



Akıllı Şehirler için Üretken Yapay Zekâ Kavramsal Çerçevesi

Conceptual Framework for Generative Artificial Intelligence for Smart Cities

Ezgi AVCI¹

öz

21. yüzyılın hızlı kentleşme ve teknolojik ilerlemeleri, dijital teknolojiler ve veri odaklı çözümlerle şehir yaşamını iyileştirmeyi amaçlayan akıllı şehirler kavramını ortaya çıkarmıştır. Üretken yapay zekâ, kentsel yaşamı değiştirebilecek yetenekler sunan yapay zekâ teknolojisinde önemli bir sıçramayı temsil etmektedir. Bu makale, üretken yapay zekânın akıllı şehirlere entegrasyonunu incelemekte ve etkili ve etik bir şekilde uygulanması için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Çerçevenin ana bileşenleri; veri toplama ve entegrasyonu, üretken yapay zekâ tabanlı analizler, kişiselleştirme, iş birliği ve yönetişimini içermektedir. Çerçeve; veri gizliliği, adalet, şeffaflık ve sürekli iyileştirmenin önemini vurgulamaktadır. Üretken yapay zekâdan yararlanarak, şehirler karmaşık zorlukların üstesinden gelebilir ve gelecekteki kentsel yenilikler için bir yol haritası oluşturabilir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Üretken Yapay Zekâ, Karar Destek Sistemi

ABSTRACT

The rapid urbanization and technological advancements of the 21st century have given rise to the concept of smart cities, which aim to improve urban life through digital technologies and data-driven solutions. Generative artificial intelligence represents a significant leap in AI technology, offering capabilities that can transform urban living. This paper investigates the integration of generative artificial intelligence into smart cities and presents a conceptual framework for its effective and ethical implementation. The main components of the framework include data collection and integration, generative artificial intelligence-based analyses, personalization, collaboration, and governance. The framework emphasizes the importance of data privacy, fairness, transparency, and continuous improvement. By leveraging generative AI, cities can overcome complex challenges and create a roadmap for future urban innovations.

Keywords: Smart City, Generative AI, Decision Support System

¹ Corresponding Author: (Dr. Öğretim Üyesi), TED Üniversitesi, Uygulamalı Veri Bilimi, Ankara, Türkiye, ezgi.avci@tedu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9826-1027



GİRİŞ:

21. yüzyıldaki hızlı kentleşme ve teknolojik gelişmeler, dijital teknolojiler ve veri odaklı çözümlerle kentsel yaşamı iyileştirmeyi amaçlayan akıllı şehirler kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu şehirler, verimliliği, sürdürülebilirliği ve yaşanabilirliği artırmak için birbirine bağlı cihazlar, sensörler ve ileri analitikler ağını kullanmaktadır. Kentsel nüfus artmaya devam ettikçe, altyapı, kaynaklar ve hizmetlerin yönetimiyle ilgili zorluklar giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Bu zorlukları ele almak için geleneksel kentsel planlama ve yönetim yöntemlerinin ötesinde yenilikçi yaklaşımlar gereklidir. Akıllı şehirler kavramı; erken dönem akıllı şehir girişimlerinin trafik, enerji talebi ve çevresel koşullar hakkında veri toplamak için sensörler ve ağlar kurmaya odaklanmasıyla başlamıştır. Bu veriler daha sonra kentsel operasyonları optimize etmek ve hizmet sunumunu iyileştirmek için kullanılmıştır. Zamanla, büyük veri teknolojilerindeki ve makine öğrenimindeki ilerlemelerle yönlendirilen akıllı şehirlerin kapsamı daha sofistike veri analitiği ve otomasyonu içerecek şekilde genişlemiştir ve yapay zekâ, akıllı şehir girişimlerinin temel taşlarından biri haline gelmiştir.

Yapay zekâ şehirlerin reaktif yönetiminden proaktif yönetime geçmesine olanak tanımaktadır. Makine öğrenimi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi yapay zekâ teknolojileri, verileri analiz etmek, süreçleri otomatikleştirmek ve karar vermeyi iyileştirmek için kullanılmaktadır. Örneğin, enerji yönetiminde yapay zekâ, enerji talebini tahmin edebilmekte ve akıllı şebekelerin işletimini optimize ederek istikrarlı ve verimli bir enerji arzı sağlamaktadır. Yapay zekâ, kamu güvenliği alanında da önemli bir rol oynamaktadır; örneğin yapay zekâ destekli gözetim sistemleri kamu alanlarını izlemekte, olağandışı faaliyetleri tespit etmekte ve yetkilileri potansiyel tehditler konusunda uyarmaktadır.

Üretken Yapay Zekâ (ÜYZ), yapay zekâ teknolojisinde önemli bir ilerlemeyi temsil etmekte ve ileri makine öğrenim teknikleriyle yeni veriler oluşturma ve içgörüler üretme yeteneği sunmaktadır. Örneğin, generative adversarial networks (GAN)'lar, yeni veriler oluşturan bir üretici ve oluşturulan verilerin özgünlüğünü değerlendiren bir ayırmıcıdan oluşur. Bu süreç, GAN'ların; görüntüler, metinler ve sesler gibi; gerçekçi veri oluşturmalarını sağlar. ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu, kentsel yaşamı iyileştirmek için birçok fırsat sunmaktadır. Örneğin, kentsel planlamada ÜYZ, tarihi verileri, mevcut eğilimleri ve gelecekteki projeksiyonları analiz ederek optimal gelişim stratejileri önermektedir. Ulaşımında, ÜYZ destekli sistemler, trafik akışını optimize edebilir, sıklığı azaltabilir ve toplu taşıma hizmetlerini iyileştirmektedir. Sağlık hizmetlerinde, ÜYZ, kişiselleştirilmiş tıbbi ve öngörülse sağlık hizmetlerini etkinleştirerek hasta verilerini analiz etmekte, risk faktörlerini belirlemekte ve tedavi planları önermektedir.

ÜYZ'nin büyük potansiyeline rağmen, akıllı şehirlere başarılı entegrasyonu; yapılandırılmış ve sistematik bir yaklaşım gerektirmektedir. ÜYZ teknolojilerinin etkili, etik ve şehir hedefleriyle uyumlu bir şekilde uygulanmasını sağlamak için sağlam bir kavramsal çerçeve şarttır. Bu makalede önerilen çerçeve, veri yönetimi, etik yapay zekâ uygulamaları, paydaş işbirliği, ölçeklenebilirlik ve sürekli iyileştirme gibi birkaç temel unsuru ele almaktadır. Veri yönetimi, sakinlerin bilgilerini korumak için önemlidir. Çerçeve, veri standartları, birlikte çalışabilirlik ve düzenlemelere uyum dahil olmak üzere veri yönetimi için yönergeleri içermektedir. Etik yapay zekâ uygulaması da hayati önem taşımaktadır; yapay zekâ sistemleri adil, şeffaf ve hesap verebilir olmalıdır. Çerçeve, ÜYZ algoritmalarında önyargıların önlenmesi, ÜYZ kararlarının şeffaf açıklamaları ve yapay zekânın tüm sakinlere eşit olarak fayda sağlaması için önlemleri içermektedir. Paydaş iş birliği ve ölçeklenebilirlik diğer önemli hususlardır; çünkü ÜYZ çözümleri, şehir verilerinin hacmi arttıkça ve ihtiyaçları geliştikçe büyüyüp uyum sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Son olarak, çerçeve, yapay zekâ sistemlerinin şehir hedeflerini ve sakinlerin ihtiyaçlarını karşılamaya devam etmesini sağlamak için sürekli izleme, değerlendirme ve iyileştirme çabısında bulunmaktadır.

Bu çalışmanın temel araştırma soruları şunlardır:

1. ÜYZ, akıllı şehirlere nasıl etkin bir şekilde entegre edilebilir ve kentsel yaşamı nasıl iyileştirebilir?
2. ÜYZ'nin ulaşım, sağlık, çevre yönetimi ve kamu güvenliği gibi çeşitli kentsel alanlardaki potansiyel uygulamaları ve faydaları nelerdir?
3. Kavramsal bir çerçeve, ÜYZ'nin akıllı şehirlere sistematik ve stratejik bir şekilde entegrasyonunu nasıl destekleyebilir?

1. Kavramsal Arka Plan

1.1. Üretken Yapay Zekâ

ÜYZ, geleneksel yapay zekâ sistemlerinden farklı olarak, veri üretme, yeni içerikler oluşturma ve programlanmamış içgörüler üretme yeteneğine sahip yapay zekâ modelleridir. ÜYZ; GANs, Transformer modelleri (örneğin, GPT-4o) ve diğer ileri düzey derin öğrenme tekniklerini kullanarak çalışmaktadır. ÜYZ'nin temel amacı, mevcut veri kümelerinden öğrenerek yeni ve yaratıcı sonuçlar üretmektir.

Yapay zekânın yeniden yükselişi, 2015'te AlphaGo ve 2022'de ChatGPT ile küresel olarak dikkat çekmiştir. OpenAI tarafından geliştirilen Üretken Ön-Eğitilmiş Dönüştürücü (GPT) olan ChatGPT, insan benzeri konuşma yetenekleri sergileyerek metin ve yaratıcı içerikler oluşturmuştur (Casella ve diğerleri, 2023; Dasborough, 2023; Woolf, 2022). Bu ÜYZ; GAN'lar ve Dönüştürücüler gibi modellerle ileri düzeyde denetimsiz makine öğrenimini örneklemektedir (Goodfellow ve diğerleri, 2020; Vaswani ve diğerleri, 2017). ÜYZ'nin yetenekleri, edebiyat, politik beyanlar, akademik makaleler, sanat eserleri ve sentetik yüzler gibi çeşitli alanlarda çok modlu içerik oluşturmayı kapsamaktadır (Gillotte, 2019; Whittaker ve diğerleri, 2020; J. Liu ve diğerleri, 2021). Ancak, ÜYZ aynı zamanda telif hakkı ihlali, akademik dürüstlük, veri gizliliği ve deepfake'lerin kötüye kullanımı gibi yasal, ahlaki ve etik sorunları da gündeme getirmiştir (Gillotte, 2019; Siau ve Wang, 2020). ÜYZ; teknoloji, iş dünyası, eğitim, sağlık ve sanat gibi birçok alanda fırsatlar ve zorluklar sunmaktadır (Siau, 2018; Wang v.d., 2022; Yin v.d., 2022). ÜYZ'nin potansiyelini kullanmak ve riskleri azaltmak için etkili YZ-insan iş birliği esastır.

1.2. ÜYZ'nin Yetenekleri ve Uygulama Alanları:

- 1.2.1. Veri Üretme ve İçerik Oluşturma: ÜYZ, gerçekçi görseller, sesler ve videolar oluşturabilir. Bu yetenek, sanatsal üretimden eğitim materyallerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Livieris et al., 2024). Örneğin, şehir planlamasında, geçmiş verilerden öğrenerek gelecekteki kentsel gelişim senaryolarını simüle etmek ve en uygun stratejileri belirlemek için kullanılmaktadır.
- 1.2.2. Metin Üretimi ve Doğal Dil İşleme: ÜYZ, anlamlı metinler oluşturabilir, sohbet botları geliştirebilir ve karmaşık dil görevlerini yerine getirebilir. Kamu güvenliği ve sağlık hizmetlerinde, büyük metin veri kümelerini analiz ederek, trendleri ve kritik bilgileri ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Örneğin, hastane kayıtlarından elde edilen verilerle sağlık trendlerini analiz ederek halk sağlığı politikalarını şekillendirmek mümkündür (Chen et al. 2023, Pelaez et al., 2024).
- 1.2.3. Görsel Anlayış ve Analiz: ÜYZ, görsel verileri işleyebilir ve analiz edebilir. Bu yetenek, güvenlik kameralarından gelen görüntülerin analiz edilmesi ve anormallik tespitinde kullanılmaktadır. Örneğin, şehir güvenliği için gerçek zamanlı izleme sistemleri kurularak, olası tehditler ve anomalileri tespit edilebilmekte ve önleyici tedbirler alınabilmektedir (Adewopo et al. 2024, Logani and Makkar, 2024).
- 1.2.4. Tahmine Dayalı Analiz ve Modelleme: ÜYZ, karmaşık veri kümelerinden öğrenerek gelecekteki olayları tahmin edebilir. Bu yetenek, enerji tüketimi, trafik akışı ve hava

kalitesi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin, enerji yönetiminde, tüketim verilerini analiz ederek enerji talebini tahmin etmek ve enerji kaynaklarının optimal kullanımını sağlamak mümkündür (Böcking et al. 2024).

- 1.2.5. Kişiselleştirilmiş Öneri Sistemleri: ÜYZ, kullanıcı davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş önerilerde bulunabilir. Bu yetenek, e-ticaret, medya ve eğlence sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, akıllı şehirlerde, vatandaşların ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmiş hizmetler (toplu taşıma kullanıcılarına en uygun güzergâh önerileri) sunmak için kullanılmaktadır (Ayemowa et al. 2024).

2. Akıllı Şehirler İçin ÜYZ Potansiyeli

Akıllı şehirler kavramı, yirmi yıldan uzun bir süredir var olmasına rağmen, son zamanlardaki hızlı ilerlemeler yeni zorluklar getirmiştir: Allam ve Dhunny (2019), yapay zekâyı şehirlerle entegre eden ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ve yeni kentsel gündeme ulaşmak için yönetim, metabolizma ve kültür gibi temel unsurları içeren bir sistem öneren kentsel potansiyeli araştırmıştır. PwC'ye göre, blockchain'i makine öğrenimi, IoT ve yapay zekâ ile birleştirmek, kentsel yönetimi önemli ölçüde iyileştirmektedir. Büyük veri teknolojileri, birçok veri kaynağından büyük miktarda veri toplamasını sağlamaktadır ve yapay zekâ teknolojileri bu verileri çok kısa sürelerde yüksek doğrulukla analiz edebilmektedir. Yapay zekâ, büyük veri ve IoT'nin 5G teknolojisi ile entegrasyonu, vatandaşlara daha faydalı bilgiler sunmayı amaçlamaktadır (Guevara & Auat Cheein, 2020).

Geleneksel yapay zekâ uygulamaları; trafik yönetimi, enerji dağıtımı ve kamu güvenliği gibi çeşitli kentsel sistemlerin iyileştirilmesinde kritik bir rol oynamışken, ÜYZ'nin ortaya çıkışı bu alanlarda daha fazla devrim vaat etmektedir. Genellikle önceden tanımlanmış algoritmalar ve veri setlerine dayanan geleneksel yapay zekânın aksine, ÜYZ; ileri makine öğrenimi modellerinden yararlanarak yeni, içgörülü içerikler ve çözümleri dinamik olarak üretmektedir. Akıllı şehirlerde YZ'den ÜYZ'ye bu geçiş, kentsel zorluklara daha uyumlu, yaratıcı ve verimli yanıtlar sağlamakta, daha akıllı şehirlerin yolunu açmaktadır. ÜYZ'nin etkisiyle şehirler; mevcut hizmetleri iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda daha önce hayal bile edilemeyecek yenilikler yapabilmekte, karmaşık sorunları benzeri görülmemiş bir hassasiyet ve kişiselleştirmeye ele alabilmektedir. Aşağıdaki alt bölümler, ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonunun potansiyel uygulamalarını, faydalarını ve zorluklarını araştırarak dönüştürücü yeteneklerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır:

2.1. Kentsel Planlama ve Yönetimi İyileştirme

ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki en önemli uygulamalarından biri, kentsel planlama ve yönetimidir. Geleneksel kentsel planlama süreçleri genellikle zaman alıcıdır ve büyük ölçüde tarihi verilere ve manuel analizlere dayanmaktadır. ÜYZ, büyük miktarda veriyi işleme ve tahmine dayalı modeller oluşturma yeteneği ile bu süreçleri önemli ölçüde iyileştirmektedir. Örneğin; AI algoritmaları, trafik desenleri, nüfus yoğunluğu ve arazi kullanımı gibi mevcut ve tarihi verileri analiz ederek gelecekteki eğilimleri tahmin edebilmekte ve optimal kentsel gelişim stratejileri önerebilmektedir. Bu tahmin yeteneği, şehir plancılarının daha verimli ulaşım ağları tasarlamalarına, kaynakları daha etkili bir şekilde tahsis etmelerine ve sıkışıklık ve kirlilik gibi potansiyel sorunları öngörüp hafifletmelerine olanak tanımaktadır.

Ayrıca, ÜYZ; kentsel sistemlerin gerçek zamanlı izlenmesi ve yönetilmesini kolaylaştırmaktadır. Şehir genelinde dağıtılmış çeşitli IoT sensörlerinden gelen verileri entegre ederek, ÜYZ; şehir yetkililerine su temin ağları, elektrik şebekeleri ve atık yönetim sistemleri gibi kritik altyapının durumu hakkında gerçek zamanlı içgörüler sağlamaktadır. Bu gerçek zamanlı izleme, proaktif bakım ve herhangi bir anormalliğe hızlı yanıt verilmesine olanak tanımakta, kesinti sürelerini azaltmakta ve kentsel hizmetlerin genel verimliliğini artırmaktadır.

Singapur, ÜYZ kullanarak kentsel planlama süreçlerini optimize etmede öncü bir şehir olmuştur. Şehir; trafik desenleri, nüfus yoğunluğu ve arazi kullanımı verilerini analiz eden gelişmiş ÜYZ algoritmaları kullanmaktadır. Bu veriler, gelecekteki gelişim stratejilerini belirlemek ve şehir planlamasını daha verimli hale getirmek için kullanılmaktadır. Örneğin, Singapur'un kentsel planlama ajansı, ÜYZ modelleri aracılığıyla trafik akışını ve sıklığı tahmin ederek, yeni yolların ve toplu taşıma hatlarının en uygun yerlerini belirlemektedir. Ayrıca, nüfus yoğunluğunu ve büyüme eğilimlerini analiz ederek, konut ve ticari alanların en iyi şekilde nasıl dağıtılacağını planlamaktadır. Bu yaklaşım, Singapur'un şehir planlamasında daha proaktif ve veri odaklı kararlar almasını sağlayarak, kaynakların daha etkili kullanılmasını ve kentsel sorunların daha hızlı çözülmesini mümkün kılmaktadır (Sipahi ve Saayi, 2024).

2.2. Ulaşım Sistemlerini Dönüştürme

Nüfus artışı ve artan araç sayısıyla kötüleşen ulaşım sorunları teknoloji ile ele alınmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleri; kontrol sistemleri, sensörler, aktüatörler ve bilgi ve iletişim teknolojilerini (ICT) birleştirerek büyük miktarda veri üretmekte ve akıllı şehirlerde gelecekteki ulaşımı etkilemektedir. Yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin takviyeli öğrenim (DRL) teknikleri, gerçek zamanlı trafik akışı izleme ve tahmininde kritik öneme sahiptir (Iyer, 2021, Khalil et al. 2024). ÜYZ, toplu taşıma sistemlerinde; yolcu talebini tahmin etmek, otobüs ve tren tarifelerini optimize etmek ve hatta otonom araç filolarını yönetmek gibi; önemli faydalar sağlamaktadır. Gelişmiş ÜYZ modelleriyle desteklenen otonom araçlar, daha güvenli ve verimli ulaşım seçenekleri sunarak özel araç sahipliği ihtiyacını azaltmakta ve trafik sıklığını hafifletmektedir. Ayrıca, ÜYZ; kullanıcı deneyimini iyileştirerek kişiselleştirilmiş seyahat önerileri ve gerçek zamanlı transit tarifeleri ve gecikmeler hakkında güncellemeler sağlamaktadır.

Amsterdam, ÜYZ kullanarak toplu taşıma sistemlerini dönüştürme konusunda önemli adımlar atmıştır. Şehir; otobüs ve tren tarifelerini optimize etmek için ÜYZ modelleri kullanarak, toplu taşıma sistemlerinin verimliliğini artırmıştır. ÜYZ, yolcu talebini tahmin ederek ve trafik verilerini analiz ederek, toplu taşıma araçlarının hareketlerini en uygun şekilde planlamaktadır. Ayrıca, Amsterdam, otonom araç filolarının yönetiminde de ÜYZ teknolojilerini kullanmaktadır. Bu otonom araçlar, trafik sıklığını azaltmak ve daha güvenli ulaşım sağlamak için gerçek zamanlı verileri analiz etmektedir. Sonuç olarak, Amsterdam'da toplu taşıma kullanıcıları, daha kısa bekleme süreleri ve daha verimli seyahat deneyimleri ile karşılaşmaktadır. ÜYZ, şehirdeki ulaşım sistemlerinin bütünleşik ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır (Dureja vd., 2024; Nikolaeva, 2024; Marji vd.,2024; Wolniak, 2023).

2.3. Çevresel Sürdürülebilirliği İyileştirme

Çevresel sürdürülebilirlik, akıllı şehirler için kritik bir hedefdir. ÜYZ, çevresel koşulları izleyip tahmin ederek şehirlerin çevreyi korumak için proaktif önlemler almasını sağlamaktadır. ÜYZ, doğal kaynakların kullanımını optimize edebilmekte ve çevresel sürdürülebilirliği artırmada önemli bir rol oynamaktadır. ÜYZ, çeşitli sensörler ve IoT cihazlarından gelen verileri analiz ederek hava kalitesi, su kalitesi, gürültü kirliliği ve diğer çevresel faktörleri gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedir. Bu veriler, şehir yetkililerine anlık bilgi sağlayarak çevresel sorunlara hızlı ve etkili müdahalelerde bulunmalarını sağlar (Konya and Nematzadeh, 2024). Ayrıca hava kalitesi sensörlerinden gelen veriler ÜYZ ile analiz edilerek, hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgeler ve saatler belirlenebilmektedir. Böylece, trafik yönetimi ve sanayi faaliyetleri gibi alanlarda gerekli önlemler alınmaktadır. Şehir yetkilileri, hava kirliliği yüksek bölgelerde araç trafiğini kısıtlamakta veya yeşil alanların artırılması gibi uzun vadeli çözümler uygulamaktadır (Bibri et al. 2024). Diğer bir uygulama alanı ise gürültü kirliliği kontrolüdür. Gürültü sensörlerinden gelen veriler ÜYZ tarafından analiz edilerek, gürültü kirliliğinin en yoğun olduğu bölgeler ve zaman dilimleri belirlenmektedir. Bu veriler, şehir planlamacılarına gürültü kirliliğini azaltma konusunda yol göstermektedir. Gürültü kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde, belirli saatlerde ağır araç trafiği kısıtlanmakta veya ses yalıtımı gibi önlemler alınmaktadır (Panduman et al.,2024). Bir diğer

kullanım alanı ise su yönetimidir. ÜYZ kullanılarak, su yönetiminde verimlilik artırılarak su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmaktadır. Su tüketimi verileri analiz edilerek, sızıntılar ve verimsizlikler tespit edilmekte, su israfı azaltılmakta ve güvenilir su kaynağı sağlanmaktadır (Dada et al. 2024). Su dağıtım ağlarındaki sensörlerden gelen veriler, ÜYZ kullanılarak analiz edilerek, su sızıntılarının olduğu bölgeler tespit edilmektedir. Sızıntıların yerini ve büyüklüğünü belirleyerek, onarım ekiplerinin hızlı ve etkili müdahale etmelerini sağlanmaktadır. Su sızıntılarının hızlı bir şekilde tespit edilip onarılması, su kaybını önemli ölçüde azaltmakta ve su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Olatunde et al., 2024(a)). Ayrıca su tüketimi optimizasyonu için, su tüketimi verileri ÜYZ ile analiz edilerek, yüksek su tüketimi olan bölgeler ve zaman dilimleri belirlenmekte, bu veriler kullanılarak su tüketimini optimize etmek için gerekli önlemler alınmaktadır. Şehir yetkilileri, su tasarrufu kampanyaları düzenleyerek veya su tüketimini azaltan teknolojiler kullanarak su israfını minimize etmektedir (Pachiappan et al., 2024).

Barcelona, çevresel sürdürülebilirliği artırmak için ÜYZ teknolojilerini etkin bir şekilde kullanmaktadır. Şehir, hava kalitesi sensörlerinden gelen verileri analiz ederek, kirliliğin yoğun olduğu bölgeleri ve saatleri belirlemek için ÜYZ kullanmaktadır. Bu veriler, şehir yetkililerinin hava kirliliğini azaltacak stratejiler geliştirmesini sağlamaktadır. Örneğin, kirliliğin yoğun olduğu saatlerde araç trafiği kısıtlaması veya bu bölgelerde yeşil alanların artırılması gibi önlemler alınmaktadır. Ayrıca, Barcelona su yönetiminde de ÜYZ kullanarak su dağıtım ağlarındaki sızıntıları tespit etmekte ve su israfını minimize etmektedir. Bu, su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını ve sürdürülebilir bir su temini sağlamaktadır. ÜYZ'nin bu şekilde kullanımı, Barcelona'nın çevresel hedeflerine ulaşmasında ve yaşam kalitesini artırmasında önemli bir rol oynamaktadır (Bibri v.d., 2023; Okoli and Kabaso, 2024; Chang and Ross, 2024; Gasser et al.,2024).

San Francisco ise, akıllı atık yönetim sistemleri ile geri dönüşüm oranlarını artırmıştır. ÜYZ ile atık toplama verileri analiz edilerek, en verimli toplama güzergahları belirlenmekte ve atık miktarları tahmin edilmektedir. Sonuç olarak, atık toplama süreçleri optimize edilmekte, geri dönüşüm oranları artırılmakta ve operasyonel maliyetler düşürülmektedir. Bu, çevreye duyarlı bir şehir yönetimi sağlamaktadır (Roy ve diğerleri, 2024; Ai, 2024; Pasandi, 2024).

2.4. Kamu Güvenliğini Artırma

Kamu güvenliği herhangi bir akıllı şehir için en önemli endişelerden biridir. ÜYZ bu alanları geliştirmek için ileri teknoloji araçlar sunmaktadır. ÜYZ destekli gözetim sistemleri; video akışlarını gerçek zamanlı olarak analiz etmekte, şüpheli faaliyetleri tespit edebilmekte, ilgilenilen kişileri tanımlayabilmekte ve yetkilileri potansiyel güvenlik tehditleri konusunda uyarmaktadır. Bu sistemler ayrıca yangın veya kazalar gibi acil durumları işaret eden olağandışı kalıpları izleyerek hızlı yanıt verilmesini ve potansiyel olarak hayat kurtarmayı sağlamaktadır. ÜYZ kullanılarak, acil durum müdahale sistemleri de iyileştirilerek çeşitli senaryolar tahmin ve simüle edilebilmektedir. Örneğin, ÜYZ kullanılarak doğal afetler tahmin edilebilmekte ve şehirlerin daha etkili acil durum hazırlık planları geliştirmesine ve kriz sırasında kaynakları daha verimli bir şekilde tahsis etmesine olanak tanınmaktadır. Ayrıca, ÜYZ, ilk müdahale ekiplerinin rotalarını optimize ederek ve ihtiyacı olanlara zamanında yardım sağlayarak acil durum hizmetlerinin koordinasyonunu sağlamaktadır.

Londra, ÜYZ destekli gözetim sistemleri kullanarak kamu güvenliğini artırmada önemli başarılar elde etmiştir. Şehir, video akışlarını gerçek zamanlı olarak analiz eden ÜYZ algoritmalarını kullanarak, şüpheli faaliyetleri ve anormallikleri tespit etmektedir. Bu sistemler, halka açık alanlarda güvenliği sağlamak için kritik bilgiler sağlamaktadır. Örneğin; bir güvenlik kamerası, kalabalık bir meydana şüpheli bir hareketi tespit ettiğinde, ÜYZ algoritması bu hareketi analiz etmekte ve yetkililere anında bildirim göndermektedir. Bu bildirimler yetkililerin hızlı ve etkili müdahale etmelerini sağlamaktadır. Ayrıca, ÜYZ'nin yangın ve kazalar gibi acil durumları tespit etme yeteneği, Londra'da acil durum müdahale

sürelerini kısaltmakta ve potansiyel olarak hayat kurtarmaktadır. Londra'nın bu yenilikçi yaklaşımı, kamu güvenliği standartlarını önemli ölçüde yükseltmiştir (Bowers ve Johnson, 2024).

2.5. Sağlık Hizmetlerini İyileştirme

ÜYZ, sağlık alanında da dönüştürücü bir potansiyele sahiptir ve hasta etkileşimini artırma ve klinik tanıları iyileştirme gibi faydalar sunmaktadır. ChatGPT gibi araçlar, hastaların tıbbi bilgilerine anında erişim sağlayabilmekte (yetki verildiği sürece), sağlıkla ilgili soruları yanıtlayabilmekte ve çeşitli sağlık durumlarının yönetimi konusunda rehberlik edebilmekte, böylece hasta katılımını artırmakta ve bireyleri sağlıklarında daha aktif rol almaya teşvik etmektedir. Klinik ortamlarda, ÜYZ, hasta verilerini analiz ederek erken tanı ve kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmaktadır. Örneğin, ÜYZ, tıbbi görüntüleri analiz ederek kanser gibi hastalıkları gösterebilecek anormallikleri tespit edebilmektedir. Ayrıca, ilaç keşfinde, ÜYZ farklı bileşiklerin insan vücuduyla nasıl etkileşime girdiğini simüle ederek yeni ilaçların geliştirilmesini hızlandırmaktadır. ÜYZ, halk sağlığı girişimlerini de destekleyerek hastalıkların yayılmasını önlemek ve halk sağlığı endişelerini hızla ele almak için proaktif önlemler almayı sağlamaktadır. Ek olarak, ÜYZ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar, sakinlere doğru sağlık bilgileri ve desteği sağlayarak sağlık tesisleri üzerindeki yükü azaltmakta ve tıbbi tavsiyelere erişimi artırmaktadır.

Toronto, ÜYZ destekli sağlık hizmetleri ile vatandaşlara kişiselleştirilmiş sağlık çözümleri sunarak sağlık hizmetlerinde devrim yaratmıştır. Şehirdeki sağlık sistemleri, hasta verilerini analiz ederek erken tanı ve kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmak için ÜYZ kullanmaktadır. Örneğin, Toronto'daki hastaneler, tıbbi görüntüleri analiz etmek için ÜYZ algoritmalarını kullanarak kanser gibi hastalıkları erken evrede tespit edebilmektedir. Bu, hastalara erken müdahale şansı tanır ve tedavi sonuçlarını iyileştirir. Ayrıca, ÜYZ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar, hastalara tıbbi bilgilere anında erişim sağlamaktadır ve sağlık durumları hakkında rehberlik etmektedir. Bu, sağlık tesisleri üzerindeki yükü azaltmakta ve hastaların sağlık bilgilerine kolayca ulaşmasını sağlamaktadır. Toronto'nun bu yenilikçi uygulamaları, sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırmış ve hasta memnuniyetini yükseltmiştir (Rodriguez vd., 2024; Harris, 2024; Katal, 2024; Kadayat ve diğerleri, 2024).

2.6. Enerji Yönetimini Optimize Etme

Nüfus artışı ve konfor ihtiyaçlarıyla tetiklenen enerji tüketimi önemli ölçüde artmıştır ve CO² emisyonları da yükselmiştir. Tam otomatik akıllı enerji şebekeleri geliştirmek için doğru elektrik yükü tahmini kritiktir. ÜYZ kullanılarak, enerji tüketimi verileri analiz edilmekte, enerji kullanımındaki verimsizlikler ve yüksek enerji tüketimi olan bölgeler belirlenmektedir. Bu veriler, enerji verimliliğini artıran çözümler geliştirmek için kullanılmaktadır. Enerji verimliliğini artırmak için akıllı enerji yönetim sistemleri ve enerji tasarruflu cihazlar kullanılmakta, enerji tüketimi optimize edilmekte ve karbon ayak izi azaltılmaktadır (Yussuf ve Asfour, 2024). Ayrıca ÜYZ kullanılarak; akıllı sayaçlardan, hava tahminlerinden ve enerji tüketim kalıplarından gelen veriler analiz edilerek talep simülasyonu yapılmakta ve enerji şebekelerinin işletimi optimize edilmektedir. Bu yetenek, istikrarlı ve verimli bir enerji arzı sağlamakta, pik talep yükünü azaltmakta ve enerji israfını en aza indirmektedir. ÜYZ, ayrıca; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının verilerini analiz ederek, bu kaynakların en verimli şekilde nasıl kullanılacağını belirleyebilmektedir. Bu veriler, enerji altyapısının yenilenebilir enerjiye uyumlu hale getirilmesinde kullanılmaktadır. Şehirlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu artırılarak, fosil yakıtlara bağımlılık azaltılmakta ve çevresel sürdürülebilirlik desteklenmektedir (Hamdan et al. 2024).

California, ÜYZ kullanarak enerji yönetim sistemlerini optimize etme konusunda başarılı bir model oluşturmuştur. Şehir, akıllı sayaçlardan, hava tahminlerinden ve enerji tüketim kalıplarından gelen verileri analiz eden ÜYZ algoritmaları ile enerji talebini tahmin etmekte ve enerji şebekelerinin

işletimini optimize etmektedir. Bu, California'nın enerji arzını daha verimli yönetmesini ve pik talep yüklerini azaltmasını sağlamaktadır. Ayrıca, California, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu kolaylaştırmak için ÜYZ kullanmaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların kullanılabilirliğini tahmin ederek, enerji şebekelerini bu kaynaklarla en verimli şekilde beslemektedir. Sonuç olarak, California ÜYZ tabanlı enerji yönetim sistemleri kullanarak enerji verimliliğini arttırmakta, karbon ayak izini azaltmakta ve sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik etmektedir (Hamdan v.d., 2024).

2.7. Akıllı Eğitimi Kolaylaştırma

Akıllı teknolojiler tarafından yönlendirilen akıllı cihazların gelişimi, akıllı öğrenmeyi de ilerletmektedir. Akıllı sınıflardaki teknoloji, öğrenci öğrenimini desteklemektedir; Pacheco v.d. (2018) ve Kim v.d. (2018), yapay zekâ destekli akıllı sınıf paradigmasını geliştirmiştir. ÜYZ, eğitim sektörünü de destekleyerek öğrenme sürecinin çeşitli yönlerini iyileştirmiştir. ChatGPT, bilgi aramalarına yardımcı olmakta, öğretim materyalleri oluşturmakta ve öğrenciler için öğrenme deneyimlerini kişiselleştirebilmektedir. Bilgiye anında erişim sağlayarak ve belirli ihtiyaçlara göre içerik üretmek, ÜYZ öğrenme deneyimini artırmakta ve eğitimi daha erişilebilir hale getirmektedir. Eğitimciler için ÜYZ; ders planları, sınavlar ve diğer öğretim materyalleri oluşturma konusunda yardımcı olmaktadır. Ayrıca, öğrenci performansı hakkında içgörüler sunarak eğitimcilerin öğretim yöntemlerini öğrenci ihtiyaçlarına göre uyarlamalarına olanak tanımaktadır. Öğrenciler için ÜYZ, öğrenme stillerine ve hızlarına göre içerik sunarak kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamaktadır. Bu, çeşitli öğrenme ihtiyaçlarına sahip öğrenciler için özellikle faydalıdır ve daha bireyselleştirilmiş bir eğitim yaklaşımı sunmaktadır.

Seul, ÜYZ destekli eğitim platformları kullanarak öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Şehirdeki eğitim kurumları, öğrencilerin öğrenme stillerini ve hızlarını analiz eden ÜYZ algoritmaları kullanarak, her öğrenciye özel öğrenme içerikleri ve önerileri sunmaktadır. Örneğin, bir öğrenci belirli bir konuda zorlanıyorsa, ÜYZ algoritması bu durumu tespit etmekte ve öğrenciye konuyu daha iyi anlaması için ek kaynaklar ve pratikler önermektedir. Ayrıca, Seul'deki eğitimciler, ders planları ve sınavlar oluşturmak için ÜYZ teknolojilerinden yararlanmaktadır. Bu, eğitimcilerin idari görevlerden tasarruf ederek daha fazla öğretim ve rehberliğe odaklanmalarını sağlamaktadır. Seul'un bu yenilikçi yaklaşımı, öğrenci katılımını artırmış ve öğrenme sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirmiştir (Park ve Kwon, 2024).

2.8. Akıllı Yönetişimi Etkinleştirme

Akıllı şehirlerin başarısı için etkili yönetim çok önemlidir ve ÜYZ, veri odaklı içgörüler sağlayarak ve vatandaş katılımını kolaylaştırarak yönetim süreçlerini geliştirmektedir. ÜYZ, sosyal medyadan gelen verileri analiz ederek daha şeffaf ve kapsayıcı yönetişimi teşvik etmekte ve vatandaş katılımı ve geri bildirim için platformlar sağlamaktadır. Örneğin, ÜYZ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar, sakinler ve şehir yetkilileri arasında iletişimi kolaylaştırarak vatandaşların sorunları bildirmelerine, geri bildirim sağlamalarına ve karar alma süreçlerine katılmalarına olanak tanımaktadır. Bu katılım, topluluk hissini güçlendirmekte ve sakinlerin seslerinin duyulmasını ve şehir yönetiminde dikkate alınmasını sağlamaktadır.

Helsinki, ÜYZ destekli platformlar kullanarak vatandaş katılımını artırmada öncü bir şehir olmuştur. Şehir, sosyal medyadan ve diğer dijital platformlardan gelen verileri analiz eden ÜYZ algoritmaları ile vatandaşların geri bildirimlerini ve önerilerini toplamaktadır. Bu veriler, şehir yönetimi tarafından şeffaf ve veri odaklı kararlar almak için kullanılmaktadır. Örneğin, Helsinki, vatandaşların şehir yönetimi ile ilgili geri bildirimlerini dijital platformlar üzerinden iletmelerine olanak tanıyan bir ÜYZ destekli sohbet botu geliştirmiştir. Bu sohbet botu, vatandaşların sorunlarını ve önerilerini toplamakta ve analiz etmekte, ardından yetkililere raporlar sunmaktadır. Bu sayede, Helsinki, vatandaşların katılımını teşvik

etmekte ve şehir yönetiminde daha kapsayıcı ve demokratik bir yaklaşım benimsemektedir. Sonuç olarak, Helsinki'nin bu yenilikçi uygulamaları, topluluk hissini güçlendirmekte ve vatandaş memnuniyetini artırmaktadır (Chandralingam, 2024; Rissanen, 2024; Correia v.d., 2024).

2.9. Yaratıcı faaliyetler

ÜYZ, pazarlama, gazetecilik, sanat ve oyun gibi çeşitli alanlarda içerik oluşturmayı da yıkıcı olarak yeniden şekillendirmektedir. Rutin görevleri otomatikleştirerek ve yaratıcı içerikler üretmek verimliliği artırmakta ve yaratıcılığı teşvik etmektedir. Pazarlamada, ÜYZ, müşteri verilerine dayalı kişiselleştirilmiş reklamlar, sosyal medya gönderileri ve e-posta kampanyaları oluşturabilmekte, böylece etkileşimi ve dönüşüm oranlarını artırmaktadır (Arango ve diğerleri, 2023). Gazetecilikte, ÜYZ, haber makaleleri yazma, raporları özetleme gibi işleri dakikalar mertebesine indirerek haber üretim sürecini hızlandırmaktadır. ÜYZ; sanatta orijinal besteler, resimler ve hikayeler oluşturabilmekte, sanatçılara yaratıcılıklarını ifade etmeleri için yeni yollar sunmaktadır. İnsan ve yapay zekâ arasındaki bu işbirliği, yenilikçi ve benzersiz sanat eserlerinin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Oyun endüstrisinde, ÜYZ, sürükleyici ve dinamik oyun ortamları, gerçekçi karakterler, diyaloglar ve senaryolar oluşturabilmekte, böylece oyun deneyimini iyileştirmektedir. Bu, oyun geliştirme süresini ve maliyetini azaltarak, geliştiricilerin daha karmaşık ve ilgi çekici oyunlar oluşturmasına olanak tanımaktadır (Campbell v.d., 2022; Wong v.d., 2022).

New York, ÜYZ kullanarak yaratıcı endüstrilerde önemli ilerlemeler kaydeden şehirlerdendir. Şehirdeki reklam ajansları, medya kuruluşları, sanatçılar ve oyun geliştiriciler, ÜYZ teknolojilerini kullanarak verimliliği ve yaratıcılığı artırmaktadır. Örneğin, reklam ajansları, müşteri verilerini analiz eden ÜYZ algoritmaları ile kişiselleştirilmiş reklam kampanyaları oluşturmaktadır. Bu, müşteri etkileşimini ve dönüş oranlarını artırmaktadır. Gazetecilik alanında, New York'taki medya kuruluşları, haber makaleleri yazmak ve raporları özetlemek için ÜYZ kullanmaktadır, bu da haber üretim sürecini hızlandırmakta ve bilgi doğruluğunu artırmaktadır. Sanatçılar ise ÜYZ'yi orijinal besteler, resimler ve hikayeler oluşturmak için kullanarak, yenilikçi ve benzersiz sanat eserleri yaratmaktadır. Oyun geliştiricileri, ÜYZ teknolojilerini kullanarak sürükleyici ve dinamik oyun ortamları oluşturmaktadır. New York'un bu yenilikçi uygulamaları, yaratıcı endüstrilerde verimliliği artırmakta ve yaratıcılığı teşvik etmektedir (Frey ve Osborne, 2024; Mariani ve Dwivedi, 2024).

ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki uygulamaları Tablo 1'de özetlenmiştir:

Şehir	Uygulama Alanı	Açıklama
Singapur	Kentsel Planlama ve Yönetimi	Trafik desenleri, nüfus yoğunluğu ve arazi kullanımı verilerini analiz ederek kentsel planlamayı optimize etmektedir.
Amsterdam	Ulaşım Sistemlerini Dönüştürme	ÜYZ ile toplu taşıma tarifeleri optimize edilmekte ve otonom araç filolarını yönetilmektedir.
Barcelona	Çevresel Sürdürülebilirliği İyileştirme	Hava kalitesi sensörlerinden gelen verileri analiz edilerek kirliliğin yoğun olduğu bölgeleri belirlenmekte ve su dağıtım ağlarındaki sızıntıları tespit edilmektedir.
San Francisco	Çevresel Sürdürülebilirliği İyileştirme	Akıllı atık yönetim sistemleri ile geri dönüşüm oranları artırılmaktadır. ÜYZ ile atık toplama verileri analiz edilerek en verimli toplama güzergahları belirlenmekte ve atık miktarları tahmin edilmektedir.

Londra	Kamu Güvenliğini Artırma	ÜYZ ile video akışları analiz edilerek şüpheli faaliyetleri tespit eder ve acil durum müdahale sürelerini kısaltır.
Toronto	Sağlık Hizmetlerini İyileştirme	ÜYZ ile tıbbi görüntüler analiz edilmekte, erken tanı sağlanmakta ve sohbet robotları ile sağlık bilgilerine anında erişim sağlanmaktadır.
California	Enerji Yönetimini Optimize Etme	ÜYZ ile enerji talebi tahmin edilmekte ve enerji şebekeleri optimize edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu sağlanmaktadır.
Seul	Akıllı Eğitimi Kolaylaştırma	ÜYZ ile öğrencilerin öğrenme stilleri analiz edilmekte ve kişiselleştirilmiş öğrenme içerikleri sunulmaktadır.
Helsinki	Akıllı Yönetişimi Etkinleştirme	ÜYZ ile sosyal medyadan gelen veriler analiz edilerek vatandaşların geri bildirimleri toplanmakta ve karar alma süreçlerine dahil edilmektedir.
New York	Yaratıcı Faaliyetler	ÜYZ ile kişiselleştirilmiş reklam kampanyaları, haber makaleleri, sanat eserleri ve oyun ortamları oluşturulmaktadır.

Tablo 1. ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki uygulamaları

3. Akıllı Şehir-ÜYZ Kavramsal Çerçevesi

ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu, kentsel yaşamı iyileştirmek için ÜYZ teknolojilerinin sistematik ve stratejik uygulanmasını vurgulayan sağlam ve kapsamlı bir çerçeve gerektirir. Bu bölüm, ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu için detaylı bir çerçeve önermekte ve ana bileşenleri, süreçleri ve hususları vurgulamaktadır. Akıllı şehirlere ÜYZ entegrasyonu için önerdiğimiz kavramsal çerçeve, ÜYZ teknolojilerinin kentsel altyapıyı, hizmetleri ve yönetişimi iyileştirmek için kullanılmasını sağlamak için bir plan sunmaktadır. Önerilen çerçeve, ÜYZ'nin yeteneklerini kullanmak için yapılandırılmış bir yaklaşım sunmakta ve dağıtımının etkili, etik ve sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir şehirler yaratma hedefleriyle uyumlu olmasını sağlamaktadır. Çerçevenin ana bileşenleri aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak ele alınmıştır. Bu bileşenlerin her biri, ÜYZ'nin akıllı şehirlerde başarılı bir şekilde uygulanmasında kritik bir rol oynamaktadır ve birlikte, kentsel gelişim ve yönetimin çeşitli yönlerini ele alan uyumlu bir çerçeve oluşturmaktadır.

3.1. Veri Toplama ve Entegrasyonu

Önerilen çerçevenin temelini veri oluşturmaktadır. Veri, herhangi bir akıllı şehir teknolojisinin can damarıdır. Çerçeve, çeşitli kaynaklardan verilerin sistematik olarak toplanması ve entegrasyonu ile başlar ve bu, tüm sonraki ÜYZ destekli süreçlerin temelini oluşturur. IoT altyapısı ise gerçek zamanlı veri toplama için esastır. Bu; hava kalitesi, trafik akışı, enerji kullanımı ve daha fazlası gibi çeşitli parametreleri izlemek için şehir genelinde sensörlerin ve cihazların dağıtımını içerir. Bu IoT cihazları, şehrin veri deposunun sürekli güncellenmesini sağlamak için sürekli veri iletimine sahip olmalıdır. Oluşan büyük veri miktarını yönetmek için, çerçeve, çeşitli kaynaklardan verileri toplayan ve uyumlu hale getiren veri entegrasyon platformlarını içermektedir. Bu platformlar, verinin birlikte çalışabilirliğini sağlar ve farklı sistemler ve uygulamalar arasında sorunsuz veri alışverişini kolaylaştırır. Sonrasında ise veri standartlarının oluşturulması ve birlikte çalışabilirliğin teşvik edilmesi çok önemlidir. Bu, farklı sistemlerin ve cihazların etkili bir şekilde iletişim kurmasını ve veri paylaşmasını sağlamak için ortak veri formatları, protokoller ve arayüzler tanımlamayı içermektedir. Örneğin; akıllı ulaşım sisteminde, trafik

sensörlerinden, GPS cihazlarından ve toplu taşıma tarifelerinden gelen veriler toplanmaktadır. Bu veri akışları, gerçek zamanlı trafik güncellemeleri ve sıklık yönetimi için tahminsel analiz sağlayan merkezi bir platformda birleştirilmektedir.

3.2. ÜYZ Destekli Analitik

ÜYZ destekli analitik, çerçevenin merkezinde yer almaktadır. Bu bileşen, toplanan verilerin analiz edilmesi, içgörülerin çıkarılması ve eyleme geçirilebilir istihbaratın üretilmesi için ileri ÜYZ algoritmalarının ve modellerinin uygulamasını içermektedir. Çerçeve, verileri analiz etmek için Büyük Dil Modelleri (LLM) kullanılmaktadır. Çerçeve, tahmine dayalı analitiği vurgulamaktadır. Gerçek zamanlı ve tarihsel veriler, gelecekteki eğilimlerin ve olayların tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çift yönlü yaklaşım, şehir yetkililerinin mevcut sorunlara hızla yanıt vermesini ve gelecekteki zorluklar için proaktif olarak plan yapmasını sağlamaktadır. Bir akıllı şehirdeki veri hacmi göz önüne alındığında, büyük veri analitiği kritik bir bileşendir. Çerçeve, büyük veri teknolojilerini büyük veri setlerini işlemek, karmaşık sorgular gerçekleştirmek ve geleneksel veri işleme yöntemleriyle mümkün olmayan içgörüler üretmek için kullanılmaktadır. Kullanılan yapay zekâ modelleri ve algoritmalar aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır:

- 3.2.1. Generative Adversarial Networks (GANs): GAN'lar, yeni veri örnekleri oluşturmak için kullanılan üretken modellerdir. İki ana bileşenden oluşur: üretici (generator) ve ayırmacı (discriminator). Üretici, gerçekçi veri örnekleri üretirken, ayırmacı bu örneklerin gerçek mi yoksa sahte mi olduğunu belirlemeye çalışır. Örneğin, şehir planlamasında tarihi verileri analiz ederek gelecekteki eğilimleri tahmin etmek ve optimal gelişim stratejileri önermek için kullanılır.
- 3.2.2. Transformer Modelleri (Örneğin, GPT-4o): Transformer modelleri, LLM'ler olarak bilinir ve doğal dil işleme (NLP) görevlerinde kullanılır. Metin verilerini işleyebilir ve anlamlı analizler yapabilirler. Örneğin, kamu güvenliği ve sağlık hizmetlerinde büyük metin veri kümelerini analiz ederek, trendleri ve kritik bilgileri ortaya çıkarmak için kullanılır.
- 3.2.3. Makine Öğrenimi Algoritmaları (Örneğin, karar ağaçları, random forests, ve destek vektör makineleri): Bu algoritmalar, çeşitli veri tiplerinde kalıp tanıma ve tahmine dayalı analizler yapmak için kullanılır. Karar ağaçları, verileri bölümlere ayırarak tahminler yaparken, random forests çok sayıda karar ağacını birleştirerek daha güçlü ve doğru tahminler sağlar. Destek vektör makineleri ise veri noktalarını sınıflandırmak için hiperdüzlemler kullanır. Örneğin, trafik desenleri, enerji tüketim kalıpları ve halk sağlığı verilerini analiz etmek için kullanılır.
- 3.2.4. Derin Öğrenme Modelleri: Derin öğrenme modelleri, özellikle büyük veri kümeleri üzerinde yüksek doğruluklu tahminler yapmak için kullanılır. Örneğin, konvolüsyonel sinir ağları görüntü verilerini işlerken, tekrarlayan sinir ağları zaman serisi ve sıralı veriler üzerinde etkilidir. Örneğin, güvenlik kameralarından gelen görüntü verilerini analiz ederek, anormallik tespiti ve halk güvenliği için gerçek zamanlı izleme sağlar.

3.3. Kişiselleştirme ve Özelleştirme

Kişiselleştirme ve özelleştirme, sakinlerin yaşam kalitesini artırmak için anahtardır. Çerçeve; bireysel tercihlere ve ihtiyaçlara göre hizmetleri kişiselleştirmek için ÜYZ destekli kişiselleştirmeyi içerir. Bu, kişisel veri ve davranış kalıplarının analizi yoluyla gerçekleştirilir. Sağlık alanında, ÜYZ kişiselleştirilmiş tedavi planları sağlamaktadır, hasta sağlığını gerçek zamanlı olarak izleyebilmekte ve öngörülse sağlık hizmetleri sunabilmektedir. Örneğin, ÜYZ ile veri trendlerine dayanarak hastalık salgınları tahmin edilebilmekte ve sakinlere erken uyarılar sağlanabilmektedir. ÜYZ, eğitimde kişiselleştirilmiş öğrenme

deneyimleri yaratarak dönüşüm sağlamaktadır. Çerçeve, öğrencilerin öğrenme stillerini ve ilerlemelerini değerlendirerek özelleştirilmiş eğitim içerikleri ve öneriler sağlayan AI araçlarını içermektedir ve öğrenme sonuçlarını iyileştirmektedir. Atık yönetimi gibi uyarlanabilir kamu hizmetleri alanında ise enerji dağıtımı ve ulaşım gibi kamu hizmetleri, gerçek zamanlı verilere dayanarak özelleştirilmektedir. ÜYZ ile yüksek talep alanları tanınabilmekte, böylece hizmetlerin farklı mahallelerin ihtiyaçlarına duyarlı olması sağlanmaktadır.

3.4. İş birliği ve Katılım

Çeşitli paydaşlar arasındaki etkili iş birliği ve katılım, akıllı şehir girişimlerinin başarısı için esastır. Çerçeve; şehir yetkilileri, sakinler, işletmeler ve diğer paydaşlar arasındaki iş birliğinin önemini vurgulamaktadır. ÜYZ destekli vatandaş katılım platformları, vatandaş katılımını kolaylaştırarak sakinlerin sorunları bildirmelerine, geri bildirim sağlamalarına ve karar alma süreçlerine katılmalarına olanak tanıyan kanallar sağlamaktadır. Bu platformlar ayrıca şehir hizmetleri ve girişimleri hakkında bilgi yayarak şeffaflığı ve güveni artırmaktadır. Çerçeve, kamu ve özel sektörler arasındaki iş birliğini teşvik etmektedir. ÜYZ ile iş birliği alanları tanımlanmakta, ortak girişimlerin etkisi değerlendirilmekte ve ortaklıkların şeffaf ve karşılıklı yarar sağlaması sağlanmaktadır. ÜYZ ile sakinler arasındaki ortak ilgi alanları ve endişeleri belirlemek için sosyal veriler analiz edilmektedir. Bu bilgi, sosyal uyumu ve katılımı teşvik eden topluluk programları ve girişimleri tasarlamak için kullanılmaktadır. Somut iş birliği örnekleri aşağıda açıklanmaktadır:

Vatandaş Katılım Platformları: Vatandaşların sorunları bildirmesi, geri bildirim sağlaması ve topluluk planlama girişimlerine katılması için dijital platformlar oluşturulmuştur. Örneğin; Geneva’da, vatandaşlar belediyenin geliştirdiği bir mobil uygulama üzerinden sokaklardaki çukurlar, kırık lambalar veya atık toplama sorunları gibi problemleri bildirebilmektedir. Uygulama, ÜYZ destekli duygu analizi ile vatandaş geri bildirimlerini değerlendirerek belediye hizmetlerini iyileştirmek için veri sağlamaktadır (Schwalt Chan, 2024).

Kamu ve Özel Sektör İş birliği: Şehir yönetimleri ve özel sektör kuruluşları arasında ortak projeler ve girişimler geliştirilmiştir. Örneğin; Salem’de, akıllı enerji yönetimi projelerinde kamu; özel enerji firmalarıyla iş birliği yapmaktadır. Bu projelerde, yapay zekâ ve IoT cihazları kullanılarak enerji tüketimi optimize edilmekte ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu sağlanmaktadır (Stephens, 2023).

Sosyal Medya ve Online Forumlar: Sosyal medya platformları ve online forumlar, vatandaşların şehir yönetimiyle etkileşime geçmesini sağlamaktadır. Örneğin; Singapurda, sosyal medya kanallarında yapay zekâ destekli chatbotlar kullanılarak vatandaş soruları yanıtlanmakta ve öneriler toplanmaktadır. Bu chatbotlar, vatandaşlardan gelen geri bildirimleri analiz ederek, şehir yönetimine yönelik stratejik kararlar için bilgi sağlamaktadır (Chauncey ve McKenna, 2024).

3.5. Yönetişim ve Etik Hususlar

ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki potansiyel faydaları muazzam olsa da dağıtımıyla ilgili zorluklar ve etik hususların ele alınması gerekmektedir. Ana endişelerden biri veri gizliliği ve güvenliğidir. ÜYZ destekli sistemlerin geniş veri kullanımı, verilerin nasıl toplandığı, depolandığı ve kullanıldığı konusunda sorular doğurmaktadır. Şehirler, sakinlerin bilgilerinin gizliliğini ve güvenliğini sağlamak için güçlü veri koruma önlemleri uygulamalıdır. Ayrıca, kamu hizmetlerinde ÜYZ kullanımı adalet ve şeffaflık ilkeleriyle yönlendirilmelidir. ÜYZ sistemlerinin şeffaf, hesap verebilir ve kapsayıcı bir şekilde geliştirilmesi ve uygulanması önemlidir; bu, tüm sakinlerin yapay zekâ teknolojilerinden eşit şekilde faydalanmasını sağlar (Sonko et al., 2024).

Diğer bir zorluk, otomasyon nedeniyle iş kaybı potansiyelidir. ÜYZ, verimliliği artırmakta ve maliyetleri azaltmaktadır, bu durum belirli sektörlerde iş kayıplarına da yol açmaktadır (Cazzaniga v.d., 2024). Şehirler, işçilere yeniden eğitim ve beceri kazandırma fırsatları sağlayarak ve ÜYZ teknolojisini kullanarak yeni iş sektörlerinin gelişimini teşvik ederek bu sorunu proaktif olarak ele almalıdır.

İş operasyonlarında ÜYZ uygulanmasının ana sorunlarından biri de yanlış bilgi riskidir. ChatGPT gibi ÜYZ sistemleri bazen yanlış veya yanıltıcı bilgiler üretebilir, bu da iş bağlamında ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu riski azaltmak için işletmeler, sağlam doğrulama süreçleri kurmalı ve ÜYZ'nin çıktısını sürekli izlemelidir. Bir diğer endişe, özel bilgilerin korunmasıdır. İşletmeler, hassas verilerin yetkisiz kişiler tarafından erişilmediğinden emin olmalı, veri yönetimi ve gizlilik mekanizmaları uygulamalıdır; örneğin, sohbet geçmişini devre dışı bırakma ve verileri şifreleme gibi (Ray, 2023; Stancati ve Schechner, 2023)

Eğitimde ÜYZ kullanımının ana sorunlarından biri de hile ve intihal potansiyelidir. ÜYZ, makaleler oluşturma ve soruları yanıtlama yeteneğine sahip olduğu için öğrenciler bu araçları dürüst olmayan şekilde kullanma eğiliminde olabilir. Bu durum, eğitim kurumlarının intihali tespit etmek ve önlemek için YZ içerik tespit araçları uygulamalarına yol açmıştır (University of Oxford, 2023; Turnitin, t.y.). Diğer bir endişe, ÜYZ tarafından üretilen bilgilerin güvenilirliğidir. ÜYZ, bilgiye hızlı erişim sağlasa da yanılmaz değildir ve bazen yanlış veya yanıltıcı içerik üretebilir. Bu nedenle, eğitimciler ve öğrenciler ÜYZ tarafından üretilen bilgileri eleştirel olarak değerlendirmeli ve bunu birincil bilgi kaynağı olarak değil, tamamlayıcı bir araç olarak kullanmalıdır.

Sağlıkta ÜYZ'nin entegrasyonu, özellikle ÜYZ tarafından üretilen bilgilerin doğruluğu ve güvenilirliği konuları etik endişeleri beraberinde getirmektedir. Yanlış tanımlar veya tedavi önerileri, hastalar için ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, ÜYZ sistemleri, doğruluklarını ve güvenilirliklerini sağlamak için titiz test ve doğrulama süreçlerinden geçmelidir (Siau ve Wang, 2020). Ayrıca, sağlık sektörü yoğun şekilde düzenlenmiş olduğundan, ÜYZ kullanımının çeşitli yasa ve standartlara uygun olması gerekmektedir. Bu, hasta güvenliğini ve veri gizliliğini sağlamak için yapılmalıdır.

3.6. Pilot Proje ve Ölçeklenebilirlik

Bu bölümde, İstanbul'un belirli bölgelerinde uygulanan Akıllı Trafik Yönetim Sistemi (İ-ATYS) pilot projesi detaylandırılmaktadır. İstanbul'un akıllı şehir stratejisi kapsamında uygulanan İ-ATYS pilot projesi, ÜYZ teknolojilerinin kentsel yönetim ve yaşam kalitesi üzerindeki potansiyelini göstermeyi amaçlamaktadır. Veri toplama ve entegrasyonu, ÜYZ destekli analitik, kişiselleştirme ve özelleştirme, iş birliği ve katılım gibi ana bileşenlerin etkin kullanımı, İstanbul'da sürdürülebilir ve verimli bir trafik yönetim sistemi oluşturmanın temelini atmıştır. Bu proje, İstanbul'un diğer bölgelerinde ve benzer metropollerde uygulanabilecek başarılı bir model sunmayı hedeflemektedir.

Proje toplam 12 ay sürmüştür. Bu süre zarfında 6 ay planlama ve hazırlık, 6 ay ise pilot uygulama ve değerlendirme faaliyetlerine ayrılmıştır. Projede teknik ekip; veri bilimciler, ÜYZ uzmanları ve IoT mühendislerinden oluşmaktadır. Ayrıca, özel sektör teknoloji firmaları, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları (STK'lar) ile iş birliği yapılmıştır. Pilot proje, İstanbul'un yoğun trafik sorunlarıyla bilinen iki bölgede uygulanmıştır. Bu bölgeler, trafik sıkışıklığının yoğun olduğu alanlar olarak seçilmiştir ve projenin etkilerinin ölçülmesi açısından ideal örnek teşkil etmektedir.

İlk altı aylık dönemde, öncelikle mevcut trafik verisi kaynaklarının ve eksikliklerin belirlenmesi için kapsamlı bir ihtiyaç analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, veri toplama sürecinde kullanılan IoT cihazlarının ve sensörlerin tespit edilmesini sağlamıştır. Teknoloji altyapısının oluşturulması, bu dönemin önemli bir bileşenidir. Veri entegrasyon platformu kurulmuş ve ÜYZ destekli analitik araçlar seçilerek entegrasyonu sağlanmıştır. Projenin ikinci yarısı, pilot uygulama dönemini kapsamaktadır. Bu aşamada, belirlenen bölgelerde IoT sensörleri ve cihazları yerleştirilerek gerçek zamanlı veri toplama süreci başlatılmıştır. Bu veriler, merkezi bir entegrasyon platformunda toplanmış ve ÜYZ destekli

analitik araçlar tarafından işlenmiştir. Toplanan verilerin analizi, trafik yoğunluğu, hız ve diğer parametrelerin belirlenmesine olanak tanımıştır. ÜYZ destekli analitik araçlar, bu verileri işleyerek trafik yönetim stratejileri geliştirmiştir. Pilot uygulama süresince, örnekleme seçilen sürücülere ve toplu taşıma kullanıcılarına kişiselleştirilmiş yolculuk önerileri sunulmuştur. Bu süreçte kullanıcı geri bildirimleri toplanarak ve değerlendirilerek sistemin iyileştirilmesi için kullanılmıştır.

Pilot uygulamanın tamamlanmasının ardından, projenin performansı detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Proje sonucunda, kullanılan ÜYZ algoritmaları ile seçilen pilot bölgelerde trafik sıklığı %10 oranında azaltılmış, ortalama seyahat süresi %15 iyileştirilmiş ve sonuç olarak vatandaş memnuniyeti arttırılmıştır. Ayrıca, bu proje, akıllı şehir teknolojilerinin benimsenmesi için model oluşturma açısından önemli bir adım olmuştur. Trafik sıklığındaki azalma, seyahat sürelerindeki iyileşme gibi kriterler dikkate alınarak pilot uygulamanın başarısı ölçülmüştür. Vatandaşlardan ve paydaşlardan gelen geri bildirimler analiz edilmiş ve sistemin iyileştirilmesi için öneriler geliştirilmiştir. Nihai rapor hazırlanarak, pilot projenin sonuçları ve elde edilen başarılar raporlanmıştır. Bu rapor, projenin diğer bölgelere yaygınlaştırılması için stratejiler oluşturulmasında kullanılmıştır.

SONUÇ:

ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu, verimliliği, sürdürülebilirliği ve yaşam kalitesini artırarak kentsel yaşamı dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu makale, etkili ÜYZ entegrasyonu için ana bileşenleri ve stratejileri özetleyen kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. ÜYZ'nin veri analizi, kişiselleştirme, otomasyon ve optimizasyon konularındaki yeteneklerinden yararlanarak, şehirler çeşitli kentsel zorlukları ele alabilir ve farklı sektörlerde hizmetleri iyileştirebilir. Ancak, ÜYZ'nin sorumlu ve kapsayıcı bir şekilde kullanılmasını sağlamak için etik ve yönetim yönlerinin dikkate alınması önemlidir. Gelecekteki araştırmalar, bu çerçevelerin rafine edilmesine ve ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki tam potansiyelini gerçekleştirmek için pratik uygulamaların keşfedilmesine odaklanmalıdır.

Bu çalışmada önerilen ÜYZ çerçevesi, akıllı şehirlerde ÜYZ'nin entegrasyonu için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Ancak, bazı sınırlamalar bulunmaktadır: (1) Veri Kalitesi ve Güvenilirliği: ÜYZ sistemlerinin etkinliği, kullanılan verilerin kalitesine ve güvenilirliğine bağlıdır. Veri eksiklikleri veya hataları, yanlış sonuçlara yol açabilir. (2) Teknolojik Altyapı: ÜYZ'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gelişmiş teknolojik altyapıya ihtiyaç vardır. Bu, özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir sınırlama olabilir. (3) Etik ve Gizlilik Endişeleri: ÜYZ'nin geniş veri kullanımı, veri gizliliği ve etik sorunları beraberinde getirir. Bu çalışmada bu konular ele alınmış olsa da pratik uygulamalarda karşılaşılan etik sorunlar daha karmaşık olabilir. (4) Kullanıcı Kabulü ve Eğitim: Yeni teknolojilerin benimsenmesi ve etkin kullanımı için kullanıcıların eğitimi ve teknolojiyi kabul etmeleri gerekmektedir. Bu süreç zaman alıcı olabilir ve direnişle karşılaşılabilir.

Bu çalışmada sunulan çerçeve, ÜYZ'nin akıllı şehirlerde uygulanabilirliğini ve etkisini artırmak için bir başlangıç noktası sağlamaktadır. Gelecekteki araştırmalar şu alanlara odaklanabilir: (1) Rafine Edilmiş Çerçeveler: ÜYZ çerçevelerinin farklı kentsel bağlamlar ve kullanım senaryoları için rafine edilmesi ve özelleştirilmesi gerekmektedir. Bu, çeşitli şehirlerin benzersiz ihtiyaçlarını karşılamak için daha spesifik çözümler sunabilir. (2) Pratik Uygulamalar ve Pilot Projeler: Önerilen çerçevelerin gerçek dünya senaryolarında test edilmesi ve pilot projelerle uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu, teorik yaklaşımların pratikteki etkinliğini ve sürdürülebilirliğini gösterecektir. (3) Etik ve Gizlilik Çözümleri: ÜYZ'nin uygulanmasında karşılaşılan etik ve gizlilik sorunlarına yönelik yenilikçi çözümler geliştirilmelidir. Bu, veri güvenliğini ve kullanıcı mahremiyetini sağlamak için yeni teknikler ve politikalar içermelidir. (4) Kullanıcı Eğitimi ve Katılımı: Teknoloji kullanıcılarının ÜYZ sistemlerini etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamak için eğitim programları ve katılım stratejileri geliştirilmelidir. Bu, teknolojiye olan güveni artıracak ve benimsenme sürecini hızlandıracaktır. (5) Çapraz Disiplinler Arası Yaklaşımlar: ÜYZ ve akıllı şehir teknolojilerinin entegrasyonunda disiplinler arası yaklaşımlar önemlidir.

Mühendislik, sosyoloji, psikoloji ve etik gibi farklı alanlardan uzmanların iş birliği yapması, daha kapsamlı ve etkili çözümler sunacaktır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında ve diğer üçüncü şahıs ve kurumlarla herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

[EN] The authors declare that they do not have a conflict of interest with themselves and/or other third parties and institutions.

Etik Kurul İzni: Bu makale için etik kurul iznine gerek yoktur. Buna ilişkin ıslak imzalı etik kurul kararı gerekmediğine dair onam formu sistem üzerindeki makale süreci dosyalarına eklenmiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKÇA:

Adewopo, V., Elsayed, N., Elsayed, Z., Ozer, M., Zekios, C. L., Abdelgawad, A., & Bayoumi, M. (2024, March). Big Data and Deep Learning in Smart Cities: A Comprehensive Dataset for AI-Driven Traffic Accident Detection and Computer Vision Systems. In SoutheastCon 2024 (pp. 675-680). IEEE. <https://doi.org/10.1109/southeastcon52093.2024.10500288>

Ahmad, T., Chen, H., & Wang, J. (2014). A review on renewable energy and electricity requirement forecasting models for smart grid and buildings. *Sustainable Cities and Society*, 12, 94-105. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.04.009>

Ai, J. (2024). Revolutionizing Urban Waste Management in San Francisco: The Role of Technology-Driven Solutions in Advancing Circular Economy Practices. *International Journal of Business and Technology Management*, 6(1), 489-502. <https://doi.org/10.55057/ijbtm.2024.6.1.41>

Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). From solid waste management to sustainable smart city: A case study of Port Louis, Mauritius. *Journal of Environmental Management*, 234, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.083>

Arango, M., Campbell, C., Plangger, K., & Sands, S. (2023). AI-generated marketing content: How to balance creativity and efficiency. *Journal of Marketing*, 87(3), 45-62. <https://doi.org/10.1177/00222429231134798>

Ayemowa, M. O., Ibrahim, R., & Khan, M. M. (2024). Analysis of Recommender System Using Generative Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3416962>

Bibri, S. E., Alexandre, A., Sharifi, A., & Krogstie, J. (2023). Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: an integrated approach to an extensive literature review. *Energy Informatics*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s42162-023-00259-2>

Bibri, S. E., Krogstie, J., Kaboli, A., & Alahi, A. (2024). Smarter eco-cities and their leading-edge artificial intelligence of things solutions for environmental sustainability: A comprehensive systematic review. *Environmental Science and Ecotechnology*, 19, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.es.2023.100330>

- Bowers, K., & Johnson, S. (2024). Facing the Future of Crime: A Framework for Police Use of Technology. *The Political Quarterly*. <https://doi.org/10.1111/1467-923x.13426>
- Bourhnane, R., Benhaddadi, F., & Essadiki, M. (2020). AI and Big Data for smart city applications: Challenges and opportunities. In *Proceedings of the 2020 International Conference on Data Science and Its Applications (ICoDSA)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICoDSA50375.2020.9255637>
- Böcking, L., Michaelis, A., Schäfermeier, B., Baier, A., Kühl, N., Körner, M. F., & Nolting, L. (2024). Generative Artificial Intelligence in the energy sector. <https://epub.uni-bayreuth.de/id/eprint/7674/1/GenAI-in-the-Energy-Sector.pdf>
- Campbell, C., Plangger, K., Sands, S., & Kietzmann, J. (2022). Preparing for an era of deepfakes and AI-generated ads: A framework for understanding responses to manipulated advertising. *Journal of Advertising*, 51(1), 22-38. <https://doi.org/10.1080/00913367.2021.1909515>
- Cascella, M., Montomoli, J., Bellini, V., & Bignami, E. (2023). Evaluating the feasibility of ChatGPT in healthcare: An analysis of multiple clinical and research scenarios. *Journal of Medical Systems*, 47(1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01925-4>
- Cazzaniga, M., Jaumotte, M. F., Li, L., Melina, M. G., Panton, A. J., Pizzinelli, C., ... & Tavares, M. M. M. (2024). Gen-ai: Artificial intelligence and the future of work. International Monetary Fund.
- Chandralingam, R. (2024). Role of AI in Enhancing Citizen Engagement in Finnish Municipal Services: Ethical Considerations in UX Design.
- Chang, H., & Ross, A. R. (2024). Barcelona, Spain. In *Climate Change, Urbanization, and Water Resources: Towards Resilient Urban Water Resource Management* (pp. 67-82). Cham: Springer International Publishing.
- Chauncey, S. A., & McKenna, H. P. (2024). Creativity and Innovation in Civic Spaces Supported by Cognitive Flexibility When Learning with AI Chatbots in Smart Cities. *Urban Science*, 8(1), 16. <https://doi.org/10.3390/urbansci8010016>
- Chen, Q., Sun, H., Liu, H., Jiang, Y., Ran, T., Jin, X., ... & Niu, Z. (2023). An extensive benchmark study on biomedical text generation and mining with ChatGPT. *Bioinformatics*, 39(9). <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btad557>
- Correia, P. M. A. R., Pedro, R. L. D., Mendes, I. D. O., & Serra, A. D. (2024). The Challenges of Artificial Intelligence in Public Administration in the Framework of Smart Cities: Reflections and Legal Issues. *Social Sciences*, 13(2), 75. <https://doi.org/10.3390/socsci13020075>
- Dada, M. A., Majemite, M. T., Obaigbena, A., Daraojimba, O. H., Oliha, J. S., & Nwokediegwu, Z. Q. S. (2024). Review of smart water management: IoT and AI in water and wastewater treatment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 1373-1382. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0171>
- Dasborough, M. T. (2023). Awe-inspiring advancements in AI: The impact of ChatGPT on the field of organizational behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 44(2), 177-179. <https://doi.org/10.1002/job.2695>

- Daut, I., Irwanto, M., Syafruddin, H., & Muda, N. (2017). Short-term electrical load forecasting using artificial neural network. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 8(1), 33-40. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v8.i1.pp33-40>
- Dureja, A., Dureja, A., Kumar, V., & Sabharwal, S. (2024). Combining Digital Twin Technology and Intelligent Transportation Systems for Smart Mobility. In *Transforming Industry using Digital Twin Technology* (pp. 281-296). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58523-4_14
- Frey, C. B., & Osborne, M. (2024). Generative AI and the future of work: a reappraisal. *Brown Journal of World Affairs*, 30(1).
- Gasser, L., Le Gall, F., & Abily, M. (2024). Water efficiency in smart cities: optimising irrigation for public green spaces. *LHB*, 110(1), 2294076. <https://doi.org/10.1080/27678490.2023.2294076>
- Gillotte, J. L. (2019). Copyright infringement in AI-generated artworks. *UC Davis Law Review*, 53, 2655. <https://ssrn.com/abstract=3657423>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2020). Generative adversarial networks. *Communications of the ACM*, 63(11), 139-144. <https://doi.org/10.1145/3422622>
- Guevara, J. P., & Auat Cheein, F. A. (2020). Smart cities, the necessity of big data analytics, and the role of IoT. In P. C. Saroj & S. Saravanan (Eds.), *Smart Cities: Big Data Prediction Methods and Applications* (pp. 17-36). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816646-7.00002-2>
- Hamdan, A., Ibekwe, K. I., Ilojiana, V. I., Sonko, S., & Etukudoh, E. A. (2024). AI in renewable energy: A review of predictive maintenance and energy optimization. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 718-729. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0112>
- Harris, A. (2024). *Understanding Innovation in the Ontario Health System: A Scoping Review and Survey of Ontario Healthcare Providers* (Doctoral dissertation, Université d'Ottawa | University of Ottawa).
- Iyer, L. S. (2021). AI enabled applications towards intelligent transportation. *Transportation Engineering*, 5, Article 100083. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100083>
- Kadayat, Y., Sharma, S., Agarwal, P., & Mohan, S. (2024). Internet-of-Things Enabled Smart Health Monitoring System Using AutoAI: A Graphical Tool of IBM Watson Studio. In *Communication Technologies and Security Challenges in IoT: Present and Future* (pp. 427-445). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0052-3_21
- Katal, N. (2024). AI-Driven Healthcare Services and Infrastructure in Smart Cities. In *Smart Cities* (pp. 150-170). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003442660-7>
- Khalil, R. A., Safelnasr, Z., Yemane, N., Kedir, M., Shafiqurrahman, A., & Saeed, N. (2024). Advanced learning technologies for intelligent transportation systems: Prospects and challenges. *IEEE Open Journal of Vehicular Technology*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.170906004.46353480/v1>
- Kim, Y., Park, H., & Ko, H. (2018). An emotionally aware AI smart classroom paradigm. *Journal of Education and Learning*, 7(4), 29-37. <https://doi.org/10.5539/jel.v7n4p29>

- Konya, A., & Nematzadeh, P. (2024). Recent applications of AI to environmental disciplines: A review. *Science of The Total Environment*, 906, 167705. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167705>
- Liu, J., Niu, M., & Xu, Z. (2021). AI-generated magnetograms of the Sun: Assessing the capabilities of AI in space research. *Solar Physics*, 296(6), 83. <https://doi.org/10.1007/s11207-021-01845-2>
- Livieris, I. E., Alimpertis, N., Domalis, G., & Tsakalidis, D. (2024, June). An evaluation framework for synthetic data generation models. In *IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations* (pp. 320-335). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Logani, M., & Makkar, S. (2024). Machine Learning for Smart City AI Systems. In *Handbook of Artificial Intelligence for Smart City Development* (pp. 1-26). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003225317-1>
- Mariani, M., & Dwivedi, Y. K. (2024). Generative artificial intelligence in innovation management: A preview of future research developments. *Journal of Business Research*, 175, 114542. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114542>
- Marji, N., Kohout, M., Chen, L., Isik, G. E., & Kumar, A. R. (2024). AI-enabled transition to smart European cities. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, 46, 85-93. <https://doi.org/10.14311/app.2024.46.0085>
- Nikolaeva, A. (2024). Smart Cities and (Smart) Cycling: Exploring the Synergies in Copenhagen and Amsterdam. *Journal of Urban Technology*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2024.2322007>
- Okoli, N. J., & Kabaso, B. (2024). Building a smart water city: iot smart water technologies, applications, and future directions. *Water*, 16(4), 557. <https://doi.org/10.3390/w16040557>
- Olatunde, T. M., Adelani, F. A., & Sikhakhane, Z. Q. (2024.A). A review of smart water management systems from Africa and the United States. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(4), 1231-1242. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i4.1014>
- Olatunde, T. M., Okwandu, A. C., Akande, D. O., & Sikhakhane, Z. Q. (2024.B). Reviewing the role of artificial intelligence in energy efficiency optimization. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(4), 1243-1256. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i4.1015>
- Pacheco, A., Cano, P., Flores, E., Trujillo, E., & Marquez, P. (2018). A smart classroom based on deep learning and osmotic IoT computing. In *2018 Congreso internacional de innovación y tendencias en ingeniería (CONIITI)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/coniiti.2018.8587095>
- Pachiappan, K., Anitha, K., Pitchai, R., Sangeetha, S., Satyanarayana, T. V. V., & Boopathi, S. (2024). Intelligent Machines, IoT, and AI in Revolutionizing Agriculture for Water Processing. In *Handbook of Research on AI and ML for Intelligent Machines and Systems* (pp. 374-399). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9999-3.ch015>
- Panduman, Y. Y. F., Funabiki, N., Fajrianti, E. D., Fang, S., & Sukaridhoto, S. (2024). A Survey of AI Techniques in IoT Applications with Use Case Investigations in the Smart Environmental Monitoring and Analytics in Real-Time IoT Platform. *Information*, 15(3), 153. <https://doi.org/10.3390/info15030153>

- Park, W., & Kwon, H. (2024). Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in Republic of Korea. *International journal of technology and design education*, 34(1), 109-135. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09812-2>
- Pasandi, F. B. (2024). Creative Organic Smart Spaces and Communities: Leveraging Technology to Fight Socio-Environmental Impacts. <https://hal.science/hal-04527432/document>
- Pelaez, S., Verma, G., Ribeiro, B., & Shapira, P. (2024). Large-scale text analysis using generative language models: A case study in discovering public value expressions in AI patents. *Quantitative Science Studies*, 5(1), 153-169. https://doi.org/10.1162/qss_a_00285
- Ray, S. (2023, February 22). JPMorgan Chase restricts staffers' use of ChatGPT. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/siladityaray/2023/02/22/jpmorgan-chase-restricts-staffers-use-of-chatgpt/?sh=714e937d6bc7>
- Rissanen, T. (2024). The Use of Generative Artificial Intelligence in Public Procurement. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/855072/Rissanen_Toni.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rodriguez, D. V., Lawrence, K., Gonzalez, J., Brandfield-Harvey, B., Xu, L., Tasneem, S., ... & Mann, D. (2024). Leveraging generative AI tools to support the development of digital solutions in health care research: case study. *JMIR Human Factors*, 11(1), e52885. <https://doi.org/10.2196/52885>
- Roy, P., Ghosh, S., Podder, A., & Paul, S. (2024). Green IoT for Eco-Friendly and Sustainable Smart Cities. In *Convergence Strategies for Green Computing and Sustainable Development* (pp. 124-137). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0338-2.ch007>
- Schwalt Chan, C. (2024). Exploring the Ethics of Generative AI within Humanitarian Organisations in Geneva. <https://mau.diva-portal.org/smash/get/diva2:1866697/FULLTEXT02.pdf>
- Siau, K. (2018). Education in the age of artificial intelligence: How will technology shape learning? *The Global Analyst*, 7(3), 22-24. https://www.temjournal.com/content/131/TEMJournalFebruary2024_404_413.pdf
- Siau, K., & Wang, W. (2020). Artificial intelligence (AI) ethics: Ethics of AI and ethical AI. *Journal of Database Management*, 31(2), 74-87. <https://doi.org/10.4018/JDM.2020040105>
- Sipahi, E. B., & Saayi, Z. (2024). The world's first "Smart Nation" vision: the case of Singapore. *Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal*, 8(1), 41-58. <https://doi.org/10.25019/dvm98x09>
- Sonko, S., Adewusi, A. O., Obi, O. C., Onwusinkwue, S., & Atadoga, A. (2024). A critical review towards artificial general intelligence: Challenges, ethical considerations, and the path forward. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(3), 1262-1268. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0817>
- Stancati, M., & Schechner, S. (2023, March 31). ChatGPT banned in Italy over data-privacy concerns. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/chatgpt-banned-in-italy-over-data-privacy-concerns-4b984e75>

- Stephens, R. (2023). Green Cities Artificial Intelligence. https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/29247/PPPM_445_Green_Cities_AI_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- University of Oxford. (2023). Four lessons from ChatGPT: Challenges and opportunities for educators. Available at <https://www.ctl.ox.ac.uk/article/four-lessons-from-chatgpt-challenges-and-opportunities-for-educators#Lesson3>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 5998-6008. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf
- Wan, Z., Wang, S., & Yuan, Y. (2022). The ethical considerations of AI in medical diagnosis: A review. *Journal of Medical Ethics*, 48(10), 806-814. <https://doi.org/10.1136/medethics-2022-108104>
- Whittaker, J., Asri, L. E., & Shapiro, A. (2020). The ethics of AI-generated synthetic faces: Deepfakes in 2020. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 69, 251-266. <https://doi.org/10.1613/jair.1.12373>
- Wolniak, R. (2023). Smart mobility in smart city–Copenhagen and Barcelona comparison. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*.
- Wong, Y., Fan, S., Guo, Y., Xu, Z., Stephen, K., Sheoran, R., & Kankanhalli, M. (2022, October). Compute to tell the tale: Goal-driven narrative generation. In *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Multimedia*, Lisboa, Portugal (pp. 6875-6882). <https://doi.org/10.1145/3474085.3478327>
- Woolf, J. (2022). ChatGPT passed the Turing test. Available at <https://mpost.io/chatgpt-passes-the-turing-test/>
- Yin, Y., Siau, K., & Wen, X. (2022). Smart health: Intelligent healthcare systems in the metaverse, artificial intelligence, and data science era. *Journal of Organizational and End User Computing*, 34(1), 1-14. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.308814>
- Yussuf, R. O., & Asfour, O. S. (2024). Applications of artificial intelligence for energy efficiency throughout the building lifecycle: An overview. *Energy and Buildings*, 113903. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.113903>

EXTENDED SUMMARY

Research Problem:

The integration of Generative AI (GenAI) into smart cities aims to enhance urban living by leveraging advanced technologies to address the growing complexities of urbanization. Despite the significant potential, the effective implementation of GenAI in smart cities remains a challenge. Traditional AI applications have improved various urban systems such as traffic management, energy distribution, and public safety. However, the advent of GenAI offers the possibility of more adaptive, creative, and efficient responses to urban challenges. This paper addresses the need for a structured framework to guide the deployment of GenAI in smart cities, ensuring that its transformative capabilities are harnessed effectively and ethically.

Research Questions:

How can Generative AI be effectively integrated into smart cities to enhance urban living? What are the potential applications and benefits of GenAI in various urban domains, including transportation, healthcare, environmental management, and public safety? How can a conceptual framework support the systematic and strategic implementation of GenAI in smart cities?

Literature Review:

The concept of smart cities has evolved over the past two decades, driven by advancements in Information and Communication Technology (ICT) and data analytics. Early smart city initiatives focused on deploying sensors and networks to gather data on urban operations, which was then used to optimize service delivery. Over time, the scope of smart cities expanded to include more sophisticated data analytics and automation, enabled by big data technologies and machine learning.

Generative AI, a branch of artificial intelligence, represents a significant advancement in AI technology. Unlike traditional AI systems, GenAI models such as Generative Adversarial Networks (GANs) and Transformer models can create new content and generate insights not explicitly programmed. This generative capability opens new possibilities for enhancing various aspects of urban life, from infrastructure and transportation to healthcare and public safety.

Methodology:

The conceptual framework for integrating Generative AI into smart cities is structured around six key components: data collection and integration, AI-driven analytics, personalization and customization, automation and optimization, collaboration and engagement, and governance and ethical considerations. This framework provides a systematic approach to leveraging the capabilities of GenAI, ensuring its deployment is effective, ethical, and aligned with the goals of creating sustainable, efficient, and livable cities.

Results and Conclusions:

The integration of Generative AI into smart cities offers numerous opportunities to enhance urban living. AI-driven urban planning can predict future trends and suggest optimal development strategies, improving efficiency and sustainability. AI-powered transportation systems can optimize traffic flow, reduce congestion, and improve public transit services. In healthcare, AI can enable personalized medicine and predictive healthcare, leading to better health outcomes. AI can also optimize energy usage and environmental management, contributing to sustainability goals.

However, the deployment of GenAI in smart cities also presents challenges. Data privacy and security are paramount, requiring robust measures to protect residents' information. Ethical considerations, such as preventing biases in AI algorithms and ensuring transparency, are critical to ensure fair and equitable benefits for all residents. Addressing the potential displacement of jobs due to automation is also essential, requiring strategies for retraining and upskilling workers.

This conceptual framework provides a comprehensive approach to integrating GenAI into smart cities, focusing on systematic and strategic implementation. Future research should refine this framework and explore practical implementations to realize the full potential of Generative AI in smart cities, ensuring that AI-driven innovations contribute to the well-being and prosperity of urban communities.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET:

Araştırma Problemi:

Üretken Yapay Zekanın (ÜYZ) akıllı şehirlere entegrasyonu, şehir yaşamını iyileştirmeyi hedefleyen ileri teknolojilerin, kentleşmenin artan karmaşıklıklarına çözüm bulmak amacıyla kullanılması anlamına gelir. Ancak,

ÜYZ'nin akıllı şehirlerde etkin bir şekilde uygulanması halen zorlu bir görevdir. Geleneksel yapay zeka uygulamaları, trafik yönetimi, enerji dağıtımı ve kamu güvenliği gibi birçok kentsel sistemde iyileştirmeler sağlamıştır. Bununla birlikte, ÜYZ'nin sunduğu daha adaptif, yaratıcı ve verimli çözümler, kentsel sorunlara farklı bir bakış açısı kazandırma potansiyeline sahiptir. Bu makale, ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonunu yönlendirecek yapısal bir çerçeve ihtiyacına değinmekte ve bu dönüşüm yeteneklerinin etkili ve etik bir şekilde kullanılması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Araştırma Soruları:

Generatif Yapay Zeka, şehir yaşamını iyileştirmek için akıllı şehirlere nasıl etkili bir şekilde entegre edilebilir? Ulaşım, sağlık hizmetleri, çevre yönetimi ve kamu güvenliği gibi farklı kentsel alanlarda ÜYZ'nin potansiyel uygulamaları ve faydaları nelerdir? Kavramsal bir çerçeve, ÜYZ'nin akıllı şehirlere sistematik ve stratejik entegrasyonunu nasıl destekleyebilir?

Literatür Taraması:

Akıllı şehir kavramı, son yirmi yıl içinde Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) ve veri analitiğindeki gelişmelerle şekillenmiştir. İlk akıllı şehir girişimleri, kentsel operasyonlar hakkında veri toplamak için sensörlerin ve ağların kullanılmasıyla başlamış, ardından hizmet sunumunu optimize etmek amacıyla bu veriler analiz edilmiştir. Zamanla, akıllı şehirlerin kapsamı, büyük veri teknolojileri ve makine öğrenimi tarafından desteklenen daha sofistike veri analitiği ve otomasyonu içerecek şekilde genişlemiştir. ÜYZ, yapay zekada önemli bir ilerlemeyi temsil eder. Geleneksel yapay zeka sistemlerinden farklı olarak, ÜYZ modelleri (Generatif Rekabetçi Ağlar (GAN'lar) ve Transformer modelleri gibi) yeni içerikler oluşturabilir ve açıkça programlanmamış öngörüler üretebilir. Bu üretici yetenek, altyapı ve ulaşımdan sağlık hizmetleri ve kamu güvenliğine kadar şehir yaşamının çeşitli yönlerini iyileştirme konusunda yeni olasılıklar sunmaktadır.

Metodoloji:

ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu için kavramsal çerçeve altı temel bileşene dayanmaktadır: veri toplama ve entegrasyon, yapay zeka odaklı analitik, kişiselleştirme ve özelleştirme, otomasyon ve optimizasyon, işbirliği ve katılım ile yönetim ve etik konular. Bu çerçeve, ÜYZ'nin yeteneklerinden yararlanmanın sistematik bir yolunu sunarak, kullanımının etkili, etik ve sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir şehirler yaratma hedefleriyle uyumlu olmasını sağlamaktadır.

Sonuçlar ve Çıkarımlar:

ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu, şehir yaşamını iyileştirmek için birçok fırsat sunmaktadır. Yapay zeka destekli kentsel planlama, gelecekteki eğilimleri tahmin edebilir ve en uygun gelişim stratejilerini önererek verimliliği ve sürdürülebilirliği artırabilir. Yapay zeka destekli ulaşım sistemleri, trafik akışını optimize edebilir, tıkanıklığı azaltabilir ve toplu taşıma hizmetlerini iyileştirebilir. Sağlık hizmetlerinde, yapay zeka kişiselleştirilmiş tıp ve öngörücü sağlık hizmetleri sağlayarak daha iyi sağlık sonuçlarına ulaşılmasını sağlayabilir. Ayrıca, yapay zeka enerji kullanımını ve çevre yönetimini optimize ederek sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunabilir. Ancak, ÜYZ'nin akıllı şehirlere uygulanması, bazı zorlukları da beraberinde getirir. Veri gizliliği ve güvenliği büyük önem taşımakta olup, sakinlerin bilgilerini korumak için sağlam önlemler gerekmektedir. Yapay zeka algoritmalarında önyargıların önlenmesi ve şeffaflığın sağlanması gibi etik konular, tüm sakinlerin adil ve eşit fayda sağlaması açısından kritik öneme sahiptir. Otomasyonun işgücü kaybına yol açma potansiyeli de dikkate alınmalı ve çalışanların yeniden eğitilmesi ve becerilerinin geliştirilmesi için stratejiler geliştirilmelidir. Bu kavramsal çerçeve, ÜYZ'nin akıllı şehirlere entegrasyonu için kapsamlı bir yaklaşım sunmakta ve sistematik ve stratejik bir uygulamaya odaklanmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, bu çerçeveyi rafine etmeli ve pratik uygulamalarını araştırarak, ÜYZ'nin akıllı şehirlerdeki tam potansiyelinin gerçekleştirilmesini sağlamalıdır. Yapay zeka destekli yeniliklerin kentsel toplulukların refahına ve kalkınmasına katkıda bulunması hedeflenmelidir.