

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİNE YÖNELİK
KONUMSAL VERİTABANI TASARIMI: İSKİ ÖRNEĞİ

Azize ERCİYES

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Uzaktan Algılama ve CBS Programı

Danışman

Prof. Dr. Mehmet ALKAN

Temmuz, 2024

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİNE YÖNELİK KONUMSAL
VERİTABANI TASARIMI: İSKİ ÖRNEĞİ**

Azize ERCİYES tarafından hazırlanan tez çalışması 22.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Uzaktan Algılama ve CBS Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet ALKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet ALKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Adı Atınç PIRTI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Alper KUÇAK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Mehmet ALKAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Altyapı Bilgi Sistemlerine Yönelik Konumsal Veritabanı Tasarımı İSKİ Örneği” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Azize ERCİYES

İmza



Eşime
ve
çocuklarıma...

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması boyunca beni yönlendiren, destekleyen ve ilham veren birçok kişi ve kuruluşa teşekkür etmek isterim.

İlk olarak, tez çalışmamın başından sonuna kadar ilgisi, yönlendirmeleri ve değerli önerileriyle beni destekleyen danışmanım Mehmet ALKAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yönlendirmeleri ve bilgi birikimi sayesinde bu çalışmanın kalitesini arttırmama olanak sağladı.

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) ekibine, konumsal veritabanı tasarımı konusundaki özverili katkıları için teşekkür ederim. İSKİ’nin altyapı bilgi sistemlerine yönelik bu çalışmada, sahadaki uygulama deneyimleri ve veri sağlama süreçlerindeki destekleri büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada kullanılan verileri sağlayan ve bu konuda yardımlarını esirgemeyen ilgili tüm paydaşlara teşekkür ederim. Bu veriler, tezin gerçek dünya uygulamalarına dayalı güçlü bir temel oluşturmaya katkıda bulundu.

Ayrıca, beni maddi ve manevi olarak destekleyen aileme ve sevdiklerime teşekkür ederim. Sabırları, anlayışları ve cesaretlendirmeleri olmadan, bu tez çalışmasının başarıya ulaşması mümkün olmazdı.

Son olarak, bu akademik yolculuğumda benimle olan tüm öğretim üyelerine, meslektaşlarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Sizlerin değerli görüşleri ve paylaşımları, bu çalışmanın gelişmesine ve olgunlaşmasına önemli katkılar sağladı.

Tez sürecindeki tüm destekleriniz için hepinize en içten teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla,

Azize ERCİYES

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
HARİTA LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1 GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	3
2 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	5
2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi Tanımı.....	5
2.1.1 Konu İle İlgili Kaynak Özetleri	10
2.1.2 CBS Uygulama Alanları	12
2.2 Türkiye ve Dünya Ülkelerinde CBS Altyapı Uygulama Örnekleri	16
2.2.1 Dünyadaki Uygulamaları	16
2.2.2 Türkiye’ deki Uygulama Örnekleri	21
3 ALTYAPI VE BİLGİ SİSTEMİ	28
3.1 Altyapı ve Bilgi Sistemin Tasarımına Duyulan İhtiyaç	28
3.2 Altyapı ve Bilgi Sistemin Tasarımında Proje, İmlat ve İşletiminde Yaşanan Sorunlar	29
3.3 İdeal Altyapı Yönetimi.....	31
3.4 Gereksinim Analizi	32
3.5 Altyapı Bilgi Sistemi Veritabanı Modeli	33
3.5.1 Varlık – İlişki Modeli	34
3.5.2 İlişkisel Veri Modeli	35
3.6 Kullanılacak Veritabanının Oluşturulması.....	36
3.7 İSKİ Alt Yapı Bilgi Sistemi (İSKABİS).....	42
4 UYGULAMA	60
4.1 Sorgu ve Analizler	60
5 SONUÇ	68
KAYNAKÇA	76
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	76

KISALTMA LİSTESİ

ABS	Altyapı Bilgi Sistemi
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BÖHHBÜY	Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CABS	Coğrafi Altyapı Bilgi Sistemi
CAD	Computer Aided Design
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
GDWER	Suudi Arabistan Krallığı Doğu Bölgesi Su İşleri Genel Müdürlüğü
GIS	Geographic Information System
GPR	Ground Penetrating Radar
GPS	Global Positioning System
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
İSKABİS	İstanbul Su ve Kanalizasyon Altyapı Bilgi Sistemi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
LADM	Arazi İdaresi Temel Modeli (Land Administration Domain Model)
SCADA	Gözetim Kontrolü ve Veri Toplama(Supervisory Control And Data Acquisition)
Vİ	Varlık İlişki

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Cbs'nin beş bileşenden oluşan yapı haritası [16]	10
Şekil 2.2 Cbs uygulama alanları [25].....	13
Şekil 2.3 Kentucky altyapı haritası görseli [28].....	18
Şekil 2.4 Gdwer scada entegrasyonu iş akış şeması [30].....	20
Şekil 2.5 Sorun bulunan bölgenin cbs altyapı sisteminde gösterilmesi [31].....	21
Şekil 2.6 Buski bileşenleri [14]	23
Şekil 2.7 Buski içme suyu cbs altyapı harita örneği [12].....	25
Şekil 2.8 Aybis ile takbis entegrasyonun ekran görüntüsü	26
Şekil 3.1 Çeşitli vi diyagram sembollerin gösterimi [38]	35
Şekil 3.2 İlişkisel veri modelin örnek gösterimi.....	36
Şekil 3.3 İçme suyu varlık ilişki veritabanı modeli	38
Şekil 3.4 Atıksu varlık ilişki veritabanı modeli.....	39
Şekil 3.5 Yağmur suyu varlık ilişki veritabanı modeli.....	40
Şekil 3.6 İçme suyu hattı ilişkisel veritabanı tasarımı tablosu	41
Şekil 3.7 İski altyapı bilgi sistemi idari yapısı [11]	44
Şekil 3.8 İskabis kullanılan teknolojiler [11].....	45
Şekil 3.9 İskabis uygulamasının yapıldığı görselin ekran görüntüsü.....	46
Şekil 3.10 İskabis bina kimlik no ve abone takip ekran görüntüsü	50
Şekil 3.11 İskabis endüstriyel tesis uydu fotoğrafı	52
Şekil 3.12 İskabis emlak ve üstyapı bilgilerin veritabanı	53
Şekil 3.13 Ulusal adres veri tabanı ve iskabis entegrasyonu görüntüsü	55
Şekil 3.14 İskabis arıza takip ve kontrol veri takip sistemi	56
Şekil 3.15 İskabis spatial uygulama veri tabanı örneği.....	58
Şekil 4.1 İskabis içmesuyu sorgu ekranı	60
Şekil 4.2 içmesuyu hatlarının grafik olarak gösterilmesi.....	61
Şekil 4.3 içmesuyu hatlarının tablo olarak gösterilmesi	61
Şekil 4.4 İskabis atıksu hatlarının grafik olarak gösterilmesi.....	62
Şekil 4.5 İskabis atıksu hatlarının tablo olarak gösterilmesi	63
Şekil 4.6 İskabis yağmursuyu hatlarının grafik olarak gösterilmesi.....	64
Şekil 4.7 İskabis yağmursuyu hatlarının tablo olarak gösterilmesi.....	65
Şekil 4.8 Emlak sorgu ekranı	66
Şekil 4.9 Emlak sorgu ekranı	66
Şekil 4.10 Hazır sorgu ekranı.....	67

HARİTA LİSTESİ

Harita 3.1 İskabis halihazır harita görselinden bir kesit.....	47
Harita 3.2 İskabis kaçak-kayıp takibinin ekran görüntüsü	49



Altyapı Bilgi Sistemlerine Yönelik Konumsal Veritabanı Tasarımı: İSKİ Örneği

Azize ERCİYES

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Uzaktan Algılama ve CBS Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ALKAN

Bu çalışma, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) bünyesinde geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması İSKABİS'in sorgu ve analiz bölümünü incelemiştir. Bu bölüm, içme suyu, atıksu, yağmursuyu ve emlak verilerine erişerek çeşitli sorgulamalar yapılmasını ve bu verilerin grafik veya tablo formatında görüntülenmesini sağlayan bir arayüz sunmaktadır.

Çalışmanın sonuçları, İSKABİS'in İstanbul'un su ve kanalizasyon altyapısının izlenmesi ve yönetilmesinde önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Kullanıcılar, belirli bir bölgedeki hatların özelliklerini sorgulayarak detaylı bilgi edinebilmekte ve bu bilgileri raporlar halinde sunabilmektedirler. Özellikle atıksu ve yağmursuyu hatlarının izlenmesi, çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve altyapı yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

Emlak sorgu ekranı, şehir planlaması ve arazi kullanımı açısından önemli bir araçtır. Kullanıcılar, belirli bir bölgedeki emlak verilerini sorgulayarak arazi kullanımı, mülkiyet durumu ve parsellerin özellikleri hakkında bilgi edinebilirler.

Bu bilgiler, şehir planlaması projelerinde ve altyapı çalışmalarında önemli bir kaynak teşkil etmektedir.

Hazır sorgu ekranı, kullanıcıların daha önceden tanımlanmış sorgulara erişerek hızlı bir şekilde bilgiye ulaşmalarını sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle rutin sorguların sıklıkla yapılması gereken durumlarda kullanıcıların zaman tasarrufu yapmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma İSKABİS'in sorgu ve analiz bölümünün İstanbul'un su ve kanalizasyon altyapısının yönetimi ve şehir planlaması açısından önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir. Gelecekteki çalışmalar için, coğrafi bilgi sistemlerinin ve altyapı bilgi sistemlerinin daha da geliştirilmesi ve entegrasyonunun sağlanması önerilmektedir. Bu, altyapı yönetiminin daha da iyileştirilmesine ve karar alma süreçlerinin daha etkin hale getirilmesine olanak sağlayabilir. Ayrıca, teknolojik ilerlemelerin takip edilmesi ve uygulanabilirliğinin araştırılması da gelecekteki çalışmalar için önemli bir alan olabilir.

Anahtar Kelimeler: Altyapı, Coğrafi Bilgi Sistemi, İSKİ, İSKABİS

Designing Spatial Databases for Infrastructure Information Systems: The Case of ISKI

Azize ERCİYES

Department of Geomatic Engineering

Master of Science

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ALKAN

This study examines the query and analysis section of the Geographic Information System (GIS) application ISKABIS developed within the Istanbul Water and Sewerage Administration (ISKI). This section provides an interface for accessing drinking water, wastewater, stormwater, and real estate data and conducting various queries, displaying this data in graphic or tabular format.

The results of the study indicate that ISKABIS is an important tool for monitoring and managing Istanbul's water and sewerage infrastructure. Users can obtain detailed information by querying the characteristics of lines in a specific area and present this information in the form of reports. Monitoring wastewater and stormwater lines is particularly critical for assessing environmental impacts and infrastructure management.

The real estate query screen is an important tool for urban planning and land use. Users can query real estate data in a specific area to obtain information about land use, ownership status, and parcel characteristics. This information serves as a significant resource for urban planning projects and infrastructure works.

The ready query screen enables users to quickly access information by accessing predefined queries. This feature particularly facilitates time savings for users in cases where routine queries need to be frequently performed.

In conclusion, this study demonstrates that the query and analysis section of ISKABIS is an important resource for managing Istanbul's water and sewerage infrastructure and urban planning. For future studies, it is recommended to further develop and integrate geographic information systems and infrastructure information systems. This could contribute to further improvement in infrastructure management and making decision-making processes more effective. Additionally, exploring technological advancements and their applicability would be an important area for future research.

Keywords: Infrastructure, Geographic Information System (GIS), Istanbul Water and Sewerage Administration (ISKI), ISKABIS

1.1 Genel Bilgiler

İnsanların yaşam şartlarını kolaylaştırmak ve toplumsal düzenin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla çeşitli disiplinler ve meslek dalları ortaya çıkmaktadır. Bu disiplinler ve iş kolları, insanların günlük yaşamlarını daha verimli hale getirmek için sürekli olarak gelişmektedir. Tarih boyunca disiplinler, toplumsal hayatın karmaşıklılaştıkça işlevlerini etkin bir şekilde yerine getirmek için daha hızlı ve doğru kararlar almalarına rehberlik etmektedir [1].

Eğitim, teknoloji, sağlık ve iletişim gibi alanlarda uzmanlaşmış birçok meslek dalı, toplumsal hayatın çeşitli yönlerini etkilemektedir. İnsanların ihtiyaçları ve talepleri doğrultusunda ortaya çıkan yeni meslekler, toplumun dinamik yapısına uyum sağlamak için sürekli olarak çeşitlenmektedir.

İnsanlar, yaşamlarını daha rahat hale getirmek, kaynakları verimli kullanmak ve hayat kalitesini yükseltmek için bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinimi karşılamak amacıyla, teknolojinin ilerlemesiyle beraber, yönetim bilgi sistemleri, karar destek sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri gibi çeşitli bilgi sistemleri geliştirilmiştir.

Coğrafi sistemler üzerine geliştirilen sistemler, yerel yönetimlerin planlama çalışmalarının ötesinde acil mühendislik müdahaleleri ve belediyecilik hizmetlerinin düzenli bir şekilde planlanması için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) önemli bir araçtır. [2]. Ancak, kent içindeki altyapıyla ilgili sorunlar genel olarak kurum ve kuruluşların birbirleriyle iletişim halinde olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu koordinasyon eksikliğini gidermek ve altyapı tesislerinin etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamak amacıyla, Altyapı Bilgi Sistemleri (ABS) konumsal veri tabanları kullanmaktadır.

Günümüzde şehirlerin hızla büyümesi ve teknolojinin ilerlemesi, altyapı yönetimi için daha karmaşık ve etkili çözümler gerektirmektedir. Bu bağlamda, su ve kanalizasyon gibi temel altyapı sistemlerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için bilgi teknolojileri büyük bir önem kazanmaktadır. Altyapı tesislerinde oluşabilecek sorunların kent ve insan yaşamını olumsuz yönden etkilenmesini önlemek üzere

altyapı sistemlerinin teknolojik olarak geliştirilmesi ve sayıların artması insan yaşamının kentlerdeki kalitesini en üst seviyeye çıkarmaktadır [3].

Altyapı Bilgi Sistemleri (ABS) ve Konumsal Veritabanları, bu ihtiyaçları karşılamak üzere tasarlanan güçlü araçlardır [4]. Bu tez, (İSKİ) İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi örneği üzerinden, altyapı bilgi sistemlerine yönelik konumsal veritabanı tasarımını ele almaktadır.

Günümüzde, şehirlerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi için su ve kanalizasyon sistemlerinin etkin bir şekilde işlemesi kritik bir öneme sahiptir. Bu sistemlerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi, geniş bir coğrafi alana yayılmış verilerin düzenli ve hızlı bir şekilde işlenmesini gerektirmektedir. Bu noktada konumsal veritabanları, coğrafi konumu temel alarak verileri organize etme ve sorgulama kapasitesiyle ön plana çıkmaktadır [5].

İSKİ, İstanbul'un su ve kanalizasyon hizmetlerini yürüten önemli bir kamu kuruluşudur. Bu kuruluşun operasyonlarını daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetebilmek için konumsal veritabanlarının kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu tez, İSKİ'nin altyapı bilgi sistemlerine yönelik bir konumsal veritabanı tasarımını detaylı bir şekilde incelemekte ve önermektedir. Bu tasarım, İSKİ'nin su ve kanalizasyon sistemleri üzerinde daha hızlı ve etkili kararlar almasına yardımcı olacaktır.

Hazırlanan çalışmada, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) örneğinde, altyapı bilgi sistemlerine yönelik konumsal veritabanı tasarımını ele alacaktır. İSKİ'nin büyük çaplı altyapı tesislerinin uzunluğu ve karmaşıklığı göz önüne alındığında, coğrafi veri tabanlarının kullanımı, altyapı sorunlarının hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesine katkı sağlamaktadır. Çalışmada, altyapı bilgi sistemlerinin genel bir bakışını sunacak, ardından konumsal veritabanlarının teorik temellerini ele alacak ve İSKİ'nin ihtiyaçlarına yönelik özel bir tasarım önerisi sunacaktır. Bu çalışma, İstanbul'un temel altyapı hizmetlerini daha güvenilir ve verimli bir şekilde sunma yolunda önemli bir adım olarak değerlendirilecektir.

Genel bir bağlam sağlamak amacıyla bilgi sistemlerinin evrimine ve altyapı yönetimindeki zorluklara vurgu yapmış, ardından İSKİ örneğindeki altyapı bilgi sistemine yönelik konumsal veritabanı tasarımının önemini vurgulamıştır. Tezin devamında, İSKİ'nin altyapı bilgi sistemi için kullanılan coğrafi veri standartları,

politikalar ve teknolojilerin birlikte nasıl çalışabileceğini ve etkili bir şekilde nasıl paylaşılabileceğini inceleyen detaylı bir analiz sunulacaktır. Bu çalışma, İSKİ'nin altyapı bilgi sistemini, coğrafi veri standartları ve CBS uygulamalarının entegrasyonu ile nasıl güçlendirebileceğini inceleyerek, altyapı yönetimindeki koordinasyon eksikliğini azaltmayı ve kriz anlarında çözümleri hızlandırmayı hedeflemektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın esas amacı, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) kullanım alanlarının genişlemesiyle birlikte altyapı bilgi sistemlerine yönelik ilginin ve talebin artması bağlamında, bir bölge üzerinde etkili bir altyapı bilgi sistemi olan İSKABİS'in sürdürülebilirliğini, ayrıca İstanbul ilindeki içme suyu, atık su, dere ıslahları, yağmur suyu hatları, içme suyu depoları ile içme suyu ve atık su terfi merkezlerinin konumlarının sorgulanabilir ve analiz edilebilir olmasını sağlamayı hedeflemektedir.

Çalışma, CBS teknolojisinin sunduğu avantajlar çerçevesinde, altyapı bilgi sistemlerinin bir bölge üzerinde en doğru ve güncel verilerin anlık görüntülenebilmesi, maliyet analizlerinin yapılabilmesi, istatistiksel verilerin hızlı bir şekilde sunulması, kayıp – kaçak ile mücadelede etkin rol oynaması, bugünün ve geleceğin en doğru şekilde planlanabilmesi gibi konulardaki potansiyel faydalarını ele almaktadır.

Tez kapsamında, altyapı bilgi sistemi oluşturulurken arazi verilerinin toplanması aşamasındaki zorluklar ve eksiklikler detaylı bir şekilde incelenmiş, ayrıca bir altyapı bilgi sisteminin sahip olması gereken temel özellikler ile uygulama için gereken yazılım ve donanımlar incelenmiştir. Bu bağlamda, İSKABİS'in İstanbul ili içerisinde bir bölgede başarıyla uygulanması üzerinden, bu sistemin diğer illere örnek olabilecek bir model olup olmadığı üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Çalışma, sahada kâğıt üzerinde gelişigüzel olarak işlenmiş verilerin neden olduğu yanlışlıkları en aza indirerek, zamandan tasarruf sağlamayı, projelerin hızlı ve verimli bir şekilde yapılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Oluşturulan sistem, farklı kullanıcı profillerinin her türlü ihtiyacına cevap verebilecek

esneklikte tasarlanmıştır, böylece çalışma bölgesinde yeni veri toplama ve mevcut verilerin güncellenmesi işlemleri daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilecektir. Bu çerçevede, tezin sonuçları altyapı bilgi sistemlerinin genel etkinliği ve farklı bölgelerde uygulanabilirliği konusunda bilgi sağlayarak, gelecekteki benzer projeler için rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.



2 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi Tanımı

Zamanımızda hızlıca ilerleyen bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), insanların yaşam tarzlarını kökten değiştirmekte ve bir dizi yeniliği beraberinde getirmektedir. Bilgi çağının gelişimiyle birlikte, bireyler sadece yaşam kalitelerini artırmak ve temel ihtiyaçlarını karşılamakla kalmamış, aynı zamanda hizmetlerin daha etkili ve verimli bir şekilde sunulmasını da beklemektedirler. İnternetin günlük yaşantımıza entegre olması, bilgiye erişim sınırlarını önemli ölçüde kaldırdığı için bilgi paylaşımını kolaylaştırmakta ve yeni teknolojilerin benimsenmesini hızlandırmaktadır. Bu durum, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler içerisindeki bilgiye ulaşma mesafesini büyük ölçüde azaltmıştır. Sınırlı kaynaklarımızı daha verimli bir şekilde yönetme ihtiyacı, bilgi teknolojileri alanındaki araştırmalara ivme kazandırmıştır. Yerel ve merkezi yönetimlerin, kentsel gelişmenin sağlıklı ve sürdürülebilir olabilmesi için gelişmiş teknolojik imkanlardan faydalanmaları artık kaçınılmaz bir gerekliliktir [6]. Bu bağlamda, güncel bilgi ve iletişim teknolojilerinin yerel yönetimlerde ve şehir planlamasında nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceği üzerine yapılan araştırmalar, kentsel dönüşüm süreçlerinde, altyapı yönetiminde ve kaynakların sürdürülebilir kullanımında çeşitli olanaklar sunmaktadır. Bu gelişmeler, kentlerin daha akıllı, daha sürdürülebilir ve daha yaşanabilir hale getirilmesi için teknolojinin entegrasyonunu vurgulamaktadır.

Bilgi teknolojisinin hızla gelişmesi, merkezi ve yerel yönetimlere birçok önemli fırsat sunmaktadır, bu fırsatlardan biri de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) dir. CBS, coğrafi verilerin toplanma süreci, depolanma durumu, sorgulanma düzeyi ve analizinin yapılması, verilerin aktarılması ve değişimi işlevlerini sağlayan bir bütün haline gelen coğrafi esaslara dayalı bir bilgi sistemidir. CBS alanındaki erken çalışmalar, 1963 yılında Kanada'da başlatılan envanter projeleriyle birlikte ülke arazilerinin büyüklüklerini ve kullanım türlerini belirlemek için yapılan çalışmalarla başlamıştır. Bu projeler, coğrafi bilgi sistemlerinin gelişiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Günümüz tarihinde ise 1963 yılından bu yana birikmiş

bilgi ve uydu teknolojilerinin katkısıyla, CBS gündelik hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir [7].

Coğrafi Bilgi Sistemleri, araştırma, planlama ve karar alma süreçlerinde gereken coğrafi verilerin etkin bir biçimde yönetilmesini ve kullanılmasını sağlayan bir altyapıdır. Bu sistem, coğrafi veritabanları, personel, donanım, yazılım, standartlar ve yöntemlerin entegre olacak şekilde çalışmasını içermektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, yerel yönetimler, tarım, orman yönetimi, turizm, peyzaj tasarımı, jeoloji, güvenlik, savunma, arkeoloji, nüfus analizi, kentsel ve bölgesel planlama, eğitim planlaması, çevre yönetimi ve sağlık politikaları vb. farklı sektörlerde geniş bir uygulama yelpazesi sunmaktadır. Bu sistemler, coğrafi verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi gibi işlemleri yöneterek, karar alma süreçlerine değerli katkılar sağlarlar [8, 9].

CBS'nin kullanımı, verilerin coğrafi temele dayalı olarak daha etkili bir şekilde yönetilmesini, analiz edilmesini ve bu bilgilerin karar alma süreçlerinde kullanılmasını sağlar. Bu da planlama, yönetim ve uygulama süreçlerinin daha etkin ve sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanır. Bu nedenle, CBS, günümüzde birçok sektörde veri tabanlı karar almada elzem bir araç haline gelmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), geniş bir kullanıcı kitlesine hitap ettiği ve farklı meslek gruplarından insanlar tarafından çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanıldığı için çok çeşitli tanımlamalara tabi tutulmaktadır [10]. Bu çeşitli tanımlamalara bağlı olarak, CBS'nin bir araç, bir sistem veya bir yönetim tarzı olarak nitelendirildiği farklı bakış açıları mevcuttur.

Bazı uzmanlara göre, CBS "coğrafi bilgi sistemlerinin tamamını kapsayabilen ve coğrafi bilgiyi analiz edebilen bir kavram" diye tanımlanır. Diğer görüşlere göre ise, CBS "konumsal bilgileri dijital formata dönüştüren bilgisayar destekli bir araçtır." Bir grup yöneticiye göre ise, CBS "bir organizasyona destek sağlayan bir veri tabanı yönetim sistemi" olarak nitelendirilir. CBS'nin bir "araç" mı ya da bir "sistem" mi olduğuna dair bu çeşitli yaklaşımlar, CBS'nin uygulama alanının daha iyi anlaşılabilmesi için önemlidir. CBS, bilgi teknolojileri kullanılarak konum bilgilerini dinamik bir şekilde işleyen bir yönetim yaklaşımıdır, coğrafi verilerin

etkin kullanımını sağlayan bir sistem olarak da tanımlanabilir. CBS, uzaktan algılama, bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli kartografya, veri tabanı yönetim sistemleri, uzaktan algılama ve veri tabanı yönetim sistemleri gibi diğer bilgi sistemleriyle ilişkilidir. Ancak, CBS'yi diğer sistemlerden ayıran temel özellikler arasında "coğrafi analiz yapma" ve "yeni bilgi üretme" yetenekleri öne çıkar [11].

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekansal ve mekansal olmayan veriler arasında bulunan ilişkilerin analiz edilebilmesi için etkili bir sistem olarak ön plana çıkmaktadır. Yerel ve merkezi ölçekteki yönetimler için politika belirleme süreçlerinde, CBS'nin kullanımı önemli kazançlar sağlamaktadır. CBS, çevre ve doğal kaynak yönetimi alanında uzun süredir geniş bir kullanım alanına sahip olmuşken, günümüzde kamu politikalarının belirlenmesi ve uygulanmasında da yeni ufuklar açmaktadır.

CBS, internet ve web teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, karar organları, vatandaşlar ve diğer kullanıcı gruplarına daha geniş bir erişim sağlama olanağı sunmaktadır. Bu durum, CBS'nin daha kurumsal bir bakış açısı ile irdelenmesi ve değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Günümüzde, gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı ABD ve Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, gelişmekte olan ülkelerde de, CBS'nin teknik ve yasal zorlukları aşarak kamu politikalarının belirlenmesi ve uygulanmasında etkin bir rol oynaması için baskı oluşturmuştur. Bu teknolojinin kamu kurumları tarafından daha aktif bir şekilde kullanılabilmesi, politika oluşturma ve uygulama süreçlerini daha verimli ve etkili kılabilir. CBS'nin sunduğu analitik yetenekler, yerel ve merkezi yönetimlerin karar alma süreçlerine daha fazla katılım, daha doğru veri analizi ve daha etkili politika oluşturma imkanı sağlamaktadır. Bu bağlamda, CBS'nin kurumsal uygulamaları ve kullanımı, gelecekte kamu politikalarının daha etkili bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayabilir [8, 9].

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), dünya genelindeki çeşitli problemlerin çözömlenmesine yönelik olarak, konuma entegreli karar verme süreçlerini destekleyen ve kullanıcılarına kolaylık sağlayan bir sistemdir.

Bu sistem, geniş ölçekli coğrafi dataların elde edilmesi, işlenmesi, yönetimi, depolanması, konumsal analizi, sorgulanması ve sunulması gibi işlevleri gerçekleştiren bir yapıdır. Personel, coğrafi veri, yöntemler ve elbette yazılım, donanımın bir araya getirilmesiyle oluşturulan bu sistem, verilerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar [12].

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), dünyanın karmaşık hale gelen problemlerine daha etkin ve pratik çözümler geliştirmeyi amaçlayan konuma dayalı bir model sunar. Bu sistem, konumsal bilgileri haritalar üzerinden erişilebilir kılar, ancak sadece harita üzerindeki konumsal bilgiye dayanmak yerine, belirlenen bir konuyla ilgili verilerle konumsal verilerin etkileşimini içeren bir altlık üzerinde geliştirilir [13].

CBS, harita bilgisi temelli işlemlerde veya konuma bağlı büyük hacimli verilerle çalışarak, bu verileri analiz eder ve elde edilen sonuçlara dayanarak doğru kararlar almayı mümkün kılar [14].

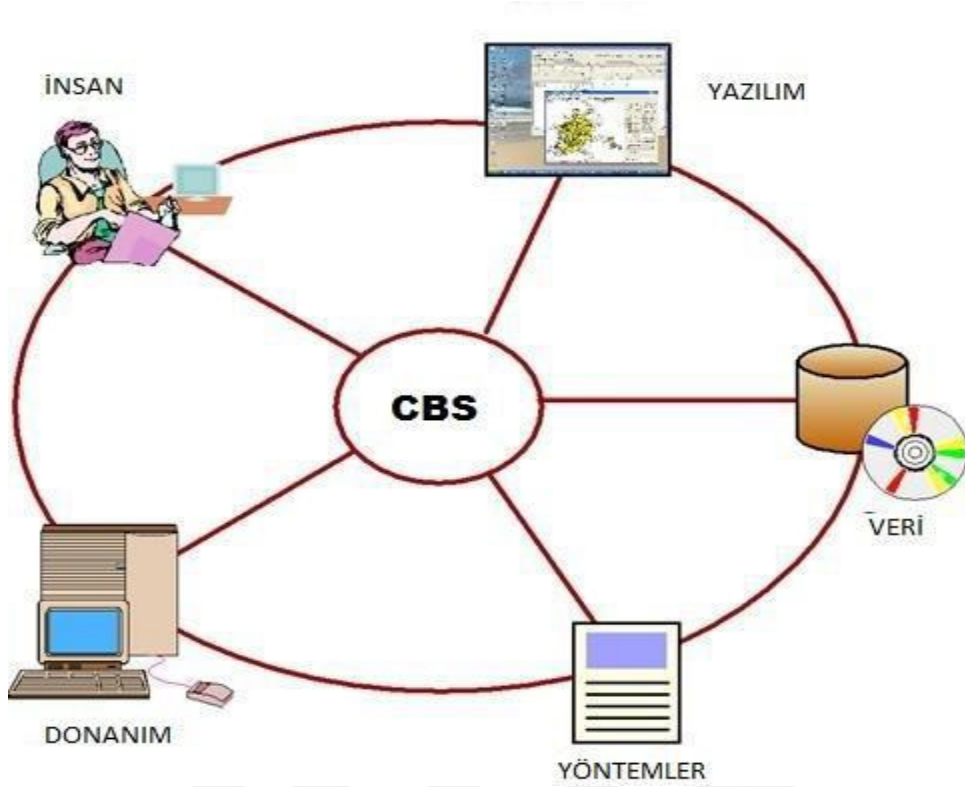
Sınıflandırma açısından, CBS öncelikle bir sistem olarak kabul edilir ve ardından bilgi sistemi kategorisi altında sınıflandırılır. Fonksiyonel olarak sınıflandırıldığında, teknoloji ve bilgi teknolojileri kategorilerinin altında yerini almaktadır. CBS, haritacılık, bilgisayar bilimleri ve coğrafya ile ilişkili bir teknoloji olarak, Coğrafi Veri Altyapısının bir parçası olan Bilgi Teknolojileri bileşenlerinden biridir [12].

Dünya genelindeki teknolojik gelişmelerin paralelinde ülkemizde de hızla yaygınlaşan önemli teknolojilerden biri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) olarak bilinir. CBS, konumsal analiz konusunda güçlü bir araç olarak çeşitli alanlarda yaygın bir şekilde kullanılır. Özel sektör, akademik araştırmalar ve kamu kurumları gibi birçok farklı disiplinde önemli bir yer edinmiştir. Bilhassa kentsel bölgesel planlama, mülkiyet yönetimi, peyzaj tasarımı, turizm, ormancılık, tarımsal uygulamalar, jeoloji, savunma, güvenlik, arkeoloji, yerel idareler, demografi, eğitim, çevre yönetimi ve sağlık alanlarında etkin bir şekilde uygulanmaktadır. Bu sistem, farklı sektörlerde ve disiplinlerde kritik bir unsur haline gelmiştir [12, 14].

Elektrik, su, gaz dağıtımı, telekom gibi altyapıyla ilgili planlamalarda ve işletmeler sırasında haritaların sayısal olarak kullanılması, CBS'nin bu organizasyonlarda vazgeçilmez bir parça haline gelmesine neden olmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemi,

çeşitli ölçeklerde, formatta ve içerikte haritalara duyulan ihtiyacı karşılamak adına, altyapı yatırımlarının planlanmasından işletilmesine kadar tüm aşamalarda önemli bir araçtır. CBS'nin benimsenmesi ve kullanılması, sayısal haritaların sisteme entegre edilmesiyle mümkün olmuş, bu sayede planlama, mühendislik hesaplamaları ve diğer birçok iş süreci daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir [10].

CBS, mekansal veriyle çalışan ve hem grafik hem de sayısal verileri bütünleştiren bir sistemdir. Bu sistem, verilerin toplanması, depolanması, ilişkilendirilmesi, sorgulanması ve analiz edilmesi süreçlerini kapsar, bu sayede problemlere çözüm üretir. Aynı zamanda coğrafi bilgilere hızlı, doğru ve kolay erişim sağlayarak, çeşitli konular için hazırlanmış verileri birbirleriyle ilişkilendirmekte ve çok yönlü analizler yapılmasına imkan tanımaktadır [15]. CBS, coğrafi veri ile çalışan ve grafik ile sayısal bilgileri entegre eden bir sistemdir. Bu sistem, veri toplama, depolama, ilişkilendirme, sorgulama ve analiz etme süreçlerini içerir ve bu sayede problemlere çözüm sunar. Ayrıca, coğrafi bilgilere hızlı, doğru ve kolay erişim sağlayarak, farklı konulara dair verileri birbirleriyle ilişkilendirir ve kapsamlı analizler yapılmasına olanak tanımaktadır [16]. Bu bileşenler şekil 2.1'de kavramsal haritası biçiminde verilmiştir.



Şekil 2.1 CBS'nin beş bileşenden oluşan yapı haritası [16]

2.1.1 Konu İle İlgili Kaynak Özetleri

Hameş ve Yalçınkaya (2013) araştırmalarında, İstanbul Gaz Dağıtım Anonim Şirketi (İGDAŞ)'nin kuruluş amaçlarına ve İGDAŞ Altyapı Bilgi Sistemleri (İGABİS)'nin doğalgaz varlıklarının yönetimindeki önemine odaklanmışlardır. Bu çalışma, CBS uygulamalarının İGABİS aracılığıyla doğalgaz varlıklarının verimli bir şekilde yönetilmesine nasıl katkıda bulunduğunu ve bu katkının sektöre sağladığı yararları ele almıştır.

Kurt ve Başa (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin yürüttüğü akıllı su yönetimi uygulamaları incelenmiştir. Bu uygulamalar arasında Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama (SCADA), CBS uygulamaları, Bilgi İşlem Altyapı Uygulamaları, Abone Yönetim Sistemi ve EBYS gibi unsurlar yer almaktadır. CBS'nin rolü üzerinden, Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin halka hızlı ve kaliteli su hizmeti sunma süreçleri ele alınmaktadır [17].

Ağuş (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye'de uygulanan Altyapı Bilgi Sistemleri (ABS) örnekleri analiz edilmiştir. ABS'lerin kurulumu ve kullanımıyla ilgili yaşanan sorunlar araştırılmış, çeşitli belediyelerin kullandığı ABS'lere odaklanılarak karşılaşılan zorluklar tartışılmıştır. Ayrıca, ABS'lerin entegrasyonu sayesinde ülke genelindeki yeraltı tesislerinin durumuna ilişkin doğru ve kapsamlı bilgilere ulaşmanın kolaylaşacağı vurgulanmıştır. [14].

Yomralıoğlu'nun (2000) "Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar" adlı çalışması, coğrafi bilgi sistemlerinin temel kavramlarından başlayarak kullanım alanlarına, veri elde etme yöntemlerinden maliyetine kadar birçok konuya açıklık getirmiştir. Kitap, coğrafi bilgi sistemlerini kullanacak olan uzman personelin belirlenmesinden, sistemden elde edilen bilgilerin sunumlara kadar geniş bir yelpazede bilgiler sunmaktadır [18].

Aydın ve diğerleri (2007) tarafından yapılan faaliyette, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)'nin İstanbul Su ve Kanalizasyon Altyapı Bilgi Sistemi (İSKABİS) uygulamalarının çalışma prensipleri ele alınmıştır. Bu uygulama, analiz yöntemleri ve geliştirilmiş sorgulamalarla donatılmış olup, Yönetim Bilgi Sistemi (YBS) ve Kent Bilgi Sistemi (KBS) ile birlikte çalışmaktadır. CBS tabana sahip projenin, kurumsal idarecilik çalışmalarına sunduğu faydalar vurgulanmıştır [19]. CBS tabanlı çalışmaların faydalarından en basit örneği; metropol şehirlerde altyapı ya da üst yapı hizmetlerinde meydana gelebilecek basit problemin konumunu belirlemede ve müdahale etmede hızlı veritabanına düşmesinde önemlidir.

Nahwani ve Husin'in (2021) çalışmasında, Bappenas şehrindeki içme suyu hatlarındaki kayıp ve kaçak su sızıntıları incelenmiştir. CBS kullanılarak, temiz su sızıntısının yoğun olduğu bölgeler haritalar üzerinde belirlenmiştir [20]. Bu çalışma, CBS'nin altyapıda temiz su sızıntısının etkili bir biçimde ele alınmasında realist stratejik tasarımın analizi ile mümkün olduğunu vurgulamaktadır.

Gül'ün (2018) çalışması ise, su dağıtım sistemlerindeki maliyetler ve su kaçaklarının indirgenmesine yönelik içme suyu dağıtım sistemlerinde öncelik alanlarının bulunması amaçlanmaktadır [21]. Su dağıtım sistemlerinde yaşanan sorunların analizleri yapılarak, işletme maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir.

Gök ve Fırat'ın (2021) çalışmasında, Malatya 2015-2019 yılları arasında atık su sisteminde meydana gelen sıkıntılar ele alınmıştır. Atık su sistemlerinin çevre ve insan sağlığı üzerinde kritik etkileri bulunduğu göz önüne alınarak, CBS kullanılarak meydana gelen arızaların değerlendirilmesi ve analizi yapılmıştır [22].

Kruszyński ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, atık su şebekesinin dizayn ve işletim sürecinin yoğun zaman ve emek alıcı olduğu belirtilmiştir. Bilgisayar destekli tasarımın kullanılmasının, tasarlanan sistemin daha doğru bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olduğu vurgulanmıştır. Belediye işletmelerinde bilgisayar modellemenin kullanımının artmasıyla, atık su bilgi sistemlerinin daha yaygın hale geleceği belirtilmiştir [23].

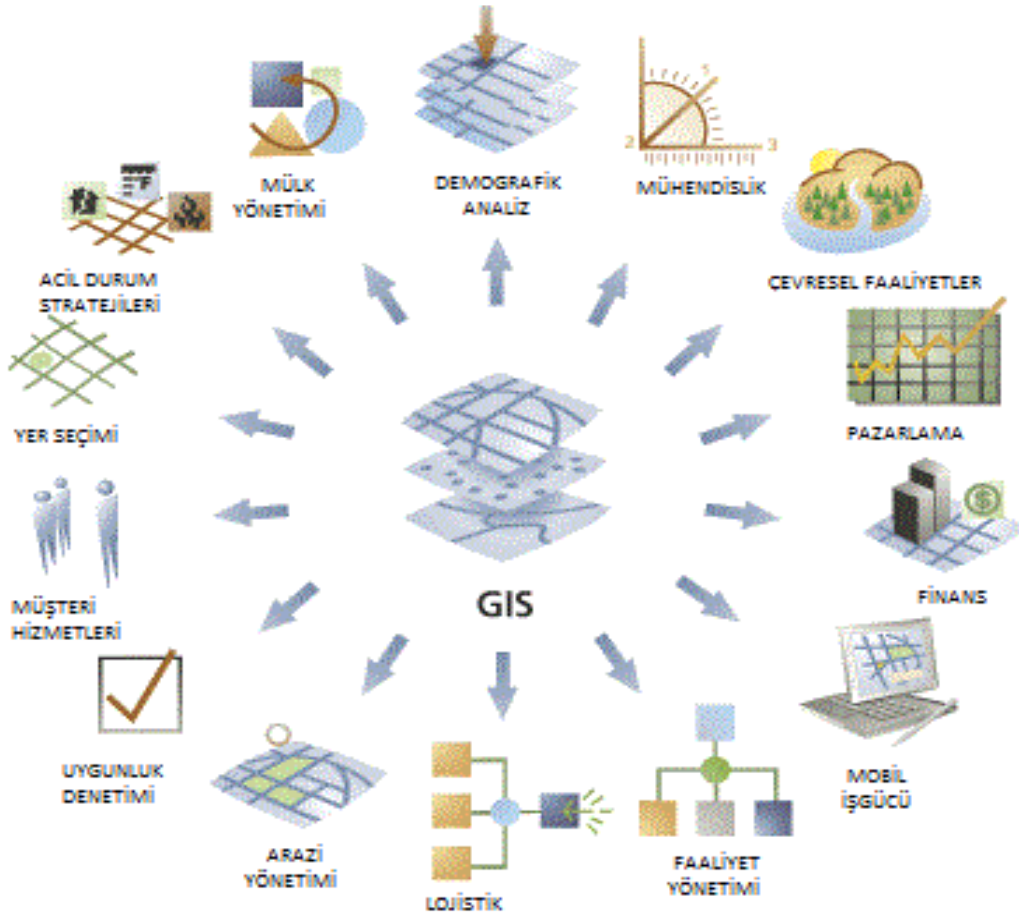
Ekin ve Çabuk'un (2011) çalışmasında ise, altyapı tesislerinin yapımı sırasında rastgele ve yerinde yapılan projelerin, diğer kuruluş ve kurumlara ait aynı güzergâhta yer alan hatlara negatif etkileri üzerinde durulmuştur [24]. Bu tür olumsuzlukların önüne geçebilmek için, sadece internet tarayıcıları üzerinden işleyen, kullanıcı dostu ve CBS tabanlı bir web uygulamasının geliştirilmiş olduğu belirtilmiştir. Bu uygulamanın, var olan gereksinimlere cevap verebildiği ve kurumlar arası işbirliğini artırmaya yönelik bir çözüm sunduğu vurgulanmıştır.

2.1.2 CBS Uygulama Alanları

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konuma dayalı yapılan analizleri yapma yeteneği ile birçok disiplinin benimsemesini ve mekânsal ilişkileri anlama çabalarını destekleyen bir sistemdir. Ülkemizde ve dünya genelinde, mekânla ilişkisi olan çeşitli disiplinler, CBS'nin gücünü fark etmiş ve mekânsal problemlerine çözüm arayışlarında bu teknolojiyi benimsemeyi kabullenmiş ve uygulamalarını geliştirmiştir.

CBS'nin yazılımsal ve donanımsal alanındaki gelişmeler, daha geniş bir kullanıcı kitlesinin bu teknolojiye yönelmesine neden olmuştur. Mekânsal analizlere duyulan ihtiyaç, internet ağının dünya çapında gelişimi ile birleştiğinde, web tabanlı dinamik yazılımların CBS içinde etkisini artırmış ve konumsal verilere internet üzerinden ulaşma ve sorgulama imkânı ortaya çıkmıştır. Bu durum, kurum ve kuruluşların yanı sıra bireylerin de CBS'nin avantajlarından faydalanmaya başlamasına olanak tanımıştır.

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, mekânsal verilerin ortak gereksinim olması nedeni ile farklı iş dallarında CBS uygulamaları yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknoloji, çeşitli disiplinlerin konumsal analizler, planlamalar ve kararlar almak için başvurduğu bir araç haline gelmiştir. CBS, coğrafi verilerin etkili bir şekilde yönetilmesi, analiz edilmesi ve paylaşılmasına olanak sağlayarak, birçok sektörde daha bilinçli ve bilgi odaklı kararların alınmasına katkıda bulunmaktadır.



Şekil 2.2 CBS uygulama alanları [25]

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), geniş bir uygulama yelpazesıyla birçok disiplinde kullanılmaktadır. Bu uygulama alanları şunlardır [14]:

Çevresel Uygulama Üzerine Unsurlar

- Çevre düzenlemesi ve planlaması
- Hava ve su kirliliği kontrolü
- Biyolojik çeşitliliğin korunması ve habitatların değerlendirilmesi
- İklim değişikliği analizleri

- Meteorolojik tahmin ve izleme
- Yer altı ve yerüstü kaynakların sürdürülebilirliği
- Su kaynakları yönetimi havza planlaması
- Doğrudan veya dolaylı olarak çevreyi etkileyen olayların değerlendirilmesi
- Doğal afetlerin izlenmesi ve müdahale stratejileri (deprem, fırtına, orman yangınları, sel, vb.,)
- Jeolojik araştırmalar ve değerlendirme
- Kıyı yönetimi.

Eğitim alanındaki uygulamalar şunları içerir:

- Eğitim programlarının planlanması
- Okur-yazarlık oranlarının ve bölge bölge dağılımının analizi
- Eğitim müesseselerinin kapasitesi ve coğrafi dağılımı
- Eğitim görenler ve öğretmen sayılarının analizi ve planlanması
- Eğitim başarısı ve gelişimi için yeterlilik analizleri

Sağlık alanındaki uygulamalar şunlardır:

- Sağlık hizmetlerinin dağılımı ve erişilebilirliği
- Sağlık kuruluşlarının yönetimi ve organizasyonu
- Hastalık prevalansının belirlenmesi ve önleyici sağlık çalışmaları
- Sağlık taramaları ve erken teşhis programları
- İklim ve coğrafyaya bağlı sağlık risklerinin analizi
- Hastalık gelişim ve yayılım süreçlerinin takibi.

Sanayi ve ticaret alanındaki uygulamalar şu şekildedir:

- Pazar analizi ve satış stratejileri geliştirme
- Arz talep ilişkilerinin yönetilmesi
- Yeni tesislerin yer tespiti,
- Pazarlama ve reklam politikalarının belirlenmesi.

Turizm alanında kullanılan uygulamalar şu şekildedir:

- Turistlere interaktif şehir haritaları ile rehberlik sağlama
- Tatil köyleri ve otellerin dağılımı ve kapasitelerinin analizi

- Tarihi turistik ve eğlence tesis işletmelerinin yönetsel şekilleri.

Sosyal ve kültürel alanlardaki uygulamalar şu şekildedir:

- Toplumsal ve kültürel etkinliklerin yönetimi
- Etnik ve kültürel çeşitliliğin haritalanması
- Sosyal yardım programlarının koordinasyonu ve yönetimi
- Kültürel gelişimin analizi edilmesinde.

Ulaşım alanında kullanılan uygulamalar şu şekildedir:

- Araç izleme ve yön bulma teknolojileri
- Ulaşım yoğunluğu analizi ve çözümleri
- Kaza analizleri ve güvenlik önlemleri
- Seyahat işletmelerinin uçuş ve sefer düzenlemeleri
- Lojistik hizmetlerinde yön ve güzergahı tespiti
- İletişim ve enerji altyapılarının kurulumu ve idaresi

Orman ve tarım alanındaki uygulamalar şu şekildedir:

- Tarımsal işletmelerin idaresi
- Bitkilere özgü hastalıkların analiz edilmesi
- Mahsül verimliliği değerlendirmeleri
- Arazilerin eğim ve yüzey özelliklerinin haritalanması
- Orman alanlarının sınır tespiti ve idaresi
- Orman kaynaklarının sürdürülebilirliği
- Arazilerin sınıflandırması
- Ekim, gübreleme, hasat ve ilaçlama süreçlerinin izlenmesi ve yönetimi

Savunma ve Güvenlik alanındaki uygulamalar şu şekildedir:

- Suç haritaları ve suç analizleri için kullanılan sistemler
- Kriz planlaması ve müdahale stratejileri
- Emniyet stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması
- Erken uyarı sistemlerinin kurulumu ve geliştirilmesi
- Askeri stratejilerin planlanması ve operasyonel gereksinimlerin analizi
- Askeri tesisler için yer seçimi ve güvenlik analizleri

- Güzergah ve rota optimizasyonu için analiz sistemleri.

CBS'nin bu geniş uygulama alanları, birçok disiplinde mekansal analiz ve planlamaların etkili bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlar.

2.2 Türkiye ve Dünya Ülkelerinde CBS Altyapı Uygulama Örnekleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), hizmet sektöründe geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bilgisayar ve işlemci teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, özellikle kamu kuruluşları olmak üzere birçok kurum, konumsal veriyi daha etkin bir şekilde kullanmak amacıyla CBS teknolojisinden yararlanmaya başlamıştır. Batı ülkelerinde, konumsal verinin önemini vurgulayan araştırma ve çalışmalar, bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının kullanımıyla önemli mesafeler kat etmiş ve günümüzde internet tabanlı ve mobil sistemlere kadar uzanmıştır.

Dünya genelinde, AM/FM (Altyapı ve Tesis Yönetimi) olanaklarını kullanarak geliştirilmiş birçok örnek bulunmaktadır. Ancak, ülkemizde benzer bir durumdan söz etmek günümüzde henüz mümkün değildir. CBS çözümleri üreten yazılım şirketlerinin ürettikleri yazılımların kullanımının artmasıyla birlikte, CBS'nin sağladığı avantajlar keşfedilmekte ve bu durum, CBS'nin kamuoyunda daha fazla tanınmasına katkı sağlamaktadır [26].

Coğrafi bilgi teknolojileri, yaşamı kolaylaştıran bir yönüyle giderek daha fazla benimsenmekte ve birçok araştırmada etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde, web tabanlı CBS çalışmalarına sıkça rastlanmaktadır [27]. Aşağıda, dünya genelinde ve Türkiye'de bu konuyla alakalı dikkat çeken uygulamalar sıralanmaktadır.

2.2.1 Dünyadaki Uygulamaları

CBS altyapı uygulama üzerine dünyadaki örneklerden birkaçını bu bölümün alt başlığında açıklanmıştır.

2.2.1.1 ABD Kentucky Eyaletine Ait Altyapı İşleri

Kentucky, ABD eyaletleri arasında en iyi haritalanmış bölgelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda yapılan haritalama işlemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) sunduğu son teknolojik gelişmeleri içermekte ve Kentucky yerel yönetimi,

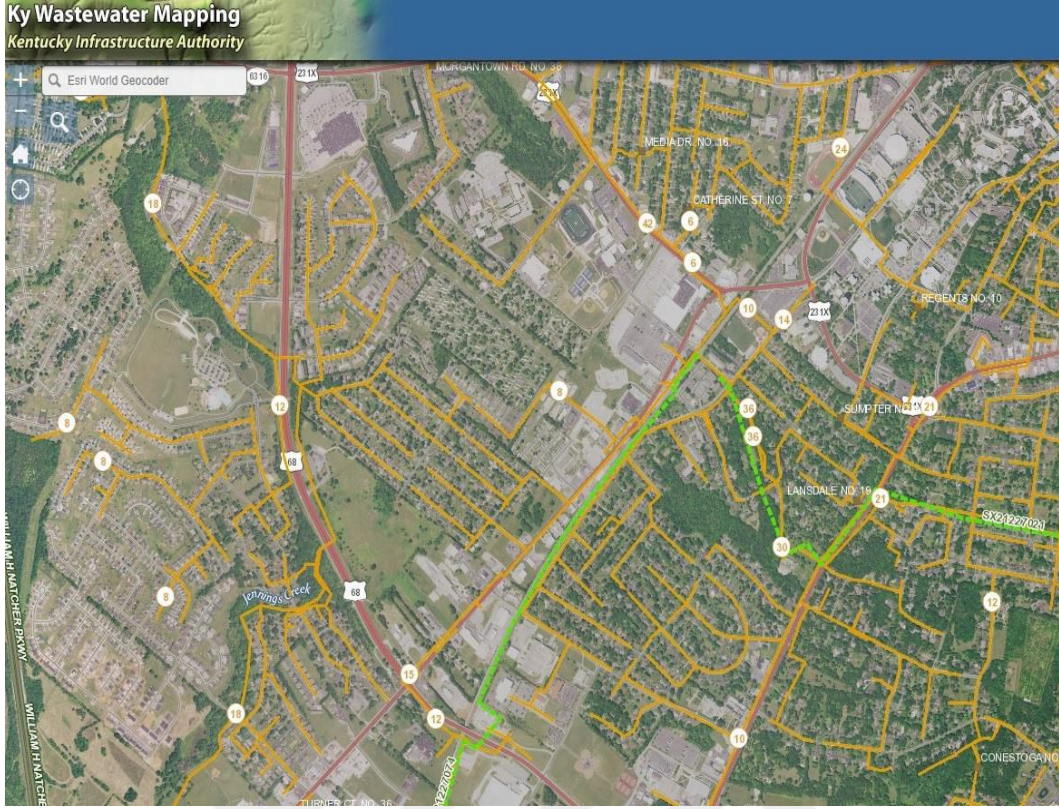
kurumsal CBS'yi ofise taşıyan öncü devlet birimlerinden biri olmaktadır. Aynı zamanda, kurum bölgeye ait mekansal verileri paylaşarak yerel halkın bilinçlenmesine katkı sağlamaktadır.

Kentucky'nin yerel yönetimi, içme suyu hatlarına ait konumsal verileri <http://kygeonet.ky.gov/kia/dw> adresinde, atık su hatlarına ait konumsal verileri ise <http://kygeonet.ky.gov/kia/cw> adresinde tüm dünyanın erişimine açmıştır. Bu verilere ESRI çözümlerini kullanarak ulaşılabilmekte ve kurum tarafından yapılan veri güncelleme işlemleri devam etmektedir. Bu adımlar, eyaletin coğrafi bilgi altyapısını güçlendirmek ve halka daha şeffaf bir hizmet sunmak amacıyla atılmıştır [28].

Su Kaynakları Bilgi Sistemi (WRIS), su ve atık su arıtma sistemlerinin, yerel, bölgesel ve devlet kurumlarının bir araya gelerek geliştirdiği bir sistemdir. Bu sistem, havza kaynaklarının korunmasından altyapı geliştirmeye kadar su kaynakları planlamasının bir dizi yönü için gerekli birçok bilgiyi içerir. WRIS, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile su kaynakları, içme suyu sistemleri, atık su arıtma sistemleri, proje geliştirme, acil müdahale, düzenlemeler ve planlama hakkında kapsamlı bilgiler sunmaktadır [29].

Su Kaynakları Bilgi Sistemi, stratejik planlar, su kaynakları haritaları ve yayınları, sistem yönetimi bilgileri, raporlama ve düzenleme için gerekli bilgiler, eğitim dokümanları ve proje uygulama ile finansmanına yönelik formları desteklemek için internet bağlantıları içerir. Sistemde bulunan etkileşimli haritalar, bölgesel planlama çabalarını desteklemenin yanı sıra kuraklık izleme ve kirlilik durumunda acil müdahale işlemlerini kolaylaştırır.

CBS, su ve atık su arıtma tesisleri, su hatları, su kaynakları, depolama tesisleri, kanalizasyon hatları ve konumsal olmayan sistemler için bir veri tabanı içerir. CBS, planlama ve acil müdahale faaliyetleri için gerekli olan temel verileri sağlar. Aynı zamanda bilgisayar modellerinde CBS altyapı verilerini kullanmak, mühendislik alternatiflerinin maliyet-etki analizine olanak tanır ve Kentucky'nin altyapı geliştirme ihtiyaçlarını karşılamak için gereken verimliliği kolaylaştırır. Eyaletin altyapı görüntüleme haritası örneği şekil 2.3'de örnek olarak verilmiştir.



Şekil 2.3 Kentucky altyapı haritası görseli [28]

Su Kaynakları Bilgi Sistemi (WRIS) üzerindeki tüm bilgilere internet üzerinden dijital formatta erişilebilmektedir. WRIS'in sürekli gelişim göstermesi ve yaygın olarak kullanılmaya devam etmesi beklenmektedir. Veritabanına eklenen veriler titizlikle incelenmiş olsa da, kullanıcılardan gelen hataları ve önerileri bildirmeleri için e-posta yoluyla geri bildirim alınmaktadır. Bu sürekli geri bildirim mekanizması, sistemin daha doğru, güvenilir ve kullanıcı dostu olabilmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Kullanıcıların katılımı ve geri bildirimleri, WRIS'in sürekli iyileştirilmesine ve su kaynakları yönetimi konusunda daha etkili bir araç haline gelmesine olanak tanımaktadır [16].

2.2.1.2 Suudi Arabistan Su Yönetimine İlişki Altyapı Sistemi

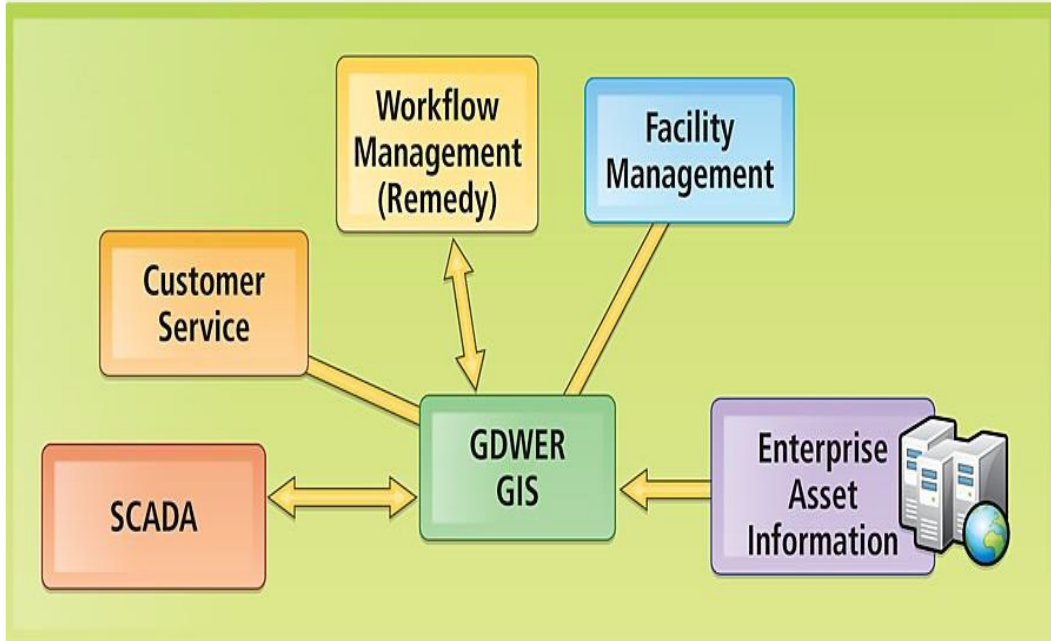
Suudi Arabistan Krallığı Doğu Bölgesi Su İşleri Genel Müdürlüğü (GDWER), ülkenin doğu bölgesindeki su hizmetlerinin tümünü sağlama sorumluluğunu üstlenmiştir. Bu, içme suyu ve atık su projelerinin tasarımını, geliştirilmesini, iyileştirilmesini ve uygulanmasını içerir. Aynı zamanda GDWER, içme suyu ve

atık su işlemlerini daha etkili bir şekilde yürütmek ve güçlendirmek amacıyla sağlam bir yapı kurmayı hedeflemektedir.

GDWER, doğu bölgesinin en geniş kenti ve başkenti olan Dammam'da bulunmaktadır. Bu bölgede, Dammam'ın çevresindeki Khobar, Al-Dhahran ve Qatif şehirleriyle birlikte 2 milyon nüfus yaşamaktadır. Her yıl GDWER, servis merkezine boru patlamaları ve şebeke arızalarıyla ilgili binlerce ihbar gelmektedir. Bu ihbarlara hızlı bir şekilde yanıt vermek önemlidir, ancak arıza noktasını hızlıca tespit etmek zor olabilir [30].

Projenin temelinde, su ve atık su verileri konumsal veri haline getirilerek birleştirilmiş ve bir veri modeli oluşturulmuştur. Bu model, kuyuları, boru hatlarını, arıtma tesislerini, bağlantı parçalarını ve abone hatlarını içerir. GDWER şimdi, altyapı hatlarını yönetmek için Coğrafi Bilgi Sistemini (CBS) kullanmaktadır. Ayrıca, CBS'deki unsurların konum tabanlı verilerini kurumsal varlık yönetimi sistemi (EAM) ile entegre ederek başarılı bir strateji oluşturmuştur.

Daha iyi bir ağ kurmak için, CBS, SCADA sistemi ile başarılı bir şekilde entegre edilmiştir. Bu entegrasyon, SCADA sisteminin merkezi IT ağının ve bilgi altyapısının (Şekil 2.4) bir parçası olmasını sağlayarak meydana gelen arızalara daha hızlı bir müdahale sağlamıştır.



Şekil 2.4 GDWER SCADA entegrasyonu iş akış şeması [30]

Veri paylaşımının sağlanmadığı zamanlarda birçok problem ortaya çıkabilmektedir. Ancak, GDWER, tüm içme suyu ve atık su şebekelerini kurumsal CBS ortamına aktardığından ihbarlar geldiğinde, harita üzerinde hızla yer tespiti yapılabilir. Bu şekilde, olay yerine ekiplerin hızla yönlendirilmesi sağlanabilir. Bu sayede, su ve atık su altyapısındaki herhangi bir sorun hızlı bir şekilde tespit edilebilmekte ve coğrafi konumları harita üzerinde gösterilerek ekiplerin olay yerine yönlendirilmesi kolaylaşmaktadır. İhbarları anında harita üzerinde konumlandırma, GDWER'e, acil durum müdahalelerini daha etkili bir şekilde planlama ve koordine etme imkanı tanımaktadır (Şekil 2.5). CBS ve SCADA sistemi entegrasyonu, sistemin daha hızlı yanıt vermesine ve su hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu başarılı entegrasyon, hem bakım işlemlerini iyileştirmekte hem de su ve atık su altyapısındaki olası arızalara daha etkili bir şekilde müdahale edilmesini sağlamaktadır [30].



Şekil 2.5 Sorun bulunan bölgenin CBS altyapı sisteminde gösterilmesi [31]

2.2.2 Türkiye’ deki Uygulama Örnekleri

Türkiye bölgesel olarak ve nüfus olarak en yoğun olan iller arasında ilk sırada İstanbul ili altyapı sistemi, Ankara, İzmir ve Bursa gibi illerin örnekleri üzerine bilgiler verilmiştir. İstanbul ili İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi bir sonraki bölümde açıklanmıştır.

2.2.2.1 BUSKİ Örneği

BUSKİ Genel Müdürlüğü, 20 Kasım 1981 tarihinde geçici 10. maddeyle değiştirilmiş ve Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak kurulmuştur. Bakanlar Kurulu'nun 8 Eylül 1989 tarihli 89/14524 sayılı kararıyla resmiyet kazanmıştır. Büyükşehir Belediyesi altında faaliyet gösteren BUSKİ, şehirdeki altyapı çalışmalarının yönetiminden sorumludur. Dünya Bankası kredileri çerçevesinde, altyapı uygulamalarının yürütülebilmesi adına 1993 yılında mevcut haritalara olan ihtiyaç fark edilmiş ve bu doğrultuda 1993-1995 yılları arasında fotogrametrik halihazır harita projeleri (M1 ve M2) hayata geçirilmiştir. Bu projeler kapsamında, 1500 km²'lik bir alan için halihazır harita üretilmiştir. 1995 senesinde ise P1 olarak adlandırılan sayısal altyapıların harita üretimi çalışmaları başlatılmıştır. [14].

Kadastro bilgilerinin sayısallaştırılması amacıyla başlatılan KDİ projesi ile M1, P1 ve KDİ projelerinden elde edilen bilgiler, BUSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi'ne (BURSA KBS) uyarlanmıştır. Bu süreç, 1996 yılında başlatılan G1 projesiyle CBS'nin temel altyapısının kurulmasını sağlamıştır.

G1 projesiyle birlikte, altyapı çalışmalarının arazide ölçülerek sisteme aktarılması başlamış ve başlatılan süreç devam etmektedir. Bütünlüğün sağlanması ve bilginin tek bir merkezde toplanması için veri tabanı uyumluluk faaliyetlerine başlanılmış, aboneye ait bilgiler Oracle 9i veritabanında saklanırken, konuma dayalı bilgiler ise Oracle 10g Spatial veritabanında tutulması sağlanmıştır. 2004 yılından günümüze kadar tamamlanan altyapı ve süreçlerle BUSKİ, yeni oluşturulan bilgi sistemleri ve gelişmiş Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile faaliyetlerini sürdürmektedir [14, 15].

BUSKİ bünyesinde kullanılan CBS programı olarak Geomedia 6.1 Professional yazılımı ve veritabanı olarak Oracle 10g Spatial veritabanı tercih edilmiştir [14]. Bu tercihlerin arkasında, kurumda bulunan neredeyse tüm CAD verilerinin MicroStation formatında olması, Geomedia yazılımının MicroStation verilerini

kolay bir şekilde okuyabilmesi, Oracle 10g Spatial veritabanına konumsal veri yazabilme yeteneği, yüksek performansı ve ek modüllerin programa entegre edilebilme özellikleri bulunmaktadır.

Geomedia Professional programı, MicroStation programının verilerini okuma yeteneği, Oracle 10g veritabanına konumsal veri yazabilme özelliği, analizlerde yüksek performans gösterme kapasitesi ve esnek modüler yapısı sebebiyle tercih edilmiştir. Oracle 10g Spatial veritabanı ise bağımsız bir şekilde spatial veriyi tutabilmesi, tüm CBS programlarının bu veriyi okuyabilmesi ve güçlü veri yapısı gibi avantajlar nedeniyle tercih edilmiştir [32].

Teknolojik ilerlemeleri izlemek ve bilgi sistemlerini güncel verilerle sürekli olarak güncellemek amacıyla yapılan planlama ve projelendirme çalışmaları, BUSKİ Coğrafi Bilgi Sistemi'nin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu bileşenler, birim bileşenleri ve teknik bileşenleri içermektedir (Şekil 2.6). Birim bileşenleri, sistemde bulunan veri birimlerini temsil ederken, teknik bileşenler ise donanım ve yazılım altyapısını ifade etmektedir.



Şekil 2.6 BUSKİ bileşenleri [14]

Yukarıda verilen örnekte BUSKİ içme suyu CBS altyapısı üzerine örneklendirmesi hakkında bilgi sunulmuştur.

İçme Suyu Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), İçme Suyu Daire Başkanlığı, Bilgi İşlem Birimi tarafından yönetilmekte ve içme suyu isale hatlarına ait konumsal veriler, Microstation yazılımı aracılığıyla ORACLE SDO 10g veritabanına aktarılmaktadır. Bu süreçte, yüklenici firmalar tarafından tamamlanan içme suyu hatları ve ilgili tesislere ait grafiksel ve metin bazlı öznel verileri düzenli olarak güncellenmekte, ayrıca analiz edilerek detaylı raporlar halinde sunulmaktadır. Birimde görevli olan bir harita teknisyeni, iki inşaat teknikeri ve bir inşaat mühendisi bu süreçleri koordine ederek etkin bir biçimde yürütmektedir.

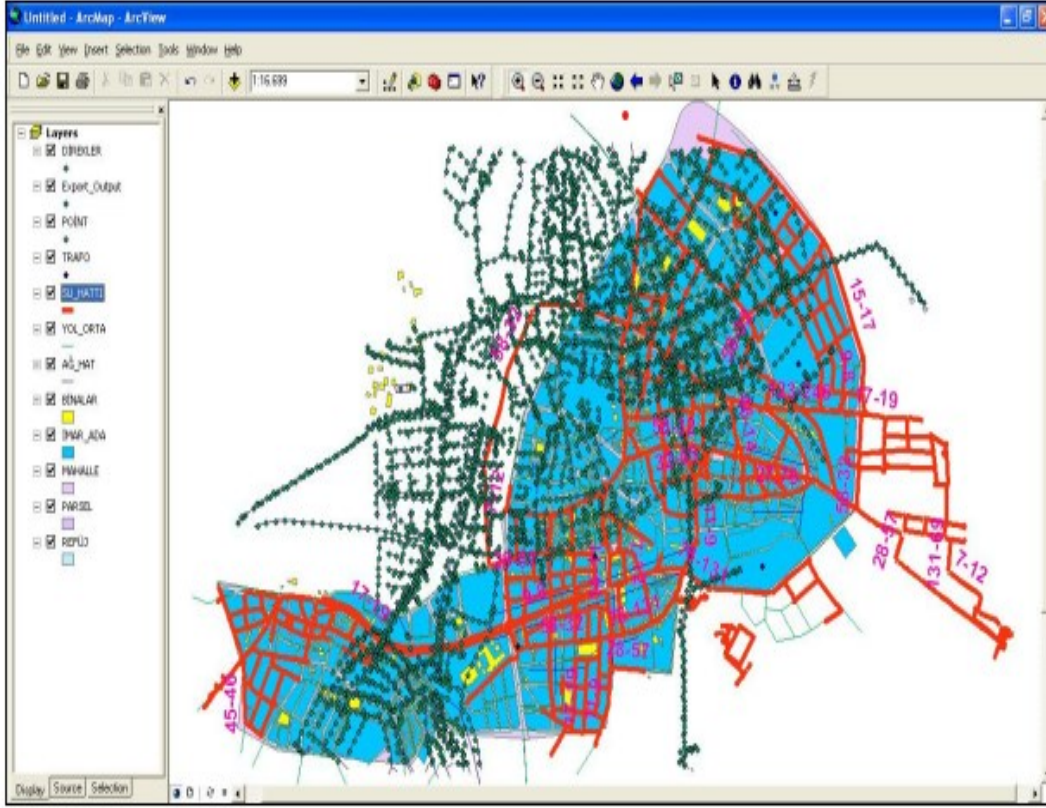
Önceki süreçlerde, yüklenici firmalar tarafından sunulan bilgiler, teknik uzmanlar tarafından detaylı bir incelemeye tabi tutulmakta ve sisteme uygunluk açısından kontrol edilmektedir. Onaylanan veriler, özel yazılımlar aracılığıyla Microstation programında işlenerek Oracle veritabanına aktarılmaktadır. Şu anda, içme suyu

hatlarının %46'sı veritabanına kaydedilmiş durumdadır ve veri kayıtları ile güncelleme çalışmaları sürdürülmektedir.

BUSKİ İçme Suyu Hatları Coğrafi Bilgi Sistemi sayesinde:

- Planlama ve projelendirme süreçlerinde, ilçe, mahalle ve sokak düzeyinde çeşitli parametrelere (çap, tür, yapım yılı vb.) hızlı erişim sağlanabilmekte,
- Tüm içme suyu hatları bir arada görüntülenebilmekte ve detaylı analizler yapılabilme imkanı sunulmakta,
- Bilgiler, simülasyon programları ile entegre edilerek planlanan yeni hatların kapasite gereksinimleri kolayca takip edilmekte,
- Evsel bağlantılar aracılığıyla içme suyu bağlantısına sahip olan ve olmayan binalar belirlenebilmekte,
- Hatların kullanıcı sayısı bilinmekte ve hattın yeterliliği sürekli olarak kontrol edilebilmekte,
- Bir hat kapalı duruma alındığında suyu kesilecek aboneler hızla tespit edilebilmekte,
- Bir hattın suyunun kesilmesi için hangi vanaların kapatılması gerekliliği belirlenebilmekte,
- Yangın musluklarının etki alanları belirlenerek, yangının güvenliği açısından gerekli yerlere yangın hidrantı konulması kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

Bursa bölgesi içme suyu CBS uydu görüntüsü Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 BUSKİ içme suyu CBS altyapı harita örneği [12]

2.2.2.2 ASKİ Örneği

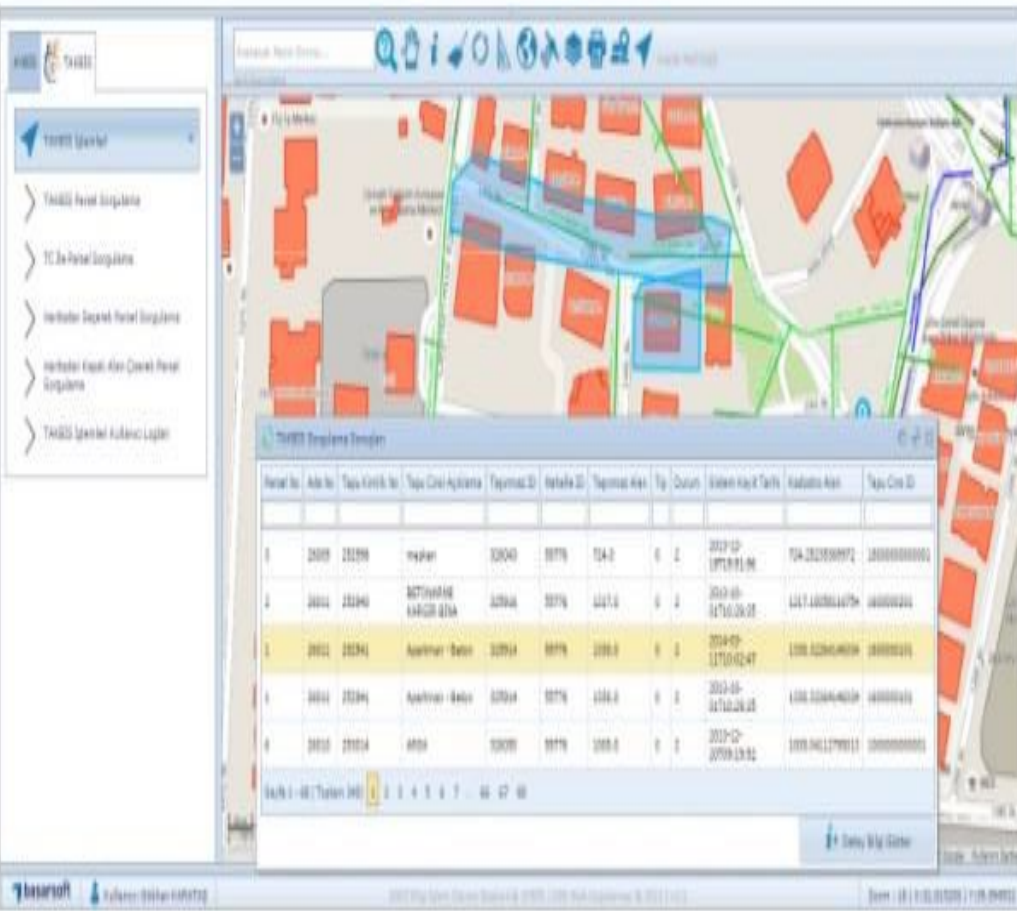
(ASKİ) Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, su kayıplarını ve kaçaklarını en aza indirmek, arıza müdahalelerini verimli bir şekilde gerçekleştirmek, diğer kurumlarla entegrasyonu sağlamak ve tüm işlemleri tek bir portal üzerinden yürüterek ASKİ'yi son teknolojilere uygun bir şekilde dünya standartlarına taşımak amacıyla bir altyapı bilgi sistemi uygulaması yürütmektedir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen başlıca faaliyetler şunlardır [33]:

- ASKİ abone verilerinin düzenlenmesi ve harita üzerinde abonelerin yerleştirilmesi, veritabanının kurulması,
- Eksik abone bilgileri temelinde abone eşleşme oranlarının analiz edilmesi,
- Şebeke güncellemeleri için ara yüzlerin yenilenmesi,
- Sahadan güncellenecek bilgiler için altyapının iyileştirilmesi,
- Web ve masaüstü uygulamalarının yenilenmesi ve geliştirilmesi,
- Yeni raporlama ve analiz yöntemlerinin oluşturulması.

Bu faaliyetler, su ve kanalizasyon hizmetlerinin daha etkin, verimli ve çağdaş bir şekilde yönetilebilmesi için altyapı oluşturmayı ve ASKİ'nin bilgi sistemlerini güncellemeyi amaçlamaktadır. Bu sayede, ASKİ'nin operasyonel süreçleri iyileştirilecek, kayıp-kaçak oranları düşürülecek ve daha etkili müdahale imkanları sağlanacaktır. ASKİ tarafından kullanılan altyapı bilgi işletim sistemi olan AYBİS coğrafi bilgi yönetimine katkı sağlamaktadır.

AYBİS projesinde TAKBİS ile entegrasyonun sağlanması, parsel ve mülkiyet bilgisi sorgulama süreçlerini daha etkili ve detaylı bir hale getirmiştir (Şekil 2.8).



Parsel No.	Ada No.	Tapu Kimlik No.	Tapu Cinsi Adresine	Tapu No.	Parçanın Alanı	Parçanın Alanı	Tapu Durum	Sırtın Kayıt Tarihi	Kadastro Alanı	Tapu Cinsi
1	2010	20100	mesken	10040	10170	104-0	0	2010-12-10	104-2010000000000	1000000000000
2	2010	20100	mesken	10040	10170	104-0	0	2010-12-10	104-2010000000000	1000000000000
3	2010	20100	Aparthouse - Baki	10040	10170	104-0	0	2010-12-10	104-2010000000000	1000000000000
4	2010	20100	Aparthouse - Baki	10040	10170	104-0	0	2010-12-10	104-2010000000000	1000000000000
5	2010	20100	Aparthouse - Baki	10040	10170	104-0	0	2010-12-10	104-2010000000000	1000000000000

Şekil 2.8 AYBİS ile TAKBİS entegrasyonun ekran görüntüsü

Bu entegrasyonun getirdiği olanaklar şunlardır:

- Parsel Sorgulama: TC kimlik numarası ile parsel sorgulama işlemleri, kullanıcıların bireyleri doğrudan tanıyarak mülkiyet bilgilerine ulaşmalarını sağlar. Bu sayede hızlı ve doğru sorgulamalar gerçekleştirilebilir.

- Haritadan Seçme ve Kapalı Alan Çizme: Kullanıcılar, harita üzerinden belirli bir bölgeyi seçerek veya kapalı bir alan çizerek parsel sorgulamaları yapabilirler. Bu özellikle belirli coğrafi alanlarda detaylı araştırmalar yapmak isteyen kullanıcılara büyük kolaylık sağlar.
- Altyapı Hatları Güzergahında Mülkiyet Bilgisi Sorgulama: Planlanan altyapı hatları güzergahında bulunan taşınmazların mülkiyet bilgilerine ulaşmak, izin ve kamulaştırma süreçlerinin başlatılmasını destekler. Bu, altyapı projelerinin etkileyeceği alanlarda gerekli bilgilerin sağlanarak proje süreçlerinin yönetilmesini kolaylaştırır.
- Eski Altyapı Hatlarının Deplase Edilmesi Kararı: Sistem üzerinden eski zamanlarda yapılmış ve özel mülkiyet içerisinde kalmış olan altyapı hatlarının deplase edilmesi kararı verilebilir. Bu kararlar, kullanıcıların güzergah üzerindeki mevcut durumu analiz etmelerini ve gerektiğinde değişiklikler yapmalarını sağlar.
- İzin ve Kamulaştırma Çalışmalarının Başlatılması: Proje kapsamında etkilenen taşınmazlar için mülkiyet bilgilerine ulaşmak, gerekli izin ve kamulaştırma süreçlerinin başlatılmasını kolaylaştırır. Bu, projelerin yasal gereksinimlere uygun bir şekilde ilerlemesini sağlar.

Tüm bu özellikler, AYBİS projesinin etkin bir şekilde kullanılmasını ve altyapı projelerinin daha kontrollü bir şekilde yönetilmesini sağlar.

3

ALTYAPI VE BİLGİ SİSTEMİ

3.1 Altyapı ve Bilgi Sistemin Tasarımına Duyulan İhtiyaç

Ülkemizdeki çarpık yapılaşma, hızlı ve plansız büyümenin bir sonucu olarak ortaya çıkmakta, bu da ihmal edilen altyapının sebep olduğu karmaşalara ve can-mal kayıplarına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde altyapı, genellikle yerleşime izin verilmeden önce tamamlanırken, ülkemizde ise yerleşim alanları oluştuktan sonra altyapı hizmeti sağlamaya çalışılmaktadır. Bu durum, yerel yönetimleri ekonomik olarak zorlamakta ve kaynak israfına yol açmaktadır.

Altyapı haritalarının oluşturulması, özellikle doğalgaz hatlarının inşasıyla başlamış olup, bu süreç diğer altyapı kuruluşlarını da harekete geçirmiştir. Ancak, sürekli devam eden altyapı çalışmalarında kuruluşlar arasında uyumsuzluklar ve can-mal kayıpları yaşanmaktadır. Bu sorunun temel nedenleri arasında güncel harita eksikliği, ustaların hafızalarının tercih edilmesi, belgelerin bulunmaması, haritaların paylaşılmaması ve teknolojiye yetersiz yatırım gösterilmesi bulunmaktadır.

Altyapı haritalarının oluşturulmasıyla birlikte doğru kararların alınabilmesi için bilgi sistemlerine ihtiyaç vardır. Ancak, mevcut verilerin düzensiz olduğu bir ortamda altyapı bilgi sistemi kurmanın zorlukları bulunmaktadır. Bu zorluklar arasında sahadan sağlıklı veri toplama, veri işleme, güncel tutma, eski bilgilere erişim eksikliği ve teknoloji direnci yer almaktadır [34].

Gelişmiş ülkelerde ise altyapı ve yerleşim politikaları genellikle daha planlı ve önceden belirlenmiştir. Altyapı, yerleşim alanlarına entegre edilmeden önce titizlikle planlanır ve uygulanır. Bu ülkelerde, bilgi sistemleri daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılır, veriler düzenli olarak güncellenir ve teknolojiye daha fazla yatırım yapılır. Sonuç olarak, gelişmiş ülkelerde altyapı ve yerleşim politikaları, daha sürdürülebilir ve etkili bir şekilde yönetilmektedir.

Kentlerin altyapısının yönetimi, mevcut sistemlerle sürdürülemez hale gelmiştir. Bu durum, yerel yönetimlerin bilgi yönetimi ve özel olarak oluşturulan yönetim

düzenekleri konularında çözümler aramasına yol açmıştır [35]. Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, ülkemizdeki altyapı kuruluşları önemli donanım ve yazılım yatırımları yapmaktadır. Ancak, kaynakların daha etkin kullanılması, israfın önlenmesi ve sağlıklı bir yapılanma için gereksiz uygulamalardan kaçınılması önemlidir [36].

Altyapı bilgi sistemi kurulumunda en son üretilen haritaların kullanılması, yerel yönetimlerin Adres Bilgi Sistemleri'ni (UAVT) oluşturması ve güncel tutması önemlidir. Bu sistem, uzman kişiler tarafından düzenli periyotlarda güncellenmeli ve devamlılığı için eğitim sağlanmalıdır. Ayrıca, altyapı kuruluşlarına altyapı bilgi sistemi oluşturma konusunda kanuni zorunluluklar getirilmesi, veri paylaşımını teşvik ederek mükerrer iş yapmanın önüne geçebilir [12], [3].

Yerel yönetimlerin daha kaliteli ve sürekli hizmet sunabilmesi için teknolojik gelişmelerden yararlanması önemlidir. Verilerin belirli bir standartta ve düzenli olarak toplanması, depolanması, saklanması ve analiz edilmesi gereklidir. Bu noktada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konuma bağlı dataların toplanması, depolanması ve analizine imkan sağlayan etkili bir araç olarak görülmektedir [3].

Altyapı bilgi sistemlerinin temeli konumsal veriler ve öznitelik bilgileridir. Bu sistemler, farklı uygulamaların karar destek mekanizmalarında güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için güncel ve sağlıklı bilgilere ihtiyaç duyar. Altyapı tesislerinin konum verilerinin doğru olmaması, koordinasyon eksikliği ve güven sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle altyapı bilgi sistemlerinin kurulması, güncel haritaların kullanılması ve veri paylaşımının teşvik edilmesi, altyapı çalışmalarında hız kazanma, planlama ve koordinasyonun daha etkili olması açısından önemlidir [35].

3.2 Altyapı ve Bilgi Sistemin Tasarımında Proje, İmalat ve İşletiminde Yaşanan Sorunlar

Altyapı, genellikle "kamu hizmetleri" olarak adlandırılan bir dizi önemli hizmeti içermektedir. İçme suyu, kanalizasyon, elektrik, telekomünikasyon, atık yönetimi ve ulaşım gibi temel hizmetler, altyapıyı oluşturan ana unsurları temsil etmektedir [37]. Altyapı hizmetlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için Altyapı Yönetim

Bilgi Sistemi, yazılım, veri, yöntem ve kararları içeren kapsamlı bir paketi barındıran bir sistemdir [32].

Büyük şehirlerde altyapı ve üst yapı çalışmalarının etkin bir şekilde koordine edilmesi, zaman kaybının önüne geçilmesi, ekonomik kayıpların minimize edilmesi ve trafik akışının düzenlenmesi oldukça önemlidir. Ancak, mevcut durumda, şehirlerde devam eden altyapı çalışmaları, yolların ve kaldırımların zarar görmesine neden olmakta ve çeşitli sorunlara yol açmaktadır.

Şehirlerin çeşitli bölgelerinde sürekli olarak yapılan kazı çalışmaları, ulaşım ağını olumsuz etkilemekte ve sıklıkla tıkanan atık su hatları, içme suyu hatları gibi altyapı elemanlarına kazılarla ulaşılmasını gerektirmektedir. Bu kazı çalışmalarının ardından, kazı yapılan yerin standartlara uygun şekilde restore edilememesi, yollarda çukurların oluşmasına neden olmaktadır [38].

Özellikle şehir içindeki arsaların imar planlarındaki değişiklikler sonucunda çok katlı binaların inşa edilmesi, mevcut altyapının kapasitesini aşmasıyla sorunlara yol açmaktadır. Plansız değişiklikler, altyapının yetersiz kalmasına, ömrünün kısılmasına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu durum, ilave altyapı hatlarının yapılmasını gerektirse de, kurumlara ciddi maliyetler getirmektedir [39].

Ayrıca, yerel yönetimler ile özel sektöre ait altyapı kuruluşları arasında entegrasyonun olmaması ve bilgi sistemlerinin birbirine uyumlu olmaması, aynı bölgede farklı zamanlarda yapılan çalışmaların koordinasyonsuz bir şekilde gerçekleştirilmesine yol açmaktadır. Bu durum, üstyapı zararları, trafik düzensizlikleri, gürültü ve görüntü kirliliği gibi sorunları beraberinde getirmektedir [32].

Genel olarak, altyapı hizmetlerindeki koordinasyon ve yönetim sorunları, şehirlerde yaşayanların günlük hayatını negatif yönde etkilemekte ve ekonomik olarak da kayıplara neden olmaktadır. Bu sorunların çözümü için daha etkili planlama, koordinasyon ve bilgi yönetimi stratejilerine ihtiyaç vardır.

Ülkemizdeki hızlı gelişmeler, özellikle konut ve ulaşım alanlarındaki projeleri etkileyen büyük altyapı projelerini beraberinde getirmiştir. Bu projelerin etkili bir şekilde yönetilebilmesi, altyapı hizmetlerinden en iyi şekilde faydalanılabilmesi için kurumlar arası koordinasyonun sağlanması kritik öneme sahiptir [31].

Büyük şehirlerde devam eden bakım-onarım kazıları ve yeni altyapı hatlarının inşası sırasında, diğer kurumların altyapı tesislerinin konumsal verilerine ulaşma, bu verileri toplama ve doğrulama önemlidir. Özellikle doğalgaz ve diğer altyapı çalışmalarında yapılan kazılar, konumsal verilerin toplanması için değerlendirilmelidir. Bu süreç, altyapı hatlarının ve üstyapı tesislerinin değişikliklerinin, harita birimleri tarafından veya özel sektör harita firmaları tarafından belirlenen standartlara uygun olarak bilgi sistemine aktarılmasını gerektirir [34].

Veri senkronizasyonu konusundaki zorluklardan biri, inşaat kurumlarının farklı formatlarda veri tutuyor olmalarıdır. Bazıları bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı kullanırken, diğerleri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımını tercih edebilir veya bazıları sadece kâğıt ve kalem kullanabilir. Bu farklılıklar, veri entegrasyonunu zorlaştırabilir. Bu sorunu çözebilmek için, şirketler arası veri standardizasyonuna odaklanmak ve konumsal verilere erişimi kolaylaştırmak önemlidir [1].

Veri entegrasyonu için bir diğer önemli adım, altyapı hatlarındaki değişikliklerin harita birimleri veya özel sektör firmaları tarafından belirlenen standartlara uygun olarak bilgi sistemine aktarılmasıdır. Bu, grafik verilerin öznitelik bilgileri ile doğrulanması ve ilişkilendirilmesini içerir [36].

Sonuç olarak, şehir altyapı yönetimi için başarılı bir veri entegrasyonu, kurumlar arası iş birliğini artırabilir, bakım-onarım planlamalarını optimize edebilir ve yatırım planlarını daha etkili bir şekilde yönetebilir. Bu süreçte, veri standardizasyonu ve uyum, altyapı hizmetlerinden maksimum verim alabilmek adına kritik bir rol oynamaktadır.

3.3 İdeal Altyapı Yönetimi

İdeal bir altyapı yönetimi, temel kamu hizmetlerini sağlarken, altyapı sistemlerinin sağlığını koruyarak en üst düzeyde çalıştırılmasını ve verim alınmasını hedefler. Bu, mevcut kaynakları en etkili şekilde kullanmayı amaçlar. İdeal bir altyapı yönetim sistemi şu unsurları içermelidir:

- I. Konfor, Güvenlik ve Ekonomi: Fiziksel altyapı sistemini konforlu, güvenli ve ekonomik bir şekilde elde etmeyi amaçlamalıdır. Bu hedef sürdürülebilir olmalıdır ve mevcut ekonomik imkanları göz önünde bulundurarak belirli bir standart içerisinde hizmet sunmayı amaçlamalıdır.
- II. Verimli ve Ekonomik Bilgi Yönetimi:
 - Altyapı planlaması, farklı amaçlar için aynı anda kullanılabilen alternatif planları içermelidir.
 - Farklı yapıdaki altyapı sistemleri arasında entegrasyon sağlanmalıdır.
 - Planlar, tesislerin fiziksel teminini dışında işletme planlarını da içermelidir.
 - Altyapı planlaması, milli ekonominin uzun vadeli geleceğini etkileyebileceğinden dikkatlice yapılmalıdır.
 - Projeler detaylı bir şekilde incelenmeli, yüksek maliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır.
 - Farklı disiplinlerin bir arada çalıştığı bir planlama süreci benimsenmelidir.
 - Planlama sürecinde hedefler net olarak tanımlanmalı ve bu hedeflere sadık kalınmalıdır.
 - Planlama süreci, sistematik ve akılcı bir yaklaşım içermelidir.
- III. İdeal Altyapı Yönetim Sistemi:
 - Kolaylıkla güncellenebilen merkezi bir veri tabanı içermelidir.
 - Ekonomik analiz modülleri barındırmalıdır.
 - Optimizasyon modellerini içermelidir.
 - Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) tabanlı grafik arayüze sahip olmalıdır.

İdeal bir altyapı yönetim sistemi metodolojisi, çeşitli modeller ve analitik değerlendirmeleri içermelidir. Bu yaklaşım, altyapı yönetimi süreçlerini kapsayan bir çerçeveyi sağlar.

3.4 Gereksinim Analizi

Veri tabanı oluşturma sürecinin birinci adımı, gereksinim analizi aşamasını içermektedir. Gereksinim analizi, veri tabanının oluşturulma ihtiyacına yönelik analiz ve uygulamaların belirlenmesi ve hangi veri çeşitlerinin kullanılacağına dair karar verme sürecidir [40]. Bu aşamada altyapı bilgi sistemi için yapılan gereksinim

analizi, altyapı hatlarının belirlenmesi, verilerin toplanması ve veri entegrasyonu aşamasındaki sorunları detaylı bir şekilde ele alır.

Bu kapsamda, altyapı bilgileri ve diğer sözlü verilerin tespiti ve toplanması ile ilgili mevcut verileri belirleme aşaması gerçekleştirilmiştir. İşte bu tespitlere yönelik kullanılacak veriler ve sistemde yapılması ön görülen sorgulamalar şu şekildedir:

Kullanılacak Veriler:

- İçme suyu ve atık su hatları: Çap, malzeme cinsi ve diğer ilgili bilgiler.
- Yağmursuyu hatları: Çap, malzeme cinsleri ve diğer detaylar.
- İçme suyu depoları: Hacim ve ilgili öznitelik bilgiler.
- Atık su terfi istasyonları: Kapasite ve diğer ilgili bilgiler.
- Atık su arıtma tesisleri: Kapasite ve diğer ilgili bilgiler.
- İçme suyu hatlarındaki vana bilgileri.

Sistemde Yapılması Öngörülen Sorgulamalar:

- Tüm altyapı hatlarının öznitelik bilgileri.
- İçme suyu depolarının besleme alanları.
- Hangi hatların hangi vana ile yönetildiği.
- Vanaların içme suyu deposuna kadar olan üst vanaları.
- Olası bir arızada hangi bölgelerin etkileneceği.
- Hangi atık su hattının hangi terfi merkezine ve arıtma tesisine bağlı olduğunun saptanması.

Bu sorgulamalar, veri tabanı tasarımının temelini oluşturarak altyapı yönetim sisteminin etkili bir şekilde çalışabilmesini sağlamaktadır.

3.5 Altyapı Bilgi Sistemi Veritabanı Modeli

Altyapı bilgi sistemi modelinin temel amacı, ülkedeki altyapı çalışmalarındaki sorunlara yeni bir bakış açısı getirerek çözüm önerileri sunmak, son yıllardaki teknolojik gelişmeleri kullanarak altyapıların daha etkin bir şekilde tespit edilmesini, verilerin işlenmesini ve işletmecilik konularında daha etkin bir kullanımını sağlamaktır. Bu doğrultuda, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı bir veri tabanı tasarımı oluşturmak amaçlanmıştır. Elde edilen veriler, mevcut altyapılara

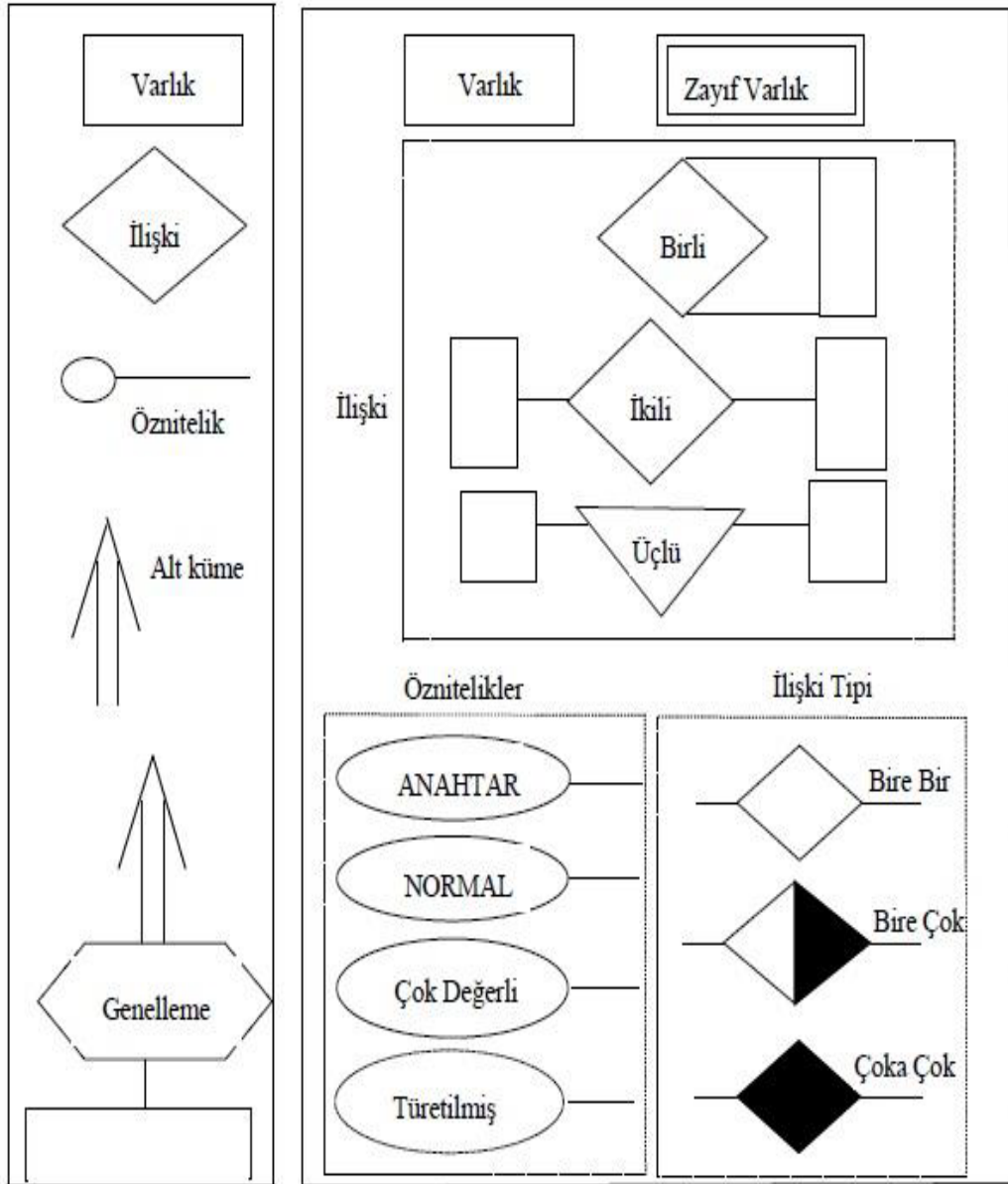
zarar verilmesini önleyerek, zaman tasarrufu ve planlı çalışma imkânları sunarak ekonomiye katkı sağlamak adına kullanılacaktır.

Tasarımda temel hedef, veri bütünlüğünü sağlamak ve gerekli sorgulama ile analizleri web tabanlı bir uygulama üzerinden gerçekleştirebilmektir. Bu sayede, altyapı bilgi sistemi modelinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi ve çeşitli analizlerin yapılabilmesi mümkün olacaktır. Bu hedef, altyapı çalışmalarında daha etkin, hızlı ve planlı bir yönetimi desteklemeyi amaçlamaktadır.

3.5.1. Varlık – İlişki Modeli

En yaygın olarak kullanılan kavramsal veri modeli olan Varlık-İlişki (Vİ) modeli, Chen (1976) tarafından önerilmiş ve veri tabanı tasarımlarında kavramsal tasarım için yaygın olarak kullanılmıştır. Modelin temel kavramları "varlık", "öznitelik" ve "ilişki"dir [33]. Bu modelde, öznitelikler tek başlarına anlam ifade etmez; varlıklarla birleştiğinde anlam kazanırlar. İlişki tipleri çeşitli olup, çoka çok (M:N), bire çok (1:M) ve bire bir (1:1) ilişkiler tanımlanabilir.

Tasarlanan altyapı bilgi sistemi modelinde, temel hedef, veri bütünlüğünü sağlayarak gerekli sorgulama ve analizlerin web tabanlı bir uygulama üzerinde yapılabilmesidir. Varlık-İlişki modeli, bu hedef doğrultusunda çeşitli varlık ve ilişkileri tanımlar. Örneğin, parsel, bina, ve abone gibi varlıklar ayrı birer varlık olarak kabul edilir. Abone varlığını tanımlamak için adı, soyadı, abone numarası gibi öznitelikler kullanılır. Abone numarası, bire bir ilişkiye sahip bir anahtar özniteliktir, çünkü her abonenin kendine özgüdür. Bina varlığı ile abone varlığı arasında birçok ilişki bulunabilir, çünkü her binada birden çok abone olabilir, ancak bir abone birden çok binada bulunamaz. Bu tür ilişkilerin modelleme süreci Varlık-İlişki modeli ile uygulanmaktadır (Şekil. 3.1).

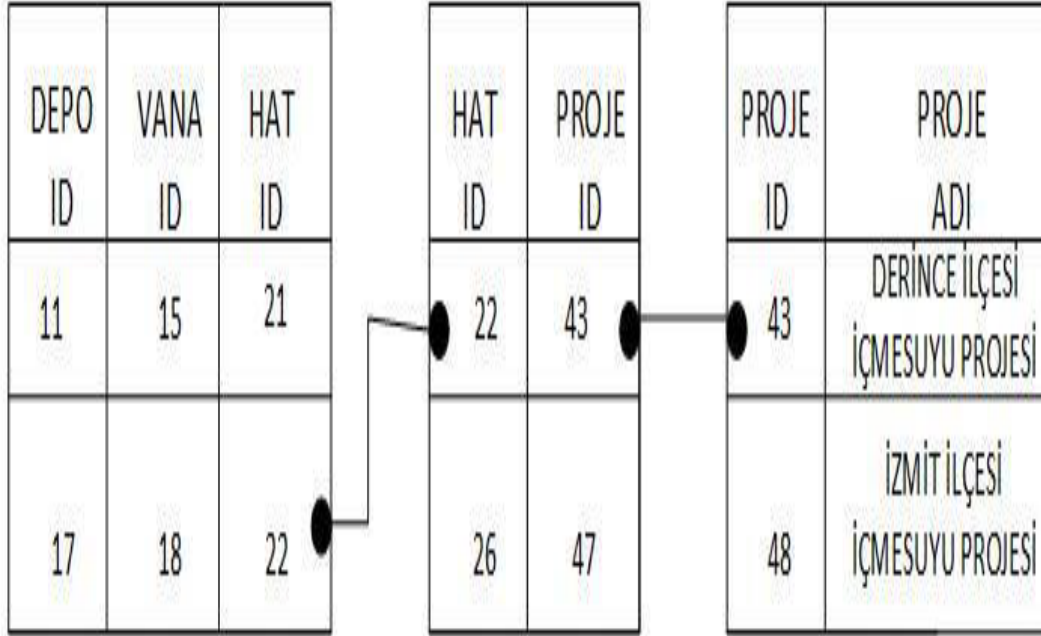


Şekil 3.1 Çeşitli Vİ diyagram sembollerin gösterimi [38]

3.5.2. İlişkisel Veri Modeli

İlişkisel veri modelinde esas kavram, satır ve sütunlardan oluşan tablolardır. Her bir tablo, belirli varlıkların özelliklerini içermekte olup, satırlarda bu varlıklara ait veriler, sütunlarda ise varlıklara ait öznelikler bulunmaktadır. Veri tabanındaki nesneler, birden fazla tabloda bulunabileceğinden, nesneyi tüm tablolarda temsil edebilecek olan anahtar öznelik bilgisi ile tablolar arasında ilişki kurulabilir. Bu anahtar öznelik sayesinde tablolar arasında gezinme imkânı sağlanır ve ilişkisel

veri tabanında gerçekleştirilecek sorgulamalarda kullanıcı istediği verileri farklı tabloları kullanarak elde edebilir (Şekil 3.2) [39].



Şekil 3.2 İlişkisel veri modelin örnek gösterimi

İlişkisel veri tabanı kullanımının getirdiği avantajlar şunlardır:

- Diğer ağlara gerekli olduğu durumlarda veri tabanını açmak daha kolaydır.
- İşlemci sunucu mimarisi ile verilerin, farklı yazılımlar ile birlikte kullanım olanağı bulunmaktadır.
- Çekirdek fonksiyonlar ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi içerisinde tanımlıdır.
- Bağımsız bir platformda çalışmaktadır [32].

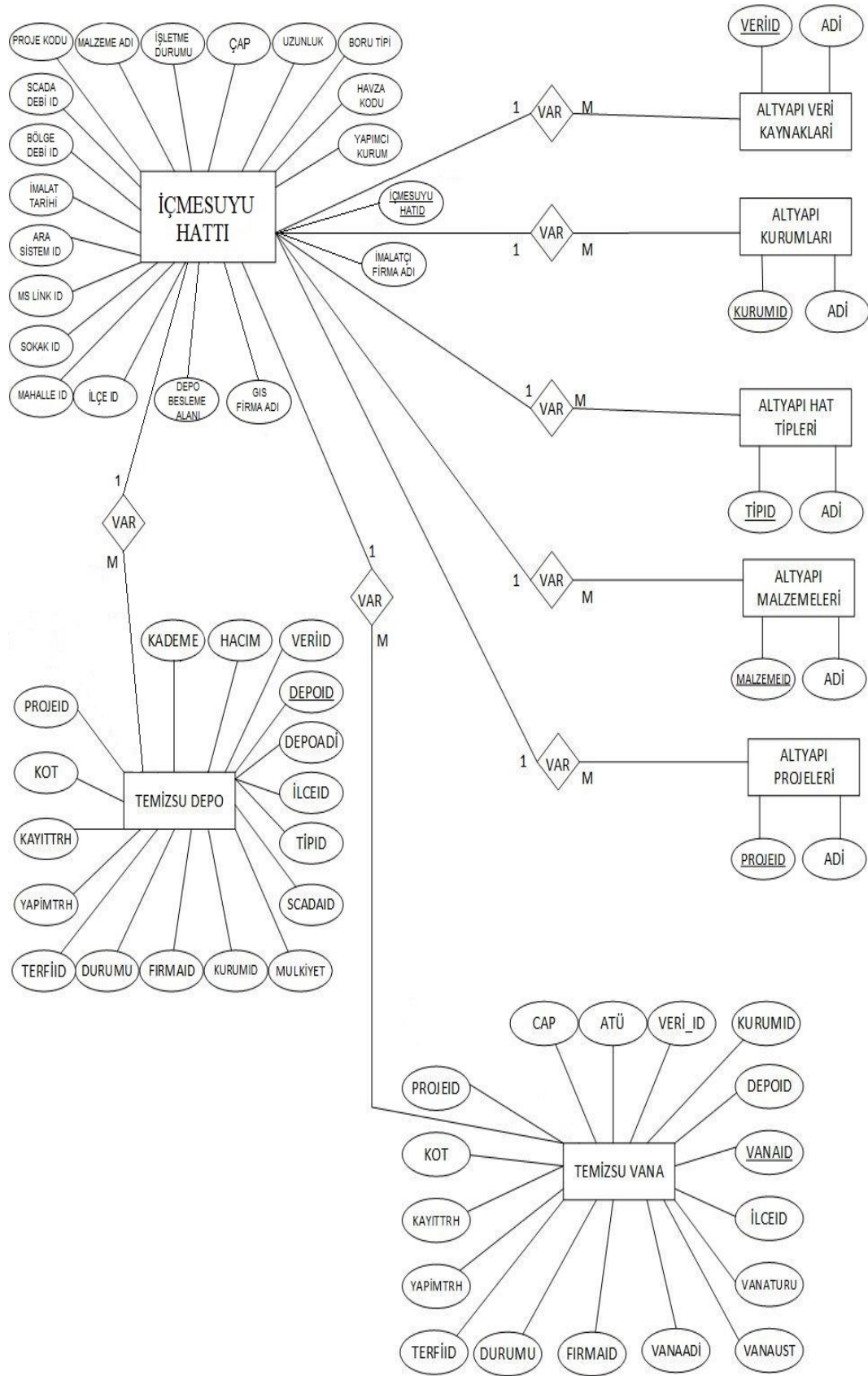
3.6. Kullanılacak Veritabanının Oluşturulması

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), adres verilerini en doğru şekilde oluşturup güncellenebilecek işlevsel bir sistemdir. Diğer bilgi teknolojilerinde adres tanımlı yapılar olmaması sokaklar, mahalleler ve binalar tanımlanabilir. Ancak, CBS ortamında bir adresin tanımlanabilmesi için konumsal bilgisinin mutlaka gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, CBS, bütün sistemler içerisinde adres verisini en sağlam ve doğru şekilde sunabilen tek sistemdir. Adres bilgisinin yanı

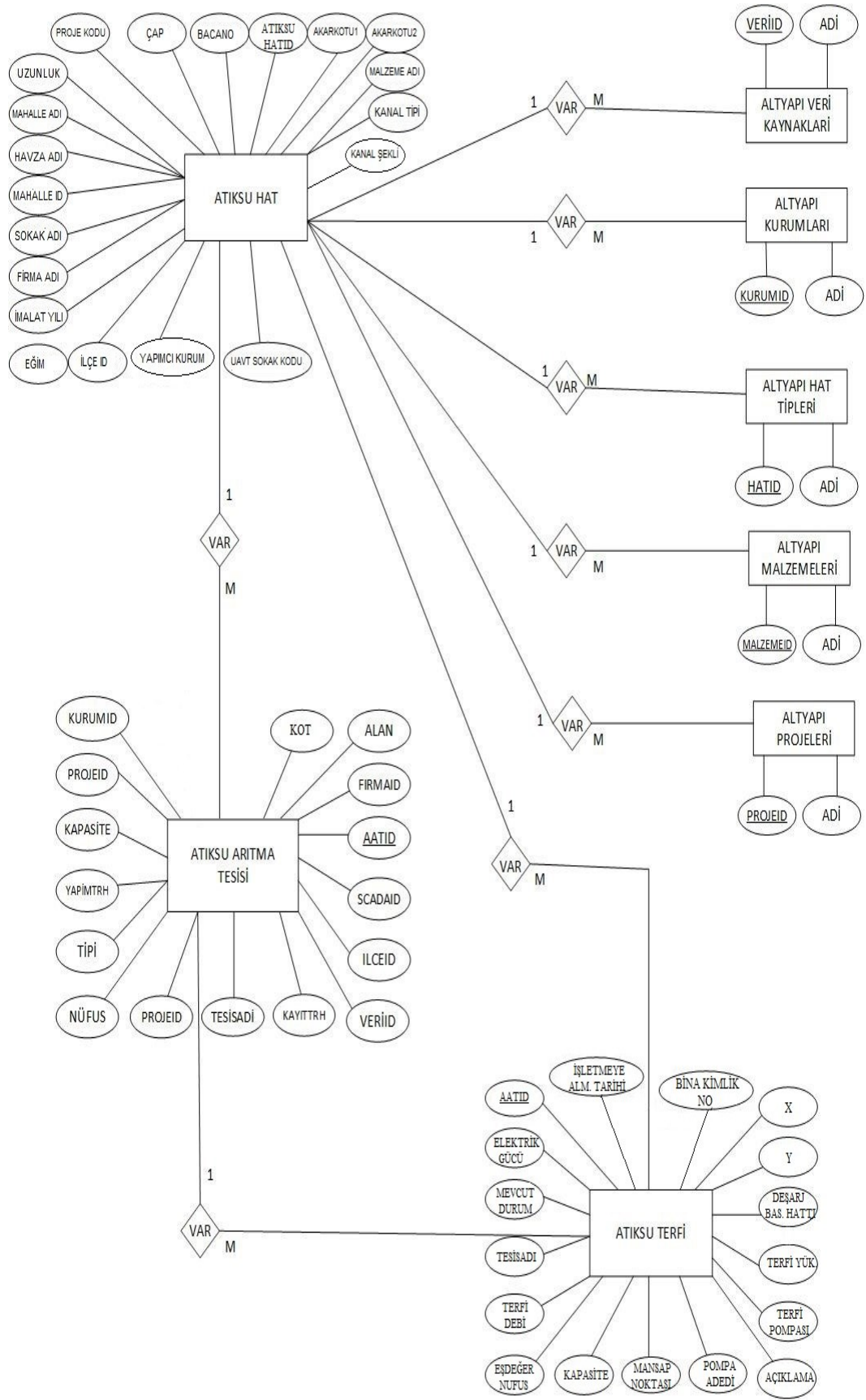
sıra her bir abonenin hizmet bağlantı noktasının da tanımlanmış olması sebebiyle şebeke verilerinin güncelliğinin korunması için diğer sistemlerle entegrasyon kaçınılmaz hale gelmiştir [41].

Varlık-İlişki (Vİ) modeli tasarımı tamamlandıktan sonra, İlişkisel Veri Modeli kullanılarak tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar, belirli normalizasyon kurallarına ve veritabanı normal formlarına uygun olarak tasarlanmıştır. İlişkisel Veri Modeli tasarımı sürecinde, tablolar oluşturulurken bu kurallar dikkate alınmış ve her tablonun öz nitelikleri belirlenmiştir [41-43]. Oluşturulan veritabanı şemalarında, ilişkileri temsil eden anahtarlar belirlenmiştir. İlişkisel Veri Modeli şemalarında altı çizili kelimeler, her bir tabloda bir veya birden fazla olabilen anahtarları temsil eder. Bu anahtarlar, tablolar arasında ilişki kurarak her satırı tek anlamlı olarak tanımlar [39].

Çalışma kapsamında oluşturulan veri tabanı tasarımında anahtar değerler şu şekildedir: İçme suyuHatID, DepoID, VanaID, Atık suHatID, AATID, Atık suTMI, YagmurHatID, YagmurTMID, YagmurTesisID İçme Suyu Hat esas varlık olarak seçilen Varlık-İlişki modeli Şekil (3.3) te, Atıksu Hat esas varlık olarak seçilen Varlık-İlişki modeli Şekil (3.4) ve Yağmursuyu Hat esas varlık olarak seçilen Varlık-İlişki modeli Şekil (3.5) olarak gösterilmiş, ayrıca İçme Suyu Hattı için hazırlanan İlişkisel veritabanı modeli Şekil (3.6) da gösterilmektedir.



Şekil 3.3. İçme suyu Varlık İlişki Veritabanı Modeli



Şekil 3.4 Atıksu Varlık İlişki Veritabanı Modeli

İÇME SUYU HATTI

İÇMESUYUHAATID	PROJE KODU	MAUZEME ADI	İŞLETME DURUMU	ÇAP	UZUNLUK	BORU TİPİ	HANZA KODU	YAPIMCI KURUM	İMALATÇI FİRMA ADI	GIS FİRMA ADI	DEPO BESEME ALANI	İLÇE ID	MAHALLE ID	SOKAK ID	MS LİNK ID	ABA SİSTEM ID	İMALAT TARİHİ	BÖLGE DEBİ ID	SCADA DEBİ ID

TEMİZSU DEPO

DEPOID	İÇMESUYUHAATID	DEPO ADI	İLÇE ID	TİP ID	SCADA ID	MÜLKİYET	KURUM ID	FİRMA ID	DURUMU	TERFİ ID	YAPIM TARİHİ	KAYIT TARİHİ	KOT	PROJE ID	KADEME	HACİM VERİ ID

TEMİZSU VANA

VANA ID	İÇMESUYUHAATID	İLÇE ID	VANA TÜRÜ	VANA ÜST	VANA ADI	FİRMA ID	DURUMU	TERFİ ID	YAPIM TARİHİ	KAYIT TARİHİ	KOT	PROJE ID	ÇAP	ATÜ	VERİ ID	KURUM ID	DEPO ID

Şekil 3.6 İçme suyu hattı ilişkisel veritabanı tasarımı tablosu

3.7. İSKİ Alt Yapı Bilgi Sistemi (İSKABİS)

İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi (İSKABİS), İstanbul ilinin içme suyu, atık su ve yağmursuyu altyapı ve üstyapı tesislerini kapsayan bir coğrafi bilgi sistemi projesidir. Bu proje, çeşitli fonksiyonları yerine getirebilmek amacıyla tasarlanmıştır ve şebeke bütünlüğü içinde hızlı ve güvenilir veri girişlerini sağlamayı hedeflemektedir. İSKABİS'in temel özellikleri şunlardır:

- i. CBS Analizi: İSKABİS, coğrafi bilgi sistemleri analizi ile içme suyu, atık su ve yağmursuyu altyapılarının konumsal verilerini detaylı bir şekilde inceleme olanağı sunar.
- ii. Modelleme ve Senaryo Yönetimi: Proje, çeşitli modelleme ve senaryo yönetimi fonksiyonları içerir. Bu sayede İSKİ, farklı senaryoları değerlendirerek altyapı projelerinin etkilerini önceden analiz edebilir.
- iii. Tematik Harita Üretimi: İSKABİS, konumsal verilere dayalı olarak tematik haritalar üretme kapasitesine sahiptir. Bu haritalar, İstanbul ilinin altyapı tesisleriyle ilgili farklı temaları görselleştirmek için kullanılabilir.
- iv. Çeşitli Analizler: Sistem, içme suyu, atık su ve yağmursuyu tesislerine yönelik çeşitli analizler gerçekleştirebilir. Bu analizler, şebeke performansını değerlendirmek, kaynakları optimize etmek ve planlamayı iyileştirmek amacıyla kullanılabilir.

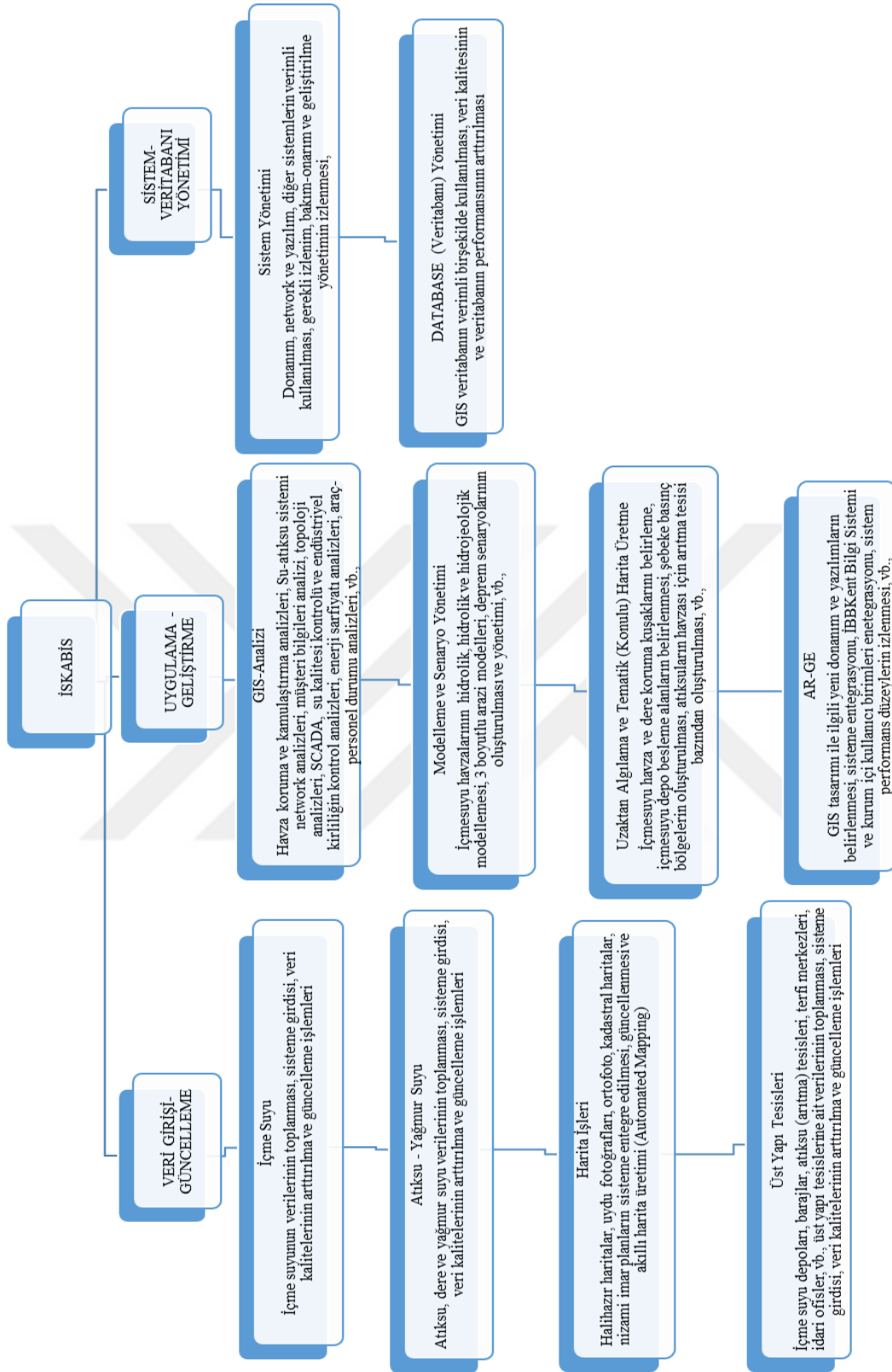
İSKABİS, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin (İSKİ) su hizmetlerini daha etkili yönetmesine ve planlamasına yardımcı olan kapsamlı bir coğrafi bilgi sistemidir. Bu çalışmalarda, İSKABİS projesinin temel faaliyet alanları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- İçme suyu Temini ve Dağıtım Sistemi: İSKİ, içme suyu altyapısının tesis edilmesi, bakımı ve dağıtımını içeren bu alanda faaliyet gösterir. İçme suyu temini ve dağıtım sistemi, suyun şehir genelinde etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar.
- Atık su-Yağmursuyu Şebekesi, Toplayıcıları ve Uzaklaştırma Sistemi: İSKİ, atık su ve yağmursuyu şebekelerinin planlanması, oluşturulması, bakımı ve uzaklaştırma sistemleri üzerinde çalışmalar yürütür. Bu alan, şehirdeki atık suyun etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını kapsar.

- Tüm İSKİ styapı Tesisleri: Bu kapsamda, İSKİ'nin tüm üstyapı tesisleri, yapıları ve ekipmanları içeren geniş bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu tesislerin konumsal analizi ve yönetimi İSKABİS'in temel hedeflerindendir.
- İçme suyu Havzalarının Kontrolü: İçme suyu havzalarının kontrolü, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğini sağlamak adına önemli bir faaliyet alanını oluşturur.
- Kent Bilgi Sistemi, Afet Yönetimi Bilgi Sistemi (EMIS) ve Yönetim Bilgi Sistemi (MIS) ile Entegrasyon: İSKABİS, kent bilgi sistemi, afet yönetimi bilgi sistemi ve yönetim bilgi sistemi ile bütünleşik bir yapı oluşturarak, farklı veri setlerini bir araya getirir ve etkileşimli bir şekilde yönetim süreçlerine katkı sağlar.

İSKİ'nin Coğrafi Bilgi Sistemi, bu beş temel alanda gerçekleştirdiği faaliyetlerle İstanbul'un su ve altyapı yönetimini etkin bir şekilde desteklemektedir.

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), Altyapı Bilgi Sistemi - Yönetim Bilgi Sistemi - Kent Bilgi Sistemi bütünleşmesini amaçlayan bir Coğrafi Bilgi Sistemi vizyonu doğrultusunda önemli adımlar atmış ve bu amaçla idari ve teknik altyapısını büyük ölçüde tamamlamıştır. Bu yapılanmanın detayları, şekil 3.7'te gösterildiği gibi dağıtılmış bir yapıyı içermektedir. Bu entegre sistem, İSKİ'nin altyapı bilgilerini daha etkili bir şekilde yönetmesine, verileri analiz etmesine ve bu bilgileri coğrafi bir perspektifle görselleştirmesine olanak tanımaktadır. Sistem, yönetim bilgisi, kent bilgisi ve coğrafi bilgi entegrasyonu ile su ve kanalizasyon hizmetlerini daha etkili bir şekilde planlamayı, izlemeyi ve yönetmeyi amaçlamaktadır. İSKABİS entegrasyon, İSKİ'nin idari süreçlerini optimize etmeye ve daha iyi hizmet sunmaya yönelik bir adım olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, coğrafi bilgi sistemi kullanımı ile altyapının durumu, bakım ihtiyaçları ve geliştirme potansiyelleri daha açık ve anlaşılır bir şekilde görüntülenebilmektedir.



Şekil 3.7 İSKİ altyapı bilgi sistemi idari yapısı [11]

İSKİ altyapı bilgi sistemlerinde verilerin takip edilmesi ve kayıt altına alınması gibi karmaşık yapının önüne geçmede verilen şekil sistemin planlı ilerlemesine olanak sağlamaktadır. Burada bölge coğrafi bilgi sistemlerinde etkin olarak kullanılan veri tabanı GIS sistemidir.

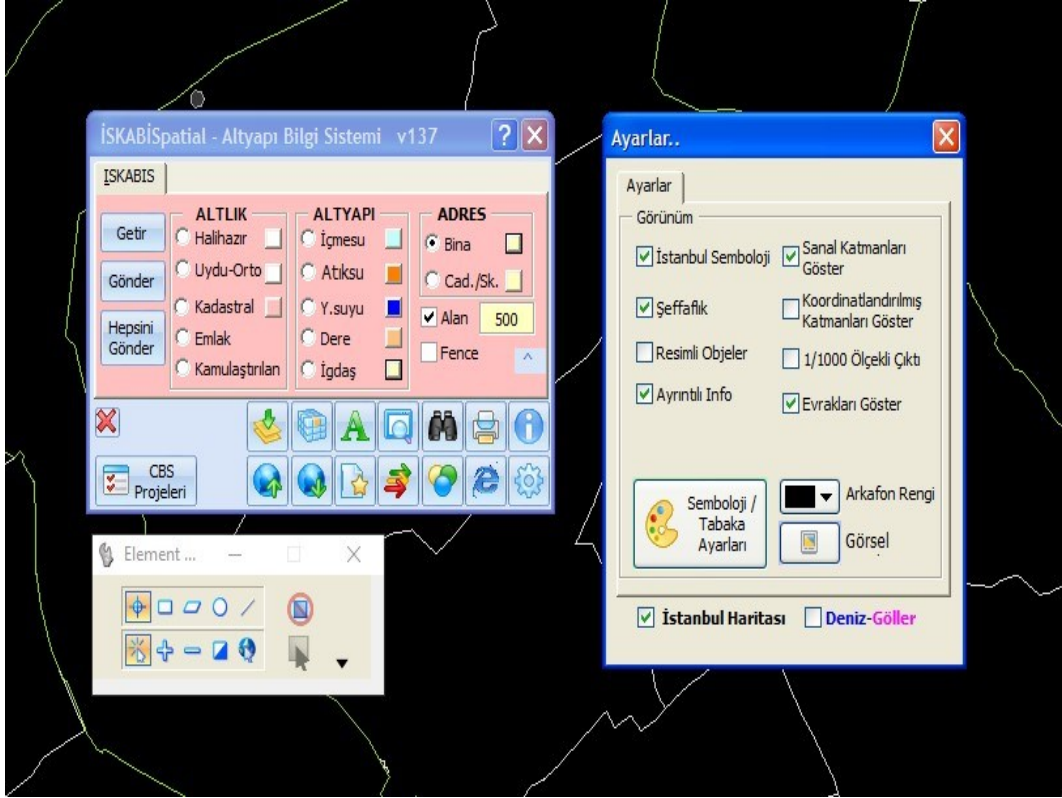
GIS dizaynı ve gelişimi sürecinde, yeni yazılım ve donanımların belirlenmesi, sistemle entegrasyonu, farklı bilgi sistemleriyle etkileşimi, sistem performansının takip edilmesi ve optimizasyon yoluyla faydalılığının artırılması vb. uygulamalar gerçekleştirilmektedir. İSKABİS, CBS, CAD, yayınlama ve modelleme işlevlerini içeren bir teknolojiye sahiptir (Şekil 3.8). Bu özellikler, teknik işlerin hassas harita ve ürünlerin CAD aracılığı ile oluşturulmasını, sorgu ve analizlerin ile senaryo üretimlerinin modelleme ve CBS işlevleri aracılığıyla gerçekleştirilmesini sağlar. Ayrıca, tüm bilgilerin paylaşımı ve güvenliği, yayınlama işlevi sayesinde etkili bir şekilde çözülmektedir. Bu entegre yaklaşım, inşaat projeleri gibi teknik işlere dair çeşitli gereksinimleri karşılamak üzere tasarlanmıştır.



Şekil 3.8 İSKABİS kullanılan teknolojiler [11]

CBS Çalışmaları: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) bünyesinde yürütülen CBS çalışmaları, İstanbul'daki İSKABİS projesi çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. İSKABİS çalışması, İstanbul'un atık su, içme suyu, üstyapı tesisleri ve yağmursuyu altyapı müşteri bilgilerini bütünlük bir biçimde yönetmeyi amaçlayan, çeşitli mekansal analizlerin, karar destek, raporlama uygulamalarının yürütüldüğü bir CBS uygulamasını ifade etmektedir.

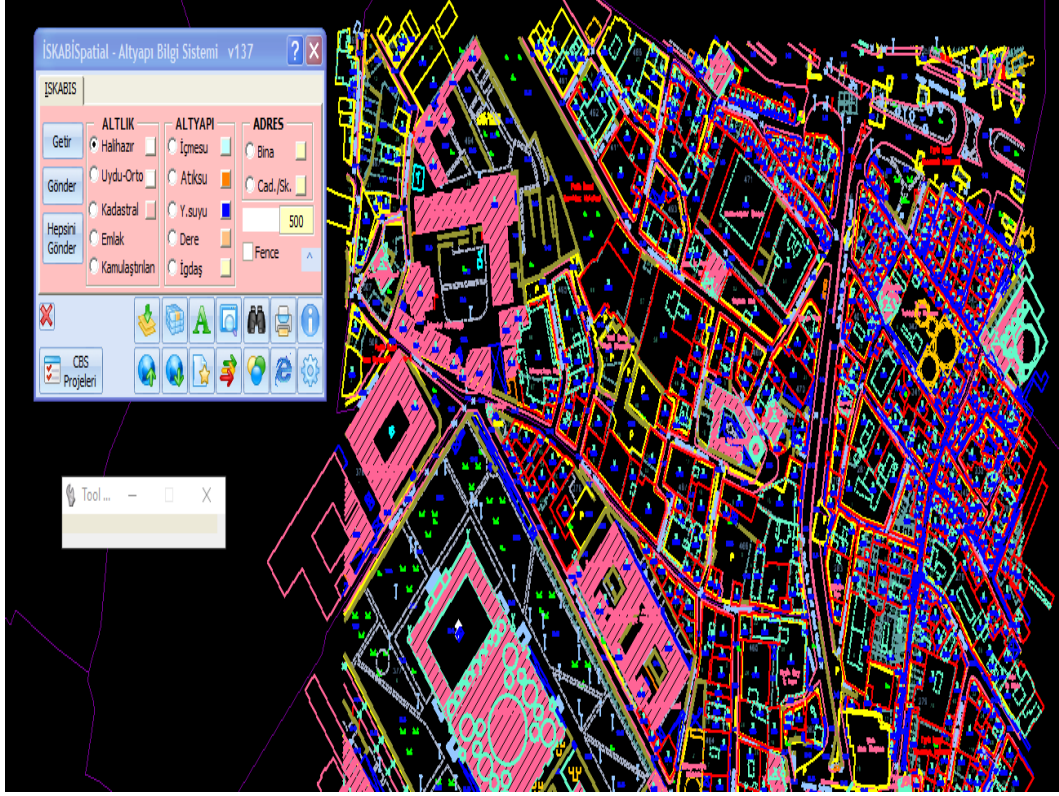
İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi (ABS) kapsamında, Aralık 2022 tarihi ile 19.975 km içme suyu, 16.690 km atık su-yağmursuyu altyapı bilgisi ve 1.968.000 adet bina konumsal olarak kayda alınmıştır. Bu veriler, altyapı kurum görüşleri, inşaat ve işletme çalışmaları ve planlamada etkin bir şekilde kullanılmaktadır ve İSKABİS uygulaması bu süreçte yoğun bir biçimde tercih edilmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 İSKABİS uygulamasının yapıldığı görselin ekran görüntüsü

Güncel tarihli verilere göre, İSKİ'nin İSKABİS projesi, İstanbul'un altyapı yönetimi ve planlamasında önemli bir rol oynamakta, konumsal veri analizleriyle birlikte etkili karar destek süreçlerini desteklemektedir.

İSKİ Coğrafi Bilgi Sistemleri çalışmaları çerçevesinde, aşağıdaki projeler başarıyla hayata geçirilmiş ve aktif olarak yürütülmektedir. İSKABİS entegreli CBS sistemlerinde bir bölgenin halihazır haritasına ulaşmada önemli yeri bulunmaktadır (Harita 3.1).



Harita 3.1 İSKABİS halihazır harita görselinden bir kesit

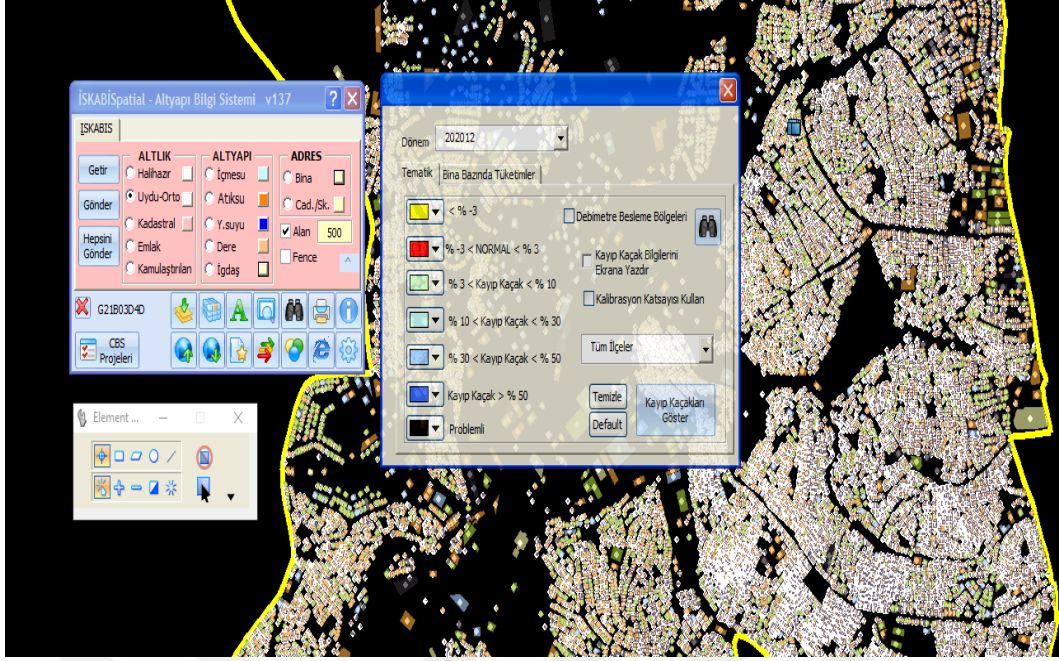
İSKABİS'te halihazır haritaları çeşitli amaçlar için hazırlanır. İşte bu haritaların hazırlanmasındaki temel nedenler:

- Altyapı Planlaması: Halihazır haritalar, su ve kanalizasyon altyapısının mevcut durumunu gösterir. Bu, mevcut altyapının durumunu anlamak ve gelecekteki planlamalar için referans oluşturmak için önemlidir.
- Mevcut Durum Analizi: Halihazır haritalar, mevcut su ve kanalizasyon altyapısının kapasitesini, dağılımını ve durumunu detaylı bir şekilde gösterir. Bu, altyapının güçlü yönlerini ve zayıflıklarını belirlemek için kullanılır.

- Güvenlik ve Acil Durum Yönetimi: Haritalar, acil durum yönetimi ve güvenlik planlaması için önemli bir araçtır. Acil durum anlarında, altyapının ve kaynakların hızlı bir şekilde değerlendirilmesine yardımcı olurlar.
- Proje Geliştirme ve İyileştirme: Yeni projelerin tasarımı ve mevcut altyapının iyileştirilmesi için haritalar kullanılır. Bu, altyapıyı daha etkin ve sürdürülebilir hale getirmek amacıyla yapılır.
- Kentsel Planlama ve Gelişim: Halihazır haritalar, kentsel planlama süreçlerinde kullanılır. Şehir genelinde su ve kanalizasyon altyapısının düzenli ve etkili bir şekilde dağılımını sağlamak için planlama ve gelişim projelerinde önemli bir rol oynarlar.
- Mali Planlama: Altyapı projelerinin maliyetini belirlemek ve bütçe planlaması yapmak için halihazır haritalar kullanılır. Bu, kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olur.

Halihazır haritalar, bir şehir veya bölgedeki su ve kanalizasyon altyapısının etkin bir şekilde yönetilmesi, güncellenmesi ve geliştirilmesi için kritik bir araçtır. Bu haritalar, altyapı yönetimi ve planlaması süreçlerinde karar alıcılarına rehberlik etmek için kullanılır.

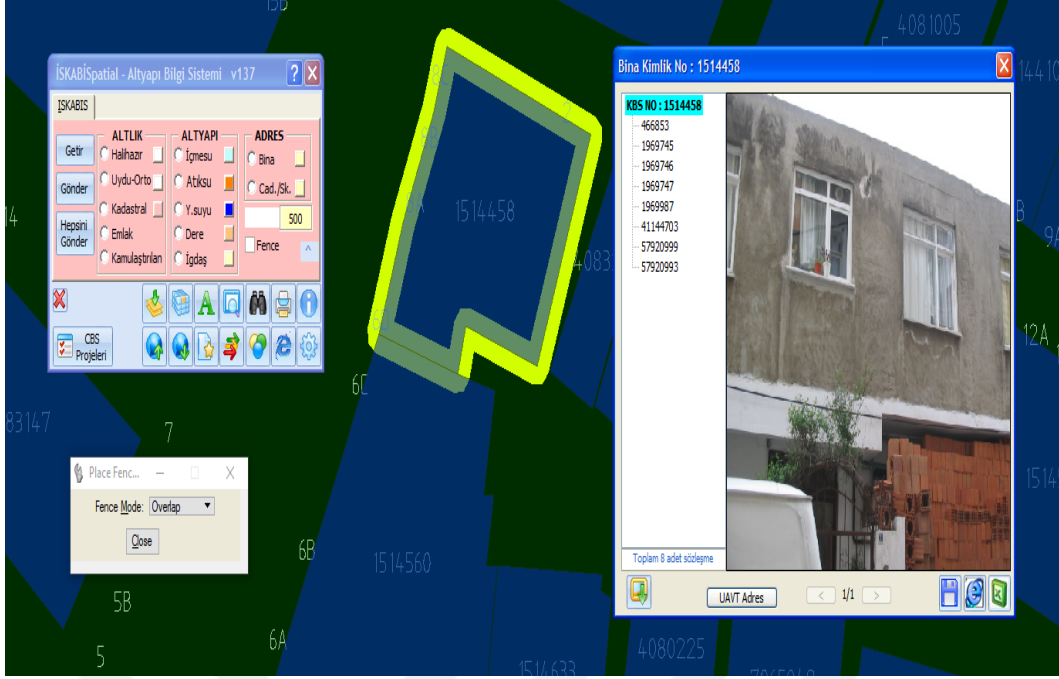
İçme Suyu Kaçak ve Kayıplarının Takibi ve Kontrolü Projesi: Bu proje çerçevesinde, İSKİ hizmet bölgesinde debimetre besleme alanları belirlenerek, aylık SCADA debi ölçüm verileri ile bölgedeki faturalandırılan su miktarları karşılaştırılmaktadır. Bu sayede su kayıp ve kaçakları, 2009 yılı Ocak ayından itibaren online olarak izlenebilmektedir (Harita 3.2). Proje, Su İsale ve Dağıtım Dairesi Başkanlığı ile birlikte devam ettirilmektedir.



Harita 3.2 İSKABİS kaçak – kayıp takibinin ekran görüntüsü

Güncel teknolojilerin kullanımı ve etkili veri analiziyle desteklenen bu proje, su kayıplarının tespiti ve kontrolü konusunda önemli bir adım atmaktadır. İSKİ'nin bu projedeki başarısı, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve suyun etkin bir şekilde kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bina Kimlik No Projesi (KBS): İstanbul'daki yapı ve binalar, KBS Bina Kimlik No Projesi kapsamında bizzat arazide barkodlu etiketlerle işaretlenmiş ve bu işaretlenen bilgiler coğrafi bilgi sistemine aktarılmıştır (Şekil 3.6). Proje, Abone İşleri Dairesi Başkanlıkları ile birlikte yürütülmekte olup, önemli bir veri yönetimi ve analiz uygulamasıdır.



Şekil 3.10 İSKABİS bina kimlik no ve abone takip ekran görüntüsü

Proje kapsamında atılan adımlar şu şekildedir:

- Bina İşaretleme ve Etiketleme: İstanbul genelindeki bina ve yapılar, sahada uzman ekipler tarafından barkodlu etiketlerle işaretlenmiştir. Bu etiketleme, bina kimlik bilgilerini benzersiz bir şekilde tanımlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.
- Fotoğraf Çekimi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarım: Her bir işaretlenen binanın fotoğrafı çekilmiş ve bu bilgiler coğrafi bilgi sistemine aktarılmıştır. Bu sayede binaların fiziksel durumu, konumu ve çevresel özellikleri detaylı bir şekilde belirlenmiştir.
- İSKİ Müşteri Bilgilerinin Online Görüntülenmesi: Proje sayesinde, bütün binalardaki İSKİ müşteri bilgileri online görüntülenebilmektedir. Böylece, su tüketimi ve kaçak kullanımlar ile ilgili detaylı analizler yapılabilir durumdadır.
- Veri Analizi ve Raporlama: Coğrafi bilgi sistemine aktarılan veriler, İSKİ'nin su tüketimi ve kaçak kontrolü gibi konulardaki analizlerini desteklemektedir. Bu analizler, su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımını sağlamak ve olası kaçakları tespit etmek amacıyla önemli bir araçtır.

Proje, İstanbul'un su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve su kullanımının izlenmesi konularında önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, Abone İşleri Dairesi Başkanlıkları ile iş birliği içinde yürütülen proje, İSKİ'nin müşteri hizmetleri ve altyapı yönetimi alanlarındaki etkinliğini artırmaktadır.

Endüstriyel Kirliliğin İzlemi ve Kontrolü Projesi: İSKİ'nin sorumluluğundaki bütün endüstriyel tesislerin tespiti, fotoğraflarının çekilmesini ve endüstriyel dosya ile bina kimlik numaralarıyla eşleştirilerek, Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) aktarılmasını içermektedir. Proje, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı ile birlikte yürütülmekte olup, endüstriyel kirlilikle mücadele ve kontrol süreçlerini desteklemektedir.

Projenin aşamaları şu şekildedir:

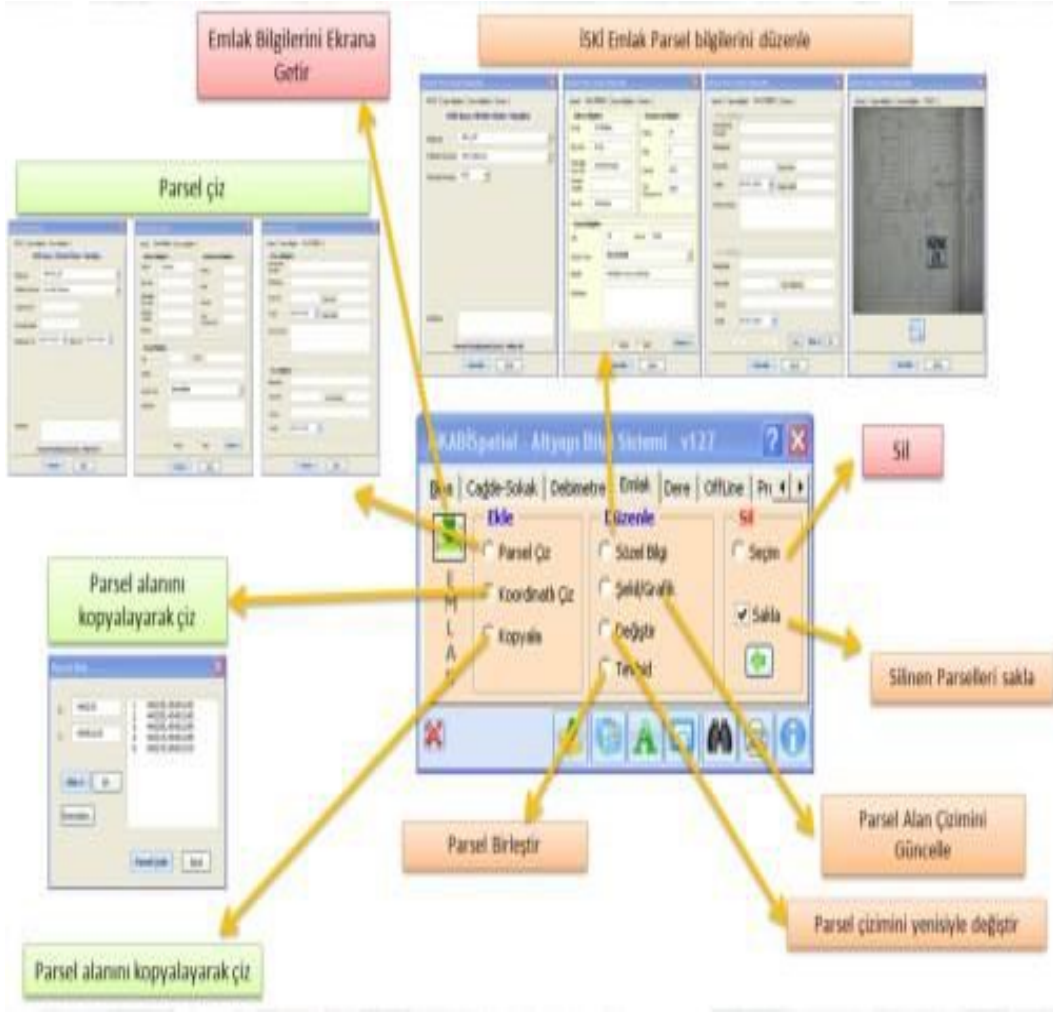
- Endüstriyel Tesislerin Belirlenmesi ve Tespit Edilmesi: İSKİ tarafından sorumluluğundaki endüstriyel tesisler yerinde tespit edilmiş ve belirlenmiştir. Bu süreçte, her tesisin özellikleri ve konumu detaylı bir şekilde incelenmiştir.
- Fotoğraf Çekimi ve Veri Toplama: Her bir endüstriyel tesisin fotoğrafı çekilerek, endüstriyel dosya ve bina kimlik numaraları ile eşleştirilmiş ve bu veriler ilgili kaynaklardan toplanmıştır.
- CBS'ye Aktarım: Elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) entegre edilmiştir. Bu sayede endüstriyel tesis envanteri oluşturulmuş ve CBS üzerinden ön arıtma ve deşarjla ilgili analiz ve sorgulamalar yapılabilir duruma gelmiştir.
- Sorgulama ve Analizler: Oluşturulan endüstriyel tesis envanteri üzerinden, çeşitli sorgulama ve analizler gerçekleştirilerek, endüstriyel kirlilikle ilgili detaylı bilgiler elde edilmektedir. Bu, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı'nın kontrol ve izleme süreçlerine önemli katkı sağlamaktadır.

Proje, çevresel koruma açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmekte olup, İSKİ'nin endüstriyel tesislerin etkilerini izleme ve kontrol etme kapasitesini güçlendirmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 İSKABİS endüstriyel tesis uydu fotoğrafı

İSKİ Üstyapı Tesisleri ve Emlak CBS Projesi: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından yürütülen bu proje kapsamında, tüm İSKİ'ye ait emlaklar ve üstyapı tesisleri, detaylı bir şekilde parsel ve bina bazlı olarak kaydedilmiştir. Proje, Emlak ve İstimlak Dairesi Başkanlığı ile iş birliği içinde gerçekleştirilmekte olup, İSKİ'nin mülkiyetinde olan parseller, irtifak, tahsis, izinler, arıtma tesisleri, terfi merkezleri, depolar ve idari binalar gibi üstyapı tesisleri sistem üzerinden sorgulanabilir durumdadır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 İSKABİS emlak ve üstyapı bilgilerin veritabanı

Projenin temel adımları şunlardır:

- Emlak ve Üstyapı Tesislerinin Kayıt Altına Alınması: İSKİ'ye ait tüm emlaklar, fiziksel özellikleriyle birlikte parsel ve bina bazında detaylı bir şekilde kayıt altına alınmıştır. Bu, İSKİ'nin mülkiyetine ait olan varlıkların güncel ve doğru bir envanterini oluşturmayı amaçlamaktadır.
- Sistemde Sorgulanabilirlik: Oluşturulan envanter sayesinde, maliklerine göre ayrılan parseller ile terfi merkezleri, depolar ve idari binalar ve arıtma tesisleri gibi üstyapı tesisleri, sistem üzerinden sorgulanabilir durumdadır. Bu, ilgili birimlerin ihtiyaç duydukları bilgilere hızlı ve etkili bir şekilde erişimini sağlamaktadır.
- Veri Entegrasyonu: Emlak ve İstimlak Dairesi Başkanlığı ile koordineli olarak gerçekleştirilen proje, farklı veri kaynaklarından elde edilen

bilgilerin entegrasyonunu içermektedir. Bu da, envanterin güvenilir ve bütünlük içinde tutulmasını sağlamaktadır.

İSKİ Üstyapı Tesisleri ve Emlak CBS Projesi, İSKİ'nin varlık yönetimi, planlama ve karar verme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Emlak ve İstimlak Dairesi Başkanlığı ile iş birliği sayesinde mülkiyet yönetimi daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Vidanjör Araçları Takip ve Kontrol Sistemi Projesi: Bu proje kapsamında, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)'ye ait vidanjörlerin takip ve kontrol edilmesi web'den gerçekleştirilebilmektedir. İlerleyen aşamalarda, özel sektördeki tüm vidanjör araçlar da bu sistem üzerinden izlenecektir. Proje, Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı ile iş birliği içinde yürütülmekte olup, vidanjörlerin etkili bir şekilde yönetimi ve çevre koruma süreçlerine katkı sağlamaktadır.

Dere Bilgi Sistemi Projesi: Bu projede, İstanbul'daki tüm dere havzaları saptanarak, bu bilgiler Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) aktarılmaktadır. Güncel durumda 100'ün üzerinde dere havzasında uygulamalar devam eder durumdadır. Proje, Kanalizasyon ve Plan Proje Daire Başkanlıkları ile birlikte yürütülmekte olup, derelerin etkili bir şekilde yönetimi ve çevresel planlama süreçlerine katkı sağlamaktadır.

Ulusal Adres Bilgi Sistemine Entegrasyon Projesi: Bu proje kapsamında, İSKİ Kullanıcı Bilgi Sistemi'ndeki adres verilerinin UAVT ile eşleştirme çalışmaları 1 Aralık 2010 itibariyle %10 seviyesinde tamamlanmıştır (Şekil 3.13). Proje, ilgili ilçe belediyeleri ile iş birliği içinde yürütülmekte olup, adres bilgilerinin ulusal düzeyde entegrasyonunu ve standartlaştırılmasını amaçlamaktadır. Bu entegrasyon, adres bilgilerinin doğruluğunu artırarak, hizmetlerin daha etkili bir şekilde planlanmasına ve sunulmasına katkı sağlamaktadır.



Şekil 3.13 Ulusal adres veri tabanı ve İSKABİS entegrasyonu görüntüsü

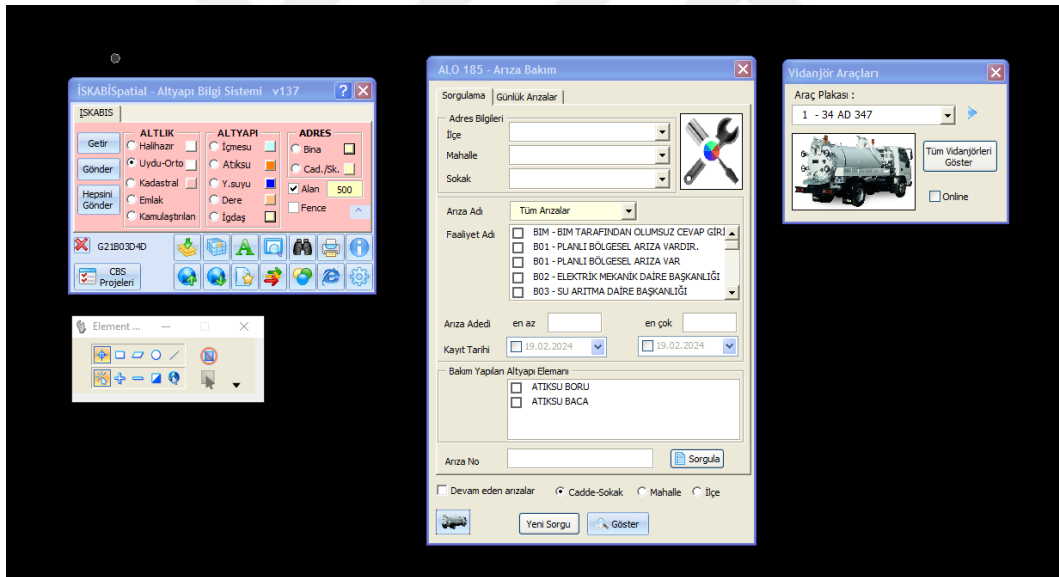
Arıza Kontrolü ve Takip Bilgi Sistemi Projesi: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Şube Müdürlükleri tarafından girilen bütün arıza kayıtlarını harita ortamlarında görüntüleyebilen ve görüntüsel analiz yapabilen bir sistem oluşturmayı amaçlamaktadır. Proje, Abone İşleri Dairesi Başkanlıkları ile birlikte yürütülmekte olup, İSKİ'nin arıza yönetimi ve müdahale süreçlerini etkinleştirmeyi hedeflemektedir.

Arıza İzleme ve Kontrol Bilgi Sistemi Projesi, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından yürütülen kıymetli bir girişimdir. Projenin temel özellikleri ve işleyişi şu şekildedir:

- Arıza Kayıtlarının Harita Ortamında Görüntülenmesi: İSKİ Şube Müdürlüklerince kaydedilen arıza kayıtları, harita üzerinden görüntülenebilmektedir (Şekil 3.14). Bu özellik, arızaların coğrafi konumlarının görsel olarak belirlenmesine olanak tanır. Bu, ekiplerin arıza bölgelerini daha hızlı ve etkin bir şekilde tanımlamalarına yardımcı olabilir.
- Vidanjör Takibi: Proje, vidanjör takibini de içermektedir. Araçların plakaları üzerinden vidanjörlerin konumu izlenebilmektedir. Bu özellik, vidanjörlerin sahada etkili bir şekilde yönetilmesine ve planlanan bakım

veya müdahale işlemlerinin daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olabilir.

- Görsel Analiz Yetenekleri: Proje, harita ortamında görsel analizler yapabilme yeteneği sunmaktadır. Görsel analizler, arıza verilerinin trendlerini anlama, öncelikli müdahale alanlarını belirleme ve genel sistem performansını değerlendirme konularında kullanıcıları destekleyebilir.
- İSKİ Şube Müdürlükleri ve Abone İşleri Dairesi Başkanlıkları İş birliği: Proje, İSKİ Şube Müdürlükleri ile Abone İşleri Dairesi Başkanlıkları arasında iş birliğini sağlamaktadır. Bu iş birliği, arıza yönetimi ve müdahale süreçlerini daha etkin ve koordineli bir şekilde yürütme amacını taşır.
- Etkin Arıza Yönetimi ve Müdahale Süreçleri: Proje, İSKİ'nin arıza yönetimi ve müdahale süreçlerini etkinleştirmeyi hedeflemektedir. Hızlı ve doğru coğrafi bilgilere erişim, ekiplerin sahadaki arızalara daha hızlı müdahale etmelerine ve sorunları çözmelerine olanak sağlar.



Şekil 3.14 İSKABİS arıza takip ve kontrol veri takip sistemi

Bu proje, su ve kanalizasyon altyapısıyla ilgili arızaların etkin bir şekilde izlenmesini, yönetilmesini ve müdahale edilmesini sağlayarak İSKİ'nin hizmet kalitesini artırmayı amaçlamaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) alanında yapılan çalışmalar İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) bünyesinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda

gerçekleştirilen projeler ve İSKABİSpatial uygulamasının temel özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

CBS Çalışmaları:

- İçme suyu altyapı ve üstyapı tesisleri ve Atık su, yağmur suyuna ait eksik bilgilerin hızlıca bitirilmesi.
- Saha çalışmaları ve ölçümler ile sistemde gerekli güncellemelerin yapılması.
- UAVT ile Kent Bilgi Sistemi Bina Kimlik No projesinin bütünleştirilmesi.
- Kurumdaki farklı birimlerin Coğrafi Bilgi Sistemi projelerine katkı sağlaması.
- En doğru üstyapı ve altyapı bilgilerinin öncelikle kurumun planlama, inşaat birimleri, işletme, ve “Ortak Altyapı” çalışmaları çerçevesinde diğer kurumlarla paylaşımı.

İSKABİSpatial Uygulaması (Şekil 3.15): İSKABİSpatial, İSKİ tarafından geliştirilen konumsal veritabanı odaklı bütünsel bir CBS uygulamasıdır ve aşağıdaki başlıca özelliklere sahiptir:

- Altyapı kuruluşları için adres modülleriyle, içme suyu, atık su, yağmursuyu ile bütünleşik çözüm desteği.
- Mekansal sorgulama gereçleri ile güçlü analiz katkısı.
- Güçlü GIS analizleri (Tampon bölge, şebeke izleme, vb.) katkısı.
- Oracle Veritabanının üst düzeyde güvenlik desteği ile online performans takibi.
- Verileri farklı programlarla dönüşüm yapmadan kullanabilme desteği.
- VBA programlama desteği ve güçlü CAD yetenekleri.
- Silinen Objelerin Geçmişini Saklayabilme (History) ve izleyebilme özelliği.
- Altyapı objelerini dinamik etiketleme (annotation) özelliği.
- Altyapı objeleri için dinamik semboloji (renk, stil kalınlık) özelliği.
- 3D CAD/GIS Bütünleşik Platform desteği.
- Altyapı hatlarına ait etkin profil (boykesit) oluşturma katkısı.
- Tematik haritalandırma ve analiz desteği.



Şekil 3.15 İSKABİS spatial uygulama veri tabanı örneği

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları, uluslararası platformlarda başarı elde etmiş ve Türkiye'yi başarıyla temsil etmiştir. İSKİ'nin CBS uygulamalarındaki başarıları şu şekilde genişletilebilir:

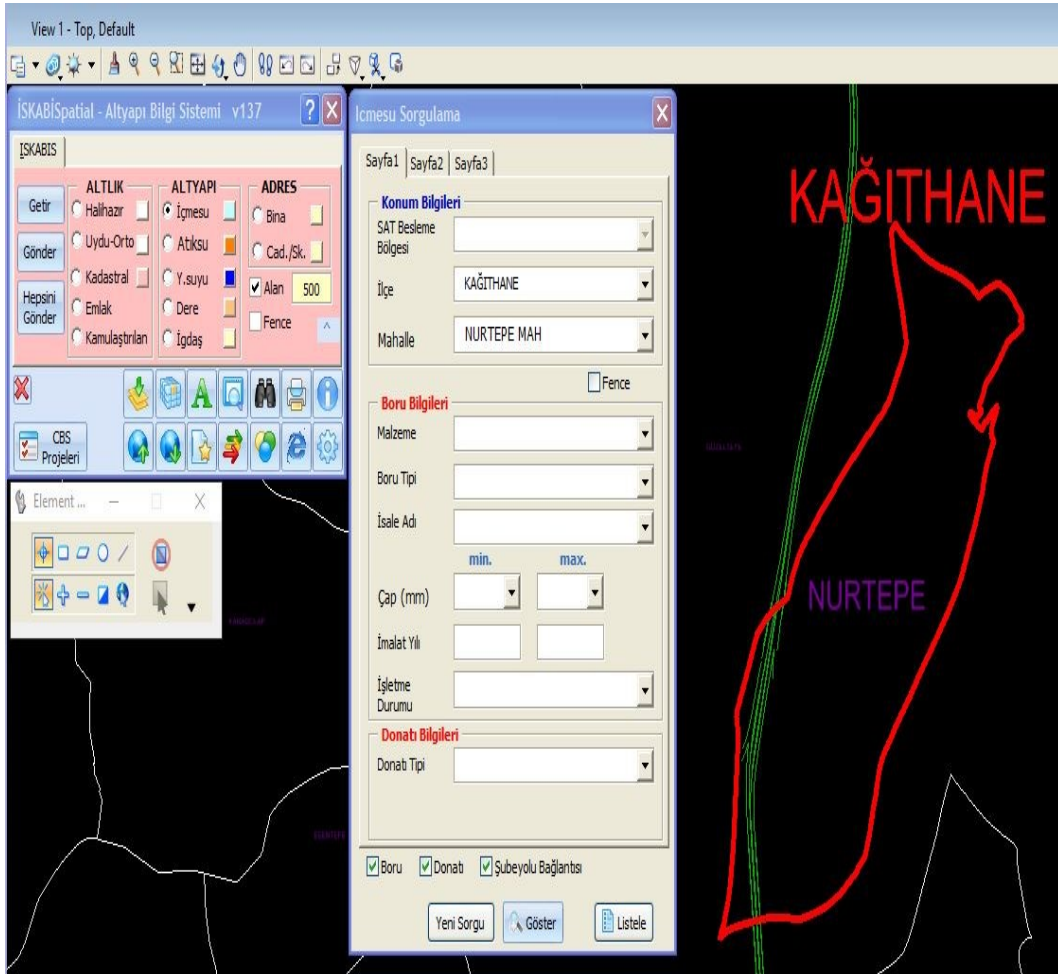
- Teknolojik İlerleme ve İnovasyon: İSKİ'nin Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları, su ve kanalizasyon altyapısıyla ilgili verilerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine ve analiz edilmesine olanak tanıyan modern teknoloji ve inovasyonu benimsemiştir.
- Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi: İSKİ'nin CBS uygulamaları, su kaynakları yönetimini sürdürülebilir bir şekilde optimize etmeyi amaçlar. Su kaynaklarının etkin kullanımı, korunması ve yönetilmesi konularında sağladığı verilerle sürdürülebilir su kaynakları politikalarına katkıda bulunur.

- Çevresel Duyarlılık ve Risk Yönetimi: İSKİ'nin CBS uygulamaları, çevresel faktörleri dikkate alarak altyapı projelerinin planlanması ve yönetilmesinde çevresel duyarlılığı artırır. Ayrıca, çevresel risklerin belirlenmesi ve azaltılması için etkili bir araç sunar.
- Acil Durum ve Kriz Yönetimi: CBS uygulamaları, acil durum ve kriz yönetimi süreçlerinde hızlı ve etkili müdahale için coğrafi veri analizi sağlar. Bu, afet durumlarında su ve kanalizasyon sistemlerinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesini ve iyileştirilmesini mümkün kılar.
- Uluslararası İş birliği ve Paydaş Entegrasyonu: İSKİ'nin CBS uygulamaları, uluslararası standartlara uygun olarak geliştirilmiş ve bu sayede uluslararası platformlarda tanınmıştır. Ayrıca, çeşitli ülkelerle bilgi ve deneyim paylaşımını destekleyerek uluslararası iş birliğine katkıda bulunur.
- Etkin Kaynak Yönetimi ve Maliyet Tasarrufu: Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları, altyapı projelerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine ve kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak tanır. Bu da maliyet tasarrufu sağlar.

İSKİ'nin uluslararası alanda başarı elde etmesi, su ve kanalizasyon yönetimi alanında dünya standartlarına uygun, inovatif, çevresel duyarlı ve sürdürülebilir çözümler sunma konusundaki başarısını göstermektedir. Bu başarılar, İSKİ'nin uluslararası topluluklarda saygın bir konuma sahip olduğunu ve ülkemizi başarıyla temsil ettiğini vurgular.

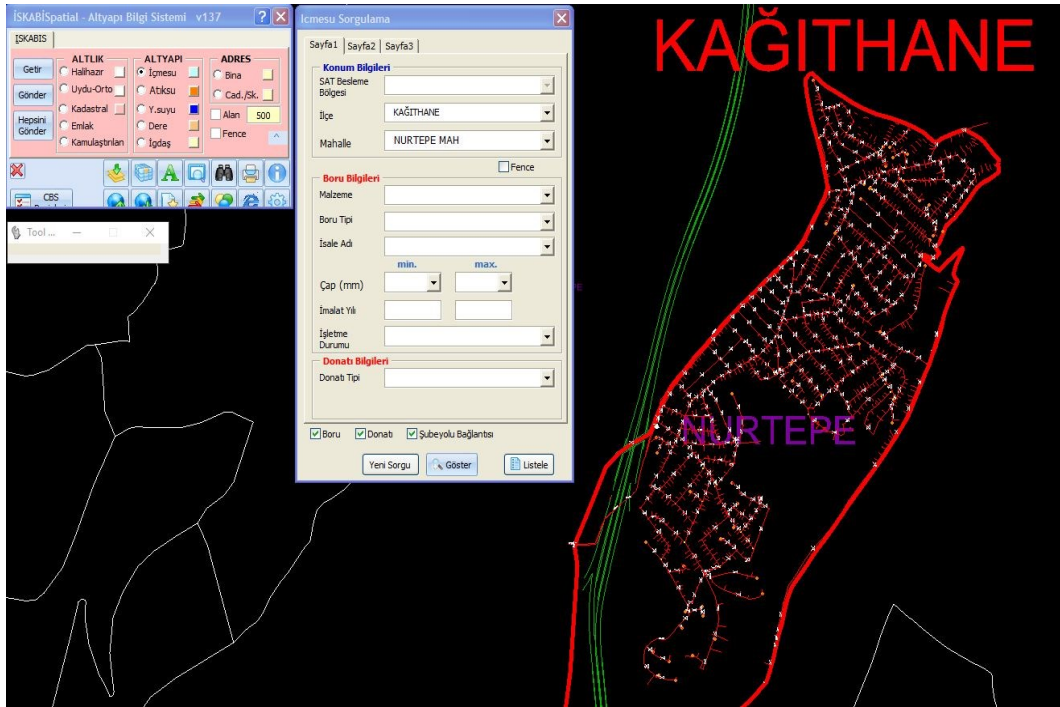
4.1 Sorgu ve Analizler

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması olan İSKABİS'te örnek mahalle olarak Kağıthane ilçesi, Nurtepe Mahallesi seçilerek farklı sorgulamalara ait görüntüler ve tablolar aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1).



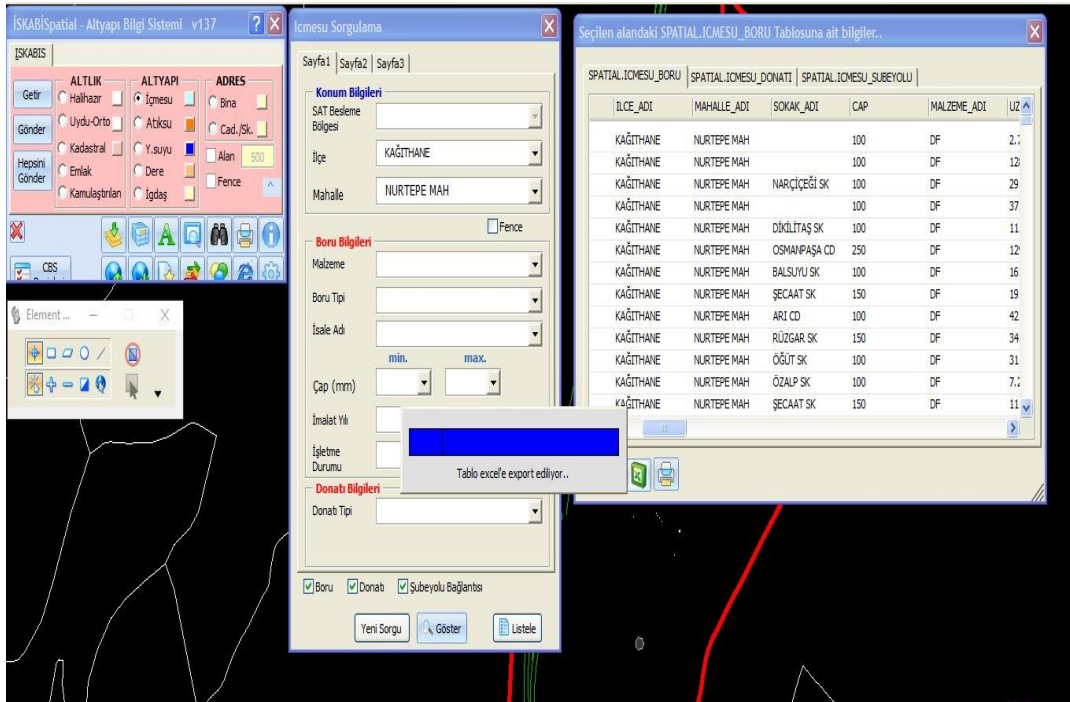
Şekil 4.1 İSKABİS İçme suyu Sorgu Ekranı

İçme suyu sorgu ekranından tüm mahalleye ait içme suyu hatlarını gösteren grafik veriler ekranda gösterilebildiği gibi, içme suyu veri tabanında tutulan verilere ait sorgulamalar kullanılarak harita üzerinden grafik ya da tablo olarak incelenebilmektedir (Şekil 4.2).



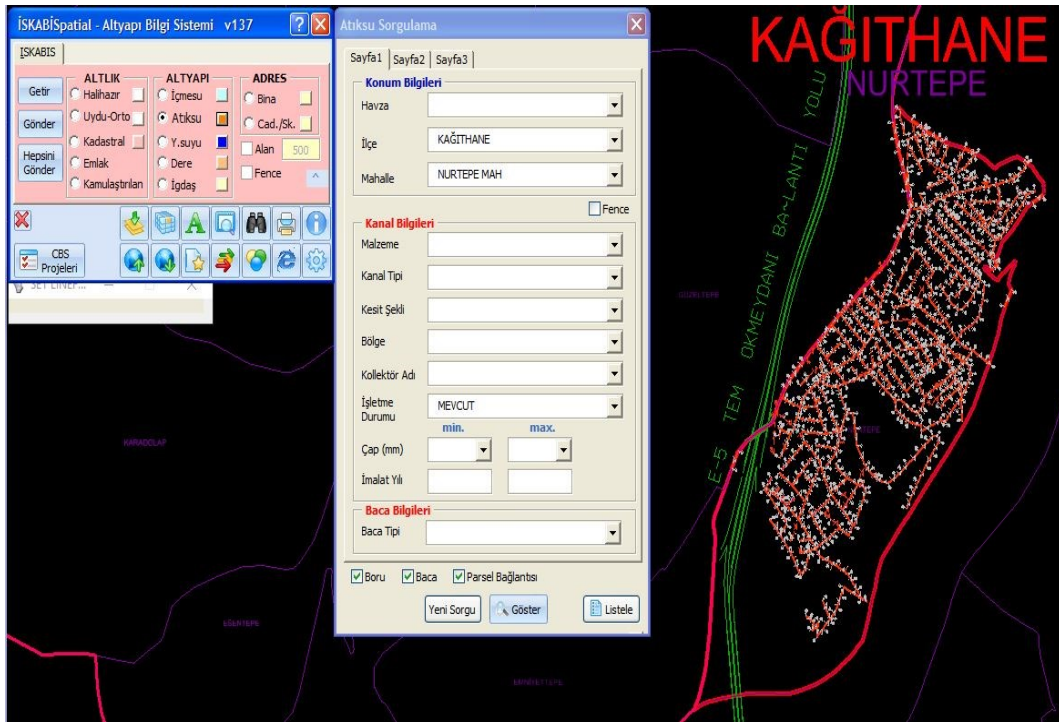
Şekil 4.2 İçme suyu hatlarının grafik olarak gösterilmesi

Mahallede bulunan tüm içme suyu hatları grafik olarak Şekil 4.3'te gösterilmektedir. Bu gösterimde içme suyu hatlarında ana isale hatları, tali şebeke bağlantıları ve abone bağlantıları bir arada gösterilmektedir.



Şekil 4.3 İçme suyu hatlarının tablo olarak gösterilmesi

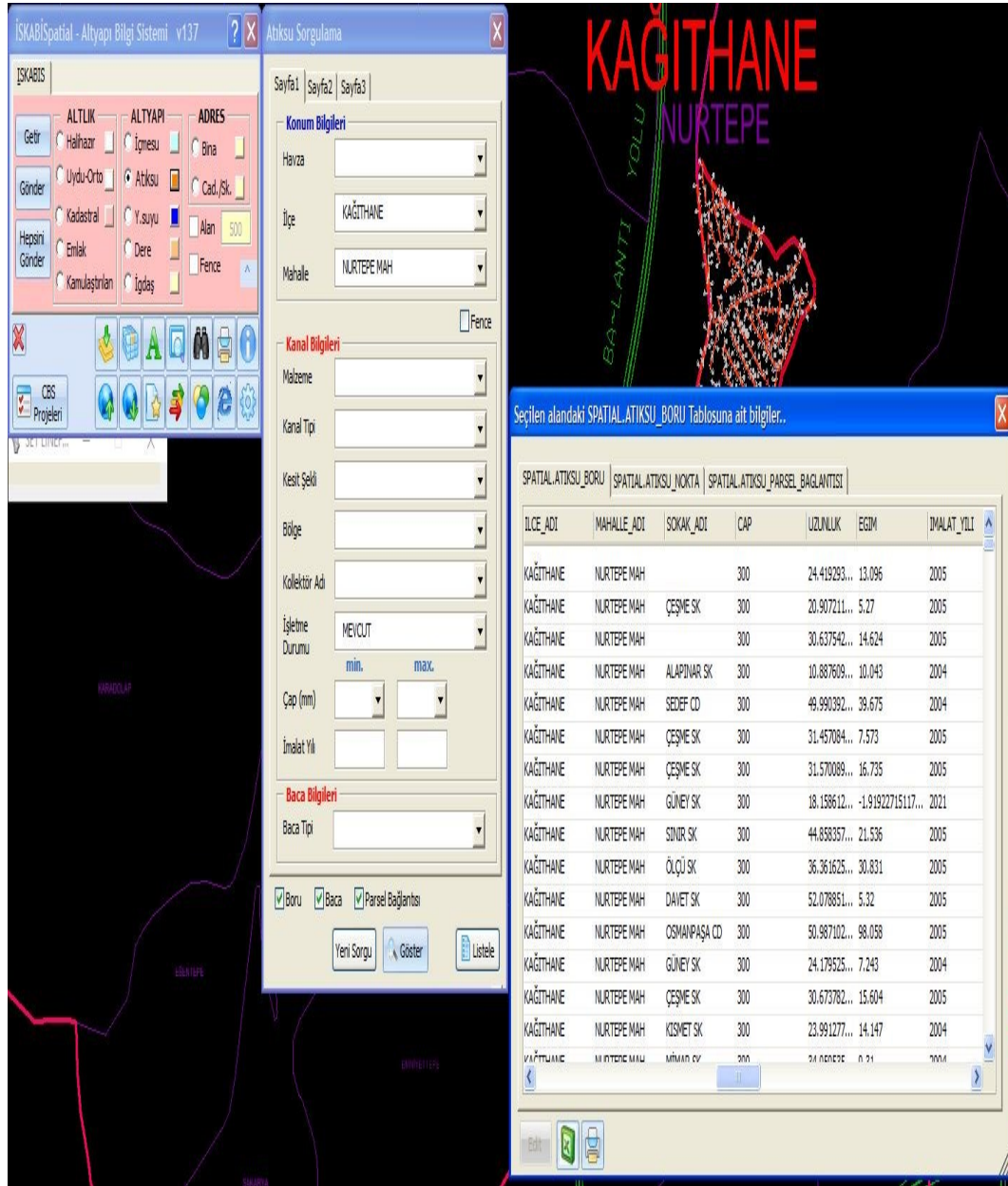
İçme suyu hatlarına ait veritabanından bulunan tüm veriler tablo olarak sorgulanabilmektedir. Sorgulanan bu verilere göre filtreler yapılabilmekte, sorgulamalar daraltılıp genişletilebilmektedir. Sorgulama ikonuna ait ilk sayfada içme suyu hattının imalat yılı, çapı, malzeme türü, işletme durumu vs göre sorgulamalar yapılabilir iken ikinci sayfada imalatçı firma bilgileri, proje kodu, veri giriş tarihi aralığı vs gibi bilgilere yönelik sorgulamalar yapılabilmekte, üçüncü sayfada ise bakım onarım bilgisi, daha önce silinen verilere yönelik sorgulamalar yapılabilmektedir. Yapılan tüm bu sorgulamalar grafik olarak ekrana yansıtılabildiği gibi tablo olarak da görüntülenebilir (Şekil 4.4)..



Şekil 4.4 İSKABİS Atık su Hatlarının Grafik Olarak Gösterilmesi

İSKABİS Atık su sorgu ekranından belli bir bölgedeki tüm atık su hatlarına ait bilgiler grafik ve tablo olarak sorgulanabilmektedir. Örnek mahalle olarak seçtiğimiz Kağıthane ilçesi, Nurtepe Mahallesinde bulunan tüm Atık su hatları grafik olarak Şekil 4.4 te gösterilmektedir. Bu gösterimde Atık su hatlarında ana toplayıcı (Kolektör) hatları, tali şebeke bağlantıları ve abone parsel bağlantıları bir arada gösterilmektedir.

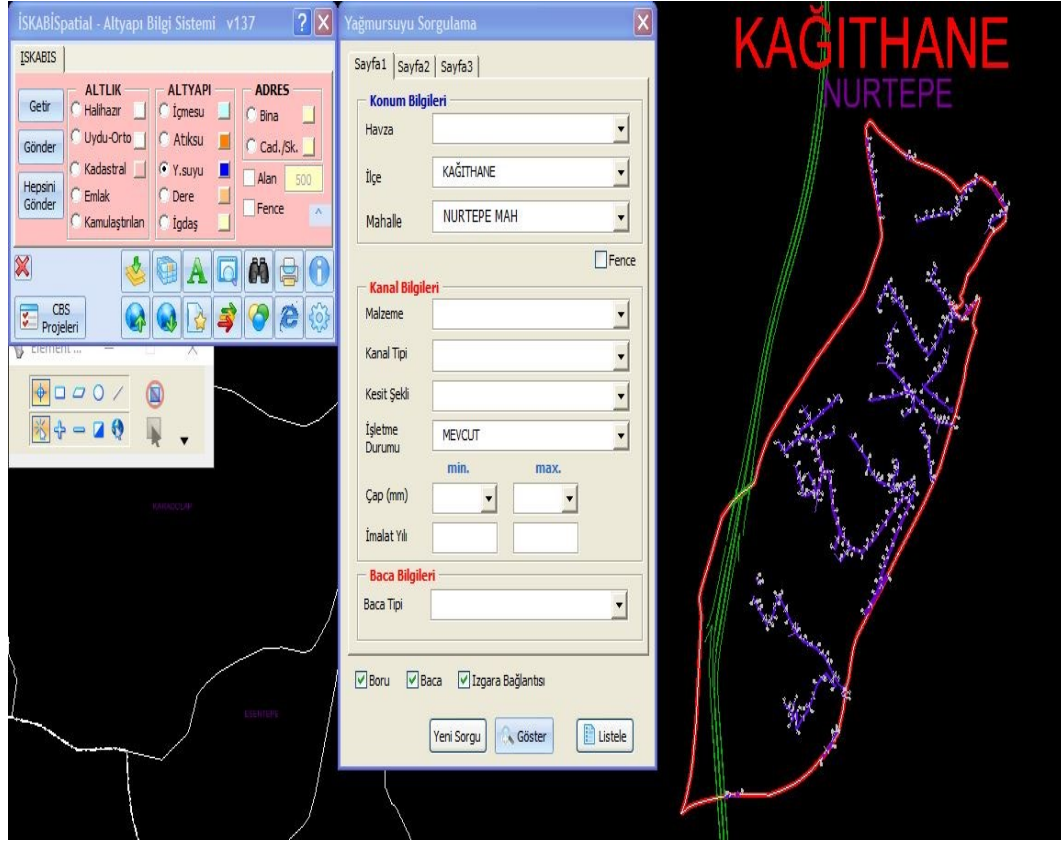
Atık su sorgu ekranından tüm mahalleye ait atık su hatlarını gösteren grafik veriler ekranda gösterilebildiği gibi, atık su veri tabanında tutulan verilere ait sorgulamalar kullanılarak harita üzerinden grafik ya da tablo olarak incelenebilmektedir.



Şekil 4.5 İSKABİS Atık su Hatlarının Tablo Olarak Gösterilmesi

Atık su hatlarına ait veritabanından bulunan tüm veriler tablo olarak sorgulanabilmektedir. Sorgulanan bu verilere göre filtreler yapılabilir, sorgulamalar daraltılıp genişletilebilmektedir. Sorgulama ikonuna ait ilk sayfada atık su hattının malzeme, kanal tipi, kesit şekli, işletme durumu vs. göre

sorgulamalar yapılabilir iken ikinci sayfada imalatçı firma bilgileri, proje kodu, veri giriş tarihi aralığı vs. gibi bilgilere yönelik sorgulamalar yapılabilmekte, üçüncü sayfada ise bakım onarım bilgisi, daha önce silinen verilere yönelik sorgulamalar yapılabilmektedir. Yapılan tüm bu sorgulamalar grafik olarak ekrana yansıtılabildiği gibi tablo olarak da görüntülenebilir.

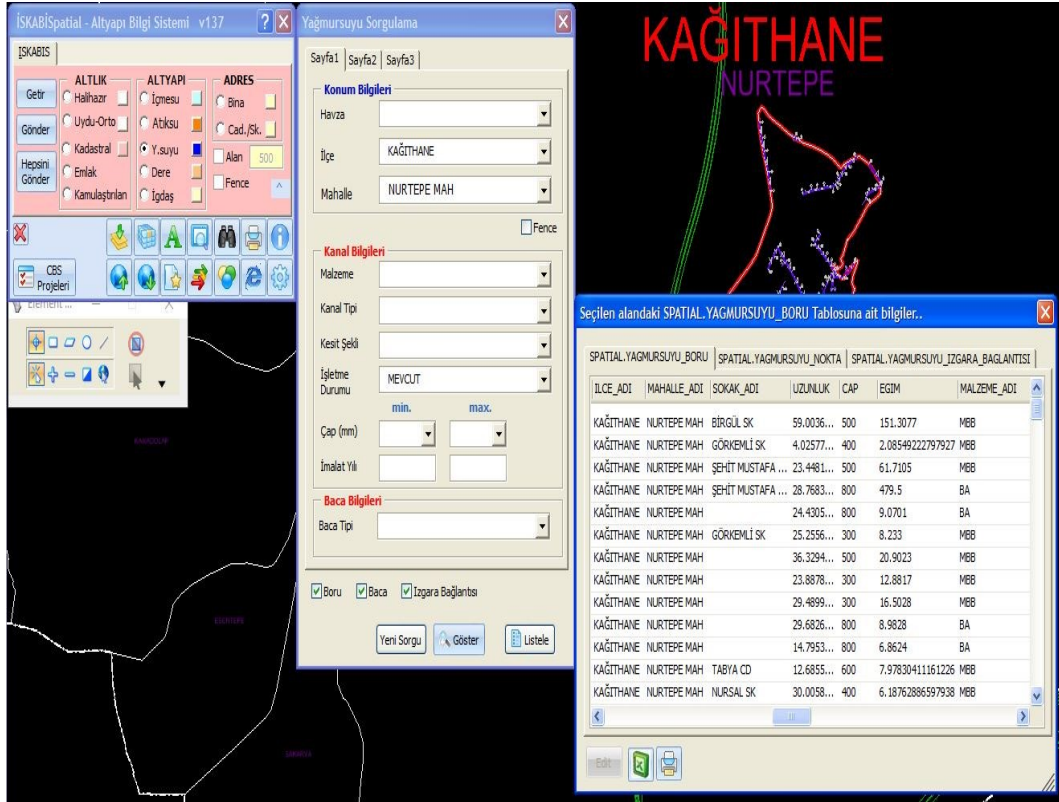


Şekil 4.6 İSKABİS Yağmursuyu Hatlarının Grafik Olarak Gösterilmesi

İSKABİS Yağmursuyu sorgu ekranından belli bir bölgedeki tüm yağmursuyu hatlarına ait bilgiler grafik ve tablo olarak sorgulanabilmektedir. Örnek mahalle olarak seçtiğimiz Kağıthane ilçesi, Nurtepe Mahallesiinde bulunan tüm Yağmursuyu hatları grafik olarak Şekil 4.6 da gösterilmektedir. Bu gösterimde Yağmursuyu hatlarında ana toplayıcı (Kolektör) hatları ve diğer tali toplayıcı hatlar bir arada gösterilmektedir.

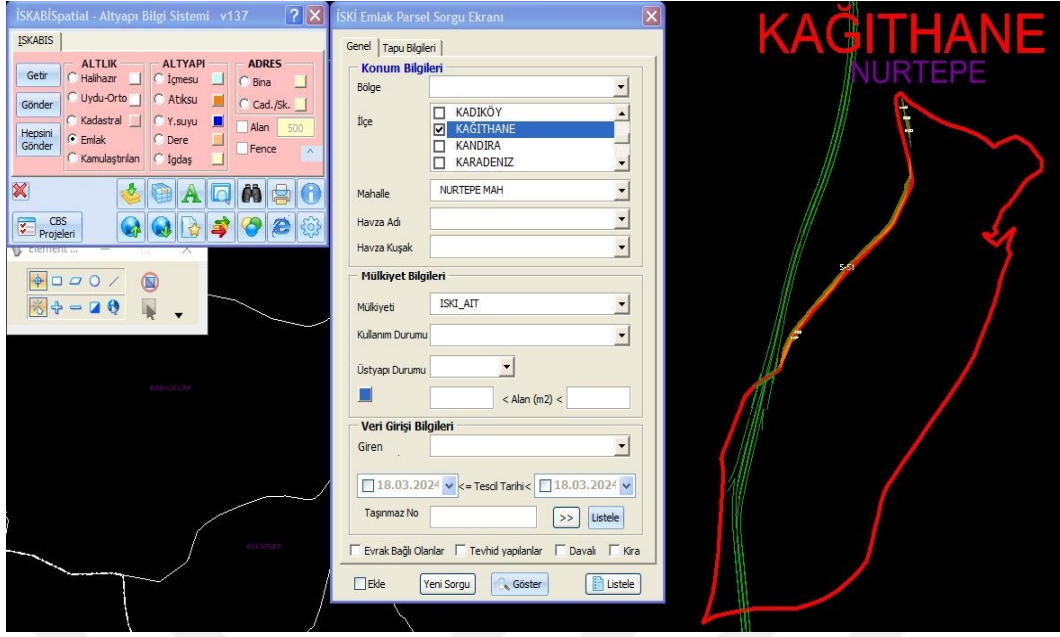
Yağmursuyu hatlarına ait veritabanından bulunan tüm veriler tablo olarak sorgulanabilmektedir. Sorgulanan bu verilere göre filtreler yapılabilmekte, sorgulamalar daraltılıp genişletilebilmektedir. Sorgulama ikonuna ait ilk sayfada

yağmursuyu hattının imalat yılı, çapı, malzeme türü, işletme durumu vs göre sorgulamalar yapılabilir iken ikinci sayfada imalatçı firma bilgileri, proje kodu, veri giriş tarihi aralığı vs. gibi bilgilere yönelik sorgulamalar yapılabilmekte, üçüncü sayfada ise bakım onarım bilgisi, daha önce silinen verilere yönelik sorgulamalar yapılabilmektedir. Yapılan tüm bu sorgulamalar grafik olarak ekrana yansıtılabildiği gibi tablo olarak da görüntülenebilir (Şekil 4.7)..



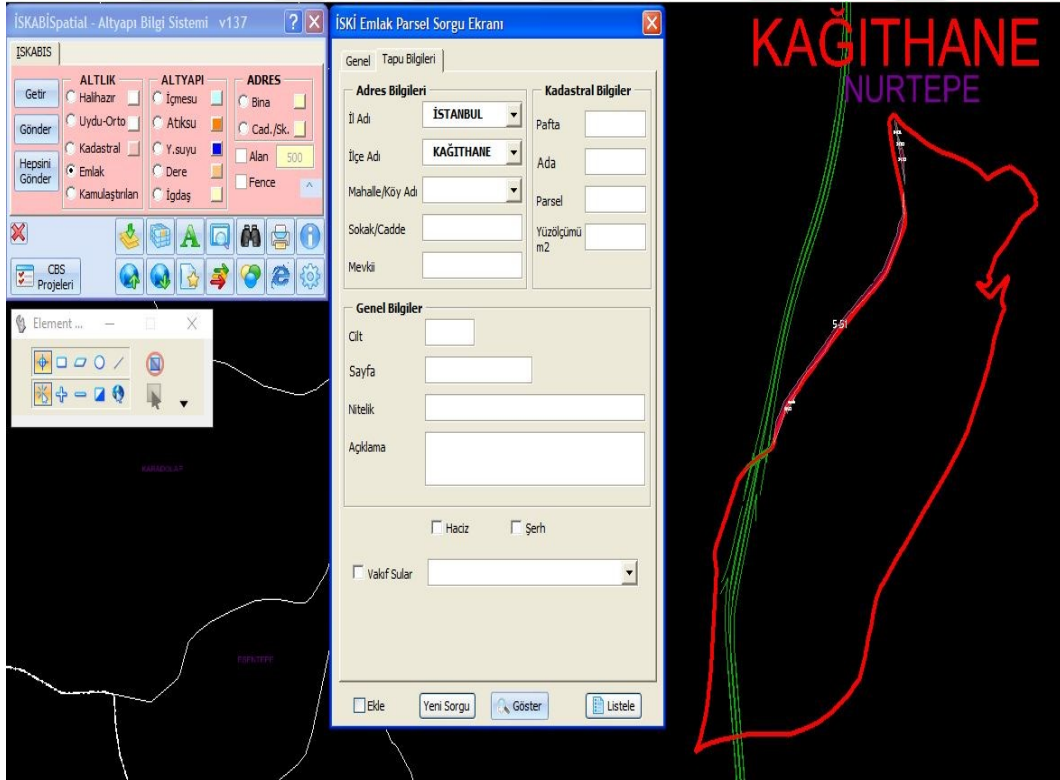
Şekil 4.7 İSKABİS Yağmursuyu Hatlarının Tablo Olarak Gösterilmesi

İSKABİS'te etkin olarak kullanılan sorguların en önemlilerinden bir tanesi de Emlak Sorgu Ekranıdır (Şekil 4.8).. Emlak sorgu ekranında belli bir bölgede bulunan emlak verisine ait sorgulamalar yapılabilmektedir.



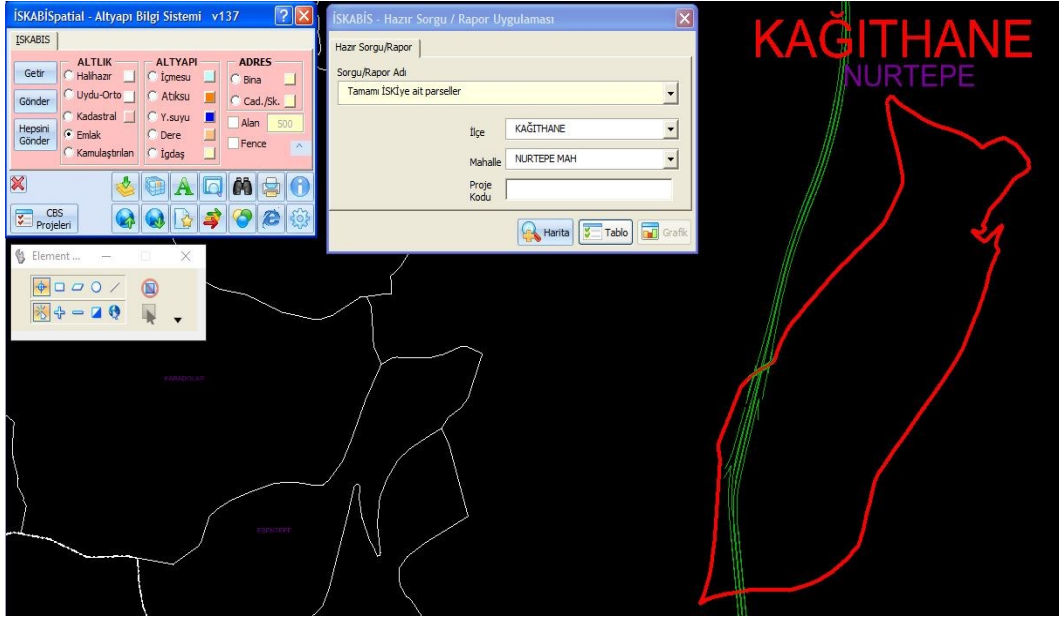
Şekil 4.8 Emlak Sorgu Ekranı

Emlak sorgu ekranı iki sayfadan oluşmaktadır. Sorgu ekranının ilk sayfasında genel bilgiler ile bölgesel sorgulamalar yapılarak mülkiyet durumlarına ilişkin bilgiler sorgulanabilmektedir (Şekil 4.9)..



Şekil 4.9 Emlak Sorgu Ekranı

Emlak sorgu ekranının ikinci sayfasından daha spesifik bilgiler ile detaylı sorgulamalar yapılabilir. Örneğin, Kağıthane ilçesi, Nurtepe Mahallesinde bulunan bir taşınmazın pafta, ada, parsel, yüzölçümü vs. gibi bilgilerinden herhangi birisi ile sorgulama yapmak, bu sorgulama sonucunda ortaya çıkan verileri grafik olarak ekranda görmek ya da tablo halinde görüntüleyebilmeye imkan tanımaktadır (Şekil 4.10). Aynı zamanda bu tabloların Excel formatında dışarıya aktarımı ve bu tabloların istenilen biçimde kullanılması mümkündür.



Şekil 4.10 Hazır Sorgu Ekranı

İSKABİS'te en sık kullanılan sorgu ekranlarından bir diğeri ise Hazır Sorgu Ekranıdır. Bu ekrandan daha önce hazır olarak oluşturulmuş yüzlerce sorgu, ilçe ve mahalle bazlı sorgulanabilmektedir. Örneğin, Kağıthane ilçesi, Nurtepe Mahallesinde tamamı İSKİ'ye ait olan parselleri hazır sorgu kullanarak sorgulamaya imkan tanımaktadır. Ya da yine herhangi bir bölgede bulunan Endüstriyel tesisleri hazır sorgu ekranından sorgulamak mümkündür.

5 SONUÇ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), coğrafi verilerin toplanması, analizi, sorgulanması, sunulması, depolanması, değişimi işlevlerini sağlayan bir bütün haline gelen coğrafi esaslara dayalı bir bilgi sistemidir. Bu sistem, beş ana bileşenden oluşur: donanım, yazılım, veri, personel ve yöntemler. Donanım, CBS'nin fiziksel bileşenlerini oluşturur ve bilgisayarlar, GPS cihazları, veri toplama araçları gibi unsurları içerir. Yazılım, CBS'nin işlevselliğini sağlayan ve coğrafi verileri işleyen programları içerir. Veri, CBS'nin ana bileşenidir ve coğrafi konumla ilişkili bilgileri içerir. Personel, CBS'nin kullanımı ve yönetimi için gerekli insan kaynağını temsil eder ve eğitimli personel, CBS'nin etkin kullanımını sağlar. Yöntemler, CBS'nin kullanımına yönelik prosedürler, standartlar ve metodolojileri içerir ve verilerin toplanması, analizi ve sunulması gibi işlemleri belirler. CBS'nin kullanımı, kentsel planlama, afet yönetimi, çevre koruma, tarım, sağlık hizmetleri gibi çeşitli alanlarda önemli bir rol oynamakta ve bu alanlarda etkili kararlar alınmasına olanak sağlamaktadır.

CBS'nin yaygınlaşması ve kullanımı, yerel yönetimlerin ve şehir planlamacılarının karar alma süreçlerinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. CBS'nin sağladığı analitik yetenekler, kentsel dönüşüm süreçlerinde, altyapı yönetiminde ve kaynakların sürdürülebilir kullanımında çeşitli olanaklar sunmaktadır. Bu teknolojinin kurumsal uygulamaları ve kullanımı, gelecekte kamu politikalarının daha etkili bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, CBS'nin internet ve web teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte daha geniş bir erişim sağlaması, bu teknolojinin kamu kurumları tarafından daha aktif bir şekilde kullanılmasını teşvik etmektedir. Bu bağlamda, CBS'nin daha fazla yaygınlaştırılması ve etkin bir şekilde kullanılması, gelecekte şehirlerin daha akıllı, daha sürdürülebilir ve daha yaşanabilir hale getirilmesine katkıda bulunabilir.

Çalışmalar incelendiğinde, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) çeşitli alanlarda yaygın bir şekilde kullanıldığı ve önemli faydalar sağladığı görülmektedir. CBS, çevresel uygulamalardan eğitim, sağlık, ticaret ve sanayiye, turizm, sosyal ve

kültürel alanlara, ulaşımdan orman ve tarıma, güvenlik ve savunma alanlarına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır.

Türkiye ve dünya genelinde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) önemi ve kullanım alanları açıkça görünür durumdadır. Özellikle kamu kuruluşları, altyapı yönetimi, su kaynakları planlaması ve hizmet sunumunda CBS teknolojisinden büyük fayda sağlamaktadır. Kentucky'den Su Kaynakları Bilgi Sistemi (WRIS) örneği, su ve atık su altyapısının etkin bir şekilde yönetilmesine ve planlanmasına nasıl katkı sağladığını göstermektedir.

Kentucky örneğinde olduğu gibi, su kaynakları yönetiminden altyapı planlamasına kadar birçok alanda CBS kullanılmaktadır. Coğrafi verilerin entegrasyonu ve analizi, karar alma süreçlerini iyileştirirken, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde, Suudi Arabistan'daki Su İşleri Genel Müdürlüğü örneği de, CBS'nin su hizmetlerinin yönetiminde nasıl kullanılabileceğini ve su kaynaklarının korunmasından altyapı geliştirmeye kadar geniş bir yelpazede nasıl katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Türkiye'deki örneklerden BUSKİ ve ASKİ, içme suyu ve kanalizasyon hizmetlerinin yönetiminde CBS'nin nasıl kullanılabileceğini açıkça göstermektedir. CBS, su hatlarının planlanması, bakımı ve yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemler sayesinde, su kaynakları daha etkin bir şekilde kullanılabilir, su kaybı ve atık su kirliliği azaltılabilir ve hizmet kalitesi artırılabilir.

CBS'nin hükümetler ve kamu kuruluşları tarafından kullanılması, altyapı yönetimi ve hizmet sunumunda önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. Bu teknoloji, su kaynakları planlamasından altyapı güçlendirme çalışmalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilmektedir. Ancak, sürekli olarak güncellenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, CBS'nin sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve geliştirilmesi için devam eden çaba ve yatırımlar son derece önemlidir.

Günümüzde, web tabanlı CBS uygulamalarına da sıkça rastlanmaktadır, bu da CBS'nin daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasını sağlamaktadır. Özellikle mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte, konumsal veriye her zaman ve her yerden erişim imkanı sağlayan uygulamaların önemi artmaktadır. Altyapı ve bilgi

sistemlerine gereksinim ve hayatı kolaylaştırmada web tabanlı CBS uygulamalarının önemli yere sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın sonuçlarına dayanarak, ideal bir altyapı yönetim sistemi için bir veri tabanı modeli önerilmektedir. Bu önerilen model, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı bir yapıya dayanmaktadır ve Varlık-İlişki (Vİ) modeli ile İlişkisel Veri Modeli'nin birleşimini içermektedir.

Önerilen veri tabanı modeli, altyapı bilgilerinin sağlam ve doğru bir şekilde depolanması, güncellenmesi ve yönetilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, web tabanlı bir uygulama üzerinden yapılan sorgulamalar ve analizler sayesinde altyapı yönetimi süreçleri daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilecektir.

Bu önerilen veri tabanı modeli, altyapı bilgi sisteminin kurulması ve işletilmesi için temel bir çerçeve sunmaktadır. Ancak, uygulamaya geçirilmeden önce dikkate alınması gereken bazı önemli noktalar bulunmaktadır:

- Veri Tabanı Güvenliği: Önerilen veri tabanı modelinin güvenliği, hassas altyapı bilgilerinin yetkisiz erişimden korunmasını sağlamalıdır. Güçlü şifreleme yöntemleri ve erişim kontrolü mekanizmaları kullanılmalıdır.
- Veri Güncelleme Sürekliliği: Veri tabanı, sürekli olarak güncellenmelidir. Yeni altyapı projeleri tamamlandıkça veya mevcut altyapıda değişiklikler olduğunda veriler hızlı bir şekilde güncellenmelidir.
- Veri Kalitesi Kontrolü: Veri tabanındaki bilgilerin doğruluğu ve tutarlılığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Gereksiz veri girişi veya hatalı veri kaydı gibi sorunlar tespit edilip düzeltilmelidir.
- Kullanıcı Eğitimi: Veri tabanını kullanan personel, sistem hakkında yeterli eğitim ve bilgiye sahip olmalıdır. Bu, veri tabanının etkin bir şekilde kullanılmasını ve yönetilmesini sağlayacaktır.
- Entegrasyon Yeteneği: Veri tabanı, diğer ilgili sistemlerle entegre bir şekilde çalışabilmelidir. Özellikle coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve adres bilgi sistemleri (UAVT) ile entegrasyon önemlidir.

Bu öneriler, önerilen veri tabanı modelinin başarılı bir şekilde uygulanması ve işletilmesi için dikkate alınmalıdır. Bu sayede, altyapı yönetimi süreçleri daha etkili ve faydalı bir şekilde yürütülebilecektir.

Bu tez, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) örneği üzerinden altyapı bilgi sistemlerine yönelik konumsal veritabanı tasarımını ele almıştır. İSKİ'nin büyük çaplı altyapı tesislerinin uzunluğu ve karmaşıklığı göz önüne alındığında, coğrafi veri tabanlarının kullanımı, altyapı sorunlarının hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesine katkı sağlamaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, altyapı bilgi sistemlerinin genel etkinliği ve farklı bölgelerde uygulanabilirliği konusunda bilgi sağlayarak, gelecekteki benzer projeler için rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, İSKİ'nin altyapı bilgi sistemini, coğrafi veri standartları ve CBS uygulamalarının entegrasyonu ile güçlendirebileceğini göstermektedir. Özellikle, konumsal veritabanlarının kullanımı, İSKİ'nin su ve kanalizasyon sistemleri üzerinde daha hızlı ve etkili kararlar almasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) bünyesinde geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması İSKABİS'in sorgu ve analiz bölümü incelenmiştir. Söz konusu bölüm, kullanıcıların içme suyu, atık su, yağmursuyu ve emlak verilerine erişerek çeşitli sorgulamalar yapmalarını ve bu verileri grafik veya tablo formatında görüntülemelerini sağlayan bir arayüz sunmaktadır.

İSKABİS'in içme suyu, atık su, ve yağmursuyu hatlarına ilişkin sorgu ekranları, özellikle İstanbul'un su ve kanalizasyon altyapısının izlenmesi ve yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kullanıcılar, belirli bir bölgedeki hatların malzeme, çap, imalat yılı gibi özelliklerini sorgulayarak altyapı hakkında detaylı bilgi edinebilmekte ve bu bilgileri raporlar halinde sunabilmektedirler. Özellikle atık su ve yağmursuyu hatlarının izlenmesi, çevresel etkilerin değerlendirilmesi, altyapı yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

Emlak sorgu ekranı ise şehir planlaması ve arazi kullanımı açısından önemli bir araçtır. Kullanıcılar, belirli bir bölgedeki emlak verilerini sorgulayarak arazi kullanımı, mülkiyet durumu ve parsellerin özellikleri hakkında bilgi edinebilirler. Bu bilgiler, şehir planlaması projelerinde ve altyapı çalışmalarında önemli bir kaynak teşkil etmektedir.

Hazır sorgu ekranı ise kullanıcıların daha önceden tanımlanmış yüzlerce sorguya erişerek hızlı bir şekilde bilgiye ulaşmalarını sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle

rutin sorguların sıklıkla yapılması gereken durumlarda kullanıcıların zaman tasarrufu yapmasını sağlamaktadır.

İSKABİS'in sorgu ve analiz bölümü, İstanbul'un su ve kanalizasyon altyapısının yönetimi ve şehir planlaması açısından önemli bir kaynak teşkil etmektedir. Kullanıcıların çeşitli verilere erişim sağlayarak detaylı analizler yapmalarını ve karar alma süreçlerine katkıda bulunmalarını sağlayan bu araçlar, gelecek çalışmalar için de önemli bir temel oluşturmaktadır.

Dünyadaki kadastral sistemler için ortak bir veri modeli olan LADM ile belediyelerin kullandıkları CBS sistemlerinin entegrasyonu da oldukça önem arz etmektedir.

Gelecekteki araştırmalar için, coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) ve altyapı bilgi sistemlerinin (ABS) daha da geliştirilmesi ve entegrasyonunun sağlanması önerilmektedir. Bu, altyapı yönetiminin daha da iyileştirilmesine ve karar alma süreçlerinin daha etkin hale getirilmesine olanak sağlayabilir. Ayrıca, teknolojik ilerlemelerin takip edilmesi ve uygulanabilirliğinin araştırılması da gelecekteki çalışmalar için önemli bir alan olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, İSKİ'nin altyapı bilgi sistemine yönelik konumsal veritabanı tasarımının önemini ve potansiyel faydalarını vurgulamaktadır. Bu tasarım, İstanbul'un temel altyapı hizmetlerini daha güvenilir ve verimli bir şekilde sunma yolunda önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

- [1] M. Yazıcı (2013). “Değerler Eğitimine Gönüllü Katılan Öğretmenlerin Profili ve Görüşleri”, The Journal of Academic Social Science Studies International Journal of Social Science, Volume 6 Issue 2, p. 995-1023.
- [2] Z. Ülkenli (1997). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Ülkemizde Kullanımı Üzerine, Sanal Gazete, Yıl 2, Sayı 4, İstanbul
- [3] M, E. Akıner ve İ. Akıner (2021). Altyapı Sorunlarına Yenilikçi Çözüm Önerilerinin Getirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat 2021 Ek Sayı 1, 755-763.
- [4] E. Ekin (2011). Hizmet Yönetiminde Bulut CBS Uygulamaları: Eskişehir Altyapı Hizmetleri Örnekleme, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [5] T. Küçükpehlivan (2014). “Altyapı Bilgi Sistemleri ve CBS Entegrasyonları”, ICSG, 8 – 9 Mayıs 2014, İstanbul.
- [6] T, K. Bensghir ve A. Akay (2004). “Bir Kamu Politika Aracı Olarak CBS: Türkiye’de Belediyelerin CBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi”, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 15 (1):31-46.
- [7] K. Laudon ve J. Laudon (2002). Management Information Systems, Pearson, 15, New York.
- [8] R. Greene, R. Reene ve D. Wright (2001). Open Access, GIS in e-Government, ESRI Press, USA.
- [9] A. Dinçyılmaz (2009). Altyapı Bilgi Sistemlerinde Mobil CBS Uygulamaları İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi(İSKABİS) Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] S, N. Çabuk (2015). “CBS’nin Yerel Yönetimlerde Kullanımı ve Kent Bilgi Sistemleri”, HaritaTeknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3):69-87.
- [11] S. İşıtmezoğlu ve S. Ataman (2007). “Altyapı Bilgi Sisteminin Ülkemiz İçin Önemi” TMMOB Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-3 Kasım 2007, Trabzon.
- [12] N. Morova (2010). “CBS Tabanlı İçmesuyu Bilgi Sistemi: Örnek Bir Uygulama”, SDU International Technologic Sciences, 2(2): 93-104.
- [13] D. Uçar ve A, Ö. Doğru (2005). “CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri”, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara.
- [14] M. Ağuş (2011). Altyapı Bilgi Sistemleri ve Ülkemizde Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [15] M, E. Keskin ve A,G. Yılmaz (2005). “Altyapı Şebekelerinin Yönetiminde Kent Bilgi Sisteminin Önemi”, 4. Kentsel Altyapı Sempozyumu, 15-16 Aralık, Eskişehir.

- [16] Y. K. Gupta (2010). “WebGIS for Planning Infrastructural Facilities at Village Level”, 13th Annual International Conference and Exhibition on Geospatial Information Technology and Applications, 19-21 Ocak 2010, Gurgaon, Hindistan.
- [17] Ş. Başa & S. Kurt (2017). SU VE KANALİZASYON İDARELERİNDE AKILLI SU YÖNETİMİ UYGULAMALARI: TEKİRDAĞ ÖRNEĞİ. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(Kayfor 15 Özel Sayısı), 1519-1532.
- [18] T. Yomralıoğlu (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- [19] D. Aydın, O. Ebcin ve O. C. Göktaş (2007). İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi (İSKABİS) :Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Kurumsal Yönetim Projesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon, 1-8.
- [20] A. Nahwani ve A. E. Husin (2021). Water Network Improvement Using Infrastructure Leakage Index and Geographic Information System, Civil Engineering and Architecture, 9, 3, 909 – 914.
- [21] Ş. Gül (2018).. İçme Suyu Dağıtım Sistemlerinde Rehabilitasyon İçin Öncelikli Bölgelerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya
- [22] S. Gök ve M. Fırat (2021). Analysis of Faults in Sewage Systems with Geographical Information Systems, 4th International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism (ICCAUA-2021) 20-21 May 2021, 786-797.
- [23] W. Kruszyński, J. Dawidowicz, D. Andraka ve J. Tomaszewska (2018). Application And Digital Implementation GIS Data To Computer Modeling Of The Sanitary Sewage Network In Podlaskie Voivodship, Ekonomia I Środowisko, 2, 65, 99- 107.
- [24] E. Ekin ve A. Çabuk (2011). İnternet CBS ile Altyapı Bilgi Sistemi Çözümleri, Sixth International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16th to 18th May 2011, Elazığ, Turkey.
- [25] <https://gisturk.wordpress.com/> (Erişim Tarihi:18.01.2024).
- [26] T. K. Bensghir ve A. Akay (2004). “Bir Kamu Politika Aracı Olarak CBS: Türkiye’de Belediyelerin CBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi”, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 15 (1):31-46.
- [27] F. Taşkın (2005). Su Dağıtım Şebekelerinin Deprem Performansının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [28] Kentucky Infrastructure Authority, Water Resource Information System, <http://kia.ky.gov/wris/default.htm>, (Erişim tarihi: 13.12.2023).
- [29] E. Ayhan, E. Köksoy, A. Ölmez ve Z. Koç (2010). “Planlamada Konumsal Bilgi Teknolojileri Kullanımı: Köy Planlaması Örneği”, UZAL-CBS, 11–13 Ekim 2010, Gebze, Kocaeli.

- [30] Esri, GIS Improves Water Management in Saudi Arabia's Eastern Region, <http://www.esri.com/news/arcnews/spring10articles/gis-improves.html>, (Erişim tarihi: 13.12.2023).
- [31] M. Alkan, & Ö. Filiz (2019). ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİ TASARIMI VE UYGULAMASI. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 1(1), 40-46.
- [32] S. S. Durduran 2005, Günümüzde Kent Bilgi Sistemi Yaklaşımları ve Bir Belediye İçin Bilgi Sistemi Modelinin Oluşturulması, S.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya
- [33] <http://gis.ankara.bel.tr> (Ankara Büyük Şehir Belediyesi CBS web sitesi) (Erişim Tarihi:12.01.2024)
- [34] E. Ekin (2011). Hizmet Yönetiminde Bulut CBS Uygulamaları: Eskişehir Altyapı Hizmetleri Örnekleme, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [35] V. Tecim (2008). Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, Renk Form Ofset, Ankara.
- [36] N. Taş (2009). “Kentsel Altyapı ve Problemleri” TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, 24-26 Nisan 2009, Diyarbakır.
- [37] E. Demirbaş (2011). “Gelişmekte Olan Ülkelerde Altyapı Bilgi Sistemi Oluşturmada Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri: ASAT Genel Müdürlüğü Örneğı”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31 Ekim-4 Kasım 2011, Antalya.
- [38] E. Kentel ve A. M. Yanmaz (2007). “Kanalizasyon Sistemlerinin İşletimiyle İlgili Sorunların Değerlendirilmesi”, 5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, 1-2 Kasım 2007, Hatay.
- [39] İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, İSKABİS Projesi, <http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/iski-hakkinda/iskabisteknolojisi>, (Erişim tarihi: 18.01.2024)
- [40] E-Belediye Dergisi, CABS Projesi, <https://www.ebelediye.info/soylesi/izsu-cografi-altyapi-bilgi-sistemi-projesi-dunya-capinda-odul-aldi-8230>, (Erişim tarihi: 20.01.2024)
- [41] G.Yıldız ve A. Ç. Aydınoglu (2010). “Altyapı Bilgi Sisteminde Adresin Önemi ve İstanbul Örneğı”, UZAL-CBS, 11–13 Ekim 2010, Gebze, Kocaeli.
- [42] M. Alkan (2005). Tapu ve Kadastro Verilerine Yönelik Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [43] H. G. Sürmeneli (2015). İlan Reklam Vergi Takip Sistemine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirisi

A.,Erciyes, & M. Alkan (2024). Altyapı Bilgi Sistemlerine Yönelik Konumsal Veritabanı Tasarımı İSKİ Örneği. 10. Hitit Öğrenci Kongresi, Çorum, 335

