Mutlu	1996	Yapılan çalışmada kesin olmayan ve belirsiz dilsel sorgu cümleleriyle, bulanık olmayan veri tabanı sistemleri üzerinde sorgulama yapılmasına olanak sağlayan bir araç oluşturmuştur [14].
Rasmussen ve Yager	1997	SummarySQL adını verdikleri ve bulanık tanımlamayı WHERE kısmında gerçekleştiren bir yöntem uygulamışlardır. Söz konusu yöntem sonucunda kullanıcıya üyelik derecesini de içeren bir sonuç tablosu sunulmuştur [15].
Asar	1999	Asar geliştirdiği BSorguWin aracı ile önceki çalışmalardan ayrılmıştır. Bu araç, söz konusu veritabanının belirlenen kısımlarını bulanıklaştırarak veritabanında tutulmuş ve bulanık sorgulamalar bu tutulan veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir [16].
Kacprzyk vd.	2000	Geliştirilen bir program ile veri tabanlarındaki kayıtlar üyelik fonksiyonu ile derecelendirerek hem klasik sorguların hem de bulanık sorguların yapılabilmesi mümkün olmuştur [17].
Galindo vd.	2001	Bulanık İlişkisel Veri tabanlarının Genelleştirilmiş Modeli (GEFRED), 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 [11].
Szczepaniak vd.	2003	WEB üzerindeki zeki arama üzerine yapılan makaleler bir çok temel problemi işaret ettiği belirtilmiştir. Bu problemlerin bilgi çıkarımında internet dökümanlarını analizi, zeki web ajanlarının web diyalog yönetimi, ve ontoloji tabanlı bilgi sistemine göre değiştiği ifade edilmiştir [18].
Carrasco vd.	2003	Esnek sorgulama dili Fuzzy SQL (FSQL) kullanılmıştır [10].
İlhan ve Duru	2005	İlhan ve Duru, klasik bir öğrenci bilgi sistemi veri tabanı üzerinde burs bilgisi sağlamak için bulanık sorgulama modeli geliştirmiştir [1].
Branco vd.	2005	Bu çalışmada; bir veri setinden elde edilen bulanık kural kümesini otomatik olarak bulanık sorgular kümesinin çeviren bir metodoloji hazırlanmıştır [19].
Ertuğrul	2006	Bulanık mantık ile bir performans değerlendirme sistemi birleştirilmeye çalışılmıştır [20].
Kuşçu	2007	Bulanık mantık yaklaşımının karar verme süreçlerinde kullanımı incelenmiş, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesine yönelik model oluşturulmuştur ve örnek uygulamalara yer verilmiştir [8].
Hudec	2009	Hudec SQL' in WHERE komutu üzerine bulanıklık özelliği kapsamında incelemeler yapmıştır [5].
Skrbic ve Rackovic	2009	Priority Fuzzy SQL (PFSQL) kullanılmıştır [21].
Cheng-Hsuing	2011	Nicel verilerden, bulanık, belirli ve nadir olan birimsetlerin çıkarılması için birliktelik yaklaşımı kullanan yeni bir algoritma geliştirilmiştir [9].
Mishra	2011	Çalışmada bulanık sorgu mimarisi oluşturularak üyelik fonksiyon değerleri belirlenmiştir [22].
Ata ve Kurnaz	2011	Yapılan çalışmada, insan kaynakları çalışan aday seçme sisteminin, bulanık veri tabanı ve sorgular kullanılarak esnek bir yapıya dönüştürülmesi ve uygulaması gösterilmiştir [23].
Skrbic vd.	2011	PFSQL ile ilgili detaylı çalışmalar gerçekleştirmiştir [24].
Koyuncu	2011	Bulanık kural tabanlı bir sistem ile bulanık çoklu medya veritabanı entegre edilerek veritabanı sisteminde sorgu yeteneklerinin zekice nasıl geliştirileceği tartışılmıştır. sunulmuştur [25].
Skrbic vd.	2013	İlişkisel veri tabanları üzerinde PFSQL ile ilgili detaylı çalışmalar gerçekleştirmiştir [26].
Borjas vd.	2014	Enstitü akademik personelinin gerçek hayat problemindeki ihtiyaçlarını karşılayan bir uygulama gerçekleştirmişlerdir [27].
Wang ve Zongmin	2014	Çalışmada kaynağı tanımlama çerçevesinde bulanık sorgularla, göreceli niceliklerle başa çıkmak için aynı bileşenlere sahip bir sorgulama modeli önerilmiştir [28].
Carrasquel vd.	2014	Bulanık kümelerin üyelik derecesine göre belirsiz kavramların temsiline izin vermesi teorisini kullanarak bir veri tabanı önerilmiş ve SQL uzantısı olan anlamsal ve sözdizimsel kavramlar ile sorguların, veritabanı dilini gücünü artırdığı gösterilmiştir [29].
Duraciova	2014	Duraciova, çalışmada ISO 19125-1, ISO 19125-2 standartlarına göre SQL'i ve mekansal veri tiplerini kullanmış ve belirsizlik altında rapor üretebilecek bulanık sorguları oluşturmuşlardır [30].
Munoz-Hernandez ve Pablos-Ceruelo	2014	Klasik veri tabanlarında bulanık ve bulanık olmayan sorguların uygulanabilirdiği ve kullanıcı dostu olmasının vurgulandığı FleSe adı verilen bir araç sunulmuştur [31].
Pivert vd.	2015	Bulanık diyagramlı veri tabanı kavramı üzerine odaklanılmıştır. Bulanık yada değil önemsemeyip esnek bir yolla böylesi veri tabanlarında sorguları işleyebilen bir bulanık sorgulama dili tariflemişlerdir [32].
Pivert ve Smits	2015	Çalışmada veritabanının ilgili kısmının özetlenmesi için, en az başarısız altsorgu ve azami başarılı altsorguların dereceli hesaplanmasında bulanık kardinaliteye dayanan etkin bir hesaplama yöntemi önerilmiştir [33].
Gupta ve Solo	2015	Belirsizlik ve bulanık mantık alanında yer alan önemli yeni terimler ve sınıflandırılmaları üzerine çalışmışlardır [34].
Kacprzyk ve Zadrozny	2016	Kacprzyk ve Zadrozny önceki çalışmalarını genişletmiş, dilsel işaretçiler kullanılan bulanık sorguları ve negatif/pozitif bilgi içeren çift kutuplu sorguların birleştirilmesiyle ilişkili araştırmalar, çalışmanın ana bileşenleri oluşturmuştur [35].

5. İNCELENEN KURULUŞ İÇİN UYGULAMA (CASE STUDY FOR STUDIED ORGANIZATON)

İletişim sistemlerinden kaynaklanan elektromanyetik alan ölçümleri ve denetim işlemlerini gerçekleştirmek için ülkemizdeki değişik arazi koşulları nedeniyle baz istasyonlarına ulaşım oldukça zorlaşmakta ve ciddi bir zaman ve maliyete katlanılmasını gerektirmektedir. Ülkemizde faal durumda bulunan baz istasyonu sayısının 118.000 civarında olduğu değerlendirildiğinde [36, 37] ve ilgili coğrafi şartlar dikkate alındığında her bir istasyonun denetlenmesi önemli bir iş yükünü beraberinde getirmektedir.

Problem çözümünde, baz istasyonlarına ait değişken değerleri, bulanıklaştırılarak bu değişkenlerin alabileceği değerler üzerinden bir sorgu tanımlanmaktadır. İlgilenilen problem literatürde karşılaşılan ve hazır yazılımlar ile de desteklenen bulanık karar tabanlı sistemlere uygun değildir. Çünkü bulanık kurak tabanlı sistemlerde giriş ve çıkış değerleri arasında doğrusal olmayan bir yapının ortaya çıkarılması sağlanmakta ve kullanılmaktadır. Önerilen model ve uygulamada ise çözüm setinde böyle bir yapıya ihtiyaç duyulmamıştır. Örneğin kurulum yeri, uzaklık, giriş ve yükselti farkının çıkış değeri olduğu durumda, aralarındaki ilişkiyi bulanık kural tabanlı sistem çıkartabilir. Mevcut sistemde amaç farklı olduğu için problem çözümüne en uygun yöntem, bulanık sorgulama olarak değerlendirilmiştir [38, 39].

Bu çerçevede yapılan literatür incelemesi sonucunda; yerleşim alanları dışında bulunan baz istasyonlarının belirlenmesi probleminin çözüm yöntemi olarak ilgili veri tabanına özel bulanık sorguların kullanılmasının ve sorgulardan elde edilen sonuçların ise aranan kriterler ile eşleşme derecesine göre değerlendirilmesinin uygun olduğu

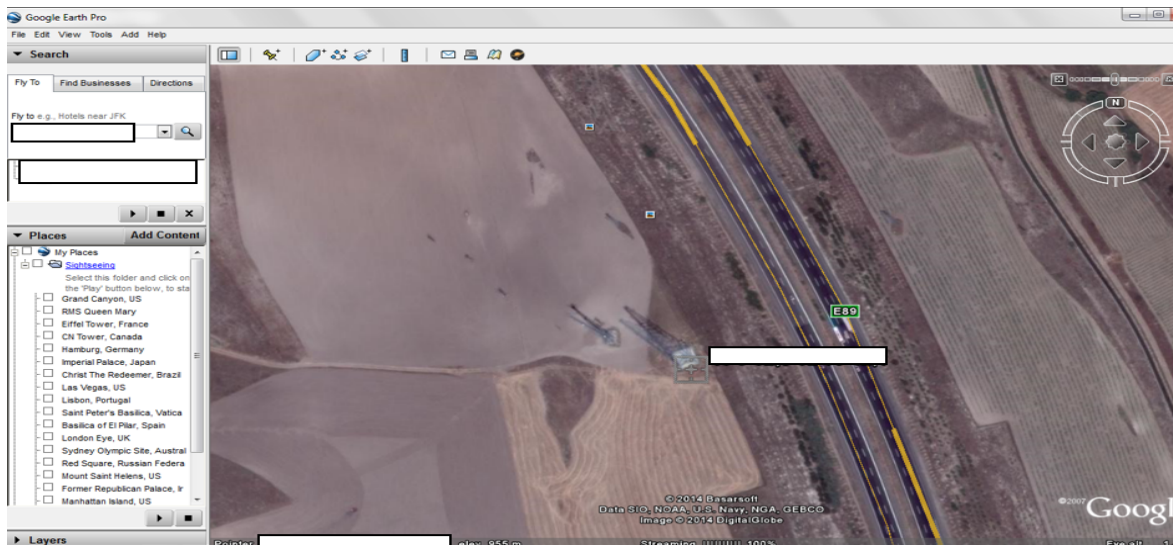
değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmalarla literatürde uygulanabilecek benzer çalışmalara uygulama yönünden fikir verilmesi sağlanabilecektir.

5.1 Kullanılan Veri Tabanının Özellikleri (Specifications of Related Database)

Bu çalışmada, klasik (ilişkisel) bir veri tabanı üzerinde bulanık sorgulamalarla raporlama üzerinde durulmaktadır. İlgili veri tabanının oldukça geniş kapsamlı farklı alanlardan oluşması ve dolayısıyla kompleks olması nedeniyle raporlama yönünden önemli olan ve ihtiyaç duyulan toplamda yaklaşık 19000 satır ile 10 sütundan oluşan excel formları veri tabanından çekilerek bu veriler üzerinde çalışacak özel bulanık sorgular oluşturulmuştur.

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 [17]. 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 bulanık sorgular yardımıyla çalışmanın asıl konusu olan yerleşim alanı dışında bulunan baz istasyonları ile ilgili raporlamalar ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Yerleşim alanına (meskun mahal) uzaklık ve yükselti farkı kriterlerine dair bilgiler, baz istasyonu bilgileri referans alınarak Google Earth programı vasıtasıyla uzaklık ve rakım değerlerinin alınması ve uygun fonksiyonlarla hesaplanması ile elde edilmiştir. Şekil 3'te çalışma kapsamında incelenen 16000 baz istasyonundan birinin Google Earth programı ile elde edilmiş görüntüsü sunulmaktadır.



Şekil 3. Google Earth programı üzerinde bir kule tipi baz istasyonu görüntüsü
(Image of a tower type base station on Google Earth software)

5.2 Tanımlanan Bulanık Sorgu Modeli (Identified Fuzzy Query Model)

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 bulanık sorgular oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sorgular, SQL ile benzer yöntemlerle veri tabanlarına giriş sağlamak ve sorgulamayı desteklemektedir. Bulanık sorgular yalnızca sorgulama aracı olmaktan ziyade sorgunun anlamını artırmakta ve ihtiyaç duyulabilecek ek bilgileri de sağlamaktadır.

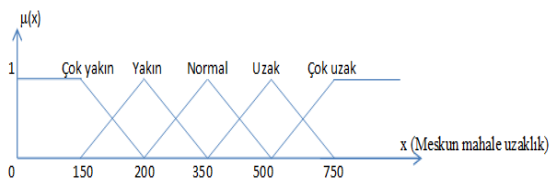
Mevcut veriler kullanılarak bulanık sorgu modeli yardımıyla yerleşim alanı (meskûn mahal) dışında bulunan istasyonların belirlenmesi konusunda bir yöntem oluşturulması için kuruluş tarafından kullanılagelen kısıtlamalar ve bunlara yapılan eklemeler çerçevesinde bazı kabul/varsayım ve kurallar dikkate alınmıştır.

5.3 Dilsel İfadeler (Linguistic Expressions)

Bulanık ifadeler seçilirken *yakın*, *çok yakın*, *uzak*, *yüksek*, *çok yüksek* vb. dilsel ifadeler tercih edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında parametre sayısının azlığı ve matematiksel olarak daha kolay elde edilebilmesi nedeni ile üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır [19, 38]. Bu durum problemin çözüm yönteminin sıklığı ve kurumdaki tercihler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Dilsel ifadelerin sayısal değerleri ile bu değerlere karşılık gelen üyelik değerleri üçgen üyelik fonksiyonları yardımıyla belirlenmiştir. Problemin çözümünde kullanılan kriterler genel olarak baz istasyonlarının yerleşim yerlerine ve bu yerlerde yaşayan insanlara olan elektromanyetik etkisi dikkate alınarak seçilmiştir.

Meskun mahal uzaklığı kriteri (Residential area distance criteria):

Meskun mahal uzaklığı kriterinin dilsel ifadesi olarak *Çok yakın*, *Yakın*, *Normal*, *Uzak* ve *Çok uzak* ifadeleri kullanılmıştır. Meskun mahale uzaklık kapsamında belirlenen dilsel ifadelerin üçgen üyelik fonksiyon grafikleri Şekil 4'de sunulmaktadır. Dilsel ifade ve sayısal değerleri Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 4. Meskun mahal uzaklığı kriteri üçgen üyelik fonksiyon grafiği (Triangular membership function graph of residential area distance criteria)

Tablo 2. Meskun mahal uzaklığı kriteri için dilsel ifade ve sayısal değerleri (Linguistic expressions and numeric values for residential area distance criteria)

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

$$\mu_{\text{Çok yakın}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{200-x}{50}, & 150 \leq x \leq 200 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{Yakın}}(x) = \begin{cases} \frac{x-150}{50}, & 150 \leq x \leq 200 \\ \frac{350-x}{150}, & 200 \leq x \leq 350 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} \frac{x-200}{150}, & 200 \leq x \leq 350 \\ \frac{500-x}{150}, & 350 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{Uzak}}(x) = \begin{cases} \frac{x-350}{150}, & 350 \leq x \leq 500 \\ \frac{750-x}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{Çok uzak}}(x) = \begin{cases} \frac{x-500}{250}, & 500 \leq x \leq 750 \\ 1, & x \geq 750 \end{cases} \quad (6)$$

Yükselti farkı kriteri (Elevation difference criteria):

Yükselti farkı kriterinin dilsel ifadeleri olarak *Düşük*, *Normal*, *Yüksek* ve *Çok yüksek* ifadeleri kullanılmış ve üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır.

Çıkış gücü kriteri (Output power criteria):

Çıkış gücü kriterinin dilsel ifadeleri olarak *Çok düşük*, *Düşük*, *Normal*, *Yüksek* ifadeleri kullanılmış ve üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır.

Kuruluş yeri kriteri (Place of establishment criteria):

Kuruluş yeri kriteri baz istasyonu sisteminin kuruluş şekli ile ilgili sorgulama yapılmasını sağlamaktadır. Burada sınıflandırma yapılırken bina teması ve bina teması olmayan şekilde tanımlama yapılmıştır.

Adres bilgileri kriteri (Address info criteria):

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

5.4 Bulanık Sorgu İşlemleri (Fuzzy Query Transactions)

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

“Faal baz istasyonlarından; bina teması olmayan, yerleşim yeri olarak kullanım dışı olan, yerleşim alanına çok uzak veya meskun mahal ile yükselti farkı çok yüksek veya istasyon çıkış gücü çok düşük olanların belirlenmesi.”¹

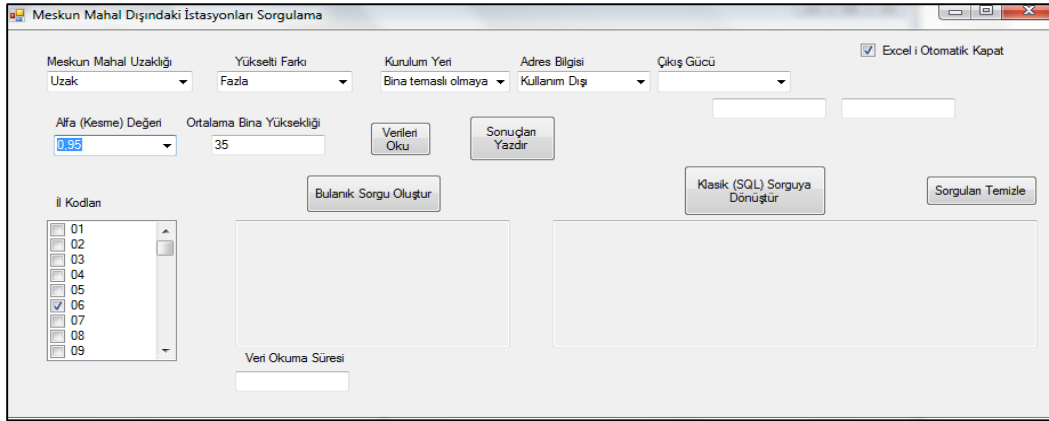
Bulanık sorgulamalarda, SQL dilinden farklı bir sorgulama dili oluşturulduğu için bu sorguları SQL dili çerçevesinde çalışacak şekilde düzenlemek gerekmektedir. Bu nedenle SQL dili ile söz konusu ilişkisel veri tabanının haberleşmesini sağlayacak bir arayüze ihtiyaç duyulmaktadır. Bu arayüz ORACLE veri tabanı üzerinde kullanılabilir şekilde düzenlenmiştir. 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 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. 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 [40].

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

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

Şekil 5’de sunulan arayüz ile gerçekleştirilen örnek uygulamalarda mevcut veri tabanı üzerinde 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.



Şekil 5. Bulanık sorgu arayüzünün görseli (Image of fuzzy query interface)

Tablo 3. Örnek bulanık sorgu uygulaması için kriterler, dilsel ifade ve üyelik fonksiyonları (Criterion, linguistic expressions and membership functions for fuzzy query example)

Meskun mahal uzaklığı (Çok uzak):	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri (μ_1)
$x \leq 500$ m	0
$500 \text{ m} \leq x \leq 750$ m	$(x - 500)/250$
$x \geq 750$ 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	$(x - 125)/25$
$x \geq 150$ 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	$(5 - x)/4$
$x \leq 1$ W	1
Kurulum yeri bilgisi:	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri
Bina Temaslı Olmayan	-
Adres bilgileri:	Uzman Tarafından Atanmış Üyelik Dereceleri
Kullanım Dışı	-
Alfa değeri (α)	0,98

¹ Belirtilen bu dilsel ifadeler; ilgili yönetmelikler, kullanıcı tecrübesi ve tercihlerine göre zaman zaman değişiklik gösterebilmektedir.

Tablo 4. Mevcut sistem ve yeni yöntemle belirlenen yerleşim alanı istasyon sayılarının karşılaştırılması (Comparing the number of residential space station identified with the current system and the new method)

Mevcut Veri Tabanında Kayıtlı Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları				Bulanık Sorgu Modeli İle Veri Tabanından Elde Edilen Yerleşim Alanı Dışındaki İstasyon Sayıları ($\alpha = 0,98$)			
İl	Ankara	İstanbul	İzmir	İl	Ankara	İstanbul	İzmir
Adet	28	7	15	Adet	100	48	53

Örnek Sorgu: Tüm Kayıtlar Üzerinde Bütün Kriterlerin Seçilmesi Durumundaki Sonuçlar

Bu sorgu ile bütün kriterlerin seçilerek yerleşim alanı dışındaki istasyonların tümünün dilsel ifadeler çerçevesinde oluşturulan bulanık sorgular ve kullanıcı tarafından seçilen alfa değerleri kapsamında belirlenmesi sağlanmaktadır. Örnek sorgu için ilgili veriler Tablo 3’de verilmiştir.

Oluşan Bulanık Sorgu:

```
SELECT [ ]
FROM [ ]
WHERE meskun mahal uzaklığı çok yakın
OR yükselti farkı çok yüksek
OR çıkış gücü çok düşük
AND adres bilgisi kullanım dışı
AND kurulum yeri bina temaslı olmayan
WITH alfa 0,98
```

Belirtilen kriterler çerçevesinde yapılan yerleşim alanı dışındaki istasyon sorgulamasında ($\alpha = 0,98$ için) 201 adet kayıt sorgulama kriterlerine uygun çıkmaktadır. Tablo 4’de karşılaştırmalar verilmiştir. İlgili sorguda α değeri 0,95 seçildiğinde kriterlere uyan kayıt adedi 205’e 0,90 olarak seçildiğinde ise 229’a çıkmaktadır (Tablo 5). Burada kullanıcı yakın kayıtların durumunu değerlendirerek sonuçlara dahil etme veya etmeme kararını verebilmektedir.

Tablo 5. Tüm kriterlerin katkısıyla α değerlerine göre elde edilen kayıt sayıları (Obtained records for according to the α value with contribution of all criteria)

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

Bu kriterler ve dilsel ifadelerden meskun mahal uzaklığı, yükselti farkı ve çıkış gücü kriterlerinin her biri tek başına yerleşim alanı dışı istasyon belirlemede etkilidir. Bu durum bu üç kriterin birlikte kullanılması durumunda ayrıştırma kriteri çerçevesinde değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Önceki tablolarda yer alan sayısal örnekler, farklı alfa seviyesi için elde edilen kayıtları ve 0,98 alfa seviyesi

için mevcut sistemle olan karşılaştırmalardan oluşturulmuştur.

Ek olarak, hangi kriterin ne kadar etkili olduğu ile ilgili ek analiz çalışmaları Tablo 6-11 de gösterilmektedir. Bu sayede karar verici için alternatif çözümler sunulmakta ve bir karar destek sistemi için ana çıktı olan senaryolar üretilebilmektedir.

Meskun mahal uzaklığı kriterinin tek başına seçilmesi

Tablo 6. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için meskun mahal uzaklığı kriterinin seçilmesi (Selecting of the residential area distance criteria for identification of station for outside the residential area)

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

Tablo 7. Meskun mahale uzaklık kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları (Number of stations for distance criteria in outside the residential area)

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

Yükselti farkı kriterinin tek başına seçilmesi

Tablo 8. Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için yükselti farkı kriterinin seçilmesi (Selecting of the elevation difference criteria to determine the station in outside the residential area)

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

Tablo 9. Yükselti farkı kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları (Obtained records for elevation difference criteria in outside the residential area)

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

Cıkış gücü kriterinin tek başına seçilmesi**Tablo 10.** Yerleşim alanı dışındaki istasyonların tespiti için çıkış gücü kriterinin seçilmesi (Selecting of the output power criteria to determine the station in outside the residential area)

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

Tablo 11. Çıkış gücü kriterine göre yerleşim alanı dışı istasyon sayıları (Obtained records for output power criteria in outside the residential area)

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

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME (CONCLUSIONS AND EVALUATION)

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 anlaşılabilir olmaktadır. Bulanık sorgular sayesinde uygulamayı ve anlaşılmayı kolaylaştırıcı kılan ve dilsel ifadelerle tanımlanmış mantıksal koşullar elde edilerek sorgunun anlamı korunabilmekte dolayısıyla elde edilen sorgu çıktılarını standart hale gelebilmektedir. Bulanık sorgularda dilsel ifadelerle insan davranışa ve isteklerine yakın sorgu sonuçları alınmaya çalışılmaktadır. Bu ifadeler büyük, çok yüksek, daha az vb. şekilde kriterlerden oluşmaktadır. Bu çalışmada incelenen veri tabanı sistemi için ihtiyaç duyulan bir karar verme problemi dilsel ifadeler kullanılarak kullanıcı dostu, her bir kullanıcı için aynı kavramları ifade eden ve ayrıca veri tabanı için uyumlu sorgular içeren genel bir arayüz oluşturulmuştur. Çalışmada bulanık sorgu modellerinin kullanılması ile kesin sorgu kriterlerinin genişletilerek sonuç kayıtlarından kriterleri sağlamaya yakın olanların kullanıcı tarafından gözlemlenebilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen bulanık sorgu arayüzü öncelikle tanımlanmış bulanık ifadeler yardımıyla bulanık sorguların oluşturulmasını sağlamaktadır. Sonrasında aynı arayüz sayesinde bulanık sorgular ilgili veri tabanında çalışacak şekilde klasik SQL formatına dönüştürülmektedir. Bu sayede kullanıcı herhangi bir programlama veya veri tabanı kullanım dilini bilmeye ihtiyaç duymadan gerekli sorgulama işlemini gerçekleştirebilmektedir. Oluşturulan arayüz ve

kriterler sayesinde yerleşim alanı dışında olan istasyonların belirlenmesi adına kuruluş tarafından kullanılacak seviyede sistematik bir yöntem geliştirilmesi sağlanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen üç il için oluşturulan bulanık sorgu modelleriyle ve bütün kriterlerin katkısıyla elde edilen çıktı sayısı incelendiğinde $\alpha = 0,98$ değeri için toplam 201 adet yerleşim alanı dışı istasyon olduğu görülmektedir. Bu istasyon sayısının daha düşük alfa değerleri için kayda değer düzeyde arttığı yapılan sorgularla ortaya konulmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçlardan açıkça görülmektedir ki daha önce kullanılan kesin sorgular ile elde edilen çıktı sayısı; yeni yöntem olarak önerilen bulanık sorgu modelinin kullanımı ile anlamlı düzeyde artırılmış ve karar vericiye daha geniş bir raporlama imkanı sağlanmıştır. İncelenen üç il için yerleşim alanı dışı istasyon sayısının toplam istasyon sayısına oranı yaklaşık %1,5 düzeyinde bulunmaktadır. İlgili sayı ve oranlar incelenen şehirlerin nüfus yapısı ve coğrafi şekilleri nedeniyle ciddi düzeyde farklılıklar gösterebilmektedir. Bu kapsamda ortaya konulan sorgu modelinin bütün illeri kapsayacak şekilde kullanılarak ülke genelindeki durumun ortaya konulması önümüzdeki dönemlerde gerçekleştirilebilecek çalışmalardan birisidir. Hazırlanan aracın kurum tarafından ileride kullanıma alınacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda veri çekebilme ve işleyebilme adına geliştirilen araç kurum altyapısına uyum sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. İyileştirme adına, bahsi geçen iller için veri ön işleme hızının uzun süre ve emek aldığı görüldüğünden, özellikle bir coğrafi bilgi sistemine entegre edilerek çalıştırılması büyük kazanç sağlayacaktır. Çalışmanın kamu kurumunun problem çözümüne faydası ile elde edilecek maddi ve zaman kazancı neticesinde benzer saha problemleri için farklı kurumlarda da uygulanabilirliği sağlanabilecektir. Bu aşama sonrasında da çalışmanın teorik anlamda geliştirilmesi adına kriterler ve kullanılan yöntemler için alternatifler üzerinde çalışılabilir. Bu ve benzeri çalışmalara ek olarak, sorgu sürelerinin de makul seviyelere çekilmesi için arayüzde kullanılan kodlamalar ve veri tabanı bağlantılarına dair güncellemelerin yapılması daha anlamlı hale gelecektir.

SEMBOLLER (SYMBOLS)

μ	Üyelik derecesi
m	Metre
W	Watt

KISALTMALAR (NOMENCLATURE)

FSQL	Bulanık Yapısal Sorgulama Dili
GEFRED	Bulanık İlişkisel Veri Tabanlarının Genelleştirilmiş Modeli
PFSQL	Önceliklendirmeli FSQL
SQL	Yapısal Sorgulama Dili

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. İlhan, S. ve Duru, N., “Bulanık Mantık Temelli Esnek Sorgulama Aracı”. **TBV - Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi**, Cilt 1, No 1, 1-8, 2005.
2. Kahraman, C., Gülbay M. ve Kabak Ö., “Applications of Fuzzy Sets in Industrial Engineering: A Topical Classification”, **Studies in Fuzziness and Soft Computing**, Cilt 201, No 1, 1-55, 2006.
3. Elmasri, R., Navathe, S., B., **Fundamentals of Database Systems**, Addison Wesley, Boston, A.B.D., 2011.
4. Choi, D. Y. ,“Enhancing The Power of Web Search Engines By Means of Fuzzy Query”, **Decision Support Systems**, Cilt 1, No 35, 31-44, 2003.
5. Hudec, M., “An Approach to Fuzzy Database Querying, Analysis and Realisation”, **ComSIS**, Cilt 6, No 2, 127-140, 2009.
6. Hudec, M., “Fuzzy Improvement of The SQL”. **Yugoslav Journal of Operations Research**, Cilt 21, No 2, 239-251, 2011.
7. Zhang, Y-C., Chen, Y-F., Ye X-L. ve Zheng J-L., **Fuzzy Systems and Knowledge Discovery**, Springer, Berlin, Almanya, 2005.
8. Kuşçu, D., **Karar Verme Süreçlerinde Bulanık Mantık Yaklaşımı**, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
9. Cheng-Hsuing, W.,“Mining Fuzzy Specific Rare Item Sets for Education Data”. **Knowledge-Based System**, Cilt 24, No 5, 697-708, 2011.
10. Carrasco, R. A., Vila, M. A. ve Galindo, J., “FSQL: A Flexible Query Language for Data Mining”, **Enterprise Information Systems**, Cilt 5, No 1, 68 -74, 2003.
11. Galindo, J., Medina, J., Cubero, J. ve Garcia, M., “Relaxing The Universal Quantifier of The Division In Fuzzy Relational Databases”, **International Journal of Intelligent Systems**, Cilt 16, No 6, 713-742, 2001.
12. Tahani V., “A conceptual framework for fuzzy query processing; a step toward very intelligent database systems”, **Inf. Processing and Management**, Cilt 13, 289-303, 1977.
13. Bosc, P., ve Pivert, O., “SQLf: A Relational Database Language For Fuzzy Querying”, **Fuzzy Systems**, Cilt 3, No 1, 1-17, 1995.
14. Mutlu, T., **Bulanık Olmayan Veri Tabanı Sistemleri İçin Bir Bulanık Sorgulama Aracı**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996.
15. Rasmussen, D., Yager R., “Summary SQL - A fuzzy tool for data mining”, **Intelligent Data Analysis**, Cilt 1, No 4, 49–58, 1997.
16. Asar, B., **Standart Veritabanı Sistemlerinde Bulanık Küme Yaklaşımı ile Esnek Sorgulama**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1999.
17. Kacprzyk, J., Pasi G., Vojtáš P. ve Zadrozny S., “Fuzzy Querying: Issues and Perspectives”. **Kybernetika**, Cilt 36, No 6, 605-616, 2000.
18. Szczepaniak, P., S., Segovia, J., Zadeh, L.,A., **Intelligent Exploration of the Web**, Cilt 111, Physica-Verlag Heidelberg, Berlin, Almanya, 2003.
19. Branco, A., Evsukoff, A., Ebecken, N., “Generating Fuzzy Queries From Weighted Fuzzy Classifier Rules”, **ICDM workshop on Computational Intelligence in Data Mining**, A.B.D., 21-28, 2005.
20. Ertuğrul, İ., “Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı”, **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 20, No 1, 155-176, 2006.
21. Skrbic, S., Rackovic, M., “PFSQL: A fuzzy SQL Language With Priorities”, **Proc. of PSU-UNS, Int. Conf. on Engineering Technologies, ICET**, Novi Sad, 58-63, 2009.
22. Mishra, J.,“Fuzzy Query Processing”, **International Journal of Research and Reviews in Next Generation Networks**, Cilt 1, No 1, 2011.
23. Ata, A. ve Kurnaz, S., “Bulanık Veri Tabanı ve Bulanık Sorgular Kullanılarak, İnsan Kaynakları Aday Seçme Sistemi Modelinin Oluşturulması ve Uygulanması”, **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, Cilt 5, No 1, 41-52, 2011.
24. Skrbic, S., Rackovic M. ve Takaci A., “The PFSQL Query Execution Process”, **Novi Sad Journal of Mathematics**, Cilt 41, No 2, 161-179, 2011.
25. Koyuncu, M., “Intelligent Fuzzy Queries for Multimedia Databases”, **International Journal of Intelligent Systems**, Cilt 26, No 10, 930–951, 2011.
26. Skrbic, S., Rackovic M. ve Takaci A., “Prioritized Fuzzy Logic Based Information Processing in Relational Databases”, **Knowledge-Based Systems**, Cilt 38, No 1, 62-73, 2013.
27. Borjas, L., Ramírez, J., Rodríguez, R., Tineo, L., “Automated system for tests preparation and configuration using fuzzy queries”, **Studies in Computational Intelligence**, Cilt 577, Editörler: Madani K., Correia A. D., Rosa A., Filipe J., 199-212, 2014.
28. Wang, H, M., Zongmin, M., “RDF fuzzy querying with relative quantifiers”, **Journal of Northeastern University**, Cilt 35, No 3, 342-346, 2014.
29. Carrasquel, S., Rodríguez, R., Tineo, L., “Queries with grouping based on similarity”, **Ingeniare**, Cilt 22, No 4, 517-527, 2014.
30. Duraciová, R., “Implementation of the selected principles of the fuzzy set theory into spatial database system and GIS”, **SGEM2014**

- Conference Proceedings**, Bulgaristan, 627-634, 2014.
31. Munoz-Hernandez, S., Pablos-Ceruelo, V., “FleSe: A Tool for Posing Flexible and Expressive (Fuzzy) Queries to a Regular Database”, **Distributed Computing and Artificial Intelligence, 11th International Conference**, Cilt 290, Editörler: Omatu, S., Bersini, H., Corchado, J.M., Rodríguez, S., Pawlewski, P., Bucciarelli, E., 157-164, 2014.
 - Pivert, O., Smits, G., Thion, V., “Expression and Efficient Processing of Fuzzy Queries in a Graph Database Context”, **Fuzz-IEEE'15: 24th IEEE International Conference on Fuzzy Systems**, 2015.
 32. Pivert, O., Smits, G., “How to Efficiently Diagnose and Repair Fuzzy Database Queries that Fail”, **Fifty Years of Fuzzy Logic and its Applications**, Cilt 326, Editörler: Tamir, Dan E., Rische, Naphtali D., Kandel, Abraham, Springer International Publishing, 499-517, 2015.
 33. Gupta, M., M., Solo, A.M.G., “Important New Terms and Classifications in Uncertainty and Fuzzy Logic”, **Fifty Years of Fuzzy Logic and its Applications**, Cilt 326, Editörler: Tamir, Dan E., Rische, Naphtali D., Kandel, Abraham Springer International Publishing, 153-168, 2015.
 34. Kacprzyk, J., Zadrozny, S., “Compound Bipolar Queries: A Step Towards an Enhanced Human Consistency and Human Friendliness”, **Challenges in Computational Statistics and Data Mining**, Matwin, S., Mielniczuk, J., Springer International Publishing, 93-111, 2016.
 35. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/29954528.asp>, (15/09/2015)
 36. http://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT/1/Documents/Sayfalar/Stratejik_Plan/Str_Pln_2013-2015.pdf, **Bilgi Teknolojileri ve İletişimi Kurumu, 2013-2015 Stratejik Planı** (17/09/2015)
 37. Ross, T., J., **Fuzzy logic with engineering applications**, Wiley, A.B.D., 2010.
 38. Alcalá, R., Casillas, J., Cordon, O., Herrera, F., Zwir, S. J. I., “Techniques for Learning and Tuning Fuzzy Rule-Based Systems for Linguistic Modeling and their Application”, **Knowledge Based Systems**, Cilt 3, No 29, 889-941, 1999.
 39. Nikravesh, M. ve Azvine B., “Fuzzy Queries, Search and Decision Support System”, **Soft Computing**, Cilt 6, No 5, 373-399, 2002.