

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

Semanur Torlak<sup>1</sup>, Serhat Anıktar<sup>1</sup>, Erdem Köymen<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34303, İSTANBUL

## Öz

Şehirleşmenin hızlı artışıyla oluşan yapılaşmanın sürdürülebilirliği için altyapı sistemlerinin de düzenli olması gerekmektedir. Buna karşın 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. Örneğin sürekli devam eden altyapı kazı sirkülasyonu gibi faaliyetler özellikle İstanbul'un trafik yoğunluğunu arttırmakta ve birbirine zarar veren altyapı çalışmaları ise çeşitli iş kazaları ve ölümlerle sonuçlanmaktadır. Bunun yanında mükerrer kazıların artması ile aynı yerin defalarca kazılıp asfaltlanması ekonomiye külfet getirmektedir. 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 beşinci 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.

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

### Extended Abstract

Infrastructure systems should also be regular for the sustainability of the construction that occurs with the rapid increase of urbanization. On the other hand, 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. For example, activities such as continuous infrastructure excavation circulation increase the traffic density of Istanbul, and infrastructure works that harm each other result in various occupational accidents and deaths. In addition, the increase in repeated excavations and the dug and asphaltting of the same place repeatedly bring a burden to the economy. 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 basis 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

### \*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Dr. Erdem Köymen, İstanbul Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34303 İstanbul, Türkiye.  
e-posta: erdem.koymen@izu.edu.tr

Geliş (Received) : 07.10.2022

Kabul (Accepted) : 23.11.2022

Basım (Published) : 31.12.2022

## 1. Giriş-Amaç

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.

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 edeceği öngörülmektedir (BİMTAŞ, 2019).

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 altyapının birbirine entegre ve koordinasyon içerisinde yürütülmesinin gerektiği düşünülmektedir (İBB, 2019).

### 1.1. Mevcut Durum

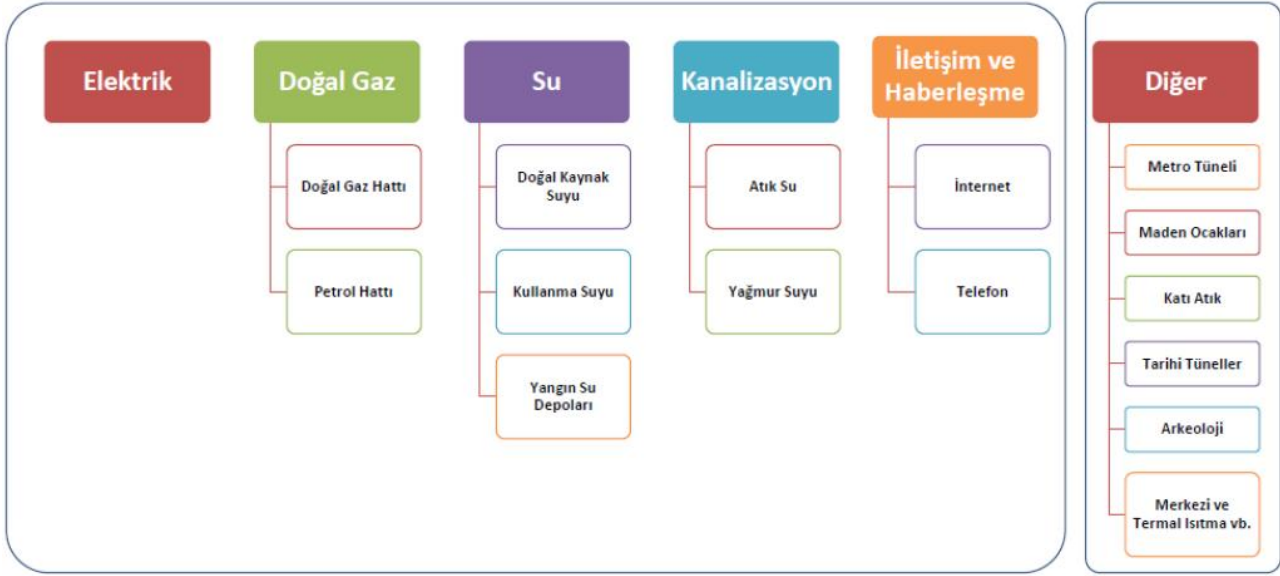
Yerleşim yerlerinin temel ihtiyaçları olan su, kanalizasyon, yağmur suyu vb. hizmetler teknolojinin gelişmesi sonucu ortaya çıkan ulaşım, haberleşme, arıtım ve ısınma gibi ihtiyaçlar için yapılan tesislerdir ve genellikle yer altında konumlandırılırlar. Bu tesislerin amacı; bireylerin yaşam kalitelerini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

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 (Yumrutaş, 2014).

## 2. Şehircilik, Kent Planlaması ve İstanbul Teknik Altyapısı

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 (URL-1, 2021).

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).



Şekil 1. Altyapı bileşenleri

Altyapı; Şekil 1’de de gösterildiği üzere 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.

## 2.1. İstanbul Geneli Teknik Altyapı Bileşenleri, Kurumlar ve Planlama



Şekil 2. İstanbul teknik altyapısı

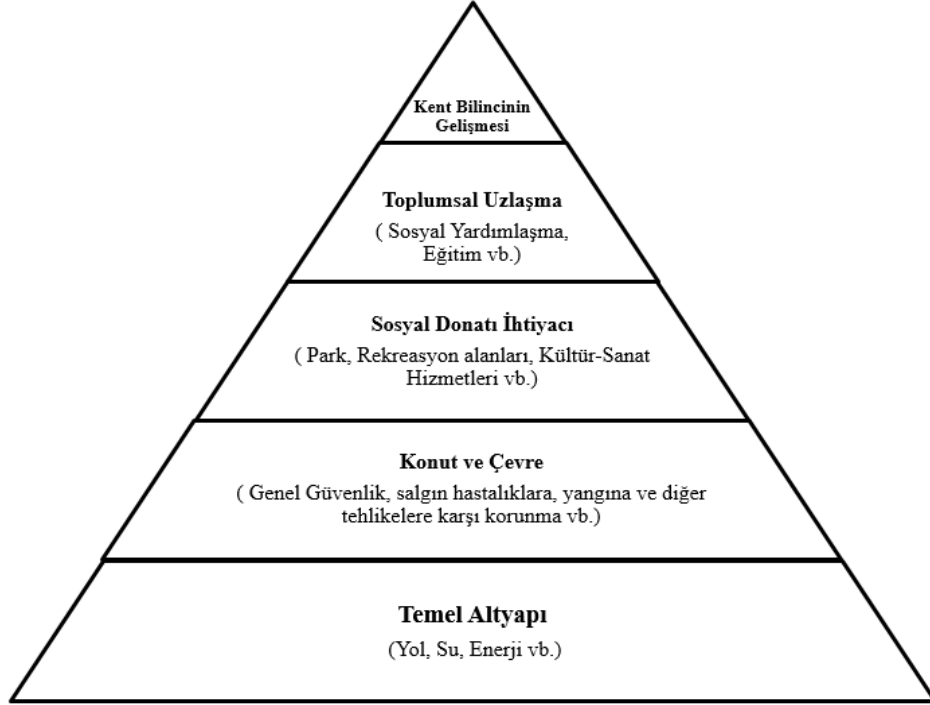
İstanbul özelinde teknik altyapı kuruluşlarından bazıları Şekil 2’de gösterilmiştir. İçme suyu ve atık su konusunda İSKİ, elektrikte İstanbul Avrupa yakası için BEDAŞ, Anadolu yakası için ise AYEDAŞ hizmet vermektedir. Doğalgaz teknik altyapısı İGDAŞ Genel Müdürlüğü uhdesinde gerçekleşirken, Telekomünikasyon ve Haberleşme de ise Türk Telekom, Vodafone, Superonline vb. özel şirketler bu işi üstlenmektedir.

İstanbul hızlı büyüyen ve mevcut yaşam alanları dâhil 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.

Özellikle kent içinde her bir altyapı bileşeninin diğer altyapı bileşenleriyle de etkileşim içinde olması planlama ve uygulama faaliyetlerini zorlaştırabilmektedir. Elektrik, su, telekomünikasyon ve doğalgaz hatlarının birçok noktada birbirleriyle kesişmesi sebebiyle hatlara müdahale noktasında yaşanan zorluklardan dolayı standart dışı uygulamaların yapılması, ortak bir yatırım programına bazı sebeplerden ötürü uyulmamasından kaynaklı mükerrer kazaların artması buna mukabil aynı yerin defalarca kazılıp asfaltlanmasının ekonomiye verdiği külfet ve bunun gibi birçok 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. Kentsel Altyapı Tesisleri ve Planlama

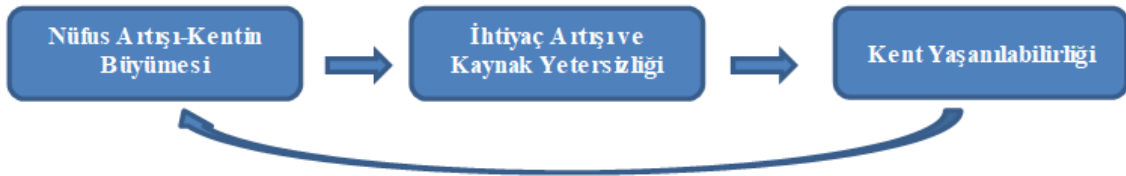
Şehirlerin adeta hayat damarları olarak nitelendirebileceğimiz altyapı elemanları; önceleri birkaç teknik altyapıdan oluşuyorken teknolojinin gün geçtikçe insan yaşamını daha etkin, kolay, sağlıklı ve rahat olmasını hedeflemesinden hareketle gelişmiş ve nitelikleri de bu ölçüde artmıştır (Karataş & Demir,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



Şekil 3. Kentsel Gereksinim Piramidi

Şekil 3'deki 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.

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).

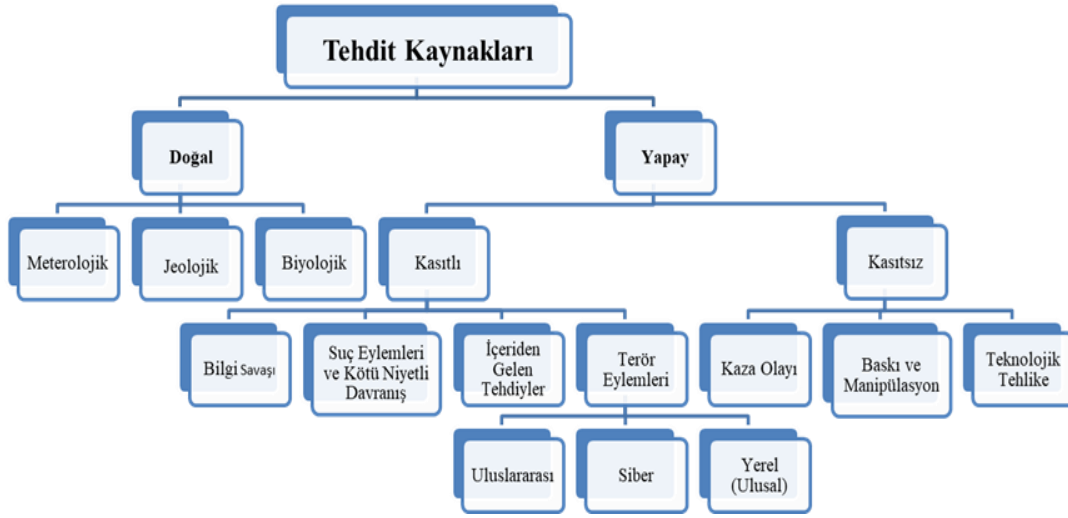


Şekil 4. Altyapı ihtiyacı / Kent gelişimi

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 4).

Kentsel altyapı tesisleri bütünü oluşturan altyapı elemanlarının büyük bir bölümünü oluşturmaları 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.

### 2.3. Altyapı Güvenliği



Şekil 5. Altyapı tehdit kaynakları

Şekil 5’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, 2019).

Altyapı güvenliği öncelikle tesislerin imalatları esnasından itibaren belirli kriterlere bağlı kalınmasıyla başlayıp, mevcut demografik yapı ve jeolojik faktörler göz önüne alınarak yapılacak çalışmaların bütününe kapsar. Güvenli altyapı demek olası güvenlik tehditleriyle karşılaştığında kentlerin bu süreci kolay atlatmasına ve kentte yaşayan insanların yaşam kalitesini stabil seviyelerde tutarak normal yaşantılarına geçişlerini kolaylaştırmayı amaçlar. Bu da kent planlaması ve teknik altyapı tesislerinin imatlarının düzenlenmesi aşamalarından başlamak kaydıyla belirli periyotlarda altyapı güvenliği ile ilgili revize çalışmaların yapılmasıyla mümkün olacaktır. Bu sebeple; 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, 2014).

### 2.4. 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 kentin refah ve gelişmişlik düzeyi en çokta o bölgedeki altyapının kalitesi ve güvenliği ile ölçülmektedir. Gerçekleşebilecek olası bir deprem durumunda insan yaşamını doğrudan 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 & Şahin, 2011).

Özellikle son yıllarda ülkemizde ve dünyada artan deprem felaketlerinin etkisiyle altyapı sistemlerinde gerçekleşen hasarlar ve buna bağlı 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.

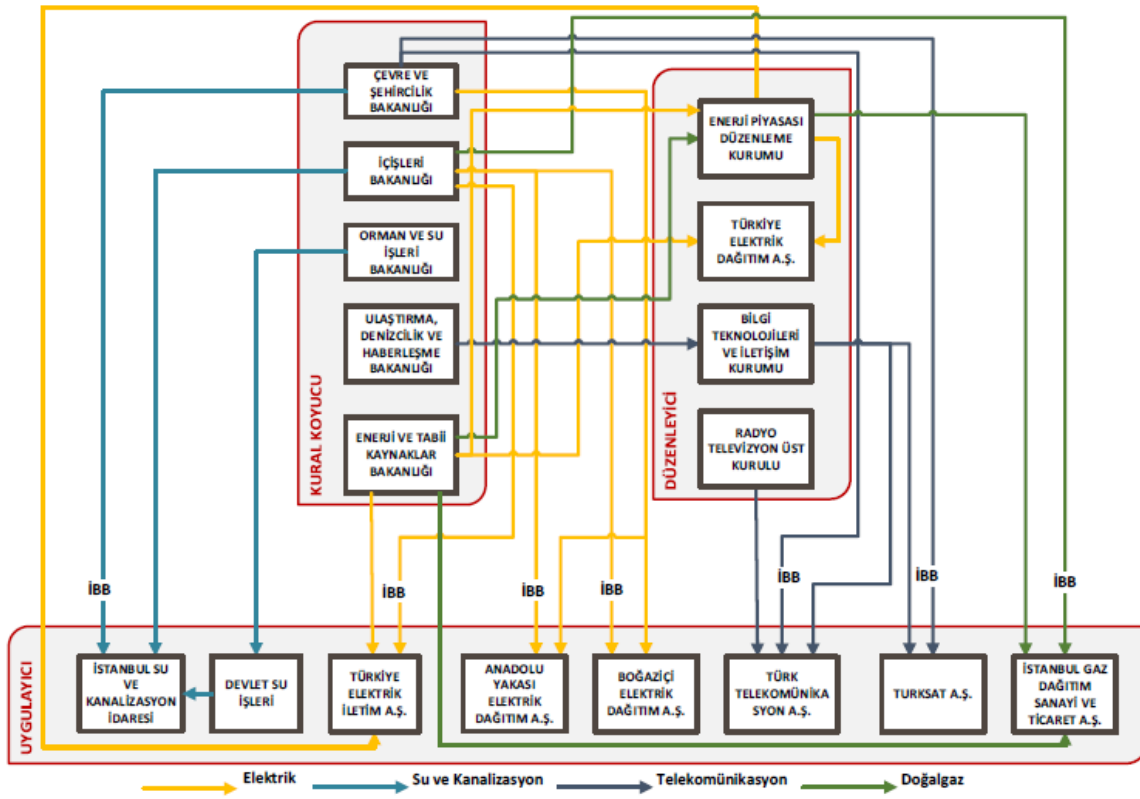
Dünyada da günümüze kadar birçok doğal afet gerçekleşmiş olup her biri pek çok teknik altyapı elemanına zarar vermiştir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri’nde 1990’lı yıllarda meydana gelen depremlerde köprü ve köprüyollar da dâhil

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 sifira 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.

## 2.5. Altyapı Kurum Ve Kuruluşları Arası Koordinasyonun Sağlanması

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.



Şekil 6. AYKOME paydaş koordinasyonu

Şekil 6'da gösterilen şemada İstanbul Büyükşehir Belediyesi AYKOME'nin görev ve sorumluluklarını icra ederken iletişimde olduğu ve altyapısal koordinasyonu sağladığı kurum ve kuruluşlar gösterilmektedir.

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'na yayımlanan Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Daire Yönetmelik gereğince; Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda bırakılan cadde, meydan, bulvar ve sokaklarda yapılacak tüm çalışmalar Büyükşehir Belediyesince, İlçe Belediyesi sorumluluğundaki tüm cadde, meydan, bulvar ve sokaklardaki çalışmaların ruhsatlandırılması ve akabinde kontrol işlemleri ise ilgili ilçe belediyesi tarafından gerçekleştirilecektir şeklinde değiştirilmiştir.

### 3. Altyapı Elemanlarının Koordinasyonunda Yaşanan Eksiklikler Ve Geliştirilmesi Gereken Yönler

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.

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.

Altyapı imalatlarının yapılması esnasında yeterli sistemsel ve yapısal donanımına sahip olunsu bile teknik ve teknolojik altyapı bunu desteklemezse koordinasyon ve bütünlük 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.

Yatırımcı kurum ve kuruluşların birbirleriyle iletişim içerisinde olduğu bir yazılımın eksikliği bu sorunların en öncelikli sebeplerindendir. 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.

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, 2021).

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.

#### 4. İstanbul Altyapı Sorunlarının Çözümüne Yönelik Bir Araştırma 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).

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 & Bal, 2017).



Şekil 7. Arttırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik kavramları

Şekil 7'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.

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 & 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 & Krevelen, 2010).



#### 4.1. Artırılmış Gerçeklik İncelemeleri

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.



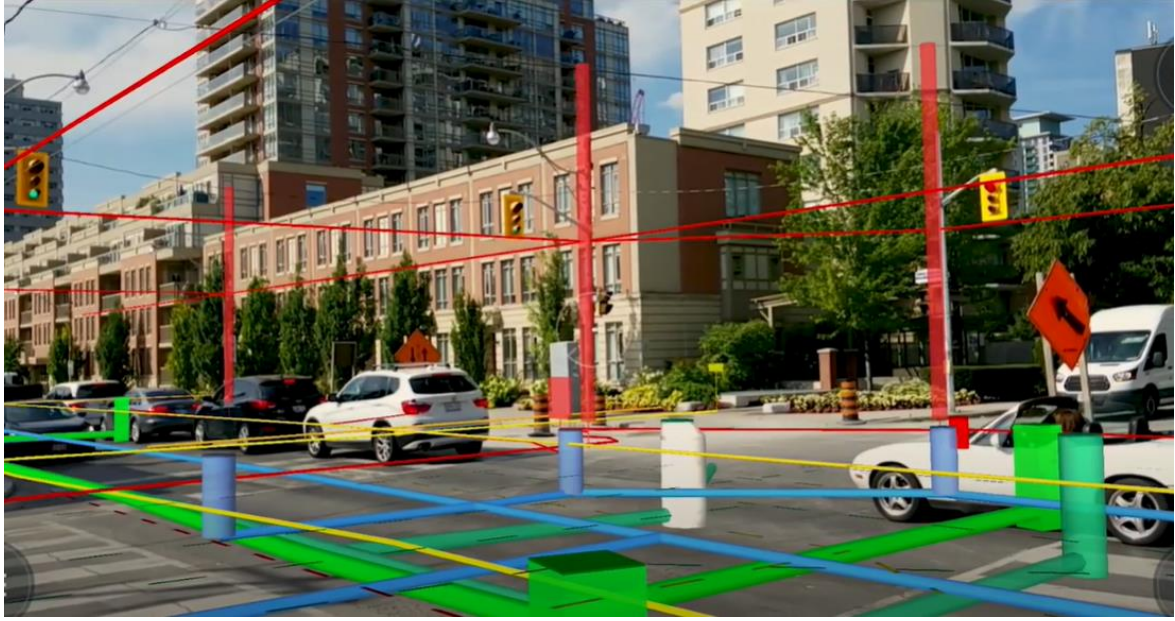
Şekil 8. Sağlık uygulamalarında artırılmış gerçeklik

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 8). Hayati öneme sahip organların da işlem esnasında korunmasını amaçlayan çalışma niteliğinin artmasını sağlarken hastanın korkularının da azaltmaktadır (Yolcu vd., 2018).



Şekil 9. Kayseri Kuru Köprü Rekonstrüksiyon Projesi

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 Kemerli; 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 9) 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 10. Cadde üzerinde AR ile zenginleştirilmiş altyapı verisi

Şekil 10’da görüldüğü üzere; bölgedeki yollar üzerine yansıtılan yeraltı su boruları, elektrik kabloları, fiber optik hatlar, doğalgaz boruları vb. sistemler görselleştirme potansiyelleri yükseltilerek sistemin veri işleme noktasında sorunsuz, doğru ve güçlü kararlar almasına olanak sağladığı görülmektedir.

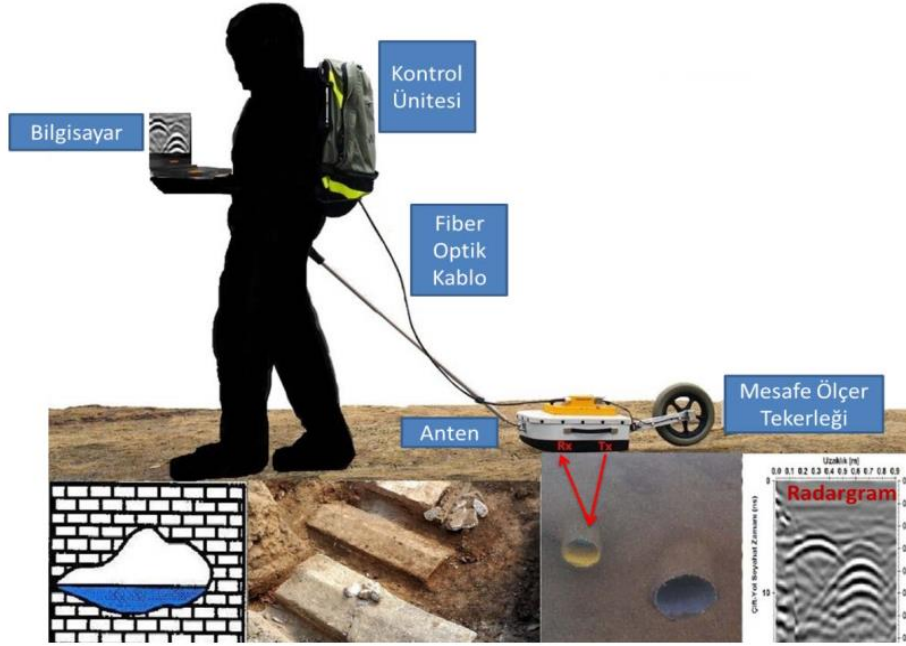
Altyapı verilerinin AR ile zenginleştirilmeden önce tespiti aşamasında Georadar ile taranmasıyla oluşturulan veri havuzundaki tüm altyapı elemanlarının üç boyutlu olarak kıymetlendirilmesi ve ortak bir yazılıma entegre edilmesi ile oluşacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda araştırma içerisinde tanımlanan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

#### 4.2. Georadar (Yer Radarı)

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 fiber optik borular vb.) çarpıp yansması veya saçılması ile dalgaların alıcıya geri dönmesiyle kontrol birimine kaydedilmesi üzerine kurulmuştur (İSBAK, 2017).

Bu sistemin göremediğimiz yüzeylerde nelerin olduğu ve ne kadar derinlikte barındığı bilgisi, arkeolojik çalışmalarda tarihi eserlere zarar vermeden çalışma planlarının oluşturulması, kayıp nesnelerin 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.

### 4.3. Yer Radarı İle Verilerin Tespit Edilmesi



Şekil 11. Yeraltı radarı ile altyapı verilerinin tespit edilmesi

Gömülü nesnelere tespiti ve konumsal bilgilendirilmesi için kullanılan yeraltı görüntüleme sistemleri; teknik altyapı tesislerinin kazısız bir biçimde tekrar eden 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 11) (Uyar, 2017).

Yer radarı verilerinin tespitinde birçok faktör etki etmektedir. Konumsal tespiti yapılacak bölgenin altyapı geçmişi, mevcut altyapı elemanlarının kalitesi ve güvenli deplasmanı, 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, 2017).

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.

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 nokta da 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, 2017).

### 4.4. Artırılmış Gerçeklik İle Veri Analizi

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, 2017).

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 öznitelik 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.



Şekil 12. AG ile zenginleştirilmiş altyapı verisi üzerinden temsili bir sistem denemesi (İstanbul- Fatih)

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. Şekil 12’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 öznitelik 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.

## 5. Sonuç ve Öneriler

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 artırarak 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 diğer teknik altyapı elemanlarına zarar vermesi kaçınılmazdır. Bu durumda elektrik ile ilgili bir düzenleme gerçekleşirken 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 konumu itibarıyla fay hatlarının aktif olduğu bir bölgedir. 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.

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 öngöründe 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.

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.

### **Etik Beyanı**

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “İstanbul Geneli Altyapı Elemanlarının Artırılmış Gerçeklikle Görüntülenmesinin Şehircilik Ve Kent Planlamasına Etkisi” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

### **Yazarların Katkıları**

Yazarların makaleye eşit miktarda katkısı olmuştur.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Kaynaklar

1. **AFAD (2014).** 2014-2023 Kritik Altyapuların Korunması Yol Haritası Belgesi, Başbakanlık Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
2. **Azuma R., Bailiot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., & MacIntyre B. (2001).** Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34 – 47.
3. **BİMTAŞ (2019).** İstanbul Geneli Altyapı Standartlarının Oluşturulması Literatür Araştırması, Boğaziçi Peyzaj İnşaat Müşavirlik Teknik Hizmetler San. Tic. A.Ş. Eylül, 2019.
4. **Erdik, M. (2000).** Report on Kocaeli and Duzce (Turkey) Earthquakes Istanbul. Bogazici University, Kandilli Observatory And Earthquakes Research Institute.
5. **İBB (2019).** İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği Arşivi, 2019.
6. **İBB (2021).** İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yol Bakım ve Altyapı Koordinasyon Daire Başkanlığı Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü AYKOME Şefliği Arşivi, 2021.
7. **İçten T. & Bal G., (2017).** Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 402-403.
8. **İSBAK (2017).** Altyapı Bilgi Sisteminin ve WEB Yönetim Portalının Oluşturulması Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ile Kullanılması ve Üç Boyutlu Modellenmesi Mevcut Durum Raporu. İstanbul Bilişim ve Akıllı Kent Teknolojileri A.Ş. 1-60.
9. **Karataş, K. & 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.
10. **OKE, A. A. G. L. (2019).** Mimari Korumada Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kullanımının Kayseri Kuru Köprü Üzerinden Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
11. **Poelman, R. & Krevelen, D. W. F. (2010).** A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, c. 9, sayı 2, ss. 1-20.
12. **Sancar, C., Çolak, H. E. & Karataş, K. (2014).** Büyükşehirlerde Teknik Altyapı Planlaması. IV. Arazi Yönetimi Çalıştayı, Trabzon, Turkey.
13. **Uyar, Ş. (2017).** Temiz ve Atık Su Sistemlerindeki Problemlerin Yer Radarı Yöntemi İle Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
14. **Ünen H. C. & 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.
15. **Yolcu, M. B., Şenol, E. & Celayir, S. (2018).** Artırılmış Gerçekliğin Tıpta ve Çocuk Cerrahisinde Kullanımı. *Çocuk Cerrahisi Dergisi*, 32(3), 89-90.
16. **Yumrutaş, H. İ. (2014).** Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Kentsel Altyapı Yönetim Sistemi (KAYSİS) Yazılımı Tasarımı. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 38-46.
17. **URL-1 (2021).** 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: 7 Ekim 2022)