T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİ TASARIMI VE UYGULAMASI KOCAELİ ÖRNEĞİ

ÖZKAN FİLİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MEHMET ALKAN

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİ TASARIMI VE UYGULAMASI KOCAELİ ÖRNEĞİ

Özkan FİLİZ tarafından hazırlanan tez çalışması 27/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mehmet ALKAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mehmet ALKAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU

İstanbul Üniversitesi _____

Doç. Dr. Füsun BALIK ŞANLI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

"Altyapı Bilgi Sistemleri Tasarımı ve Uygulaması, Kocaeli Örneği" isimli bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Uzaktan Algılama ve CBS Programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmamda bana destek olan ve çalışmalarım süresince tezimin şekillenmesinde yardımlarını esirgemeyen tez hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet ALKAN'a teşekkürlerimi arz ederim.

Mart, 2018

Özkan FİLİZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Hipotez 5

BÖLÜM 2

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ 6

2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi 6
2.2 Mobil Coğrafi Bilgi Sistemi 12
2.3 CBS'nin Maliyet Analizi 17
2.4 CBS Uygulama Alanları 20
2.5 Türkiye'de ve Dünyada Örnek CBS Uygulamaları 24
2.5.1 Türkiye'de Yapılan Çalışmalar 24
2.5.1.1 İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (İSKABİS) 24
2.5.1.2 ASKİ Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (AYBİS) 27
2.5.1.3 İZSU Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (CABS) 32
2.5.2 Dünya'da Yapılan Çalışmalar 33
2.5.2.1 Suudi Arabistan'ın Doğu Bölgesinin Su Yönetimi için Geliştirilen CBS (GDWER) 33
2.5.2.2 Kentucky Altyapı İşleri Yönetimi (KIA) 35

2.6 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kamu Çalışmalarındaki Yeri ve Karşılaşılan Sorunlar 37
2.6.1 CBS Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar 41

BÖLÜM 3

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMİ MODEL TASARIMI 46

3.1 Altyapı Bilgi Sistemine Duyulan İhtiyacın Belirlenmesi 46
3.2 Altyapı Hatlarının Projelendirilmesi, İmalatı ve İşletmesinde Yaşanılan Sorunlar 50
3.2.1 Entegrasyon 52
3.2.2 Verilerin Elde Edilmesi ve Standardizasyon 53
3.2.2.1 Sayısallaştırma 55
3.2.2.2 Sahadan Veri Toplama 55
3.2.2.3 Veri Kalitesi ve Güncelliğin Korunması 57
3.2.2.4 İdeal Bir Altyapı Yönetimi 60
3.3 Gereksinim Analizi 62
3.4 Altyapı Bilgi Sistemi Model Tasarımı 63
3.4.1 Tasarlanan Modelde Temel Hedef 63
3.4.2 Varlık İlişki Modeli 64
3.4.3 İlişkisel Veri Modeli 65
3.4.4 Altyapı Bilgi Sisteminin Vİ Modelinin Temel Yapısı ve Özellikleri 66
3.4.5 Kullanılacak Veri Tiplerinin Belirlenmesi 71
3.4.6 Altyapı Bilgi Sistemi İlişkisel Veri Tabanı Tasarımı ve Özellikleri 71
3.5 UML Nedir ve Nerede Nasıl Kullanılır 76
3.6 Altyapı Bilgi Sisteminin Uml Tasarımı ve Gösterimi 77
3.6.1 Temizsu Hat ve Tesislerinin Temsili 77
3.6.2 Atıksu Hat ve Tesislerinin Temsili 79
3.6.3 Yağmursuyu Hat ve Tesislerinin Temsili 80
3.6.4 Grisu Hat ve Tesislerinin Temsili 81
3.6.5 Altyapı Temsili 82
3.7 Uygulama 84
3.7.1 Yazılımın Seçilmesi 84
3.7.2 Uygulama Alanı Seçimi ve Veri Temininde Karşılaşılan Sorunlar 85
3.7.3 Verilerin Sisteme Aktarılması 88
3.7.4 Arayüz Tasarımı 89

BÖLÜM 4

UYGULAMA 94

4.1 Tasarlanan Modelde Gerçekleştirilen Örnekler 94

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER 108

5.1 Sonuçlar 108
5.2 Öneriler 110

KAYNAKLAR 113

ÖZGEÇMİŞ 117

KISALTMA LİSTESİ

ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BÖHHBÜY	Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CABS	Coğrafi Altyapı Bilgi Sistemi
CAD	Computer Aided Design
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CORS	Continuously Operating Reference Stations
C++	C Plus Plus Programlama Dili
C#	C Sharp Programlama Dili
EAM	Kurumsal Varlık Yönetimi Sistemi
EMIS	Emergency Management Information System
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
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İSU	Kocaeli Su ve Kanalizayon İdaresi
İZSU	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
KBS	Kent Bilgi Sistemi
KIA	Kentucky Infrastructure Agency
KVA	Konumsal Veri Altyapısı
MCBS	Mobil Coğrafi Bilgi Sistemi
MIS	Management Information System
OGC	Open Geospatial Consortium
OMG	Object Management Group
QGIS	Quantum Geographic Information System
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SDI	Spatial Data Infrastructure
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
UML	Unified Modelling Language
Vİ	Varlık İlişki
WRIS	Water Resources Information System

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 CBS bileşenleri 11
Şekil 2.2 Mobil CBS için farklı özelliklerdeki gps alıcıları 14
Şekil 2.3 Mobil çalışmalarda kullanılabilecek farklı tipteki cihazlar 17
Şekil 2.4 CBS'nin maliyet unsurları 19
Şekil 2.5 CBS'nin farklı disiplinlerdeki uygulama alanları 21
Şekil 2.6 İSKİ altyapı bilgi sistemi idari yapılanması 26
Şekil 2.7 İSKİ altyapı bilgi sistemi projesi 27
Şekil 2.8 AYBİS uygulaması kapsamı 28
Şekil 2.9 AYBİS web uygulaması 29
Şekil 2.10 AYBİS masaüstü uygulaması 29
Şekil 2.11 AYBİS şebeke entegrasyonu 30
Şekil 2.12 AYBİS ile TAKBİS entegrasyonu 31
Şekil 2.13 AYBİS ile imar planları entegrasyonu 32
Şekil 2.14 GDWER SCADA entegrasyonu iş akış şeması 34
Şekil 2.15 Olay yerinin haritada cbs ile görüntülenmesi 35
Şekil 2.16 Kentucky altyapı görüntüleme haritası 36
Şekil 2.17 CBS uygulamalarında karşılaşılan sorunlar 44
Şekil 3.1 Boyutlu gpr görseli 57
Şekil 3.2 Kâğıt pafta üzerine çizilmiş olan yeni imalat 58
Şekil 3.3 Yapılan imalatın paftaya elle çizilmesi ile ölçülerek sisteme aktarılması arasındaki fark 59
Şekil 3.4 Sabit referans istasyon 60
Şekil 3.5 Genel metodoloji yaklaşımı 62
Şekil 3.6 Çeşitli varlık ilişki diyagramı sembolleri 65
Şekil 3.7 Örnek bir ilişkisel veri tabanı gösterimi 66
Şekil 3.8 Temizsu Hattı Temizsuhat, Temizsudepo, Temizsuvana, Altyapıverikaynakları, Altyapıkurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı 67
Şekil 3.9 Atıksu Hattı Atıksuhat, Atıksuterfi, Atıksuarıtmatesisi, Altyapıverikaynakları, Altyapıkurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı 68

Şekil 3.10 Yağmursuyu Hattı Yağmursuyusuhat, Yağmursuyuterfi, Yağmursuyutesisi ile Vİ Diyagramı 69
Şekil 3.11 Grisu Hattı Grisuhat, Grisutesis, Grisuvana, Altyapıverikaynakları, Altyapı kurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı 70
Şekil 3.12 Temizsu hat ve tesislerinin gösterimi 78
Şekil 3.13 Atıksu hat ve tesislerinin gösterimi 79
Şekil 3.14 Yağmursuyu hat ve tesislerinin gösterimi 80
Şekil 3.15 Grisu hat ve tesislerinin gösterimi 81
Şekil 3.16 Altyapı gösterimi 82
Şekil 3.17 Altyapı gösterimi (devamı) 83
Şekil 3.18 Altyapı gösterimi (devamı) 84
Şekil 3.19 Yer altı görüntüleme radarı 86
Şekil 3.20 Kayıp vanaların aplikasyonlarının yapılması 86
Şekil 3.21 Kanal görüntüleme aracı 87
Şekil 3.22 Kanal görüntüleme aracı kontrol odası 88
Şekil 3.23 Verilerin veritabanına aktarılması ve uygulama kullanıcılarına sunulması 89
Şekil 3.24 Microsoft visual studio 90
Şekil 3.25 Jetbrains webstorm 91
Şekil 3.26 PostgreSQL yönetim aracı pgAdmin III 92
Şekil 3.27 QGIS desktop uygulaması arayüz 93
Şekil 4.1 İçmesuyu depo analizi ekranı 95
Şekil 4.2 İçmesuyu vana analizi ekranı 96
Şekil 4.3 Atıksu arıtma tesisleri analiz ekranı 97
Şekil 4.4 Atıksu terfi merkezi analiz ekranı 98
Şekil 4.5 Maliyet analizi modülü ekranı 99
Şekil 4.6 Raporlama modülü ekranı 100
Şekil 4.7 Altyapı filtreleme ekranı 101
Şekil 4.8 Adres bilgisi girerek abone yapılacak binanın bilgilerini gösteren ekran 102
Şekil 4.9 Abonelik ücreti hesaplama ekranı 103
Şekil 4.10 Belge onay ekranı 103
Şekil 4.11 Hazırlanan içmesuyu ve kanalizasyon durum belgeleri 104
Şekil 4.12 Hazırlanan içmesuyu ve kanalizasyon durum belgeleri (devamı) 105
Şekil 4.13 Bilgi sorgulama ekranı 106
Şekil 4.14 Kocaeli ili su havzaları koruma bandları 107

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 ABD'de belirli yerel yönetimlerde kullanılan cbs uygulama örnekleri…….. 41
Çizelge 3.1 Altyapı çalışmalarında meydana gelen hasar sayıları …… 49
Çizelge 3.2 VT şemaları……..
Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖZET

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMLERİ TASARIMI VE UYGULAMASI KOCAELİ ÖRNEĞİ

Özkan FİLİZ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet ALKAN

Kentleşmenin artması ile birlikte şehrin altyapısının klasik yöntemlerle yönetilmesinin oldukça güç bir hal aldığı görülmüştür. Altyapı tesislerinin eski zamandan günümüze kadar birçok kurum ve kuruluş tarafından çeşitli yollarla, değişik standartlar ile yapılmış olduğunu ve bu hatların uzunluğu göz önüne alındığında önümüze büyük hacimli ve bir o kadar da karışık bir yapı çıkmaktadır. Bu yapının zaman içerisinde klasik yöntemler ile yönetilemediği, günümüz teknolojisine uygun hareket ederek daha hızlı ve etkili bir şekilde yönetilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Modern kentleşmenin ve nüfusun artması ile birlikte ortaya çıkan bu sorunlar göz önüne alınarak, altyapı bilgi sistemlerinin oluşturulması önemli hale gelmiştir. Özellikle büyük kentlerde altyapının en uygun şekilde işletilmesi ve sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. Altyapı hatları, arıtma tesisleri, terfi merkezleri vb tesislerin bakım, onarım, enerji ve işletme maliyetleri sürekli artış gösterdiği için idarelerin günümüz teknolojisine uygun yeni projeler geliştiren dinamik kurumlar olması gerekmektedir.

Bu nedenle gerçekleştirilen bu çalışma ile birlikte, Kocaeli ili Derince ilçesi sınırları içerisinde bulunan altyapı hatlarının ve tesislerinin verilerinin sisteme girilmesi, sayısal bilgisi olmayanların arazide tespit edilerek coğrafi bilgi sistemi tabanlı oluşturulan altyapı bilgi sistemine dâhil edilmesi ve hatların tamamının akıllı hale getirilerek yönetilebilir seviyeye çıkarılması amaçlanmıştır. Sorgulanabilir ve analiz yapılabilir bir hale getirilmiş olan altyapı bilgileri ile altyapının yönetilebilir seviyeye ulaştırılması, son yıllarda

ülkemizde gündeme gelmeye başlayan su problemleri ile etkili bir şekilde mücadele edebilmek ve elimizdeki mevcut suyu mümkün olan en iyi seviyede abonelere ulaştırabilmek önem arz etmektedir. Bu bağlamda, sistemde yer alan içmesuyu hatları ile ilişkili depo ve vana bilgileri, bunlara ait debimetre bilgileri, vanaların yönettikleri hatların cinsi, imalat yılı, çapı vb. veriler ile içmesuyu hatlarında meydana gelen kayıp-kaçak oranın düşürülmesine yönelik önemli bir katkı sunulması amaçlanmıştır.

Yüklü maliyetler ile tesis edilen altyapılara ait bilgiler yerin altına gömülü kalmayıp, model proje ile dijital platformda veri toplama ve depolama ile bilginin saklanması ve güncellenmesi hedeflenmiştir. Böylece, altyapı hatlarına konumsal olarak ulaşmak daha hızlı ve güvenilir hale gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altyapı Bilgi Sistemi, Coğrafi Bilgi Sistemi, Altyapı Hatları, Sorgulama, Analiz

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF INFRASTRUCTURE INFORMATION SYSTEMS

A CASE STUDY OF KOCAELİ

Özkan FİLİZ

Department of Geomatics Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Mehmet ALKAN

With the increase of urbanization, it seems that managing the infrastructure of the city with classical methods has become very difficult. Considering that the infrastructural facilities have been constructed by various institutions and organizations in various ways with different standards from the past, and the length of these lines is taken into consideration, a large volume and a complex structure are emerging. The need to manage this structure in a faster and more effective manner, which can not be managed by classical methods over time, in accordance with today's technology has emerged.

Taking into account these problems that have arisen with the increase of modern urbanization and population, the formation of infrastructure information systems has become important. Especially in big cities, it is necessary to operate the infrastructure in the most appropriate way and keep it under constant control. As maintenance, repair, energy and operation costs of infrastructure lines, treatment plants, pumping stations etc. are constantly increasing, administrations need to be dynamic institutions that develop new projects in line with today's technology.

In this case of study, it is intended to enter the system of infrastructure lines and facilities located in the boundaries of Derince district of Kocaeli province, to

incorporate them into the infrastructural information system based on geographical information system by detecting those who do not have digital information and to make the entire lines intelligent and manageable. It is important to struggle with the water problems which is become important in recent years and to reach the available water resources in the best possible level with the subscribers at the best possible level by reaching the manageable level with the infrastructural information that has been made inquisitive and analytical. In this context, the tank and valve information related to the drinking water lines in the system, the flow meter information of them, the type of lines supervised by the valves, the year of manufacture, it is aimed to provide an important contribution towards reducing the loss-to-leak ratio in the drinking water lines.

It is aimed to store and update the data by collecting and storing data on the digital platform with the model project, not on the grounds of the information about the infrastructures established with the installed costs. Thus, it has become faster and more reliable to reach infrastructure lines locally.

Keywords: Infrastructure Information System, Geographic Information System, Infrastructure Lines, Questioning, Analysis

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Ülkemizde altyapı ile ilgili yapılan çalışmalar, birçok üstyapı projesinde olduğu gibi plansız ve çarpık bir şekilde yapılmaktadır. Ancak, yapılan çalışmalar yerin altında olduğundan genellikle üstyapılar kadar dikkat çekmemektedir. Yapılan hizmetler yerin altında olduğundan dolayı eksik veya hatalı yapılan işler bir problem çıkana kadar gizli kalır. Gelişigüzel ve yapım esnasında projelendirilen altyapı tesislerinin inşası sırasında aynı mahalde bulunan başka kurumlara ait altyapılar zarar görebilmekte ve bu zarar önemli ölçüde hizmetlerin aksamasına neden olabilmektedir. Günümüzde altyapı bilgi sistemlerinin henüz olmadığı yerler mevcut olup, altyapı haritalarının dahi olmadığı yerler bulunmaktadır. Altyapı için hazırlanan haritalar maalesef o bölgede çalışan ustaların hafızalarında veya yapılan işe değer verilmeden uygun olmayan şekilde çizilen alelade kâğıtların üzerindedir. Arazide herhangi bir imalat aşamasında söz konusu şahıslara danışılarak hatların yerleri tespit edilebilmektedir. Günümüzde birçok kurum tarafından yaygın olarak kullanılan bu yöntem sürdürülebilir olmamakla birlikte yıllar içerisinde kötü sonuçlara yol açabilmektedir. Bu noktada altyapı ile ilgili çalışan kurumların, konumsal veri sorgulaması yapabilecekleri, bu verileri güncelleyebilecekleri, gerekli analiz çalışmalarını yapabilecekleri, web üzerinde çalışabilen ve son kullanıcılar için uygun olan bir sisteme ihtiyaç duymaktadırlar [1].

“Altyapı Bilgi Sistemleri ve CBS Entegrasyonları” adlı bildiride, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yapılan çalışmalardaki fonksiyonu, hangi ihtiyaçlara nasıl cevap verdiği, diğer sistemlerle nasıl entegre olduğu ve Türkiye yapılmış örnek çalışmalar incelenmiştir [2].

“Altyapı Bilgi Sisteminin Ülkemiz İçin Önemi” adlı makalede, ülkemizdeki altyapı çalışmalarının bir standardizasyonunun olmaması, altyapı çalışmaları esnasında gerekli harita ölçümlerinin yapılmaması ve altyapı bilgi sistemlerinin kurulmamasının uygun olmayan sonuçlanmalara yol açtığı belirtilerek, Bursa ili sınırları içerisinde doğalgaz dağıtımı işlevini gören BURSAGAZ’ın altyapı hatları üzerinde diğer kurumların yapmış olduğu kazılardan dolayı doğan zarar ve kuruma maliyeti incelenmiş olup, bu kaybın ülke geneline yayıldığında çok yüklü maliyetler getireceği öngörülmüştür [3].

“Altyapı Şebekelerinin Yönetiminde Kent Bilgi Sisteminin Önemi” isimli makalede, içmesuyu ve atık su şebekelerinin idaresinde Kent Bilgi Sistemlerinin kullanılması ve bu sistemlerin kullanımının önemi çeşitli örneklerle gösterilmiştir [4].

“CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri” adlı makalede, ülkemizde yapılmakta olan CBS projelerinin stratejik olarak planlanmasında SWOT analizinin önemine yer verilmiştir. Buna göre stratejik planlama ve SWOT analizi konuları ile ilgili temel bilgiler verilmiş olup, CBS çalışmalarının analizinin yapılarak, mevcut sistemlerin geliştirilmesi ile ilgili olarak stratejik bir görüş meydana getirilmiştir. Ülkemizde CBS kapsamında ele alınabilecek temel etkenler niteliksel SWOT analizi yöntemi ile incelenmiştir. Analiz yönteminin bileşenleri belirlenirken, ülkemizde CBS alanında uygulama ve geliştirme konularında çalışan kurum ve kuruluşların yapmış oldukları çalışmaların sonuçları da göz önüne alınmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre ulusal ölçekte yapılacak olan Coğrafi Bilgi Sistemi çalışmalarına katkı sağlayacak stratejik bir görüş ortaya konulmuştur [5].

“CBS Tabanlı İçmesuyu Bilgi Sistemi: Örnek Bir Uygulama” adlı makalede, Isparta İli, Atabey ilçesinin içmesuyu şebeke sistemine ait planlar temin edilerek ArcView 9.0 programı ile sayısallaştırılmıştır. Elde edilen öznitelik verileri ile sayısallaştırılan veriler arasında ilişki kurularak çalışma alanına ait bir veri tabanı meydana getirilmiştir. Bu veri tabanı üzerinde çeşitli sorgulamalar yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda oluşturulan İçmesuyu Bilgi Sisteminin küçük ölçekli yerleşim birimlerinde uygulanabileceği ve yararlı olacağı sonucuna varılmıştır [6].

“CBS’nin Yerel Yönetimlerde Kullanımı ve Kent Bilgi Sistemleri” isimli makalede, yerel yönetimler tarafından yapılan çalışmalarda konumsal verinin toplanmasının,

yönetiminin ve sunumunun önemli olduğunu, Kent Bilgi Sisteminin bir şehire ait konumsal ve öznitelik verilerin elde edilerek konumsal bilgi sistemi üzerinde güncellenmesi yoluyla kent yönetimi ve yapılan hizmetlerin sunumunda etkin çözümler sunan, CBS destekli bir sistem olduğu anlatılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nün geliştirmiş olduğu Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Projesi (TUCBS) ile uyumlu olarak çalışabilen ulusal bir Kent Bilgi Sistemi oluşturmak konusunda bir projenin yürütülmekte olduğu anlatılmış ve bu çalışmada bahsi geçen projede Kent Bilgi Sisteminin yapılan hizmetlerin etkin bir biçimde yerine getirilmesi hususundaki durumu tartışılmıştır [7].

"Kanalizasyon Sistemlerinin İşletimiyle İlgili Sorunların Değerlendirilmesi" adlı bildiride, ülkemizdeki kanalizasyon hizmetleri ile ilgili ekonomik, planlama, işletme ve personel gibi genel problemler ele alınmış olup, bu problemlerin orta ve uzun vadede çözümü için bütünleşmiş bir veri tabanının ve bilgi sisteminin eksikliğine dikkat çekmişlerdir [8].

1.2 Tezin Amacı

Cografi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanım alanlarının artmasıyla birlikte bilgiye güncel ve doğru olarak ulaşım da aynı oranda artmıştır. Bununla birlikte yeni teknolojik uygulamalar ve daha etkin veri toplama yöntemleri geliştirilmiştir. İlk başta sadece uzman olan kişiler tarafından büro ve benzeri ortamlarda güçlü donanımlar üzerinde geliştirilen CBS uygulamaları, bilgisayar ve iletişim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte önemli mesafeler alarak, son kullanıcıların zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın daha rahat kullanabileceği bir duruma gelmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak altyapı bilgi sistemlerine olan ilgi ve talep son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Altyapı bilgi sistemleri yazılım ve donanım entegrasyonuyla altyapı hatlarının ve tesis verilerinin dijital bir platform üzerinde analiz edilebilmesine imkân sağlamaktadır. Kentleşmenin ve nüfusun hızlı artışı sebebiyle klasik yöntemler ile yönetilemeyen altyapı hatları, günümüz teknolojisine uygun olarak altyapı bilgi sistemleri ile analiz edilebilir hale getirilmektedir. Bu sayede arazi ve büro çalışmalarının eş zamanlı olarak yürütülebileceği bir ortam hazırlayarak verimliliğin artmasına, analiz yapılabilmesine, maliyetlerin azalmasına, hızlı karar verilebilmesine, iş gücü kayıplarının önüne geçilmesine imkân sağlayan gelişime açık bir platform sunmaktadır.

Bu çalışmada, altyapı bilgi sisteminin bir bölge üzerinde en doğru, en 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 konularında sağladığı olanaklar irdelenmiştir. Altyapı bilgi sistemi oluşturulurken gerekli olan verilerin araziden toplanması aşamasında karşılaşılan sorunlar, yetersiz veri toplanması, verilerin bilgisayar ortamına işlenmesi sırasında karşılaşılan zorluklar ele alınmıştır. Bir altyapı bilgi sisteminde olması gereken temel nitelikler ile uygulama için gerekli yazılım ve donanımlar araştırılmıştır.

Bu kapsamda Kocaeli ili Derince ilçesinde bulunan içmesuyu, atıksu, yağmursuyu hatları, dere ıslahları, içmesuyu depoları, içmesuyu ve atıksu terfi merkezlerinin konumsal olarak sorgulanabildiği, muhtelif analizlerin yapılabildiği bir altyapı bilgi sisteminin oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı içerisinde bulunan birçok verinin eksik olduğu, bazılarının ise hatalı olduğunun tespiti yapılmıştır. Bu sistem ile birlikte sahada benimsenmiş bir yöntem olan kâğıt üzerinde gelişigüzel olarak işlenmiş verilerden kaynaklanan birçok yanlışlıkların en aza indirgenmesi sağlanacaktır. Bu çalışma, büyük ölçüde zamandan tasarrufu sağlayacak olup, yapılacak projelerin hızlı ve daha verimli yapılması noktasında önemli katkılar sağlayacaktır. Oluşturulan bu sistem sayesinde çalışma bölgesinde yeni veri toplama ve mevcut verilerin güncellenmesi işlemleri daha verimli bir şekilde yapılabilecektir. Bu sistem sayesinde farklı kullanıcı profilleri her türlü ihtiyaçlarına cevap alabilir hale gelmiş olacaktır.

1.3 Hipotez

Ülkemizdeki şehirlerin büyümesi ile birlikte eski zamanda farklı kurum ve kuruluşlar tarafından çeşitli yöntem ve malzemeler ile inşaası gerçekleştirilen altyapı hatlarının klasik metotlarla idare edilmesi gün geçtikçe zorlaşmaktadır.

Yerel yönetimler ve özel sektör bünyesinde bulunan farklı altyapı tesislerinin işletilmesi sırasında, kurumların bir kısmının bilgi sistemlerinin olmayışı, veri yapılarının çeşitlilik göstermesi, kurumların farklı coğrafi koordinatlar ile çalışması, verilerin eksik ve güncel olmaması, birbirleriyle veri paylaşımı ve entegrasyon noktasında yaşanan problemler uygulamalarda karşılaşılan en büyük sorunlardır.

Bu sorunları ortadan kaldırmaya yönelik çözümlerin geliştirilebilmesi için, altyapı kurumlarının ihtiyaç ve sorunlarının detaylı bir şekilde incelenerek, gerekli analiz ve sorgulamaların yapılabildiği bir bilgi sisteminin tasarlanması gerekmektedir.

Bu tezin ortaya konulmasındaki en önemli sebep, bahsi geçen problemlerin çözümüne katkı sağlamak amacıyla altyapı kurumlarından olan su ve kanalizasyon idarelerinin analiz ve sorgulama yapabilecekleri, değişken parametreleri bir arada tutabilecekleri, sorumlulukları altında bulunan hatları en verimli şekilde işletebilecekleri bir altyapı bilgi sisteminin tasarlanması ve geliştirilmesidir.

Bu nedenle, bir şehre ait içmesuyu, atıksu ve bunlara ilişkin tesislerin konumsal sorgulamalarının, şebeke analizlerinin ve yönetiminin yapılabildiği, altyapılara ait bilginin depolanması, sürekli kontrol altına alınması ve güncel tutulabilmesi için kurumların altyapı bilgi sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Yerel yönetimlerin bünyesinde yer alan su ve kanalizasyon idarelerinin altyapı bilgi sistemleriyle yapacakları yönetim ile birlikte, şehirlerimizin ihtiyaçları daha kolay ve hızlı belirlenecek, bu doğrultuda kurumlar ileriye dönük master planlarını yapma fırsatı yakalayabilecek, buna bağlı olarak kurumlar maddi kaynaklarını doğru yönlendirebilecek, su kayıp ve kaçakları ile etkin bir mücadele sağlanacak ve etkili bir çevre yönetimi gerçekleştirilebilecektir.

BÖLÜM 2

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

2.1 Coğrafi Bilgi Sistemi

Günümüzde hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ile insanların yaşam tarzlarında birçok değişiklikler meydana gelmiştir. İnsanlar bilgi çağının gelişimiyle birlikte yaşam kalitesini yükseltmek ve temel gereksinimlerini karşılamanın yanında hizmetlerin de daha etkin ve verimli bir şekilde yerine getirilmesi noktasında beklentilerini artırmışlarıdır. İnternetin gündelik hayatımıza girmesi ile birlikte bilgiye erişim sınırları ortadan büyük ölçüde kalktığından bilgi paylaşımı ve yeni teknolojilerin takibi kolaylaşmış olup, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki kaynaklardan yararlanma konusundaki mesafe önemli ölçüde azalmıştır. Elimizde bulunan ve sonsuz miktarda olmayan kaynaklarımızı daha akılcı yönetme konusundaki arayışlar, bilgi teknolojilerindeki araştırmaların hızlanmasını sağlamıştır. Bu gelişmelerin ışığında, kentsel gelişmenin sağlıklı ve sürdürülebilir olabilmesi için yerel ve merkezi yönetimin gelişmiş teknolojik imkânlardan yararlanması kaçınılmaz hale gelmektedir [9].

Gelişen bilgi teknolojisinin merkezi ve yerel yönetimlere sunduğu en önemli olanaklardan biri de kuşkusuz ülkemizde de giderek artan bir öneme sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemleridir. CBS alanında yapılan ilk çalışmalar, 1963 yılında Kanada'da ülke arazilerinin büyüklüklerini ve kullanım türlerinin tespiti amacıyla yapılan envanter çalışmalarından oluşan coğrafi bilgi sistemleri projesidir. Günümüzde ise 1963 yılından

bu yana elde edilen bir bilgi birikimi ve uydu teknolojilerinin desteği ile coğrafi bilgi sistemleri gündelik hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Coğrafi bilgi sistemleri araştırma, planlama ve karar organları için gerekli verilerin coğrafi esaslara göre toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi, sunulması ve değişimi işlevlerinin sağlanabilmesi amacıyla bir bütün haline gelen coğrafi veritabanı, yazılım, donanım, personel, standartlar ve yöntemlerin tamamıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri sahip olduğu kabiliyetler nedeniyle kentsel ve bölgesel planlama, tarım, orman, peyzaj planlama, jeoloji, savunma, emniyet, turizm, arkeoloji, yerel yönetimler, nüfus, eğitim, çevre, tıp gibi birçok sektörde uygulama alanına sahiptir [10].

Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanıcılarının farklı meslek gruplarından olması, çeşitli uygulama ve amaçlara yönelik olarak kullanılmasından dolayı geniş bir uygulama alanı içermekte ve kullanım alanlarına göre isimlendirilmektedir. CBS bazı uzman görüşlere göre "konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren coğrafi bilgiyi analiz edebilen bir kavram"; bazılarına göre "konumsal bilgileri sayısal yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç"; bazı yöneticilerin görüşüne göre de "organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi" olarak tanımlanmaktadır. CBS'nin bir "araç" mı yoksa "sistem" mi olduğu hususunda çeşitli bakış açıları vardır. CBS'nin uygulama alanının en doğru şekilde ortaya konulması için "araç", "yönetim" ve "sistem" yaklaşımlarının araştırılması gerekir. CBS; bilgi teknolojisine dayalı bir veri toplama, işleme ve sunma aracı olarak yoğun ve karmaşık konum bilgilerinin dinamik bir şekilde irdelenebildiği bir yönetim tarzı, coğrafi verinin daha etkin kullanılmasına imkan veren bir sistem ve bunların bir bütünü olarak tanımlanmaktadır. CBS, bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli kartoğrafya, veri tabanı yönetim sistemleri ve uzaktan algılama gibi bilgi sistemleri ile ilişkilidir. Ancak, CBS'yi bu sistemlerden ayıran farklı özellik olarak "coğrafi analiz yapabilme" ve "yeni bilgi üretme" yetenekleri sayılabilir [11].

Konumsal ve konumsal olmayan veriler arasındaki ilişkilerin analiz edilebilmesi hususunda etkili bir araç olan CBS, yerel ve merkezi ölçekteki yönetimlerin politikalarının belirlenmesinde önemli kazançlar sağlamaktadır. Bu politikaların belirlenmesinde bir araç olarak CBS yeni olmamasına rağmen son yıllarda internet ve web teknolojilerinin gelişmesiyle tüm kullanıcıların (karar organları, vatandaşlar, vb.) CBS'ye erişim sağlayabilmeleri bu aracın daha kurumsal açıdan bakılarak bir bütün

olarak ele alınması konusunu gerekli hale getirmektedir. Uzun bir zaman çevre ve doğal kaynak yönetimi konusunda geniş bir kullanım alanı bulurken, günümüzde kamu politikalarının belirlenmesinde ve uygulanmasında yeni ufuklar açmaktadır. Bu özelliği ile sadece gelişmekte olan ülkelerde değil, bu teknolojilerin yaygın olarak kullanıldığı ABD ve Avrupa ülkelerinin uygulamalarında da sorun teşkil eden teknik ve yasal sıkıntıların üstesinden gelinerek, kamu kurum ve kuruluşlarını CBS'yi daha aktif bir şekilde kullanması yönünde zorlamıştır [10], [11].

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), dünya üzerinde bulunan çeşitli problemlerin çözümüne yönelik olarak konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcıların daha kolay çalışabilmesi için, büyük çaplı coğrafi verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, konumsal analizi, sorgulaması ve sunulması işlevlerini yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemlerin bir bütün olarak ele alınmasıdır [12].

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); Dünya'nın giderek karmaşık hale gelen problemlerini çözebilmek amacıyla konuma dayalı bir model oluşturarak, bu model üzerinden mevcut sorunlara daha etkin ve pratik çözümler geliştirmeye yönelik bilgi sistemleridir. Konuma ilişkin verilere haritalar üzerinden erişildiği bilinmektedir ancak, harita üzerindeki konumsal bilginin düzenli olmaması ve sadece bazı sorunlara çözüm üretebilmesi ve diğer konularda yetersiz kalması nedeniyle teknoloji ile birlikte CBS de gelişmiştir. CBS belirlenen bir konuya ait veriler ile o konunun konumsal verilerinin ilişkilendirilerek oluşturulan bir altlık üzerinde geliştirilmektedir [13].

Harita bilgisi temeliyle yapılan işlemlerde veya konuma bağlı büyük hacimli verilerle çalışmak ve bunların analiz edilerek varılacak sonuçlara göre bazı kararların doğru olarak verilebilmesi CBS fonksiyonlarının aktif kullanımı ile mümkün kılınabilmektedir [14].

CBS'yi sınıflandıracak olursak, hiyerarşik olarak öncelikle sistem, sonra bilgi sistemi kategorisi altında sınıflandırılabilir. Fonksiyonel olarak sınıflandırılacak olunursa, öncelikle teknoloji, sonra bilgi teknolojisi altında yer alır. Coğrafi Bilgi Sistemi, coğrafya, haritacılık ve bilgisayar bilimleri ile ilgili bir teknoloji olup Coğrafi Veri Altyapısı bileşenlerinden Bilgi Teknolojileri kapsamında yer alır [12].

Dünyadaki gelişmelerin paralelinde ülkemizde yaygınlaşan önemli teknolojilerden birisi de coğrafi bilgi sistemleri (CBS)'dir. Esasen CBS, çeşitli sektörler tarafından yaygın olarak kullanılan etkili bir konumsal analiz aracı olarak, günümüzde çok çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. CBS, özel sektörde, akademik araştırmalarda ve kamu kurumlarında oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. CBS'ye olan bu yoğun ilgi sayesinde CBS destekli olarak oluşturulan birçok proje kısa sürede hayata geçirilmiştir. CBS sahip olduğu kabiliyetleri ile birlikte konum bilgisiyle ilgili birçok uygulamanın içerisinde yer almaktadır. Özellikle, şehir bölge planlama, kadastro, tarım, orman, peyzaj planlama, jeoloji, savunma, emniyet, turizm, arkeoloji, yerel yönetim, nüfus, eğitim, çevre, sağlık ve benzeri birçok farklı disiplindeki uygulamalarda CBS önemli bir ortak kavram olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde CBS desteği ile hayata geçirilmiş birçok proje ve uygulama örneği bulunmaktadır [11].

Elektrik, Su, Gaz dağıtım ve Telekom gibi altyapı ile ilgili yapılan planlamalarda ve işletmeler esnasında haritaların sayısal olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte bu organizasyonlarda yerini almış ve zaman içerisinde organizasyon içindeki diğer bilgi sistemleri ile entegre olarak sistemin vazgeçilmez bir parçası hatta beyni haline gelmiştir.

Altyapı çalışmalarında haritalar her zaman önemli bir unsur olarak yerini almıştır. Altyapı yatırımlarının planlanması, hayata geçirilmesi, altyapı hatlarının işletilmesi ve bakımı gibi tüm aşamalarda çeşitli ölçekte, formatta ve içerikte haritalara ihtiyaç duyulmaktadır. Buna göre, Coğrafi Bilgi Sistemi ile birlikte kâğıt ortamında bulunan verilerin sayısal ortama aktarılması öncelikli duruma gelmiştir. Planlama yapan kişilerde elde edilen sayısal haritalar üzerinde yaptıkları mühendislik hesaplamaları dâhil birçok iş yükünün CBS tarafından çözümlenmesini istemişlerdir. Ancak, kâğıt ortamındaki verilerden sayısal ortama geçiş bile uzun zaman almıştır ve bu süreç devam etmektedir. CBS'nin kurumlar içinde tam anlamıyla benimsenmesi ve başka alanlarda da hizmet edebileceğinin anlaşılması ise tüm bu verilerin CBS ortamına aktarılması sonrasında ancak gündeme gelebilmiştir [2].

CBS için yapılan bu tanımlamalarda buluşan ortak noktalar aşağıda verilmektedir.

- Konumsal veriyle çalışan bir sistemdir,

- Grafik ve sayısal verileri birlikte işler,

- Verilerin toplandığı, depolandığı, ilişkilendirildiği, sorgulandığı, analiz edildiği ve bu verilerden sorunlara çözüm üretilen bir sistemdir,

- Bilgisayar destekli tasarım, Uzaktan Algılama, Veri tabanı Sistemleri ve Bilgisayar destekli Kartoğrafya disiplinlerinin ortak noktasıdır,

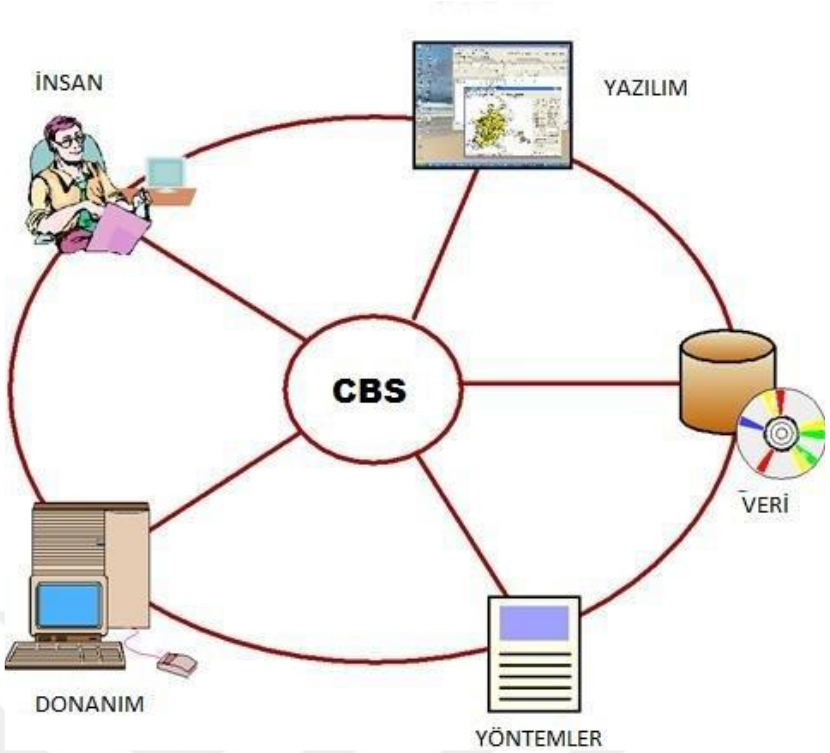
- Verinin ve bilginin sistem içerisinde her aşamada bir standart sahibi olduğu görülmektedir,

- Yeryüzünün işlenilecek konu bakımından modelinin oluşturulması ve bu model üzerinde sorulara cevap aranmasıdır,

- Coğrafi bilgiye daha hızlı, doğru ve kolay ulaşmayı sağlayan bir sistemdir,

- Çeşitli konular için hazırlanmış verileri birbirleri ile ilişkilendirerek daha farklı analizlere cevap verebilen bir sistemdir.

CBS; uzaydaki konumu belirlenmiş verilerin depo edilmesi, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini içeren insan, yazılım, veriler, yönetim çemberinden oluşan bir sistemdir. Klasik olarak beş bileşenden oluşmaktadır (Şekil 2.1) [14].



Şekil 2.1 CBS bileşenleri

Coğrafi bilgi ile bütünleşik olarak büyük öneme sahip Coğrafi Bilgi Sistemleri, çeşitli disiplinlerin birlikte ürettiği ve dünya üzerindeki problemlere sistemsel olarak çözüm arayan bir teknoloji olarak gündemdeki yerini korumaktadır. Sistemsel olarak çözüm üretmek, mevcut sorunların bir bütün olarak ele alınarak, stratejik bir plan çerçevesinde farklı durumları ve her safhada geri beslemeleri destekleyen bir yapıdır. Bir sistem dahilinde sürdürülebilir bir gelişimin sağlanması sadece stratejik planlama ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle, günümüzdeki kronikleşmiş problemlerin çözümü için anahtar niteliğinde görülen CBS'nin, beklentileri yerine getirebilmesi için iyi bir planlama sonucu üretilmiş olması gerekemktedir [5].

Planlama işlemi değişik konumsal verinin birleştirilmesi ve onların özelliklerinin değişik alternatiflerde düzenlenmesini gerektirir. CBS ile konumsal ve konumsal olmayan veri birleştirilebilir ve kaydedilmiş katmanlar bağımsız veya birleşik olarak analiz edilebilir. CBS, uzaktan algılama, dijital görüntüleme ve GPS gibi modern teknolojiler kentsel alanlarda olduğu gibi kırsal gelişmelerde de iyi organize edilmiş planlama işlemlerini geliştirmek için birleştirilebilir. Kentsel ve kırsal gelişme planlaması fiziksel ve sosyo ekonomik ilişkilerin aynı anda ele alınmasını, bu düşünceleri yönetmek ise birçok değişik disiplinlerdeki sözel ve konumsal verinin bütünleştirilmesini gerektirir. Özellikle

web tabanlı CBS uygulamaları haritalar ve istatistikler, köy seviyesinde altyapı olanakları hakkında dinamik ve gerçek zamanlı bilgi sağlar [15].

Altyapıların yanı sıra üst yapıların da konumsal bilgileri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi vasıtası ile bilgi sistemlerinin oluşturulması sistemin bütünlüğü açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Örneğin, sağlık kuruluşlarının (hastaneler, sağlık ocakları, dispanserler vb.), tapu ve kadastro bilgilerinin polis karakollarının, okulların, itfaiye merkezleri v.b kuruluşların hizmet verecekleri yerlerin belirlenmesinde ve uygun büyüklüklerine karar verilmesinde CBS etkin rol oynamaktadır [16].

Gelişmiş ülkelerdeki yerel yönetimler ya da diğer kamu kurumları CBS'nin sunmuş olduğu kolaylıkları anlamış ve yeterince kullanıyorken, malesef ülkemizde bu konu yeteri kadar anlaşılamamıştır. Bu kuruluşlardaki planlama bölümleri özellikle CBS'den yararlanarak organizasyonlarını yapmaya çalışırlarken, özellikle sağlık planlamasındaki uygulamalar gerekli desteği alan sektörlerin başında gelmektedir [17].

Coğrafi bilgi sistemleri konuma bağlı bilgilerin yönetilmesi için tasarlanan ve alt sistemlerden oluşan bir sistem olup, özellikle karmaşık analiz gerektiren sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi, planlanması ve diğer sistemler ile entegre olması gibi uygulamalarda çok önemli rol oynamaktadır. Gelişen teknolojiye paralel olarak web tabanlı bilgi sistemleri, bu sistemlerinin bugünkü aşamasını yansıtmaktadır. Şu anda Türkiye'de birçok kurum ve kuruluşun elinde bulundurduğu verilerin düzensizliği ve belirli bir standartta olmaması nedeniyle verilerin aktif kullanımında sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu konunun tek çözümü, bilgi sistemlerinin ve üst ölçekte ulusal bir coğrafi bilgi sisteminin kurulmasıdır [18].

2.2 Mobil Coğrafi Bilgi Sistemi

CBS'nin günümüzde gelişen bilgi teknolojisi ile birlikte kullanımı giderek artmakta olup, pek çok farklı disiplin tarafından karar verme aracı olarak tercih edilmekte ve yeni imkanların ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, mobil bilgisayarların hız ve bellek kapasitelerinin geliştirilmesiyle birlikte kullanımının da yaygınlaşması, CBS uygulamalarının sabit bir ortama bağlı kalmadan son kullanıcılar tarafından kullanılabilmesine imkan sağlamıştır. Bunların yanı sıra, yazılım üreticilerinin son

yıllarda geliştirdikleri CBS yazılım paketleri taşınabilir bilgisayarlar üzerinde çalışabilecek duruma geldiğinden, büroda yapılan işler arazide de yapılabilir hale gelmiş ve toplanan veriler doğrudan CBS veri tabanına aktarılabilmiştir [19].

Ülkemizde NETCAD, yurtdışında ESRI, INTERGRAPH, AUTODESK ve MAPINFO, bu sektörün başını çeken yazılım şirketleri olmakla birlikte her birinin ürettiği yazılımların bazı kısımları bir başka şirketin ürettiğini tamamlayıcı özellikte olabilmektedir. Bu yüzden tüm yazılımlar incelenmeli ve kullanım amacına uygun olarak, biri veya birkaçı seçilmelidir. Bu yazılımlar, masaüstü bilgisayarlar için uygun olmakla birlikte arazide kullanışlı değildirler. Bunun nedeni, yazılımların kurulu olduğu bilgisayarların taşınabilir durumda olmamasıdır. Dizüstü bilgisayarlar arazide kullanılabilmektedir. Ancak, bu cihazlar da toza ve kire dayanıklı olmadıklarından arazi için uygun cihazlar değillerdir. 21. yüzyılda elektronik entegre devrelerin boyutlarındaki ani küçülme, beraberinde gelişmiş gezici bilgisayar teknolojisini getirmiştir. Daha önce de var olan cep bilgisayarları artık çok daha hızlı ve yüksek kapasiteye sahip hale gelmişlerdir. Bu da kullanım oranlarını çok fazla artırmıştır. Gezici cihazlar herkesin kullandığı cep telefonlarından, cep bilgisayarlarına, el tipi küresel yer belirleme sistemleri (Global Positioning System – GPS)'inden telsizlere kadar büyük bir alana yayılmıştır [20].

Bunun yanında, GPS'lerin yaygınlaşması ile birlikte bunlarla sağlanan entegrasyon sayesinde gerçek zamanlı konumsal bilgiler arazi çalışmaları sırasında doğrudan dijital olarak elde edilebilmiştir. Son yıllarda yaşanan bu gelişmeler ışığında MCBS (Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri) kavramını gündeme taşımıştır. MCBS, özellikle CBS uygulamaları için ihtiyaç duyulan ve genellikle arazide yapılan çalışmalar ile elde edilen konumsal verinin sağlanmasında büyük kolaylıklar sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerle, kâğıt üzerinde yapılan çizimler hem zaman kaybına yol açmaktadır hem de hata oranının artmasına sebep olmaktadır. MCBS güvenilir konumsal veriye kısa sürede erişimin sağlanmasına imkan verdiğinden CBS'nin analiz, veri sunumu ve karar verme gibi fonksiyonlarına da hız kazandıracaktır [19].

CBS yazılım üreticileri bilgisayar donanımı alanındaki gelişmelere göre özellikle mobil cihazlardaki donanıma uygun CBS yazılımları geliştirebilmek için çalışmalarını hızlandırmışlardır. Bu çalışmalar sayesinde, büro ve arazide elde edilen gerçek zamanlı

veriler, bir yere sabit olarak bağlı kalmaksızın doğrudan bir CBS veri tabanına aktarabilme ve kullanabilme olanağına kavuşmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri konum verisiyle çalışan sistemler olup, verilerin doğru bir şekilde toplanmasına oldukça önem verilmektedir. Bu konudaki en güvenilir ve pratik yöntem olarak GPS geleneksel yöntemlere göre oldukça avantajlı durumda olup sürekliliğini kanıtlamıştır ve günümüzde de aktif bir şekilde kullanılmaktadır [21].

MCBS uygulamalarında elde edilen öznitelik verilerine konumsal veri özelliği bilinen en etkili yöntem olan GPS kullanılarak kazandırılmaktadır. Bu sayede MCBS uygulamalarında verimliliğin artmasının yanı sıra elde edilen veriler global sistemde tanımlanabilir hale gelmektedirler. Örneğin, güncelleme çalışması sırasında kullanıcının konumsal analiz yapmasını sağlayarak, yoğun veri grubunun karmaşıklığını aşarak çalışma bölgesini daha net bir şekilde görebilmesine imkan sağlamaktadır. MCBS uygulamalarında kullanılabilecek farklı tipteki GPS ürünlerinden her birinin diğerlerine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Ayrıca, yaşanan teknolojik gelişmelere bağlı olarak CompactFlash GPS alıcıları, Bluetooth GPS alıcıları ve çok küçük boyutlara sahip cep GPS (Pocket GPS) alıcıları üretilmiştir. Bunun yanında, GPS alıcısı ve cep bilgisayarı fonksiyonlarını bir arada bulunduran, arazideki toz, nem, su v.b şartlarına dayanıklı ürünler de uygulamalarda kullanılmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Mobil CBS için farklı özelliklerdeki gps alıcıları [19]

MCBS'de kullanılacak yazılımın desteklediği bir protokolde veri alışverişine olanak sağlaması, alıcı seçimi hususunda dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır. Yapılan çalışmadan beklenen konum doğruluğunun istenilen seviyeye çıkarılabilmesi için diferansiyel olarak konumunu düzeltebilmesi veya WAAS, EGNOS gibi diferansiyel sistemler aracılığı ile yapabilmesi gerekmektedir. Burada önemli olan çalışma

bölgesinde ne tür diferansiyel düzeltme sisteminin mevcut olacağının bilinmesidir. Bunun yanında, cihaz tercihi yapılırken küçük boyutlu veya flash GPS alıcıları daha kolay kullanıma sahip olmasına ragmen doğruluk oranları ve fonksiyonları diğer alıcılara göre daha düşük kaldığına dikkat edilmelidir. Örneğin, bir cep GPS alıcısı veya bluetooth GPS alıcıları bir yazılıma entegre olmadan istenileni veremezken el GPS alıcısı tek basına navigasyon ve veri kayıt imkânı sağlayabilmektedir. Örneğin, bazı çalışmalarda konum belirlemek amacıyla kullanılan Magellan SporTrack marka el tipi GPS alıcısının özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir [19], [12].

• Çalışma bölgesinde nokta ve çizgi özellikte veri toplamak,

• Alıcıda kayıtlı noktaları kullanarak rota oluşturmak,

• Çeşitli navigasyon ekranları ile kullanıcıya opsiyon sunarak aranılan noktaların bulunması,

• Tercih edilen haritaları yükleyerek bunları kullanıcıya kullandırmak,

• Aynı anda farklı koordinat sistemleriyle çalışmak,

• Cep bilgisayarı, notebook gibi mobil cihazlara entegre olarak CBS yazılımlarıyla birlikte kullanmaktır.

MCBS uygulamalarında kullanılan mobil cihazların üzerinde çalışacak olan yazılımlar mobil donanıma uygun olması gerektiği için, diğer klasik CBS yazılımlarından farklı olarak tasarlanmıştır. 2000 yılından sonra piyasaya sürülen popüler MCBS yazılım paketleri ve bunların üreticileri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1-AutoDesk'in OnSite,

2-Intergraph'ın IntelliWhere,

3-ESRI'nin ArcPad

4-MapInfo'nun MapXtent yazılım paketleridir.

MCBS yazılımlarının temel amaçları, gezici cihazlar üzerinde CBS'nin fonksiyonlarını yerine getirmekle beraber, kablosuz olarak veya ağ üzerinden diğer CBS verilerine ulaşabilmektir. Yukarıda sayılan MCBS yazılımlarından ArcPad ve IntelliWhere, diğer yazılımlardan farklı olarak GPS desteği de vermektedirler. ArcPad ve Trimble'in GPS ile

veri toplamak için geliştirdiği “TerraSync” yazılımı veri toplamada yaygın olarak kullanılmaktadır. ArcPad ve TerraSync özel olarak, cep bilgisayarları üzerinde GPS alıcısıyla ya da GPS olmaksızın arazide veri toplayabilecek şekilde tasarlanmıştır. ESRI tarafından geliştirilen ArcPad yazılımı ile konumsal verilerin yanı sıra bunlara ait öznitelik bilgileri de arazide eş zamanlı olarak toplanabilmektedir. Ayrıca ArcPad yazılımında özel kullanıcı uygulamaları için form, menü, araç çubukları ve script (kısa yazılım) oluşturmak mümkündür. Bu şekilde kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanan arayüzler sayesinde, arazideki veri toplama işi hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olur. Yazılımın en önemli özelliklerinden birisi de arazi çalışması sırasında doğrudan harita sunucuları vasıtasıyla internet veya benzeri ağlar üzerinden sunulan haritalara erişim imkanı sağlamasıdır [19], [12].

MCBS, yapılan arazi çalışmalarında veri toplama işlemini mobil cihazlar üzerinden gerçekleştirebildiği için, kağıttan ve zamandan tasarruf sağlanmış olmakla birlikte birçok farklı disiplin tarafından aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Yazılımlar, aynı ofis bilgisayarlarında yapılan işlemler olan veri girişi, veri düzenleme, veri silme, veri analizi, veri güncelleme ve konumsal olarak gösterme gibi işlemleri avcumuzun içine taşımaktadırlar [22].

Sonuç olarak MCBS, klasik CBS yazılımlarının mobil cihazlar üzerinde yazılım ve donanım eklenmesiyle birlikte çalışma imkanı sağlayan gezici sistemlerdir. Konumsal ve öznitelik bilgilerinin toplanması, saklanması, güncellenmesi, analizi ve sunumunu konularını desteklemektedir. MCBS aşağıda maddeler halinde verilen teknolojilerinin bir ya da birkaçının entegrasyonuyla oluşur.

- Mobil donanımlar,
- Yazılım,
- Konumsal veri elde etmede kullanılan GPS,
- Kablosuz iletişim

Taşınabilir bigisayarları masaüstü bilgisayarlardan ayırt edebilmek için bulunan iki temel özellik taşınabilir olmaları ve bellek, işlemci hızı, ekran boyutu gibi özelliklerinin yeterli düzeyde bulunmasıdır. Bunun yanında, kullanıcılar bazı çalışmaları için küçük ve

daha hafif taşınabilir bilgisayarları tercih ederken, grafiksel uygulamaları daha rahat görebilmek için geniş ekranlara ve yoğun işlemleri hızlı gerçekleştirebilmek için de yüksek işlemcili cihazlara ihtiyaç duymaktadırlar. MCBS uygulamaları için kullanılabilecek cihazlar taşınabilir bilgisayarlar, mobil telefonlar (cep telefonları), PDA tabanlı akıllı telefonlar, PDA/Cep Bilgisayarı (Pocket PC), Tablet bilgisayarlar, Notebook (Dizüstü Bilgisayarlar) olarak sıralanabilir (Şekil 2.3) [12].



Şekil 2.3 Mobil çalışmalarda kullanılabilecek farklı tipteki cihazlar [12]

MCBS uygulamalarındaki temel amaç, verimliliğini artırmak, maliyetleri düşürmek, veri toplanma ve güncelleme işlemlerini hızlandırmaktır. Bu nedenle, çalışmalar sırasında kullanılacak bilgisayarların bu temel amaca uygun olarak kolay taşınabilir olması, küçük olması, ekonomik olması, enerji verimliliği ve uygun ekran özelliklerine sahip olmasına dikkat edilmesi gereken hususlardır [12].

2.3 CBS'nin Maliyet Analizi

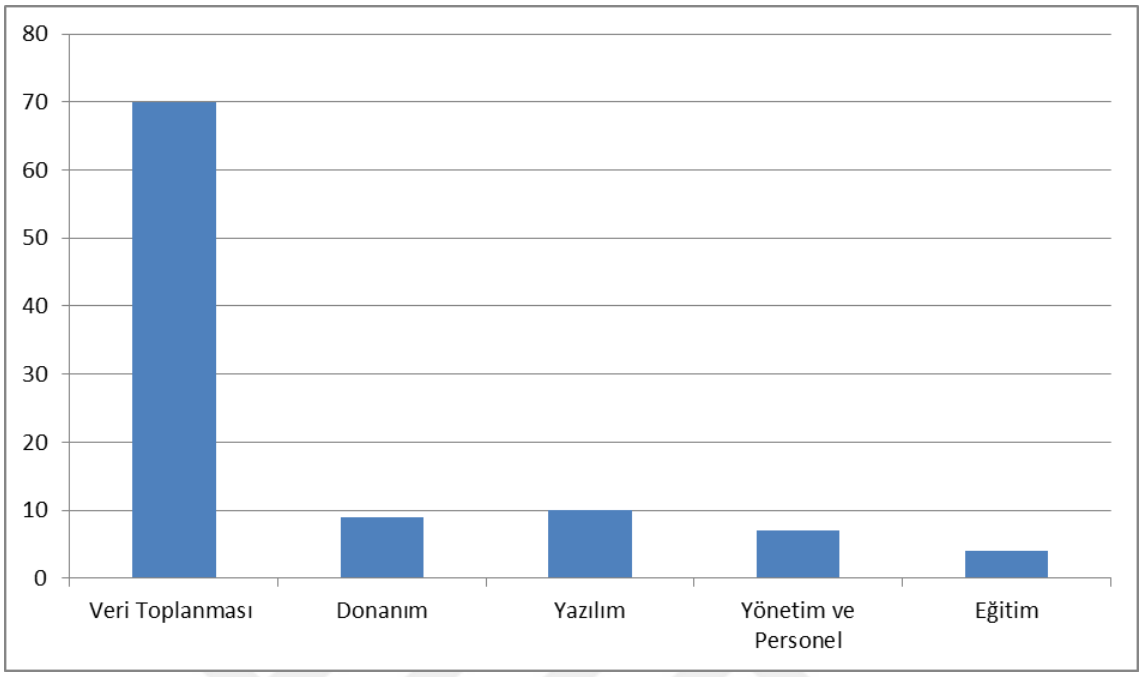
CBS sosyal yaşamın içerisinde ele alındığında, ticari hayattaki verimliliğin artması, çevre, sağlık ve güvenlik alanlarındaki gelişimi destekleyen, müşteri memnuniyetine katkı sağlayan, sivil kişilerin de yönetim üzerinde söz sahibi olabilmesine imkan veren, daha fazla sivil katılımın sağlanmasını ve genel anlamda kamusal ve özel alandaki karar mekanizmalarının problem çözme yeteneklerine önemli ölçüde katkı sağlayan bir yöntemdir. Bunun yanı sıra, konumsal verinin toplanması, toplanan veriye ulaşım hakları, gizliliği, bilginin güvenilir olması ve kimin tarafından yönetileceği konuları tüm

ülkelerde hala belirsiz bir durumda olup, bir yandan da bu durumla ilgili gelişmelere devam etmektedir [5].

Ülkeler planlı veya plansız olarak coğrafi verileri elde edebilmek için her sene milyarlarca dolar ile ifade edilen maliyetleri üstlenmektedirler. Bu durum Amerika'da her yıl 4 milyar dolar civarında olurken, Fransa'da kamusal gelişim bütçesinden %0.17 oranında pay ayrılarak coğrafi verinin toplanmasıyla ilgili projelere aktarılmaktadır. Diğer gelişmiş ülkeler de coğrafi verinin üretilmesi, elde edilmesi, envanter haline getirilmesi ve sektörlerin kullanımına sunulması için büyük meblağlar harcamaktadırlar. Yapılan son araştırmalara göre dünya üzerinde CBS teknolojileri üzerine devlet ve özel sektör tarafından yapılan yatırımlar 3.3 milyar dolardan 8.5 milyar dolara kadar artmış olup, bu rakamın her yıl ortalama %30 oranında artmakta olduğu görülmektedir. Bu yatırımların bu kadar büyük oranda artmasının altında CBS teknolojisinin sağladığı büyük katkılar yatmaktadır. Örneğin, Avustralya'da bulunan Price Su Yönetimi Ekonomik Çalışmalar ve Stratejiler Birimi'nin (Economic Studies and Strategies Unit of Price Waterhouse) yapmış olduğu çalışmalara göre; ülkeçapında 1989-1994 yılları arasında coğrafi veri için hükümet tarafından 1 milyar dolarlık bir yatırım yapıldığından bahsedilirken, bu yatırımların ülke ekonomisine katkısının 4.5 milyar dolar gibi bir rakamla yapılan yatırım birkaç katı büyüklüğünde olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmada yapılan yatırımların sonucunda ilgili veri kullanıcılarının bu dönemde yapmış oldukları çalışmalarda toplam 5 milyar dolar tasarruf ettikleri ortaya çıkarılmıştır. Yapılan araştırmalar şunu ortaya koymaktadır ki, veri sağlama amaçlı kurulan altyapılar kullanıcılara diğer yöntemlerin yanı sıra çok daha düşük maliyetli verilere ulaşabilme şansı vermektedir. Bu altyapıların kurulmadığı varsayıldığında, eğer herkes kendi verisini üretebilmek için alternative yöntemler kullanmış olsaydılar, maliyet oranları yaklaşık 6 katına çıkmış olacaktı. Buna bağlı olarak tüm ülkeler, coğrafi verinin kendi gelişimleri için ne kadar önemli olduğunun bilincine varmışlardır. Sonuç olarak kamu en büyük coğrafi bilgi üreticisi olmakla birlikte aynı zamanda en büyük tüketicisidir [23].

CBS'nin maliyeti aşağıdaki şekilde yaklaşık yüzdeleriyle gösterilmektedir. CBS' lerdeki veriler periyodik olarak güncelleştirilmelidir. Şekilde görüldüğü üzere CBS maliyetinde

en büyük dilimi %70 ile verilerin toplanması ve bu verilerin güncelleştirilmesi almaktadır (Şekil 2.4) [24].



Şekil 2.4 CBS'nin maliyet unsurları [23]

Çarpık kentleşmenin doğal bir sonucu da çarpık altyapı yapılaşmalarıdır. Düzensiz yerleşkelerin altyapı planlamaları da sağlıklı olmamaktadır. Altyapı inşaatı yapan kurumlar sistemsizce çalışmakta, bu durum istenmeyen birçok kazanın yaşanmasına sebep olmaktadır. En sık görülen kaza tipi, bir firmanın istemeden başka bir firmanın yeraltı tesisatına zarar vermesidir. Örneğin, bir doğal gaz şirketi kendi boru hatlarını caddenin 1,5 metre alt kotuna yerleştirmiştir. Aylar sonra belediyenin su ve kanalizasyon işlerinden sorumlu kurumu aynı caddede tesisat döşeme çalışması yapmaktadır. Kazı aşamasında bir kepçe, gaz şirketinin döşemiş olduğu doğal gaz hattına zarar verebilmektedir. Aynı şekilde bir elektrik firmasının da bir telekomünikasyon şirketinin tesislerine zarar vermesi olasıdır.

Altyapıların uygun olmayan bir şekilde inşa edilmesinin olumsuz sonuçlarından birisi de bakım-onarım çalışmaları esnasında yıl içerisinde ciddi sayıda yapılan kazılarla birlikte asfalt tabakaya verilen zararlardır. Çünkü, kazı alanlarına yapılan asfaltı yama çalışmaları ilk imalat kadar başarılı olmadığı için, kış mevsiminde buzlanmaya karşı yapılan tuzlama çalışmaları ile birlikte bu kısımlar zarar görerek çökmekte ve çukurlar

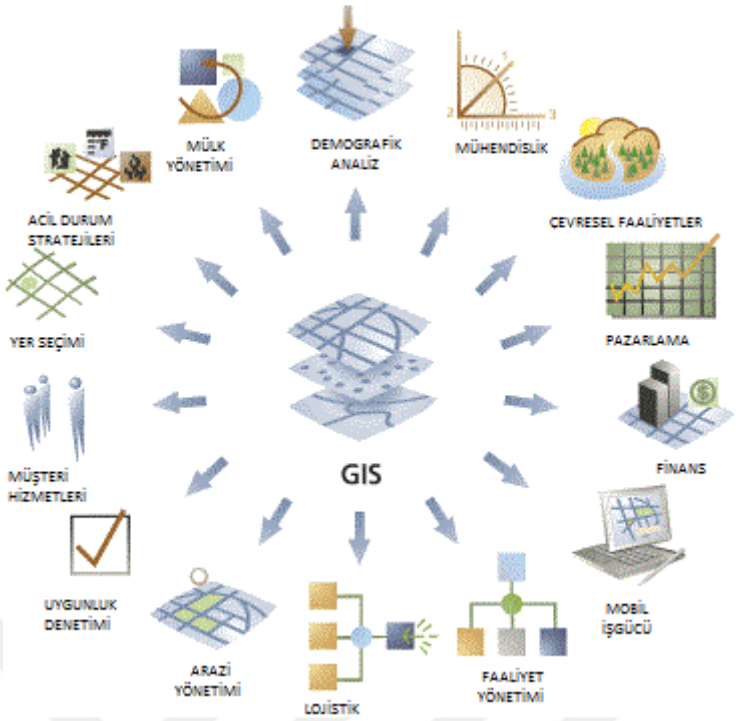
oluşmaktadır. Oluşan bu çukurlar araçların çeşitli ekipmanlarına zarar vermekte olup, sonuç olarak ülke ekonomisine zarar olarak dönmektedir.

Araştırmalara göre kentlerde plansızlıktan kaynaklanan kayıpların bilançosu yılda milyonlarca Türk Lirası'nı aşmaktadır. Kazalar sonucu şehirde oluşabilecek elektrik, su veya iletişim kesintisi gibi olaylar toplumsal huzuru zedelemektedir. Bir kurumun, yeraltı inşaatı sırasında başka bir kurumun tesisatına zarar vermemesi için, o kurumun tesislerinin konumsal verilerine ihtiyacı vardır. Dolayısıyla altyapı inşaatlarında düzen ve plandan ancak, yeraltı inşaatını üstlenen tüm kurumların, birbirlerinin altyapı hatlarından konumsal anlamda haberdar olduğu bir durumda söz edilebilecektir [1].

2.4 CBS Uygulama Alanları

Ülkemizde ve dünyada konum bilgisiyle ilgili çalışan çeşitli disiplinler ve bunların alt dalları CBS'nin konuma bağlı analiz yapmaya imkan veren bir sistem olduğunuve bu konudaki gücününü benimseyerek problemlerini CBS ile çözme yoluna gitmişlerdir.

CBS teknolojilerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte daha geniş kitleler katılım sağlamaya başlamışlardır. Farklı disiplinlerin konumsal analizler için tercih etmesinin yanında dünyada gelişen internet ağı ve bununla birlikte web üzerinde çalışabilen dinamik yazılımların CBS'ye entegre olmasıyla birlikte konumsal veriler internet üzerinden ulaşılabilir ve sorgulanabilir hale gelerek kurumların haricinde bireysel kullanıcıların da çok büyük oranda kullanmaya başlamasına imkan sağlamıştır. Şekil 2.5'de görüldüğü üzere birçok farklı disiplinin konumsal veri ile analiz yapma ihtiyaçları doğrultusunda ortak olarak CBS'den farklı alanlarda yararlandığı görülmektedir.



Şekil 2.5 CBS'nin farklı disiplinlerdeki uygulama alanları [13]

Çevresel Uygulamalar: Su kaynakları ve havza yönetimi, çevre planlaması, hava ve su kirliliği ile ilgili yapılan araştırmalar, bitki ve havyan türlerinin ekolojik olarak incelenmesi, koruma altındaki türlerle ilgili çalışmalar, iklimsel değişim ile ilgili çalışmalar, meteorolojik olayların incelenmesi, yer altı ve yerüstü kaynaklarının yönetimi, deprem, sel gibi doğal afetlerin takibi, jeolojik çalışmalar ve kıyı yönetimi gibi uygulama alanları mevcuttur.

Eğitim alanında uygulamalar: Okur-yazar oranlarının bölgelerdeki dağılımı, eğitim kurumlarının yapılabileceği yerler ve gerekli kapasite dağılımları, mevcut okullara göre öğrenci ve eğitmenlerin sayılarının planlaması, bölgelerdeki eğitim başarı oranlarının analizi ve buna yönelik planlama çalışmalarında kullanılmaktadır.

Sağlık alanında uygulamalar: Sağlık kuruluşlarının yapılacağı yerlerin analiz edilmesi, sağlık kurumlarının verimliliği, hastalıkların bölgelere göre oranlarının belirlenmesi ve önlem çalışmaları, sağlık tarama dağılımları, hastalıkların risk haritalarının oluşturulması, hastalık gelişim ve yayılım süreçlerinin takibi gibi sağlığın konum bilgisiyle ilişkili çeşitli çalışmalarında CBS'den yararlanılmaktadır.
Ticaret ve Sanayi alanında uygulamalar: Pazar ve satış politikası analizi, nüfus oranlarına göre talep ve üretim dengesinin kurulması, yapılacak pazarlama ve reklam

etkinliklerinin organize edilmesi, arz-talep analizleri ile planlanan tesislerin yer tespiti, uygulama alanlarıdır.

Turizm alanında uygulamalar: İnteraktif kent ve bilgilendirme haritaları, otel ve tatil köylerinin sayı ve kapasiteleri ile yeterlilik analizi, tarihi ve eğlence tesislerinin yerlerinin uygunluk analizi, CBS'nin turizm alanındaki uygulamalarından bazılarıdır.

Sosyal ve Kültürel alanlarda uygulamalar: Sosyal ve kültürel organizasyonların yönetimi, sosyal yardım çalışmalarında koordinasyon, bölgesel ırk ve kültür haritalarının oluşturulması, kültürel gelişimin dağılımının incelenmesi gibi çeşitli uygulama alanları vardır.

Ulaşım alanında uygulamalar: Araç takip ve navigasyon sistemleri, kaza analizleri ve kazaları önlemede yöntem belirleme, trafik yoğunluğu haritaları ve çözüm analizleri, taşıma (deniz, kara ve hava) sektöründe uygun güzergah belirleme, hava yollarının uçuş planlamaları, enerji ve iletişim hatlarının tesisi edilmesi ve işletilmesi gibi çalışma alanları mevcuttur.

Orman ve Tarım alanında uygulamalar: Tarımsal faaliyetlerin organizasyonu, bitki hastalıklarının bölgesel analizleri, arazi sınıflandırma, ürün verimlilik haritaları, orman sınırlarının belirlenmesi ve ormanların yönetimi, eğim ve bakı haritaları, ekim, gübre, ilaçlama ve hasat uygulamalarının takip ve yönetimi gibi uygulamalar bulunmaktadır.

Güvenlik ve Savunma alanında uygulamalar: Bölgesel suç haritaları ve bunların analiz edilmesi, acil durum eylem planlamaları, güvenlik stratejisinin belirlenmesi, erken uyarı sistemlerinin tesis yerlerinin tespiti ve takibi, askeri stratejilerin planlanması, askeri tesisler için yer tespiti, güzergâh ve rota analizleri konularında CBS'den faydalanılmaktadır [13].

CBS'nin uygulama alanlarındaki kullanım şekillerine göre ifade edildiği isimlerden bazıları aşağıda maddeler halinde verilmiştir [25].

• Arazi Bilgi Sistemi

• Arazi Veri Sistemi

• Coğrafik Referanslı Bilgi Sistemi

• Çok Amaçlı Kadastro

• Doğal Kaynak Yönetimi Bilgi Sistemi

• Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi

• Kadastral Bilgi Sistemi

• Kent Bilgi Sistemi

• Konumsal Karar-Destekli Bilgi Sistemi

• Mülkiyet Bilgi Sistemi

• Planlama Bilgi Sistemi

• Ticari Analiz Bilgi Sistemi

• Toprak Bilgi Sistemi

• Uzaysal Bilgi Sistemi

Birçok alanda insanlar Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanma yollarını keşfetmişler ve keşfetmeye çalışmaktadırlar. Bu dallardan bazıları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

• Sağlık

• Enerji

• Altyapı

• Planlama

• Haritalama

• İstatistik

• Çevre

• Araştırma ve eğitim

• Ulaşım ve lojistik

• Ticari

• Nüfus

• Seçim yönetim-Bölgelendirme

2.5 Türkiye'de ve Dünyada Örnek CBS Uygulamaları

Hizmet sektöründeki uygulama alanlarına bakıldığında Coğrafi bilgi sistemleri oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bilgisayar ve işlemci teknolojisinin gelişmesiyle kamu kuruluşları başta olmak üzere birçok kurum bu teknolojiden yararlanmaya başlamıştır. Batı ülkelerinde konumsal verinin önem taşıdığı araştırma ve çalışmalarda bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının kullanılmaya bağlanmasıyla kat edilen yol bugün internet tabanlı ve mobil sistemlere kadar uzanmıştır. Dünya'da AM/FM olanaklarını kullanarak yapılmış örnekler günümüzde sayısız denecek kadar fazladır ancak ülkemiz için aynı durumdan bahsetmek günümüz itibariyle pek mümkün değildir.

CBS çözümleri üreten yazılım şirketlerinin ürettiği yazılımların kullanımı arttıkça CBS'nin sağladığı faydalar keşfedilmekte ve bu da CBS'nin kamuoyuna daha çok mal olmasına sebep olmaktadır. Hayatımızda her geçen gün daha çok yer edinen coğrafi bilgi teknolojileri, insan hayatını kolaylaştıran tarafıyla akademik çevre tarafından benimsenmiş ve birçok araştırmada etkin biçimde kullanılmaktadır. Web tabanlı CBS çalışmalarına günümüzde artık sıklıkça rastlanmaktadır. Aşağıda, dünyada ve Türkiye'de bu konuyla ilgili göze çarpan örnekler sıralanmaktadır [26].

2.5.1 Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

2.5.1.1 İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (İSKABİS)

İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi, veri girişlerinin daha hızlı ve güvenilir bir şekilde şebeke bütünlüğü içerisinde yapılmasını hedefleyen, çeşitli çalışmalarda kullanılmak üzere CBS analizi, modelleme, senaryo yönetimi ve tematik harita üretimi vb. fonksiyonları yerine getirebilecek şekilde tasarlanan bir projedir. İSKABİS, İstanbul ilinin içmesuyu, atıksu ve yağmursuyu ile ilgili altyapı ve üstyapı tesislerinin konumsal olarak sorgulanabildiği, çeşitli analizler ile modelleme çalışmalarının yapılabildiği bir coğrafi bilgi sistemi uygulamasıdır.

Bu çalışmaların tümünde,

- Konumsal sorgulama (Haritadan bilgi alma-sözel bilgiden haritaya ulaşma),
- Network (şebeke), topoloji ve istatistiksel analizler,

- Modelleme ve Senaryo üretimi/yönetimi,
- Tematik (Konulu-Görsel) harita üretimi,
- Internet/Intranet araçlarını kullanabilen çok amaçlı bir sistem oluşturulmuştur.

İSKABİS projesi, 5 temel alanda faaliyet göstermektedir ve aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1-İçmesuyu temini ve dağıtım sistemi,

2-Atıksu-Yağmursuyu Şebekesi, Toplayıcıları ve Uzaklaştırma Sistemi,

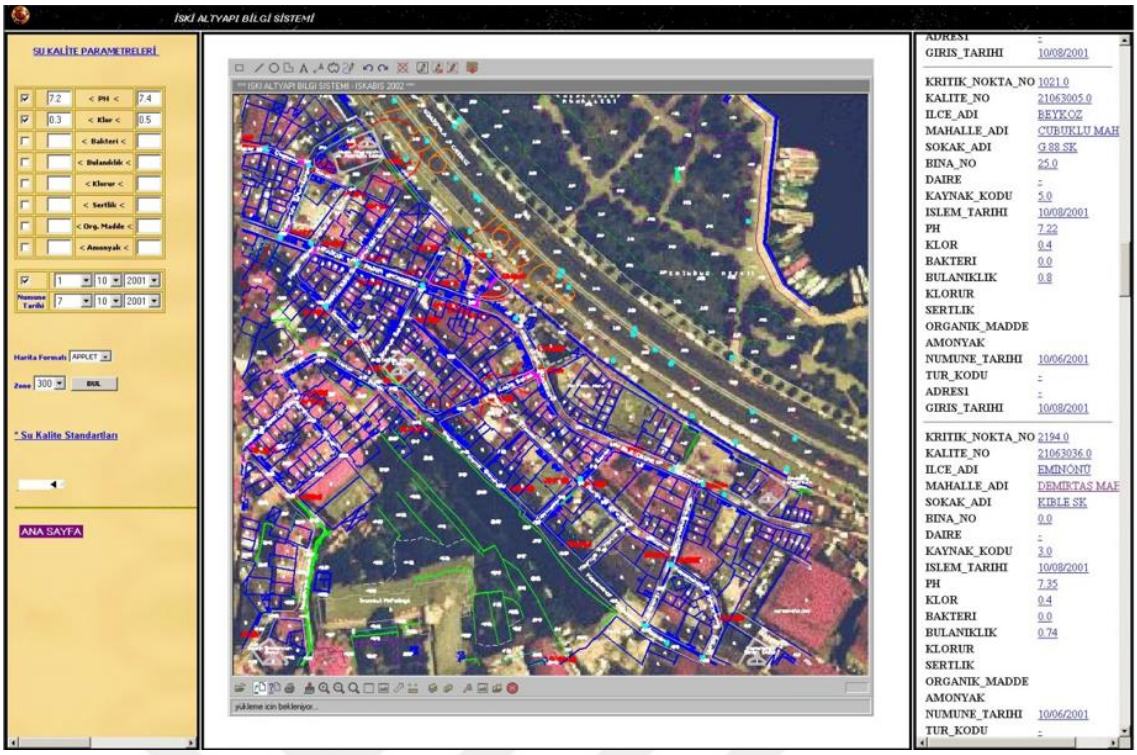
3-Tüm İSKİ Üstyapı Tesisleri,

4-İçmesuyu Havzalarının Kontrolü,

5-Kent Bilgi Sistemi, Afet Yönetimi Bilgi Sistemi (EMIS) ve Yönetim Bilgi Sistemi (MIS) ile entegrasyondur [27].

İSKİ, Altyapı Bilgi Sistemi -Yönetim Bilgi Sistemi- Kent Bilgi Sisteminin birbirine entegre olarak çalışmasını öngören bir Cografi Bilgi Sistemi vizyonu doğrultusunda çalışmalarına başlamış ve bunun için gerekli idari ve teknik yapılanmasını büyük ölçüde tamamlamış olup, bu yapılanmadaki dağılımlar Şekil 2.6'da gösterilmektedir.

Şekil 2.6 İSKİ altyapı bilgi sistemi idari yapılanması [12]



Şekil 2.7 İSKİ altyapı bilgi sistemi projesi [1]

2.5.1.2 ASKİ Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (AYBİS)

Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'nün su kayıp ve kaçaklarını en aza indirmek, arıza müdahalelerini en verimli şekilde gerçekleştirmek, diğer kurumlar ile entegrasyon yaparak tüm işlemlerin tek bir portal üzerinden yürütülmesini sağlamak ve ASKİ'yi son teknolojiler ile dünya standartlarına taşımak amacıyla yürütmekte olduğu bir altyapı bilgi sistemi uygulamasıdır.

Mevcut proje kapsamında,

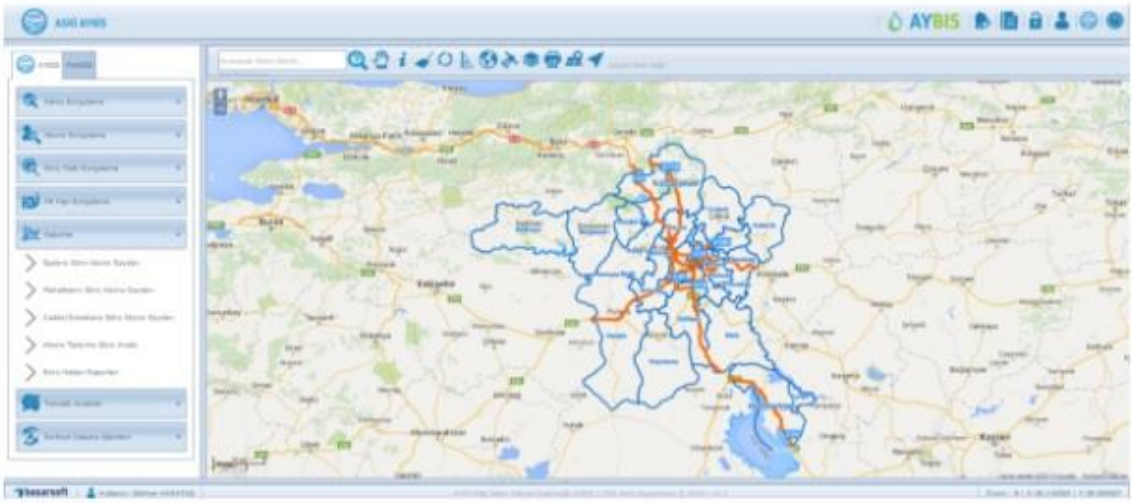
- ASKİ Abone verilerinin düzenlenmesi ve abonelerin harita üzerine işlenmesi, veritabanı oluşturulması,
- Eksik abone bilgileri ışığında abone eşleşme oranlarının belirlenmesi,
- Şebekenin güncellenmesi için ara yüzlerin yenilenmesi,
- Sahadan güncellenecek bilgiler için altyapının oluşturulması,
- Web ve masaüstü uygulamalarının geliştirilmesi,
- Yeni rapor ve analizlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir [28].



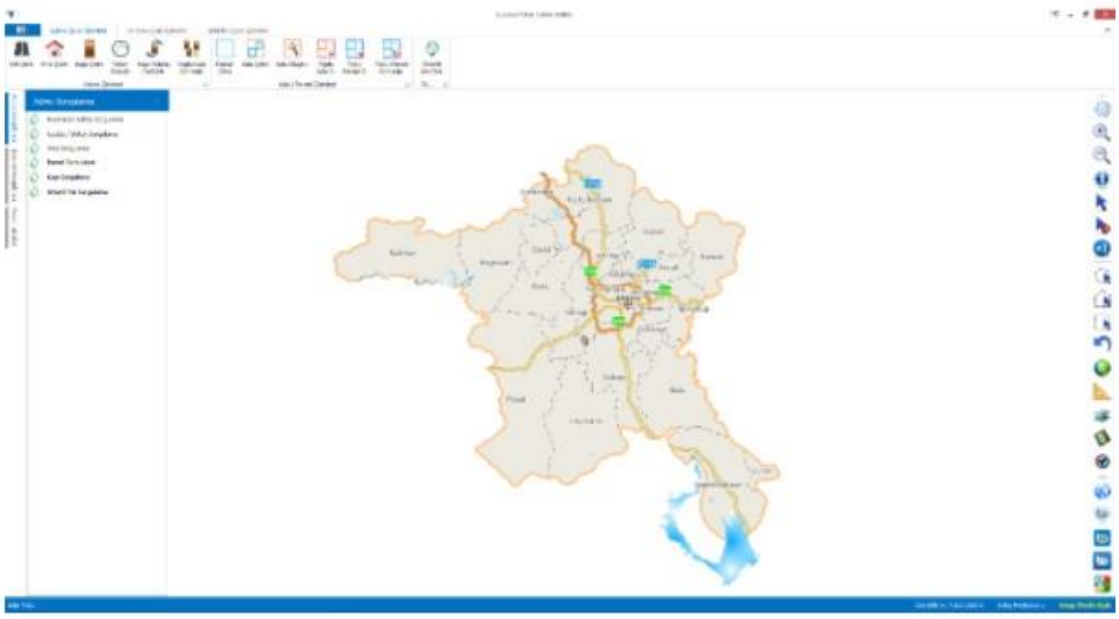
Şekil 2.8 AYBİS uygulaması kapsamı

Sistem canlı veritabanı üzerinde çok kullanıcılı bir yapıya sahiptir. Sahada yapılan operasyonlar (deplase, imalat, arıza vb.) ilgili personel tarafından veritabanına aktarılarak, sistemin güncel kalabilmesi sağlanmaktadır. Bununla birlikte veri kayıplarının önüne geçilebilmekte ve veri kalitesi artmaktadır.

Altyapının yönetiminin verimli bir şekilde yapılabilmesi için farklı alanlardan elde edilmiş birçok verinin senkronize edilerek kullanılabilmesi gerekmektedir. AYBİS projesi bu anlamda diğer sistemlerle birlikte entegre çalışarak canlı ve güncel bilgiyi CBS ile birlikte sunabilmektedir. Buna bağlı olarak raporlama ve analiz çalışmaları yapılarak ilgili idareci veya kullanıcıya sunulabilmektedir.



Şekil 2.9 AYBİS web uygulaması



Şekil 2.10 AYBİS masaüstü uygulaması



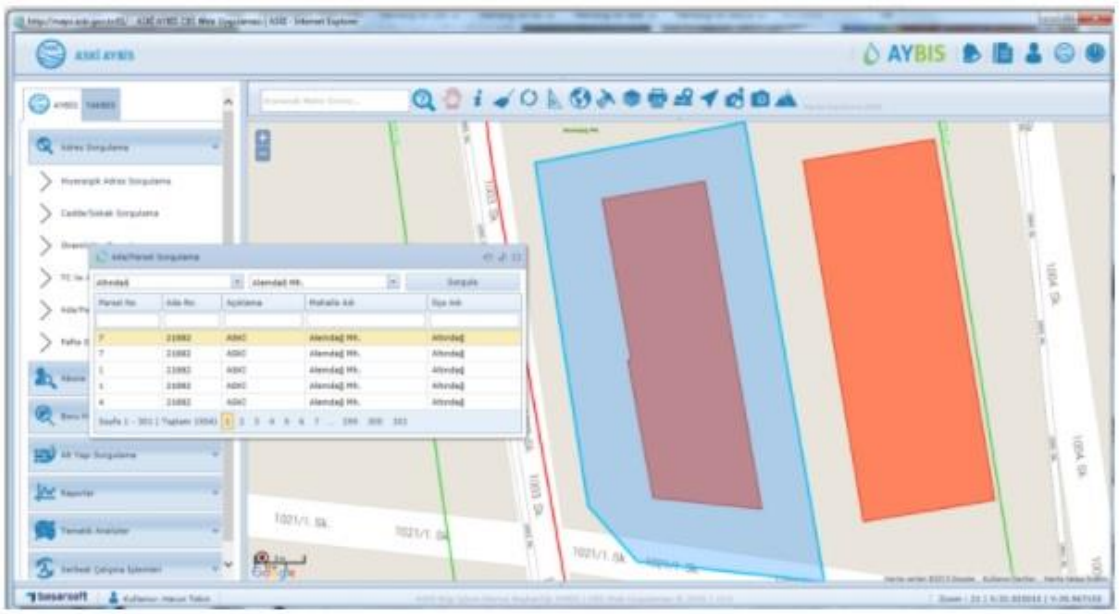
Şekil 2.11 AYBİS şebeke entegrasyonu

AYBİS projesinde TAKBİS ile entegrasyon sağlanarak parsel ve mülkiyet bilgisi sorgulama, TC kimlik numarası ile parsel sorgulama, haritadan seçerek veya kapalı alan çizerek parsel sorgulaması işlemleri yapılabilmektedir. Bu işlem ile birlikte yapılması planlanan altyapı hatları güzergahında bulunan taşınmazların mülkiyet bilgilerine ulaşılarak gerekli izin ve kamulaştırma çalışmaları başlatılabilmektedir. Hatta gerekli görüldüğü durumlarda eski zamanda yapılmış olan ve özel mülkiyet içerisinde kalmış olan hatların deplase edilmesi kararı bu ekrandan verilebilmekte olup Şekil 2.10'da gösterilmektedir.



Şekil 2.12 AYBİS ile TAKBİS entegrasyonu

AYBİS projesi ile Ankara Büyükşehir Belediyesi arasında imar planlarının görüntelenebilmesi amacıyla entegrasyon sağlanmıştır. Yapılması planlanan hatların güncel imar planlarına uygun olup olmadığının ve imalatı tamamlanmış olan altyapı hatlarının güncel imar planlarında varlığını koruyup koruyamadığının kontrol edilebilmesi amacıyla bu entegrasyon önem arz etmektedir. Buradan yapılan kontrol ile altyapı hatlarının güncel imar planlarına uygun olarak varlığını koruyabilmesi açısından idarelerden açısından önemli bir işlem adımıdır. Zira günümüzde yapılan imar planı revizyonlarına bağlı olarak idarelere yüklü miktarda deplase maliyetleri çıkabilmektedir.



Şekil 2.13 AYBİS ile imar planları entegrasyonu

2.5.1.3 İZSU Altyapı Bilgi Sistemi Projesi (CABS)

İzmir Büyükşehir Beldiyesi İZSU Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılında çalışmalarına başlanılan Coğrafi Altyapı Bilgi Sistemi (CABS) projesi; İzmir ilinin içme suyu, atık su ve yağmursuyu şebekelerinin ve üst yapı tesislerinin (arıtma tesisi, depo, pompa v.s.) konumsal ve öznitelik bilgilerinin yer aldığı bir uygulamadır. CABS, İZSU Genel Müdürlüğü'nün birçok biriminde; proje, imalat ve işletme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında ilgili birimler tarafından dinamik bir şekilde kullanılmaktadır.

Bir Coğrafi Bilgi Sistemi uygulaması olan CABS projesinin altyapı yönetiminde kullanılmasıyla birlikte, 5 bin kilometre yol ağında muhtelif bir şekilde bulunan içme suyu, atık su ve yağmur suyu altyapı hatları bilgisayar ortamında yönetilebilmektedir. Altyapı hatlarına yönelik planlama ve inşaat çalışmaları ile tamir, bakım ve onarım gibi işletme faaliyetleri bu sistem ile birlikte hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Kurum içindeki birimler arasında veri alışverişi daha kolay hale gelirken, veri tekrarları ve veriye ulaşım sorunlarına büyük oranda çözüm getirilmiştir. İmalat ve işletmede hızlı, güvenilir ve kaliteli hizmet sağlanmasının yanı sıra tüm güncel verilere kolayca erişim sağlanabildiğinden, abone sorunlarına daha hızlı cevap verilerek memnuniyetin yükseltilmesi sağlanabilmiştir [29].

Projenin hedefleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- İZSU bünyesinde değişik biçimlerde ve formlarda saklanan tüm altyapı ve üstyapı tesislerine ait grafik ve öznitelik bilgilerinin Oracle Spatial veri tabanında saklanması,
- İZSU'ya ait altyapı ve üstyapı verilerinin, diğer kamu kurumları ile kolayca paylaşılabilmesi için Open GIS (OGC) ile uyumlu bir veritabanında depolanması,
- Mevcut verilerin kurumdaki tüm birimler tarafından erişilebilir ve kullanılabilir hale getirilmesi,
- Bu projenin İZSU kapsamındaki tüm diğer sistemler ve uygulamalar için temel olmasıdır.

Proje kazanımları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- İZSU Coğrafi Altyapı Bilgi Sistemi'nin tüm birimlerin paylaşımına sunulması sayesinde kurumun sahip olduğu varlıkların tasniflenmesi sağlanmıştır.
- Veriler web ortamında yayınlanarak, yönetim raporlarının bir kısmı online olarak alınabilmektedir.
- Verilerin güncel olarak tutulması ve hızlı erişim sayesinde abone sorunları daha hızlı bir şekilde çözüme kavuşturulmaktadır.
- İş tekrarlarının önlenmesi ve iş akışının kısaltılması ile çeşitli iş kollarında emek, zaman ve malzeme kullanımından en az yüzde 20 tasarruf edilmesi beklenmektedir.
- 21 ilçe biriminin sistemi intranet üzerinden kullanmaya başlamasıyla, çalışmanın hızı ve güvenilirliğin artması beklenmektedir [29].

2.5.2 Dünya'da Yapılan Çalışmalar

2.5.2.1 Suudi Arabistan'ın Doğu Bölgesinin Su Yönetimi için Geliştirilen CBS (GDWER)

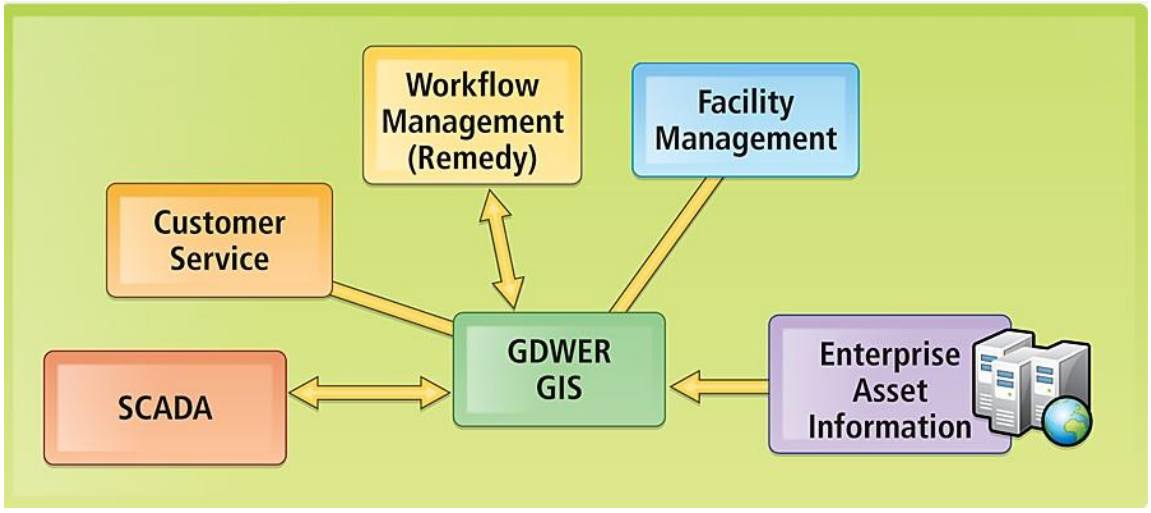
Suudi Arabistan Krallığı Doğu Bölgesi Su İşleri Genel Müdürlüğü (GDWER), ülkenin doğu bölgesindeki her türlü su servisini vermekle sorumludur. Organizasyonun temel sorumlulukları arasında içmesuyu ve atıksu projelerinin tasarımı, geliştirmesi, iyileştirilmesi ve yürütmesi vardır. Ayrıca GDWER içmesuyu ve atıksu işlerini daha başarılı bir şekilde yürütebilmek için daha sağlam bir yapı kurmayı amaçlamaktadır.

GDWER doğu bölgesinin en geniş ve baş şehri olan Damman'da bulunmaktadır. Bu bölgede Damman'ın etrafında bulunan Khobar, Al-Dhahran ve Qatif şehirleri ile birlikte 2 milyon nüfus yaşamaktadır.

GDWER her yıl servis merkezine boruların patlaması ve şebeke arızaları ile ilgili binlerce ihbar almaktadır. Müdürlük bu ihbarları hızlı bir şekilde yanıtlamak zorundadır. Ancak çoğu zaman arıza noktasını hızlıca tespit etmek kolay olmamaktadır.

Projenin temelinde su ve atıksu verileri konumsal veri haline dönüştürülerek birleştirilmiş ve bir veri modeli oluşturulmuştur. Bu veri modelinin içerisinde kuyu, boru hatları, arıtma tesisleri, bağlantı parçaları ve abone hatları gibi tüm su ve atıksu unsurları bulunmaktadır. GDWER şimdi altyapı hatlarını yönetmek için CBS kullanmaktadır. Bunun yanı sıra CBS'de bulunan unsurların konum tabanlı verilerini kurumsal varlık yönetimi sistemi (EAM) ile entegre ederek başarılı bir strateji oluşturmuştur [30].

Daha iyi bir network kurulması için CBS'nin SCADA sistemi ile başarılı bir şekilde entegrasyonu sağlanmıştır. Bu entegrasyon SCADA sisteminin merkezi IT ağının ve bilgi altyapısının bir parçası olmasını sağlayarak meydana gelen arızalara daha hızlı bir şekilde müdahale edilebilmesini sağlamıştır.



Şekil 2.14 GDWER SCADA entegrasyonu iş akış şeması [30]

Veri paylaşımının sağlanmadığı zamanlarda bu durum birçok problem neden olmuştur. Ancak, GDWER tüm içmesuyu ve atıksu şebekelerini kurumsal CBS ortamına aktarmasından bu yana gelen ihbarlar harita üzerinde anında

konumlandırılabilmektedir. Böylece problemin merkezine ekipler hızlıca gönderilebilmektedir [30].



Şekil 2.15 Olay yerinin haritada cbs ile görüntülenmesi [30]

2.5.2.2 Kentucky Altyapı İşleri Yönetimi (KIA)

Kentucky en iyi şekilde haritalanmış A.B.D. eyaleti olarak ön plana çıkmıştır ve son yıllardaki haritalama işlemleri, CBS olanaklarının sunduğu son teknolojik gelişmelere ayak uydurmaya başlamıştır. Kentucky yerel yönetimi kurumsal CBS'yi ofise taşıyan ilk devlet birimlerinden biridir. Ayrıca kurum bölgeye ait konumsal verileri paylaşarak yerel halkın bilinçlenmesini sağlamaktadır.

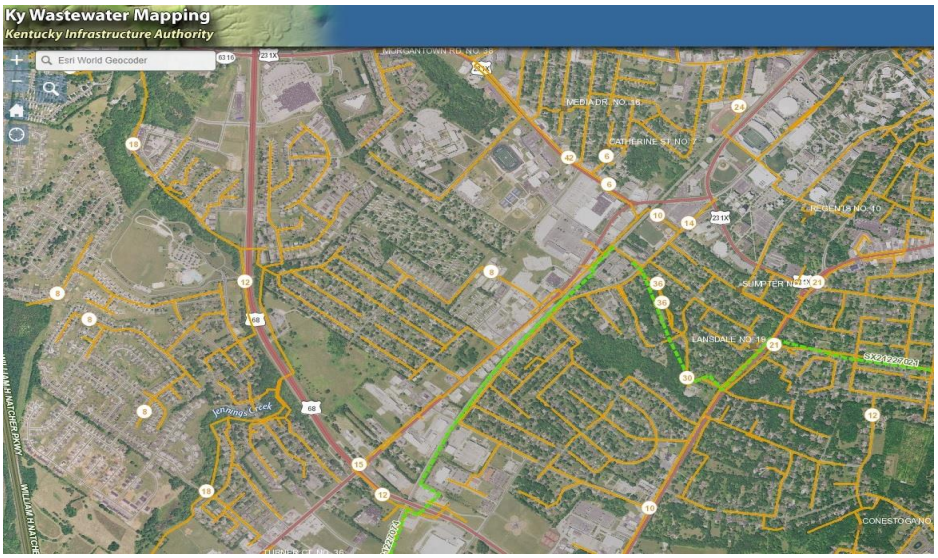
http://kygeonet.ky.gov/kia/dw adresinden içmesuyu hatlarının ve http://kygeonet.ky.gov/kia/cw adresinden atıksu hatlarının konumsal verileri tüm dünyanın erişimine açılmıştır. ESRİ çözümlerini kullanan kurumda veri güncelleme işlemleri devam etmektedir [1].

Su kaynakları bilgi sistemi (WRIS), su ve atıksu arıtma sistemlerinin, yerel, bölgesel ve devlet kurumlarının ortak çabaları ile geliştirilmiştir. Tüm bu kurumlar tarafından kullanılan bu sistem, havza kaynaklarının korunmasından altyapı geliştirmeye kadar su kaynakları planlamasının tüm yönleri için gerekli birçok bilgiyi sağlamaktadır. WRIS, bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve su kaynakları, içme suyu sistemleri, atık su arıtma

sistemleri, proje geliştirme, acil müdahale, düzenlemeler ve planlama hakkında bilgi içermektedir.

Su kaynakları bilgi sistemi, stratejik planlar, su kaynakları haritaları ve yayınları, sistem yönetimi bilgileri, raporlama ve düzenleme için gerekli bilgiler, eğitim dokümanları, proje uygulama ve finansmanı için gerekli formlara destek vermek için internet bağlantılarından oluşmaktadır. Sistemdeki etkileşimli haritalar, bölgesel planlama çabalarını desteklemektedir. Etkileşimli haritalar aynı zamanda kuraklık izleme ve kirlilik durumunda acil müdahele işlemlerini kolaylaştırmaktadır. CBS, su ve atıksu arıtma tesisleri, su hatları, su kaynakları, depolama tesisleri, kanalizasyon hatları ve konumsal olmayan sistemler için bir veri tabanı içermektedir. CBS, planlama ve acil müdahale faaliyetleri için gerekli olan temel verileri sağlar. Bilgisayar modellerinde CBS altyapı verilerini kullanmak, mühendislik alternatiflerinin maliyet-etki analizine olanak tanır ve Kentucky'nin altyapı geliştirme ihtiyaçlarını karşılamak için gereken verimliliği kolaylaştırmaktadır.

Su kaynakları bilgi sistemindeki (WRIS) tüm bilgilere internet üzerinden dijital formatta erişilebilmektedir. WRIS'in gelişimi devam etmekte olup, yaygın olarak kullanıldığı sürece büyümeye devam etmesi öngörülmektedir. Her ne kadar veritabanına işlenen veriler dikkatle incelenmiş olsa da kullanıcılardan gördükleri hataları ve önerilerini e-posta ile kendilerine bildirmeleri istenmektedir [31].



Şekil 2.16 Kentucky altyapı görüntüleme haritası [31]

2.6 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kamu Çalışmalarındaki Yeri ve Karşılaşılan Sorunlar

Günümüzdeki bilgi çağında kamu yönetimi de büyük bir dönüşüm içindedir ve bu dönüşümün başında bilgi teknolojileri gelmektedir. Modern toplum yapılarının git gide karmaşık bir hal alması ve sosyal ilişki biçimlerinin sayısındaki artış, yeni ilişki biçimleri, bunların yanında yeni sosyal yapı ve uygulamaların ortaya çıkmasıyla birlikte klasik kamu yönetimi araçlarının yetersiz kalması sonucunda, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve buna benzer teknolojiler kamu yönetiminde de aktif olarak kullanılmak durumunda kalmışlardır [32].

Kurum ve kuruluşlar coğrafi veri ile ilgili alanlarda çalışırlarken daha hızlı ve güvenilir bilgi edinebilmeleri, analiz yapabilmeleri, ulaşmak istedikleri hedeflere daha hızlı ulaşarak mantıklı karar verebilmeleri için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanmak zorundadırlar. Bu fonksiyonların klasik metotlarla doğru ve hızlı bir biçimde gerçekleştirirlmesine imkan yoktur. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu açıdan geniş olanaklarbüyük imkanlar sunarken, klasik yöntemlerle yapılması güç olan analiz çalışmaları, çok daha basit ve hızlı bir biçimde yapılabilmekte, ayrıca istenen şekilde rapor hazırlanabilmektedir. Bu özellikleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri günümüzde “Karar Verici” lerin vazgeçilmez araçlarından biri haline gelmiştir [33]. Kısacası CBS, karar mekanizmalarının hızlı ve mantıklı kararlar alabilmelerine yardımcı olacak bir sistemdir. CBS’de temel unsur sayısal haritalar olduğundan farklı kategorilerdeki haritalar temel altlık olarak kullanılmaktadır. Bu haritalardaki sembollerin ve okunabilirliğin belirli bir standartta olmasını sağlayabilmek için hızlı bir şekilde ulusal çapta harita sembollerine standart getirilerek bunların kullanılması sağlanmalıdır. Buna bağlı olarak aynı altlığı kullanan kurum ve kuruluşlar arasındaki veri alışverişi çok daha kolay olacaktır. Aksi halde veri uyuşmazlığından kaynaklanan problemleri çözmek için ekstra maliyetler ve zaman kaybı ortaya çıkacaktır ki, bu da CBS’nin mantığı ile uyuşmamaktadır [34].

Türkiye’de bilgi teknolojilerinin ve CBS teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve bu alanda kullanılması gerekli birtakım standartların meydana getirilebilmesi için yapılan ilk sistemli çalışmalar, Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Ana Planı - TUENA (1999), e-Türkiye Girişimi Eylem Planı (2000), e-Dönüşüm Türkiye Projesi Kısa Dönem Eylem Planı (2003-2004), 2005 Eylem Planı ile Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı

(2006-2010) olup, bilgi toplumuna geçiş sürecini başlatan önemli adımlar olmuşlardır. Bu çalışmalar ile birlikte tanımlanmış olan eylemlerden bazıları konumsal verilerle ilişkilidir. Özellikle konumsal verinin toplanması, kullanımı, paylaşımı ve güncellenmesi konusundaki ihtiyaç ve gereklilikleri ele alarak ulusal bir CBS altyapısının oluşturulmasına yönelik geliştirilen Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (TUCBS) projesi, birçok farklı kamu kurumunda çalışan personelin gerçekleştirdiği uygulamalar, kurumlar arası veri ve bilgi alışverişi, vatandaşların kendilerine tanımlanan erişim yetkileri dâhilinde bu veri ve bilgilere ulaşımı açısından son derece önem arz etmektedir. Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS), Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesindeki CBS veritabanı ve Geoportal uygulaması ile belediyeler tarafından sağlanan Kent Bilgi Sistemi (KBS) hizmetleri ülkemizde kamu düzeyinde sağlanan ulusal CBS uygulamaları arasında bulunmaktadır [7].

Kamudaki yöneticiler daha önce geleneksel yöntemlerle yaptıkları değerlendirmelerden farklı olarak bilgi sistemleri teknolojileri ile birbirinden farklı alanlardaki verileri bir arada görerek analiz yapabilme şansına sahip olmuşlardır [35]. Yerel yönetimler daha iyi ve vizyon sahibi hizmetlerde bulunabilmek için teknolojik gelişmelerden önemli ölçüde yararlanmalıdırlar. Kamu yöneticileri ve yerel yönetim liderleri, ellerindeki kaynakları minimum oranda kullanarak değişimi teşvik eden uygulamaların kullanılmasının büyük yarar sağlayacağını bilmektedirler.

Bu nedenle yerel yönetimler günümüzde artık CBS'yi en çok kullanan ve buna ihtiyaç duyan kuruluşların başında gelmektedir. Yerel yönetimlerin çalışma alanlarındaki muhtemel CBS uygulamalarının ilk sıralarında arazi kullanım planlaması gelmekte olup, karayolu yönetiminden, acil durum ve kadar geniş bir alanda çeşitlilik göstermektedir [36]. CBS, küresel konumlandırma sistemleri (GPS), senkronizasyon teknolojileri ve araç takip sistemleri ile entegre olabilmekte, zamandan ve kaynaklardan tasarruf edilmesini sağlamakta, doğru ve güvenilir veri toplanmasını sağlayan mobil çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Ülkemizde yerel yönetimler, CBS uygulamalarının çok yaygın şekilde kullanıldığı ve buna bağlı olarak istihdam olanakları sunan kurumlar arasındadır.

CBS ve Bilişim Teknolojileri, yerel yönetimlere, kaynakların değerlendirilmesi ve yönetiminde etkili araçlar sunmaktadır. Bu araçlar konumsal verinin depolanmasını,

değerlendirilmesini, analiz edilmesini, sunulmasını, raporlanmasını ve modellenmesini sağlamaktadır. Kurum ve kuruluşların günlük faaliyetlerinde ve yapacakları planlamalarda daha doğru ve akılcı kararlar verebilmeleri için Coğrafi Bilgi Sistemi önemli bir araçtır. Özel sektör ve kamu kurumlarında konuma bağlı olarak yürütülen faaliyetlerde daha hızlı sonuç alabilmek için CBS'nin kullanılması çok önemlidir. Ayrıca, INSPIRE düzenlemelerine göre, yerel yönetimlerin INSPIRE veri temalarıyla ilgili tüm konumsal verileri yayımlamaları gerekliliği, yerel yönetimler için CBS'yi tercih olmaktan çıkarıp bir zorunluk haline getirmektedir [7].

Konumsal veri ile çalışan birçok farklı disiplinin bulunması, CBS'nin konumsal ve konumsal olmayan verileri aynı platform üzerinde entegre edebilme özelliği, bu teknolojinin zaman içinde kullanıcı sayısının artmasını sağlamıştır. Dolayısıyla, günümüzde hemen hemen her alanda ve farklı faaliyet gruplarında CBS'nin sunduğu imkanlardan faydalanılmaktadır. Bu anlamda CBS, bugün pek çok bilim dalına hizmet ederken, özel sektörden kamu sektörüne geniş bir alanda kullanılmaktadır [22].

Coğrafi bilgi sistemi, kamu yönetimlerinde en çok kullanılan bilgi sistemi haline gelmiştir. Bilgi yönetimi, veri depolama ve analiz yapma çalışmalarında zamanla standart bir araç haline geleceği öngörülmektedir. Yerel yönetimlerin CBS teknolojisini sokakların temizlenmesinden, suçla mücadeleye kadar hemen tüm kamusal alanlarda kullanılabilmesi nedeniyle büyük oranda yaygınlaşmıştır. CBS teknolojisinin kamudaki karar mekanizmalarına sağladığı en büyük imkanlardan biri gerçekte olan verileri bir harita üzerinde göstermesinin yanında sosyal, ekonomik ve siyasi gelişmeleri buna entegre ederek analiz etmek için benzersiz olanaklar sağlamaktadır [35].

CBS, hizmetlerin verimli olarak tasarlanması, uygulanması ve yönetiminde olduğu gibi yapılan hizmetlerin izlenmesi ve performansların değerlendirilmesi için de vazgeçilmez bir araçtır. Yerel bilgi ve kaliteli veri ile entegre edildiğinde CBS, yapılması planlanan hizmetler için gerekli olan kamu politikalarının oluşturulmasında büyük öneme sahip olan konumsal, toplumsal, ekonomik ve çevresel etkenlerin daha iyi algılanmasında kilit rol oynamaktadır. Bu nedenle, dünyanın pek çok gelişmiş ülkesinde CBS teknolojisi yerel yönetimler tarafından uzun zamandır kullanılmaktadır. 2000 yılında Japonya'daki bazı yerel yönetimlere uygulanan anket ile halka sunulan hizmetlerin sayısal olarak

hayata geçip geçmediği; bu hizmetlerin internet üzerinden sunumu, elektronik başvurular, entegre CBS kullanımı, web ana sayfasının içerikleri ve yerel yönetimin politikaları üzerine halkın düşüncelerinin alınması açılarından değerlendirilmiştir. Anket sonuçlarına göre entegre CBS kullanımı olan yerel yönetimlerin bu uygulamaları; % 59 oranında kent planlama, % 35 oranında duran varlıkların değerlemesi, % 35 oranında kanalizasyon sistemi, % 20 oranında yapı konstrüksiyon yönetimi, % 18 oranında afet önleme sistemi ve % 12 oranında çevre yönetim sistemi gibi amaçlarla kullandıkları belirlenmiştir. 2003 yılında Public Technology Şirketi tarafından yapılan bir araştırma sonuçlarına göre ise ABD'de nüfusu 100.000 ve üzerinde olan yerel yönetimlerin yaklaşık %97'sinin ve nüfusu 50.000 ile 100.000 arasında olanların %88'inin CBS teknolojilerini ve uygulamalarını kullandıkları belirlenmiştir [37]. Yerel yönetimlerde CBS kullanımı karar verme organlarını desteklemekte, zamandan ve kaynaklardan tasarruf sağlamakta, yönetim ve organizasyon alanında verimliliğin artmasına olanak sağlamaktadır.

Yerel yönetimlerde sağladığı faydalarla birlikte, planlama, sosyal gelişim, çevre koruma, kamu güvenliğinde entegrasyon, altyapı yönetimi, ulaşım planlaması, sağlık, eğitim, modelleme, seferberlik yönetimi, suçla mücadele, trafik güzergahları, ruhsat ve lisans verme, mahalli ve genel seçimlerin yönetimi, arsa ve yapılaşma yönetimi gibi birçok konuda kullanılan güçlü bir araç haline gelmiştir [35]. Neredeyse sınırsız imkan ve uygulama alanları sunan CBS'nin potansiyelinin farkına varıldıkça, CBS'nin kullanım alanı ve geliştirilen CBS uygulamaları da aynı oranda artmaktadır. ABD'de oldukça yoğun bir şekilde kullanılmakta olup, bazı yerel yönetimler tarafından kullanılan CBS uygulamaları Çizelge 2.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1 ABD'de belirli yerel yönetimlerde kullanılan cbs uygulama örnekleri [7]

Geridönüşüm	Su kullanımı miktarının analizi
Merkezi proje izleme	Perakendecilik sektörü
Havza yönetimi	Ekonomik kalkınma analizi
Çöp toplama	Emlak vergisi analizi
Suç dağılımı analizi	Yağmur suyu yüzey akışının belirlenmesi
Suç "sıcak nokta" tahminleri	Genç ve aile hizmetleri için yer seçimi
Polis kaynaklarının dağıtımı	Kütüphane yaygınlaştırma çalışmalarının planlanması
GPS kullanarak polislerin sevk edilmesi/yönlendirilmesi	Yardımlara erişimin geliştirilmesi/iyileştirilmesi analizi
Suç analizi çalışmaları	Bağış/burs başvurularının analizi
Seyahat talep tahminleri	Seçim bölgeleri için sınırlarının belirlenmesi
Ulaşım bakım ihtiyaçlarının modellenmesi	İstenmeyen tesislerin belirlenmesi
Otoparkların planlanması	Açık alan planlaması
Üst yapı yönetimi	Havaalanı gürültü analizi
Fırtına acil durum müdahalesi	Demiryolu gürültü analizi
Yangın riski modellemesi	Mahalle planlaması
Yangın analizleri	Tarihi koruma çalışmaları
Yangın istasyonu konum analizi	Kahverengi saha geliştirme analizleri
Yangına müdahale analizi	Sağlık risklerinin tanımlanması
Atık su denetiminin planlaması	Sivrisinek kontrolü
Kullanım zamanına bağlı faturalandırma analizi	Toplu konut program analizi

Bunların yanı sıra Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kamu yönetiminde uygun yer seçimi, optimum güzergah belirleme, optimum koridor belirleme, modellendirme ve simulasyon, kaynak tahmini ve yönetimi, coğrafi bilgi üretimi, haberleşme vericileri, oy kullanma merkezlerinin belirlenmesi, baraj yerlerinin seçimi, askeri alanların belirlenmesi, polisiye olaylara müdahale, adres belirlenmesi, nüfus gelişimini modelleme ve şehir planlaması, madencilik, vergi toplama, nüfus sayımı gibi uygulama alanlarında yer aldığını söylemek mümkündür [35].

2.6.1 CBS Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar

Ülkemizdeki kurum ve kuruluşların teknolojiye uyum noktasında yaşadığı sorunlar CBS alanında da kendini göstermektedir. Kurum ve kuruluşların çalışmalarını daha sağlıklı ve etkin bir şekilde sürdürebilmeleri bilgi sistemlerinin kurulumunda ve yaşatılmasında

gerekli hassasiyeti göstermeleri gerekmektedir. CBS 1990'lı yılların başlarında ülkemizde ortaya çıkmaya başlamış ve günümüze kadar çeşitli alanlarda CBS ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Ancak, yapılan bu çalışmalara bakıldığında ne kadar fayda sağlandığı, doğruluk derecesinin ne kadar olduğu, beklentileri karşılayıp karşılamadığı ve kurulan sistemlerin güncel tutulması için hassasiyet gösterilip gösterilmediği tartışma konusudur. Bazı yerel yönetimler ve kurumlar bu konuda başarılı sonuçlar elde etmiş olsa da birçok kurum malesef yapmış oldukları büyük yatırımlara ve harcadıkları onca zamana rağmen bu sistemlerden yeterince faydalanamamış ve devamını getiremeyerek projelerini sonlandırmışlardır [13].

Coğrafi bilgi sistemlerinin uygulanış biçimlerinden biri olan altyapı bilgi sistemlerinde de idari, hukuki, teknik, ekonomik ve koordinasyon gibi problemlerle karşılaşılmaktadır. Kurulacak olan sistemin getireceği faydaların iredelenmesi, sürdürülebilir olarak teknolojiye uyum sağlayacak şekilde dizayn edilmesi ve en önemlisi tasarlandıktan sonra güncelliğinin muhafaza edilerek yaşatılabilmesi için diğer iş disiplinleri ile ortak bir çalışma yapılması gerekmektedir. Bu noktada coğrafi bilgi sistemlerinin getireceği faydalar birkaç meslek dalı haricinde yeterince bilinmediğinden ve diğer meslek dalları tarafından önemsenmediği için gerekli güncelleme çalışmaları yeterince sağlıklı yapılamamaktadır.

İdari personelin alışık olduğu sistemi terketmeyerek teknolojiye direnmeleri ve böyle yenilikçi bir projeyi kabullenemeyerek karşı çıkması karşılaşılan en önemli sorunlardandır. İdarenin sistemin getireceği faydadan daha çok maliyetini göz önünde bulundurarak yaşanacak herhangi olumsuz bir gelişme sonucunda bu yatırımdan zarar edeceğini düşünmesi ve personelin de bu konuda yeterli teknik bilgiye sahip olmadığından çekingen davranması, alacakları eğitimler sonucunda bile sistemi yönetip yönetemeyecekleri konusunda yaşadıkları özgüven eksikliği yöneticilerin düşüncelerini de olumsuz etkilemiş ve CBS'nin kurumlardaki kullanımı ve başarıya ulaşma oranı sınırlı kalmıştır [9].

Yerel yönetimlerdeki idarecilerin teknolojik yeniliklere direnç göstermesi bilgi sistemlerinin yenilikçi ve teknolojik özelliklerini yansıtmasını engellemektedir. Kararı verecek olan yöneticiler sistemin getireceği fayda hakkında yeteri kadar bilgi sahibi

olmadıklarından gerekli yazılım, donanım, eğitim ve veri girişi maliyetini oldukça pahalı bulmaktadırlar. Bununla birlikte, maliyeti düşürmek için yapılan değişiklikler ile sistemin verimli çalışmasını sağlayacak temel esaslarda oluşan eksiklikler, sistemden yeterli seviyede alınamamasına sebep olmaktadır.

Sistem tasarlanırken kurumdaki her bir birim kendi proje çalışmalarında kullanacağı için isteklerini bildirmeli, bu konuda yönetim birimleri arasındaki koordinasyonun en yüksek seviyede olması gerekmektedir. Bu aşamada birimler arasında oluşacak bir koordinasyonsuzluk daha tasarım noktasında sorunların doğmasına neden olacaktır. Sonuç olarak yerel yöneticilerin ön yargılı olmaları, konu hakkında gerekli bilgiye sahip olmamaları ve koordinasyonda oluşan eksiklikler sorunlara sebep olmaktadır.

Yerel yönetimlerde CBS kurulumu ve uygulamalarının önündeki engelleri genel olarak CBS'ye bakış ve farklı algılamadan kaynaklanan sorunlar, yasal ve yönetimsel, teknik altyapı ve mali kaynaklar konusunda yaşanan sorunlar başlıkları altında toplayabiliriz (Şekil 2.17) [9].

CBS'ye bakış ve algılama	*Yöneticilerin CBS'ye karşı bakışlarının olumsuz olması sistemin uygulanabilirliğini etkilemektedir.*
	Yöneticilerin personeli yeterince motive edememeleri,
Yasal ve Yönetim ile ilgili Sorunlar	*Uzman personelin nicelik olarak yetersiz olması,*
	Uzman personelin nitelik olarak yetersiz olması,
	Personelin yabancı dil açısından zayıf kalması,
	Bilişim ve CBS konusunda yetişmiş personelin çok fazla değişmesi,
	Personelin yeni sistemler konusunda gereksinim duyduğu eğitimin sağlanamaması,
	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yaygınlaşması konusunda otoritenin yetersiz olması,
	CBS uygulamalarının kurumsal bazda kalıp geniş bir kesim tarafından kullanımının sağlanamaması,
	Kurumlar arasında yeterince işbirliğinin olmaması,
	CBS konusunda belirlenmiş standartların olmaması,
	Yapılan uygulamaların birbirinden kopuk ve bağımsız olması
	Bürokratik engellerden dolayı bilgiye ulaşımın güç olması
Teknik Altyapı Konusunda Yaşanan Sorunlar	*Veri güncellemesinde yaşanan sorunlar,*
	Verilerin sağlanmasında yaşanan sorunlar,
	Donanım ve yazılımların etkili kullanımı açısından yaşanan sorunlar,
	Donanım, yazılım, ağ yapısından kaynaklanan sorunları çözmede teknik destek alınabilecek kurum/kuruluşların yetersiz olması,
Ekonomik Açıdan Yaşanan Sorunlar	*Lisanslı yazılımların çok pahalı olması sistemin kurulmasında kaynak sorunu yaşanmasına neden olmakta,*
	Donanımların pahalı olması yüzünden teknolojik yenilemede karşılaşılan güçlükler,
	Uydu görüntülerinin, sayısal verilerin vb. pahalı olması

Şekil 2.17 CBS uygulamalarında karşılaşılan sorunlar [9]

Yerel yönetimler arasında bakış açılarına göre CBS'nin kullanım şekli ve oranları farklılıklar gösterebilmektedir. Bazı kurumlar CBS'yi mümkün olan her alanda farklı disiplinler altında kullanmaya çalışırken, bazılarında ise öncelikle tek bir birimde kullanıldıktan sonra sağladığı katkıya bağlı olarak diğer birimlerinde de kullanımın yaygınlaşması görülmektedir. Bu modeller içerisinde en sık görülen uygulama ise CBS'nin önce kurum içindeki tek bir birimde kullanıldıktan sonra kademe kademe diğer birimler tarafından da benimsenerek kullanılmasıdır. Ancak, bu şekilde tercih edilen kullanım şekliyle birlikte birbiriyle uyumsuz birimler ortaya çıkmakta ve kaynak israfına yol açmaktadır. Bu nedenle, birim bazında katkı sağlayacak bir CBS'nin kurum bazında beklenen etkiyi vermesi tam anlamıyla sağlanamayacaktır. Teknik ve organizasyon eksikliğinden kaynaklı sorunlar bu sonucu ortaya çıkarmaktadır [30].

Bu tip sorunların önüne geçebilmek için CBS programının kurumsal bazda çalıştırılması önem taşımaktadır. Bunun yanında, yerel yönetimler ile kamu kurum arasındaki veri paylaşımı, ortak çalışma alanları gibi ihtiyaçların doğmasıyla birlikte en azından asgari standartta bir CBS altyapısının oluşturulmasını gerektirmektedir. Birçok ülkede ulusal bazda bu şekilde geliştirilen CBS ve konumsal veri standartları projeleri ve uygulamaları bulunmaktadır. Aynı şekilde ülkemizde de konumsal veri temini, paylaşımı ve değişiminde ihtiyaç duyulan ulusal standartların belirlenmesi amacıyla TUCBS projesi meydana getirilmiştir [7].

BÖLÜM 3

ALTYAPI BİLGİ SİSTEMİ MODEL TASARIMI

Çalışmanın bu bölümünde altyapı bilgi sistemine yönelik veri modeli tasarımı yapılmıştır. Öncelikli olarak veri tabanı tasarımının ilk adımı olan gereksinim analizi yapılmıştır. Gereksinim analizi doğrultusunda altyapı hatlarının işletilmesinde ve veri doğruluğu konusunda yaşanılan sorunlar tespit edilmiştir. Sorunlar neticesinde mevcut veriler gözden geçirilip olması gereken veri türleri ve tipleri belirlenerek, saha çalışmalarıyla veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Son olarak da veri tabanı tasarımı gereksinim analizi baz alınarak tasarlanmıştır.

3.1 Altyapı Bilgi Sistemine Duyulan İhtiyacın Belirlenmesi

Ülkemizdeki çarpık yapılaşma sonucunda hızlı ve plansız büyüyen, ihmal edilen altyapının sonucunda bir karmaşa meydana gelmekte, bu neticesinde can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde altyapı tamamlandıktan sonra yerleşime izin verilirken, gelişmekte olan ülkelerde ise bu durumun tam tersi yaşanmakta olup, yerleşim bulunan alanlara sonrasında altyapı hizmeti götürülmeye çalışılmaktadır. Düzensiz bir şekilde ve hızla artan yapılaşmalarla genişleyen alanlara altyapı hizmeti götürmeye çalışan yerel yönetimler bu duruma yetişememekte ve bunun yanında yapmış oldukları diğer hizmetlerin kalitesi de düşmektedir. Bu durum ülkemizde de yaşanmakta olup, yerel yönetimleri ekonomik olarak da zorlamakta ve kaynak israfına yol açmaktadır [12].

Altyapı haritalarını oluşturma gereksinimi, ülkemizde özellikle doğalgaz hatlarının inşası ile gelişmeye başlamış, ancak gereken önem tam olarak verilememiştir. Bununla

birlikte doğalgaz hatları için yapılan harita üretimi diğer altyapı kuruluşlarının da bu noktada harekete geçmesini sağlamıştır. Ülkemizde hemen hemen sürekli bir şekilde devam eden altyapı çalışmalarında altyapı kuruluşları birbirlerinin hatlarına zarar vermekte ve bunun sonucunda can ve mal kayıpları meydana gelmektedir. Bu zararların nedenlerinin birkaçından bahsetmek mümkündür.

İlk sebep, çalışma yapılacak bölgeye ait güncel haritaların bulunmaması ya da olmasına rağmen çalışmayı yapacak olan ustaların hafızalarıyla çalışmanın tercih edilmesi, buna bağlı olarak çalışma bölgesiyle ilgili herhangi bir döküman bulundurulmaması, diğer altyapı kurumlarına ait hatları gösteren haritaların bulunmaması ve kurumların bu haritaları birbirleri ile yeterince paylaşmıyor olması, yapılan imalatların harita ölçümlerinin düzgün ve sağlıklı yapılmaması, ölçümlerin iyi kontrol edilmemesi, yapılan çalışmalara paralel olarak ölçümlerin yapılmaması ve belirli aralıklarla haritaların güncellenmemesi ve en önemlisi kurumların teknolojiye olan yaklaşımlarının ve yatırımlarının yetersiz olması bu zararları oluşturan temel sebepler olarak gösterilebilir [12].

Altyapı haritalarının meydana getirilmesi ile birlikte doğru kararların alınabilmesi ve yukarıda açıklandığı gibi zararların minimize edilebilmesi için bilgi sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Ancak, altyapı verilerinin düzenli olmadığı bir ortamda bir CBS uygulaması olan altyapı bilgi sistemini meydana getirmenin kendine özgü bir takım zorlukları vardır. Altyapı bilgi sistemi oluşturulurken en çok zorluk çekilen noktalar mevcut verilerin sahadan sağlıklı bir şekilde toplanarak işlenmesi ve bilgi sistemi kurulduktan sonra da güncel tutulmasının zorlukları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1- Eski zamanlara ait bilgilerin (şebeke haritaları vb.) bulunmaması,

2- Harita kullanmak yerine ustaların hafızaları ile çalışılması,

3- Şebeke haritalarının genellikle ölçüm cihazı kullanmadan el ile çizilerek hazırlanması,

4- İçmesuyu şebekelerinin çok eski zamanlarda yapılmış olması,

5- Mevcut şebeke haritaların güncel olmayışı,

6- Mevcut şebeke haritalarının kağıt paftalar üzerine işlenmiş olması,

7- Teknolojiye karşı direnç göstererek oluşturulan Altyapı Bilgi Sistemlerinin kullanılmaması,

8- Altyapı Bilgi Sistemleri kurulurken personelin bilgi ve birikiminin yetersiz olması,

9- Kurulan sisteme duyulan güvensizliktir [38].

Eldeki mevcut sistemler ile bir kentin altyapısının idare edilmesi, sorunlarına çözüm bulunması, planlama ve organizasyonun sağlanması, sağlıklı ve hızlı karar verilebilmesi mümkün değildir. Bu gerçekler ışığında, "bilgi yönetimi" ve "yönetim düzenekleri" gibi kavramları ortaya çıkarma gereği hissedilmiş, yönetim organları yerel yönetimlerdeki sorunları çözmek ve kente sahip olmak için kendilerine özgü olarak bilgi sistemlerini oluşturma ihtiyacı duymuşlardır [34].

Bununla birlikte gelişen teknoloji ülkemizdeki bütün altyapı kuruluşlarında uygulanmaya çalışılmakta, donanım ve yazılım yönünden önemli yatırımlar yapmaktadır. Bu gelişmeler yaşanırken kaynakların daha ergonomik kullanılması, israfının önüne geçilmesi, sağlıklı bir yapılanmayla birlikte gereksiz uygulamalarla sistemin performansını düşürmemek gerekmektedir [34].

Altyapı bilgi sisteminin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için kurulum esnasında en güncel, en yeni tarihli haritaların kullanılması gerekmektedir. Yerel yönetimlerin Adres Bilgi Sistemlerini (UAVT) oluşturmaları ve bu sistemin güncelliğini korumaları sağlanmadır. Altyapı Bilgi Sistemi gerekli donanıma sahip uzman kişiler tarafından güncellemeleri belirli periyotlarda yapılarak kullanılmalıdır. Sistemin sürdürülebilir olması için gerekli personel desteği ve personelin güncel gelişmelere ayak uydurabilmesi için eğitim desteğinin sağlanması gerekmektedir. Tüm bunların yanında, Altyapı Bilgi Sistemi oluşturmaları konusunda altyapı kuruluşlarına yasal zorunluluk getirilmelidir. Böylece veri paylaşımı aktif bir şekilde sağlanacak olup, yapılacak çalışmalarda mükerrer iş yapmanın önüne geçilecektir [12], [3].

Yerel yönetimlerin daha kaliteli ve sürekli hizmet verebilmesi için teknolojik gelişmelerden yararlanarak elinde bulunan verileri en uygun şekilde analiz ederek faydalanması gerekmektedir. Bunun için de verilerin belirli bir standartta ve sıklıkla toplanması, depolanması, saklanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Konuma bağlı verilerin toplanması, depolanması ve analizine imkan sağlayan bir araç olan Coğrafi

Bilgi Sistemleri bu konuda yerel yönetimlerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek tek araç olarak görülmektedir [3].

Altyapı bilgi sistemlerinin temelini, konumsal veriler ve buna bağlı öznitelik bilgileri oluşturmaktadır. Bu sistemler farklı uygulamaların karar destek mekanizmalarında güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için, bilgilerin sağlıklı ve güncel olması gerekmektedir. Ülkemizde altyapı çalışmalarında karşılaşılan en büyük problemlerinden biri olan ve bu nedenle bilgi sistemine duyulan güvenin azalmasının sebebi, altyapı tesislerinin konum verilerinin sağlıklı ve güncel olmamasıdır. Bu nedenle altyapıyla ilgili kurum ve kuruluşlar arasında istenilen seviyede koordinasyon sağlanamadığından altyapı tesislerinin bakım, onarım ve yenileme işlemlerinde bir diğer kuruluşun hatlarına zarar verilebilmektedir. Bunun için sağlıklı, güncel altyapı haritalarına ihtiyaç duyulmakta ve altyapı bilgi sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Altyapı bilgi sisteminin kurulması ile birlikte yapılacak olan altyapı çalışmasında, çalışma yapılacak bölgeye ulaşım, yapılacak çalışmanın ve kullanılacak malzemenin cinsi gibi konularda hız kazanma imkânı sağlanır. Bununla birlikte, planlama ve koordinasyon daha sağlıklı olacağından altyapı tesislerinin yapım, bakım ve onarım çalışmalarında diğer tesislere zarar verilmesi en aza indirgenebilir [34].

Çizelge 3.1 Altyapı çalışmalarında meydana gelen hasar sayıları [3]

	2004	2005	2006
BURSAGAZ		386	369
BUSKİ	341	589	307

Yukarıda gösterilen Çizelge 3.1'de sağlıklı bir altyapı haritasının bulunmaması sebebiyle oluşan hasar sayıları görülmektedir. Bu çizelgede görülen sayıların sadece Bursa'da bulunan iki tane altyapı kurumuna ait olduğu düşünüldüğünde, ülke genelinde meydana gelen hasar korkunç boyutlardadır [3]. Meydana gelen bu zararın minimize edilmesi için altyapı harita üretiminin sağlıklı bir şekilde yapılması ve bilgi sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunu için de bilgi sisteminin değişmez bir unsuru olan konumsal veri alt yapısı en doğru şekilde oluşturulmalıdır. Bu hususlar göz önüne alındığında, altyapı hizmetlerinde mühendislik ölçmelerinin ne kadar önemli ve gerekli olduğu açıkça görülmektedir [34].

3.2 Altyapı Hatlarının Projelendirilmesi, İmalatı ve İşletmesinde Yaşanılan Sorunlar

Altyapı üzerine birçok tanımlama yapılmasına karşın genel olarak "Kamu hizmetleri" olarak ifade edilmektedir. Kamu hizmetleri ifadesi ile genel olarak ilk akla gelen hizmetler içme suyu ve kanalizasyon hizmetleri, elektrik ve telekom hizmetleri, atık yönetimi, ulaşım vb. alanlardaki tesislerdir.

Altyapı Yönetim Bilgi Sistemi, altyapı hizmetlerindeki işlerin gerçekleştirilmesinde rol alan ve bunlara ilişkili olan yazılım, veri, yöntem, karar gibi operasyonları içeren bütüncül bir pakettir [32].

Altyapı hizmetleri iyi bir planlama ve koordinasyonla birlikte verimli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Özellikle büyük kentlerde zaman kaybı, ekonomik kayıplar, günlük hayatın aksamaması, araç ve yayaların trafiğinin rahat bir şekilde akması gibi olaylar için yapımı sürekli devam eden altyapı ve üst yapı çalışmalarının en etkin şekilde koordinasyonunun yapılması önemli bir husustur.

Şehirlerimizde altyapı tesisleri büyük oranda şehir içindeki yollardan ve kaldırımların altından geçirildiği için, bakım-onarım zamanlarında, deplase ihtiyaçlarında ve yeni yapılacak olan altyapı tesislerinde zarar gören yollar ve yol üstyapıları araç ve yaya trafiğini olumsuz bir şekilde etkilemekte, problemlere yol açmaktadır.

Kentin hemen hemen her bölgesinde türlü sebeplerle sürekli olarak yapılan kazıların kentin ulaşım ağına önemli oranda olumsuz etkileri vardır. Sıklıkla tıkanan atık su hatları kuka ile açılamadığında iş makineleri ile kazı işlemine girilebilmektedir. Buna benzer şekilde içme suyu hatlarında meydana gelen arızalar nedeniyle çok fazla kazı yapılmaktadır. Bunlara bağlı olarak, kazı sonrasında kazı yapılan yerin aynı standartta eski haline getirilmesi gerekirken bunun yapılamadığı açık bir şekilde görülmekte ve yollarda çukurlar oluşmaktadır. Bu çalışmalara paralel olarak devamlı yapılan asfalt ve yama çalışmaları aynı başarıyı gösterememekte ve yollarda sürekli yeni çukurlar oluşmaktadır [39].

Altyapı hizmetlerindeki başlıca problemlerden birisi de şehirlerdeki arsaların yapılan imar plan değişiklikleri ile değer kazanması sonucu az katlı binaların yerine çok katlı binaların veya iş merkezlerinin yapılmasından dolayı mevcut altyapının bu durumu taşıyamamasıdır. Altyapısı tamamlanmış yerlerde yapılan bu tür plansız değişiklikler

mevcut altyapıların yetersizliği, buna bağlı olarak zarar görmesi ve altyapının ömrünün planlanandan çok daha kısa sürmesi ve yaşanan beklenmedik ekonomik kayıplar gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu gibi durumlar ilave altyapı hatlarının yapılmasıyla birlikte çözüme kavuşturulabilecektir. Ancak, bu durum kurumlara ciddi manada ilave maliyetler getirecektir. Şehir içinde devam etmekte olan sosyal ortamda yapılacak olan çalışmaların insanlara yaşatacağı sorunlar bu maliyetleri bir kat daha artıracaktır. Yeteri kadar düşünülmeden yapımına izin verilen hastane binaları, alışveriş merkezleri, okul, iş merkezi gibi içerisinde yoğun bir şekilde insan barındıran yapılar altyapı sistemini ciddi şekilde zorlamakta ve işletme problemlerine yol açmaktadır. Özellikle imar planı yapılmış fakat altyapı hizmetlerinin henüz girmediği bölgelerde inşa edilen yapılar, ihtiyaçlarını karşılayabilmek için foseptik yapmaktadırlar. Yapılan bu foseptiklerde biriken atıksular ilgili kurumlar tarafından yeteri kadar sıklıkla taşınamadığından, buradan sızan sular çevreye zarar vermektedir. Yapılaşma sonrasında bir bölgeye altyapı götürmek ekonomik ve fiziki koşullar yönünden daha pahalıya mal olmaktadır [39].

Yerel yönetimler ile özel sektör bünyesinde bulunan farklı altyapı tesislerinin işletilmesinden sorumlu kurumların (İzgaz, Sedaş, Türk Telekom, İsu vb.) bir kısmında altyapı bilgi sisteminin olmaması ve bilgi sistemine sahip olanların ise biribirine entegre olamayışı ve ortak veri tabanlarının olmaması en büyük problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna bağlı olarak aynı bölgelerde kurumların birbirlerinden habersiz olarak farklı zamanlarda yapmış olduğu bakım, onarım veya yenileme çalışmaları sonucunda aşağıda maddeler halinde verilen zararlar ortaya çıkmaktadır.

- Mevcut üstyapı zarar görerek öngörülen hizmet ömrününden çok daha önce yama veya yenileme çalışmalarına maruz kalmaktadır,

- Bakım, onarım, yenileme çalışmaları süresince yaya ve taşıt trafiğinin doğal akışı bozularak zaman kayıplarına neden olmaktadır,

- Çalışmalar sırasında ortaya çıkan gürültü ve görüntü kirliliği ile birlikte civar sakinlerinin yaşam kalitesi düşmektedir,

- Düzensiz ve gerekli önlemler alınmadan yapılan bakım, onarım, yenileme çalışmalarına bağlı olarak iş kazaları ve trafik kazaları nedeniyle can ve mal kayıpları yaşanmaktadır,

- Çalışma yapan altyapı kurumu diğer bir kurumun altyapı tesisine zarar verebilmektedir,

- Üstyapıdaki bozulmalar nedeniyle aynı çalışmalar sürekli tekrar edilmektedir,

- Ekonomik kayıplara yol açılmaktadır [32].

3.2.1 Entegrasyon

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen hızlı gelişmelerle birlikte, özellikle altyapı hizmetlerine doğrudan etki eden konut ve ulaşım alanlarında çok önemli projeler yer almaktadır. Altyapı hizmetlerinden en üst seviyede verim alınması, gerekli bakım-onarım planlamalarının yerinde ve doğru yapılabilmesi, yatırım planlarının en doğru şekilde planlanabilmesi için özellikle büyük şehirlerde kurumların bir arada koordineli şekilde çalışabildiği bir altyapı yönetimine ihtiyaç vardır [32].

Şehirlerde sürekli bir şekilde devam eden bakım-onarım kazılarında ve yeni altyapı hatlarının inşası sırasında ortaya çıkabilecek diğer kurumlara ait altyapı tesislerinin, ilgili kurumlardaki personeller marifetiyle konumsal verilerinin elde edilmesine azami oranda önem verilmelidir. Bu nedenle, son yıllarda şehirlerimizde büyük bir hızla yapımı süren özellikle doğalgaz çalışmalarında ve diğer altyapı çalışmalarında yapılan kazılar maksimum seviyede değerlendirilerek konumsal verilerin elde edilmesi, eldeki verilerin de doğrulaması yönünde çalışma yapılmış olacaktır. Altyapı hatları ve buna bağlı olarak çalışan üstyapı tesislerinde yapılan tüm değişiklikler, kurumlardaki harita ile ilgili birimler tarafından veya özel sektördeki harita firmaları tarafından hazırlanan şartnamelerdeki standartlara uygun olarak bilgi sistemine aktarılmalı, öznitelik bilgileri grafik verilerle kontrol edilerek ilişkilendirilmelidir [34].

İnşaat kurumlarının arasında oluşturulacak veri senkronizasyonunda ortaya çıkan en büyük sıkıntı, her bir kurumun söz konusu verileri farklı formatlarda tutuyor olmasıdır. Kimi kurum bir bilgisayar destekli tasarım (Computer Aided Design - CAD) yazılımı, kimisi de bir CBS yazılımı kullanıyor olabilmektedir. Hatta bazısı sadece kâğıt ve kalem

kullanıyor olabilir. Bu noktada, geliştirilecek bir veri entegrasyonundan söz edebilmek için her şeyden önce birbirlerinin konumsal verilerine erişme imkânı oluşturulacak şirketlerin verilerinde standardizasyona gidilmelidir [1].

3.2.2 Verilerin Elde Edilmesi ve Standardizasyon

Altyapı hatları ve buna bağlı üst yapıların yönetimi, ulaşım planlamaları, imar planlaması v.b pek çok uygulamada konumsal bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgi sistemlerinde kullanılan verileri temin etmek için farklı yöntem ve teknolojilerden yararlanılmaktadır. Verilerin toplanmasında çeşitli yöntemler uygulanmakta olup, bunların başında haritaların sayısallaştırılması, arazi ölçmeleri, fotogrametrik yöntemler ve uzaktan algılama gelmektedir. Bu yöntemler ile toplanan veriler için harcanan zaman ve maliyetler göz önüne alındığında her bir kurumun ihtiyacı olan veriyi eğer üretilmiş ise, diğer kurumlardan temin etmesi ile ortaklaşa bir kullanıma gidilerek çok daha akılcı bir yol izlenmiş olacaktır. Bununla birlikte, aynı verilerin mükerrer bir şekilde üretilmesinin önüne geçilerek gereksiz maliyetlerden kaçınılmış olacaktır. Ayrıca, mevcut kaynaklar daha farklı verilerin üretilmesi için kullanılabilecek ve daha fazla gereksinim karşılanmış olacaktır [40].

Uygulama yapılacak alanların yüzlerce farklı veriyi içermesi, bir çok farklı kuruma bağlı olması (İsu, İzgaz, Tedaş vb.), ilgili kurumların veri paylaşımına olumsuz bakması, bazı verilerin kayıt altına alınmamış olması, kayıtlı verilerin bir kısmının sayısal olmaması ya da farklı formatlarda saklanması gibi sorunlar verilerin bir araya toplanarak standart hale getirilmesi konusunda altyapı bilgi sistemi kurucularına büyük problemler çıkarmaktadır.

Ülkemizde yer alan içmesuyu hatlarının yapımı çok eskilere dayanırken, doğalgaz ve kanalizasyon şebekeleri son yıllarda oluşturulmaya başlanmış ve yapımları devam etmektedir. Örneğin, Kocaeli'de doğalgaz şebekesinin oluşturulmasına 2000'li yıllarda başlanmış olup, şebekenin yapımına pararlel olarak aynı zamanda altyapı bilgi sistemi de hazırlanmıştır. Bu şekilde oluşturulan sistem daha sağlıklı ve doğru sonuçlar üretebilmektedir. İçmesuyu şebekesindeki duruma bakıldığında ise, günümüzden yaklaşık 60-70 yıl önce oluşturulan hatların yerlerinin tam olarak tespit etmek için kullanılan teknolojiler hem pahalı olup hem de %100 doğruluk sağlayamadığı için, kazı

yöntemi ile tespit edilenler dışında diğerleri bilgi sistemine garanti bir şekilde aktarılamamaktadır [38].

Günümüzde çeşitli yöntemlerle ve bilgi sistemleri aracılığı ile üretilen coğrafi verinin farklı seviyelerde kullanılması zaruri bir gereksinim haline gelmiş, karar verme mekanizmalarına zaman ve emek yönünde katkı sağlayarak, bilgi kaybının önlenmesi için bu sistemlerin birbirine entegre olarak çalışması durumu oluşmuştur. Bu yaklaşımla; farklı idari düzeylerde coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan, politikalar, standartlar ve teknolojilerin oluşturduğu çatı olarak kabul edilen Coğrafi / Konumsal Veri Altyapısı (KVA, SDI- Spatial Data Infrastructure) kavramı ortaya çıkmıştır. Birçok ülke kurum ve kuruluşu, CBS ile ilgili çalışmalarında kurum içi, kurumlar arası, yerelden ulusal düzeye etkin coğrafi veri yönetimi ve paylaşımı için KVA gerçekleştirim aşamasındadır. Verilerin birlikte çalışabilirliğini sağlayan Standart bileşeni; veri modelleri, meta veri ve veri değişim standartları belirlenmelidir. Bu kapsamda ISO/TC211 Komitesi sayısal ortamda coğrafi veri yönetimi için standartlar geliştirmekte, Açık Kaynaklı Coğrafi Veri Konsorsiyumu (Open Geospatial Consortium – OGC) farklı yazılım ve donanım platformlarında coğrafi verinin paylaşımı ve birlikte çalışabilmesine olanak sağlayan, sektör odaklı standartlar üretmektedir. Bu üst düzey standartlar temel alınarak, belirli tematik alanlarda ortak kabul edilebilecek ve CBS uygulamalarının birlikte çalışabilirliğine yönelik standartlar geliştirilmektedir [41].

Bilgisayarlar hayatımıza girdikten sonra defterlerde ve dosyalar aracılığıyla yürüyen işler nasıl sayısal ortama aktarıldı ise aynı şekilde altyapı işletmelerinde de kâğıt ortamında pafta üzerinde işlenmiş olan verilerin de sayısal ortama aktarılması ihtiyacı doğmuştur. Özellikle ebatları çok büyük olan paftalar üzerine işlenen altyapı verilerinin zaman içerisinde işletmelerdeki farklı kişiler tarafından farklı metotlarla değiştirilmesi sonucu arşivlerde binlerce güncel olup olmadığı bilinmeyen paftanın birikmesine ve karmaşaya yol açarak yönetilmesi güç bir hal almıştır. Her ne kadar bu işler için CAD programların güncelleme çalışmaları için daha kolay olduğu ve paylaşılabildiği anlaşılmış olsa da, bu durum bireysel gayretler ile sınırlı kalmıştır. Bir yandan da ilgili kişilerin pafta kullanma alışkanlığını devam ettirmesi durumu bütüncül bir çözüme kavuşturmaktan uzaklaştırmıştır. Kesin çözümün ise CBS'nin kullanılmaya başlanması ile sağlandığı görülmüştür [2].

3.2.2.1 Sayısallaştırma

Envanter oluşturma konusunda mesafe kateden projelerde, kurumlar bu işe ilk olarak arşivlerinde bulunan mevcut paftaların sayısallaştırmasıyla başlamıştır. Örneğin, Türk Telekom saha çalışmalarını ellerinde tüm bölgeleri kapsayan paftalar üzerine düzenli bir şekilde işlediği için, bu paftalarını geliştirdikleri bilgi sisteminin temel verisi olarak kullanabilmiştir. Sayısallaştırma safhalarında öncelikle il merkezlerinin tamamının anahtar paftaları temine edilmiş için daha sonra ülke koordinat sistemine dönüştürülmüş ve sayısallaştırma programı ile tüm paftalardaki veriler çizilmiştir. Planlama çalışmaları imar planları üzerinde yapılmakta olduğundan imar planları ile hâlihazır haritalar çakıştırılmıştır. Hemen hemen bütün şehirlerde hâlihazır haritaların üretilmesi tamamlandığından ve Google gibi uydu görüntülerinin ücretsiz olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte artık tüm veriler belirli bir standartta üretilebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Verilerin sayısal ortama taşınması ile birlikte elde edilen kazanımlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Herhangi bir yere ait altyapı verisine ulaşmak için saatler bazen günler süren pafta arama bulma süresi saniyeler mertebesine düşmüştür.

- Saha çalışmalarında aynı bölgeler için tekrar eden veri üretiminin önüne geçilmiştir.

- Aylarca süren envanter sayımı saniyeler içerisinde yapılabilmektedir [2].

3.2.2.2 Sahadan Veri Toplama

Eldeki veri altyapısının güncel tutulması hususunda sahadaki veri toplama çalışmalarının düzenli bir şekilde yapılması altyapı kurumları için değişmeyen bir gerçektir. Oldukça maliyetli olan veri toplama çalışması eğer altyapı hatlarının inşası sırasında düzenli olarak yapılmaz ise, yeraltındaki hatların tekrar tespit edilmesinin maliyeti ilk maliyetin çok daha üzerinde olacaktır. Örneğin, elektrik ve doğalgaz şebekelerinin dağıtım kutuları olduğundan veya atıksu hatlarının rogar kapakları mevcut durumda olduğunda, bunların tespit edilmesi bir su şebekesinin tespitinden çok daha kolay yapılabilmektedir. Özellikle su şebekelerinin tespiti için jeoradar cihazları v.b cihazlar kullanılmasına ragmen en garanti yol kesinlikle muayene kazılarıdır. Çalışma sahalarından veri toplama işlemi özellikle elektrik ve gaz sektöründe

günümüzde daha yoğun bir şekilde yapılmaktadır. 2007 yılında özelleştirmeden önce başlatılan envanter çalışmalarında bilhassa elektrik sektöründe çalışanlar bu konuda yeterli bilgi birikimine sahip olmadıkları için gerekli altyapı bilgi sisteminin de eksikliği ile birlikte başarılı olunamamıştır. Özelleştirme sonrasında ise bu konu daha yoğun bir şekilde gündeme alınarak gerekli yapı için çalışmalar hız kazanmıştır. Sahadan envanter toplanması çalışmasında önemle üzerinde durulması gereken konular aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Hangi ekipmanlar toplanmalı ve öznitelik verilerinde neler olmalıdır.

- Toplanacak veriler hangi standarta uygun olacaktır.

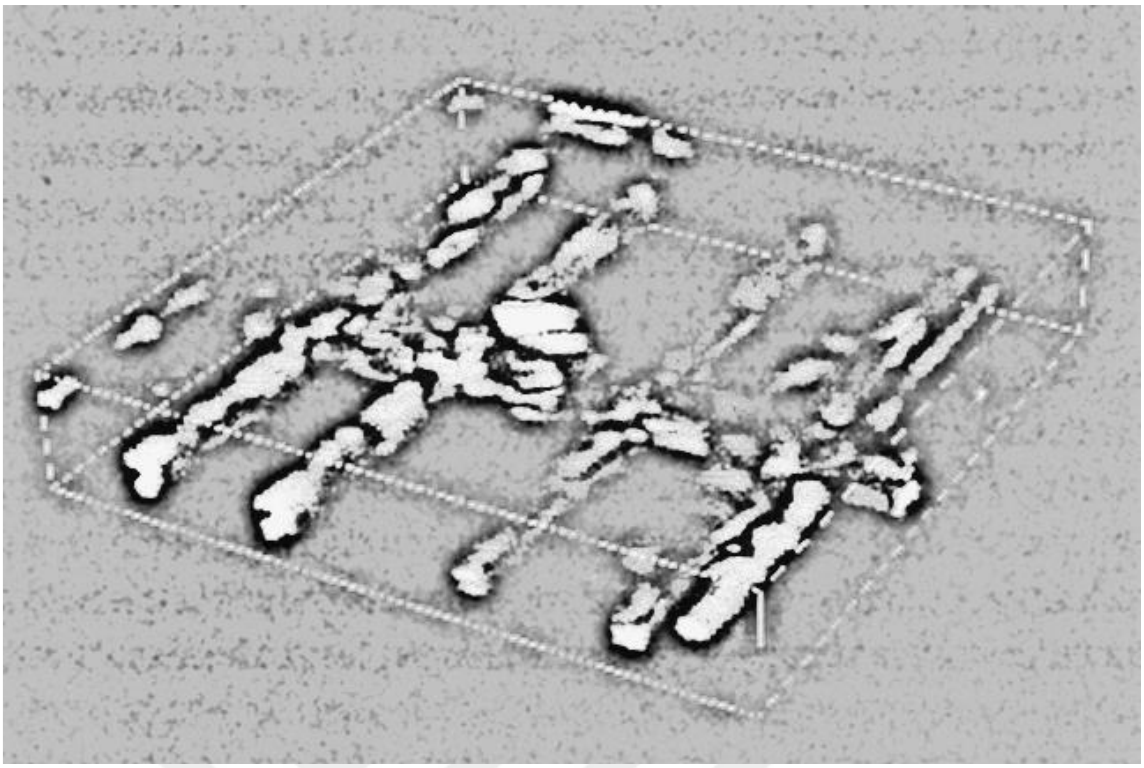
- Saha çalışması hangi koordinat sisteminde yapılacak ve ne tür bir cihaz ile ölçüm yapılacaktır.

- Yapılacak envanter çalışmasında ne tür donanımlar kullanılmalıdır.

- Temin edilecek verilerin doğruluğu hangi hassasiyette olmalıdır, hangi altlıklar üzerinde çalışılmalıdır ve nasıl kontrol edilecektir.

Sahadan veri toplama sırasında Windows tabanlı uygulamaların koştuğu GPS cihazları yanı sıra DGPS ile ilişkilendirilmiş tabletler de kullanılmaktadır. Saha çalışmaları sırasında özellikle GPS uygulaması olan tabletler veri güncellemesi yaparken çok daha pratiklik sağlamaktadır. İlerleyen zamanda saha çalışmaları sırasında kullanıcılar kâğıt yerine tablet kullanmayı tercih edeceklerdir [2].

Veri standardizasyonu tamamlandıktan sonra kontroller yapılmalıdır. Bu kontroller el ile yapılabileceği gibi, gelişmiş bir jeofizik yöntem olan yeraltı radarı kullanılarak da yapılabilmektedir. Jeoradar ve Ground Penetrating Radar (GPR) adlarıyla da bilinen yer radarı, metalik olmayan boru hatlarının yer tespiti problemine çözüm olarak geliştirilmiş bir cihazdır. GPR çalışmalarında cihaza bağlı antenlerden yeraltına elektromanyetik dalgalar gönderilir. Ardından bu dalgalar yeraltındaki keskin sınırlardan yansıyarak alıcı antenlere geri döner. Oluşan 3 boyutlu görüntü sayesinde yeraltı tesisatlarının konumları ve durumları hakkında fikir sahibi olunabilmektedir (Şekil 3.1) [1].



Şekil 3.1 Boyutlu gpr görseli [1]

3.2.2.3 Veri Kalitesi ve Güncelliğin Korunması

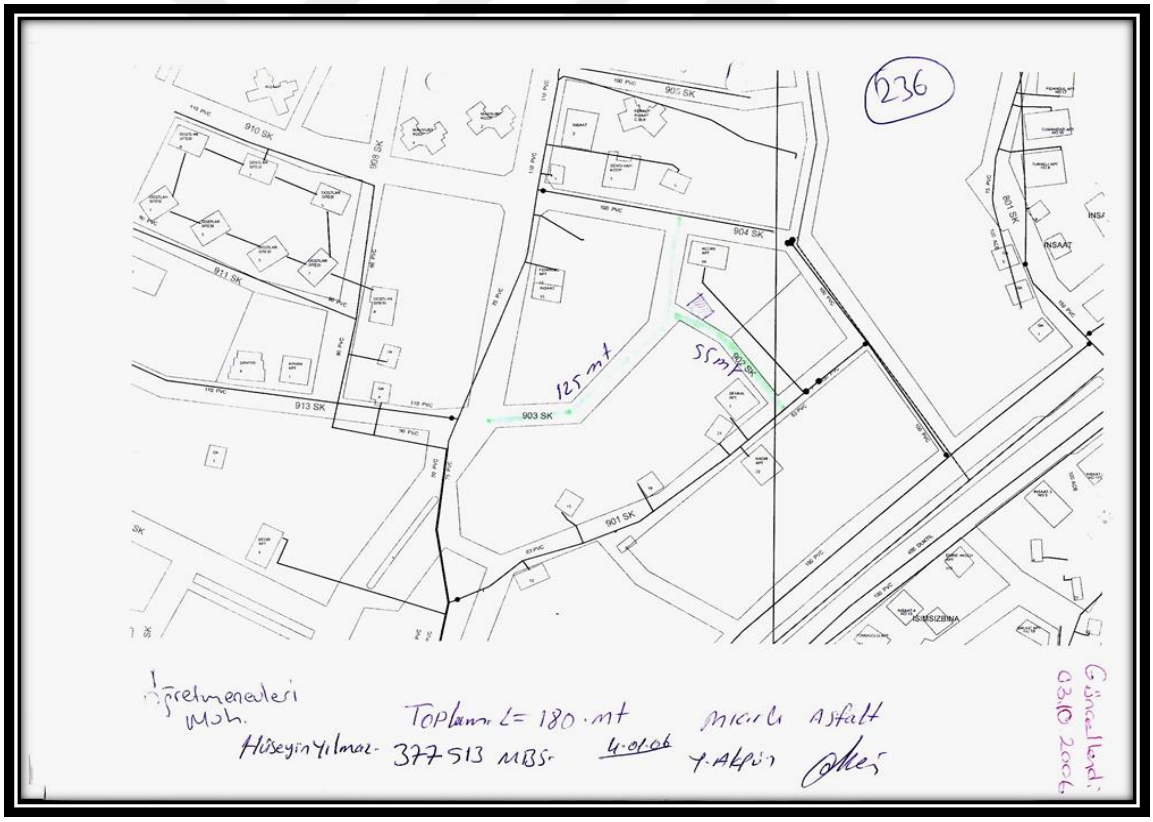
Büyük ölçekteki haritalar genellikle Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve İller Bankası tarafından Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY)'ne göre üretilmektedir. En başta büyükşehir belediyeleri olmak üzere birçok belediye tarafından Kent Bilgi Sistemleri (KBS) ve farklı alanlar için çeşitli uygulamalar geliştirilmektedir. İmar yönetimi, taşınmaz yönetimi, altyapı sistemlerinin işletilmesinde v.b uygulamalarda yüksek çözünürlüklü ve büyük ölçeklerde verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Belediyeler, çeşitli kuruluşlar, altyapı kuruluşları veya belediyeye bağlı faaliyet gösteren çeşitli iştirakler, CBS yazılım firmaları aracılığı ile veya imkanları ölçüsünde uygulama ihtiyaçlarına göre kendi standartlarında coğrafi veri üretmektedirler [41].

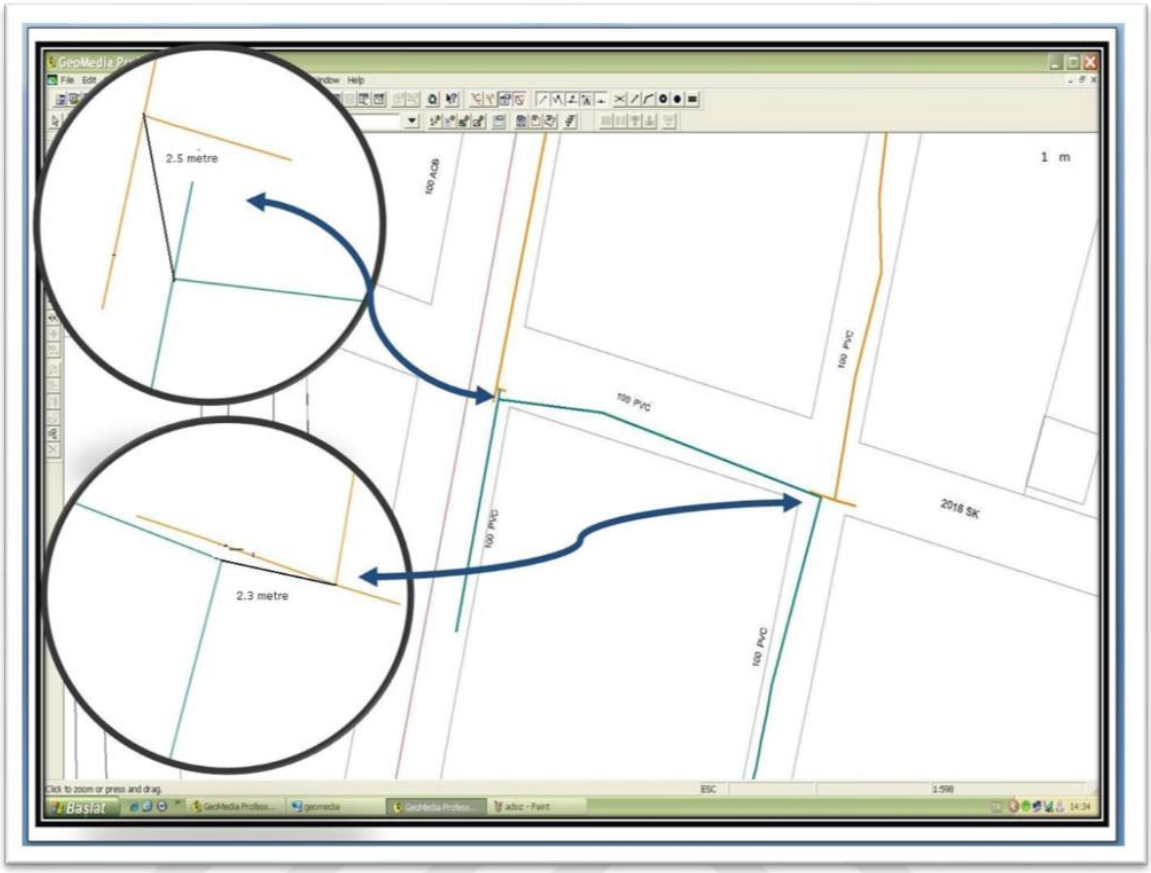
Bu sebeplerden dolayı, farklı kurum ve kuruluşlar tarafından veri üretilirken kullanılan model, detaylar ve farklı kodlama modeli kullanıldığından veriler birbiri ile uyuşmamaktadır. Nitekim dijital ortamda veri kalitesinin yetersiz ve veriler arasında uyuşmazlıklar görülmektedir [1].

Coğrafi bilgi sistemlerinin aktif bir şekilde çalışabilmesi için güncelliğin korunması öncelikli şartlardandır. Özellikle alt yapı bilgi sistemlerinde güncellemeler zamanında yapılmaz ise, sağlıklı sonuçlar verme yetisini kaybetmeye başlayacak ve zaman içerisinde işlevini yitirecektir. Güncelliğini kaybetmiş bir sistem sorulan sorulara vereceği hatalı cevaplar ile karar organlarını da yanlış yönlendirmiş olacaktır.

Sistem oluşturulurken harcanan zaman ve paranın boşa gitmemesi, sistemin kendi maliyetini kazanç olarak geri sağlaması için güncelleme olayına azami şekilde önem verilmelidir. Güncelleştirme çalışmaları esnasında altyapı kurumları kağıt paftaların üzerine imalatı ya da deplasesi yapılan hatları çizerek verileri güncel tutmaya çalışmışlardır. Ancak, bu güncelleme şekli kişilere bağlı olduğundan hataya çok açık olduğu ve yeterince sağlıklı olmadığı ortaya çıkmıştır. Hatta yapılan imalatların birçoğunun işlenilmesinin unutulduğu görülmüştür (Şekil 3.2), (Şekil 3.3).



Şekil 3.2 Kâğıt pafta üzerine çizilmiş olan yeni imalat



Şekil 3.3 Yapılan imalatın paftaya elle çizilmesi ile ölçülerek sisteme aktarılması arasındaki fark

Bu tip problemlerin yaşanılmasından dolayı güncelleştirme çalışmalarının daha sağlıklı ve güvenilir yapılabilmesi için verilerin GPS ile ölçüm yapılarak sahadan toplanılmasının ve sisteme aktarılmasının daha sürüdürülebilir olduğu anlaşılmıştır.

Bu doğrultuda ülkemizde Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün bünyesinde bulunan CORS-TR sistemine bağlanılarak ölçümler yapılmaya başlanılmıştır. Ancak, bu sistemde meydana gelen aksaklıklar ve özellikle büyükşehirlerde yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde yaşanılan bağlantı sorunları neticesinde kurumlar kendi bünyelerinde sabit referans istasyon kurulumu yaptırarak, sorumluluk alanları içerisindeki saha çalışmalarını daha etkin hale getirmeyi amaçlamışlardır (Şekil 3.4).

Farklı yüklenici firmalar tarafından yapılan imalatların ölçümüne başlarken referans alınan noktaların çeşitliliğinden ve bazı yerlerde total station, bazı yerlerde de gps ile ölçüm yapılmasından dolayı, birleşme noktalarında uyuşumsuzlukların meydana geldiği görülmüştür. Kurulan sabit referans istasyonlar aracılığı ile kurumlar kendileri adına

çalışan firmaların sahada yaptıkları ölçümleri standart hale getirebilmektedir. Bunun yanı sıra kontrolünü daha sağlıklı yapabilmekte ve kendi bünyelerinde bulunan sisteme güvenli bir şekilde aktarabilmektedir.

Kurulan sistem ile güncel verilerin toplanmasında hata payının asgariye indirilmesi ve daha az maliyet ile güvenilir verilerin elde edilmesi mümkün hale gelmiştir.



Şekil 3.4 Sabit referans istasyon

3.2.2.4 İdeal Bir Altyapı Yönetimi

İdeal bir altyapı yönetimi; yapılması zaruri olan kamu hizmetlerinin sağlanmasında, altyapı sistemlerinin sağlığının korunarak en üst düzeyde çalıştırılıp verim alınabilmesi için, eldeki kaynaklara göre en ergonomik şekilde yönetiminin sağlanmasını hedeflemektir.

İdeal bir altyapı yönetim sistemi; konforlu, güvenli ve ekonomik bir fiziksel altyapı sistemi elde etmeli ve bunun sürdürülebilir olmasını sağlamalıdır. Bunu yaparken de mevcut ekonomik imkanları göz önünde bulundurarak belirli bir standart içerisinde bu hizmetleri sunmayı amaçlamalıdır. Altyapı yönetim sistemlerinin verimli olabilmesi ve

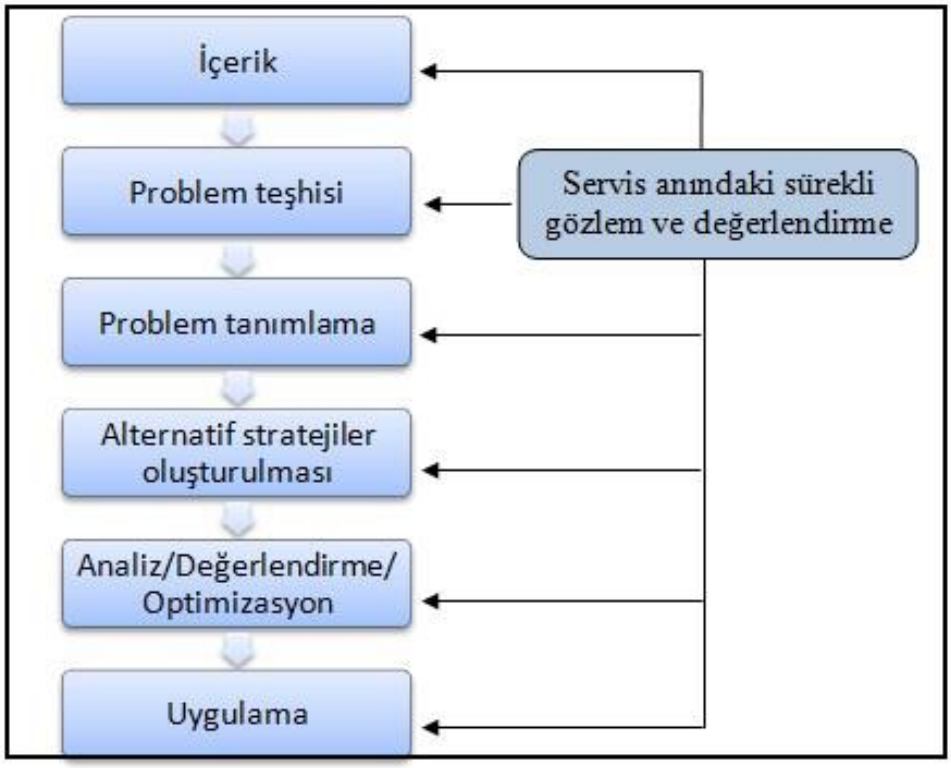
ekonomik anlamda katma değer sağlayabilmesi gerekli bilgiler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Altyapı planlaması aynı anda farklı amaçlar için de kullanılabilmesi için alternatif planlar içermelidir.
- Birbirinden farklı yapıdaki altyapı sistemleri arasında entegrasyon sağlanmalıdır.
- Altyapı planları oluşturulurken, tesislerin fiziksel teminini dışında bunların işletme planları da dahil edilmelidir.
- Altyapının planlanması milli ekonominin uzun vadede geleceğine etki eder.
- Altyapı uygulamalarının yüksek maliyetli olduğu düşünüldüğünde, projeler hazırlanırken detaylı bir şekilde incelenmelidir.
- Altyapı planlaması sırasında farklı disiplinler bir arada çalışmalıdır.
- Planlama safhasında, hedefler net olarak tanımlanmalı ve dışına çıkılmamaya özen gösterilmelidir.
- Planlama, sistematik ve akılcı bir süreç içerisinde ilerlemelidir [32].

İyi bir altyapı yönetim sistemi aşağıdaki bilgileri içermelidir;

- Kolaylıkla güncellenebilen merkezi bir veri tabanı
- Ekonomik analiz modülleri
- Optimizasyon modelleri
- GIS tabanlı grafik arayüz

Bir altyapı yönetim sistemi metodolojisi, altyapı yönetimi ile ilgili çeşitli modeller ve analitik değerlendirmeleri kapsar. Genel bir metodoloji yaklaşımı Şekil 3.5'de gösterilmektedir [32].



Şekil 3.5 Genel metodoloji yaklaşımı [32]

3.3 Gereksinim Analizi

Veri tabanı oluşturma aşamasının ilk işlemi olan gereksinim analizi veri tabanının oluşturulma amacına yönelik istenilen uygulama ve analizlerin tespit edilmesi ve hangi veri türlerinin kullanılacağına karar verme kısmıdır [29]. Gereksinim analizi doğrultusunda altyapı bilgi sistemine duyulan ihtiyacın belirlenmesi, altyapı hatlarının tespit edilmesi, verilerin toplanması ve veri entegrasyonu aşamasında yaşanılan sorunlar tespit edilerek Bölüm 3'de detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca altyapı bilgileri ve diğer sözel bilgiler ile ilgili mevcut veriler tespit edilerek toplanmıştır. Bu tespitlere yönelik olması gereken veriler ve sorgulamalar belirlenerek veri tabanı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak veriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- İçme suyu ve atık su hatlarının çap, malzeme cinsi ve diğer bilgileri,
- Yağmursuyu ve gri su hatlarının çap, malzeme cinsleri ve diğer bilgileri,
- İçme suyu depolarının hacim ve diğer bilgileri,
- Atık su terfi istasyonlarının kapasite ve diğer bilgileri,
- Atık su arıtma tesislerinin kapasite ve diğer bilgileri,

- İçme suyu ve gri su hatlarındaki vana bilgileri,

Kullanılacak verilere göre sistemde yapılması ön görülen sorgulamalar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Tüm altyapı hatlarının öznitelik bilgileri,
- İçmesuyu 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 hatlarının hangi terfi merkezine ve arıtma tesisine bağlı olduğunun belirlenmesidir.

3.4 Altyapı Bilgi Sistemi Model Tasarımı

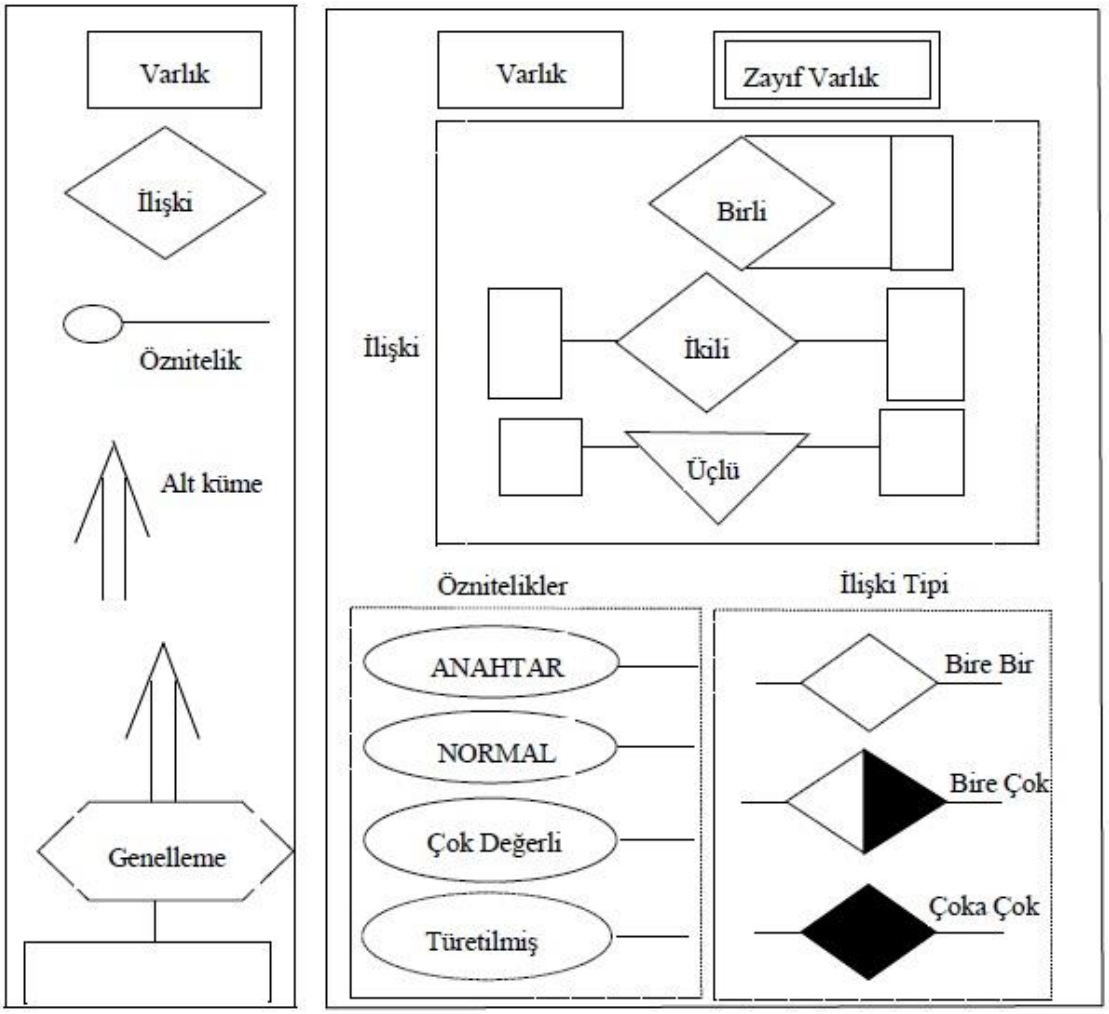
Çalışma kapsamında veri modeli tasarımının oluşturulmasında Varlık-İlişki (Vİ) modeli ve Birleşik Modelleme Dili (UML) diyagramı seçilmiştir. İlk önce gereksinim analizlerine göre Varlık İlişki (Vİ) modeli tasarlanmıştır. Daha sonraki adımda yapısal UML sınıf diyagramları oluşturulmuştur.

3.4.1 Tasarlanan Modelde Temel Hedef

Altyapı bilgi sistemi modelinin temel amacı, ülkemizdeki altyapı çalışmalarında yaşanan sıkıntılara farklı bir bakış açısıyla yaklaşarak çözüm önerileri getirmek, son yıllardaki teknolojik gelişmelerin altyapıların tespiti, verilerin işlenmesi ve işletmecilik konularında daha etkin kullanılmasını sağlamak ve etkin bir coğrafi bilgi sistemi tabanlı bir veri tabanı tasarımı oluşturmaktır. Böylece elde edilen veriler kullanılarak, yapılacak çalışmalarda mevcut altyapılara zarar vermenin önüne geçilmesi, zamandan tasarruf ve planlı çalışma imkânı bulunarak ekonomiye katkı sağlanacaktır. Tasarımda temel hedef; veri bütünlüğünün sağlanarak gerekli sorgulama ve analizlerin web tabanlı uygulama üzerinde yapılabilmesidir.

3.4.2 Varlık İlişki Modeli

En yaygın kavramsal veri modeli olarak kullanılan Varlık – İlişki (Vİ) modeli ilk defa Chen (1976) tarafından önerilmiş olup, veri tabanı tasarımlarında kavramsal tasarım olarak kullanılmış, gerçekleştirim aşamasında kullanılmamıştır. Temel kavramları "varlık", "öznitelik" ve "ilişki" olan Vİ modelinde, öznitelikler tek başlarına anlamsız olup varlıklarla birlikte anlam kazanırlar [33]. İlişki tipleri çoka çok (M:N), bire çok (1:M) ve bire bir (1:1) olarak tanımlanmıştır. Örneğin, parsel, bina, abone ayrı birer varlık olarak kabul edilirse, bu varlıkları tanımlamak için öznitelikler kullanılacaktır. Burada abone varlığını tanımlamak için, adı, soyadı, abone numarası gibi öznitelikler kullanılacaktır. Bu öznitelikler içerisinde ad ve soyad başka bir aboneye de ait olabileceği için, abone numarası sadece o aboneye özgü anahtar öznitelik olarak tanımlanabilir ve bire bir ilişkidir. Bina varlığı ile abone varlığı arasında mevcuttur ilişkisi kurulabilir. Örneğin, bina - parsel ilişkisinde her bir parselde birden çok bina olabileceği gibi, her bir bina birden çok parsele ait olabilir. Bu durum çoka çok ilişkisidir. Bina varlığı ile abone arasında bire çok ilişki bulunabilir. Çünkü, her binada birden çok abone bulunabilir ancak, birden çok abone birden çok binada bulunamaz.



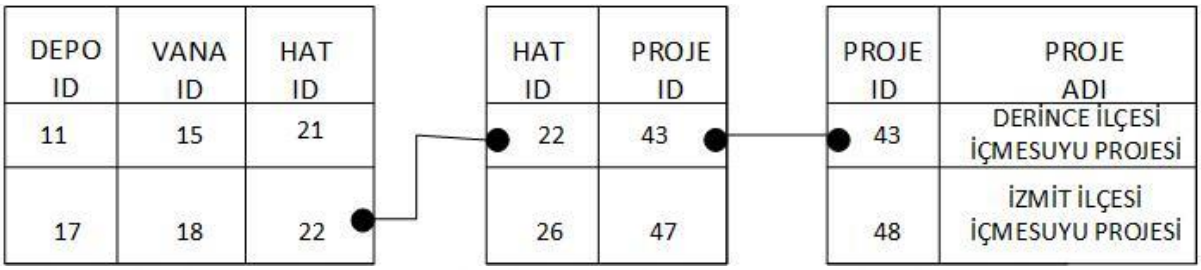
Şekil 3.6 Çeşitli varlık ilişki diyagramı sembolleri [42]

3.4.3 İlişkisel Veri Modeli

İlişkisel veri modelinde temel kavram satır ve sütunlardan oluşan tablodur. Tablolar varlıklara ait özellikleri içermekte olup, satırlarda varlıklara ait veriler, sütunlarda ise varlıklara ait öznitelikler bulunmaktadır. Bir nesneye ait veri birden fazla tabloda bulunabileceği için, nesneyi tüm tablolarda temsil edebilecek olan anahtar öznitelik bilgisi ile tablolar arasında ilişki kurulabilir. Anahtar öznitelik sayesinde kurulan bu ilişki ile tablolar arasında gezinme imkânı bulunmaktadır. Bu şekilde ilişkisel veri tabanında gerçekleştirilecek sorgulamalarda kullanıcı istediği verileri farklı tabloları kullanarak elde edebilmektedir (Şekil 3.7) [43].

- İlişkisel veri tabanı kullanımının getirdiği avantajlar,
- Diğer ağlara gerekli olduğu durumlarda veri tabanını açmak daha kolaydır.

- İşlemci sunucu mimarisi ile verilerin, diğer yazılımlar ile ortak kullanım olanağı bulunmaktadır.
- Çekirdek fonksiyonlar ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi içerisinde tanımlıdır.
- Bağımsız bir platformda çalışmaktadır [32].



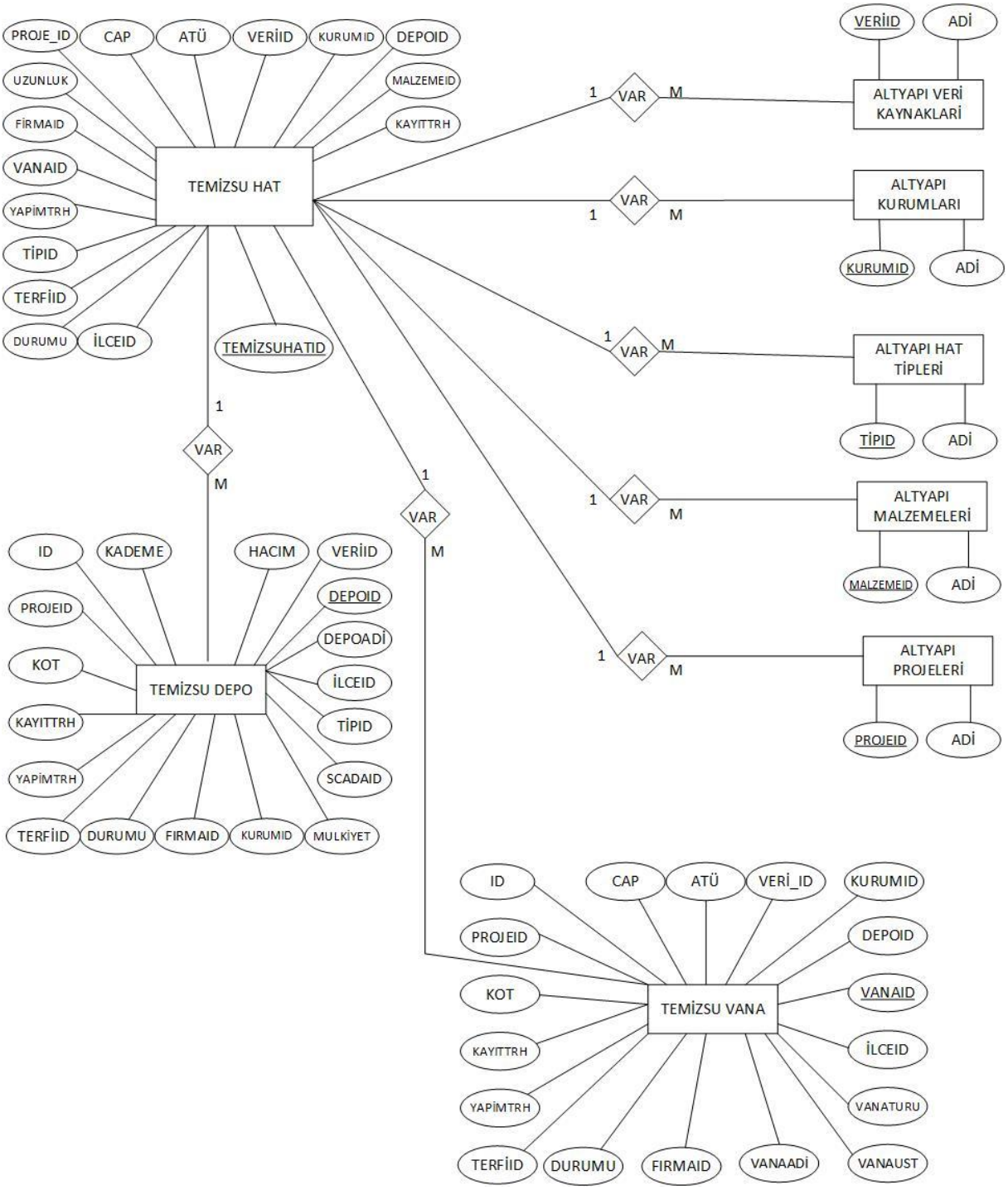
Şekil 3.7 Örnek bir ilişkisel veri tabanı gösterimi

3.4.4 Altyapı Bilgi Sisteminin Vİ Modelinin Temel Yapısı ve Özellikleri

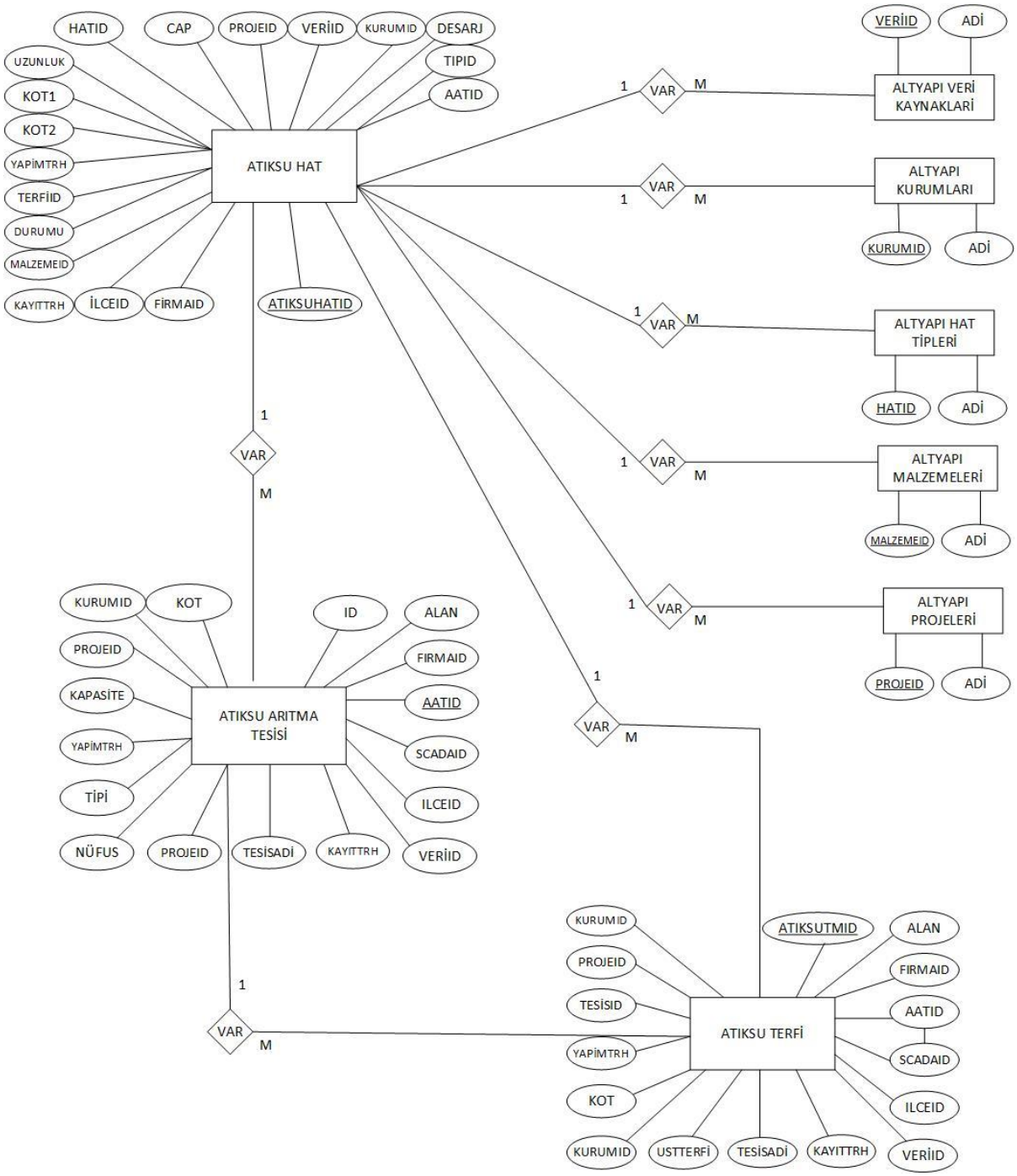
Çalışma kapsamında veri modeli tasarımının oluşturulmasında Varlık-İlişki (Vİ) modeli kullanılmıştır. Yapılan gereksinim analizi sonucunda ihtiyaç duyulan veriler ve sorunlar belirlenmiştir. Bu doğrultuda aşağıdaki işlem adımları gerçekleştirilmiştir.

Tasarımı oluşturan Temizsu Hat, Temizsu Depo, Temizsu Vana, Altyapı Veri, Kaynakları, Altyapı Hat Tipleri, Altyapı Malzemeleri, Altyapı Projeleri, Atıksu Hat, Atıksu Arıtma Tesisi, Atıksu Terfi, Yağmursuyu Hat, Yağmursuyu Terfi, Yağmursuyu Tesis, Grisu Hat, Grisu Tesis, Grisu Vana Vİ tasarımında ana varlıklar olarak belirlenmiştir.

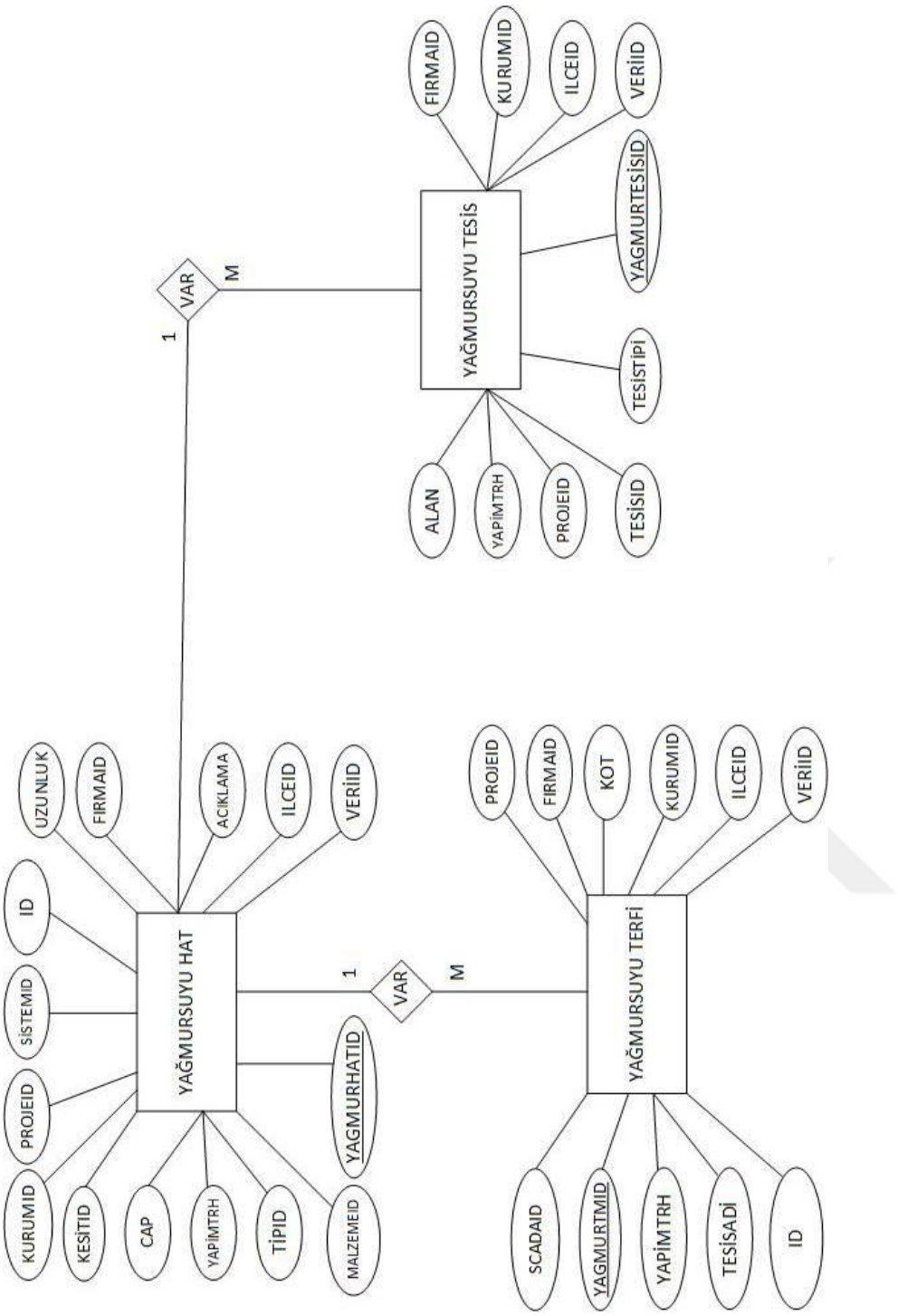
İhtiyaç duyulan veriler ve ana varlıklar belirlendikten sonra ilişki tipleri ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. Temizsu hat - Vana ile olan ilişki tipi bire-çok (1-M) dur. Bir vana bir ya da daha fazla temizsu hattını yönetebilir. Ama bir temizsu hat bir tane vana ile yönetilebilir. Anahtar kelime olarak HATID seçilmiştir.



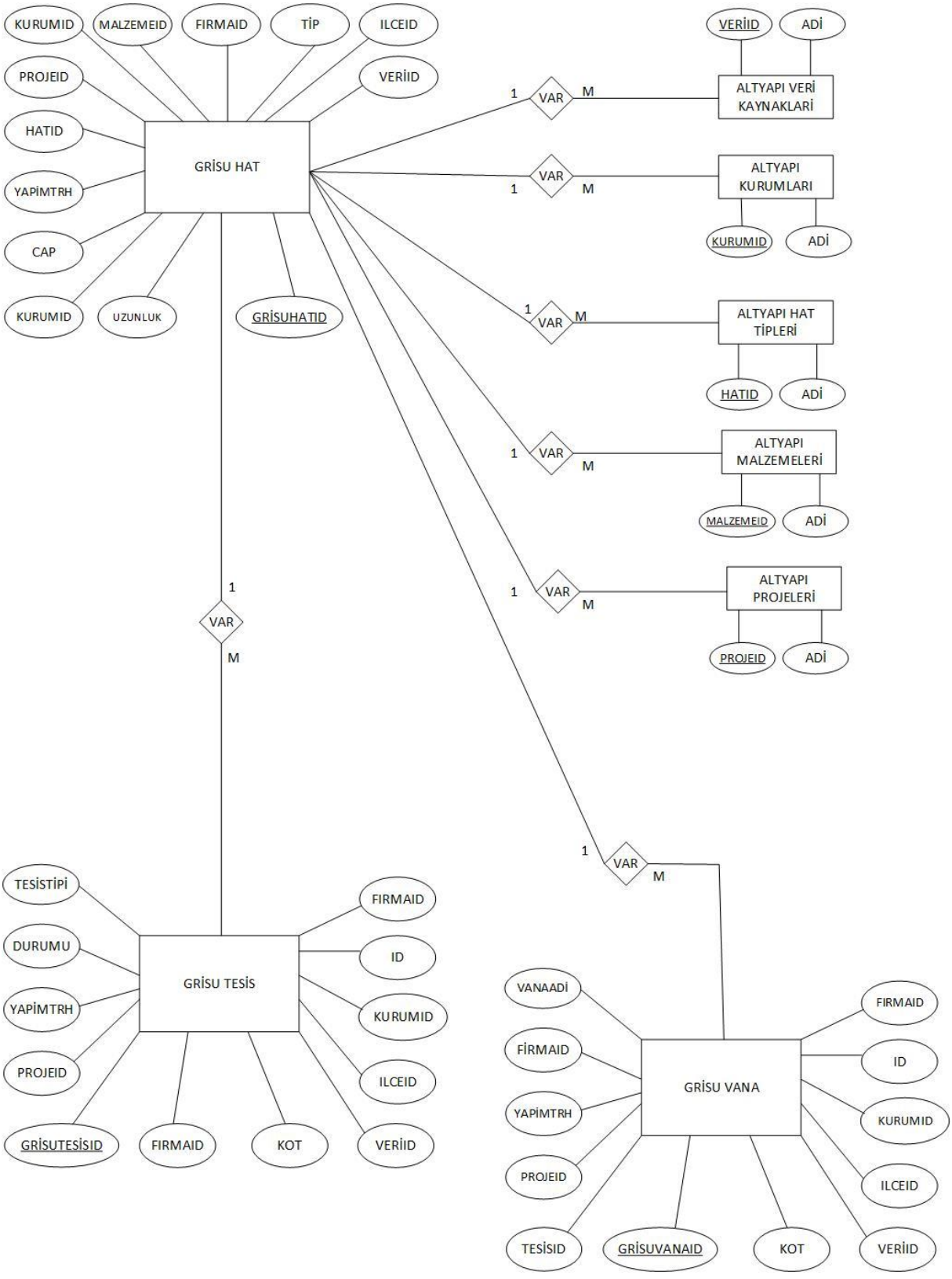
Şekil 3.8 Temizsu Hattı Temizsuhat, Temizsudepo, Temizsuvana, Altyapıverikaynakları, Altyapıkurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı



Şekil 3.9 Atıksu Hattı Atıksuhat, Atıksuterfi, Atıksuarıtmatesisi, Altyapıverikaynakları, Altyapıkurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı



Şekil 3.10 Yağmursuyu Hattı Yağmursuyusuhat, Yağmursuyuterfi, Yağmursuyutesisi ile Vİ Diyagramı



Şekil 3.11 Grisu Hattı Grisuhat, Grisutesis, Grisuvana, Altyapıverikaynakları, Altyapıkurumları, Altyapıhattipleri, Altyapımalzemeleri, Altyapıprojeleri ile Vİ Diyagramı

3.4.5 Kullanılacak Veri Tiplerinin Belirlenmesi

Coğrafi Bilgi Sistemi adres verilerinin en doğru şekilde oluşturulup güncellenebileceği işlevsel bir sistemdir. Başka bilgi teknolojilerinde adres tanımı yapılırken olmayan 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 sunabilecek tek sistemdir. Adres bilgisinin yanısıra her bir abonenin hizmet bağlantı noktasının da tanımlanmış olması sebebi ile şebeke verilerinin güncelliğinin korunması için diğer sistemler ile entegrasyon kaçınılmaz hale gelmiştir [2].

3.4.6 Altyapı Bilgi Sistemi İlişkisel Veri Tabanı Tasarımı ve Özellikleri

Vİ modeli tasarımının oluşturulma aşaması tamamlandıktan sonra İlişkisel Veri Modeli kullanılarak tablolar hazırlanmıştır. Oluşturulan tablolar belirli normalizasyon kurallarına ve normal formlara uyarak tasarlanmalıdır. İlişkisel Veri Modeli tasarımında bu kurallar göz önünde bulundurularak tablolar oluşturulmuş ve öznitelikler belirlenmiştir [42]. Oluşturulan veri tabanı şemalarında ilişkileri temsil eden anahtarlar belirlenmelidir. İlişkisel Veri Modeli şemalarında altı çizili kelimeler anahtar olarak gösterilmiştir. Anahtarlar her tabloda bir veya birden çok olabileceği gibi tablolar arasında gezinme imkânı sağlayarak her satırı tek anlamlı olarak tanımlar [43].

Çalışma kapsamında oluşturulan veri tabanı tasarımında anahtar değerler, TemizsuHatID, DepoID, VanaID, AtıksuHatID, AATID, AtıksuTMID, YagmurHatID, YagmurTMID, YagmurTesisID, GrisuHatID, GrisuTesisID, GrisuVanaID olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.2 VT şemaları

TEMİZSU HAT

TemizsuHatID	Malzeme_ID	Ilce_ID	Durumu	Terfi_ID	Tip_ID	Yapim_Trh	Vana_ID	Firma_ID	Cap	Uzunluk	Atü	Veri_ID	Kurum_ID	Depo_ID	Kayit_Trh

TEMİZSU DEPO

DepoID	Kademe	Proje_ID	Kot	Kayit_Trh	Terfi_ID	Yapim_Trh	Durumu	Firma_ID	Kurum_ID	Mülkiyet	Scada_ID	Tip_ID	Ilce_ID	Depo_ID	Depo_Adi	Hacim

TEMİZSU VANA

VanaID	Vana_Adi	Proje_ID	Kot	Kayit_Trh	Terfi_ID	Yapim_Trh	Durumu	Firma_ID	Kurum_ID	Vana_üst	Vana_Türü	Vana_ID	Ilce_ID	Depo_ID	Veri_ID	Atü	Cap

ATIKSU HAT

AtiksuHatID	Hat_ID	Cap	Proje_ID	Veri_ID	Kurum_ID	Desarj	Tip_ID	Aat_ID	Firma_ID	Uzunluk	Kot1	Kot2	Yapim_Trh	Terfi_ID	Durumu	Malzeme_ID	Kayit_Trh	Ilce_ID

Çizelge 3.2 VT şemaları (devamı)

ATIKSU ARITMA TESİSİ

AatID	Alan	Firma_ID	Aat_ID	Scada_ID	Ilce_ID	Veri_ID	Tesis_Adi	Proje_ID	Nüfus	Tipi	Yapim_Trh	Kapasite	Kurum_ID	Kot	

YAĞMURSUYU HAT

YagmurHatID	Uzunluk	Firma_ID	Hat_ID	Aciklama	Ilce_ID	Veri_ID	Sistem_ID	Kurum_ID	Proje_ID	Kesit_ID	Cap	Yapim_Trh	Tip_ID	

YAĞMURSUYU TERFİ MERKEZİ

YagmurHatID	Tesis_Adi	Yapim_Trh	Terfi_ID	Scada_ID	Ilce_ID	Veri_ID	Kot	Kurum_ID	Proje_ID	Firma_ID	

YAĞMURSUYU TESİS

YagmurTesisID	Kurum_ID	Firma_ID	Veri_ID	Ilce_ID	Tesis_Tipi	Alan	Yapim_Trh	Proje_ID	

Çizelge 3.2 VT şemaları (devamı)

GRİSU HAT

GrisuHatID	Kurum_ID	Firma_ID	Veri_ID	Ilce_ID	Hat_ID	Yapim_Trh	Tip_ID	Proje_ID	Uzunluk	Cap	Malzeme_ID

GRİSU TESİS

GrisuTesisID	Kurum_ID	Firma_ID	Veri_ID	Ilce_ID	Tesis_Tipi	Hat_ID	Yapim_Trh	Tip_ID	Proje_ID	Durumu	Tesis_ID

GRİSU VANA

GrisuVanaID	Kurum_ID	Firma_ID	Veri_ID	Ilce_ID	Tesis_ID	Kot	Yapim_Trh	Vana_ID	Proje_ID	Vana_Adi

Çizelge 3.2 VT şemaları (devamı)

ALTYAPI VERİ KAYNAKLARI

VERİID	ADİ

ALTYAPI KURUMLARI

KURUMID	ADİ

ALTYAPI HAT TİPLERİ

HATID	ADİ

ALTYAPI MALZEMELERİ

MALZEMEID	ADİ

ALTYAPI PROJELERİ

PROJEID	ADİ

3.5 UML Nedir ve Nerede Nasıl Kullanılır

Bugüne kadar modelleme için birçok çalışma yapılan yazılım mühendisliği alanında, en önemli ve geçerli sayılan çalışma ilk olarak 1998 yılında OMG (Object Management Group) tarafından kabul gören UML 1.1 (The Unified Modeling Language / Birleşik Modelleme Dili) standardıdır [44]. UML, yazılım teknolojisinde meydana gelen gelişmelerle birlikte gelen taleplerin yarattığı karışıklığın üstesinden gelmek için geliştirilmiş ve dünya üzerinde standart haline gelmiş bir modelleme biçimidir.

UML, yazılım projelerindeki karmaşıklığı basit görsel ifadelerle model haline getiren, programlama dillerinden bağımsız bir şekilde çalışmaktadır ve bir programlama dili değildir. UML yöntemi yazılım geliştirme sürecinin analiz/çözümleme ve tasarım süreçlerinde yazılım mühendisleri tarafından kullanılmaktadır. UML, projede yer alan herkes tarafından anlaşılabileceğinden aralarındaki iletişimi kolaylaştırır. Aynı zamanda gerçek sistemin resmini gösterdiği için, sistemin avantaj ve dezavantajını gösterir. Yazılım projelerinin, geliştirilmesi sürecinde sağlıklı bir yol izlenmesini sağlar ve projenin hangi aşamalarda nereye doğru gittiği konularına netlik kazandırmada yardımcı olur.

UML yazılım geliştirme alanı dışında iş süreçleri, ağ yapıları ve veri sistemlerinin modellenmesi gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır. UML modelinde kullanılan işaret ve metinler standart olduğundan ortaya çıkan tasarım, programlama dili ne olursa olsun birçok kişi tarafından kolayca anlaşılabilmektedir. Modelleme, kodlamadan önce yazılım uygulamalarının tasarlanmasıdır. Bir modelin kullanılması, bir yazılım geliştirme projesinin başarı testi, işlevselliğinin tam ve doğru olması, son kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanması ve programın tasarımı, ölçeklenebilirliği, sağlamlığı, güvenliği ve diğer gereksinimleri konularında önceden belirleyebilme imkânı sağlar. Aksi halde sonrasında yapılması gereken kod değişikliklerini yapmak hem daha zordur hem de maliyet olarak daha pahalı bir yöntemdir. Modelleme, tasarımı görselleştirmenin ve yazılıma başlamadan önce gereksinimlere karşı kontrol etmenin tek yoludur [45].

UML tasarımı, araçların oluşturduğu diyagramlardan oluşur. Bu araçlar ile, nesnelere ait özellikler, fonksiyonlar ve nesneler arasındaki yapısal ilişki temsil edilir. Diyagramlar ise, sistemin farklı süreçlerdeki yapısını ve davranışını temsil eder.

Yazılım geliştirmede UML kullanmanın efektif yararları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Geliştirilen yazılımın değerlendirmesi yapılmış olacağından kod yazma işlemi daha hızlı ve doğru olmaktadır,
- Hata payının asgari düzeye inmesine yardımcı olmaktadır,
- Kolay anlaşılabilir olması geliştirme ekibi arasındaki iletişimi artırmaktadır,
- Tekrar kullanılabilir kod sayısını artırmaktadır,
- Tüm tasarım kararları kod yazmadan verilmektedir,
- Yazılım geliştirme süreci boyunca aktif olarak kullanılmaktadır,
- "resmin tamamını" görmeyi sağlamaktadır.

UML diyagramlarının çok yaygın olarak kullanılması ve yazılım geliştirme sürecinde verdiği destekten dolayı Altyapı Bilgi Sistemi model tasarımı UML sınıf diyagramları ile de gösterilmiştir.

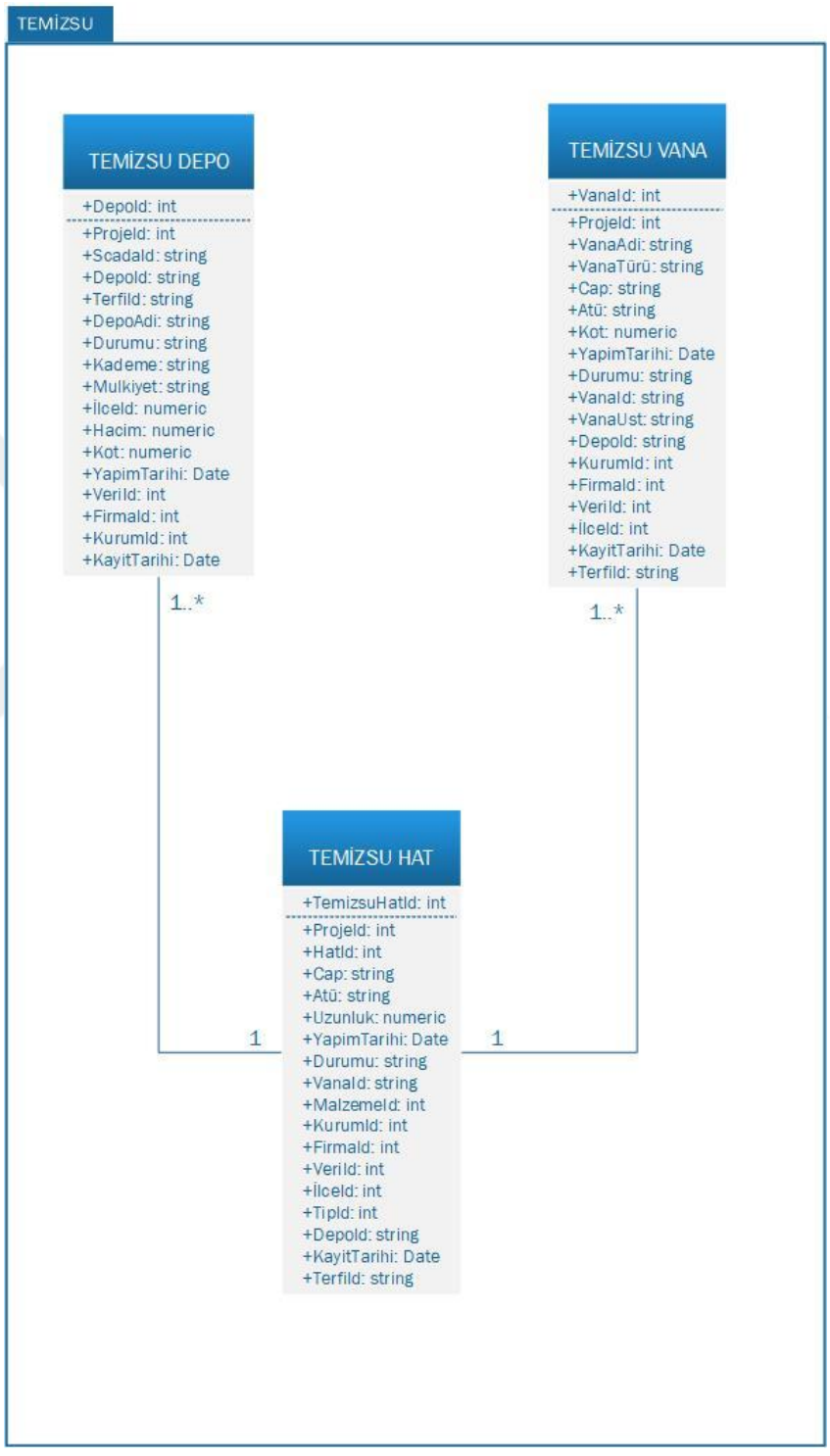
3.6 Altyapı Bilgi Sisteminin Uml Tasarımı ve Gösterimi

Altyapı bilgi sistemine ait tasarımda, temizsu hat, depo ve vanalarının ilişkilerini gösteren TemizSu, atıksu hat, arıtma tesisi ve terfi merkezlerinin ilişkilerini gösteren AtıkSu, yağmursuyu hat, tesis ve terfilerinin ilişkilerini gösteren Yağmursuyu, grisu hat, vana ve tesislerinin ilişkilerini gösteren GriSu, altyapı veri kaynakları, altyapı kurumları, altyapı hat tipleri, altyapı malzemeleri, altyapı projeleri olmak üzere 9 paketten oluşmaktadır. Temel sınıf ve ilişkiler aşağıda gösterilmektedir.

3.6.1 Temizsu Hat ve Tesislerinin Temsili

Altyapı bilgi sistemi tasarımında temizsu hat ve tesislerinin temsil edildiği bu pakette, TemizsuHat, TemizsuDepo ve TemizsuVana sınıfları yer almaktadır. Öznitelik bilgileri

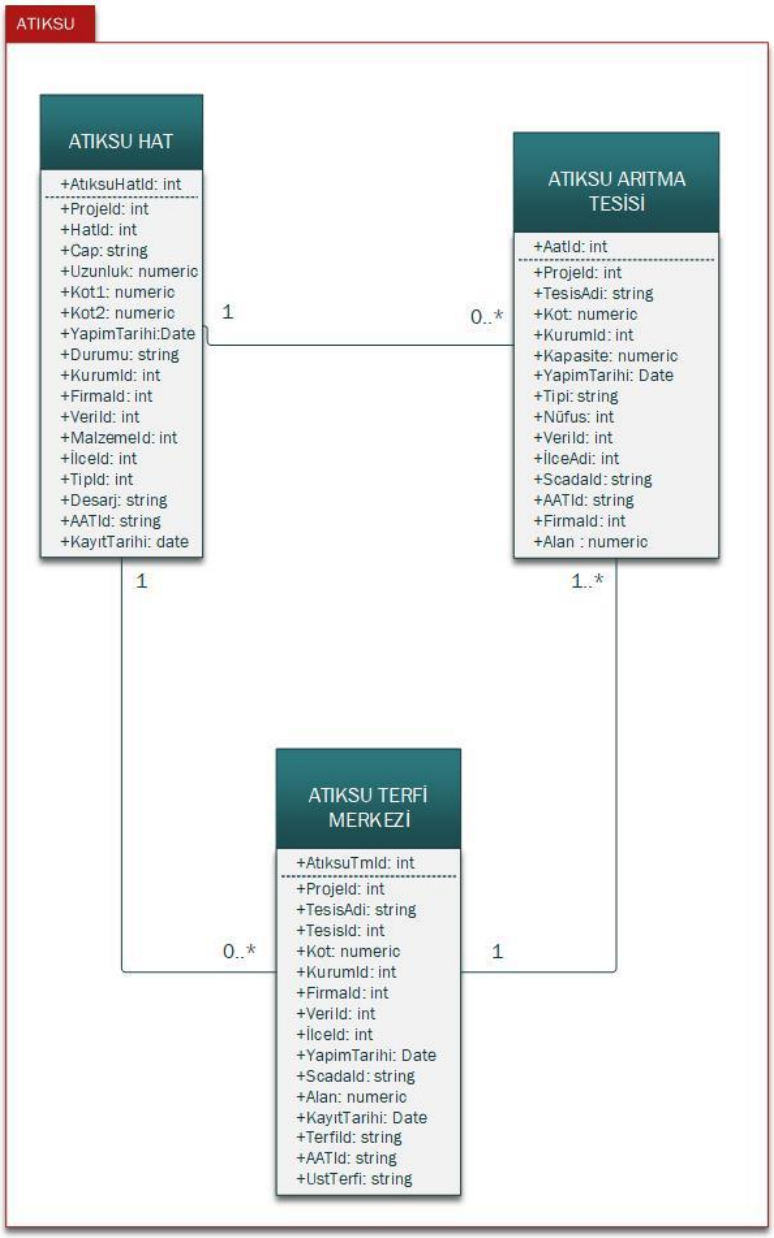
sayesinde temizsu hatlarının yapım tarihi, malzeme, çap, yapan firma bilgileri ile birlikte depo ve vanalarla olan ilişkileri ve daha detaylı bilgileri Temizsu paketinde temsil edilmektedir. Sınıflar arasındaki ilişkinin uçlarında yer alan 1..* ve 1 çokluk ifadeleri ile temsil edilmektedir.



Şekil 3.12 Temizsu hat ve tesislerinin gösterimi

3.6.2 Atıksu Hat ve Tesislerinin Temsili

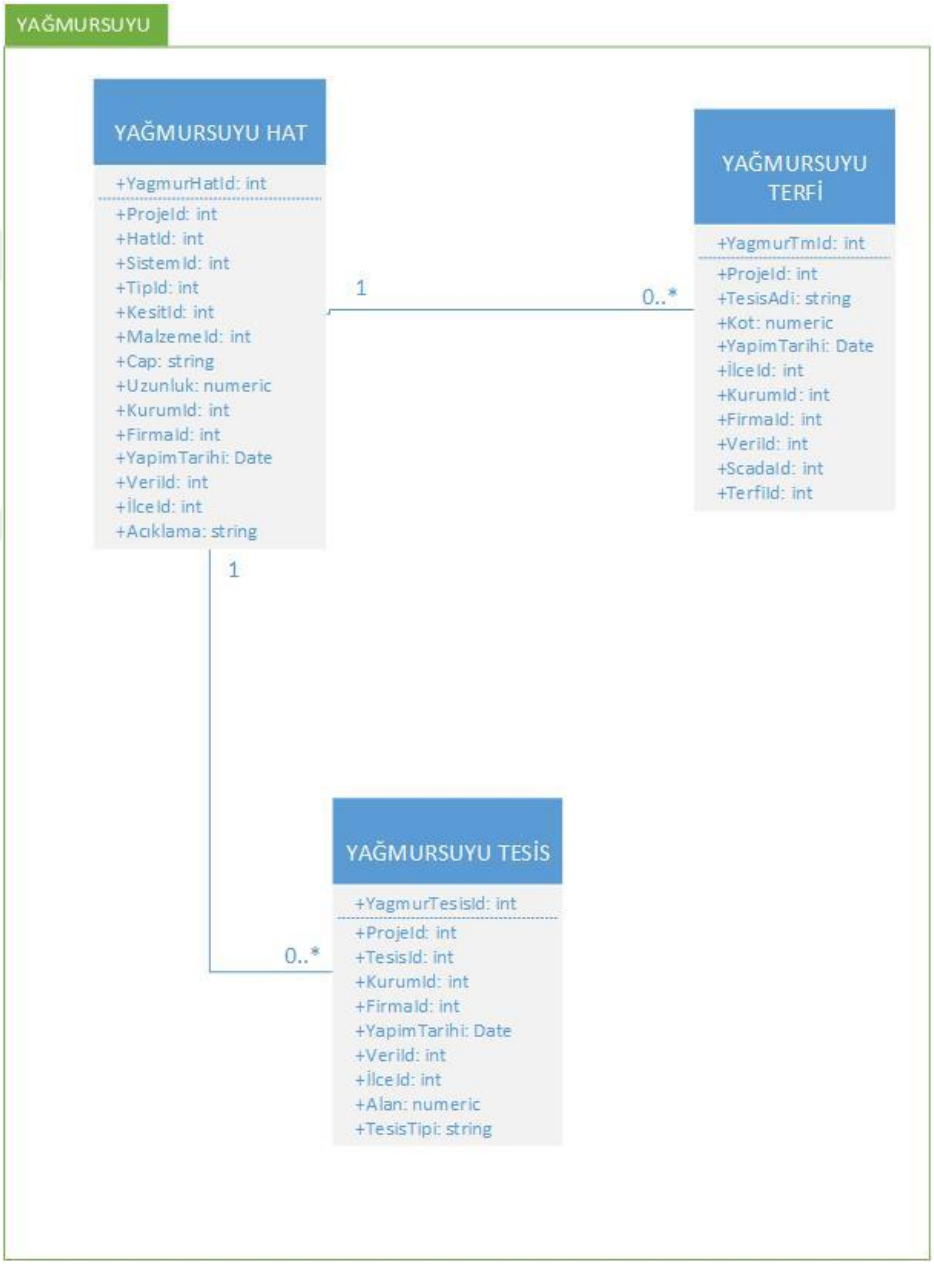
AtıksuHat, AtıksuArıtmaTesisi ve AtıksuTerfiMerkezinin temsil edildiği paket AtıkSu paketidir. Burada atıksu hatları özellikle kırsal bölgelerde fosseptik yapılarına bağlı oldukları için direk atıksu arıtma tesisine bağlı olmayabilmektedir. Bölgenin topoğrafyasına bağlı olarak atıksu hatları zorunlu olduğu durumlarda atıksu terfi merkezlerine bağlanarak atıksular arıtma tesislerine iletilmektedir. Dolayısıyla atıksu hatları ile atıksu terfi merkezleri ve atıksu arıtma tesisleri 1, 0..* ilişkisine, atıksu terfi merkezi ile atıksu arıtma tesisi 1, 1..* ilişkisine sahiptirler.



Şekil 3.13 Atıksu hat ve tesislerinin gösterimi

3.6.3 Yağmursuyu Hat ve Tesislerinin Temsili

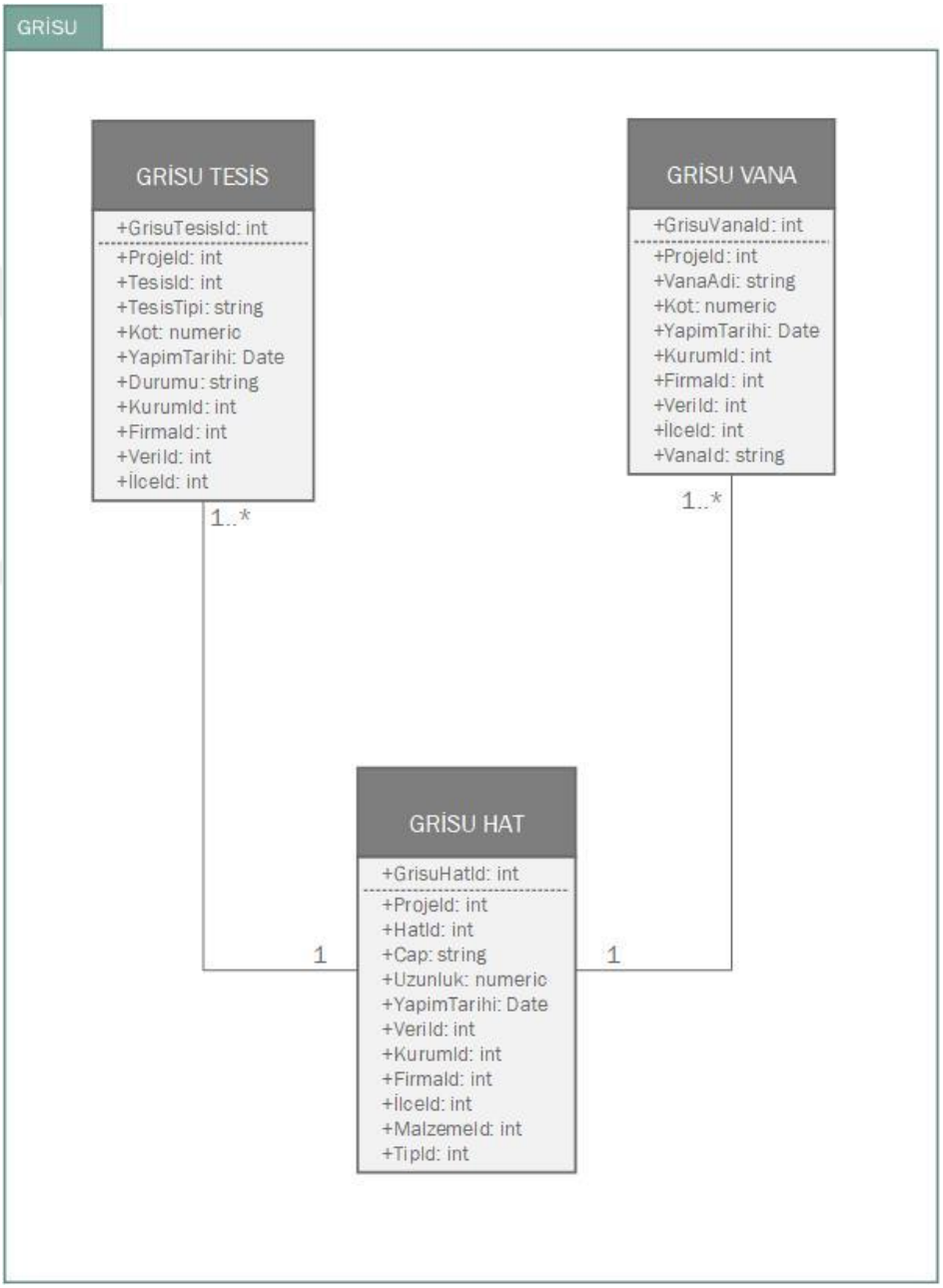
YağmursuyuHat, YağmursuyuTerfi ve YağmursuyuTesislerinin tutulduğu Yağmursuyu paketinde, yağmursuyu hatları duruma göre terfi merkezleri aracılığı veya kendi cazibesi ile dere, deniz, gölet vs. ortamına deşarj edilmektedir. Buna göre, yağmursuyu hat ve terfi arasında 1, 0..* ilişkisi bulunmaktadır. Yağmursuyu hatlarının tamamında yağmursuyu tesisleri(ızgara, yağmursuyu odası vb) bulunmadığı için aralarında 1, 0..* ilişkisi bulunmaktadır.



Şekil 3.14 Yağmursuyu hat ve tesislerinin gösterimi

3.6.4 Grisu Hat ve Tesislerinin Temsili

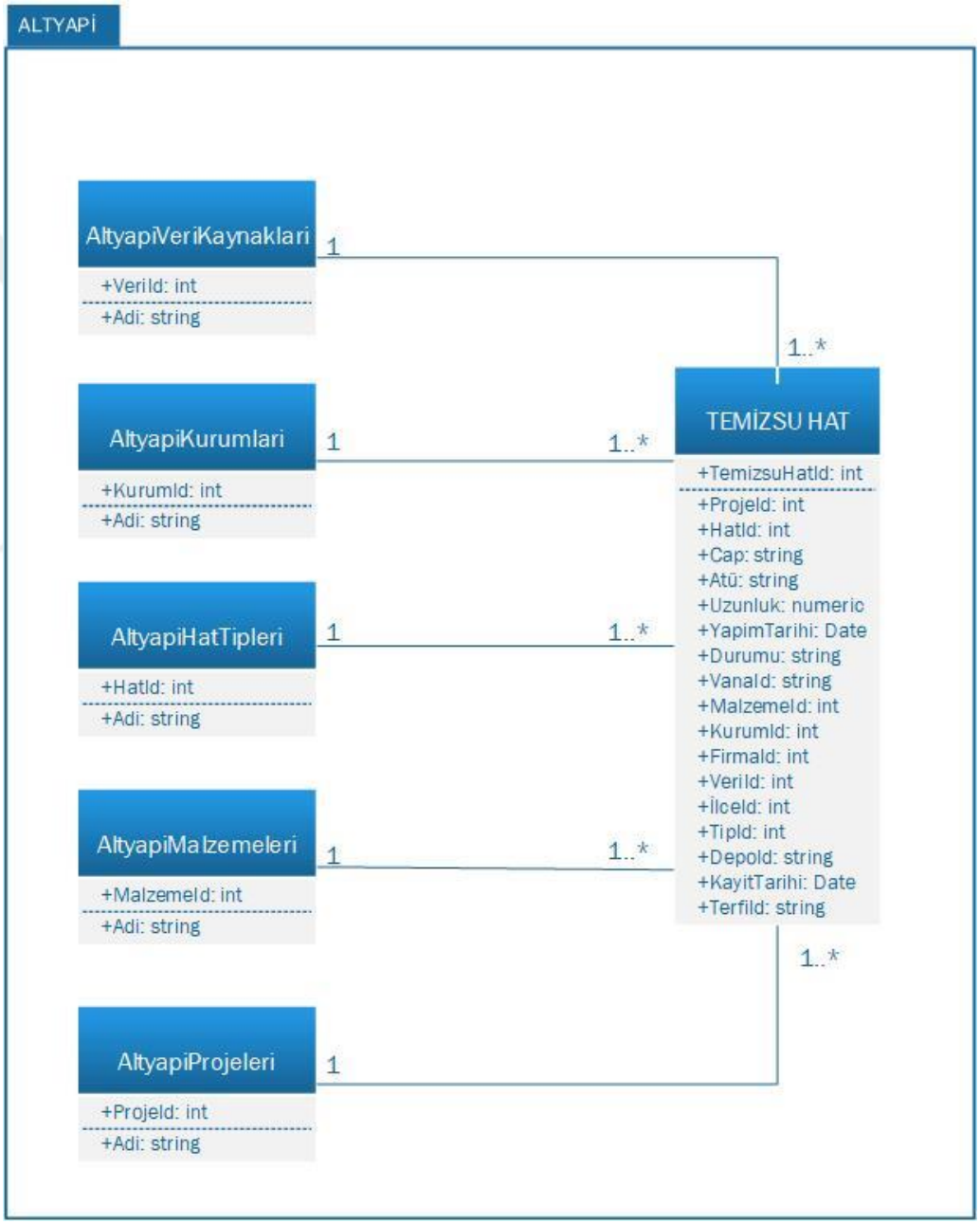
GrisuHat, GrisuTesis ve GrisuVanaları GriSu paketinde yer almaktadır. Grisu geri dönüşüm suyu olduğundan ve özellikle sanayi kuruluşları ile yeşil alanların sulanmasında kullanıldığından aynı temizsu işletme mantığı ile çalışmaktadır. Buna göre, grisu hatları ile vana ve tesisleri arasında 1, 1..* ilişkisi bulunmaktadır.



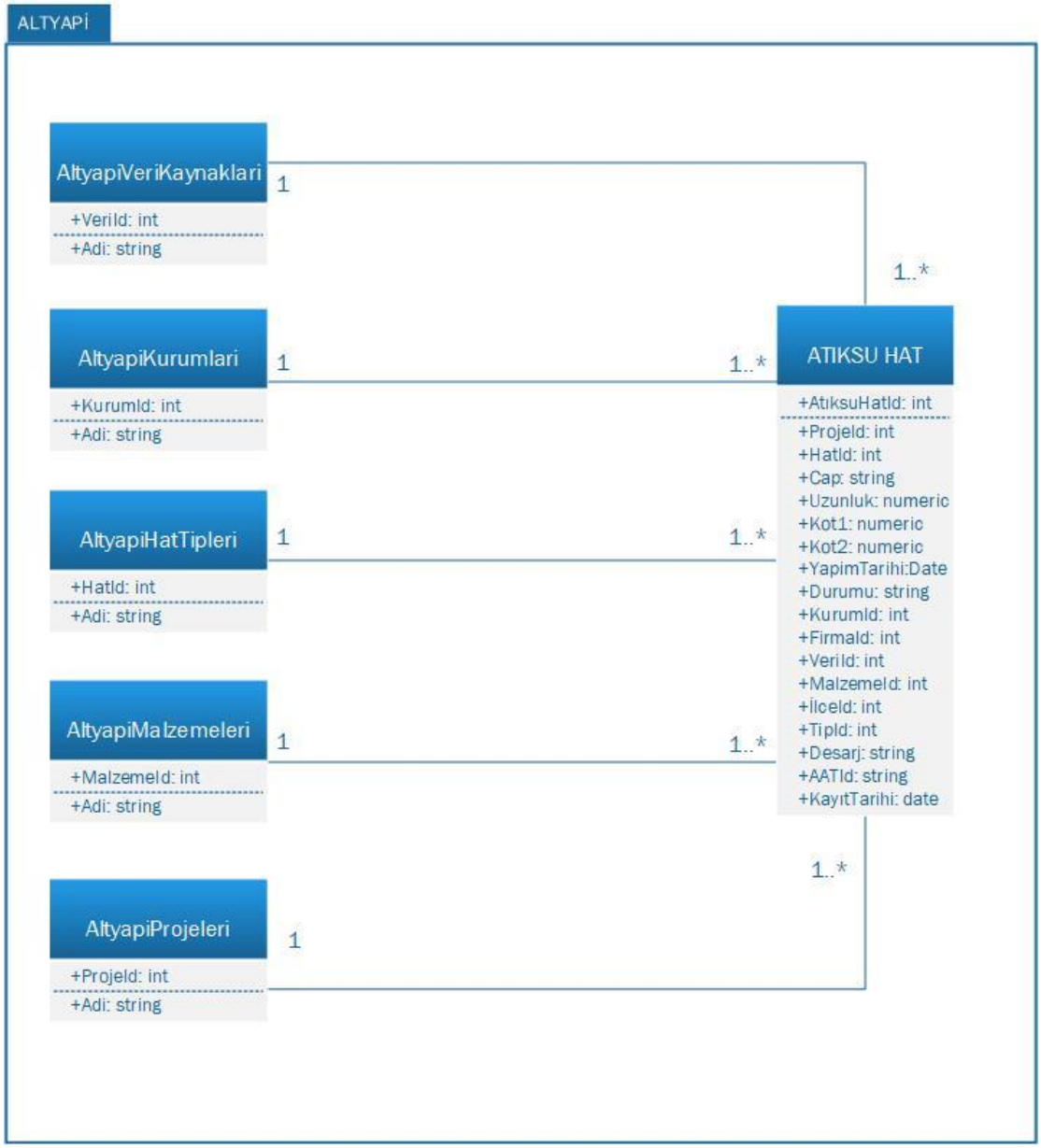
Şekil 3.15 Grisu hat ve tesislerinin gösterimi

3.6.5 Altyapı Temsili

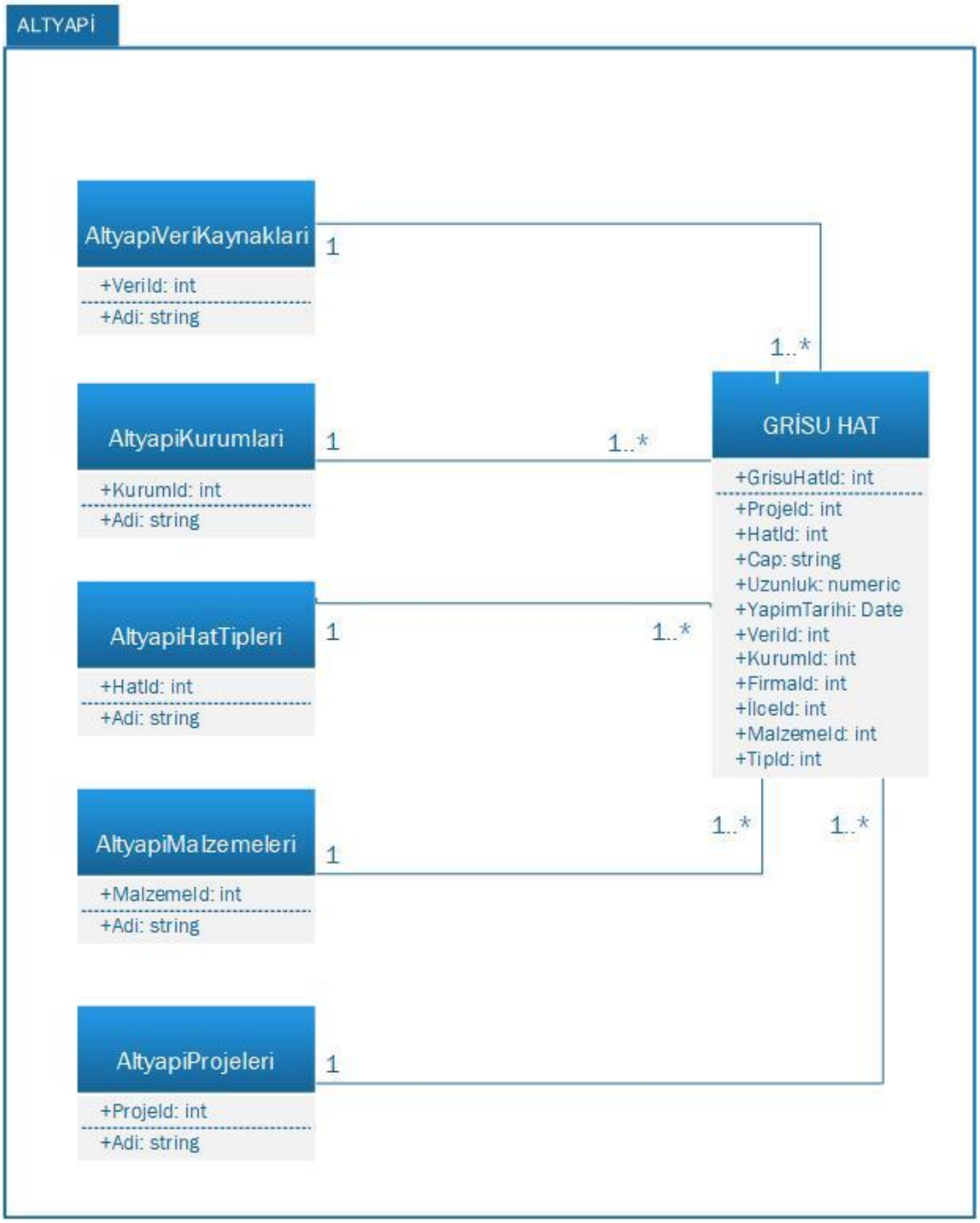
AltyapıVeriKaynakları, AltyapıKurumları, AltyapıHatTipleri, AltyapıMalzemeleri, AltyapıProjeleri bu pakette temsil edilmektedir. Bu pakette yer alan sınıfların tamamı yapılan TemizsuHat, AtıksuHat ve GrisuHat sınıflarında yer aldığından aralarında 1, 1..* ilişkisi bulunmaktadır.



Şekil 3.16 Altyapı gösterimi



Şekil 3.17 Altyapı gösterimi (devamı)



Şekil 3.18 Altyapı gösterimi (devamı)

3.7 Uygulama

3.7.1 Yazılımın Seçilmesi

Günümüzdeki uygulamaların ve paket programların içerisinde Java, C++, C# gibi programlama dilleri ile hazırlanmış yazılımlar bulunmaktadır. Bu yazılımlar, coğrafi verilerin depolanıp analiz edilebilmesi ve görüntülenebilmesini sağlayan programlardır.

Bu tez çalışmasında geliştirilen uygulamada ön yüz (frontend) için Javascript ve sunucu tarafı olan arka yüz (backend) için C# programlama dilleri kullanılmıştır. Veritabanı olarak PostgreSQL kullanılmış olup, coğrafi veri sağlayıcısı olarak Geoserver tercih edilmiştir.

Uygulamada kullanılan mevcut veriler İSU Genel Müdürlüğü'nden alınan altyapı bilgisi verileri ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen imar planı, kadastro, ilçe ve mahalle sınırları, cadde ve sokak isimleri, numarataj bilgisi ve bina katmanlarıdır. Altyapı bilgisi verileri ile diğer verilerin işlenmesi için ArcGIS yazılımının ArcMap modülü kullanılmıştır.

3.7.2 Uygulama Alanı Seçimi ve Veri Temininde Karşılaşılan Sorunlar

Bu çalışmada tasarlanan veri tabanı tasarımının uygulama pilot bölgesi olarak Kocaeli ili Derince ilçesi seçilmiştir. Uygulama için Derince ilçesinin bina, MAKS, numarataj, kadastro, imar planı verileri ile güncel altyapı verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Bunlardan bina, MAKS, numarataj, kadastro, imar planı verileri Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiş olup, güncel altyapı verilerinin temini konusunda İSU Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi sistemleri şefliği ile görüşülmüştür.

Altyapı verilerinin temini konusunda yapılan çalışmada, altyapı hatları ile ilgili verilerin zaman içerisinde farklı formatlarda (sayısal, pafta, el ile çizim v.b) ve farklı koordinatlarda üretildiği anlaşılmıştır. Altyapı kurumlarının ciddi maliyetler ile tesis etmiş oldukları altyapı hatlarının harita üretimlerine gereken önemi vermedikleri için, büyük oranda verinin ellerinde bulunmadığı görülmüştür. Dolayısıyla eksik olan bu verilerin çeşitli metotlarla tespitinin yapılarak oluşturulacak sisteme aktarılması gerekmektedir ve bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada, içmesuyu hatlarında bulunan vana odası, vantuz ve tahliye elemanlarının GPS ile ölçümleri yapılarak coğrafi koordinatları alınmıştır. Sayısal bilgisi olmayan içmesuyu hatları için ise, Yer Altı Görüntüleme Radarından (GPR – Ground Penetrating Radar) yararlanılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Yer altı görüntüleme radarı

Yerel yönetimlerin yapmış oldukları yol çalışmaları sırasında altyapı kurumlarına ait olan birçok materyalin üzerinin kapatıldığı görülmüş olup, çalışmamızın konusu olan içmesuyu vanalarından kayıp olanların tespit edilmesi için metal dedektörlerden yararlanılmıştır. Sayısal bilgisi elimizde olan vanaların ise GPS ile aplikasyonları yapılarak, tekrar yer üstüne çıkarılabilmeleri için arazide işaretle yapılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Kayıp vanaların aplikasyonlarının yapılması

Atıksu hatlarında bulunan rögar kapakları ile yağmursuyu hatlarında bulunan ızgaraların tamamı GPS ile ölçülerek koordinatlı hale getirilmiştir. Yıllar içerisinde yapılan yol ve dolgu çalışmaları ile üzeri kapanmış, oldukça derinde kalmış olan atıksu hatlarının tespiti için İSU Genel Müdürlüğü'nün kanal görüntüleme araçlarından yararlanılmıştır. Mevcut bulunan bir atıksu bacasından içeriye salınan ve üzerinde kamera bulunan robot ile yaklaşık 120m boyunca atıksu hattı içerisinde ilerlenebilmektedir. Bu sayede hem atıksu hattında herhangi bir çökme olup olmadığının ve çalışırlık durumunun tespiti yapılabilmekte hem de robotun üzerindeki verici ile atıksu hattının güzergahı tespit edilebilmektedir (Şekil 3.21), (Şekil3.22).



Şekil 3.21 Kanal görüntüleme aracı

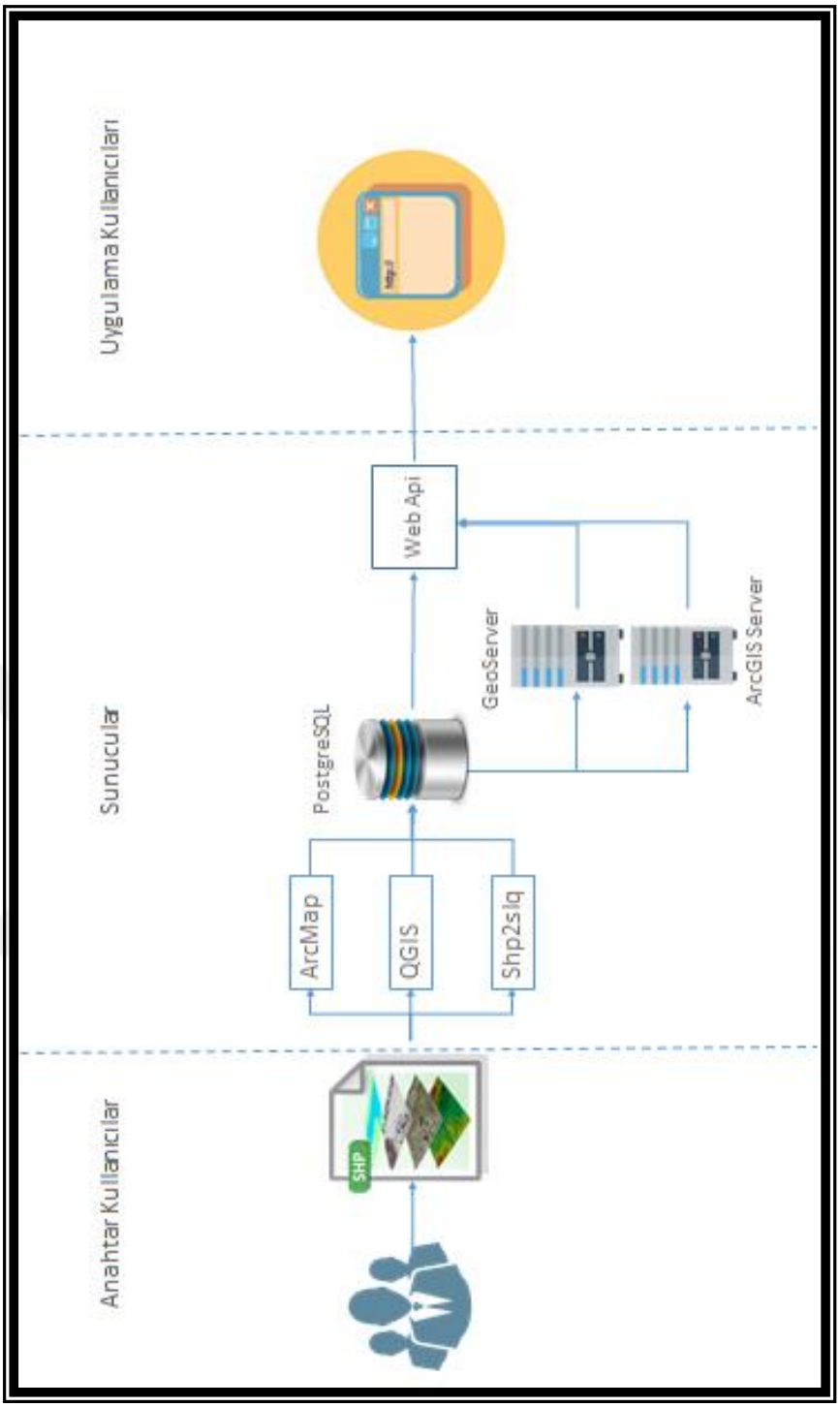


Şekil 3.22 Kanal görüntüleme aracı kontrol odası

Uygulamada kullanılan veriler Derince ilçesinde bulunan atıksu, içmesuyu, yağmursuyu hatları ile içmesuyu depoları ve atıksu terfi merkezlerinden oluşmaktadır. Toplamda 242 km atıksu hattı, 428 km içmesuyu hattı ve 27 km yağmursuyu hattı ile 7 adet içmesuyu deposunun verileri sayısal ve koordinatlı hale getirilmiştir.

3.7.3 Verilerin Sisteme Aktarılması

Bu uygulamada, ölçümü yapılarak sayısal ve koordinatlı hale getirilmiş olan veriler bilgisayar ortamına aktarılarak shape dosyası haline getirilmiştir. Shape dosyalarının PostgreSQL veritabanına aktarılabilmesi için ArcGIS, QGIS ve Shp2SQL programları kullanılmıştır. Veritabanında bulunan veriler GeoServer ya da ArcGIS server ile ArcGIS programına aktarılmış ve bağlantılı çalışan yapılar arasında gerekli ilişkilendirmeler kurulmuştur (Şekil 3.23). Bahse konu verilerin son kullanıcılar tarafından internet bağlantısının olabildiği her ortamda cep telefonu, tablet ya da bilgisayar aracılığıyla erişebilmesi için bir web aplikasyonu ile internet üzerinden online olarak yayın yapılması sağlanmıştır.



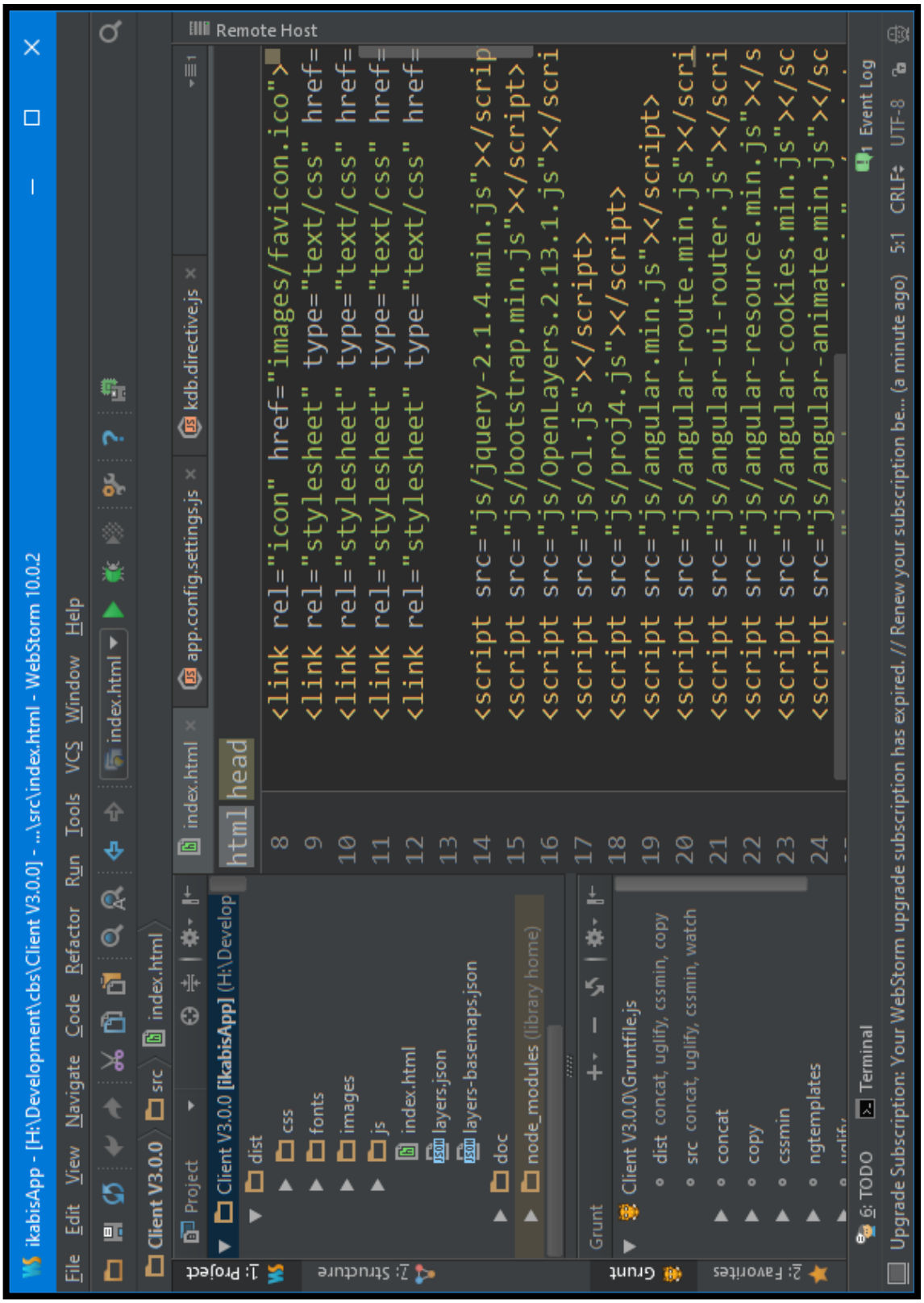
Şekil 3.23 Verilerin veritabanına aktarılması ve uygulama kullanıcılarına sunulması

3.7.4 Arayüz Tasarımı

Uygulama sunucu(server) tarafı ve kullanıcı(client) tarafı olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Sunucu tarafı Microsoft Visual Studio ortamında C# programlama dili ile Asp.net Web Api çatısı(framework) kullanılarak geliştirilmiştir (Şekil 3.24).

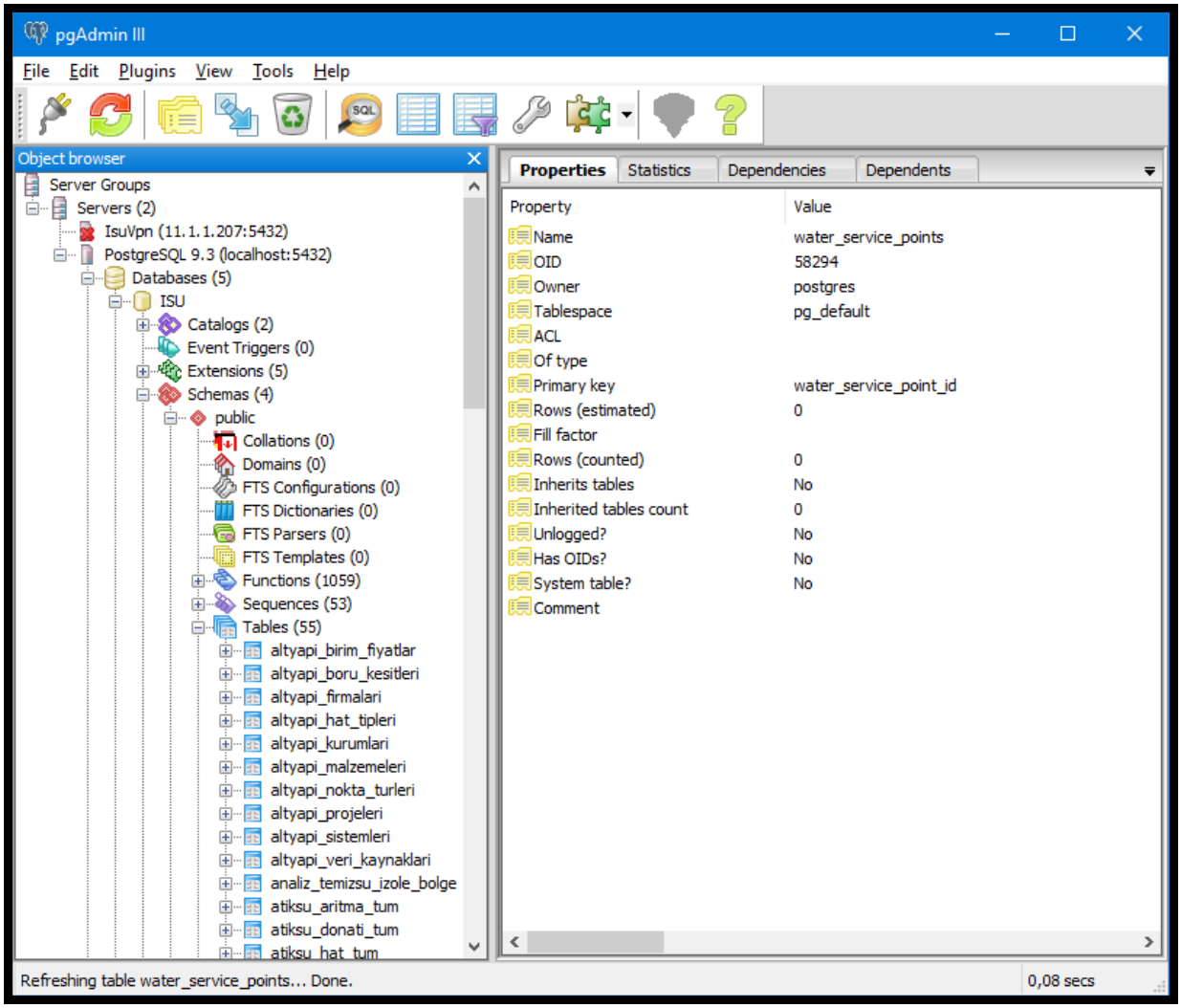
Şekil 3.24 Microsoft visual studio

Kullanıcı tarafı Javascript programlama dili ile geliştirilmiş, openlayers (açık kaynak) ve angularjs kütüphaneleri kullanılmıştır. Yine kullanıcı tarafında jetbrains firmasının ürünü olan webstorm geliştirme ortamı kullanılmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Jetbrains webstorm

PostgreSQL veritabanı yönetim aracı olarak pgAdmin-III arayüzü kullanılmıştır. Bu arayüz sayesinde veritabanı işlemleri görsel ortamda gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 PostgreSQL yönetim aracı pgAdmin III

Coğrafi verilerin yönetimi sırasında açık kaynak kodlu QGIS Desktop uygulaması kullanılmıştır. Quantum GIS, WGIS GNU Genel Kamu Lisansı altında dağıtılan, kullanımı kolay olan açık kaynak kodlu bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımıdır. QGIS Açık Kaynak Coğrafya Vakfı (OSGeo) 'nın resmi projesidir. Linux, Windows ve Android üzerinde çalışabilmekte ve birçok vektör, raster ve veritabanı biçimlerini ve fonksiyonlarını desteklemektedir. WMS ve WFS katmanları ile çalışabilme ve analiz yapabilme (Ör: En yakın komşu v.b) yeteneklerine sahiptir. QGIS, sahip olduğu bu yeteneklerle maliyeti oldukça fazla olan diğer CBS programlarının yeteneklerinin birçoğuna zaten sahip olduğundan, ücretsiz olması sebebiyle pek çok kullanıcı tarafından tercih edilerek kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu uygulamada Postgis aracılığı ile PostgreSQL veritabanında bulunan verilere doğrudan erişilerek düzenleme yapılabilmektedir (Şekil 3.27).

Şekil 3.27 QGIS desktop uygulaması arayüz

BÖLÜM 4

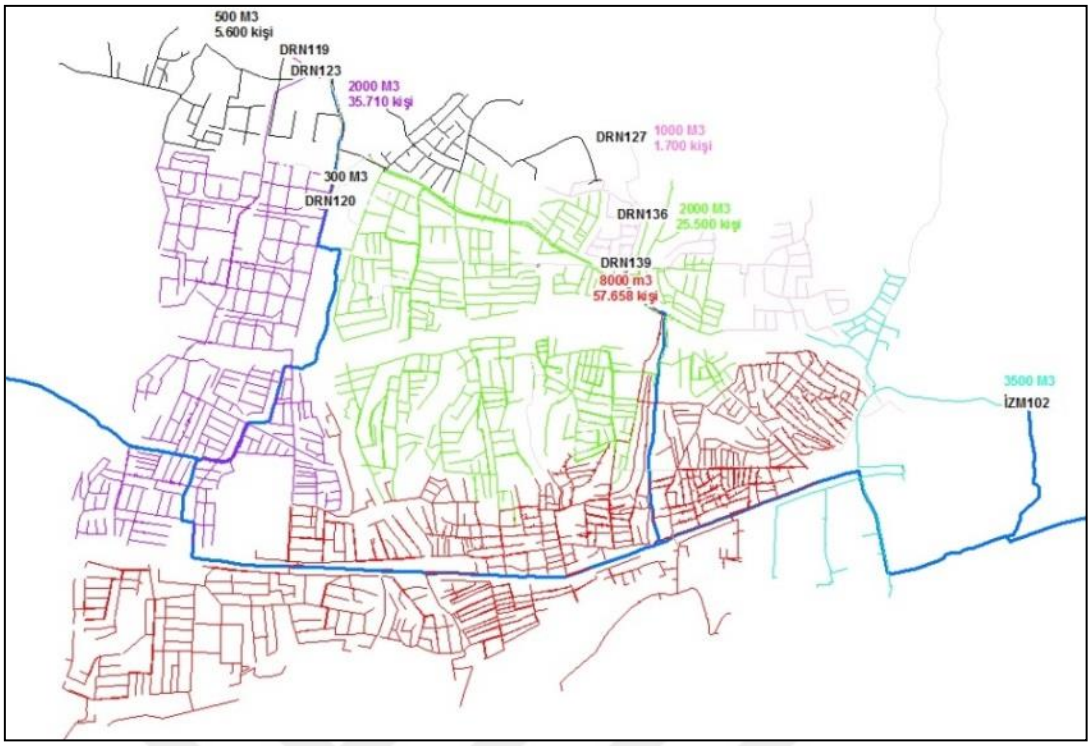
UYGULAMA

4.1 Tasarlanan Modelde Gerçekleştirilen Örnekler

Bu bölümde daha önce gereksinim analizinde değinilen altyapı bilgilerinin sorgulanabilmesi ve analiz edilmesi çalışmaları ile ilgili örnekler verilecektir. Aşağıda örnek uygulamalardan bazı kesitler verilmektedir.

Örnek 1) İçmesuyu Depo Analizi

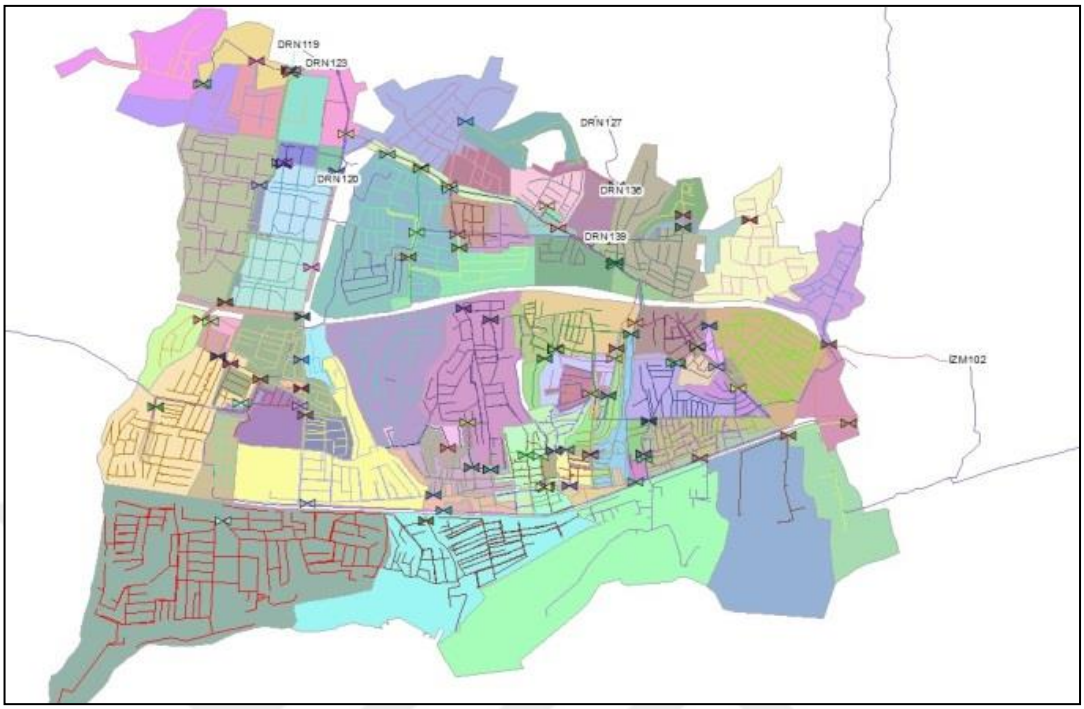
Bu analizde, içmesuyu deposunun beslediği alan, bu alan içerisindeki içmesuyu hatları ve metraj bilgileri, alt izole bölge sayısı, bina sayısı, nüfus verisi görüntülenebilmektedir. Söz konusu bölgeye yeni yerleşim yerlerinin eklenmesi ile birlikte mevcut içmesuyu depolarının yeni nüfus projeksiyonuna göre yeterli olup olmadığı ve hangi bölgelerde hangi hacimlerde depolar yapılması gerektiği hususunda gerekli çalışmaların yapılabilmesi hususunda gerekli verilerin sağlanabileceği bir modül olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 İçmesuyu depo analizi ekranı

Örnek 2) İçmesuyu Vana Analizi

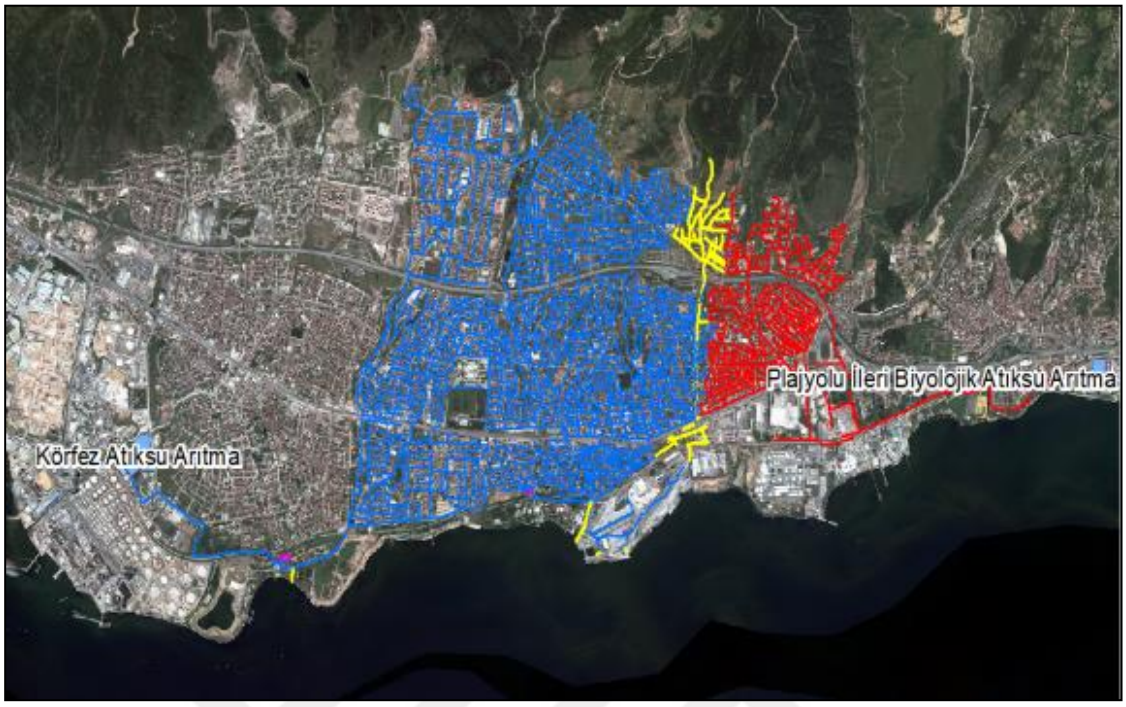
Bu analizde, vana yönetim alanı, bağlı olan içmesuyu hatları ve metrajı, üst vanaları, bağlı olduğu su deposu, bina sayısı görüntülenebilmektedir. İçmesuyu hatlarının ve vanalarının yerleri genellikle görevli ustaların hafızasında yer aldığından, bu bilgilerin bilgi sisteminde tutularak daha kurumsal bir hale getirilmesi günümüzde su ve kanalizasyon idareleri açısından önemli hale gelmiştir. Bu uygulama ile, su kesintisi yapılması planlanan bir bölgede suyun hangi vana ile kesileceği ve bundan nerelerin etkileneceği belirlenebilmektedir. Vanaların yerleri koordinatlı bir şekilde ekrana getirilebildiğinden sahada bulunan herhangi bir görevli tarafından bu işlem gerçekleştirilebilecektir. Burada kesici vana ile bağlı olduğu üst vanalar arasında da ilişki kurulmuş olup, vana ile ilgili bir problem oluşması ihtimaline karşı üst vanası sorgulanabilmekte ve bu vanadan da su kesintisi yapılabilmektedir. Su yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi açısından vana yönetimi ve izole bölgeler büyük önem taşımaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 İçmesuyu vana analizi ekranı

Örnek 3) Atıksu Arıtma Tesisleri Modülü

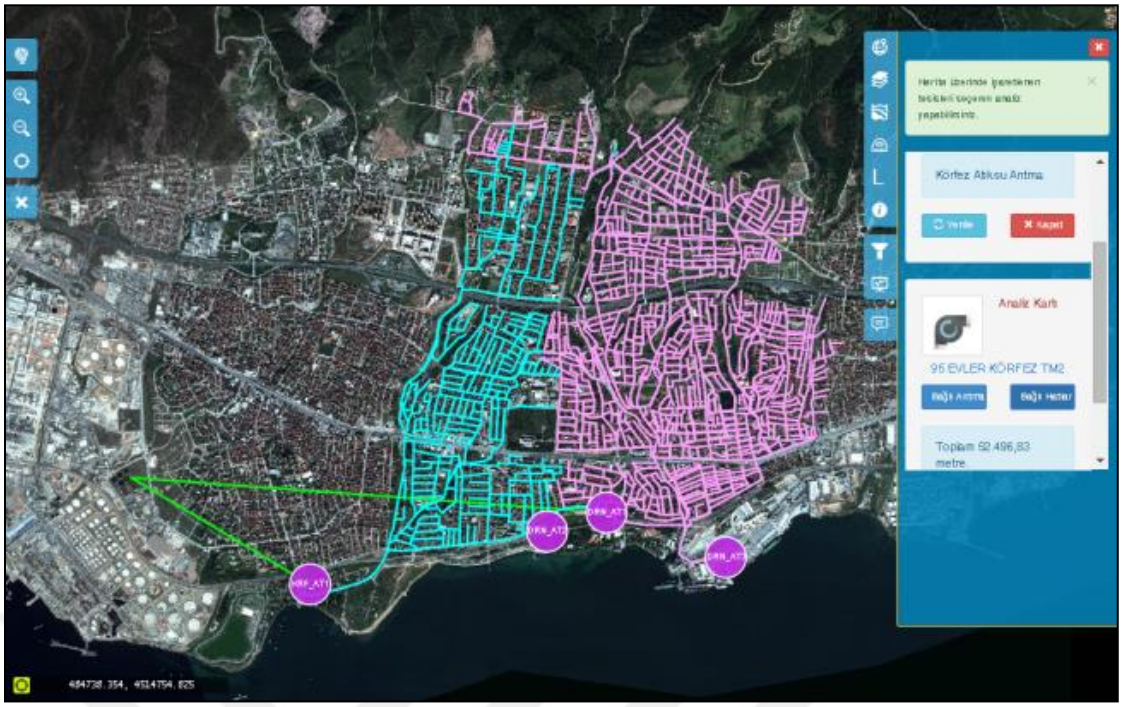
Bu analizde, atıksu arıtma tesisine bağlı kanalizasyon hatları ve metraj bilgileri ile bu tesise bağlı olan atıksu terfi merkezleri görüntülenebilmektedir. Buna göre, bölgedeki nüfus bilgileri ile arıtma tesisine gelen atıksu miktarı karşılaştırılarak durum değerlendirmesi yapılabilmektedir. Aynı şekilde, imar planlarındaki yeni yerleşime açılacak bölgelerdeki nüfus yoğunlukları göz önüne alınarak, mevcut arıtma tesisinin gelmesi muhtemel atıksu yükünü ne kadar süre daha kaldırabileceğini ve ileriki projeksiyonda arıtma tesisinde ne gibi revizyonlar yapılması gerektiği ile ilgili bir master plan çalışması yapılmalıdır. Günümüzde şehirlerdeki yapılaşma hızlı bir şekilde ilerlediğinden bu tip projeler için arazi bulma konusu gittikçe zorlaşmaktadır. Bunun sonucunda projeyi gerçekleştirmek için ciddi kamulaştırma maliyetleri ile karşı karşıya kalınmakta ve bazı yerlerde şehir estetiği açısından uygun olmayan durumlar oluşabilmektedir. Bunun için bu bilgiler ışığında yapılacak master plan çalışmaları şehirlerimiz için büyük önem arz etmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Atıksu arıtma tesisleri analiz ekranı

Örnek 4) Atıksu Terfi Merkezi Analizi

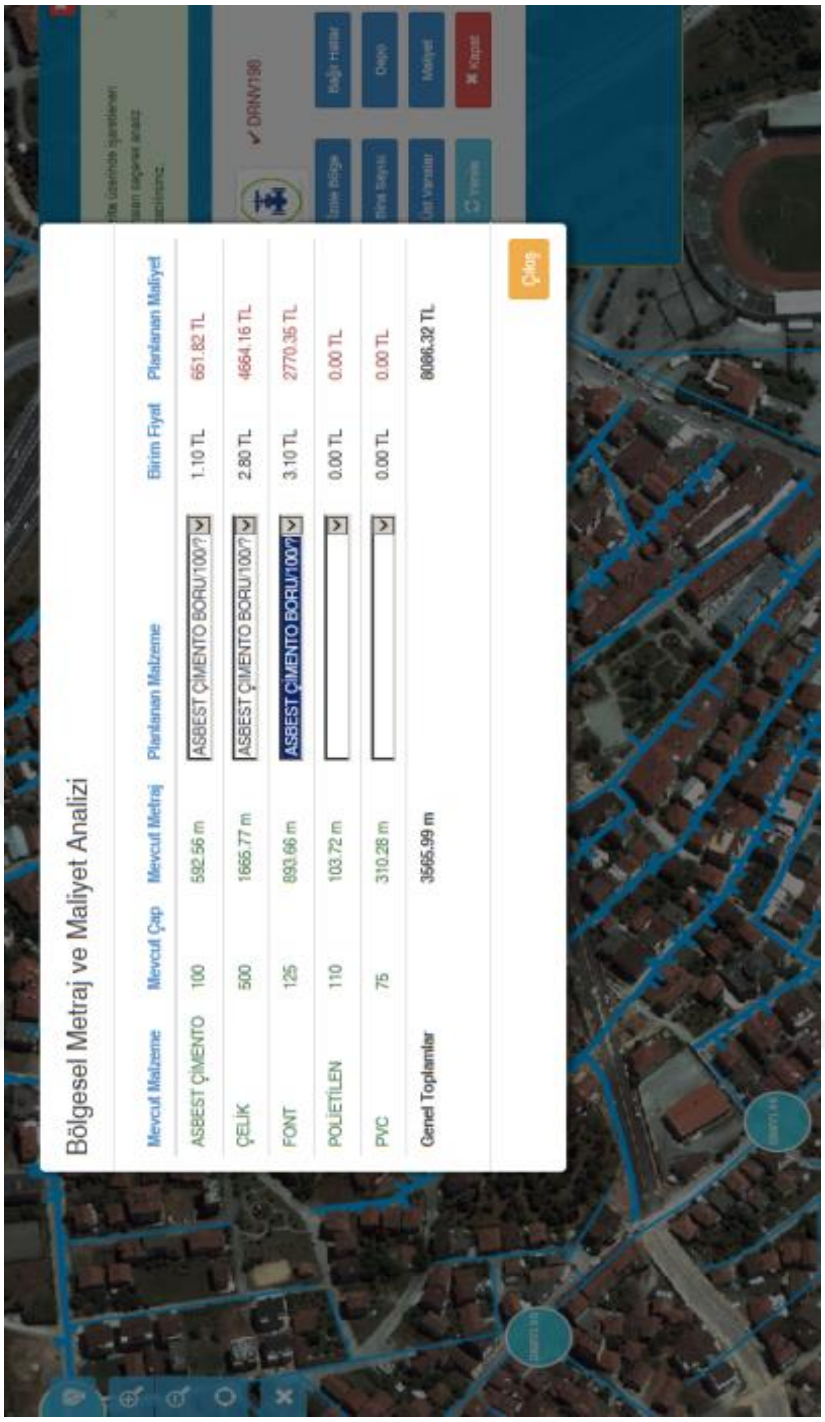
Bu analizde, atıksu terfi merkezine bağlı kanalizasyon hatları ve metrajları ile bu tesisin bağlı olduğu atıksu arıtma tesisi görüntülenebilmektedir. Bu veriler ile birlikte hatların bağlı olduğu binaların nüfus bilgilerinden nüfus yoğunluğu ve günlük oluşan atıksu miktarı hesaplanarak bir atıksu terfi merkezine gelen atıksu miktarı bulunabilmektedir. Buna göre, atıksu terfi merkezinin bu yoğunluğu mevcut haliyle ya da ileriki projeksiyonlarda kaldırıp kaldıramayacağı konusunda bir fizibilite çalışması yapılabilmektedir. Burada harcanan enerji miktarı düşünüldüğünde, duruma göre doğru pompa seçimi ile birlikte enerji konusunda ciddi tasarruflar elde edilebileceği ve ülke ekonomisine katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Atıksu terfi merkezi analiz ekranı

Örnek 5) Maliyet Analizi Modülü

Maliyet Analizi sorgulaması ile, yatırım yapılması planlanan bölgenin alanı ekran üzerinde çevrilerek, içerisinde kalan hatların çap, malzeme cinsi ve metraj bilgileri görüntülenebilmektedir. İmalatı yapılması düşünülen hatlar güncel fiyat bilgileri ile seçilerek bölgeye ait planlanan yatırımın yaklaşık maliyeti kolayca hesaplanabilmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Maliyet analizi modülü ekranı

Örnek 6) Raporlama Modülü

Bu modül ile, ilçe ve mahalle bazında mevcut atıksu, içmesuyu ve yağmursuyu altyapı bilgilerinin cins, imalat yılı, çap ve metraj bilgilerinin sistem üzerinden sorgulanarak çok kısa zamanda istatistiksel veriler haline dönüştürülmesi ve analiz yapılabilir şekle getirilmesi amaçlanmaktadır. Proje üzerindeki doğru ve güncel veriler sayesinde, ekonomik ömrünü tamamlamış altyapı hatlarının sorgulama analizleriyle tespit

edilmesi, değişimin yaklaşık maliyetinin hızlıca hesaplanması yapılabilmektedir. Böylece, nerelerde acil olarak yatırım yapılması gerektiği hususunda ilgili yöneticilere hızlı bir şekilde karar verilebilme imkânı sunulmaktadır (Şekil 4.6).

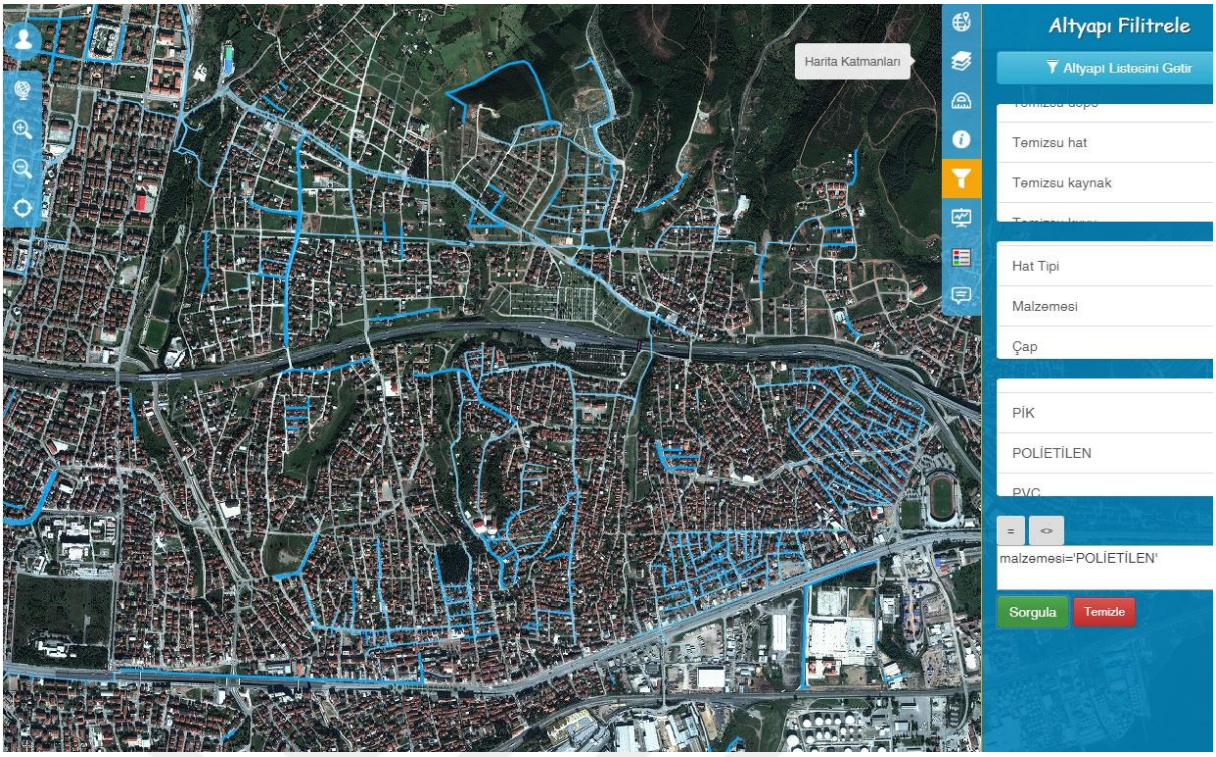


#	Nitelik	Uzunluk
1	ASBEST ÇİMENTO	6,707 m
2	BETON	458 m
3	ÇELİK	1,632 m
4	DİĞER+BİLİNMEYEN	15 m
5	DUKTİLFONT	203 m
6	FONT	718 m
7	GALVANİZ	555 m
8	POLİETİLEN	1,316 m
9	PVC	2,802 m

Şekil 4.6 Raporlama modülü ekranı

Örnek 7) Altyapı Filtreleme Modülü

Bu modül ile, altyapı hatları çap, malzeme, cins, yapan kurum, yapan firma, yapım tarihi vb. niteliklerine göre filtrelenebilmektedir. Planlama yapılan bölgede ekonomik ömrünü tamamlamış ya da kullanımı artık uygun olmayan malzemeden yapılmış hatların yerlerinin belirlenebilmesi için tasarlanmış bir modüldür. Ayrıca geriye dönük olarak hangi firmanın nerelere hat yaptığını aynı ekran üzerinde filtrelenerek kolayca ulaşılabilmektedir (Şekil 4.7).



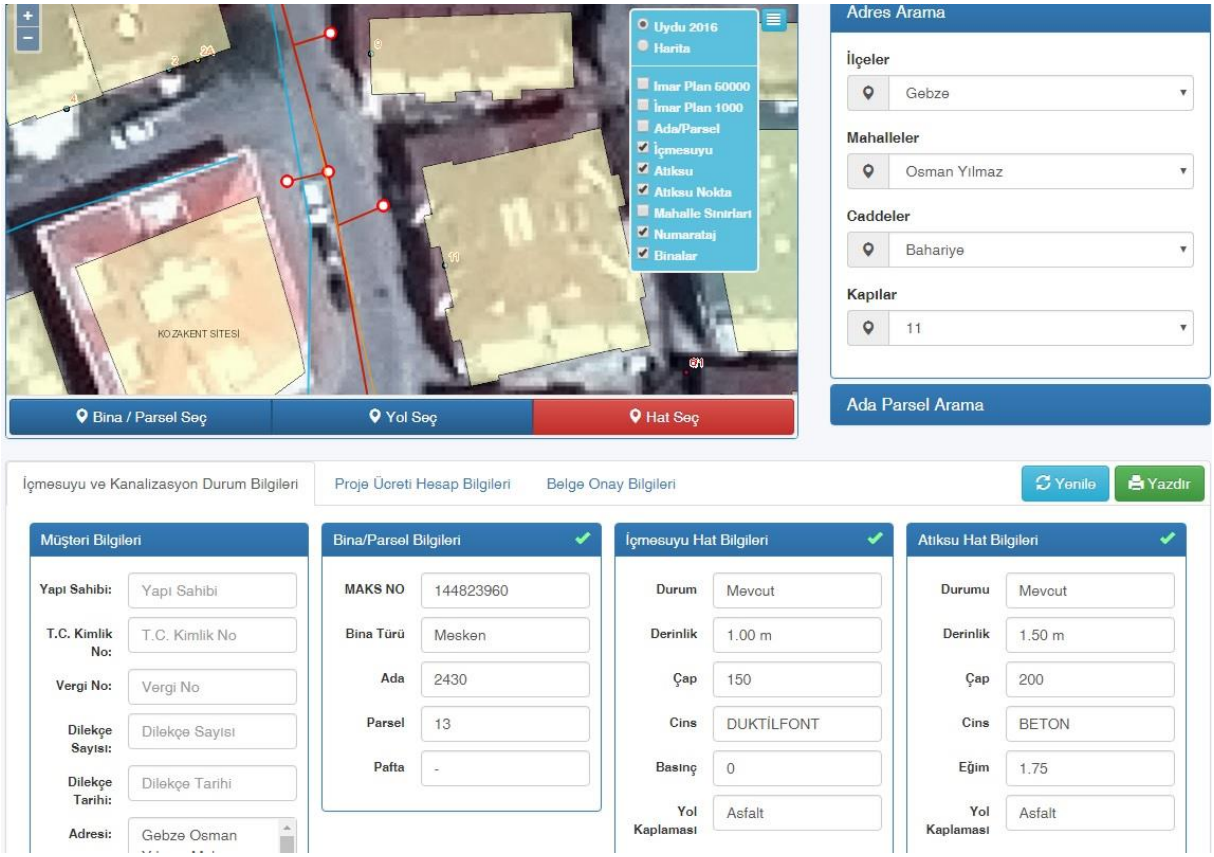
Şekil 4.7 Altyapı filtreleme ekranı

Örnek 8) İçmesuyu ve Kanalizasyon Durum Belgesi

Bu modül ile, içmesuyu ve kanalizasyon aboneliği talep edilen yapıların mevcut durumları tasarlanan model üzerinden tespit edilerek, arazi çalışmasına ihtiyaç duymadan veya minimuma indirerek gerekli belgelerin hazırlanması amaçlanmıştır. Böylece başvuru yapan kişiye hızlı bir şekilde cevap verilerek hem müşteri memnuniyeti seviyesi artırılmış hem de personel ve araçtan tasarruf edilmiştir.

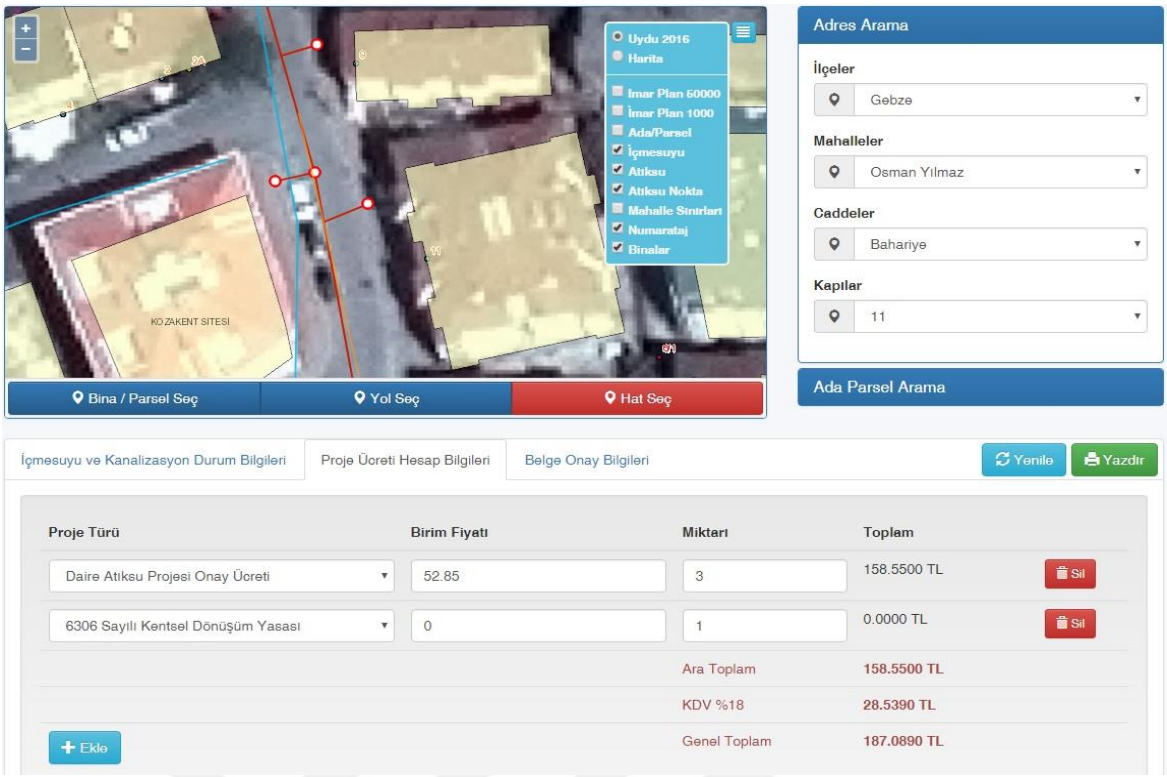
Bu belge hazırlanırken gelen talepteki adres bilgileri veya ada/parsel bilgileri sisteme girilerek abone yapılacak yapıya ait bilgiler ekrana getirilmektedir. Bu aşamada elde edilen MAKS verileri, bina katmanı, numarataj verisi, ada/parsel bilgisi, imar planı bilgisi vb. veriler Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin veritabanından elde edilmektedir. Müşteri bilgileri sütununda adres bilgisi otomatik olarak gelmekte olup, diğer bilgiler herkes için farklı olacağından bu sütunun kişi bilgilerine göre doldurulması gerekmektedir. Bina parsel bilgileri ile içmesuyu ve atıksu hattı bilgileri ekran üzerinden seçilerek otomatik olarak doldurulmaktadır. Ayrıca, abone bağlantısı sırasında yolda yapılacak olan tahribatın önceden belirlenmesi için yol cinsi bilgileri de (asfalt, parke,

stabilize vb.) ekrandan seçmek suretiyle Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin veritabanından alınarak sisteme işlenmektedir (Şekil 4.8).



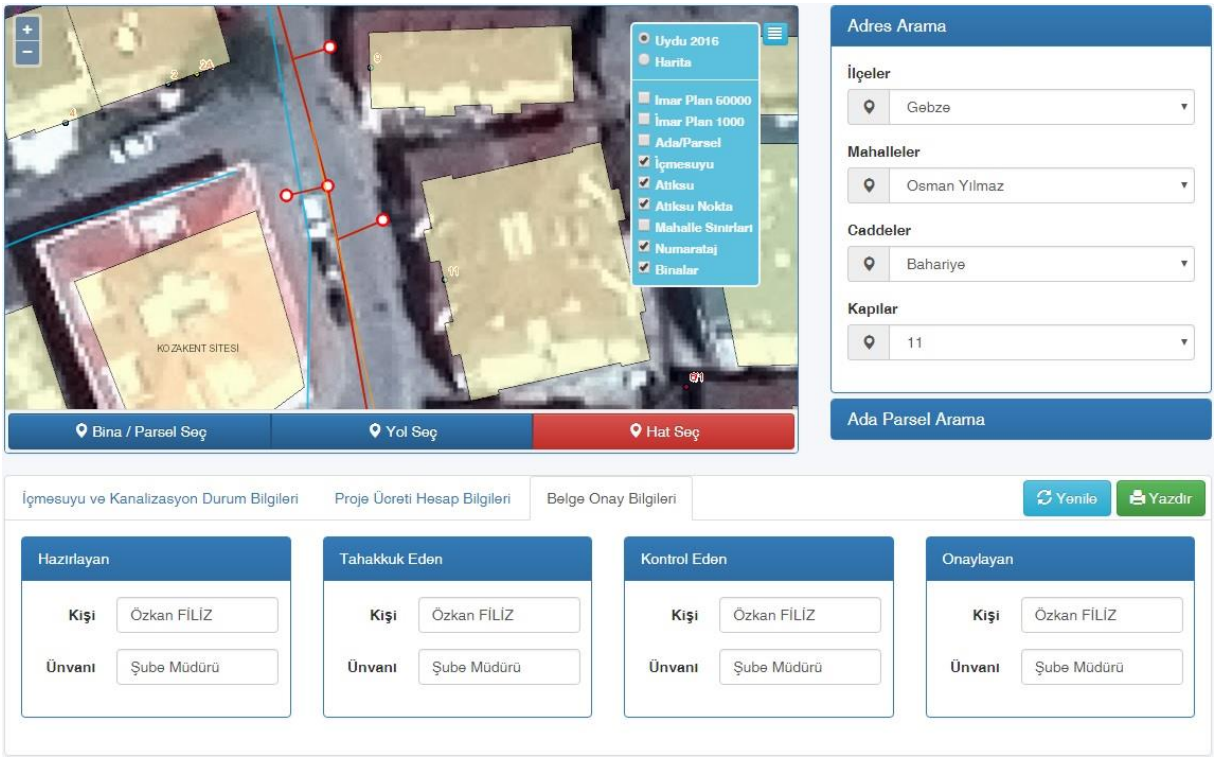
Şekil 4.8 Adres bilgisi girerek abone yapılacak binanın bilgilerini gösteren ekran

Bu işlemlerin devamında "Proje Ücreti Hesap Bilgileri" kısmında yapılacak aboneliklerin nitelikleri ve miktarları seçilerek, söz konusu işlemlerin başvuru ücretleri hesaplanmaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Abonelik ücreti hesaplama ekranı

"Belge Onay Bilgileri" kısmında belgeyi hazırlayan ve onaylayacak kişilerin bilgilerinin girilmesi ile belge imzaya hazır hale getirilmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Belge onay ekranı

Hazırlanan belgeler yazdırılarak aşağıdaki gösterilen formatta imzaya sunulabilmektedir (Şekil 4.11), (Şekil 4.12). Bu şekilde hazırlanan belgeler sayesinde kurum içinde bu işlem için bir standart oluşturularak farklı tipte ve formatta belge hazırlanmasının önüne geçilmektedir.

İSU

KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ BAŞKANLIĞI
İSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
EMLAK VE İSTİMLAK DAİRE BAŞKANLIĞI

İÇME SUYU ve KANALİZASYON DURUM BELGESİ



Açıklamalar:

1. Su/Atıksu bağlantı projeleri bu belgede verilen bilgiler esas alınarak hazırlanacaktır. Su/Atıksu bağlantı projeleri olmadan su-kanal bağlantısı yapılan binalar 2560 sayılı kanuna göre ruhsata aykırı yapılar hükmündedir.
2. İdarenin vermiş olduğu kanal derinliğinin altında dizayn edilmiş atıksu deşarjları, parsel bacasına mal sahibince motopomp marifeti ile yapılacak olup bağlantı şekli ve detayları projede belirtilecektir.
3. Atıksuyun geri gelmesini önlemek için parsel bacası çıkışına check valf takmak mecburidir, aksi taktirde binaların uğrayacağı zararlardan İdare mesul değildir.
4. Kanalizasyon şebekesi bulunmayan yerlerde İdareden temin edilecek Tip Sızdırmaz Foseptik projesine uygun fenni foseptik yapılacaktır.
5. Yağmur suyu hattı olmayan alanlarda binaya ait drenaj, çevre ve çatı yağmursuları atıksu parsel bacasına veya atıksu hattına bağlanmayacak, en yakın sokak, kaldırım vb. alıcı ortama deşarj edilecektir.
6. İdarenin bina girişinde 3bar'ın üstünde su basıncı sağlama zorunluluğu olmayıp yüksek katlı binalarda hidrofor kullanılması zorunludur.
7. Sayaçlar bina girişinde okunması kolay bir yere konulacaktır. Sayaç bağlantıları İdarenin Web sitesinde yayımladığı tip proje esaslarına göre yapılacaktır.
8. Site ve apartman türü binalarda site/apartman girişine pislik tutucu ve süzme sayaç takılacaktır.

MÜŞTERİ BİLGİLERİ	
YAPI SAHİBİ	-
T.C. KİMLİK NO	-
VERGİ NO	-
DİLEKÇE TARİHİ	-
DİLEKÇE SAYISI	-
ADRESİ	Gebze Osman Yılmaz Mah. Bahariye Cad. No: 11

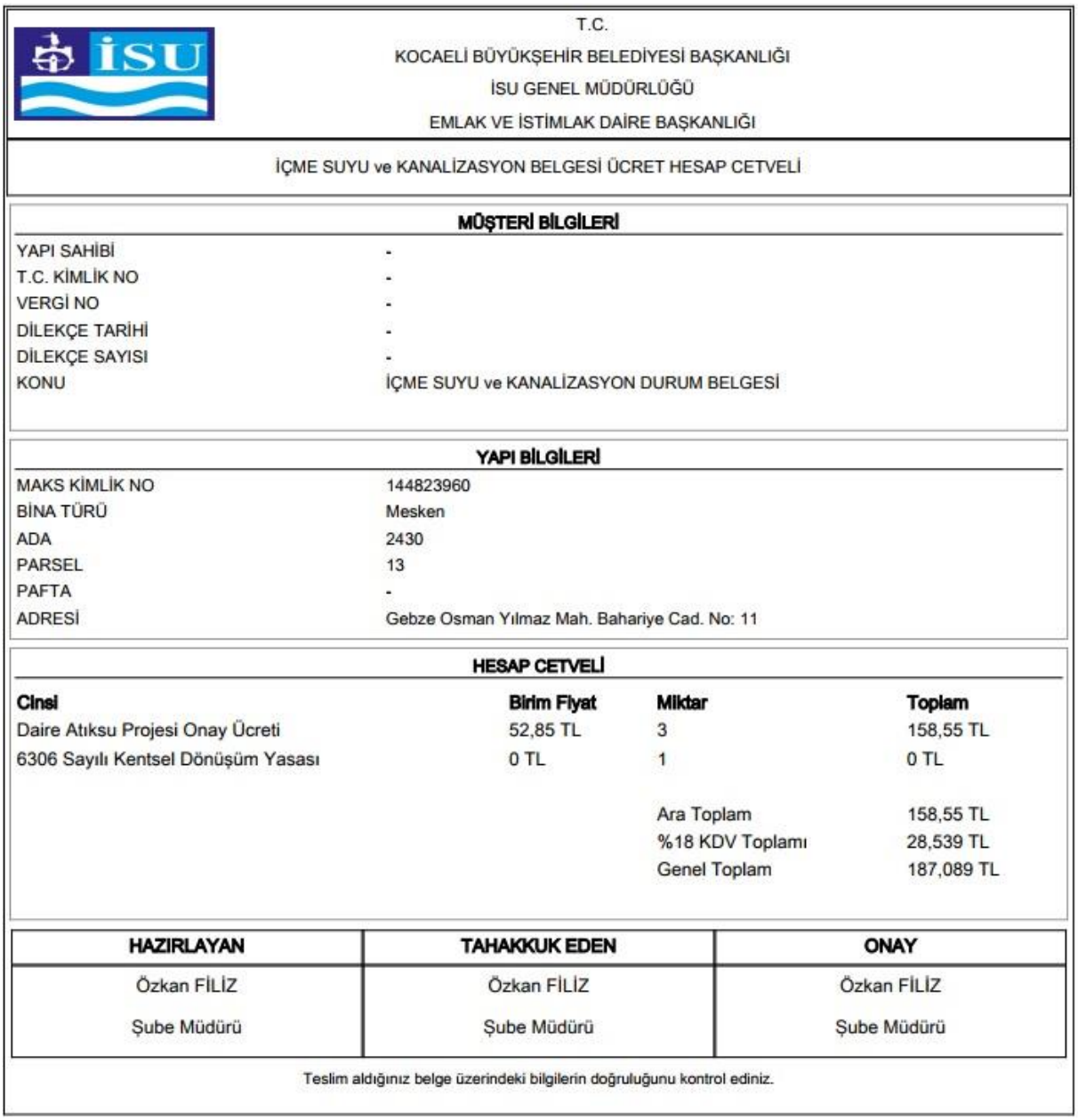
BİNA BİLGİLERİ	
MAKS KİMLİK NO	144823960
BİNA TÜRÜ	Mesken
ADA	2430
PARSEL	13
PAFTA	-

İÇME SUYU ŞEBEKE BİLGİLERİ	
ŞEBEKE DURUMU	Mevcut
BORU DERİNLİĞİ	1.00 m
BORU ÇAPI	150
BORU CİNSİ	DUKTİLFONT
BASINÇ	0
YOL KAPLAMASI	Asfalt

ATIKSU ŞEBEKE BİLGİLERİ	
KANAL DURUMU	Mevcut
KANAL DERİNLİĞİ	1.50 m
BORU ÇAPI	200
BORU CİNSİ	BETON
BORU EĞİMİ	1.75
YOL KAPLAMASI	Asfalt

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAY
Özkan FİLİZ	Özkan FİLİZ	Özkan FİLİZ
Şube Müdürü	Şube Müdürü	Şube Müdürü

Şekil 4.11 Hazırlanan içmesuyu ve kanalizasyon durum belgeleri



T.C.
KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ BAŞKANLIĞI
İSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
EMLAK VE İSTİMLAK DAİRE BAŞKANLIĞI

İÇME SUYU ve KANALİZASYON BELGESİ ÜCRET HESAP CETVELİ

MÜŞTERİ BİLGİLERİ

YAPI SAHİBİ	-
T.C. KİMLİK NO	-
VERGİ NO	-
DİLEKÇE TARİHİ	-
DİLEKÇE SAYISI	-
KONU	İÇME SUYU ve KANALİZASYON DURUM BELGESİ

YAPI BİLGİLERİ

MAKS KİMLİK NO	144823960
BİNA TÜRÜ	Mesken
ADA	2430
PARSEL	13
PAFTA	-
ADRESİ	Gebze Osman Yılmaz Mah. Bahariye Cad. No: 11

HESAP CETVELİ

Cinsi	Birim Fiyat	Miktar	Toplam
Daire Atıksu Projesi Onay Ücreti	52,85 TL	3	158,55 TL
6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası	0 TL	1	0 TL
		Ara Toplam	158,55 TL
		%18 KDV Toplamı	28,539 TL
		Genel Toplam	187,089 TL

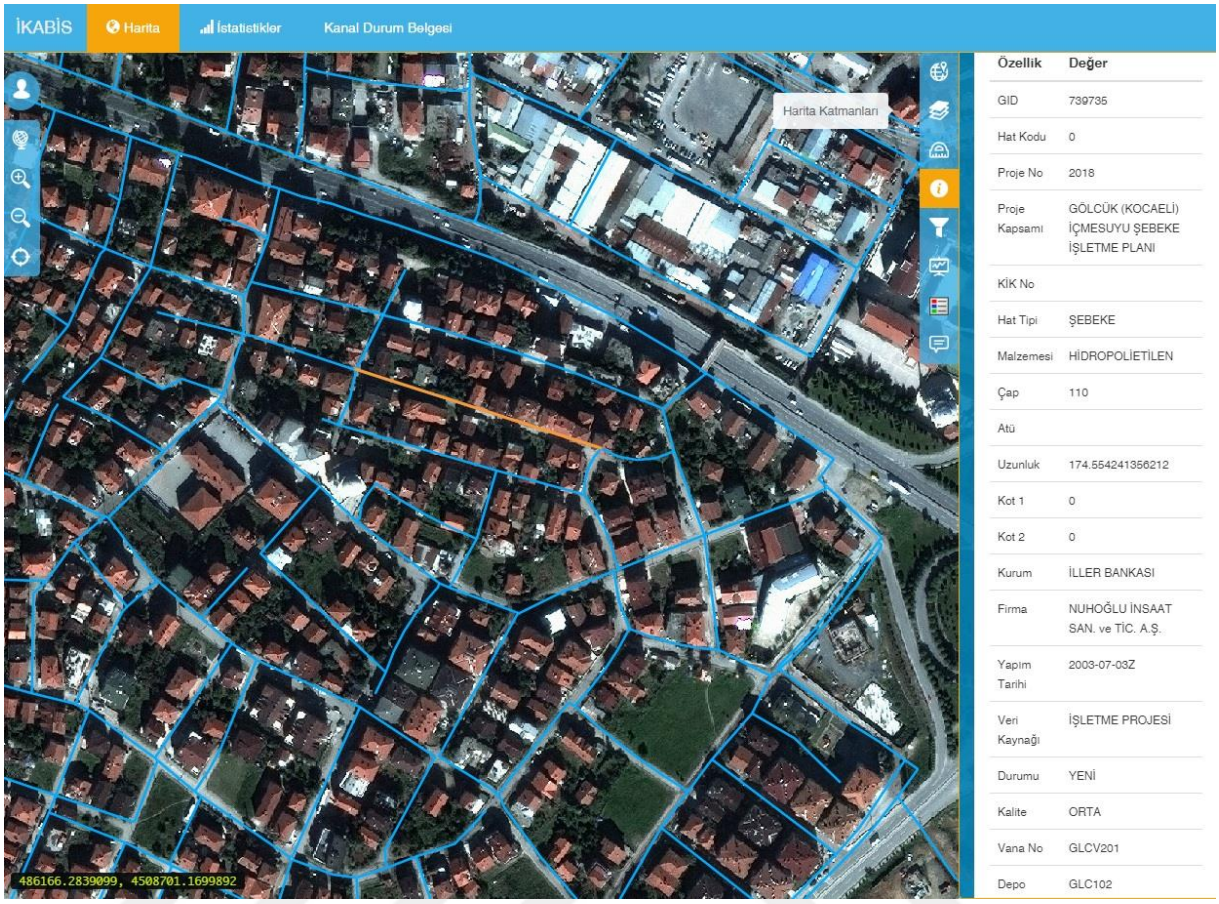
HAZIRLAYAN	TAHAKKUK EDEN	ONAY
Özkan FİLİZ	Özkan FİLİZ	Özkan FİLİZ
Şube Müdürü	Şube Müdürü	Şube Müdürü

Teslim aldığınız belge üzerindeki bilgilerin doğruluğunu kontrol ediniz.

Şekil 4.12 Hazırlanan içmesuyu ve kanalizasyon durum belgeleri (devamı)

Örnek 9) Bilgi Sorgulama

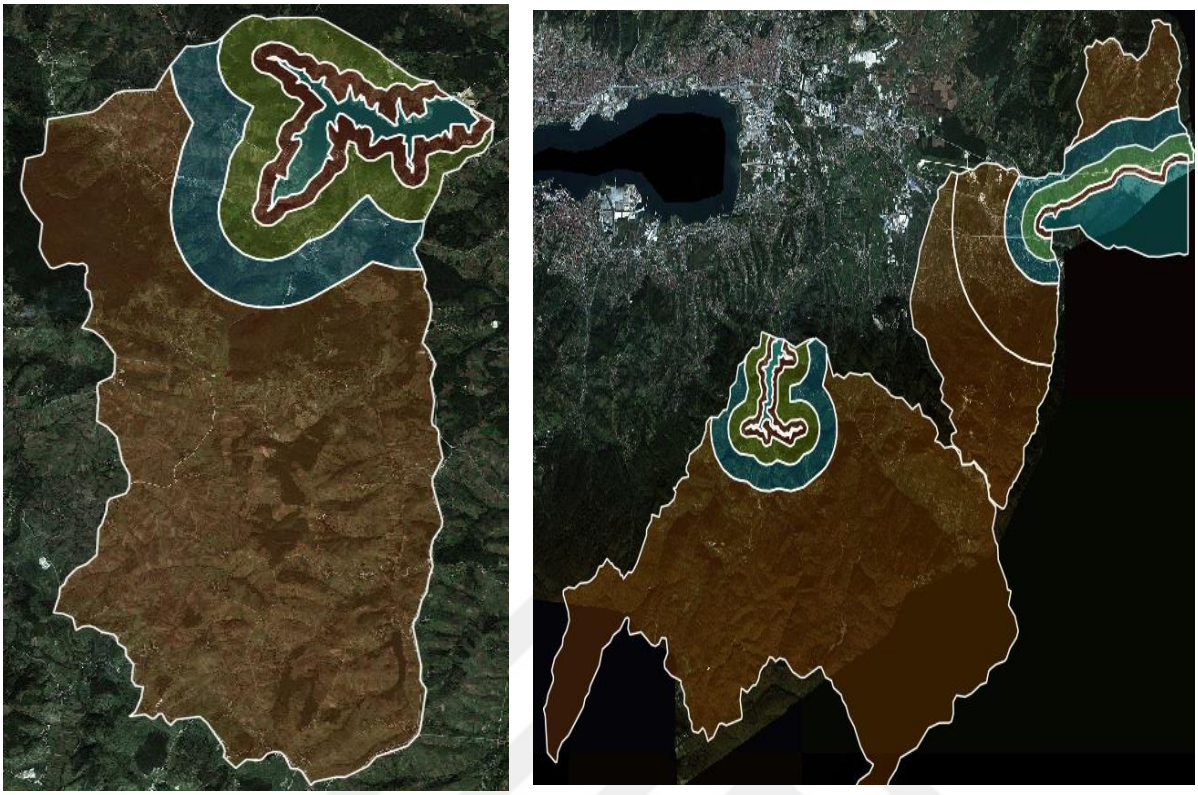
Bu tuş ile birlikte, ekran üzerinde bilgi alınmak istenilen hatlarının üzerine tıklayarak, o hat ile ilgili çap, malzeme, tip, yapım tarihi, yapan firma adı, yaptıran kurum bilgisi vb bilgilere ulaşılabilmektedir. Ayrıca, sorgulama yapılan içmesuyu hattı ise ilişkili olduğu depo ve vana kodu, atıksu hattı ise ilişkili olduğu atıksu arıtma tesisi ve eğer varsa atıksu terfi merkezi bilgileri görüntülenebilmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Bilgi sorgulama ekranı

Örnek 9) Havza Analizi

Kocaeli içmesuyu havzaları olan Namazgah Barajı, Yuvacık Barajı ve Sapanca Gölü'ne ait havzaların görüntülenebildiği, aynı zamanda geçmiş yıllara ait uydu görüntülerinin kullanılarak havzalarda meydana gelen fiziki ve beşeri deformasyonların izlenebildiği analiz modülüdür. Ayrıca, yapılaşma için gelen başvurulardaki taşınmazların konumsal bilgilerine hızlı bir şekilde ulaşılarak, havzada kalıp kalmadığı, kalıyor ise hangi koruma bandında kaldığı ve hangi şartlarda yapılaşmanın gerçekleşebileceği gibi bilgilere kolayca erişim sağlamaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Kocaeli ili su havzaları koruma bandları

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Kentleşmenin artması ile birlikte şehrin altyapısının klasik yöntemlerle yönetilmesinin oldukça güç bir hal aldığı görülmüştür. Bu nedenle, bir şehre ait içmesuyu, atıksu ve bunlara ilişkin tesislerin konumsal sorgulamalarının, şebeke analizlerinin ve yönetiminin yapılabildiği, altyapılara ait bilginin depolanması, sürekli kontrol altına alınması ve güncel tutulabilmesi için hızlı ve sağlıklı çalışan bir Coğrafi Bilgi Sistemi uygulaması olan Altyapı Bilgi Sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında İSU Genel Müdürlüğü bünyesinde yapılan altyapı çalışmaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelemeler sonucunda ihtiyaçlar ve sorunlar belirlenmiştir. Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda yapılabilecek analizler belirlenmiştir ve bu analizlerin tasarlanan sistemde nasıl gerçekleştirildiği anlatılmıştır.

Çalışma kapsamında altyapı hatlarının verilerinin sisteme girilmesi, sayısal bilgisi olmayanların arazide tespit edilerek sisteme dâhil edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra belirlenen analizler ve elimizdeki veriler ile gereksinim analizi yapılmıştır. Gereksinim analizinden sonra altyapı verileri ile bilgi sistemi tasarlanmıştır. Bunun sonucunda da analiz işlemleri ile sorgulamalar yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen sistem tasarımı ve uygulaması ile elde edilen değerlendirme sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Bu sistem ile birlikte, altyapı hatlarının verilerinin sisteme girilmesi, sayısal bilgisi olmayanların arazide tespit edilerek sisteme dâhil edilmesi ve hatların tamamının akıllı hale getirilerek yönetilebilir seviyeye çıkarılması amaçlanmıştır.
- Bu çalışma ile birlikte, altyapı verilerinin yönetilebilir hale getirildiği, kayıp-kaçak ile etkili bir mücadele yöntemi sunan, maliyet analizlerinin hızlı bir şekilde yapılabildiği, raporlamalar ile bütçe çalışmalarına önemli katkılar sunulabildiği, mobil cihazlarda kullanılabilir olduğundan sabit bir yere bağlı kalmaksızın çalışılabildiği bir altyapı bilgi sistemi tasarlanmıştır.
- Oluşturulan raporlama modülü ile bilgi sisteminde bulunan mevcut atıksu, içmesuyu ve yağmursuyu altyapı bilgilerinin cins, imalat yılı, çap ve metraj bilgilerinin sistem üzerinden sorgulanarak çok kısa zamanda istatistiksel veriler haline dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir.
- Ayrıca, maliyet analizi sorgulaması ile mevcut altyapılarda kullanılan malzemelerden ekonomik ömrünü tamamlamış olanların sorgulama analizleriyle tespit edilerek, herhangi bir kayıp-kaçak oranının ve arıza sayısının artmasına imkân vermeden değiştirilmesine ve bu değişimin yaklaşık maliyetinin hesaplanmasına yönelik çalışma yapılabilmesini sağlamaktadır.
- Arıza nedeniyle bir bölgenin içmesuyu kesilmek istenildiğinde, hangi vananın kapatılacağını, ne kadarlık bir nüfusun bu durumdan etkileneceğini, arızaya hangi malzeme ile müdahale edileceğini hızlı ve kolay bir şekilde, uygulama üzerinden masaüstü ve mobil cihazlar kullanarak sorgulama yapılabilmektedir. Böylece, bir arıza için, sahaya gidip bakılmasına gerek kalmadan bazı iş adımları gerçekleştirilmiş olup, yapılacak işin kalitesi ve hızı artmış, personel sayısı ve kullanılan araç-gereç en aza indirgenmiş olmaktadır.
- İçmesuyu depolarının besleme alanları belirlenerek, bir deponun ne kadar nüfusa hizmet ettiğini ve nüfus artışı ile birlikte ne kadar süre daha hizmet edebileceğinin öngörülmesi sağlanmıştır.

- Atıksu hatlarının bağlı olduğu kolektörler ve atıksu arıtma tesisleri belirlenerek, atıksu arıtma tesislerine gelen atıksu yükleri bölgede nüfus sayısı ile hesaplanabilmektedir. Bununla birlikte, atıksu arıtma tesisinin kapasitesinin yeterli olup olmadığı, bölgedeki nüfusun artış oranına paralel olarak ne zaman ve ne kadar kapasite artışı yapılması gerektiği öngörülebilmektedir.
- Atıksu terfi merkezlerine bağlanan atıksu hatları belirlenerek gelen atıksu yükü hesaplanabilmektedir. Terfi merkezlerinde kullanılan pompa seçimlerinin buna göre yapılabilmesi, böylece enerji verimliliği açısından en uygun olanının seçilebilmesi sağlanmaktadır.

5.2 Öneriler

Ülkemizdeki yapılaşmanın çarpık olması, altyapı için gerekli altlıkların yeteri kadar güncel olmayışı ve yetersizliği, güncelleştirme için gerekli planlamanın olmaması, kentteki tüm altyapı kurum ve kuruluşlarının aynı seviyede ve zihniyette olmayışı, bunun yanında veri alışverişinde yaşanan problemler gibi sorunlar önümüze gelmektedir. Bu tez çalışmasının devamı niteliğinde yapılabilecek çalışmalar için değerlendirilmesi gereken bazı hususlar mevcuttur. Bu hususlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Bir kente hizmet eden altyapı kuruluşlarının CBS konusunda olaylara aynı açıdan bakmamasından dolayı ve veri standartı konusunda birlik olmayışı, bilginin paylaşımında ve birbirlerine entegre olma konusunda sıkıntıya yol açmaktadır.
- Günümüzde hala maalesef altyapı ile ilgili konumsal bilgiler imalatı yapan kişilerin hafızalarında yer almakta ve birçok yerin altyapı haritası dahi bulunmamaktadır. Bu anlayışın önüne geçebilmek için gerekli yasal düzenlemelerin zaman kaybetmeden hayata geçirilmesi gerekmektedir.
- Özellikle büyük şehirlerde altyapı hizmeti veren kurum ve kuruluşlarının altyapı haritaları yapılan diğer mühendislik çalışmalarına altlık teşkil etmekte ve bunun önemi her geçen gün artmaktadır. Bunun için mevcut altyapı hatlarının ve buna

bağlı çalışan üst yapıların ülke koordinat sisteminde ve CBS formatına uygun bir şekilde tutulması artık zorunluluk haline getirilmelidir.

- Altyapı tesislerinin projelendirilmesi, yapımı ve güncellenmesi gibi işlemler işbirliği ile gerçekleştirilmelidir. Bunun için de yapılacak mühendislik çalışmaları için şartnamelerin ve standartların ortak olarak hazırlanması, siyasi iradenin de buna destek vermesi gerekmektedir.
- Altyapı Bilgi Sistemi kurulumu aşamasında kullanılacak haritaların ve verilerin güncel olmasına dikkat edilmelidir.
- Yerel yönetimlerin adres bilgi sistemini kurmaları (UAVT) ve güncelliğini korumaları gerekmektedir.
- Altyapı Bilgi Sisteminin uzman kişiler tarafından kullanımının sağlanması gerekmektedir.
- Güncellemeler hızlı ve doğru bir şekilde yapılarak devamlı hale getirilmelidir.
- Sistemin sürdürülebilir olması için gerekli personel desteği sağlanmalı ve bu personelin gelişmelere ayak uydurabilmesi için gerekli eğitim imkânı sağlanmalıdır.
- Altyapı kuruluşlarının altyapı bilgi sistemi kurmaları yapılacak yasal düzenlemeler ve takip ile zorunluluk haline getirilerek, kurulacak yapının veri paylaşımına uygun olarak dizayn edilmesi sağlanmalıdır.
- Büyükşehir Belediyelerinde yer alan AYKOME'lerin daha aktif bir şekilde çalışarak ve tüm kuruluşlar arasında organik bir bağın kurulmasında rol oynamalıdır.
- İl sınırları içerisinde bulunan tüm altyapılar (doğalgaz, elektrik, telekom, fiber, içmesuyu, kanalizasyon v.b) kurulacak ortak bir sisteme eklenmeli ve aktif olarak kullanılmalıdır.
- Sistemde yer alan içmesuyu hatları ile ilişkili depo ve vana bilgileri, bunlara ait debimetre bilgileri, vanaların yönettikleri hatların cinsi, imalat yılı, çapı vb.

veriler ile içmesuyu hatlarında meydana gelen kayıp-kaçak oranın düşürülmesine yönelik önemli bir katkılar sunulması hedeflenmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Ekin, E., (2011). Hizmet Yönetiminde Bulut CBS Uygulamaları: Eskişehir Altyapı Hizmetleri Örneklemi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[2] Küçükpehlivan, T., (2014). "Altyapı Bilgi Sistemleri ve CBS Entegrasyonları", ICSG, 8 – 9 Mayıs 2014, İstanbul.

[3] İşitmezoğlu, S. ve Ataman, S., (2007). "Altyapı Bilgi Sisteminin Ülkemiz İçin Önemi" TMMOB Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-3 Kasım 2007, Trabzon.

[4] Keskin, M,E. ve Yılmaz, A,G., (2005). "Altyapı Şebekelerinin Yönetiminde Kent Bilgi Sisteminin Önemi", 4. Kentsel Altyapı Sempozyumu, 15-16 Aralık, Eskişehir.

[5] Uçar D. ve Doğru A.Ö., (2005). "CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri", 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara.

[6] Morova, N., (2010). "CBS Tabanlı İçmesuyu Bilgi Sistemi: Örnek Bir Uygulama", SDU International Technologıc Sciences, 2(2): 93-104.

[7] Çabuk, S,N., (2015). "CBS'nin Yerel Yönetimlerde Kullanımı ve Kent Bilgi Sistemleri", HaritaTeknolojileri Elektronik Dergisi, 7(3):69-87.

[8] Kentel, E. ve Yanmaz, A,M., (2007). "Kanalizasyon Sistemlerinin İşletimiyle İlgili Sorunların Değerlendirilmesi", 5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, 1-2 Kasım 2007, Hatay.

[9] Bensghir, T.K. ve Akay, A., (2004). "Bir Kamu Politika Aracı Olarak CBS: Türkiye'de Belediyelerin CBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi", Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 15 (1):31-46.

[10] Laudon, K. ve Laudon J., (2002). Management Information Systems, Pearson, 15, New York.

[11] Greene, R., Reene, R. ve Wright, D., (2001). Open Access, GIS in e-Government, ESRI Press, USA.

[12] Dinçyılmaz, A., (2009). Altyapı Bilgi Sistemlerinde Mobil CBS Uygulamaları İSKİ Altyapı Bilgi Sistemi(İSKABİS) Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[13] Ağuş, M., (2011). Altyapı Bilgi Sistemleri ve Ülkemizde Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[14] Köktürk, E., (2003). "Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ne Değildir?", TUJK Bilimsel Toplantısı: Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-25-26 Eylül 2003, Konya.

[15] Gupta, Y.K., (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.

[16] Tecim, V., (2008). Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, Renk Form Ofset, Ankara.

[17] Birkin, M., Clarke, G., Clarke, M. ve Wilson, A., (1996). Intelligent GIS: Location Decisions and Strategic Planning, Geoinformation International, Cambridge.

[18] Ayhan, E., Köksoy, E., Ölmez, A. ve Koç, Z., (2010). "Planlamada Konumsal Bilgi Teknolojileri Kullanımı: Köy Planlaması Örneği", UZAL-CBS, 11–13 Ekim 2010, Gebze, Kocaeli.

[19] Döner, F., (2007). "Konumsal Verinin Elde Edilmesinde Mobil CBS Olanakları: Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırma", TMMOB HKMO Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim - 2 Kasım 2007, Trabzon.

[20] Ekin, E. ve Çabuk, A., (2010). "OGC olanakları ile CBS Bazlı Hizmet Yönetimi: Akıllı Altyapı", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 16-18 May 2011, Elazığ.

[21] Yomralıoğlu, T. ve Döner, F., (2005). "Mobil GIS: Gezici Coğrafi Bilgi Sitemleri ve Uygulamaları", HKMO Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 93

[22] ESRI, (2007). "Best Practices, Mobile GIS", http://goo.gl/p5crI, 3 Mart 2016

[23] Gupta R., (2000). "SWOT Analysis of Geographic Information: The Case of India", Current Science, 79 (4):489-498.

[24] Palancıoğlu, H.M., (1996). Aydın Kent Bilgi Sistemi Pilot Proje Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[25] Maguire, D.J., (1991). "An Overview and Definition of GIS", Longman Scientific &Technical,1

[26] Taşkın, F., (2005). Su Dağıtım Şebekelerinin Deprem Performansının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

[27] İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, İSKABİS Projesi,

http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/iski-hakkinda/iskabisteknolojisi, 18 Aralık 2017.

[28] Ankara Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü, AYBİS Projesi, http://www.aski.gov.tr/tr/831-aybis-icerik.html, 29 Kasım 2017.

[29] E-Belediye Dergisi, CABS Projesi, https://www.ebelediye.info/soylesi/izsu-cografi-altyapi-bilgi-sistemi-projesi-dunya-capinda-odul-aldi-8230, 29 Kasım 2017.

[30] Esri, GIS Improves Water Management in Saudi Arabia's Eastern Region, http://www.esri.com/news/arcnews/spring10articles/gis-improves.html, 15 Kasım 2017.

[31] Kentucky Infrastructure Authority, Water Resource Information System, http://kia.ky.gov/wris/default.htm, 30 Kasım 2017.

[32] Yumrutaş, H,İ., (2014). Kentsel Yol Altyapısı Kazılarının Önceliklendirilmesi İçin CBS Tabanlı Bir Karar Destek Sistemi: Fatih İlçesi Örneği, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[33] Cömert, Ç., ve Bostancı, H.T., (1999). "Kentsel Geliştirme Projeleri İçin Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağnos Dere Havzası Örneği", Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, 1999, Trabzon.

[34] Erkaya, H., (2009). "Altyapı Mühendislik Ölçmeleri, Önemi ve Gerekliliği" TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, 24-26 Nisan 2009, Diyarbakır.

[35] Tataroğlu, M., (2007). "Kamu Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Etik", Finans Politik & Ekonomik Yorumlar Dergisi, 44(513).

[36] Campbell, H. ve Masser, I., (1992). "GIS in Local Government: Some Findings From Great Britain", Int. J. Geographical Information Systems, 6 (6): 529-546.

[37] Shimada, T. ve Ushida, K., (2002). "IT Utilization Status of Local Governments in Japan and Related Issues", Issues and trends of IT Management in Contemporary Organizastions, 1:747-757, Idea Group Publishing, USA.

[38] Demirbaş, E., (2011). "Gelişmekte Olan Ülkelerde Altyapı Bilgi Sistemi Oluşturmada Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri: ASAT Genel Müdürlüğü Örneği", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi,31 Ekim-4 Kasım 2011, Antalya.

[39] Taş, N., (2009). " Kentsel Altyapı ve Problemleri" TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, 24-26 Nisan 2009, Diyarbakır.

[40] Türabi, A., Özdemir, T., Üçer F. ve Ayhan A., (2005). "Yerel Yönetimlere Bilgi Sistemlerinin Etkileri", 4. Kentsel Altyapı Sempozyumu, 15-16 Aralık 2005, Eskişehir.

[41] Yıldız, G. ve Aydınoğlu, A.Ç., (2010). "Altyapı Bilgi Sisteminde Adresin Önemi ve İstanbul Örneği", UZAL-CBS, 11–13 Ekim 2010, Gebze, Kocaeli.

[42] Sürmeneli, H,G., (2015). İlan Reklam Vergi Takip Sistemine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[43] Alkan, M., (2005). Tapu ve Kadastro Verilerine Yönelik Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[44] Aytaç, T., (2006). Logo Platform, Ulusal Yazılım Mimarisi Konferansı, 20-21 Kasım 2006, İstanbul.

[45] Unified Modeling Language, Uml Nedir, www.uml.org, 21 Mart 2017.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Özkan FİLİZ

Doğum Tarihi ve Yeri : 09.07.1983 İzmit

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ofiliz@isu.gov.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lise	FEN	Oruç Reis Anadolu Lisesi	2001

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2013-	İSU Genel Müdürlüğü	Kamulaştırma Şube Md.
2010-2013	İSU Genel Müdürlüğü	Harita Mühendisi
2008-2010	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	Kontrol Mühendisi