

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**MİMARLIK ANABİLİM DALI**  
**KENT ÇALIŞMALARI VE YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**İSTANBUL GENELİ ALTYAPI ELEMANLARININ**  
**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE**  
**GÖRÜNTÜLENMESİNİN ŞEHİRCİLİK VE KENT**  
**PLANLAMASINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Semanur TORLAK**

**İstanbul**

**Temmuz-2021**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**MİMARLIK ANABİLİM DALI**  
**KENT ÇALIŞMALARI VE YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**İSTANBUL GENELİ ALTYAPI ELEMANLARININ**  
**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE GÖRÜNTÜLENMESİNİN**  
**ŞEHİRCİLİK VE KENT PLANLAMASINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Semanur TORLAK**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR**

**İstanbul**

**Temmuz-2021**

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalı, Kent Çalışmaları ve Yönetimi Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR

Üye Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR

Üye Dr. Öğr. Üyesi Şahika ÖZDEMİR

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**İstanbul Geneli Altyapı Elemanlarının Artırılmış Gerçeklik İle Görüntülenmesinin Şehircilik ve Kent Planlamasına Etkisi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Semanur TORLAK

## ÖN SÖZ

Bu süreçte teknik anlamda neredeyse her aşamada yardımını benden esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR ve hocam Dr. Öğr. Üyesi Erdem KÖYMEN'e, bu yola çıkmamda bana yeni bir vizyon katan ağabeyim ve mesai arkadaşım Toygar ŞİŞMAN'a, tüm eğitim öğretim hayatım boyunca benden desteğini ve sevgisi esirgemeyen annem Semra TORLAK ve babam Yusuf TORLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

**Semanur TORLAK**

**İstanbul-2021**

## ÖZET

# İSTANBUL GENELİ ALTYAPI ELEMANLARININ ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK İLE GÖRÜNTÜLENMESİNİN ŞEHİRCİLİK VE KENT PLANLAMASINA ETKİSİ

**Semanur TORLAK**

Yüksek Lisans, Kent Çalışmaları ve Yönetimi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serhat ANIKTAR

Temmuz, 2021 -96 Sayfa

Türkiye’deki yeraltı hatlarının düzenli bir şekilde ve belli standartlara uygun olarak dijital ortamda bulunmaması bu konuda bilgi kirliliğine neden olmaktadır. Bu belirsizlik ortamı kurum içi ya da kurumlar arası bilgi bütünleşmesinin sağlanamamasına neden olmuş, altyapıyla ilgili çalışmalarda özellikle İstanbul kapsamında çeşitli sorunlar oluşturarak, hizmet kalitesinde düşüklüğe yol açmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde mevcut durumdan bahsedilerek çalışmanın amacına değinilmiştir. İkinci bölümde şehircilik ve kent planlamasının tanımları, İstanbul il sınırları içerisinde hizmet veren elektrik, su, doğalgaz ve telekomünikasyon sistemleri ve altyapı kurumları arası yasal dayanaklar incelenmiştir. Üçüncü bölümde kurumlar arası koordinasyon, mevcut sistemin işleyişi ve altyapıdaki teknik eksikliklerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde; çalışmamızın temelini oluşturan Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi irdelenmiş olup kazısız görüntüleme yöntemlerinden olan GPR teknolojisine değinilmiş, sahada gözlemlenen mevcut sorunlar analiz edilmiştir. Çalışmanın son bölümü olan 5. Bölümde ise; hedeflenen; “Sağlıklı ve Güvenli Altyapı” fikrinin oluşmasında kazısız görüntüleme yöntemleri ile elde edilen altyapı verilerinin ilgili teknolojiyle kıymetlendirilmesini esas alan bir yazılım ile kentsel planlama ve şehircilik yolunda önemli işlem kolaylığı sağlayacağı öngörüsünde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** altyapı, artırılmış gerçeklik, kentsel planlama

## ABSTRACT

# THE EFFECT OF IMAGING INFRASTRUCTURE ELEMENTS WITH AUGMENTED REALITY ON URBAN AND URBAN PLANNING IN GENERAL OF ISTANBUL

**Semanur TORLAK**

Master, Kent Çalışmaları ve Yönetimi

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Serhat ANIKTAR

July, 2021 -96 Pages

The fact that the underground lines in Turkey are not regularly and in accordance with certain standards in the digital environment causes information pollution in this regard. This environment of uncertainty has caused the inability to integrate information within or between institutions, creating various problems in infrastructure studies, especially within the scope of Istanbul, leading to a decrease in service quality. In the first part of the study, the current situation was mentioned and the purpose of the study was mentioned. In the second part, the definitions of urbanism and urban planning, electricity, water, natural gas and telecommunication systems serving within the borders of Istanbul and the legal bases between infrastructure institutions are examined. In the third chapter, inter-institutional coordination, the functioning of the existing system and technical deficiencies in the infrastructure are mentioned. In the fourth chapter; Augmented Reality Technology, which forms the basis of our study, is examined, GPR technology, which is one of the trenchless imaging methods, is mentioned, and the current problems observed in the field are analyzed. In the 5th chapter, which is the last part of the study; targeted; In the formation of the idea of "Healthy and Safe Infrastructure", it has been predicted that a software based on the evaluation of the infrastructure data obtained by trenchless imaging methods with the relevant technology will provide significant ease of operation in the way of urban planning and urbanism.

**Keywords:** infrastructure, augmented reality, urban planning

# İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAYI</b> .....	<b>i</b>
<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖN SÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLOLAR LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xii</b>

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1.Mevcut Durum.....	1
1.2. Amaç.....	2
1.3.Araştırmanın Önemi .....	4

## **İKİNCİ BÖLÜM**

<b>ŞEHİRCİLİK, KENT PLANLAMASI VE İSTANBUL’UN TEKNİK ALTYAPISI</b> .....	<b>5</b>
2.1.Altyapının Tanımı ve Tarihçesi .....	6
2.2.İstanbul Geneli Teknik Altyapı Bileşenleri, Kurumlar ve Planlama .....	10
2.2.1.İçme Suyu ve Atık Su Altyapısı - İSKİ.....	10
2.2.2.Elektrik Altyapısı – BEDAŞ ve AYEDAŞ .....	14
2.2.3.Doğalgaz Altyapısı - İGDAŞ .....	18

2.2.4.Telekomünikasyon ve Haberleşme Altyapısı – Telekomünikasyon Şirketleri.....	22
2.3.Kentsel Altyapı Tesisleri ve Planlama.....	26
2.3.1.Altıyapı Güvenliği.....	29
2.3.2.Altıyapı ve Deprem İlişkisi.....	31

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **ALTYAPI KURUM VE KURULUŞLARININ KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI..... 33**

3.1.Altıyapı Kazı İşlemleri ve Sistem Süreçleri.....	36
3.1.1.Altıyapı Bilgi Sistemi (AYBİS) ve Veri İşleme Algoritması.....	36
3.1.2.Altıyapı Ruhsat Süreci (Tranşe Kaplama, Arazi Kontrol ve Teminat İade Süreci).....	38
3.2. Altyapı Koordinasyonunda Yaşanan Eksiklikler ve Geliştirilmesi Gereken Yönler .....	39
3.2.1.Sistemsel ve Yapısal Eksiklikler .....	40
3.2.2.Teknik ve Teknolojik Eksiklikler .....	43

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **İSTANBUL ALTYAPI SORUNLARININ ÇÖZÜMÜNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA..... 45**

4.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi.....	45
4.1.1.Tarihçesi ve Kullanım Alanları .....	47
4.1.2.Artırılmış Gerçeklik İncelemeleri.....	49
4.2. Georadar (Yer Radarı) .....	54
4.2.1.Yer Radarının Tarihsel Gelişimi.....	56
4.2.2.Yer Radarı İle Altyapı Verilerinin Tespit Edilmesi.....	58
4.2.3.Verilerin Artırılmış Gerçeklik Yöntemi İle Kıymetlendirilmesi.....	61

4.3. Saha Gözlemleri ve Senaryo Analizi .....	63
---	----

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

<b>SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....</b>	<b>72</b>
----------------------------------	-----------

<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>77</b>
----------------------	-----------

<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>84</b>
-----------------------	-----------



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Su ve Kanalizasyon Altyapısı Rol ve Sorumluluklar Matrisi .....	11
Tablo 2.2: Elektrik Altyapısı Rol ve Sorumluluklar Matrisi .....	15
Tablo 2.3: Doğalgaz Altyapısı Rol ve Sorumluluklar Matrisi.....	20
Tablo 2.4: Telekomünikasyon Altyapısı Rol ve Sorumluluklar Matrisi .....	24



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1:Altyapı Bileşenleri.....	7
Şekil 2.2:Şehir Altyapısı .....	8
Şekil 2.3:Altyapı Bileşenleri Tarihsel Gelişimi .....	9
Şekil 2.4: İstanbul Altyapı Dağıtım Kuruluşları.....	10
Şekil 2.5:Su ve Kanalizasyon Altyapı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı.....	12
Şekil 2.6: Elektrik Altyapı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı.....	16
Şekil 2.7: Doğalgaz Altyapı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı.....	21
Şekil 2.8: Telekomünikasyon Altyapı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı.....	25
Şekil 2.9: Kentsel Gereksinim Piramidi.....	26
Şekil 2.10: Altyapı İhtiyacı / Kent Gelişimi.....	28
Şekil 2.11: Altyapı Tehdit Kaynakları.....	29
Şekil 3.1: AYKOME Paydaş Koordinasyonu.....	34
Şekil 4.1: Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Kavramları.....	46
Şekil 4.2: Gerçeklik Sanallık Düzlemi.....	47
Şekil 4.3: Sağlık Uygulamalarında Artırılmış Gerçeklik.....	50
Şekil 4.4: Kayseri Kuru Köprü Rekonstrüksiyon Projesi.....	51
Şekil 4.5: Yangın Hidrantı Üzerine Uygulanan AG Çalışması.....	52
Şekil 4.6: Cadde Üzerinde AG ile Zenginleştirilmiş Altyapısı Verisi.....	53
Şekil 4.7: Tipik GPR Akış Şeması.....	55
Şekil 4.8: GPR (Yeraltı Radarı).....	57
Şekil 4.9: Yeraltı Radarı İle Altyapı Verilerinin Tespit Edilmesi.....	58
Şekil 4.10: AG Yöntemi İle Kıymetlendirilen Altyapı Elemanları.....	62
Şekil 4.11: Altyapı Elemanları Arasında Yaşanan Kaos.....	63
Şekil 4.12: Güvenlik Önlemi Alınmamış Altyapı Kazı Çalışması.....	64
Şekil 4.13: Güvenlik Önlemi Alınmamış Altyapı Kazı Çalışması.....	65

Şekil 4.14: Ana Arter üzerinde yapılan asfaltlama çalışması.....	66
Şekil 4.15: Ana Arter üzerinde yapılan asfalt yama çalışması .....	67
Şekil 4.16: Kazı Çalışması sonrası deforme olmuş üst kaplama elemanları (İstanbul-Fatih).....	68
Şekil 4.17: AG ile görselliği zenginleştirilmiş altyapı verisi yurtdışı örneği.....	69
Şekil 4.18: AG ile zenginleştirilmiş altyapı verisi üzerinden temsili bir sistem denemesi (İstanbul-Fatih).....	71



## KISALTMALAR LİSTESİ

AYKOME	: Altyapı Koordinasyon Merkezi
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İGDAŞ	: İstanbul Gaz Dağıtım AŞ
BEDAŞ	: Boğaziçi Elektrik Dağıtım AŞ
AYEDAŞ	: Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım AŞ
UKOME	: Ulaşım Koordinasyon Merkezi
UTK	: Ulaşım Trafik Komisyonu
AYBİS	: Altyapı Bilgi Sistemi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim AŞ
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
DSİ	: Devlet Su İşleri
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜRKSAT AŞ	: Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme AŞ
RTÜK	: Radyo ve Televizyon Üst Kurulu
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
MYK	: Mesleki Yeterlilik Kurumu
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
M.Ö	: Milattan Önce
SG	: Sanal Gerçeklik
AG	: Artırılmış Gerçeklik
GPR	: Ground Penetrating Radar ( Yeraltı Radarı)
EM	: Elektromanyetik
vb.	: Ve Benzerleri

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve sanayileşme çalışmaları kırsal nüfusun kentlere doğru hareketlenmesine yol açmıştır. Nüfusu hızla artan kentlerde oluşan yapı stoku ihtiyacından hareketle sistemsel ve teknik altyapının da yetersiz kaldığı görülmüştür. Teknik altyapı elemanlarının yeraltına düzenli ve sistemsel bir şekilde yerleştirilmediğinden ve hatların konum bilgilerinin kurumlarda mevcutta bulunmamasından kaynaklı olası bir teknik aksaklıkla veya yeni yatırım projelerinin hayata geçirilmesi noktasında sorunlar oluştuğu gözlemlenmiştir. Teknolojik veri altyapısının belirli kurallar çerçevesinde sanal ortama entegre edilmesini ve artırılmış gerçeklikle görsel zenginlik kazandırılmasını konu alan bir yazılım sayesinde; altyapı elemanlarına ait öznitelik verilerinin ulaşılabilirliği artarken imal edilen altyapı elemanlarının konumsal doğruluğunun aynı oranda yükselmesinin sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu bölümde; mevcut durum, amaç ve araştırmanın önemi bölümlerine yer verilmiştir.

### 1.1. Mevcut Durum

Yerleşim yerlerinin temel ihtiyaçları olan su, kanalizasyon, yağmur suyu vb. hizmetler teknolojinin gelişmesi sonucu ortaya çıkan ulaşım, haberleşme, arıtım ve ısınma gibi ihtiyaçlar için yapılan tesislerdir ve genellikle yer altında konumlandırılırlar. Bu tesislerin amacı; bireylerin yaşam kalitelerini arttırmak, birbirleri ve çevre ile olan iletişimlerini daha mümkün kılmak, yeni yapılacak olan yerleşim alanlarına su, elektrik, doğalgaz ve telekomünikasyon gibi hizmetleri ulaştırmaktır.

Şehirleşmenin hızla artmasından kaynaklı oluşan nüfus odaklı karmaşık yapıların sağlıklı sürdürülebilirliği için altyapı sistemlerinin kusursuza yakın olması gerekmektedir. Kamusal hizmet bakımından altyapının büyük önem taşıdığı bu zamanlarda, sorunların temeline inmek için sistematik bir altyapı modelinin oluşturulması gerekmektedir. Bu çerçevede; altyapı bileşenlerinin incelenmesi, yapım, bakım ve bütünsel olarak değerlendirilebilmesi sistematik modelin oluşturulmasında büyük önem arz etmektedir (BİMTAŞ, 2019e).

Teknik altyapı tesisleri; kentler için hayati öneme sahip olmakla birlikte bu tesislerin kentin ihtiyacı doğrultusunda bir yerden başka bir yere taşınması, vatandaşın en etkili ve maksimum fayda ile yararlanması adına kalitesi ve gelişmiş olması önemlidir. Bir yaşam alanının gelişmişliği; orada bulunan ve yeterli olan altyapı tesislerinin varlığından ziyade tesisin gelişmişliği, erişim kolaylığı ve güvenliği ile belirlenir.

Kentlerde süre gelen üst yapı çalışmalarının mevcut nüfus dikkate alınarak altyapı ile paralel devam etmemesi kent yaşamını olumsuz etkilemektedir. Kentin mevcut ihtiyaçları göz önüne alınarak üst yapı ve altyapı birbirine entegre ve koordinasyon içerisinde yürütülmelidir (İBB, 2019a).

Günümüzde kent yaşamında birçok farklı nedenden kaynaklı altyapı yatırımlarının birbiriyle koordinasyon ve bütünleşmesi noktasında çeşitli sorunlar oluşmaktadır. Altyapı tesislerinin imalatını yapan kurumların (su, elektrik, doğalgaz, telekomünikasyon vb.) mevcut altyapı elemanlarının konumsal doğruluklarının minimum düzeyde olması, arıza ve yatırım çalışmalarında farklı altyapı tesislerine zarar verilmesi, altyapı kurumlarının yatırımları konusunda birbirinden haberdar olmaması buna karşın belirli lokasyonlarda (özellikle ana arterlerde) sürekli altyapı çalışmasının devam etmesi başlıca sorunlar arasına girmektedir. Sürekli devam eden bu altyapı kazı sirkülasyonunun özellikle İstanbul için trafik yoğunluğunu maksimum seviyeye çıkarması ve birbirine zarar veren altyapı çalışmalarının iş kazası ve ölümle sonuçlanması bu durumun tehlikesini ve önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

Bahsedilen bu sorunların çözümüne yönelik yapılan bu çalışma kapsamında; altyapı kurumları arası iş ve işlemler incelenmiş, çalışmalar esnasında yaşanan olası sorunlar analiz edilerek interaktif ortamda belirlenen bazı öznel verileri ışığında sanal ve gerçek objelerin harmanlandığı bir yazılım içeriği oluşturulması hedeflenmiştir.

## **1.2.Amaç**

Altyapı elemanlarının yerleştirildiği yerler genelde kentlerin yol ve kaldırım altlarıdır. Deplase<sup>1</sup> edilen ve yeni imal edilen bu altyapı elemanlarında zamanla oluşabilecek deformasyonların giderilmesi, varsa havai hatların yere indirilmesi, arıza ve zorunlu hallerden kaynaklı yapılan düzenleme, bakım ve onarım çalışmaları, nüfusun

---

<sup>1</sup> Yer değiştirmek, altyapı hattını farklı bir konuma taşımak.

artışından kaynaklı kapasite artışı gibi nedenler altyapı kazı taleplerini arttırmaktadır. Artan talepler doğrultusunda bu yolları kullanan taşıt ve yayalarda, yapılan kazı çalışmalarından olumsuz etkilenmekte ve bu durum sosyal hayatta birçok problemi de beraberinde getirmektedir.

Türkiye’de yeraltı hatlarının; günlük yaşamı aksatmadan düzenli bir şekilde aynı zamanda kaynakları verimli ve ekonomik olarak kullanarak hizmetlerini gerçekleştirilmesi için etkin ve planlı bir koordinasyon gerekmektedir. Büyükşehirlerde altyapı ve üst yapının yenileme, yapım, bakım-onarım çalışmalarının planlı bir şekilde yapılması; mükerrer kazıların, zaman ve kaynak israfının, araç ve yaya trafiğinde oluşabilecek olası gecikmelerin önüne geçilmesi ve teknik altyapı çalışmalarının devamı sırasında vatandaşların günlük rutin hayatlarını sorunsuz bir şekilde devam ettirmesi büyük önem arz etmektedir (Yumlutaş, 2014).

Bu çalışma; teknik altyapı iş ve işlemlerinde ilgili altyapı kurumları arası koordinasyonun sağlanması, yatırımcı kurumların birbirleriyle iletişim içinde işlemlerini gerçekleştirmesini, tekrarlı kazıların önlenmesini ve tekrarlanan bu kazı işlemlerinden kaynaklı ekonomik kayıpların en aza indirilmesini amaçlanmaktadır. Ayrıca mükerrer kazı işlemleri üst yapıya da büyük oranda zarar verdiği için, yapımı tamamlanmış asfalt, kilitparke, küptaşı vb. üst kaplama elemanlarının sürekli deforme olmasına sebep olmaktadır. Konumsal doğruluğu düşük olan teknik altyapı elemanlarına dışardan gelen tekrarlı müdahaleler sürecin uzamasına neden olmakla birlikte özellikle İstanbul genelinde yoğun araç ve yaya trafiğini de olumsuz etkilemektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma son yıllarda kullanılmaya başlanan hasarsız yer altı görüntüleme teknolojileri ile yer altındaki altyapıların belirlenerek CBS ortamına aktarılmasını, artırılmış gerçeklik (Augmented Reality) teknolojisiyle görüntülenmesini ve koordineli olarak sistemleştirilmesini hedef alan yazılım sistemine sistemsel içerik önerisinde bulunmaktadır.

### **1.3.Araştırmanın Önemi**

Bu alışma kapsamında; teknik altyapı sorunları belirlenmiş, şehircilik ve kent planlamasının altyapı ile olan ilişkisi incelenmiş ve buna yönelik oluşabilecek problemler tespit edilmiştir. Karmaşık yapıdaki altyapı ağının daha düzenli, sistemsel ve güvenilir olması toplumsal refahın yükselmesini ve kaliteli bir kentsel yaşam alanının oluşmasını sağladığından altyapı verilerinin bu kapsamda ele alınmasını ve ilgili yaklaşımların ortaya konulması çalışma içerisinde değinilen temel hipotezin sınanmasını sağlamaktadır.



## İKİNCİ BÖLÜM

### ŞEHİRCİLİK, KENT PLANLAMASI ve İSTANBUL'UN TEKNİK ALTYAPISI

Şehircilik; özellikle günümüz açısından değerlendirilecek olursa insanların yaşadığı yerleşim yerlerinin ve fiziksel ortamın gelişimi, kamu yararı, kullanımı ve tasarımı alanlarında teknik ve politik aşamaların tümüne verilen isimdir. Bu kavram dâhilinde; altyapı, üstyapı, ulaşım vb. birçok parametre incelenir ve analiz edilir. Çağımızın en önemli olgularından birisi şehirleşme ve şehircilik hareketleridir. Gerçekten, hızlı kentleşmenin getirdiği sağlıksız yapılaşma, altyapı eksiklikleri ve çevre sorunları ile birlikte oluşan ekonomik ve sosyal sıkıntılar günümüz yönetici ve plancıları için büyük problem teşkil etmektedir (BİMTAŞ, 2019).

Bugünkü şehircilik biliminin doğuşu gerçekte; büyük şehirlerdeki insanların belirli merkezlerde toplanma olayları ile ilgilidir. Başka bir deyimle; bugünkü şehircilikte revizyona uğrayan yerleşmelerde görülen yeni akım ve şartların meydana getirdiği problemleri ele alarak eski çağlardaki özelliklerinden sıyrılmıştır (www.firat.edu.tr).

Modern şehircilik biliminde, bütün gelişmelere rağmen geleceğin şehirleri bakımından neler düşünülebileceğinin kestirilmesi güç bir problemdir. 21. Yüzyıldaki toplum düzeninin, sosyal ve ekonomik şartların neler olacağını ön görmek kolay değil fakat az çok tahmin edilebilseydi, şüphesiz ki bugünkü şehircilik anlayışı da ona göre şekillenebilirdi.

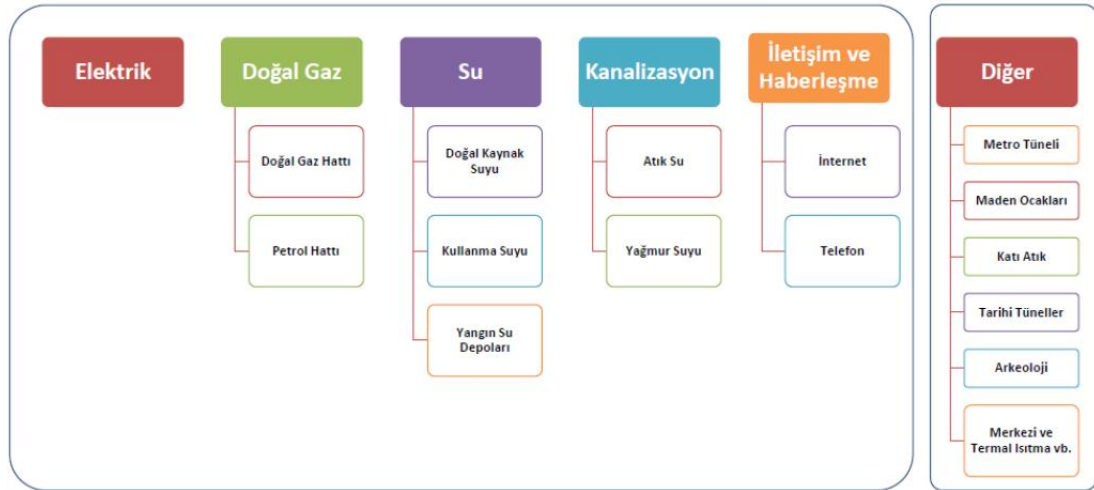
Esasen şehircilik; bir yaşam alanının kurulması, güzelleştirilmesi ve daha fonksiyonel hale getirilmesinin amaçlandığı bir öngörü olarak tanımlanabilir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın başlarında şehircilik problemlerinin yerel olmadığı ve şehirlerin devamlı gelişme halinde olan organik parçalarla canlı bir bütün teşkil ettiği ve şehirdeki sosyal, ekonomik ve politik akımların şehircilik için çok etkili olduğu hissedilmeye başlanmıştır. Günümüz şehirciliğinin gelişimiyle mevcut problemlerden farklı birçok sorunda gündeme gelmiştir. Şehircilik, içinde altyapının da olduğu birçok fonksiyonu barındıran bir olgu olması sebebiyle temel anlamda teknik altyapı elemanlarının kaotik bir yapıya sahip olması doğrudan bu duruma ters yönlü bir ivme kazandırmaktadır (www.firat.edu.tr).

Kent planlaması ise; zaman içerisinde toplumda meydana gelen ekonomik, demografik, sosyo-kültürel ve çevresel birçok faktörü harmanlayıp yeni yerleşim biçimlerinin gelişimini sağlar. Aynı zamanda kent planlaması kentin sanayileşmeden kaynaklanan sorunlarına da eğilerek bu sorunlara farklı bir bakış açısı getirmek için mevcut dinamikleri bilimsel ölçütlerle araştırır, tahmin eder ve öngöründe bulunur (Sancar vd., 2014). Planlama çalışmaları esnasında kentlerin tasarımı, konut sorunu, mevcutta bulunan nüfusun belirli kriterlere uygun olarak homojen şekilde kente yayılması ve kent estetiği birçok noktada çözülmesi gereken konuların başında gelmektedir. Özellikle artan nüfusun yayılımı noktasında yaşanan sorun kentsel planlama ile kentsel altyapı arasındaki ilişkiyi en fazla ön plana çıkaran sebep olmuştur. Zira kentteki nüfusun öngörülenin üzerinde artması kentteki altyapı elemanlarının bir süre sonra yetersiz kalmasına dolayısıyla da kentsel altyapıda bir kaos oluşmasına sebep olmaktadır. Kentsel planlama yapılırken tasarım, güvenlik ve estetik ne kadar önemliyse birbiriyle bütünleşmiş olan altyapı ve üst yapının koordinasyonu da bir o kadar önemli olmaktadır.

### **2.1. Altyapının Tanımı ve Tarihçesi**

Altyapı; bir yerleşim yeri veya bir yapı için gerekli olan yol, kanalizasyon, su, elektrik, telekomünikasyon vb. tesisatın tümü olarak adlandırılmaktadır ([www.sozluk.gov.tr](http://www.sozluk.gov.tr)).

Aynı zamanda altyapı; içme suyu ve kanalizasyon projeleri, elektrik, doğalgaz, telefon, kablolu televizyon bağlantı hatları, telekomünikasyon projeleri, termal ısınma ve enerji besleme projeleri gibi genel olarak yer altından geçebilecek bütün tesisler ile metro projeleri, raylı toplu taşıma sistemleri, yollar ve kaplamaları ifade eder.



**Şekil 2.1: Altyapı bileşenleri**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019e

Teknik altyapı tesisleri denilince akla şekil 2.1’de gösterildiği üzere; içme suyu, atık su, elektrik, doğalgaz, fiber optik hatlar, arıtma ve geri dönüşüm tesisleri gelmektedir. 15.06.2006 tarih ve 26199 sayılı, Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği’nde altyapı kapsamında yer alan teknik altyapı tesisleri: “içme suyu ve kanalizasyon projeleri, elektrik, doğal gaz, telefon, kablolu televizyon bağlantı hatları gibi telekomünikasyon projeleri, hafif raylı toplu taşıma ve metro projeleri, termal ısınma ve enerji besleme projeleri ve benzerleri gibi raylı toplu taşıma sistemleri ile yollar ve kaplamaları.” şeklinde ifade edilmektedir. Türk Medeni Kanunu’nun 704. Maddesi kapsamında taşınmaz mallar kısmına dâhil edilmeyen teknik altyapı tesisleri kent planlaması ve şehirciliğin önemli yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır (HKMO, 2009).



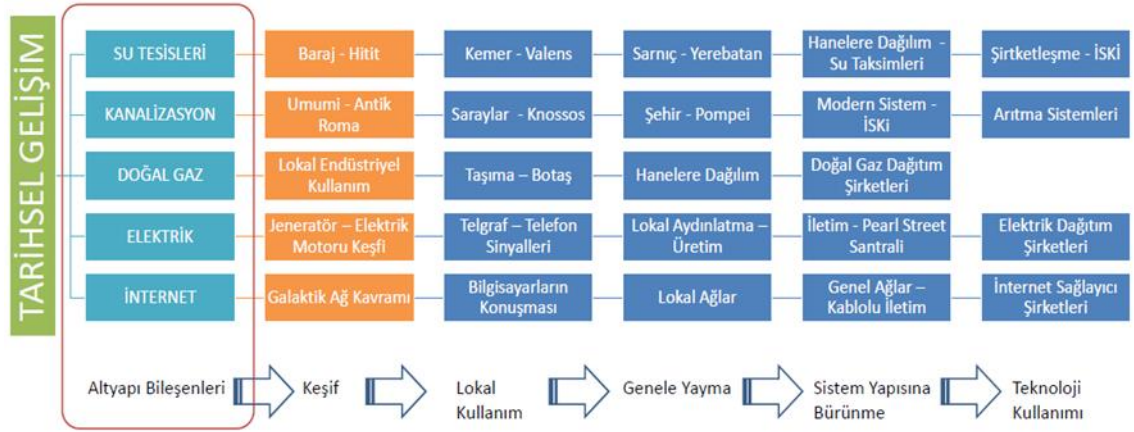
## Şekil 2.2: Şehir Altyapısı

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019e

Tarihsel olarak, toplumların su sağlama, sulama, taşkın denetimi ve ulaşım ihtiyaçlarının çoğu, oldukça büyük çapta tasarlanmış ve dayanıklı nitelikte fiziki yapıların inşasına yol açmıştır. Bugünün ayırt edici özelliği; su, aydınlatma, iletişim ve atık boşaltımı gibi modern altyapı sektörlerine ilişkin yüzlerce yıllık istemin karşılanma biçimini değiştiren, altyapı teknolojisindeki devrimdir. Geniş ölçekli su altyapısı, dökme demir boruların ve buharla çalışan pompaların bulunuşuna kadar yaygınlaşmamıştır. Bu anlamda ilk su şebekesinin Londra’da 1850 yılında kurulması sonucunda, kentsel alanlarda borulu su sisteminin kullanımı hızla yaygınlaşmış bu durum suyun maliyetini düşürmüştür. Gaz şebekesinin gelişmeye başlamasından önce, 1800’lü yıllarda aydınlatmada elektriğin çok kullanılmadığı görülmüştür.

Elektrik kullanımının yaygınlaştırılması, onun maliyetini azaltacak alternatif akımın yüzyılın sonunda bulunması ile gerçekleşebilmiştir (BİMTAŞ, 2019a).

Alternatif akım sayesinde elektrik enerjisinin üretildiği yerle tüketildiği yer arasındaki mesafe uzamış ve enerjinin üretildiği yerden çok uzaklarda tüketilmesi sağlanmıştır. Böylece elektrik enerjisinin maliyeti düşmüş; kullanımı da yaygınlaşmıştır. Elektrik enerjisi yeni alanlarda, özellikle kentsel ulaşımında kullanılmaya başlanmıştır. Diğer altyapı sektörlerinin tarihsel gelişimleri de benzerdir. Telgraf ve telefon, ulakla taşınan iletinin yerini almıştır. Kanalizasyon şebekesi pek çok toplulukta atıkların kişisel olarak tahliyesinin yerine geçmiştir.



**Şekil 2.3: Altyapı Bileşenleri Tarihsel Gelişimi**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019e

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi altyapı ihtiyacı geçmişten günümüze kadar karşılanmaya çalışılan ihtiyaçlardan olmuştur. Birer dünya mirası olarak kabul edilen Roma, Bizans ve Osmanlı medeniyetlerinde de kentleşme hareketleri altyapı konusunda da hız kazanmıştır. Su ve kanalizasyon altyapısı anlamında yapılan kazılardan anlaşıldığı üzere su künkleri bulunmuş atık suyun çevreden uzaklaştırılması için boru sistemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. İlk kanalizasyon sistemi M.Ö 3000-2000 yılları arasında Girit Adası’nda bulunan Knossos Sarayı’nın altında bulunmuştur. Özellikle Romalıların yaptığı Cloaca Maxima denilen kanalizasyon sistemi 2500 yıl sonra hala bugünkü Roma’da kullanılmaya devam etmektedir (BİMTAŞ, 2019e).

Elektrik altyapısının zaman içerisindeki durumuna bakacak olursak; jeneratör ve elektrik motoru keşfinden başlayarak ilerleyen süreci telgraf-telefon sinyallerinin bulunuşu, Lokal aydınlatma üretimi ve ilerleyen süreç içerisinde kurulan elektrik dağıtım şirketlerinin hizmetleri takip etmektedir. Doğal gaz ise teknik altyapı tesisleri içerisinde en yeni altyapı elemanlarından biridir. Lokal endüstriyel kullanım mevcut doğalgazın hanelere taşınması ve dağıtılması şeklinde ilerleyen bir süreç gelişen teknolojiyle paralel olarak ilerlemektedir.

Gelmiş geçmiş tüm medeniyetler bir önceki paragrafta da değinildiği üzere teknik altyapı elemanlarının gelişmesine kendi imkânları ölçüsünde katkı sağlamaya çalışmıştır. Her bir ihtiyacın karşılanma biçimi zaman içinde değişmekte ve ilkel yöntemler geride bırakılarak günümüz modern teknolojisi ile bu yapılar hala gelişmeye ve biçim değiştirmeye devam etmektedir.

## 2.2 İstanbul Geneli Teknik Altyapı Bileşenleri, Kurumlar ve Planlama



### Şekil 2.4: İstanbul Altyapı Dağıtım Kuruluşları

Şekil 2.4’te görüldüğü üzere; İstanbul özelinde teknik altyapı kuruluşlarından bazıları gösterilmiştir. İçme suyu ve atık su konusunda İSKİ, elektrikte İstanbul Avrupa yakası için BEDAŞ, Anadolu yakası için ise AYEDAŞ hizmet vermektedir. Doğalgaz teknik altyapısı İGDAŞ Genel Müdürlüğü uhdesinde gerçekleşirken, Telekomünikasyon ve Haberleşme de ise Türk Telekom, Vodafone, Superonline vb. özel şirketler bu işi üstlenmektedir.

Devam eden bölümlerde teknik altyapı elemanlarından su, elektrik, doğalgaz ve elektronik haberleşme noktasında İstanbul genelinde hizmet veren 4 büyük kuruluşun organizasyon şemaları ve işleyişlerine değinilecektir.

#### 2.2.1. İçme Suyu ve Atıksu Altyapısı - İSKİ

Su, insan için hayatın temel maddesi olmakla birlikte, tarımdan sanayiye her bir konuda yaşamımızın olmazsa olmaz parçalarındandır. Canlılığın devamı için suyun önemi tahmin edildiğinden çok daha büyüktür. Doğal kaynakların verimli ve geri dönüşüm oranı yüksek bir şekilde kullanılmasının önemine dikkat çekilen bu yüzyılda su kaynaklarının devamlılığı onu ne kadar doğru ve sağlıklı kullanmamızla orantılıdır (BİMTAŞ, 2019b).

Kentteki en önemli altyapı elemanlarından biri olan su ve kanalizasyon sistemleri, bölge sakinleri için sağlık, temizlik gibi temel ihtiyaçların kaynağını oluşturur. Nüfus artışına bağlı olarak vatandaş talep ve beklentilerinin artması bu alanda mevcut kapasitenin artışı gerekli kıldığından verilecek altyapı hizmeti önem kazanmaktadır.

İstanbul şehri; yüzeysel su kaynakları ile beslenmekte ve yağışın yoğun olduğu dönemlerde özellikle barajlarda biriken sular gerekli arıtma programlarından geçişiyle de halka ulaştırılmaktadır.

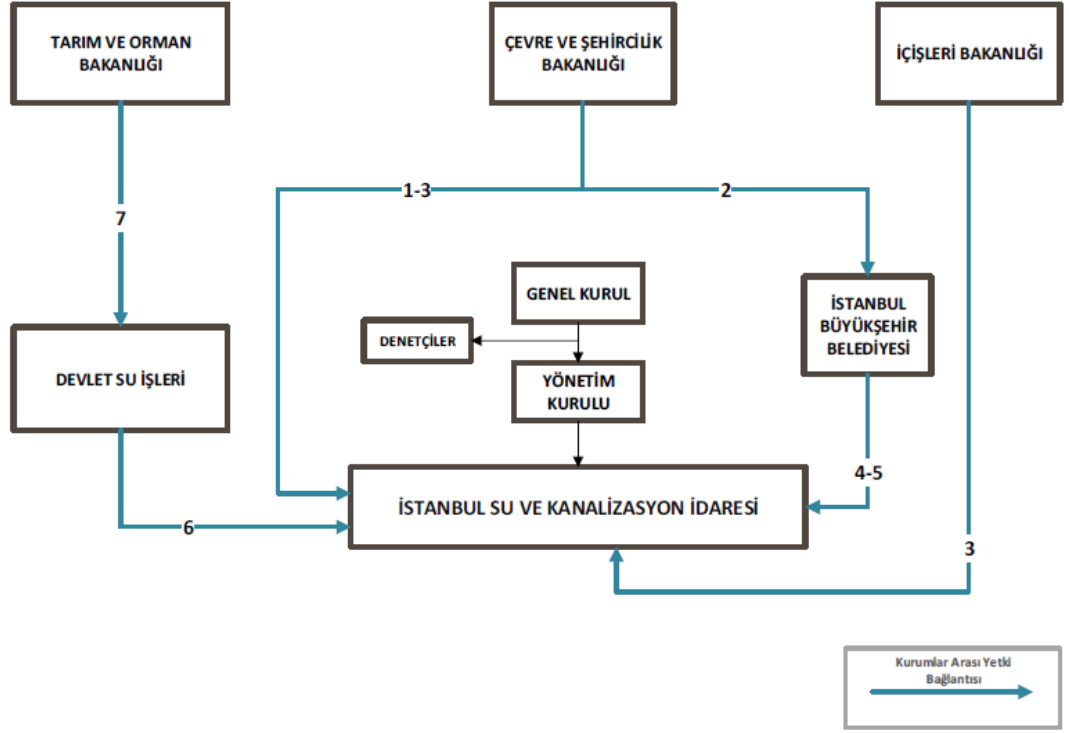
Musluktan temiz ve kesintisiz suyun akabilmesi için suyun kaynağından tüketildiği noktaya kadar ki süreç içinde çok sayıda operasyonun bütünleşmiş şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Son yıllarda İstanbul’da nüfus yoğunluğunun artması aynı zamanda coğrafi olarak hizmet alanının genişlemesi ile içme suyu temin edebilmek için birçok farklı su havzasından destek alınmaktadır. Suyun kaynağından elde edilip şehre ulaştırılması, temizlenmesi vb. iş ve işlemlerin yapımı üst yapı ile altyapının koordineli bir şekilde aksiyon alması ile mümkün olacaktır. Birçok altyapı elemanında da olduğu gibi içme suyu ve atık su konularında da altyapısal koordinasyon eksikliğinden ve belirli periyotlarla ortaya çıkan yanlış kazılardan kaynaklı sorunlar oluşmaktadır.

**Tablo2.1: Su ve Kanalizasyon Altyapısı Yönetimi Rol ve Sorumluluklar Matrisi**

Kurumlar/Roller	Kural Koyucu	İzin Mercisi	Düzenleyici	Denetleyici	Varlık Sahibi	İşletici
Tarım ve Orman Bakanlığı						
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı						
İçişleri Bakanlığı						
Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı						
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı						
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı						
Strateji ve Bütçe Başkanlığı						
Hazine ve Maliye Bakanlığı						
İBB						
DSİ						
İSKİ						

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019b

Su ve kanalizasyon altyapı sistemleri için doğrudan ilişkili olan bakanlıklar ve kurumlar altyapı yönetiminde paydaş olarak koordineli bir şekilde çalışmaktadır. Doğrudan ilişkili olmasa da denetim, düzenleme ve izin gibi konularda rol ve sorumluluğu olan bazı bakanlıklar da bulunmaktadır. Bu işleyiş Tablo 2.1'deki rol ve sorumluluklar matrisinde gösterilmeye çalışılmıştır.



**Şekil 2.5: Su ve Kanalizasyon Altyapı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019b

Su-kanalizasyon altyapı sistemlerinin görev ve sorumluluklarının paydaş kurum ve kuruluşlarla olan ilişkisi ise şekil 2.5'teki diyagramda özetlenmiştir. Diyagramdan da anlaşılacağı üzere İSKİ; kural koyucu olmasının yanı sıra denetleyici ve işletici mekanizmasının da başında gelmektedir.

Su ve kanalizasyon altyapı sisteminin rol ve sorumluluk yapısında; paydaşların birbirleri ile olan ilişkilerine ilişkin hususlara yer veren mevzuat hükümlerinin ilgili bölümleri aşağıda verilmiştir.

- i. İlişki 1: 2872 Sayılı Çevre Kanunu-Madde 11
- ii. İlişki 2: 2872 Sayılı Çevre Kanunu-Madde 11

- iii. İlişki 3: 2560 Sayılı İSKİ Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun- Madde 1
- iv. İlişki 4: 2560 Sayılı İSKİ Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun- Madde 1
- v. İlişki 5: 5393 Sayılı Belediye Kanunu-Madde 11/Madde 15
- vi. İlişki 6: 6200 Sayılı DSİ'nin Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun-Madde 2
- vii. İlişki 7: 6200 Sayılı DSİ'nin Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun-Madde 2 (BİMTAŞ, 2019b)

Su kaynaklarının %100'e yakını yüzeysel su kaynağı özelliği taşıyan İstanbul; yağış kaynaklı sular, baraj ve doğal göl adı verilen kısımlarda toplanmakta depolanmakta ve belirli aletlerle arıtma tesislerine aktarılmaktadır. İstanbul'un su ihtiyacını karşılayan kaynaklardan bahsedecek olursak; 1 doğal göl, 8 baraj, 8 regülatör ve bentler olmak üzere toplam 18 adet su kaynağı mevcuttur. Şehrin daha uzun süre su kullanımı sağlaması adına kaynak suları ve kuyulardan temin edilen sulara işleme alınmaktadır. 2021 yılı verilerine göre İSKİ'nin abonelerine sağladığı su miktarı ortalama 1 milyar 653 milyon metreküptür ([www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr)).

İstanbul; ülkemizdeki tüm sular idarelerinin bağlı olduğu 2560 sayılı İSKİ kanunun adını taşıyan ve dünyanın birçok yerinde örnek alınan köklü bir kuruma, 2 bin yıllık dev bir su kültürüne sahiptir. İstanbul birçok dış etken sebebiyle Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinden hızlı bir şekilde göç alan kentlerin başında gelmektedir. Oluşan iç göç sebebiyle İstanbul'un mevcut nüfusunda meydana gelen bu artış, yapılan altyapı ve üst yapı planlamalarının da eksik kalmasına yol açmıştır. Altyapı deplaselerinin tam ve planlı olmasına bakılmaksızın yapılan sağlıksız yapı stokunun artması birçok teknik altyapı elemanının ve özellikle de içme suyu ve atık su çalışmalarının eksik kalmasına neden olmuştur. Nüfusun artması ile birlikte içme suyu ve atık su ihtiyacına olan talep artmış, yeterli donanımın olmaması nedeniyle de daha geniş bir yetki alanı ve imkânına sahip olan İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi(İSKİ) kurulmuştur. 1981 yılında kurulan İSKİ; 1984 yılında 3009 sayılı kanuna istinaden İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) bünyesine alınmıştır ([www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr)).

5461 km<sup>2</sup>'yi aşan hizmet alanı, yaklaşık 26 bin km içme suyu, yağmur suyu ve atık su hattı ve üstyapı tesisleri ile İSKİ; Türkiye'nin en büyük, dünyanın ise sayılı su ve kanalizasyon idarelerinden biridir. İSKİ; İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı

bağımsız bütçeli bir kuruluş olmakla birlikte İBB Başkanı İSKİ Genel Kurulu Başkanlığı yapmaktadır. İSKİ; 2021 yılı Temmuz ayı verilerine göre; İstanbul'da 6 milyon 660 bin 746 abonesine su temini ve dağıtımını ile atık su toplama ve uzaklaştırma hizmeti vermektedir. Gerek mevcut nüfusu ve artış hızıyla gerek büyüklüğü ile koordine edilmesi pek de kolay olmayan İstanbul'un özellikle içme suyu ve atık su altyapısını güvenli ve sağlıklı bir şekilde yürütmek için ileri bilgi teknolojileri kullanarak karar-destek sistemleri oluşturularak işlemler yapılmaktadır ([www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr)).

Bu sebeple özellikle İstanbul için incelendiğinde; atık su ve içme suyu ihtiyacının karşılanması ve koordine edilmesi için mevcuttaki altyapı elemanlarının konumsal doğruluklarının istenilen seviyede olması gerekmektedir. Yeni deplaselerin altyapısal bir takım standartlar göz önünde bulundurularak yapılması ve teknolojinin gelişmesi bu konuda yaşanan sorunların bir nebze önüne geçse de mevcuttaki çoğu altyapı elemanında olduğu gibi su ile ilgili verilerin güvenilirliği olması gerekenin çok altındadır.

Özellikle kent içinde her bir altyapı bileşeninin diğer altyapı bileşenleriyle de etkileşim içinde olması planlama ve uygulama faaliyetlerini zorlaştırabilmektedir. Elektrik, telekomünikasyon ve doğalgaz hatlarının birçok noktada su ve kanalizasyon hatları ile kesişmesi sebebiyle hatlara müdahale noktasında yaşanan zorluklardan dolayı standart dışı uygulamaların yapılması, ortak bir yatırım programına bazı sebeplerden ötürü uyulmamasından kaynaklı mükerrer kazıların artması buna mukabil aynı yerin defalarca kazılıp asfaltlanmasının ekonomiye verdiği külfet ve bunun gibi bir çok sorunu bertaraf edebilmek için lokal çözümlerin üretilmesi gerekebilmektedir. İstanbul gibi coğrafyası zor ve kalabalık bir şehirde yıllar boyunca edinilmiş tecrübeler ve yetkinlikler ile yaşanan zorluklara karşı pratik ve hızlı çözümlerin üretilmesi önem arz etmektedir.

### **2.2.2. Elektrik Altyapısı - BEDAŞ ve AYEDAŞ**

Sanayileşme hareketleri sonrası elektrik kullanımının şehirlerde yaygınlaşması özellikle hızlı sanayileşme ve yenilikçi teknolojik hamleler, bu alanda duyulan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Elektrik; şehirlerin ve şehir yaşamının en elzem enerji kaynaklarından biri olmakla birlikte her geçen gün farklı alanlara hizmet

etmesiyle ön plana çıkmaktadır. Elektrik enerjisi üretilmesi, iletilmesi ve dağıtılması noktasında aktarım tarzı olarak kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle dağıtım ve iletim kısmında teller arayıcılığıyla kapladığı alan miktarı azaltılarak çevre dostu bir alternatif enerji oluşturulur (BİMTAŞ, 2019a).

Elektrik enerjisi kullanıma sunulması aşamasına gelirken bazı temel aşamalardan geçmektedir. Bunlar elektriğin üretimi, üretilen elektriğin iletimi ve en son abonelere dağıtımını işlemlerdir. Üretilen elektrik enerjisi şehirdeki kullanıcılara üretildiği gerilimle gönderilmeden merkezden uzak açık alanda kurulan sahalarda daha düşük voltajlara getirilerek kullanıcılara iletilir. Kent içinde kullanıcılara iletilen güç merkezlerine ise trafo denilmektedir. Gerilim düşürücü sahalar ve abonelere enerji aktarımı yapan trafo merkezlerinin konumları buldukları bölgenin sosyoekonomik yapısı ve nüfusu ile bağlantılı olarak değişiklik göstermektedir (Erdin, 2011).

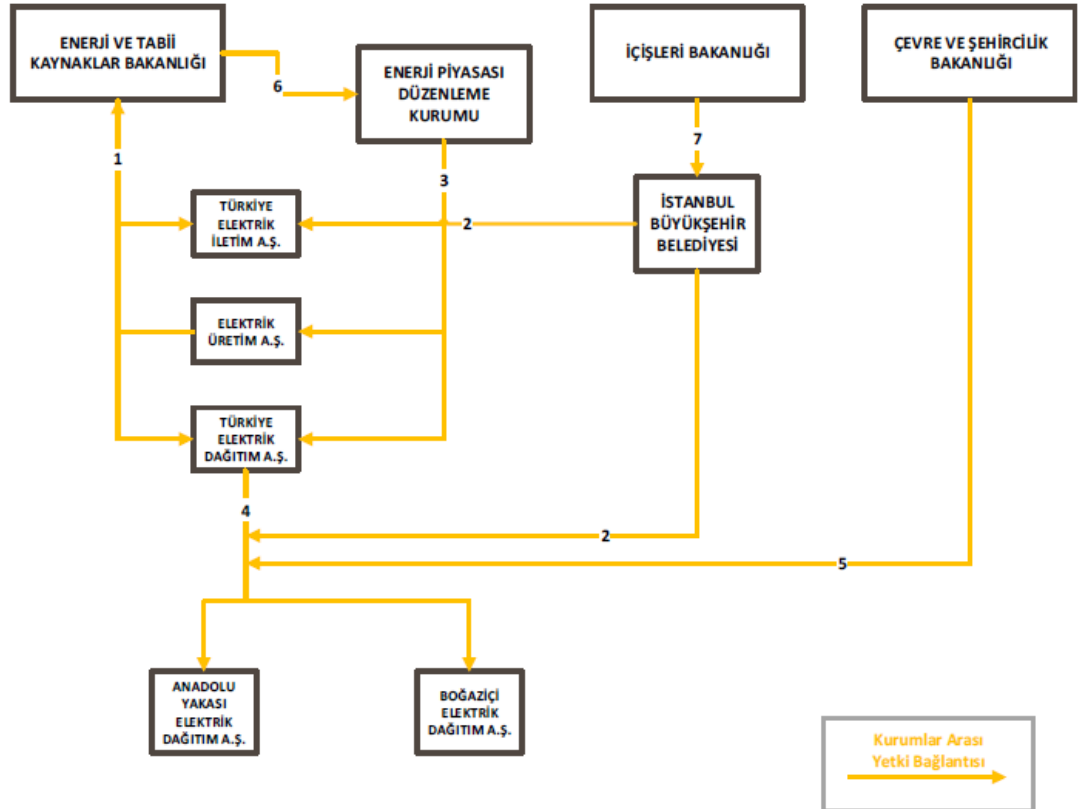
**Tablo 2.2: Elektrik Altyapısı Yönetimi Rol ve Sorumluluklar Matrisi**

Kurumlar/Roller	Kural Koyucu	İzin Mercii	Düzenleyici	Denetleyici	Varlık Sahibi	İşletici
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı						
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı						
İçişleri Bakanlığı						
Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı						
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı						
Tarım ve Orman Bakanlığı						
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı						
Strateji ve Bütçe Başkanlığı						
Hazine ve Maliye Bakanlığı						
İBB						
EPDK						
TEİAŞ						
TEDAŞ						
BEDAŞ						
AYEDAŞ						

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019a

Bütün altyapı sistemlerinde olduğu gibi elektrik altyapısı da birçok kurum ve kuruluşun ortaklaşa çalışmasıyla sürdürülebilmektedir. Elektrik altyapı sistemleri için doğrudan ilişkili olan bakanlıklar ve kurumlar aşağıdaki altyapı yönetiminde rol ve sorumluluklar matrisinde verilmiştir. Tablo 2.2'deki matriste doğrudan ilişkili olmasa da düzenleme, denetim ve izin konularında rol ve sorumluluğu olan bazı bakanlıklar da bulunmaktadır.

Elektrik altyapı sisteminin yönetiminde yer alan paydaşlar arasında Bakanlıklardan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Hazine ve Maliye Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı; Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı; Yerel Yönetimlerden İBB, İlçe Belediyeleri; Kamu Kurum ve Kuruluşlarından EPDK, EÜAŞ, TEİAŞ, TEDAŞ; Özel Şirketlerden BEDAŞ ve AYEDAŞ yer almaktadır (BİMTAŞ, 2019a).



**Şekil 2.6: Elektrik Altyapısı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı**

**Kaynak: BİMTAŞ, 2019b**

Elektrik altyapısı yönetiminde rol ve sorumluluk sahibi olan paydaşların birbirleriyle olan ilişkileri ise şekil 2.6'da bulunan şema ile gösterilmiştir. Elektrik altyapı sisteminin rol ve sorumluluk yapısında kurumların birbirleri ile olan ilişkilerine yönelik dayanaklar aşağıda liste halinde verilmiştir.

- i. İlişki 1: 3154 sayılı Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanunu Madde 10, 13, Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunu Madde 6 a
- ii. İlişki 2-7: 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu Madde 8
- iii. İlişki 3: 4628 sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunu Madde 5
- iv. İlişki 4: TEDAŞ Ana Statüsü Madde 6, Elektrik Piyasası Kanunu geçici Madde 6/4, Elektrik Piyasası Kanunu Madde 18
- v. İlişki 5: 644 Sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname Madde 11 a, b
- vi. İlişki 6: 4628 Sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun - Madde 4 (BİMTAŞ, 2019a)

Elektrik enerjisi günümüzde insan yaşamı için hava ve sudan sonra en önemli ihtiyaç haline gelmiştir. Yaşamın her alanında kullanılan bu enerji aynı zamanda ekonominin temel girdilerinden biridir. Ülkemizde ve İstanbul özelinde bu enerjinin gelişmesi ve toplumun buna adapte olması belirli aşamalardan sonra gerçekleşebilmiştir.

İstanbul hızlı büyüyen ve mevcut yaşam alanları dahil her noktasında gelişme kaydedilen bir şehir olması sebebi ile İstanbul sorunlarına yönetim kademesi tarafından hızlı çözüm üretilmeye çalışılmaktadır. Bu hız gereksinimi de planlama, projelendirme ve uygulama aşamalarında dikkat edilememesi halinde kalıcı sorunlara neden olabilmektedir. Elektrik altyapısı, şehir için önemli olan diğer altyapı bileşenlerinin de kesintisiz hizmet sağlayabilmesi açısından farklı bir değer taşımaktadır. Elektriğin eksikliği, zincir şeklinde etki oluşturarak birçok hizmetin aksamasına ve ekonomik olumsuzluğa neden olacaktır. Elektriğin üretildiği yerden son kullanıcıya sunulduğu noktaya kadar ki süreci kapsayan tedarik zincirinde son

aşamayı elektrik dağıtım şirketleri devralmaktadır. İstanbul için bu dağıtımı yapan iki şirket bulunmaktadır.

İstanbul Avrupa Yakasındaki elektriğin kullanıcıya sunulması kısmında rol BEDAŞ'a aitken Anadolu Yakasında bu işlemi AYEDAŞ yürütmektedir.

Boğaziçi Elektrik Dağıtım AŞ (BEDAŞ); İstanbul Avrupa yakasına elektrik enerjisini sağlayan ve 2013 yılında özelleştirme süreci sonunda İstanbullulara hizmet vermeye başlamıştır. Yaklaşık 5,2 milyon abonesine senelik 27 milyar kWh elektrik dağıtım işlemini gerçekleştiren bu altyapı kurumu Türkiye'de elektrik kullanım oranı ile ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye'nin en kalabalık ilinin en fazla nüfusa sahip kıtasının elektrik ihtiyacını karşılayan BEDAŞ; bu sürecin her geçen gün daha fazla artan talep karşısında daha kaliteli, verimli ve kesintisiz devam etmesi için yatırımlarını sürdürmektedir ( [www.bedas.com.tr](http://www.bedas.com.tr) ).

İstanbul'un Anadolu yakasının enerji ihtiyacını karşılayan bir diğer altyapı kurumu olan AYEDAŞ; Asya kısmının elektrik dağıtım ve işletme faaliyetlerini sürdürmektedir. Anadolu yakasında ikamet etmekte olan yaklaşık 5,1 milyon vatandaşın enerji ihtiyacını karşılamakla birlikte 22.000 km'ye yakın dağıtım hat uzunluğu ile Türkiye'de tüketilen toplam elektrik enerjisinin %4,9'luk kısmını oluşturmaktadır. AYEDAŞ'da tıpkı BEDAŞ gibi Anadolu yakası sakinlerinin artan ihtiyaçlarına daha hızlı, güvenilir ve kaliteli cevap verebilmek için yatırımlarına devam etmektedir ( [www.ayedas.com.tr](http://www.ayedas.com.tr) ).

### **2.2.3. Doğalgaz Altyapısı –İGDAŞ**

Yer kabuğunun içerisinde birçok farklı gazın birleşiminden oluşan doğalgaz, fosil kaynaklı yanıcı bir gaz karışımıdır. İçeriğinde barındırdığı; metan, etan, propan, bütan, pentan ve heksan karışımları oransal olarak birbirlerinden farklılık göstermektedir. Doğalgazın içerisinde kabaca en önemli bileşen metan gazıdır (%70-%90). Bu bileşenlerin dışında çıkarıldığı yere göre farklılık göstermekle birlikte oransal olarak az da olsa başka bileşenlerde bulunabilmektedir. Doğalgaz kimyasal yapı bakımından diğer fosil yakıtlarına göre daha basit bir gaz karışımı olduğu için yandığı zaman açığa çıkan madde miktarı ve zararı daha azdır. Kömür, petrol vb. gibi yakıtlar yandıkları zaman çevreye çok daha fazla zarar veren maddeler açığa çıkarır. Doğalgaz ise zehirli ve aşındırıcı olmamakla birlikte kalıntı bırakmaz ve kolayca yanar. Bu durum

doğalgazın diğer fosil yakıtlara göre daha temiz ve çevre dostu bir bileşen olmasına sebep olur (www.enerji.gov.tr).

Doğalgaz eski yüzyıllarda da bilinen ve kullanılan bir enerji çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk zamanlarda doğalgazı birçok medeniyet yanan gaz veyahut kutsal ateş olarak nitelendirmiş hatta birçokları tarafından tapınılacak kutsal bir varlık etiketi atfedilmiştir. İlerleyen yüzyıllarda ise doğalgaz birçok yerleşim yerinde aydınlatma ve ısınma ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kullanılmıştır.

Üretim sektöründeki kullanımına bakacak olursak; “1815 yılında ABD’de Charleston (Batı Virginia) bölgesindeki bir tuz madeni civarında gerçekleşmiştir. İlk ticarî gaz işletmeciliği bundan beş yıl sonra, 1820’de W. Hart tarafından New York’ta yapılmıştır. Yine boru hatları ile ilk kez taşınması işlemi ise 1883 yılında ABD’de gerçekleştirilmiştir” (Doğanay vd., 2011).

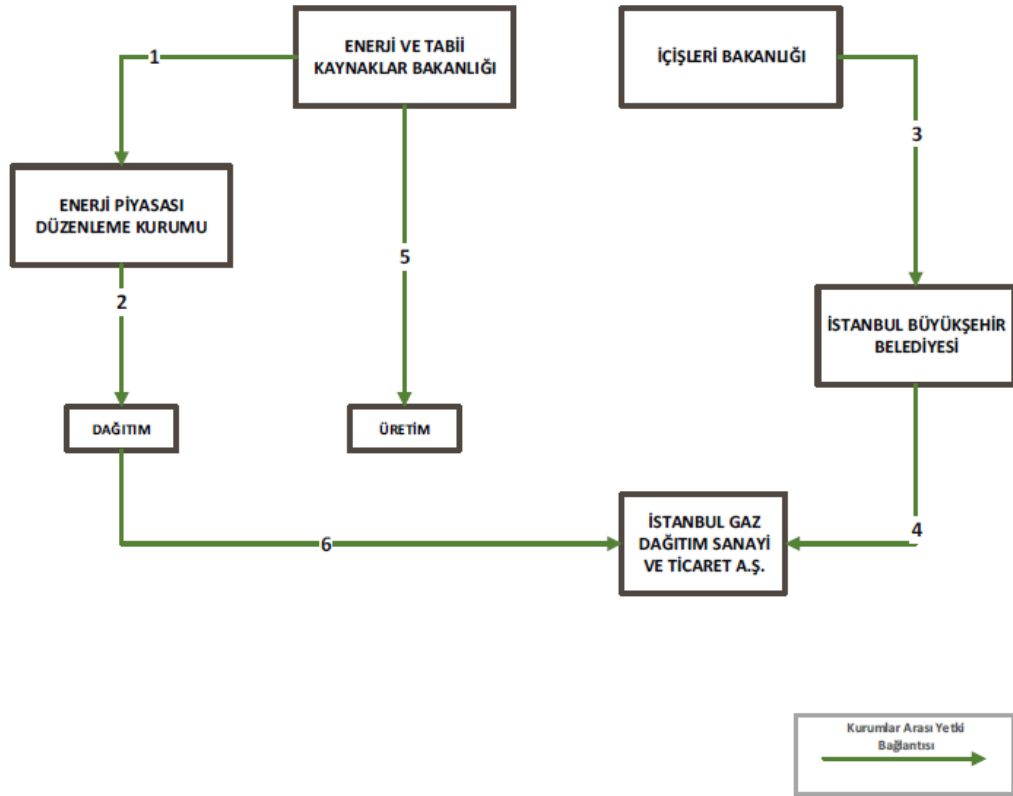
20. yüzyılın gelişi ile beraber şehirlerde fosil kaynaklı yakıt tüketimine alternatif olarak ortaya çıkmış olan doğalgaz; günümüzde kentsel yaşamda sanayiden konuta kadar birçok alanda hizmet karşımıza çıkmaktadır. Doğalgazın diğer yakıtlara göre daha fazla tercih edilmesinin sebebi daha önce de bahsedildiği gibi işlem sonucu ortaya çıkardığı zararlı bileşenlerin az olması, çevre dostu bir yakıt olması ve alternatif kullanım alanlarının olması sayılabilir.

**Tablo 2.3: Doğalgaz Altyapısı Yönetimi Rol ve Sorumluluklar Matrisi**

Kurumlar/Roller	Kural Koyucu	İzin Mercii	Düzenleyici	Denetleyici	Varlık Sahibi	İşletici
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı						
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı						
İçişleri Bakanlığı						
Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı						
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı						
Tarım ve Orman Bakanlığı						
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı						
Strateji ve Bütçe Başkanlığı						
Hazine ve Maliye Bakanlığı						
İBB						
EPDK						
İGDAŞ						

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019d

Doğalgaz altyapı sisteminin yönetiminde yer alan paydaşlar arasında Bakanlıklardan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Hazine ve Maliye Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı; Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı; Yerel Yönetimlerden İBB, İGDAŞ, İlçe Belediyeleri; Kamu Kurum ve Kuruluşlarından EPDK yer almaktadır. Bu paydaşlar içerisinde İstanbul doğalgaz altyapısının yönetiminde rol ve sorumlulukları olan paydaşlar ve sorumluluk alanları Tablo 2.3'teki matriste belirtilmiştir.



**Şekil 2.7: Doğalgaz Altyapısı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019d

Doğalgaz altyapısı yönetiminde rol ve sorumluluk sahibi olan paydaşların birbirleriyle olan ilişkileri ise şekil 2.7’deki şema ile gösterilmiştir. Doğalgaz altyapı sisteminin rol ve sorumluluk yapısında kurumların birbirleri ile olan ilişkilerine yönelik dayanaklar aşağıda liste halinde verilmiştir.

- i. İlişki 1: 4628 Sayılı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun - Madde 4
- ii. İlişki 2: 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu - Madde 4
- iii. İlişki 3: 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu - Madde 8
- iv. İlişki 4: 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu Madde 8
- v. İlişki 5: 4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu - Madde 4
- vi. İlişki 6: Doğal Gaz Piyasası Lisans Yönetmeliği - Madde 6/Madde 7

Ülkemizde birçok yeraltı kaynağı gibi doğalgaz ve petrol kullanımı da nüfus artışına paralel olarak artmıştır. Artan bu ihtiyaca binaen bu kaynağın daha doğru kullanımı ve daha sağlıklı alanlarda depolanması gerekliliği bir kez daha gündeme gelmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda çevre dostu bu kaynak stratejik ve ekonomik birçok sebepten ötürü yeraltı boşluklarında depolanmaktadır. Olası bir hammadde temininde oluşabilecek risk faktörlerini ortadan kaldırmak ya da minimum düzeyde tutmak için depolanma alanları bu kaynaklar için yeraltı olarak tercih edilmiştir (BİMTAŞ, 2021a).

Türkiye’de de gün geçtikçe daha fazla tercih edilen doğalgazın ülke genelinde dağıtımını yapan toplamda 11 merkez bulunmaktadır. İstanbul’da bu işlemi yürüten merkez; 25 Aralık 1986 tarihinde İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İETT ve bazı işbirlikçilerin katılımıyla kurulan İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İGDAŞ)’dir. İstanbul’u kirli havadan kurtarmak amacıyla kurulan İGDAŞ, şehrin yakıt ihtiyacını, çevre ve insan sağlığına en uygun ve en ekonomik enerji kaynağı olan doğal gaz ile karşılamaya başladı ([www.igdas.istanbul](http://www.igdas.istanbul)).

#### **2.2.4 Telekomünikasyon ve Haberleşme Altyapısı – Telekomünikasyon Şirketleri**

Bilgi alışverişi amacıyla birden fazla kişinin teknolojik gelişmeler ışığında üretilen yöntemlerle gerçekleştirdiği tüm iş ve işlemlere telekomünikasyon denilmektedir. Bu bilgi alışverişi esnasında bilgiler fiziksel veya elektromanyetik dalgaların bir formu olarak iletilir.

Telekomünikasyon hizmetleri şehirlerde ilk olarak telefon ve telgraf olarak ortaya çıkarken sanayileşmenin artması ve teknolojik faaliyetlerin gelişmesiyle kentlerin daha fazla ihtiyaç duyduğu bir hizmet olmuştur. Zaman içerisinde kentlerde teknolojinin ilerlemesi ve olanakların gelişmesiyle birlikte telekomünikasyon sistemi gelişme göstermiş ve şehir teknik altyapısının en önemli elemanlarından biri olmuştur. Kentsel yerleşmelerdeki telekomünikasyon faaliyetleri diğer teknik altyapı hizmetlerinden farklı olarak şehrin ve şehirde yaşayan insanların yaşam koşullarının ve kalitesinin yükseltme görevini üstlenmiştir (Erdin, 2009).

Telekomünikasyon altyapı sistemleri için doğrudan ilişkili olan bakanlıklar ve kurumlar altyapı yönetiminde rol ve sorumluluklar matrisinde verilmiştir. Doğrudan

ilişkili olmayıp düzenleme, denetim ve izin konularında rol ve sorumluluğu olan bazı bakanlıklar bulunmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan Kalkınma Planlarında altyapıya yönelik hususlara da yer verilmekte olup yapılan çalışmalarda bu ve benzeri üst politika belgelerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Demiryolları ya da karayollarında yapılacak altyapı kazı çalışmalarında, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı olan TCDD ve KGM'den gerekli izinlerin alınması, aynı şekilde Tarım ve Orman Bakanlığı'nın sorumluluk sınırlarında olan alanlarda yapılacak çalışmalarda da Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan izin alınması gerekmektedir. Hazine ve Maliye Bakanlığı'nın altyapı faaliyetleri için gerekli kamulaştırma işlemleri, irtifak hakkı verilmesi konularında ve vergi istisnaları husunda rol ve sorumluluğu bulunmaktadır. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın ilgili kuruluşu olan MYK tarafından onaylanan Ulusal Meslek Standartlarında yer alan hususlara uyulması gerekmektedir. MYK'nın yayınladığı Ulusal Meslek Standartları'na, personel belgelendirmeleri bölümünde yer verilmiştir.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın ilgili kurumu olan TSE tarafından kabul edilen ya da hazırlanan standartlar da TS Standartları bölümünde yer almaktadır (BİMTAŞ, 2019c).

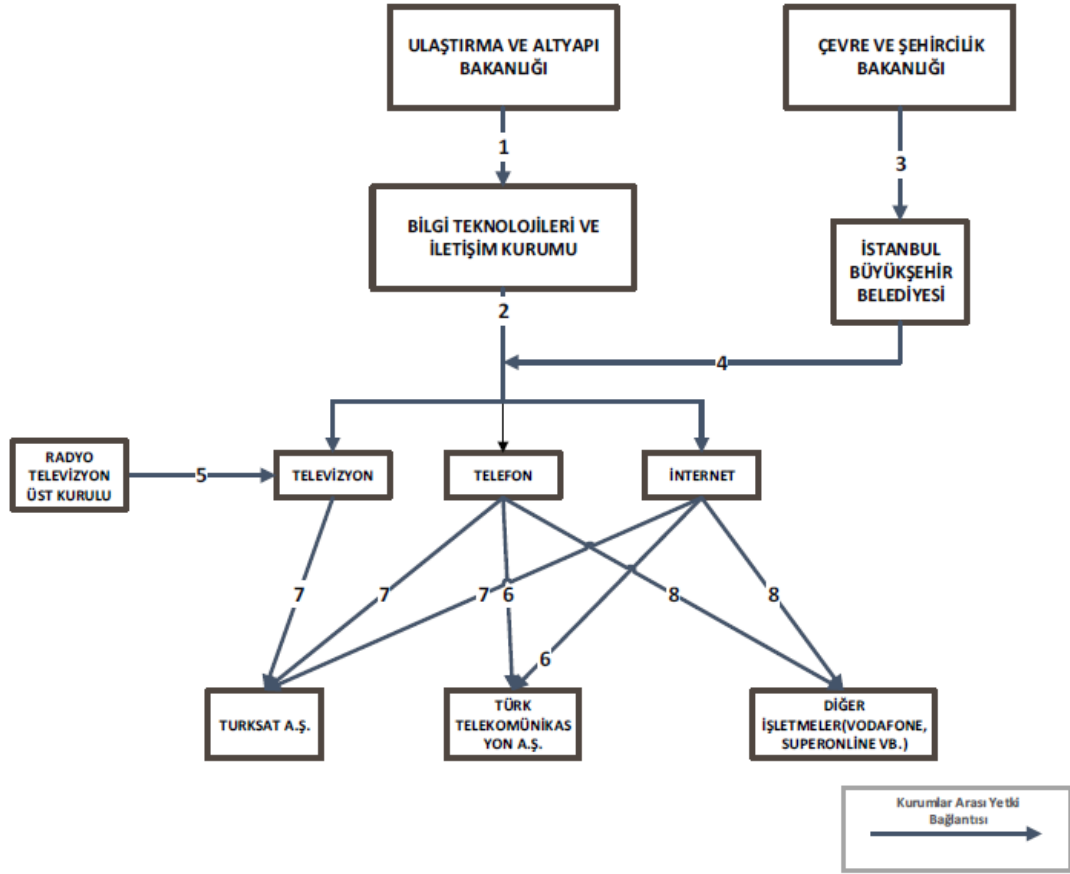
**Tablo 2.4: Telekomünikasyon Yönetimi Rol ve Sorumluluklar Matrisi**

Kurumlar/Roller	Kural Koyucu	İzin Mercii	Düzenleyici	Denetleyici	Varlık Sahibi	İşletici
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	■					
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	■	■				
İçişleri Bakanlığı			■			
Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı			■	■		
Tarım ve Orman Bakanlığı		■				
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı			■			
Strateji ve Bütçe Başkanlığı			■			
Hazine ve Maliye Bakanlığı			■			
İstanbul Büyükşehir Belediyesi		■				
BTK		■	■	■		
RTÜK			■	■		
Türk Telekomünikasyon A.Ş.						■
TÜRKSAT A.Ş.						■
Diğer İşletmeler (Vodafone, Superonline vb.)						■

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019c

Telekomünikasyon altyapı sisteminin yönetiminde yer alan paydaşlar arasında Bakanlıklardan Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Hazine ve Maliye Bakanlığı; Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı; Yerel Yönetimlerden İBB, İlçe Belediyeleri; Kamu Kurum ve Kuruluşlarından BTK, RTÜK, TÜRKSAT A.Ş.; Özel Şirketlerden Türk Telekomünikasyon A.Ş., Vodafone, Superonline vb. yer almaktadır.

Bu paydaşlar içerisinde İstanbul'un telekomünikasyon altyapısının yönetiminde rol ve sorumlulukları olan paydaşlar ve sorumluluk alanları Tablo 2.4'teki matriste belirtilmiştir.



**Şekil 2.8: Telekomünikasyon Altyapısı Sistemi Rol ve Sorumluluk Yapısı**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019c

Telekomünikasyon altyapısı yönetiminde rol ve sorumluluk sahibi olan paydaşların birbirleriyle olan ilişkileri ise şekil 2.8'teki şema ile gösterilmiştir. Telekomünikasyon altyapı sisteminin rol ve sorumluluk yapısında kurumların birbirleri ile olan ilişkilerine yönelik dayanaklar aşağıda liste halinde verilmiştir.

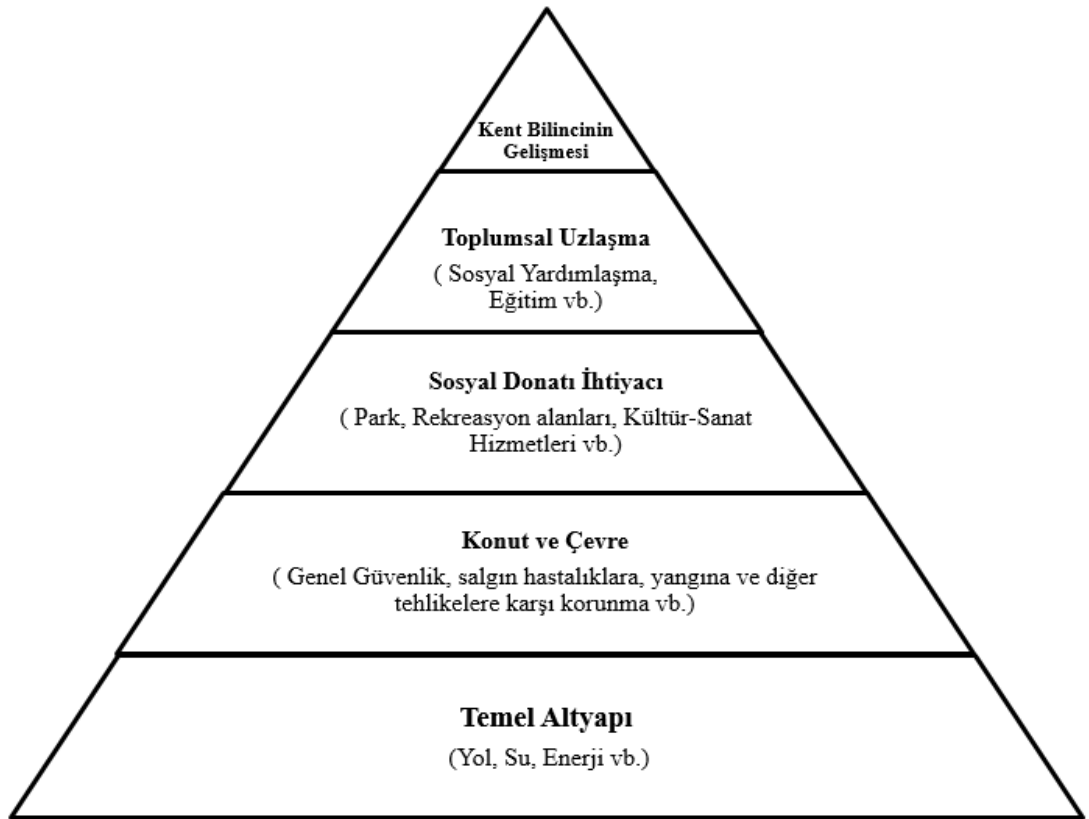
- i. İlişki 1: 655 Sayılı Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname Madde 2
- ii. İlişki 2: 2813 Sayılı Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumunun Kuruluşuna İlişkin Kanun Madde 4
- iii. İlişki 3: 644 Sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname Madde 11
- iv. İlişki 4: 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu Madde 8
- v. İlişki 5: 6112 Sayılı Radyo Ve Televizyonların Kuruluş Ve Yayın Hizmetleri Hakkında Kanun Madde 34
- vi. İlişki 6: 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu Madde 1

- vii. İlişki 7: 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu Madde Ek Madde 33
- viii. İlişki 8: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Elektronik Haberleşme Sektörüne İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği Madde 7 (BİMTAŞ, 2019c)

### 2.3 Kentsel Altyapı Tesisleri Ve Planlama

Şehirlerin adeta hayat damarları olarak nitelendirebileceğimiz altyapı elemanları; önceleri birkaç teknik altyapıdan oluşuyorken teknolojinin gün geçtikçe insan yaşamını daha etkin, kolay, sağlıklı ve rahat olmasını hedeflemesinden hareketle gelişmiş ve nitelikleri de bu ölçüde artmıştır (Karataş ve Demir, 2005).

Kentsel ve kırsal alanlarda önceleri teknik altyapı tesisleri olarak adlandırılan; elektrik, telefon, içme suyu ve atık su, doğalgaz, haberleşme vb. olarak tanımlanan altyapı elemanlarının nitelik ve nicelikleri artan ihtiyaca binaen günümüzün sorunlarını çözüme kavuşturacak şekilde düzenlenmiş ve sistemleştirilmiştir.



**Şekil 2.9: Kentsel Gereksinim Piramidi**

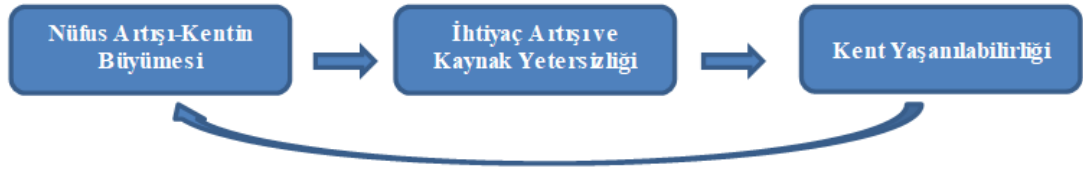
**Kaynak:** İBB, 2019a

Altyapı kentsel gelişmenin hem bir sonucu hem de bir sebebidir ([www.ayop.info](http://www.ayop.info)). Buradan hareketle, altyapının kalitesi ve niteliği doğrudan o kentte yaşayanların hayat kalitesini ve ekonomik aktivitelerin devamlılığının etkilemektedir. Şekil 2.9'daki Kentsel Gereksinim Piramidi'nden de yola çıkacak olursak; altyapı kalitesinin etkisini kentin gelişmişliği ile sınırlandırmak doğru olmamakla birlikte bir milletin ekonomik gelişmişliği ve refah seviyesinin de altyapı kalitesiyle doğru orantılı olduğunu söylemek pek tabii isabetli olacaktır. Kentsel gereksinimde piramidin tabanını temel altyapı oluşturmaktadır. Altyapı sistemi oluşmamış bir kentin konut ve çevre kalitesi istenilen düzeyde olmayacak akabinde yaşam alanlarının sosyal donatı ihtiyacı tamamlanamazken toplumsal uzlaşma (sosyal yardımlaşma, eğitim) da eksik kalacaktır.

Altyapının doğru tanımlanması, imal edilmesi ve deplase edilmesi altyapı planlamasının temelini oluşturmaktadır. Kentlerin imar edilmesi ve planlanması aşamalarında altyapı ve üst yapıyı birbirinden ayrı düşünmek yerine birbiriyle koordineli ve bütünleşmiş bir sistem oldukları gerçeğinin göz önüne alınması gerekmektedir. Planlaması yapılan bir yerleşim alanının ön görülenin çok üstünde bir nüfusla karşılaşması durumunda altyapının yetersizliği bir noktadan sonra geri dönülmez sorunlarla karşı karşıya kalmamıza sebep olmaktadır.

Bir başka ifadeyle; “Kentsel teknik altyapı; bir yerleşmenin iskâna açılabilmesi ve iskân sonrasında, sağlıklı ve güvenli bir yaşam alanı sağlanabilmesi için gerekli tüm iletim kanalları ve bunlara ilişkin tesisler olarak tanımlanabilmektedir” (Erdin, 2001).

Kentsel teknik altyapı tesislerini oluşturan; içme suyu, atık su, elektrik, havagazı, doğalgaz, telekomünikasyon, merkezi ısıtma, hafif raylı toplu taşıma ve metro projeleri, termal ısınma ve enerji besleme projeleri vb. tesislerin fiziksel planlamaları yapılırken olası ihtimaller göz önüne alınarak gerçekçi veriler ışığında imalat ömrü süresince yeterli olacak kapasitede projelendirilip hayata geçirilmesi gerekmektedir (İSBAK, 2017).



### Şekil 2.10: Altyapı İhtiyacı / Kent Gelişimi

**Kaynak:** İBB Arşivi, 2019a

Yapılacak bu planlamalara yön veren en önemli parametreler; gelecekteki nüfus tahminleri, sosyal gelişme, sanayileşme hareketleri, iç-dış göç kapasitesi, sosyal donatı alanları, olası gerçekleşebilecek doğal afetler vb. olmakla birlikte bu çalışmanın başarılı olması bahsedilen bu parametrelerin doğru analizi ile mümkün olabilir (Şekil 2.10).

Kentsel altyapı tesisleri bütünü oluşturan altyapı elemanlarının büyük bir bölümünü oluşturması ve bu bağlamda ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının farklı paydaşlarla, meslek adamlarıyla ve vatandaşlarla entegreli çalışmalar yapması birçok noktada koordinasyon eksikliklerini gündeme getirmiştir. Bu tesisleri kapsamlı olarak ele alan mekânsal kararlar oluşturulurken altlık olarak şehir planları ve yasal düzenlemeler hazırlanmıştır. Bu sayede altyapı, üstyapıyla entegre olmuş ve üstyapının oluşumu, devamlılığı ve gelişimi için altyapı bir ön koşul olarak aranmıştır.

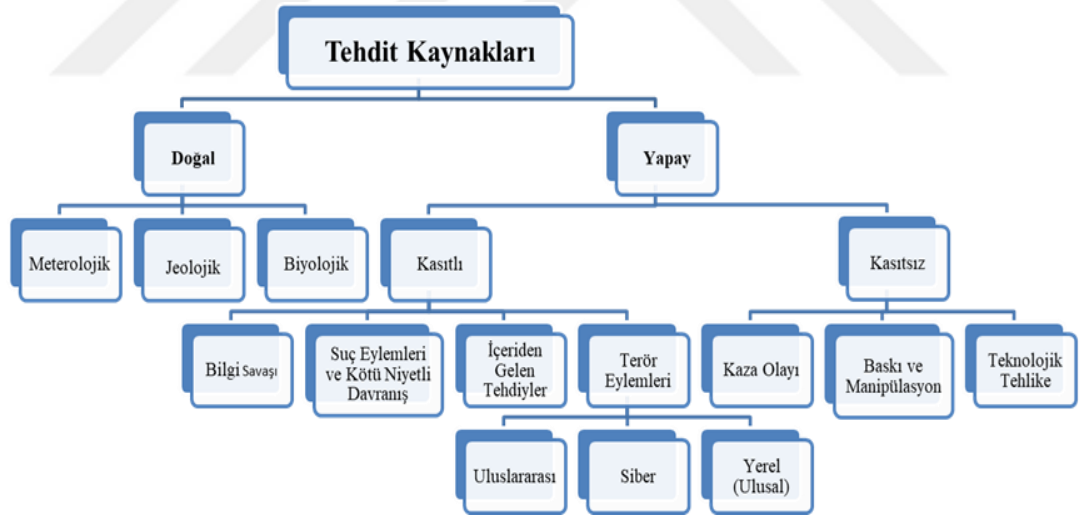
Günümüzde bu bağlamda teknik altyapı sistemlerinin plan ve uygulama aşamalarında imar planları ve bu planların esas alındığı kurgular dikkate alınmaktadır. Kentsel yapılaşma ve gelişmeyi düzenleyen 3194 sayılı imar kanununun 23. Maddesi bu kapsamda;

- İmar planında yerleşim yeri olarak belirlenmiş alanlarda yapı izni verilebilmesi için; ilgili plan esas ve yönetmeliklerine uygun parselasyon iş ve işlemlerinin belediye encümeni veya il idare kurullarınca onaylanması, ilgili plan ve yapının bulunacağı konumun koşulları dikkate alınarak içme suyu ve atık su altyapısının olmasının gerekliliğinden bahsedilerek kentsel teknik altyapıyı sağlıklı bir kentleşmenin sağlanabilmesi adına bir arazi üzerine yerleşebilmenin ön koşulu olarak göstermiştir.

Sağlıklı ve güvenilir bir teknik altyapı kurgusu yalnızca mühendislik uygulamaları ışığında planlanamaz. Bu kurgu öncelikle planlama, ekonomi ve yönetim uygulamaları altında değerlendirilmeli ve mühendislik uygulamalarıyla harmanlanmalıdır. Çünkü kentsel teknik altyapı hizmetlerinin kentlerde işlevlerini eksiksiz ve güvenli bir şekilde sağlayabilmesi için belirttiğimiz bu disiplinlerin eşgüdümlü olarak birbiriyle çalışması, hazırlanması ve ortaya konulması gerekmektedir (Sancar vd., 2014).

### 2.3.1. Altyapı Güvenliği

Kentsel altyapı tesisleri yaşam alanlarının adeta kan damarlarını oluşturan ve genellikle yerin altına döşenmiş sistemlerdir. Bu sistemler; doğal yollarla veya insan eliyle ortaya çıkabilecek bir takım tehditlerle karşılaşabilmektedir. Bu tehditlere karşı kentsel altyapı tesislerinin deplasmanında ve sonrasında verilerin konumsal doğruluklarının yüksek olması bazı olası kaos durumlarında altyapının olumsuz anlamda etkilenmesini en aza indirecektir (AFAD, 2014a).



**Şekil 2.11: Altyapı Tehdit Kaynakları**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2019e

Şekil 2.11’de de gösterildiği üzere, kentsel altyapıda tehdit kaynakları temel olarak iki kısma ayrılır. Bunlar Doğal ve İnsan Kaynaklı tehditlerdir. Doğal Tehditler; meteorolojik, jeolojik ve biyolojik olmak üzere 3 ana başlık altında toplanırken, İnsan Kaynaklı Tehditler; Kasıtlı ve Kasıtsız olarak ikiye ayrılır. Kasıtlı tehditler; Bilgi

Savaşı, Suç Eylemleri ve Kötü Niyetli Davranış, İçeriden gelen Tehditler ve Terörist Eylemler ( Uluslararası, Siber, Yerel ) olurken, Kasıtsız Tehditler ise; Kaza Olayı, Baskı ve Manipülasyon ve Teknolojik Tehlikelerdir (BİMTAŞ, 2019e).

Altyapı güvenliği öncelikle tesislerin imalatları esnasından itibaren belirli kriterlere bağlı kalınmasıyla başlayıp, mevcut demografik yapı ve jeolojik faktörler göz önüne alınarak yapılacak çalışmaların bütünü kapsar. Güvenli altyapı demek olası güvenlik tehditleriyle karşılaşıldığında kentlerin bu süreci kolay atlattırmasına ve kentte yaşayan insanların yaşam kalitesini stabil seviyelerde tutarak normal yaşantılarına geçişlerini kolaylaştırmayı amaçlar. Bu da kent planlaması ve teknik altyapı tesislerinin imalatlarının düzenlenmesi aşamalarından başlamak kaydıyla belirli periyotlarda altyapı güvenliği ile ilgili revize çalışmaların yapılmasıyla mümkün olacaktır.

Teknolojinin gelişmesi, hızlı nüfus artışı, çevre kirliliği, çarpık ve plansız kentleşmeye bağlı olarak teknolojik afetlerin sayısı dünyada ve Türkiye’de her geçen gün artış göstermeye devam etmektedir. Afetler sonrası kentsel altyapı diğer birçok alanın işleyişinin devam etmesi açısından önem arz etmektedir. Örneğin; olası bir afette müdahale noktasına gidilmesi esnasında patlayan doğalgaz boruları, içme suyu ve atık su sistem arızaları yardımların ulaşmasına engel olmakla birlikte daha fazla can ve mal kaybına sebep olabilmektedir.

Bu bilgilerden hareketle; deplase edilmesi esnasında belirli parametrelere bağlı kalınmaksızın altyapı elemanları konumlandırılmış ve imal edilmiş ise; deprem, sel, yangın, heyelan vb. doğal ve yapay afet durumlarında mağduriyetler azımsanmayacak derecede fazla olacaktır. Aynı zamanda bir altyapı elemanın kontrolsüz deplasesi güvenli ve doğru imal edilen diğer altyapının da zarar görmesine buna istinaden altyapı kaosu adını verdiğimiz olayın oluşmasına sebep olabilir.

Güvenli bir altyapı sistemi için tek bir teknik altyapı elemanının değil bütün altyapı elemanlarının güvenli, kaliteli ve konumsal doğruluğu yüksek olmalıdır (AFAD, 2014a).

Altyapı güvenliğinden bahsederken kritik altyapı kavramının da tanımını yapmak uygun olacaktır. “Kritik altyapı” kavramı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) ‘ın kritik altyapıların korunması ile ilgili hazırladığı raporunda; bulunduğu ortamda yaşayan tüm canlıların yaşamını işlevselliğinin bozulması veya tamamen

bitmesi ile olumsuz etkileyen ülke ekonomisi üzerinde de büyük etkilere sahip olan sistemsel bir ağ olarak tanımlanmıştır (AFAD, 2014b).

Her ülkenin kritik altyapı elemanları farkı tanımlanmıştır. Bunun sebebi ülkelerin coğrafi konumu, ekonomik gücü, mevcut durumu, tehdit unsurları gibi birçok parametreye olabilmektedir. Bu değişkenler diğer altyapılara kıyasla daha fazla önem arz eden başka altyapıların oluşmasına sebep olmaktadır.

Ülkemiz için belirlenen kritik altyapılar; ulaşım, haberleşme, finans, su yönetimi ve kamu hizmetleridir. Ülkemiz ve dünya genelinde kritik altyapı güvenliğinin önemi özellikle dünyada ses getiren spesifik birkaç terör olayıyla bir kez daha gündeme gelmiştir. Örneğin; Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşanan 11 Eylül saldırıları ve Katrina Kasırgası, 2004 yılında İspanya'da 2006'da İngiltere'de yaşanan terör saldırıları daha sonraki yıllarda Estonya ve Gürcistan'da yaşanan siber saldırılar ülkelerin kritik altyapı güvenliğinin korunması adına ülkelerin önemli adımlar atmaları gerektiği gerçeğiyle bir kez daha yüzleştirmiştir. Kritik altyapıların korunması ulusal bir konu olmaktan çıkmakta birlikte uluslararası gerçekleştirilecek bir çalışmayla sağlanmalıdır. Türkiye gibi jeostratejik öneme sahip olan bir ülkenin kritik altyapılarından bir veya bir kaçının zarar görmesi akabinde işlevsiz kalması sadece ilgili ülkeyi değil bağımlı olan ülkelerinde kaosa girmesine neden olacaktır.

### **1.3.2. Altyapı Ve Deprem İlişkisi**

Yer altında bulunan ve fay hattı dediğimiz kırıklarda belirli oranda ve zaman içerisinde enerji birikimi meydana gelmektedir. Biriken bu enerjinin itici bir takım güçlerinde etkisiyle aniden boşalması olayına deprem denilmektedir. Teknik altyapının doğal ve yapay birçok tehditle karşı karşıya kaldığından bir önceki bölümde bahsedilmiştir. Deprem faktörü bu tehditlerin doğal olan kısmında karşımıza çıkmakla birlikte deprem hasarı kavramı genellikle binada oluşan yıkıcı güç olarak algılanmaktadır. Bunun sebebi olası bir afet durumunda insan hayatıyla doğrudan üst yapı hasarının ilişkili olmasıdır. Oysaki bir kenttin refah ve gelişmişlik düzeyi en çokta o bölgedeki altyapının kalitesi ve güvenliği ile ölçülmektedir. Gerçekleşebilecek olası bir deprem durumunda insan yaşamını direk etkilemese bile sonrasında hayatın devamlılığı, kalitesi ve güvenliği için teknik altyapının durumu önem arz etmektedir. Depremler sonrası patlayan doğalgaz boruları, elektrik kaçakları, patlayan su borularından

kaynaklı su baskınları afet sonrası can kayıplarına neden olmaktadır (Ünen ve Şahin, 2011).

Özellikle son yıllarda ülkemizde ve dünyada artan deprem felaketlerinin etkisiyle altyapı sistemlerinde gerçekleşen hasarlar ve buna mukabil gerçekleşen mali kayıplar depremlerden teknik altyapı sistemlerinin olumsuz etkilenmesini en aza indirmek için deprem öncesi daha aktif çalışmalar yapılması gerektiği gerçeğini bir kez daha gözler önüne sermiştir.

Dünyada da günümüze kadar birçok doğal afet gerçekleşmiş olup her biri pek çok teknik altyapı elemanına zarar vermiştir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990'lı yıllarda meydana gelen depremlerde köprü ve köprüyollar da dâhil olmak üzere birçok ulaşım hattı ciddi hasara maruz kalmıştır. Bölgede bu hasara maruz kalan altyapı elemanlarından doğalgaz hatları yangınların çıkmasına sebep olurken su şebekelerinde meydana gelen kesintilerde yangının söndürülmesini geciktirmiş ve zararın artmasına sebep olmuştur. Ayrıca telekomünikasyon altyapısı ciddi zarara uğramış bölgedeki vatandaşlar yakınları ile haberleşememiş kent geneline yaşanan elektrik kesintileri sebebiyle de uzun süre enerji verilememiştir. Marmara denizinde meydana gelen 1999 depreminde de benzer durumlarla karşılaşmıştır. Deprem sonrası elektrik, su, haberleşme ve ulaşım kanalları ağır hasar alarak neredeyse kullanılamaz hale gelmiştir (Erdik, 2000).

Teknolojik gelişmelerin o dönem yeterince gelişmemiş olmasının da verdiği etkiyle altyapı elemanları ile ilgili tüm işlemlerin belirli bir sayısal ortamda değil de genelde manuel olarak yapılması olası bir afet anında alınacak aksiyonların önüne geçmiştir. Dünyada ve ülkemizde görülen bu örneklerin yaşanmasını önlemek adına altyapının konumsal doğruluğunu bilmek ve bu bağlamda işlem yapmak gerekmektedir. Yapılması gereken bu çalışmalar teknik altyapıda oluşacak hasarı sifıra indirgemese bile minimum seviyede tutabileceği veya deprem sonrası altyapı fonksiyonlarının eski haline gelme süresini kısaltabileceği düşünülmektedir. Burada yapılması gereken en önemli hamle teknik altyapı kavramını tek tek ele almak yerine sistemi bir bütün olarak düşünüp birbiriyle olan koordinasyonunu göz önüne alarak çalışmaları yapmaktır.

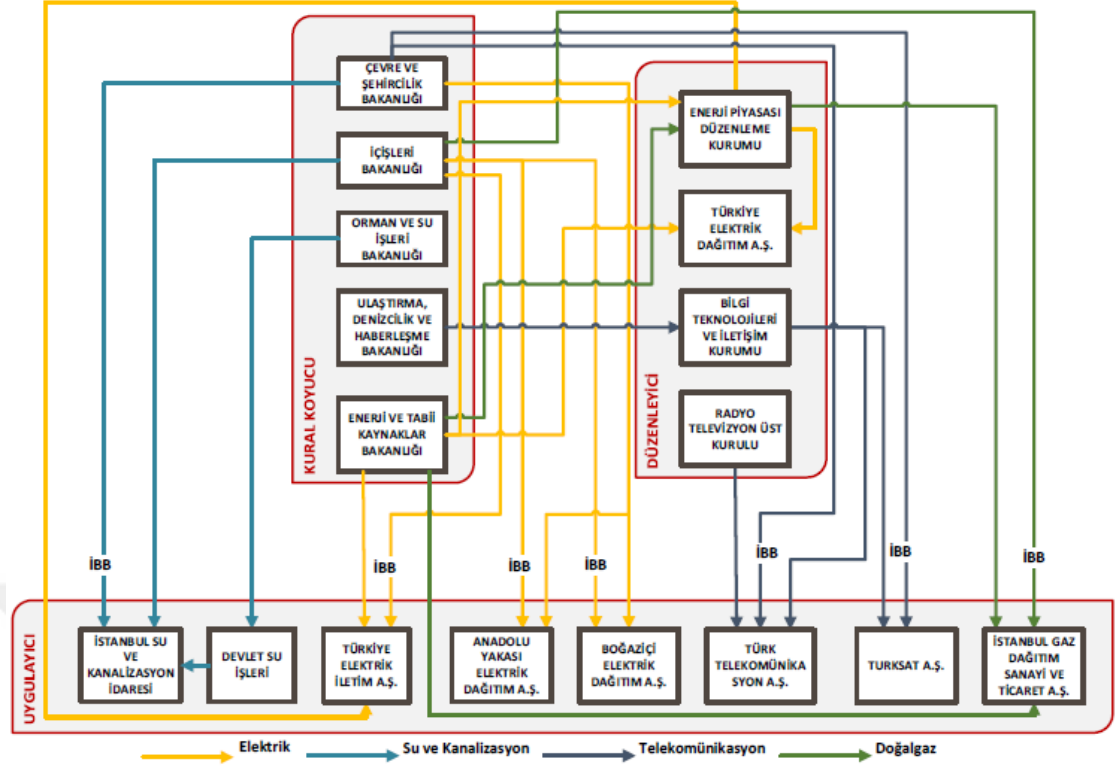
## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ALTYAPI KURUM VE KURULUŞLARININ KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Altyapı kurum ve kuruluşlarının birbirleri ile sürekli bir iletişim halinde olması koordinasyon konusunun bu noktada önemini göstermektedir. Buradan hareketle daha verimli iş ve işlemlerin oluşması açısından bu bütünleşmenin detaylı analiz edilerek gerçekleştirilmesi gerekmekte olup İstanbul il sınırları içerisindeki bu sorumluluk AYKOME (Altyapı Koordinasyon Merkezi) tarafından gerçekleştirilmektedir.

Teknik altyapı kavramını içerisine alan tüm elektrik, su, doğalgaz, telekomünikasyon vb. işlemler ile ilgili gerekli altyapı kazı izinleri, ilgili yatırımcı kurumların birbirleri ile olan koordinasyonlarının sağlanması, İstanbul geneli tüm kamu kurum ve kuruluşları ile özel kuruluşlar tarafından büyükşehir içinde yapılacak altyapı çalışmalarını ortak yatırım programına alınması, ruhsatsız kazı çalışmalarının yapılmasının önlenmesi, mükerrer iş ve işlemlerin önlenmesi, üst yapıda oluşabilecek tahribatların önlenmesi, muhtelif kazılar neticesinde ortaya çıkabilecek zaman ve mali kayıpların önlenmesi vb. birçok çalışmanın yürütüldüğü tek kol AYKOME'dir (İBB, 2019a).

AYKOME'nin yasal dayanağını; 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununun 8. Maddesi ve bu maddeye istinaden hazırlanmış olan Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği oluşturmaktadır. AYKOME İstanbul Geneli sürdürdüğü bu koordinasyon faaliyetlerini daha sağlıklı ve uyum içerisinde yönetebilmek için bazı durumlarda Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME) ile birlikte çalışmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME) altyapı kazı çalışmalarında trafik sirkülasyonunun sağlanmasına yönelik gerekli izinleri vermektedir (İBB, 2019a).



**Şekil 3.1: AYKOME Paydaş Koordinasyonu**

**Kaynak:** BİMTAŞ, 2021a

Şekil 3.1’de gösterilen şemada İstanbul Büyükşehir Belediyesi AYKOME’nin görev ve sorumluluklarını icra ederken iletişimde olduğu ve altyapısal koordinasyonu sağladığı kurum ve kuruluşlar gösterilmektedir.

AYKOME’nin görev ve yetkileri yasal dayanağını da aldığı Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği 12. maddesinde açıkça tanımlanmış olup kısaca şöyle denilmektedir;

- i. Belediye başkanı veya genel sekreter yardımcısının talimatları doğrultusunda toplantıda konuşulacak gündem maddelerini belirler, gerekirse yatırımcı diğer altyapı kamu kurum ve kuruluşlarından gündem maddeleri talep eder, toplantıya refakat eden üyelerin imzalarının bulunduğu toplantı tutanaklarını hazırlar düzenler, toplantı sonunda alınan kararları hazırlayıp ilgili makamlara gönderir.
- ii. AYKOME toplantısında imza yetkisi olan altyapı kamu kurum ve kuruluşları arasında koordinasyonu sağlayarak ilgili kurumların taslak olarak gönderdiği yatırım programlarını AYKOME’nin onayına sunar.

- iii. İlgili altyapı kurum ve kuruluşlarının aynı bölgede aynı zaman içerisinde yapmayı planladığı yatırımları ortak bir programda birleştirerek toplantı gündemine getirir ve onaya sunar. Diğer ortak programa dahil olmayan yatırımların da altyapı yatırımları için belirlenen program dahilinde ruhsatlanmasını teklif eder. Kaçak(ruhsatsız) kazı yapılmasını önler. Aksi durumda gerekli idari cezaların uygulanmasını sağlar.
- iv. Ortak program dahilinde gerçekleştirilmesi planlanan altyapı yatırımlarının inşaat tipini belirleyerek projesini hazırlar ve gerekli ihale işlemlerini gerçekleştirir. İhale olması durumunda ihale komisyonunu oluşturup gerekli tüm iş ve işlemleri sağlar.
- v. Ortak yatırım programına alınmayan diğer yatırımların AYKOME programına uygunluğunu denetler. Ve aynı zamanda olası doğal afet ve güvenlik durumlarında yani önceden belirlenmesi mümkün olmayan zorunlu haller durumunda altyapı kazı ruhsatı verilmesini sağlar.

(T.C Resmi Gazete, 15 Haziran 2006, sayı: 26199 )

AYKOME şekil 3.1’de gösterilen kurum ve kuruluşlar arasında ortak yatırım programı oluşturup mükerrer kazıların oluşmasını ve kamu kaynaklarının gereksiz yere kullanımından doğan mali kayıpları en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu konu ile ilgili yönetmeliğin 13. Maddesinde;

MADDE 13 – (1) AYKOME’nin görev konuları ile ilgili olarak;

- i. Ortak yatırım programını oluşturmak için AYKOME altyapı ile ilgili yatırım yapan tüm kuruluşlara bildirim göndererek Eylül ayı sonuna kadar sonraki yılın yatırımlarının kendilerine bildirilmesini talep eder. Yatırımların; ön görülen başlangıç ve bitiş süreleri, kazı güzergâhının neresi olduğu ve metraj bilgisi, işin önem ve gereği, işlem yapılacak alanın yol kaplama cinsi ve diğer birkaç parametre dikkate alınarak program onayı toplantı gündemine alınır.
- ii. Birden fazla altyapı kurumunun aynı noktada yatırım yapacağı durumlarda ortak programa alınan altyapı yatırımları teknik herhangi bir olumsuzluk yok ise aynı tranşe içinde yapılması akabinde ilk keşif ihale dosyasının hazırlanması kurumlar başına düşen miktarın belirlenerek ortak ruhsat verilmesi gibi hususları belirleyerek toplantı

gündemine alır. Ortak yatırıma girmeyen durumlarda ise ilgili altyapı kurumu iş ve işlemlerini ruhsata uygun olarak kendisi yapar. (Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği)

- iii. Yani altyapı imalatı yapan kurum ve kuruluşlar en geç eylül ayı sonuna kadar müteakip yıl yapacakları yatırımları sistemlere işlemek durumundadır. Böylece ortak programa alınan yatırımlar düzenlenmiş olacak ve kurumlarda yatırım yapacakları bölgede başka hangi kurumun imalatlarının olduğu bilgisine bu durumda sahip olmuş olacaktır. Yönetmelikle desteklenen bu durum yasal olarak her ne kadar kesin ve uygulanabilir görünse de realitede durum aksinedir. Altyapı kurum ve kuruluşlarının neredeyse tamamına yakınının bütçelerini sene sonu oluşturmaları ve bundan kaynaklı müteakip yıl yatırımlarını tahmin etmekte zorlanmaları yatırım planlarını sisteme girmelerini zorlaştırmakla birlikte AYKOME'nin de bu durumda ortak program oluşturmasının önüne geçilmektedir.

### **3.1. Altyapı Kazı İşlemleri - Sistem Süreçleri**

İstanbul il sınırları içerisinde yapılması planlanan tüm altyapı çalışmaları belirli işlem aşamalarından geçerek neticelendirilmektedir. Çalışma alanının konumuna göre yetkilendirilmenin değiştiği bu süreç içerisinde ana arter kısımları için İstanbul Büyükşehir Belediyesi sorumlu iken ara sokak kısmında kalan çalışmalar ise ilçe belediyelerince değerlendirilmektedir. Bir sonraki kısımda gerçekleşen iş ve işlemlerin sistematik incelemesi yapılmıştır.

#### **3.1.1 Altyapı Bilgi Sistemi (AYBİS) ve Veri İşleme Algoritması**

Altyapı yatırımı yapacak gerçek veya tüzel kişiler gerekli imalatları yapmadan önce altyapı kazısı yapmak için altyapı kazı ruhsatı alması gereken bir sistemle karşılaşır. Öyle ki daha önceki yıllarda bu süreç tamamen manuel şekilde ilerlerken 2019 yılının sonunda başlayarak AYBİS adı verilen Altyapı Bilgi Sistemine online başvuru yaparak başlamaktadır.

AYBİS, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü tarafından Müdürlük ihtiyaçlarına binaen iş akışlarının, iş süreçlerinin ve hedeflerinin ortaya

konulduğu, yine İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin bir müdürlüğü olan Coğrafi Sistemler Müdürlüğü tarafından yazılımının yapıldığı ve halen geliştirilmeye devam edildiği GIS/CBS tabanlı, Belediyeler arasındaki ilk uygulamadır. Amacı; İstanbul geneli bütün Altyapı Kurumları, Kuruluşları ve Şirketleri, İlçe Belediyeleri ve İBB Müdürlüklerine sadece Altyapı Kazı Ruhsatı vermek değil, aralarındaki bilgi yönetişiminin, iş koordinasyonunun tek bir sistem üzerinden sağlanması ve Akıllı Şehircilik kapsamında Ulaşım Yönetimine katkıda bulunmasıdır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü İstanbul Geneli tüm cadde ve sokaklarda yapılacak altyapı kazı çalışmaları için gerekli izinleri verip, işlem aşaması ve sonrasında ilgili kontrolleri yapmaktaydı. Fakat 24.12.2020 tarihli Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayımlanan Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Daire Yönetmelik gereğince; Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda bırakılan cadde, meydan, bulvar ve sokaklarda yapılacak tüm çalışmalar Büyükşehir Belediyesinde, İlçe Belediyesi sorumluluğundaki tüm cadde, meydan, bulvar ve sokaklardaki çalışmaların ruhsatlandırılması ve akabinde kontrol işlemleri ise ilgili ilçe belediyesi tarafından gerçekleştirilecektir denilerek değiştirilmiştir.

Mevcut durumda ise çalışma yapacak olan vatandaş, kurum veya kuruluş online olarak AYBİS sistemine başvuru yaparak süreci başlatmaktadır. İşlem 100m ve üzeri ise projeli işler olarak değerlendirilirken 100m altı işlemler için proje hazırlanması gerekmeyip sistem üzerinden güzergâh projesinin tanımlanması yeterli olmaktadır. Gerekli başvurular sonrası sistem üzerinden alınan ilçe görüşü olumlu ise çalışma yapılacak proje güzergâhı teknik ekipçe kontrol edilir ve ruhsat verilir. Çalışmalara başlandıktan sonra saha ekipleri çalışmaların devam ettiği süre boyunca gerekli iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulup uyulmadığı ve projenin yerinde doğru bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını denetlemektedir.

Çalışmalar tamamlanınca işlemi gerçekleştiren gerçek veya tüzel kişiler iş sonu projesi adı altında koordinatlı projeleri getirirler. Bu kısımda aslında bu çalışmanın ne kadar gerekli olduğunu bir kez daha görülecektir. İş sonu projelerinin tamamının koordinatlı olması ve kontrol merci olan Altyapı Koordinasyon Müdürlüğünün gerekli konumsal doğruluğu tespit edici GPS vb. aletle sahada kontrolünü yapması gerekirken gerek kurumların iş sonu projelerinin koordinatsal veri doğruluğunun düşük olması gerek

sistemsel eksikliklerden kaynaklı olarak işlemler bu şekilde gerçekleştirilmemektedir (AKM, 2021).

### **3.1.2. Altyapı Kazı Ruhsat Süreci ( Tranşe Kaplama, Arazi Kontrol ve Teminat İade Süreci)**

Gerekli izinler alındıktan sonra arıza kazısı veya normal altyapı kazısı olmasına bakılmaksızın, sahadaki tüm kazılar saha denetim ekiplerince kontrol edilir. İlgili çalışmaların ruhsat üzerinde belirtilen ve sisteme girilen tarihte, lokasyonda ve metrajda yapılıp yapılmadığı denetlenirken aynı zamanda çalışma trafik güvenliği açısından da değerlendirilmektedir.

İstanbul gerek trafik yoğunluğunun fazlalığı gerek yaya kalabalığından kaynaklı olarak her durumda altyapısal çalışmalara uygun olmayabilmektedir. Bu gibi durumlarda ve özellikle ana arterlerdeki çalışmalarda gerekli izinlerin verilmesi aşamasında Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğünden UTK (Ulaşım Trafik Komisyonu) onayı alınması şartı istenmektedir. UTK düzenlenen çalışma alanlarında ayrıca belirtilen kurallara uyulup uyulmadığının kontrolü de yapılmaktadır. Çalışmalara başlandıktan sonra ilgili kurum, kuruluş veya vatandaşın iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyup uymadığı, kazı projesinin sahaya doğru applike edilip edilmediği ( Ruhsatlı olması, Kaplama cinsine dikkat edilmesi vb.) gibi kriterler dikkate alınıp gerekli görüldüğü durumlarda 3194 sayılı İmar Kanununun 40 ve 42. Maddelerine istinaden Emniyet ve Güvenlik Cezası uygulanırken 2464 sayılı Belediye Gelirleri Kanununun 79. Maddesine göre de Alan-Tahrip(Hasar) Cezası verilmektedir. Hasar Bedeli hasarın oranına göre Encümen Kararı ile 5 katına kadar hesaplanabilmektedir. Burada saha teknik personelinin dikkat ettiği en önemli nokta kazı yapılan çalışma alanının ilk haline getirilip getirilmediğidir.

İşlemler tamamlandıktan sonra kazı çalışması yapan ruhsat sahibi kurum, kuruluş veya vatandaş ruhsat alma aşamasında ödemesini yaptığı AYKOME kararı ile belirlenen tranşe birim fiyatları ve kontrollük hizmet bedelleri ile hesaplanan kazı harcının AYKOME Kararı gereği iadesini almak için Altyapı Koordinasyon Müdürlüğüne başvuruda bulunur.

Başvuru üzerine müdürlük arşivinde ödemenin yapıldığına dair ilgili makbuzların incelenmesi akabinde teknik saha sorumluları kazı alanına giderek kazı güzergâhını

kontrol eder ve fotoğraflar. Yapılan kontroller neticesinde kazı güzergâhındaki metraj ve üst kaplamaların projesine uygun yapılıp yapılmadığı, üst kaplamaların eski haline getirilip getirilmediği tespit edilir. Yerine getirilmiş ise müdürlük oluru alınarak teminat iadesi yapılır (AKM, 2021).

Üst kaplamalar eski haline getirilmemiş, hasarlı veya eksik olması (fen ve sanat kurallarına uygun olarak yapılmayan gelişmiş güzel imalatlar varsa) halinde ilgili güzergâh tespit edilip fotoğraflar. Bu durum ile ilgili ruhsat sahibi bilgilendirilip gerekli düzenlemelerin yapılması için ek süre verilir. Verilen ek süre sonunda bölge saha ekiplerince tekrar güzergâh kontrolü yapılır. Tespit edilen hasarlı imalatlar ruhsat sahibi tarafından giderilmiş ise teminat iadesi müdürlük oluru alınarak yapılır. Tespit edilen hasarlı imalatlar ruhsat sahibi tarafından giderilmemiş ise Belediye ekipleri tarafından giderilip teminat bedelinden hasar bedeli kadar irat bedeli olarak kaydedilir. İrat bedeli kaydedildikten sonra iade edilecek teminat miktarının kalması durumunda iadenin gerçekleşebilmesi için müdürlük oluru alınır ve işlemler gerçekleştirilir (AKM, 2021).

### **3.2. Altyapı Elemanlarının Koordinasyonunda Yaşanan Eksiklikler Ve Geliştirilmesi Gereken Yönler**

İstanbul genelinde altyapı hizmeti veren kurum ve kuruluşların çalışmalarını, kurumların koordinasyonunu, programların ve uygulamaların hazırlanmasını, kazı izinlerinin verilmesini, ruhsatlandırmalar ve denetim mekanizmasının yürütülmesini gerçekleştirme aşamasında yapılan tüm çalışmalar İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapı Koordinasyon Müdürlüğüne gerçekleştirilmektedir. Altyapı yönetim sistemi kapsamında elektrik, su, doğalgaz ve telekomünikasyon alanlarında koordinasyon eksikliğine neden olan zayıf yönler sistemsel, yapısal ve teknik olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

### 3.2.1. Sistemsel Ve Yapısal Eksiklikler

İstanbul'daki nüfus yoğunluğu, şehrin tarihi yapısı, kültür ve tabiat varlıklarının mevcut olması şehirde yapılacak birçok teknik çalışmanın ne kadar özenle ve titizlikle yapılması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır. İstanbul demografik yapısı ve kalabalık olması sebebiyle yoğun bir trafik sirkülasyonuna sahiptir. Öyle ki mevcutta sorunsuz bir aks üzerinde bile yoğun trafik sorunu yaşanırken üstüne bir de yollarda gerçekleştirilen ve mükerrer olarak devam eden kazı çalışmaları da eklenince işin içinden çıkılmaz bir hal almıştır. Arıza ve yeni yatırım kapsamında yapılması planlanan birçok yatırım sistemsel ve yapısal eksikliklerden dolayı yanlış ve eksik kalmakta bu da dolaylı yoldan vatandaş memnuniyetini, zaman kaybını ve mali zararı beraberinde getirmektedir. Bu bölümde altyapısal faaliyetlerin önündeki engelleyici güçlerden olan sistemsel ve yapısal eksiklikleri incelenecektir.

İstanbul genelinde altyapı hizmeti veren ve altyapı hizmetlerini yürüten kurumların sayıca fazla olması ve bu hizmetlerin kurumlar arasında koordineli bir şekilde gerçekleştirilememesi altyapı yönetim sisteminin en zayıf halkalarından birini oluşturmaktadır. AYKOME gibi bir oluşumun var olmasına karşın bu kurumun yasal olarak yaptırımlarının gelişime açık olmasından dolayı ortaya çıkan koordinasyon ve iletişim eksiklikleri uygulama aşamasında her kurumun farklı standartlara göre hareket etmesine neden olmakta ve bu da işin işleyişinde ikilik durumunun oluşmasına sebep olmaktadır.

Altyapı kurumları arasında tam anlamıyla kurulamayan bu koordinasyon ve iletişim eksikliği yapılması planlanan yeni yatırım projelerinin de gecikmesine veya eksik bırakılmasına sebep olmaktadır. Altyapı kurumlarının kendi hatlarının konumsal doğruluğuna tam anlamıyla hakim olamaması ve diğer kurumların hatlarının nerelerden geçtiğini bilememesi altyapı projeleri için gerekli olabilecek sistemsel güncel verileri diğer kurumlardan sağlamasına da engel olmaktadır.

Konumsal doğruluğu çok düşük olan altyapı yatırımlarında yeni yatırım veya arıza kazısı yapılması esnasında ilgili yatırımcı kurum diğer altyapı elemanına zarar verebilmektedir. Bu durum ani kesintilere, can kayıplarına, zaman israfına ve mali zararlara yol açmaktadır. Altyapı yatırımları yapılırken oluşturulan projelerin ortak bir veri ağına işlenmemesi, tüm kurumların birbirlerinin nerelerde, kaç metre

derinlikle, kaç km uzunlukta ve hangi alanda altyapı yatırımı yaptığını görememesine sebep olmaktadır.

Bir diğer önemli olan nokta ise kentsel dönüşüm projeleri ve kentsel altyapının entegre olamaması durumudur. Kentsel dönüşüm projelerinin İstanbul genelinde yaygınlaşmasıyla birlikte altyapı talepleri artış göstermiştir. Kurumlar artan taleplere yönelik ortak ve koordineli projelendirmeler yapamamaktadır. Üst yapı planlamalarına ağırlık verilmesine karşılık altyapı planlamasının bu bağlanma entegreli olmaması yeni yerleşim bölgelerindeki yoğun kentleşme sonrasında güç kayıplarına neden olmaktadır.

Uygulamaların kurumlara göre farklılık göstermesi altyapı hizmeti veren kurumların ortak haberleşme sistemlerinin olmamasından ve mevcut verilerin sağlıklı bir şekilde paylaşılamamasından kaynaklanmaktadır. Yine aynı şekilde uygulamaların uzun vadeli planlamaları yapılmadan yürütülmesi altyapı yönetim sisteminin zayıf yönlerini ortaya koymaktadır. Ayrıca şehir planının olmaması sonucu olarak şehrin hangi yöne doğru büyüyeceğine dair belirsizlik olması altyapı kurumlarının da yatırım öngörülerini büyük ölçüde engellemektedir.

Öngörülemeyen yatırımlar; bütçe yetersizliği, kurumlar arası görüş ayrılıkları, politik sorunlar, kurum öncelik farklılıkları, ortak bir altyapı bilgi sisteminin olmaması, kurumlar arası ikili ilişkilerin yetersiz olması vb. birçok faktörde şehir planlamasıyla altyapı planlamasının birbirine bütünleşmesi önündeki en büyük engellerdendir.

İstanbul çok hızlı büyüyen bir şehirdir. Bu sebeptendir ki kısa süre önce altyapıda yapılan bir planın sunduğu imkânlar uzun vadede eksik ve yetersiz kalmaktadır. Günümüz ihtiyaçlarına cevap veremeyen bu sistemin eksik kısımlarının sürekli incelenmesi ve güncellenmesi gerekmektedir. Bu hususta yasal mevzuat yetersizliğinden dolayı cezai uygulamaların yapılamaması yatırım gücünü kısıtlamaktadır.

Ortak veri ağının eksikliği birçok konuda işlemlerin manuel olarak yapılmasına sebep olmaktadır. Bu durum; projelerde personel yetersizliği ve yeterli yetkinliğe sahip personel sayısının az olmasıyla birleşince proje sürelerinin uzamasına neden olmaktadır.

Altyapı projelerinin ülke ekonomisine katkısının yüksek olması ve teknolojinin gelişme hızıyla ilgili olarak bakım maliyetlerinin düşmesi bu konuda en etkin güçlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Altyapı çalışmaları uzun vadede sonuç getirecek şekilde projelendirilmelidir. Bu nedenle imalat ve bakım/onarım faaliyetlerine yönelik zaman kısıtlaması verimliliği olumsuz etkilemektedir. Araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yeterince zaman ayrılamaması, yasal prosedürlerin süreci uzatması bu durumu tetikleyen faktörler olarak ortaya çıkmaktadır.

Altyapı koordinasyonunda sistemsel ve yapısal eksiklikler kısmında bahsedebileceğimiz bir diğer nokta ise imar planlarının değişmesi sorunudur. Kent yaşamında ortaya çıkan altyapısal sorunlar her ne kadar teknik altyapı elemanlarının yetersizliği ve koordinasyonsuzluğundan kaynaklı görünse de bu süreçte kent planlamasının ve mekân özniteliklerinin de ilgisi azımsanamayacak kadar çoktur. Kentleşme oranının hızla arttığı günümüzde nüfusun öngörülenin üzerinde bir artış göstermesi ve buna bağlı olarak homojen bir yayılımın olmaması niteliksiz plan değişikliklerine sebep olurken plan dışı kaçak yapılaşmanın da meydana gelmesine neden olmuştur. Meydana gelen bu izinsiz ve denetimsiz yapılaşma durumu sonrasında mevcut teknik altyapı tesisleri yeterli gelmemekte ve kentte bir altyapı kargaşası meydana gelmektedir.

Mevcutta belirlenen planlar kapsamında öngörülen ve altyapının kaldırabileceği kullanıcı sayısına göre deplase edilen ve yeni yapılan yatırımlar belirli periyotlarla değişen imar planlarının bir getirisi olan nüfus yükünün ihtiyaçlarını karşılamada zorluk yaşamaktadır. Altyapı tesisleri deplase edilirken bölgedeki nüfus yoğunluğu, nüfusun dağılımı ve bölgenin demografik yapısı gibi birçok parametre dikkate alınmaktadır. İmalatlar yapılırken belirli oranlardaki artışlar göz önüne alınarak gerekli işlemler yapılsa dahi imar planlarındaki olası değişiklikler tahmin edilenin çok üstünde bir nüfus yükünü beraberinde getirerek altyapı tesislerinin yetersiz olmasına sebep olurken kentin refah seviyesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olan kentsel altyapının da kalitesini ve güven seviyesini düşürmektedir.

### 3.2.2. Teknik Ve Teknolojik Eksiklikler

Altyapı imalatlarının yapılması esnasında yeterli sistemsel ve yapısal donanımına sahip olursa bile teknik ve teknolojik altyapı bunu desteklemezse koordinasyon ve bütünleşik çalışma sistemi amacına ulaşamayacaktır. Çalışmanın başında da bahsedildiği üzere İstanbul gerek nüfus yoğunluğu gerek köklü bir tarihi geçmişi olması nedeniyle üst yapı ve altyapı çalışmaları diğer birçok kente göre daha zor olmakla birlikte daha dikkat ve özen gerektirmektedir. Yüzlerce yıllık yerleşim yeri olmasından kaynaklı olarak İstanbul altyapısı belirli periyotlarla yenilenip gerekli düzenlemelerin yapılmasına ihtiyaç duymaktadır.

Bu düzenleme ve yenileme çalışmaları günümüz İstanbul'unda manuel olarak yapılmaya olanak tanımamaktadır. Ancak yeterli teknolojik ve teknik desteği de arkasına alarak yapılan çalışmalar amacına ulaşip gerekli faaliyetleri gösterebilmektedir. Tüm bu koordinasyon ve entegrasyon iş ve işlemleri tek bir sistem ve standart altında toplanmadığı için altyapı kurum ve kuruluşlarınca gerekli bilgi aktarımı yapılamamaktadır. Ayrıca kurumlar kendi aralarında sisteme dâhil olsalar bile verilerin ortak bir formatta olması ve güncel bir şekilde bir arada tutulması teknolojik olarak yeterlilik sağlandığında gerçekleştirilebilecektir.

Teknolojik eksikliklerin yanında teknik yeterlilik noktasında eksik kalan personel, iş ve işlemlerin aksamasına neden olmaktadır. Koordineli ve geniş çaplı bir altyapı veri sisteminin olmaması birçok uygulamanın yarı teknolojik yarı teknik yöntemlerin kullanılması şeklinde devam etmesine sebep olmaktadır. Durum böyleyken teknik ekibin gerekli sayıda ve teknik donanımı yüksek olması gerekirken nitelik ve nicelik olarak istenilen seviyede olmaması altyapı projelerinin gerekli doğrulukta ve sağlamlıkta yapılmasının önüne geçmektedir.

Altyapı kurum ve kuruluşlarının iş ve işlemlerinde en önemli verilerinden biri de hat güzergâhlarının konumsal doğruluklarıdır. Hizmet verilen noktalardaki hat güzergâhlarının tamamı kayıt altında olmamakla birlikte konumsal veri noktasında da eksik bırakılmıştır. Bu nedenle beklenmedik bölgelerde çıkan olumsuzluklar mevcut iş planının aksamasına neden olmaktadır.

Altyapı ihtiyacı bir yapının ortaya çıkmasına bağlı olarak oluşmaktadır. Dolayısıyla altyapı kuruluşlarının herhangi bir yapının ortaya çıkıp çıkmadığı veya bölgesel değişiklikler konusunda bilgiye sahip olması gerekmektedir. Fakat mevcut durumda

üst yapıda gerçekleşen veya planlanan çalışmaların hiçbiri bir sistem üzerinden görülmektedir. Öyle ki yatırımcı kuruma herhangi bir parselde üst yapı başlamadan daha ruhsat aşamasındayken diğer altyapı kurum ve kuruluşlarınca gerekli bilgilendirmeler yapılmadığı için altyapı hizmetleri ile alakalı yatırım kararlarını gerçekleştirmeleri zorlaşmaktadır.

Yatırımcı kurum ve kuruluşların birbirleriyle iletişim içerisinde olduğu bir yazılımın eksikliği bu sorunların en öncelikli sebeplerindedir. Ortak altyapı yazılım sisteminin oluşturulmaması, Ar-Ge çalışmalarına yeterli önemin verilmemesi, altyapıda coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım oranının düşük olması ve bu sebeplerden ortak bir veri tabanı ağının oluşturulmaması kurumlar arası koordinasyonsuzluğa ve paralel olarak kalitesiz ve güvensiz bir altyapıya neden olmaktadır.

Teknik altyapı sistemlerinde, teknolojik uygulama hâkimiyetinin olmaması projelendirmelerin zayıf kalmasına ve uzun vadeli planlamaların yapılamamasına neden olmaktadır. İstanbul genelinde altyapı hizmeti veren kurumların coğrafi bilgi sistemlerini etkin kullanmaması zayıflık olarak öne çıkmaktadır. Bu durum altyapı haritalama sisteminin oluşmasının önündeki en büyük engellerden biridir. Kazı teknolojilerinin kullanılmaması ve bu uygulamalara yönelik standartların oluşturulmamış olması uygulamaların sancılı süreçlere dönüşmesine neden olmaktadır.

Bir diğer önemli nokta ise; kazı teknolojilerine ağırlık verilmemesi olmuştur. İstanbul'da nüfusun ve buna bağlı olarak trafiğin fazla olması açık kazı yapılan alanlarda günlük hayatın aksamasına sebebiyet vermektedir. Zor zemin koşullarının var olması ve yer altı birleştirmelerinin zorluğu olmasına rağmen hâlihazırda bu kazı teknolojileri kurumlar bünyesinde kullanılmamaktadır (İBB, 2021a).

Uygulamaların lokal olarak yapılmaması, planlı ve uzun vadeli operasyonları önüne geçmektedir. Açık kazı çalışmalarında yaşanan olumsuzluklar ve hizmetin halka hızlı bir şekilde götürülmek istenmesi bu problemin arkasındaki itici güçlerdir. Maliyet fazlalığı ve kazı teknolojilerinin yaygınlaşmaması problemin çözümde engel oluşturmaktadır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### İSTANBUL ALTYAPI SORUNLARININ ÇÖZÜMÜNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

İkinci ve üçüncü bölümlerde İstanbul'un altyapı sistemi üzerine yapılan çalışmada bazı tespitler yapılmıştır. Kurumlar arası iletişim eksikliği, devamlı süre gelen kazı çalışmaları, yol üst yapısının bu tekrarlı çalışmalardan kaynaklı hasar görmesi, altyapı görüntüleme sorunları, kurumlar arası koordinasyonsuzluk bu tespitlerden bazılarıdır. Tespit edilen bu sorunlar ile ilgili çözüm önerileri sunulmuştur. Ve günümüzün teknolojik imkânları taranıp bir sistem geliştirilmesi için araştırmaya girilmiştir. Araştırma sonucunda; güncel teknik altyapı verilerinin kazısız görüntüleme yöntemleri ile toplanıp günümüzün modern yazılım teknolojilerinden biri olan AG teknolojisi içeren bir sisteme entegre edilmesi, sorunların çözümüne katkı sağlayabileceği öngörüsü ile araştırmaya dördüncü bölüm olarak Arttırılmış Gerçeklik üzerinden devam edilmiştir.

#### 4.1 Arttırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) Teknolojisi

Teknolojinin her geçen gün gelişmesi ve değişmesi gündelik hayatta kullanıcıların birçok açıdan hayatını kolaylaştırmaktadır. Günümüz dünyasında bilgiye ulaşılabilirliğin artması teknoloji sayesinde olmuştur. Bu sebeptendir ki her kategoride teknolojik gelişmeler bireylerin ihtiyaç duyduğu bu erişilebilirlik kavramını büyük ölçüde karşılamaktadır.

Özellikle içinde bulunduğumuz 21. yüzyıl, birçok teknolojik disiplinin gelişim ve değişime uğradı bir zaman dilimi olmuştur. Gelişen bu teknolojik disiplin bilimsel araştırmaların yapılmasının kolaylaştırılmasının yanı sıra çalışma sahasına yeni bir ufuk kazandırarak yeni çalışmaların yapılması konusunda itici bir güç unsuru olmuştur. İşte belirtilen bu yenilikçi yaklaşımların biri de hiç şüphesiz ki Arttırılmış Gerçeklik (AG) Teknolojileridir. Arttırılmış Gerçeklik (AG); gerçek dünya ve içindeki verilerin gelişen ve değişen bilgisayar teknolojileri yardımıyla kıymetlendirilerek zenginleştirilmesi demektir. AG teknolojisi bu verileri ve girdileri daha canlı, gerçekçi ve ilgi çekici hale getirerek bizlere sunmaktadır (Azuma vd., 2001).

Küresel konumlama sistem verileri gerçek dünyadaki ses, grafik ve görüntüleri kıymetlendirir ve Sanal Gerçeklik (SG) verisiyle çakıştırır. Bakıldığında AG ve SG birbirine benzer tanımlar gibi görünse de SG’de gerçek dünya yerine tasarlanmış hayali bir dünya vardır (Azuma, 1997).

Teknolojik yöntemlerle SG zenginleştirilerek AG teknolojisi elde edilir. Daha genel bir ifadeyle gerçekte var olan ile sanal olanın kesişimi bize kıymetlendirilmiş AG verisini sunar (İçten ve Bal, 2017).

Arttırılmış Gerçeklik; kurgu dünyasında oluşturulmuş Sanal Gerçeklik ile gerçek ortamın eş zamanlı buluşması ile oluşmaktadır. Çoğu kez AG ile SG karıştırılsa da SG; tamamen sentetik bir ortamda verilerini kullanıcıya sunar. Oysa AG, SG’nin bir türevi olmakla birlikte SG’den farklı olarak girdileri üç boyutlu görüntüleme sistemleriyle kıymetlendirir, kullanıcıların gerçek ve sanal ortamı bütünleşik bir şekilde görmelerine izin vererek sanal algıyla gerçek algıyı birleştirir. Yani bir bakıma iki algılama türü de gerçeğin manipüle edilmiş halini bizlere sunar (İçten ve Bal, 2017).



**Şekil 4.1: Arttırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Kavramları**

**Kaynak:** Akkuş vd., 2017.

Şekil 4.1’de de görüldüğü üzere Arttırılmış Gerçeklik; gerçekliği SG gibi komple değiştirmez, onu algılarını arttırıcı verilerle değerlendirerek sanal ve gerçeğin bütünleştiği bir sistem oluşturur. Bu teknoloji sayesinde de nesnelerin sanal hallerinin gerçek dünya üzerindeki yansımaları daha net görülmüş olur. Arttırılmış Gerçeklik üst kısımda da bahsedildiği üzere gelişen teknoloji ile birlikte birçok alanda kullanılmaya

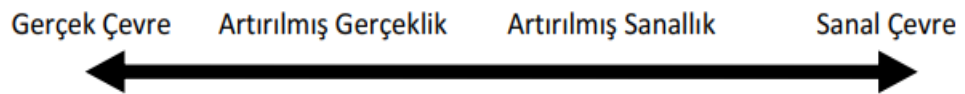
başlanmıştır. AG sisteminin geçmişten günümüze nasıl geldiği ve hangi alanlarda kullanıldığına bir sonraki bölümde değinilmiştir.

#### 4.1.1. Tarihçesi Ve Kullanım Alanları

Teknolojik faaliyetlerin her geçen gün gelişmesi ışığında sanal verilerin kullanıcı tarafından algılanma oranını arttırmaya yönelik birçok gelişmeler yaşanmaktadır. Kullanıcılar tarafından daha canlı, gerçekçi ve görsel algısı yüksek veri taleplerinin karşılanması amacıyla birçok farklı duyunun etkileşimi ile oluşan bir kombinasyon olan Arttırılmış Gerçeklik (AG) Teknolojileri; bu duyuların üç boyutlu olarak gerçek dünyaya entegre edilmesi olarak hemen hemen her alanda karşımıza çıkmaktadır.

Görsel teknolojiler arasında en ilgi çekici sistemlerden biri olan AG; her geçen gün farklı alanlarda kullanılmaktadır. Mobil iletişim, uzay, askeri alanlar, otomotiv sektörü, ticari kuruluşlar, imalat sektörü, reklamcılık, eğitim, sağlık, mimari tasarım, kentsel planlama, arkeoloji vb. alanlar kullanım alanları olarak sıralanabilir (Poelman ve Krevelen, 2010).

Bu teknoloji sayesinde gerçek ortamdaki verilerin analizi ve detaylandırılması bir sistem algoritması oluşturularak gerçekleştirilir. AG gerçek ortamdaki veriyi algılayarak işe başlar. Veriler birçok parametre eklenerek zenginleştirilir ve bir işlemci üzerine kaydedilerek analiz edilir. Analiz sonrası veri tabanındaki bilgiyle eşleşen görüntü, ses, grafik vb. uygun sanal içerikle kıymetlendirilerek ortama sunulur (Poelman ve Krevelen, 2010).



#### Şekil 4.2: Gerçeklik Sanallık Düzlemi

**Kaynak:** Milgram ve Kishino, 1994

Artırılmış gerçeklik kavramı tarihsel süreç içerisinde ilk olarak 1960 yılında Ivan Sutherland ve öğrencisinin şekil 4.2’de gösterilen şematik tanımlaması ile ortaya çıkmıştır (Poelman ve Krevelen, 2010).

Aynı zamanda Milgram ve Kishino (1994)'da, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin ifade edilmesini kolaylaştırmak için Şekil 4.2'de gösterilen şemayı kullanmışlardır (Albayrak ve Altıntaş, 2017).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin tarihsel sürecine değinecek olursak; en başta büyük boyutlu simülasyon cihazlarından bahsedilmesi gerekir. Başa monte edilen dijital görüntüleme cihazlarının, grafik arayüzlerinin, taşınabilir bilgisayarların yaygınlaşması günümüzde kullanılan Artırılmış Gerçeklik sistemlerine en yakın çalışmalardır. Teknolojinin yazılımsal boyutta gelişmesiyle AG uygulamaları çeşitlenmiş ve sistemin birçok alanda kullanılabilirliğinin artması sağlanmıştır.

Geçmişte bu AG teknolojisi askeri uygulamalarda radar bilgi ekranı da denilen bir sistem geliştirerek pilotların uçuş ile ilgili bilgi sağlaması sağlanmıştır. Artırılmış Gerçeklik terimini ortaya koyan 1992 yılında ilk kez ortaya koyan Thomas Caudell ve David Mizell, Boing uçak firmasının teknik personelleri için kablo bağlantılarını daha doğru ve güvenli yapabilmeleri adına başa takılan bir dijital görüntüleme sistemi geliştirmiştir. Bu sayede üretim, donanım düzenleme, tamir vb. işlemler daha kolaylıkla gerçekleştirilmiş (Caudell ve Mizell, 1992).

2000'li yıllardan sonrasında ise mobil cihazların geliştirilmesine yönelik bir takım uygulamalar hayata geçirilmiştir. Telefonlarda küresel konumlama sistemlerinin kullanılması, tek boyutlu barkod uygulamaları, karekoda geçiş işlemleri, kablosuz internet sistemlerinin başlatılması vb. birçok uygulama Artırılmış Gerçeklik sistemlerinin kullanılmasıyla hız kazanmıştır (Altınpulluk ve Kesim, 2015).

Akıllı telefonların kullanılmaya başlanması ve bu telefonların sahip oldukları kamera sistemleri Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin alanının genişlemesine ve gelişiminin hızlanmasına neden olmuştur. Günümüzde kullanılan birçok AG teknolojisinin temeline zemin hazırlamıştır.

Masaüstü ve taşınabilir bilgisayarların gelişen teknoloji ile birlikte büyümesi, mobil iletişim sistemlerinin artması ve giyilebilir teknolojik cihazların çeşitlenmesiyle AG sistemi daha da gelişmiş ve gündelik hayatımızın birçok noktasında kullanıcılara işlem kolaylığı sunmaya devam etmektedir.

Çalışmaya ışık tutacağını düşünülen birkaç AG örneğine bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

#### 4.1.2 Artırılmış Gerçeklik İncelemeleri

Artırılmış Gerçeklik üst kısımda da bahsedildiği üzere gelişen teknoloji ile birlikte birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmaya ışık tutacağını düşünülen birkaç örneğe bu bölümde yer verilmiştir.

Sağlıktan askeri alana, mimariden eğitim sektörüne kadar çok fazla alanda görmeye başladığımız bu teknoloji; mimari yapıların Rekonstrüksiyon aşamasında yeniden düzenlenen kentler, yapılar ve eserlerin AG ile canlandırılmasını yaparak işlem sonrası varılacak sonucun kullanıcı tarafından algılanma oranını arttırmaktadır.

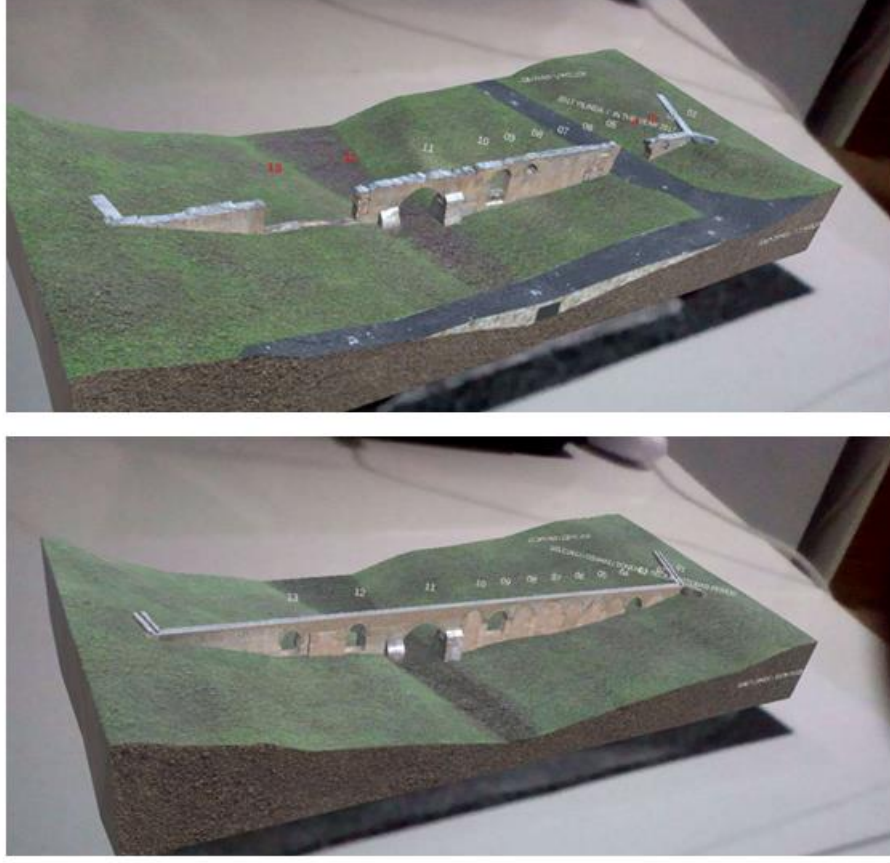
Artırılmış Gerçeklik uygulama alanlarından biri tıp bilimidir. Belirli nedenlerden ötürü uzuvlarından birini veya birkaçını kaybetmiş insanlar için serbest hareketlerin algılanmasına dayalı olarak sanal üç boyutlu nesne görüntüleme, dönme ve yer değiştirme işlemleri yapılmaktadır. Örnek verecek olursak kişinin elini açıp kapaması, ayağını hareket ettirmesi vb. komutlar belirli işlemler için tanımlanmıştır. Tek parmağın hareketi sanalda görünen nesnenin yaklaşmasını sağlarken iki parmağın hareketi nesnenin uzaklaşmasını veya yer değiştirmesini sağlamaktadır. Bu işlem için Hololens adı verilen AG gözlükleri yardımcı elemanlar olmuştur. Gözlük sayesinde sanal nesnelere gerçeklik oranları artırılarak kullanıcının algılama oranını arttırmaktadır ([www.enorm.com](http://www.enorm.com)). Yardımcı araçlarla sağlanan bu güdülerin belirli komutlarla AG ile zenginleştirilmiş halini yapan insanlar olası protez kullanımı durumlarında nelerle karşılaşabileceklerini önceden zihinlerinde canlandırmaktadır.



**Şekil 4.3: Sağlık Uygulamalarında Artırılmış Gerçeklik**

**Kaynak:** [www.medicare.med.br](http://www.medicare.med.br)

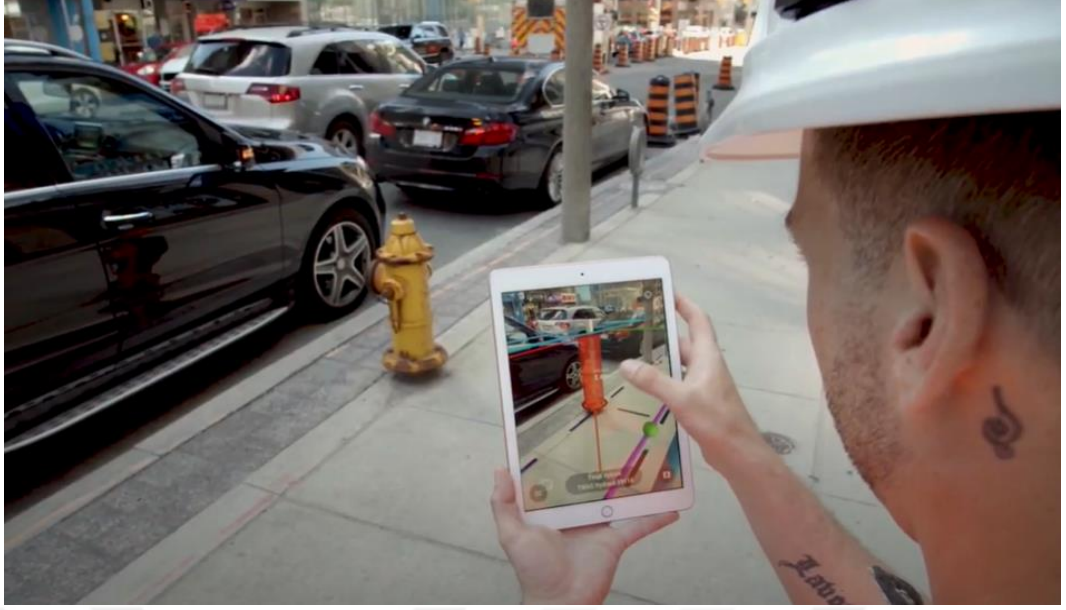
Sağlık alanında kullanılan AG çalışmaları; ameliyat öncesinin planlanması, ameliyat sırasında hasarlı kısma yönelim, hastanın sürecin ilerlemesi noktasında bilgilendirilmesi vb. durumlarda kullanılmaktadır. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar; hastaya özel tüm görüntülerin ilgili yazılımla üç boyutlu modellenmesiyle, operasyon öncesi planlama ve işlem anında hastadan uzaklaştırılması gereken parçaların daha doğru analiz edilmesini sağlamaktadır. (Şekil 4.3) Hayati öneme sahip organların da işlem esnasında korunmasını amaçlayan çalışma niteliğinin artmasını sağlarken hastanın korkularının da azaltmaktadır (Yolcu vd., 2017).



**Şekil 4.4: Kayseri Kuru Köprü Rekonstrüksiyon Projesi**

**Kaynak:** Oke, 2019.

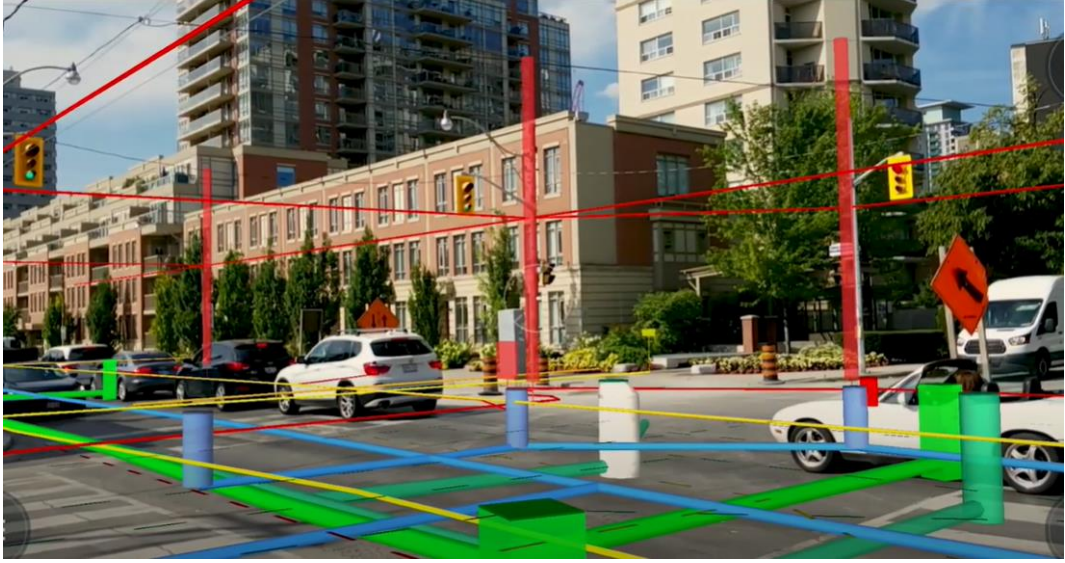
Artırılmış Gerçeklik uygulamalarında bir diğer uygulama örneği olarak “Kayseri Kuru Köprü Rekonstrüksiyon Projesi” örnek verilebilir. Mimari yapıların Rekonstrüksiyon aşamasında yeniden düzenlenen kentler, yapılar ve eserlerin AG ile canlandırılmasını yaparak işlem sonrası varılacak sonucun kullanıcı tarafından algılanma oranını arttırmaktadır. Kuru Köprü Su Kemerleri; geçirdiği uzun yıllar neticesinde hasar görmüş ve bir kısmı kullanılmayacak hale gelmiştir. Restorasyon aşamasında AG yöntemi ile yapının tamamlanmış hali zenginleştirilmiş analiz yeteneğiyle düzenlenmiş ve yapı henüz bitmeden bile turistik anlamda dikkat çeken yapılar olarak yerli ve yabancı ilgililerin dikkatini çekmiştir. (Şekil 4.4) AG ile zenginleştirilen bu çalışma sayesinde restorasyon ve rekonstrüksiyon gerektiren eserlerin çalışma başında bitmiş halleri kullanıcıya sunularak orijinal haline en yakın ve aslına uygun olarak nasıl modellenebileceği bilgisi verilmeye çalışılmaktadır (Oke, 2019).



**Şekil 4.5: Yangın hidrantı üzerine uygulanan AG Çalışması**

**Kaynak:** <https://www.vgis.io>

Artırılmış Gerçeklik çalışmalarında bir diğer alan ise AG ile zenginleştirilmiş yeraltı görüntüleme örnekleridir. Şekil 4.5’de de görüldüğü gibi yangın hidrantının altından geçen teknik altyapı verileri algısı yükseltilmiş sanal yöntemlerle görüntülenmekte ve gömülü nesnelere yol üst yapısına kaç metre yakınlıkta olduğu görülebilmektedir. Bölgede yapılacak olası yeraltı kazı işlemleri esnasında elektrik, su, doğalgaz vb. sistemlerin varlığından haberdar olunması güvenli ve kaliteli işlemleri sağlayacağı öngörülmektedir.



**Şekil 4.6: Cadde Üzerinde AR ile zenginleştirilmiş altyapı verisi**

**Kaynak:** <https://www.vgis.io>

Şekil 4.6’da görüldüğü üzere; bölgedeki yollar üzerine yansıtılan yeraltı su boruları, elektrik kabloları, fiberoptik hatlar, doğalgaz boruları vb. sistemler görselleştirme potansiyelleri yükseltilecek sistemin veri işleme noktasında sorunsuz, doğru ve güçlü kararlar almasına olanak sağladığı görülmektedir.

Bu alanda kullanılan AG teknolojisi örneklerinden son olarak Doğal Afet ve Nükleer Kazalardan Korunma kısmını inceleyelim. Tsai, Liu ve Yau tarafından geliştirilen ve Tayvan’da denenen bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında olası bir doğal afet, deprem, terör saldırısı veya nükleer kaza gibi durumlarda bölgede yaşayan herkesin akıllı telefonuna yüklenen uygulama ile kendisine en yakın sığınağı bulması ve o bölgeye yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Uygulama içerisinde AG teknolojisi kullanılarak gidilecek güvenli bölgede mevcuttaki kişi sayısı, kaç kişilik yer olduğu bilgisi, konumsal yakınlığı, enlem, boylam verisi vb. birçok parametre kullanıcıların bilgisine sunulmaktadır (M.K. Tsai vd., 2013).

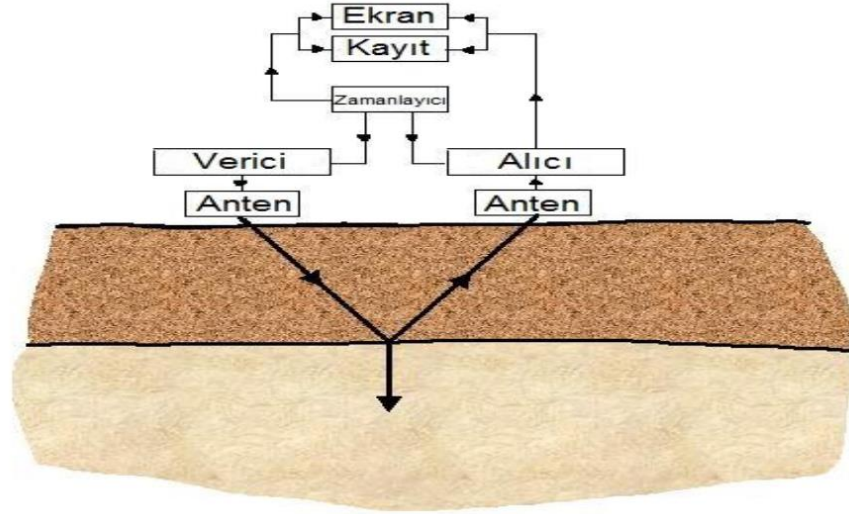
Altyapı verilerinin AR ile zenginleştirilmeden önce tespiti aşamasında Georadar ile taranmasıyla oluşturulan veri havuzundaki tüm altyapı elemanlarının üç boyutlu olarak kıymetlendirilmesi ve ortak bir yazılıma entegre edilmesi ile oluşacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda araştırma içerisinde tanımlanan problemlerin çözümü için önerilecek sistemin içerik analizinde AG’den başka olarak diğer önemli bir sistem olan Georadar da incelenmiştir.

## 4.2 Georadar (Yer Radarı)

Kentsel altyapı planlaması ve şehirciliğin bir gereği olarak; düzenli üst yapının yanı sıra koordineli ve sağlıklı bir altyapı planlamasının da ne kadar gerekli ve önemli olduğuna çalışmamızın başında da değinilmiştir. Genel olarak kazısız görüntüleme sistemlerinin altyapı planlamasındaki önemi ve gerekliliği her geçen gün artmakta iken bu sistemin gerçekleşmesi için en çok tercih edilen yöntem GRP (Ground Penetrating Radar) yani Yer Altı Radar sistemidir.

Yeraltının incelenmesi ve mevcut nesnelerin görüntülenmesi uzun yıllardır insanoğlunun ilgi alanına giren bir uğraş olmuştur. Bu amaç uğruna birçok teknolojik çalışma ve denemeler yapılmakla birlikte yüzeye yakın noktalardan başlayarak yerin derinliklerine indikçe yeraltında incelenmek istenen veriler artmış bu işlemin daha hızlı ve kolay bir teknoloji kullanılarak yapılması gerekliliği yeraltı radar görüntüleme sistemlerini gelişmesinin temelini oluşturmuştur.

GPR (Ground Penetrating Radar) - Yeraltı Radarı veya genel adıyla Jeoradar yöntemi; temelde elektromanyetik bir sistem olup gömülü nesnelerin görüntülenmesinde kullanılan bir uzaktan algılama yöntemidir. Saydam olmayan ve yerin belirli bir mesafesinin altında kalan bir takım nesnelerin belirli bir çözünürlük seviyesinde görüntülenmesini sağlayan bu sistem temel olarak bir alıcı ve verici anten, merkez ünitesi ve bilgisayar olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Temel prensip; merkez ünitiden yeraltına gönderilen elektromanyetik dalgaların hedef temalara (su, elektrik, doğalgaz ve fiberoptik borular vb.) çarpıp yansması veya saçılması ile dalgaların alıcıya geri dönmesiyle kontrol birimine kaydedilmesi üzerine kurulmuştur (İSBAK, 2017a).



**Şekil 4.7: Tipik GPR Akış Şeması**

**Kaynak:** Davis ve Annan, 1989.

Yeraltına gönderilen EM dalgalar; ulaştıkları gömülü ve saydam olmayan nesnelere temas edip çok kısa sürelerde alıcı sisteme geri dönerek zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilir ve derinlik analizinin yapılmasında yardımcı olur. Zaman içerisinde değişen bu yüksek frekanslı EM dalgaları analizi yapılacak yeraltı düzlemi hakkında kullanıcılara ortam bilgisi sunarak incelemeler yapmaktadır (Şekil4.7) (Özdemir Beyaz, 2015).

İnsanoğlunda görünmeyen kısımların incelenmesi noktasında hep bir merak uyanmış ve bu doğrultuda yerin altındaki nesnelere neler olduğu ne kadar derinde olduğu bilgisi cazip gelmiştir. Uzun yıllar bu amaç uğruna birçok teknolojik çalışma yapılmıştır fakat bu çalışmaların arasında en kolay ve ulaşılabilir seçenek hiç şüphesiz Yere Nüfus Eden Radar Sistemi olmuştur (Özdemir Beyaz, 2015).

Bu bilgilerden hareketle; bu sistem sayesinde; göremediğimiz yüzeylerde nelerin olduğu ve ne kadar derinlikte barındığı bilgisi, arkeolojik çalışmalarda tarihi eserlere zarar vermeden çalışma planlarının oluşturulması, kayıp nesnelere ve alanların konumlarının bulunması, büyük yapıların yeraltında oluşan hasarlarının ne düzeyde ne nerede olduğunun tespit edilmesi, deprem vb. afetlerde enkaz altında kalan vatandaşların yerlerinin belirlenmesi, olası bir altyapı felaketinde sızıntı ve kaçak

durumlarının önceden tespiti ve can kayıplarının en aza indirilmesi gibi birçok alanda kolaylık sağlayacağı öngörülmektedir.

#### **4.2.1 Yer Radarının Tarihsel Gelişimi**

Yeraltı görüntüleme sistemleri; gömülü nesnelerin araştırılması aşamasında kullanılan ve önceleri zor ve maliyetli olmasına rağmen gelişen teknolojiyle birlikte ulaşımının kolaylaştığı kolay ve ucuz olduğu yüksek duyarlılıklı sistemlerdir. Yeraltı görüntüleme sistemleri GPR adı verilen bir alet yardımı ile yapılmakta olup aletin temel işleyiş mekanizmasında en önemli faktör EM dalgaların gömülü nesneye çarpıp yansması ve geri dönmesi bu sayede mesafe ölçerek lokasyon tahmini yapılması üzerine kurulmuştur (Moorman, 2001).

Sistemin en önemli unsuru olan EM dalgaların keşfi; öncelikle EM ışık kuramının ortaya çıkması ile başlamıştır. İskoç fizikçi Maxwell'in EM dalgaları ve bunların yayılımını belirttiği kuramının 1886 yılında Alman fizikçi Heinrich Rudolf Hertz'in çalışmaları ile kanıtlanması sonrası gerçekleşmiştir. Akabinde EM dalgaların kullanımına başlanması ise 1904 yılına denk gelmektedir. Alman teknisyen Christian Hülsmeier gömülü metal nesnelerin yerlerinin belirlenmesi aşamasında EM dalgalardan yardım almıştır. 1911 yılına gelindiğinde ise Löwy alıcı ve verici sinyallerin bir takım özelliklerinin analizlerini yaparak Hülsenbeck'in 1926 yılında yapacağı ilk sinyal tekniği denemesine altlık oluşturmuştur (Moorman, 2001).

1930 yılında ise Stern Avustralya'da bulunan buz kütlelerinin su altında kalan kısımlarının derinliklerinin ve buzul kalınlıklarının tespiti amacıyla ilk yer radarı düzeneğini kurmuş ve akabinde mevcut sistemin geliştirilmesi ile daha doğru ve güvenilir verilerin elde edilmesi amacıyla araştırmalar yapılmıştır. İlk yer radar cihazının üretilmesi ise 1970'li yılların başlarına denk gelmektedir. Ohio Devlet Üniversitesinin Laboratuvarında gerçekleştirilen bu çalışma ve sonrasında cihazın geliştirilmesiyle üretiminin yapılmaya başlandığı şirketler kurulmaya başlanmıştır (Moorman, 2001).

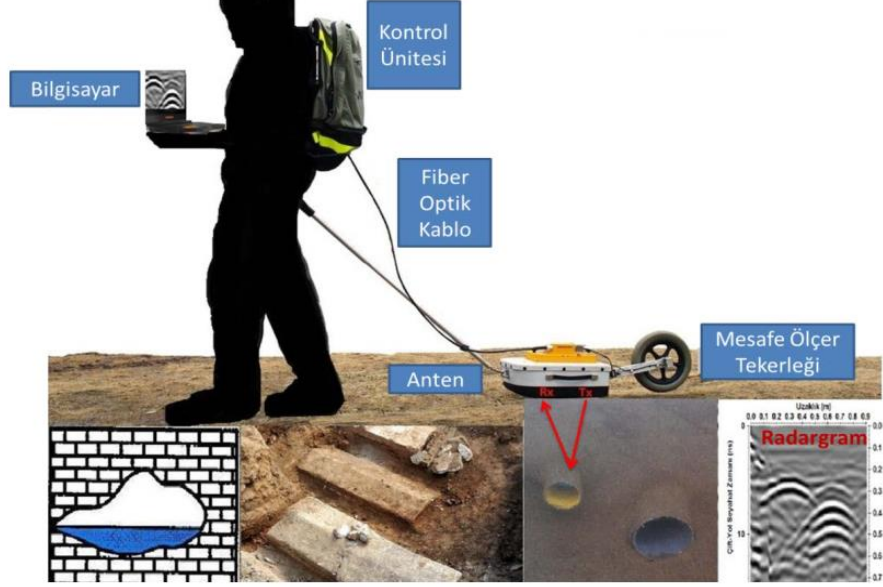


**Şekil 4.8: GPR ( Yeraltı Radarı)**

**Kaynak:** <https://www.senssoft.ca/>

Bu tespitlerden hareketle; içerisinde teknolojik gelişmelerin de yardımıyla yeraltındaki nesnelere EM dalgaların gönderilmesi ile yer tespiti yapılması işlemleri hız kazanmış olup şekil 4.8’de görüldüğü gibi gelişen teknolojiye de ayak uydurmuştur. Birçok alanda kullanılmaya başlanmasıyla bilimsel alanda oldukça ses getiren bir çalışma olmuştur. Zemin araştırmaları, yapı araştırmaları, altyapı çalışmaları, arkeolojik araştırmalar, çevresel araştırmalar, adli ve adli tıp araştırmaları ve maden araştırmaları bu sistemin kullanıldığı alanlar arasında sıralanabilmektedir.

#### 4.2.2. Yer Radarı İle Altyapı Verilerinin Tespit Edilmesi



**Şekil 4.9: Yeraltı Radarı ile Altyapı Verilerinin Tespit Edilmesi**

**Kaynak:** Uyar, 2017

Gömülü nesnelerin tespiti ve konumsal bilgilendirmesi için kullanılan yeraltı görüntüleme sistemleri; teknik altyapı tesislerinin kazısız bir biçimde mükerrer iş ve işlemlere gerek kalmadan ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Yer radarı; tespit edilecek nesneye EM dalga göndererek işlemlere başlar. Çalışmalar gönderilen bu sinyallerin, yeraltında gömülü olan su, elektrik, doğalgaz, telekomünikasyon vb. birçok teknik altyapı elemanına çarpıp alıcıya geri dönmesiyle gerçekleşir. Alet üzerinde mevcut bulunan kayıt ekranı sinyal gönderilen altyapı elemanında geri yansıyan EM dalgaları kaydeder (Şekil 4.9) ( Uyar, 2017).

Yer radarı verilerinin tespitinde birçok faktör etki etmektedir. Konumsal tespiti yapılacak bölgenin altyapı geçmişi, mevcut altyapı elemanlarının kalitesi ve güvenli deplasesi, altyapı elemanlarının aletin hassasiyetinin çok çok üstünde bir derinlikte konumlanmış olması, EM dalgaların özellikleri gibi birçok parametre yeraltı radarının veri tespitinde belirleyici rol oynamaktadır (İSBAK, 2017a).

Yer radarı ile bahsi geçen altyapı tesislerinden;

- i. İçme, kullanma ve sanayi suyuna ait altyapı şebekesi, şebeke üzerinde yer alan vana/basınç kırıcı vana, hidrant, tahliye, vantuz ve bunlara ait yeraltı tesis odaları vb. şebeke elemanları ile birlikte konumları ve karakteristikleri,
  - ii. Atıksu, Yağmur Suyu ve Kanalizasyon hatlarına ait altyapı şebekesinin XYZ koordinatlarından oluşan tam geometrileri ve bu tesisatlara ait gömülü baca, olası ızgara, c-parçası, basınçlı ek iletim hatları, fosseptik yapıları, atıksu terfi/pompa hatları ilintili yapısal elemanları ile birlikte konumları ve karakteristikleri,
  - iii. Doğalgaz hatlarına ait altyapı şebekesinin XYZ koordinatlarından oluşan tam geometrileri ve bu tesisatlara ait gömülü vana, vantuz, kutu çıkış noktaları olmak üzere diğer şebeke elemanları ile birlikte konumları ve karakteristikleri,
  - iv. Elektrik hatlarına ait altyapı şebekesinin XYZ koordinatlarından oluşan tam geometrileri ve bu tesisatlara ait kanallama, ek odası, vb. ilintili yapısal elemanların konum, boyut ve fiziksel karakteristikleri
- gibi birçok parametrenin tespiti yapılır (İSBAK, 2017a).

GPR yani yer radarı teknik altyapı tesislerinin tespiti yaparken mevcutta bulunan altyapı kurumlarının verilerinin konumsal doğruluğunun ne düzeyde bilindiği bilgisi de önem taşımaktadır. Birçok yatırımcı ve denetleyici altyapı kurum ve kuruluşları deplase edilen ve mevcutta var olan altyapı hatlarının nerede, kaç metre derinlikte ve kaç km uzunluğunda olduğu bilgisine sahip değildir. Yer radarını ile ölçüm yapılacak bölge üzerinde sürerek yer altına EM dalgalar gönderilmektedir. Şekil 4.9'da da görüldüğü üzere sistem gönderilen sinyallerin geri yansıması sonrasında ölçümleri önce kaydeder daha sonra bilgisayar üzerinden sayısallaştırılmasını sağlar. Alıcıya gelen sinyaller ya tek bir kaynaktan veya çoklu alıcı kombinasyonlarından gelebilir.

Yeraltı tarama teknolojilerinde altyapı tesislerinin konumları dışında ortamın kayalık, sulak, kaya türü, toprak çeşitliliği, kullanılan yer radarının dalga boyu özellikleri vb. birçok parametre belirleyici özellik göstermektedir. Ayrıca yeraltı radarının kullanıldığı bölgenin engebeli veya kayalık olması durumunda yani arazi ölçüm yapma noktasında zorluk oluşturacak bir karakteristik özelliğe sahipse; geri yansıyan sinyallerin veri işleme aşamasında düzeltilmesi gerekebilmektedir (Uyar, 2017).

Birçok altyapı tesisi konumsal olarak birbirleriyle iç içe geçmiş bir durumda bulunmaktadır. İçme suyu ve atık su borularının yakınında elektrik kabloları, fiberoptik hatlar, doğalgaz boruları vb. birçok teknik yapı bulunabilmektedir. Yer radarı sayesinde gönderilen bu EM dalgalar her bir yapıdan farklı oranlarda ve farklı şekillerde geri yansımaktadır. Özellikle fiberoptik hat deplaselerinde yatırımcı altyapı kurum ve kuruluşlarının yeraltına döşenen kabloları koydukları bazı alıcı özelliği yükseltici maddeler olası kazısız görüntüleme sistem çalışmalarında kolaylık sağlamaktadır.

Su, elektrik, telekomünikasyon, doğalgaz vb. birçok altyapı elemanının iletimi ve dağıtımını noktasında kullanılan kablo sistemlerinin belirtilen şekilde sinyal yansıtma oranı yüksek maddelerden yapılacak olması konumsal doğruluğu yüksek ölçümlerin yapılmasına da katkı sağlayacaktır (İSBAK, 2017a).

Altyapı kurum ve kuruluşlarının genelinde böyle bir çalışma olması halinde taranan verilerdeki doğruluk oranı da aynı ölçüde artacaktır. X, Y ve Z verilerinin mevcut altyapı kurumlarında kendi imalatları ile ilgili doğru parametreler olduklarını söylemek ne yazık ki güçtür. Geline noktasında altyapı kurumlarının çok az bir kısmının altyapı hatlarının konumsal doğruluğu noktasında yeterli bilgiye sahip olduğu bilinmektedir. Yer radarı ile altyapı verilerinin taranması ve akabinde bir coğrafi bilgi sistemi yazılımına entegre edilmesi sadece kentsel planlama ve şehircilik noktasında değil kurumların da kendi deplaselerinin ve yatırımlarının doğruluklarını tespit etmesi noktasında da önemli bir atılım sağlayacaktır (İSBAK, 2017a).

Altyapı kurum ve kuruluşlarının denetim mekanizması kısmında da belirtildiği üzere; tüm teknik altyapı tesisleri birbiriyle entegrasyon halindedir. Her biri için bir kural koyucu, denetim mekanizması ve koordinasyon sağlayıcısı bulunmaktadır. Yapılan bu iş ve işlemlerdeki bürokrasinin azalması, işlem kolaylığı sağlanması ve gelişen teknolojik faaliyetlerin ışığında zaman ve mali yönden daha tasarruflu bir sistem oluşturulması adına dijital bir veri ağında kazısız görüntüleme yöntemleri ile tespit edilen altyapı verilerinin bulunması hem daha sağlıklı hem de maliyet noktasında pozitif yönlü bir ivmenin oluşmasını sağlayacağı öngörülmektedir.

### 4.2.3 Verilerin Artırılmış Gerçeklik Yöntemi İle Kıymetlendirilmesi

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi daha önce de bahsedildiği gibi; sanal dünya ile gerçek dünyanın kullanıcı algısını arttırmak amacıyla birleştirilmesi ve zenginleştirilmesine dayalı bir teknolojik gelişmedir.

Bu teknoloji sayesinde verilerin kullanıcı tarafından analiz ve değerlendirilme oranı artmakla birlikte, taranan altyapı elemanlarının öznelik bilgilerinin ortak bir veri ağında toplanması kurumsal koordinasyonun sağlanması noktasında sisteme olumlu bir ivme kazandıracığı öngörülmektedir.

Yeraltı görüntüleme sistemleri ile gömülü altyapı elemanlarına gönderilen dalgaların geri yansıması sonrası kontrol ünitesinde toplanıp birleştirilmesi ve analizi ile elde edilen verilerin belirli düzeltmelerden geçmesiyle altyapı elemanlarının konumsal bilgileri toplanmış olur. Ölçümler sonucu yeraltı tesisatının (içmesuyu, atıksu, doğalgaz, haberleşme, elektrik vb.); hassas koordinatlarının işlenmesi, boruların ve kabloların XYZ geometrileri, cins ve çap/boyut bilgilerine göre sınıflandırılması işlemleri tespit edilen öznelik verilerini oluşturmaktadır (İSBAK, 2017a).

Teknik altyapı yatırımcısı olan altyapı kurumları, yerel yönetimler ve bunları denetleyen denetim mekanizması mevcut altyapı verilerinin sayısal ortama entegre edilmiş haline ulaşamadıkları için yeni proje planlaması, mevcut altyapı hatlarının deplase edilmesi, olası arıza ve revize gerektiren imalatların bakım ve onarım çalışmalarının yapılması hem daha zor hem de koordinasyon eksikliğinden kaynaklı olarak zaman kayıplarına yol açmaktadır. Hasarsız yeraltı görüntüleme sistemleri ile tespit edilen gömülü altyapı elemanlarının öznelik verilerinin ortak bir ağ üzerinde entegreli şekilde çalıştırılması tek başına yeterli gelmediği kurum içi çalışmalar gözlemlenerek kaydedilmiştir. Aynı zamanda kullanıcıların mekânsal verileri daha detaylı görüp kolay bir şekilde planlama ve aksiyon alma yetilerini geliştirmesi adına artırılmış gerçeklik (AG) teknoloji ise daha gerçekçi, kavranabilir ve sistemsel bir algoritma haline çevrilmesi mevcut sorunların çözümüne ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Altyapı verilerinin AG ile kıymetlendirilmesi sayesinde şehrin mekânsal yapıtaşlarından biri olan ve daha önce de bahsettiğimiz bu teknik altyapı tesisleri ve bu tesislere ait mekânsal veriler kentin genelinde sanal nesne kümelerini oluşturacaktır. Oluşan bu kümeleşmiş sanal altyapı verisine farklı şekillerde

erişebilmek ve erişilebilen bu verilerin diğer altyapı elemanları ile koordinasyonun sağlanması AG yönteminin kullanıcıya sunduğu artılardan biri olacağı öngörülmektedir.



**Şekil 4.10: AG yöntemi ile kıymetlendirilen altyapı elemanları**

**Kaynak:** <https://www.vgis.io>

Şekil 4.10'da da temsili olarak görüldüğü üzere kentin kılcal damarları vazifesini gören teknik altyapı elemanları gömülü bir şekilde yeraltında bulunduğundan imalatlar ile ilgili yenileme, deplase, bakım/onarım çalışmalarının gerçekleştirilmeleri için aktif hayatın içinde kazıların yapılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Analizi yapılan gömülü teknik altyapı elemanlarının; AG ile değerlendirilip yeni ve anlaşılır bir forma kavuşmasının sağlanması sonrasında yatırımcı kurum ve kuruluşların birbirilerinin altyapı bilgi ve öznelik verilerine ulaşması için ortak bir veri ağının oluşması gerekliliğinden daha öncede değinilmişti. Bu veri ağının oluşması için günümüzde en çok veri analizi noktasında tercih edilen sistemlerden biri olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmalıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS); belirli bir takım yöntemlerle elde edilen mekânsal verilerin, kategorize edilmesi, analizi, dönüştürülmesi ve görüntülenmesi için de kullanılmaktadır.

Altyapı imalatlarını yapan kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarının dağılımlarının bahsedildiği kısımda da belirtildiği gibi kontrol ve takip mekanizmasının bir diğer aracı da denetim mekanizmasıdır. Denetim; uygulama, bakım-onarım gibi süreçlerde yaşanan sorunların önüne geçerek benzer olumsuzlukların tekrarlanmasına engel olmaktadır. Belirli periyotlarla yapılan iş ve işlemlerin denetimi de yasal mevzuatlarla belirlenen ölçüde yapılmaktadır. Mevcut yasal kısıtlayıcılarda tespit edilen eksiklerin olması denetim mekanizmasının etkin çalışmasına engel olmaktadır. Denetim mekanizması benzer kazaların oluşmasındaki risk olasılıklarını minimize eden bir sistemdir. Mevcutta denetim mekanizmasının etkin yürütülmemesi fırsata dönüştürülebilecek zayıf yönler arasındadır (İSBAK, 2017a).

#### 4.3 Altyapı Saha Gözlemleri ve Senaryo Analizi

Bu bölümde araştırma alanı olan İstanbul başta olmak üzere çeşitli örnekler üzerinden sahada tespit edilen teknik altyapı problemleri değerlendirilerek analiz edilecek olup sunulacak olan çözüm önerisi ile ilgili olası senaryo tahminleri yapılacaktır.



**Şekil 4.11: Altyapı Elemanları Arasında Yaşanan Kaos**

**Kaynak: AKM, 2019**

**Vaka 1:** Önceki bölümlerde de değinildiği üzere altyapının sistematik, güvenli ve işlevsel olmasının mevcut durumda tercih edilen manuel sistemin interaktif hale

dönüşmesiyle mümkün olacağı öngörülmektedir. Şehrin bir konumundan alınan görsel olan şekil 4.11’de görüldüğü üzere teknik altyapı elemanlarının zemin altında gömülü bir konumda bulunması anında müdahaleyi zorlaştırması, imalat ve deplasesi durumlarında zaman ve güç kaybına neden olmaktadır. Teknik altyapı elemanlarının birbiri üzerinden geçişi ve imalatı esnasında dikkat edilmesi gereken güvenlik önlemleri ne kadar yasal olarak kural koyucu tarafından belirlense de sistemsel bir veri ağı oluşmadığından manuel olarak kaotik bir yapı oluşturulmuştur. Hangi altyapı verisinin nereden geçtiğinin belli olmadığı şekil 4.11’de anında müdahaleyi gerektiren olası bir durumda diğer altyapı elemanlarına zarar verilmesi ve mağduriyetlerin artmasına sebep olunması olasıdır.



**Şekil 4.12: Güvenlik Önlemi Alınmamış Altyapı Kazı Çalışması**

**Kaynak: AKM, 2019**

**Vaka 2:** Şekil 4.12’de görüldüğü üzere altyapı kazı çalışmaları esnasında kurumlar arası koordinasyon eksikliği çalışmanın süresinin uzamasına, tranşenin daha uzun süreler açık kalarak güvenlik zafiyetine yol açmaktadır. Bu durum çalışma alanı çevresinde yaşayan semt sakinlerinin açık bırakılan tranşe üzerinden geçişlerine neden olarak güvenlik zafiyeti oluşturmaktadır.



**Şekil 4.13: Güvenlik Önlemi Alınmamış Altyapı Kazı Çalışması**

**Kaynak: AKM, 2019**

Özellikle eğitim kurumları ve ortak kullanım alanları (alışveriş merkezi, cami, hastane vb.) yakınında yapılan altyapı çalışmaları olası iş kazaları sonucu meydana gelebilecek can kayıplarının artmasına neden olmaktadır. (Şekil 4.13)



**Şekil 4.14: Ana arter üzerinde yapılan asfaltlama çalışması**

**Kaynak: AKM, 2019**

**Vaka 3:** İstanbul; önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere gerek kalabalık nüfusuyla gerek ulaşım amacıyla kullanılan araç sayısı ile trafik yoğunluğunun en üst düzeyde olduğu bir anakenttir. Şekil 4.14’de de görüldüğü gibi konumsal doğruluğu düşük altyapı verisinden ve koordinasyon eksikliğinden kaynaklı oluşan tekrarlı kazılardan dolayı yapısı bozulan asfalt kaplamanın yeniden imalatı esnasında aktif trafik tek şeride düşürülmüş mevcutta var olan İstanbul trafiğinin daha da yoğunlaşmasına sebep olunmuştur. Hâlihazırda gününün çoğunu trafikte geçirmek zorunda kalan İstanbul sakinleri; bu tarz tekrarlı kazılar ve çalışma esnasında mevcut hattın konumsal doğruluğunun tespit edilememesinden kaynaklı arızalardan dolayı trafikte çok daha fazla zaman kaybetmektedir.



**Şekil 4.15: Ana arter üzerinde yapılan asfalt yama çalışması**

**Kaynak: AKM, 2019**

**Vaka 4:** Asfalt kaplamalı yollarda gerçekleştirilen altyapı kazı çalışmaları tamamlandıktan sonra açılan tranşenin üzeri asfalt ile kaplanır (Şekil 4.15). Asfaltlama işlemi tamamlandıktan sonra alanda gerçekleşen arıza ve zorunlu kazı durumlarında kısa süre önce asfalt kaplama ile yapılmış olan yol yapısı bozularak işlemler gerçekleştirilir. Bu hem asfalt maliyetinden kaynaklı ekonomik zarara hem de yapılan yamalar sebebiyle bir süre sonra yol profilinin bozulmasına sebep olmaktadır. Trafikte araç kullanım konforunu da etkileyen yol profil bozuklukları vatandaşların oluşan çukurlardan dolayı araçlarının ve kendilerinin zarar uğramasına yol açmaktadır.



**Şekil 4.16: Kazı çalışması sonrası deforme olmuş üst kaplama elemanları (İstanbul- Fatih)**

**Kaynak: AKM, 2019**

**Vaka 5:** Yer altında gömülü konumda bulunan teknik altyapı elemanlarının ortak bir veri ağına uyum sağlayamamasından kaynaklı tekrarlı oluşan kazılar sebebiyle yol üst kaplamasının (kilit taşı, küp taşı, granit kaplama, parke taşı vb.) deforme olması görüntü kirliliğine neden olurken bir taraftan da güvensiz bir yaya yolu oluşmasına sebep olmaktadır. Şekil 4.16’da görüldüğü üzere altyapı kurumu tarafından imalatı yapıldıktan sonra gerekli düzenlemelerin yapılmadığı üst kaplama elemanları deformasyona uğramış aynı zamanda akan araç trafiğini olumsuz etkileyecek ortam oluşturmuştur.

Özellikle son yıllarda kullanım oranı artan dijitalleştirilmiş veriler aktarım ve saklama konusunda işlem kolaylığı sağlamaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte verilerin dijital hallerine duyulan ihtiyaçta artmaktadır. Bu aynı zamanda yeraltı hizmetleri kapsamında gerçekleştirilen teknik altyapı elemanlarına ait verilerin saklanması, depolanması ve güncellenmesini de kapsamaktadır. Teknik altyapı elemanlarına ait haritaların dijital formatta tutulması işlem esnasında kullanılacak yardımcı programlarla oluşacak entegrasyonu da kolaylaştırarak yüksek onarım maliyetlerinin önüne geçmesi düşünülmektedir. Buradan hareketle yere nüfus eden radar (GPR) ile tespit edilen verilerin ortak bir yazılım ağı yardımıyla daha doğru ve güvenilir bir şekilde sisteme dahil edilebileceği düşünülmektedir. ([www.geospatialworld.net](http://www.geospatialworld.net))



**Şekil 4.17: AG ile görselliği zenginleştirilmiş altyapı verisi Kanada örneği**

**Kaynak:** <https://www.vgis.io>

Şekil 4.17’de gösterildiği üzere Kanada’da vGIS firmasının kazısız yeraltı görüntüleme yöntemleriyle elde ettiği altyapı verisini görsel olarak Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile zenginleştirerek yeraltında gömülü halde bulunan su borularının tomografik bir görüntüsünü kullanıcılara sunmaktadır. Görsel zenginliği yükseltilmiş altyapı verisi sadece yer bilimcilerinin değil tüm altyapı paydaşlarının yorum yapmasını kolaylaştıracaktır.

Örneğin; Avusturalya’da Sidney Hafif Raylı Sistem Projesi’nin planlanan tahmini bitiş tarihi hatasız 3 boyutlu yeraltı kamu hizmet haritasının olmaması nedeniyle tasarlanan proje sonlanmasının 1.5 yıl sonrasına ancak yetişebilmiş ve işlem esnasında yapılan yanlış kazılardan ötürü altyapı hatlarına verilen zarardan kaynaklı maliyet tahmin edilenin çok üstünde gerçekleşmiştir. ([www.geospatialworld.net](http://www.geospatialworld.net))

Bu kapsamda, İsveç’te bulunan ve kazısız yeraltı görüntüleme teknolojileri sayesinde toplanan altyapı verilerinin AG ile kıymetlendirilmesi için çalışma yapan Dorotea, Åsele ve Vilhelmina belediyeleri örnek verilebilir. Özellikle fiberoptik altyapı hatları hakkında daha fazla genel bakış ve daha iyi dokümantasyon elde etmelerini sağlayan bir coğrafi bilgi sistemi kurmak ve hem kendi içlerinde hem de diğer altyapı paydaşlarıyla entegrasyon içerisinde olmak ve birbirlerinin deneyimlerini paylaşmak projenin asıl gayesini oluşturmaktadır. ([www.geospatialworld.net](http://www.geospatialworld.net))

Bu kapsamda, mevcut ve yeni yeraltı altyapısını haritalamak için teknolojideki yenilikler, günlük olarak gerçekleşen kamu hizmeti zararlarını azaltmak için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu tür kayıplar sadece maddi olarak zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda insan yaşamının kaybına da neden olur. Yeraltı kamu hizmeti haritalamasına yatırım yapmanın ardındaki sebep, sadece olayları bugün azaltmakla sınırlı değil, aynı zamanda geleceğe hazır olmaktır. Dünya dijital şehirlerinin, her geçen gün gelişmesi ve verimli çalışabilmeleri için doğru yeraltı şebeke haritalarının, bu sistemin en önemli parçalarından birini oluşturacağı öngörülmektedir. ([www.geospatialworld.net](http://www.geospatialworld.net))



**Şekil 4.18: AG ile zenginleştirilmiş altyapı verisi üzerinden temsili bir sistem denemesi (İstanbul- Fatih)**

**Kaynak: AKM, 2019**

Teknik altyapı elemanlarının günlük hayatın akışı içerisinde sisteme en az müdahale edecek şekilde imalatının yapılması ve düzenlenmesi önceki bölümlerde de değinildiği gibi kaliteli kent yaşamını doğrudan etkilemektedir. İstanbul-Fatih ilçesinde tekrarlı kazılar neticesinde üst kaplama elemanlarında oluşan deformasyonlardan şekil 4.16 ile analiz edilmiştir. Şekil 4.18’de ise yeraltında gömülü olan altyapı elemanlarının kazısız görüntüleme teknolojilerinden olan GPR yöntemi ile tespit edilmesi, ardından Artırılmış Gerçeklik ile modellenmesinin temsili hali gösterilmektedir. Şekildeki kırmızı nesnel elektrik altyapısını temsil ederken mavi kısımlar su ve kanalizasyon altyapısını, yeşil olanlar doğalgaz borularını ve mor olan telekomünikasyon ve haberleşme teknik altyapısını yansıtmaktadır. Detaylandırılan öznelik verileri ışığında üst kaplama elemanlarının en az hasarla süreci tamamladığı, akan trafiğe müdahale etmeye gerek kalmadan ve kısa metrajlı işlemler gerçekleştirilerek sürecin daha hızlı, kolay ve az maliyetli olmasının sağlanabileceği öngörülmektedir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüz dünyasında bilgiye ulaşmak kadar ulaşılan bilginin doğruluğu, sürdürülebilir olması ve kalitesi de önemlidir. Teknik anlamda proje geliştirilen her çalışma alanında bilginin sistematikliği üzerine yoğun ilgi gösterilmesi ve bu alanda gelişme sağlanması gereklidir. Altyapı hatlarının yeraltında olması sebebiyle tespiti, müdahalesi ve yapıya ulaşması üst yapı hatlarına oranla daha fazla iş gücü, teknik bilgi ve efor gerektirmektedir. Bu nedenle altyapı hatlarının bilgisi yüksek düzeyde haiz olacaktır. Özellikle bilgi doğruluğu ve kalite düzeyi çok önemlidir. Ülkemizde altyapı hatlarının bilgisinin dijital ortamdaki doğruluk oranında ve bilgi sisteminde bir takım aksaklıklar mevcuttur. Bu nedenle altyapı hatlarının kazısız bir yöntemle tespit edilmesi ve ortak bir bilgi sistemine tüm kurumların entegre edilmesini amaç edinen bir yazılımın geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur.

Çalışmanın adında da belirtildiği üzere İstanbul geneli altyapılarından ve bu altyapı tesislerinin modellenmesinden bahsedilmektedir. İstanbul'da artan göç ve nüfus ile birlikte bir taraftan yerleşimler ve ekonomik faaliyetler daha geniş bir alana boşluklar bırakarak plansız ve dengesiz bir şekilde yayılmakta, diğer yandan kent içindeki mevcut yerleşmeler daha yoğun yapılaşmaya ve nüfus yoğunluğuna maruz kalmaktadır. Bu süreç kentin bazı bölgelerindeki altyapı hizmetleri üzerinde baskıyı arttırarak hizmet kalitesini düşürmekte, diğer bazı bölgelerde ise altyapının atıl kalması ve verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak bir yandan kentsel mekân ve yapılar altyapı hizmetlerinden daha hızlı ve kontrolsüz bir şekilde büyümekte, diğer yandan geliştirmesi zaman alan ve oldukça maliyetli altyapı ise etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Kent sakinlerinin yaşam kalitelerini belirleyen en büyük parametrelerden biri olan teknik altyapı tesisleri belirtilen bu sebeplerden kaynaklı olarak donanımsal ve sistemsel olarak eksik kalmaktadır. Örnek verilecek olursa; elektrik ile ilgili bir arıza, deplase veya yeni yatırım tesisi işlemi esnasında teknik ekibin konumsal bilgi yönünden oldukça fakir altyapı tesisleri ile ilgili bilgi sahibi olmamasından kaynaklı

olarak diğerk teknik altyapı elemanlarına zarar vermesi kaçınılmazdır. Bu durumda elektrik ile ilgili bir düzenleme gerçekleştirirken kent sakinlerinin su, doğalgaz, fiberoptik altyapı hatları zarar görerek mağduriyetin katlanarak artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca altyapı hatlarının doğası bakımından yerin altında gömülü olmasından kaynaklı, saha çalışmaları yapılırken büyük zaman ve maliyet kayıpları oluşmaktadır. Yolun neresinden hangi hattın geçtiği bilgisi, kazı çalışması yapan kurumlar için hem güvenlik hem de maliyet açısından çok önemlidir. Altyapı hatlarının belirtilen bu sebeplerden kaynaklı konumsal verilerinin eksikliği mükerrer kazıların oluşmasına sürekli İstanbul sokaklarının kazılarak güvenlik zafiyetinin oluşmasına, aktif trafik yoğunluğu olan böyle bir metropolün daha da trafik sirkülasyonunun arttırmasına neden olmaktadır. Ayrıca sürekli kazılıp açık bırakılan tranşelerden kaynaklı can kayıplarının yaşanması da olayın başka bir boyutunu oluşturmaktadır.

İstanbul'un köklü tarihi itibariyle sahip olduğu antik doku kentin adeta parmak izi olmuştur. Yapılan gözlemler sonucunda; sosyal hayatta çalışma içerisinde işlenen, tekrarlı ve kontrolsüz altyapı kazı çalışmaları nedeniyle tarihi doku zarar görebilmekte ve özellikle tarihi yarımada çevresinde benzer hatalı örneklere rastlanılmaktadır. Tekrarlı kazı çalışmalarının; kent dokusunun bozulmasına, tarihi eserlere zarar verilmesine ve özellikle tarihi ve turistik bölgelerdeki trafik yoğunluğunun artmasına neden olmakla birlikte estetik algıdan uzaklaşmış bir görüntüye de sebep olduğu gözlemlenmektedir.

İstanbul konumu itibariyle fay hatlarının aktif olduğu bir bölgededir. Özellikle 1999 yılında yaşanan Marmara Depremi sonrasında güvenli ve konumsal doğruluğu eksik altyapı sonucunda patlayan su boruları, elektrik kaçakları ve neredeyse imkânsız hale gelen haberleşme altyapısının olası afet durumlarında ne kadar hazırlıksız olduğunu göstermiştir. Veri doğruluğu yüksek altyapı elemanlarının doğal ve yapay tüm tehditlere karşı daha güçlü ve güvenilir olacağını düşünülmektedir.

Bir diğerk çıkarım konusu ise birbirinin hattına zarar veren teknik altyapı kurumları arasında yaşanan bürokratik engellerdir. Altyapı kurumları arasındaki ilişkiyel bağlantıların incelendiği ikinci bölümde de bahsedildiği üzere sistemde; denetleyici, kural koyucu, uygulayıcı, varlık sahibi ve işletici paydaşlar bulunmaktadır. Sistemde birlikte var olan bu paydaşların süreç içerisinde belirli görev ve sorumlulukları olmakla birlikte birbiriyle bütünleşik bir şekilde çalışmalarına devam etmelerinden

kaynaklı bazı engellerle karşılaştıkları görülmektedir. Örneğin; altyapı kurumlarının birbirlerinin hattına zarar vermesi durumunda hatta zarar veren altyapı kurumunun zarar gören tarafın maddi kaybını karşılaması gerekirken bunun sağlanmaması durumunda sürecin hukuki boyutlara taşınması, altyapı koordinasyonundan sorumlu olan büyükşehir belediyelerince de idari, hukuki ve teknik sorunların oluşmasına neden olmaktadır. İstanbul özelinde incelenecek olursa; İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapının koordine edilmesi ve kurumların birbiri ile iletişimlerini sağlamak için çalışması gerekirken, bu zafiyetlerden kaynaklı hukuksal ve idari sorunları bertaraf etmek durumunda kalmaktadır. Gereksiz bürokratik engeller sürecin verimliliğini düşürürken işlemlerin yavaşlamasına ve aksamasına neden olmaktadır.

Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapının koordine edilmesi ve düzenlenmesini sağlamaktadır. Bu süreçlerde denetim mekanizmaları birden çok olmakla birlikte kurumsal hiyerarşi tek bir ortak yazılım üzerinde birleşmediğinden altyapı hatlarının tüm kurumlarca entegreli ve koordineli çalışması da kolay ve mümkün olmamaktadır. Bakanlıklar, ilçe belediyeleri, özel altyapı kurum ve kuruluşları, belediye iştirak şirketleri, belediye genel müdürlükleri ve iç müdürlükleri bu kapsamda ortak bir yazılım ağına entegre edildiği takdirde her bir altyapı kurumunun diğer altyapı verilerine ulaşması, işlem yapacağı saha kısmında yerin kaç metre altında hangi hattın kaç km olduğunu bilmesi, çalışmanın süresinin ne kadar olacağı, hangi güzergahlar üzerinde çalışmanın yapılacağı gibi birçok parametre işlem kolaylığı sağlarken vatandaşların rutin hayatlarına en az şekilde müdahil olunacaktır.

Bu çalışma mevcut altyapı koordinasyonunun kolaylığını sağlamayı amaçlamasının yanı sıra kalabalık nüfusu ile İstanbul özelinde kentsel planlama ve şehircilik algısına da yeni bir boyut kazandıracığı düşünülmektedir. Son dönemlerde artan kentsel dönüşüm ve kent planlama çalışmaları, olası afet riski kapsamında yeni yapılacak yapıların düzenlenmesi ve mevcut yapı güçlendirmeleri esnasında teknik altyapı tesislerinin imal edilmesi veya yenilenmesi bazı engellere takılmaktadır. Altyapı tesislerinin imalatı esnasında belirlenen dönüşüm veya düzenleme alanında yaşayacak olan kişi sayısı ile ilgili belirli katsayılar baz alınarak tahmini bir öngörüle bulunularak işlemler tesis edilmektedir. Bu durum birçok kez kullanıcı sayısının beklenilenin üzerinde olması durumunda revizyon işlemleri gerektirmektedir. Oysa olası bir ortak altyapı yazılımı sayesinde öngörülen abone sayısının mevcut sayısal altyapı verisi

dikkate alınarak daha sağlıklı ve güvenilir bir şekilde planlanması sonrasında tesis edilecek teknik altyapı elemanlarının imalatının daha doğru ve güvenilir olmasının sağlanacağı düşünülmektedir.

Aynı zamanda imar planı hazırlık aşamasında, kente ilişkin arazi kullanım kararları verilirken verilen kararların gerektirdiği altyapı tesislerinin teknik yapılabilirliği ve ekonomik açıdan geri dönüşümünün sağlanıp sağlanamayacağına ilişkin mali etütlerin yapılması ve bütün bu çalışmaların koordineli biçimde yürütülmesinin sağlanmasının kolaylaşacağı öngörülmüştür. Bu sistemin hayata geçmesiyle birlikte, imar planı çalışmalarında altlık olarak kullanılan 1/1000 ölçekli sayısal altyapı haritaları güncel, doğru, eksiksiz ve kullanılabilir olabilecektir. Teknik altyapı tesisleri; enerji nakil hattı, trafo, her türlü iletim hatları vb. tesisler ilgili kurumlar ile iletişim kurulması ve raporların alınarak mevcut harita ve plana sayısal olarak hızlı bir biçimde aktarılması sağlanacaktır.

Ülkemizde kazısız görüntüleme teknolojileri kullanılarak oluşturulan teknik altyapı haritalama işlemleri özel firmalar bünyesinde gerçekleştirilirken çalışmamızın asıl gayesi olan önerilen projenin yerel yönetimler eliyle yapıp öncelikle İstanbul özelinde planlı, güvenli ve tüm paydaşların koordineli bir şekilde sisteme dâhil olduğu ortak bir veri ağı oluşturulmasıdır. İstanbul özelinde yapılacak bu entegrasyon çalışması Türkiye’de ki diğer büyükşehirlerin de süreç içerisinde sisteme dahil olmasıyla konumsal doğruluğu yüksek ulusal bir teknik altyapı veri ağının oluşmasına ve yapılacak yeni proje ve yatırımlara önemli bir altlık oluşturabileceği öngörülmektedir.

Bu çıkarımlardan hareketle; Son yıllarda kullanım oranı gittikçe artan hasarsız yeraltı görüntüleme teknolojileri ile yeraltındaki altyapıların belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına aktarılması ve artırılmış gerçeklik yöntemiyle görüntülenmesinin hedeflendiği bir yazılım önerisi sunulmuştur. Böylelikle kurumlar arası entegrasyonun daha güçlü, sağlıklı ve güvenilir olması, mevcut bilgi sisteminin üç boyutlu olarak modellenmesiyle kazı çalışmalarında yol gösterici olmasını sağlamış olacaktır. Bunun yanında altyapı bilgi kirliliğini önleyerek gelecekte geliştirilebilecek projeler için yol göstericilik sağlaması, uzun vadeli altyapı planlamalarında altlık teşkil edebilecek ve altyapı bilgi sistemi kapsamında veri standardı oluşturulabilecektir. Böylece kentsel altyapı planlamasının çok daha işlevsel ve kaliteli olması sağlanacaktır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen incelemeler neticesinde elde edilen bulgulardan yola çıkarak; mevcuttaki teknik altyapı sorunları irdelenmiş, yapısal ve sistemsel eksiklikler ortaya koyulmuş, altyapı kurum ve kuruluşları arasındaki iletişim ve bürokrasiye değinilmiştir. Altyapı kazı çalışmalarının kontrol ve koordinasyonu esnasında sahada gerçekleştirilen deneyimler incelenmiş ve görsel zenginliği yüksek altyapı verisinin senaryo analizi yapılmıştır. Edinilen bu bilgiler ışığında sorunların çözümüne yönelik öngörülen; görsel algısı yükseltilmiş güvenilir altyapı verisinin ortak bir veri ağında bütünleştirip teknik altyapı kuruluşlarını tek bir çatı altında sistemsel birleştirilmesi önerilmiştir.



## KAYNAKÇA

- AFAD (2014a). 2014-2023 Kritik Altyapıların Korunması Yol Haritası Belgesi. *Ankara: Başbakanlık Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.*
- AFAD (2014b). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. *Ankara: Başbakanlık Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.*
- Akkuş İ., Koçoğlu E. ve Özhan U. (2017). Sosyal Bilgiler Öğretiminde Yeni Bir Öğrenme Ortamı Olarak Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları, *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Alternatif Yaklaşımlarla Sosyal Bilgiler Eğitimi*, 335.
- Albayrak, M. & Altıntaş, V. (2017). SDÜ ve CBÜ. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Veri tabanı Dersinde Kullanımı. *İstanbul Eğitimde İnovasyon Dergisi*, 3(1): 14-15.
- Altınpulluk, H. & Kesim, M. (2015). Geçmişten Günümüze Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarında Gerçekleşen Paradigma Değişimleri, *Anadolu Ü. Uzaktan Eğitim Fakültesi*, Eskişehir.
- Azuma, R.A. (1997). Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Enviroments*, 6(4), 355-385.
- Azuma R., baillot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., & MacIntyre B. (2001) Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34 – 47.
- T.C. Resmi Gazete, Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği, (2006), 15.06.2006, 26199.
- Caudell, T.P., & Mizell, D.W. (1992). Augmented Reality: An Application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on ( Vol. 2, 659-669)*. IEEE.

- Davis, J.L., & Annan, A.P., ( 1989). Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical prospecting*, 531-551
- Doğanay, Hayati. Özdemir, Ünal. ve Şahin, İbrahim Fevzi. , (2011). Genel Beşeri Ekonomik Coğrafya, *Pegem Akademi Yay.*, Ankara. 296-297.
- Erdik, Mustafa. (2000). Report on Kocaeli and Duzce ( Turkey) Earthquakes *Istanbul. Bogazici University, Kandilli Observatory And Earthquakes Research Institute.*
- Erdin, H.E. (2011). Şehirselle Yerleşmelerde Teknik Altyapı Sorunlarının Proje Niteliklerini Belirleyen Ortak-Eşgüdümsel Değişkenlere Göre Değerlendirilmesi, Tire Belediyesi (İzmir) Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 13 (2) , 1-22 .
- Erdin, H.E. (2001). *Şehir Planlamada Su ve Kanalizasyon Sistemleri Proje Eşiklerinin Değerlendirilmesi-İzmir Büyükşehir Bütününde bir deneme* (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- AKM, (2019). Saha İncelemeleri ve Senaryo Analizi Fotoğrafları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü Avrupa Yakası Ruhsat Şefliği Saha Fotoğraf Arşivi.
- AKM, (2021). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği, Torlak S.,
- İBB, (2019a). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği Arşivi, 2019.
- İBB, (2021a). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği Arşivi, 2021.
- BİMTAŞ, (2019e). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, İstanbul Genel Altyapı Standartlarının Oluşturulması Literatür Araştırması, Eylül, 2019.

- BİMTAŞ, (2019a). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, Altyapı Standartlarının Oluşturulması Elektrik Çalıştay Raporu, 11-45.
- BİMTAŞ, (2019b). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, Altyapı Standartlarının Oluşturulması Su ve Kanalizasyon Çalıştay Raporu, 46-62.
- BİMTAŞ, (2019c). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, Altyapı Standartlarının Oluşturulması Telekomünikasyon Çalıştay Raporu, 107-141.
- BİMTAŞ, (2019d). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, Altyapı Standartlarının Oluşturulması Doğalgaz Çalıştay Raporu, 155-185.
- BİMTAŞ, (2021a). Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. AŞ, Altyapı Standartlarının Oluşturulması Sonuç Raporu, 50-85.
- BİMTAŞ, (2019). İstanbul Geneli Altyapı Standartları Çalıştayı Yönetici Özet Raporu, 55.
- İSBAK, (2017a). İstanbul Bilişim Ve Akıllı Kent Teknolojileri AŞ, Altyapı Bilgi Sisteminin ve WEB Yönetim Portalının Oluşturulması Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ile Kullanılması ve Üç Boyutlu Modellenmesi Mevcut Durum Raporu. 1-60.
- İBB, (2021). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Arşivi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği, Yönetici Özet Raporu.
- İçten T., ve Bal G., (2017). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 402-403.
- HKMO, TMMOB, (2009). Türkiye’de Teknik Altyapı Kadastrosu Gereksinimi, 12. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

- Karataş, K. Ve Demir, O. (2005). Kentsel Altyapı Tesislerinde İrtifak Hakkı Uygulamaları ve Sonuçlarının İrdelenmesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28.03.2005-01.04.2005. Ankara.
- Milgram, P., ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *Leicetransactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329
- Moorman, B. J., 2001. Ground-Penetrating Radar Applications in Paleolimnology. In. M.Last& J. P. Smol, (Eds.). *Tracking Environmental Change using Lake Sediments* (23-47). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- M.K. Tsai, P.H. E. Liu, N.J. Yau,(2013). “Using electronic maps and augmented reality-based training materials as escape guide lines for nuclear accidents: An explorative case study in Taiwan”, *British Journal of Educational Technology*, Vol 44 No 1 E18–E2.
- Moorman, B. J., (2001). Ground-Penetrating Radar Applications in Paleolimnology. In. M.Last& J. P. Smol, (Eds.). *Tracking Environmental Change using Lake Sediments* (23-47). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- OKE, Adeoti Akinni Gerard Leger,(2010). *Mimari Korumada Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kullanımının Kayseri Kuru Köprü Üzerinden Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Özdemir Beyaz, Mehtap. (2015). Altyapı Elemanlarının Yer Radarı İle Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi*. Trabzon.
- Robert Poelman ve D.W.F. Krevelen. (2010) “A survey of augmented reality technologies, applications and limitations,” *The International Journal of Virtual Reality*, c. 9, sayı 2, ss. 1-20
- Sancar, C., Çolak, H. E. , ve Karataş, K., (2014). Büyükşehirlerde Teknik Altyapı Planlaması . IV. Arazi Yönetimi Çalıştay1, Trabzon, Turkey
- Uyar, Ş. (2017), Temiz ve Atık Su Sistemlerindeki Problemlerin Yer Radarı Yöntemi İle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi*.

Ünen H.Can. ve Şahin M. (2011), Alt yapı Şebekeleri Arasındaki Bağımlılıkların Deprem Sonrası Hasar ve Performans Tahmininde Kullanılmak Üzere Tanımlanması, *Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2011/2, 48-51.

Yolcu, MB., Şenol E. Ve Celayir S. (2018). Artırılmış Gerçekliğin Tıpta ve Çocuk Cerrahisinde Kullanımı. *Çocuk Cerrahisi Dergisi*, 32(3), 89-90.

Yumlutaş H.İ., ( 2014), Coğrafi Bilgi Sistem Tabanlı Kentsel Altyapı Yönetim Sistemi (KAYSİS) Yazılımı Tasarım Makalesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.

[www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr), İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, İdari Yapı, <https://www.iski.istanbul/web/trTR/kurumsal/iski-hakkinda1>, Erişim Tarihi: 20.12.2020.

[www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr); İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, İSKİ Hakkında, <https://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/iski-hakkinda1>, Erişim Tarihi: 20.06.2021

[www.sozluk.gov.tr](http://www.sozluk.gov.tr), “Altyapı” , <https://sozluk.gov.tr>, Erişim Tarihi: 10.01.2021.

[www.firat.edu.tr](http://www.firat.edu.tr), Şehir Planlama ve İmar Mevzuatı Ders Notları, [https://abs.firat.edu.tr/upload/user\\_68/bcd6b053f39a7428e6157dc0574980132111a7a5\\_dosya\\_68.pdf](https://abs.firat.edu.tr/upload/user_68/bcd6b053f39a7428e6157dc0574980132111a7a5_dosya_68.pdf), Erişim Tarihi: 26.01.2021.

[www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-dogalgaz>, Erişim Tarihi: 16.01.2021.

[www.ayop.info](http://www.ayop.info), Büyükşehirlerde Kentsel Altyapı Planlaması, 4. Arazi Yönetim Çalıştayı, <http://www.ayop.info/AYOP14/AYOP14/sunular/C.SANCAR.pdf>  
Erişim Tarihi: 30.03.2021.

[www.bedas.com.tr](http://www.bedas.com.tr), Boğaziçi Elektrik Dağıtım AŞ, <https://www.bedas.com.tr/tr/sayfalar/234/hakkimizda>, Erişim Tarihi: 10.01.2021.

[www.ayedas.com.tr](http://www.ayedas.com.tr), Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım AŞ,  
<https://www.ayedas.com.tr/Pages/Hakkimizda/KurumsalBilgiler/Kurumsal-Bilgiler.aspx>, Erişim Tarihi: 10.01.2021.

[www.igdas.istanbul](http://www.igdas.istanbul), İstanbul Gaz Dağıtım AŞ, <https://www.igdas.istanbul/misyon-ve-vizyon>, Erişim Tarihi: 10.01.2021.

[www.vgis.io](http://www.vgis.io), Yangın hidrantı üzerine uygulanan AG Çalışması,  
<https://www.vgis.io/esri-augmented-reality-gis-ar-for-utilities-municipalities-locate-and-municipal-service-companies/>, Erişim Tarihi: 20.06.2021.

[www.vgis.io](http://www.vgis.io), Cadde Üzerinde Zenginleştirilmiş Altyapı Verisi  
<https://www.vgis.io/esri-augmented-reality-gis-ar-for-utilities-municipalities-locate-and-municipal-service-companies/>, Erişim Tarihi: 20.06.2021.

<https://www.sensoft.ca/>, GPR(YeraltıRadarı), <https://www.sensoft.ca/products/lmx200/overview>, Erişim Tarihi: 09.11.2020.

[www.vgis.io](http://www.vgis.io), AG yöntemi ile kıymetlendirilen altyapı elemanları  
<https://www.vgis.io/esri-augmented-reality-gis-ar-for-utilities-municipalities-locate-and-municipal-service-companies/>, Erişim Tarihi: 20.06.2021.

[www.vgis.io](http://www.vgis.io), AG ile görselliği zenginleştirilmiş altyapı verisi yurtdışı örneği,  
<https://www.vgis.io/esri-augmented-reality-gis-ar-for-utilities-municipalities-locate-and-municipal-service-companies/>, Erişim Tarihi: 20.06.2021.

[www.medicare.med.br](http://www.medicare.med.br), Sağlık Uygulamalarında AG  
<https://medicare.med.br/pacientes-cuidados-and-saude>, Erişim Tarihi: 20.06.2021

[www.enorm.com](http://www.enorm.com), Microsoft Hololens, <https://www.enorm.com.tr/hizmetlerimiz/bilisim-urunleri-tedarigi/microsoft-hololens/>, Erişim Tarihi : 20.06.2021.

[www.geospatialworld.net](http://www.geospatialworld.net), Saha İncelemeleri ve Senaryo Analizi,  
<https://www.geospatialworld.net/news/three-swedish-municipalities-chooses-digpro-better-cooperation-fiber-networks/>, Erişim Tarihi : 20.06.2021.



## ÖZGEÇMİŞ

Semanur TORLAK

### A. EĞİTİM

**Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Kent Çalışmaları ve Yönetimi Bilim Dalı, 2021, İstanbul

**Lisans:** Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği, 2015, Trabzon

### B. MESLEKİ DENEYİM

Mayıs 2017- Halen İstanbul Büyükşehir Belediyesi Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü Harita Kontrol Mühendisi.

Haziran 2014-Eylül 2014 Güngören Belediyesi Emlak ve İstimlak Müdürlüğü Stajyer Harita Mühendisi.

Haziran 2013-Eylül 2013 Kadastro Genel Müdürlüğü Stajyer Harita Mühendisi.

### C. YAYINLARI

Torlak, S., Köymen, E., Anıktar, S., (2021). İstanbul Geneli Altyapı Sorunsalı Üzerine Bir Araştırma, 6. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Online.