

Akıllı Şehirlerde Teknoloji ve Veri Yönetimi: Geleceğin Şehir Yaşamı

Ali Erbey¹

Özet

Akıllı şehirler, teknolojik yenilikleri kullanarak kent yaşamını daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale getirmeyi amaçlayan bir şehircilik modelidir. Büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojiler, kamu hizmetlerinin hızlı ve etkin sunulmasını sağlarken, ulaşım, enerji yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda kapsamlı dönüşümler yaratmaktadır. Özellikle gerçek zamanlı veri analitiği ve dijital platformlar, şehir yönetiminde daha şeffaf ve katılımcı bir yapı oluştururken, blok zinciri ve siber güvenlik çözümleri veri güvenliğini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, akıllı ulaşım sistemleri trafik akışını optimize ederek zaman kaybını azaltmakta, otonom ve elektrikli araçlar ise çevre dostu ulaşımı teşvik etmektedir. Sürdürülebilir bir şehir yaşamı için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji tasarruflu binaların yaygınlaştırılması ve akıllı atık yönetimi uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Tüm bu gelişmelerin başarılı bir şekilde hayata geçirilebilmesi için kamu ve özel sektör iş birlikleri güçlendirilerek yenilikçi finansman modelleri uygulanmalı, akıllı altyapılar sürekli geliştirilmelidir. Sonuç olarak, veri odaklı, katılımcı ve insan merkezli bir yönetim anlayışıyla şekillenen akıllı şehirler, yenilikçi kamu hizmetleri sunarak ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan daha sürdürülebilir kentler oluşturmaktadır.

1. Giriş

Akıllı şehirler, teknolojik yenilikleri kullanarak kent yaşamını daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale getirmeyi amaçlayan modern şehircilik yaklaşımlarını içermektedir (Şen, 2020). Büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi ileri teknolojiler, kamu hizmetlerinin daha hızlı, güvenilir ve etkin sunulmasını sağlayarak

1 Öğr. Gör. Dr., Uşak Üniversitesi, ali.erbey@usak.edu.tr, 0000-0002-0930-4081

şehir yönetiminde köklü dönüşümlere yol açmaktadır (Efe ve Özdemir, 2021; Göçoğlu, 2020; Karadağ, 2024). Akıllı ulaşım sistemlerinden enerji yönetimine, dijital kamu hizmetlerinden çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılan bu yenilikler, kent sakinlerinin yaşam kalitesini artırırken, kamu yönetiminde de karar alma süreçlerini hızlandırmaktadır (Batty vd., 2012).

Teknoloji ve veri yönetimi, akıllı şehirlerde en kritik unsurlar arasında yer almakta ve kamu yönetimi ile entegrasyonu giderek daha önemli hale gelmektedir. Gerçek zamanlı veri analitiği (Hashem vd., 2015), şehirlerin karşılaştığı sorunları daha hızlı ve isabetli bir şekilde çözmelerine yardımcı olmakta, aynı zamanda vatandaş katılımını teşvik eden dijital platformlar (Nam ve Pardo, 2011) aracılığıyla kamu hizmetlerinin daha şeffaf hale gelmesini sağlamaktadır. E-devlet sistemleri, vatandaşlara internet üzerinden kamu hizmetlerine erişim imkânı sunarak işlemleri kolaylaştırırken (Gil-Garcia vd., 2018), blok zinciri ve siber güvenlik teknolojileri kamu hizmetlerinde güvenliği ve veri mahremiyetini güçlendirmektedir.

Akıllı şehir projelerinin sürdürülebilir olması için kamu ve özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi (Harrison ve Donnelly, 2011), yenilikçi finansman modellerinin uygulanması (Anthopoulos, 2017) ve akıllı altyapıların sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Yeşil enerji çözümlerinin benimsenmesi, enerji tasarruflu binaların yaygınlaştırılması ve atık yönetimi gibi çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları, akıllı şehirlerin gelecekte daha yaşanabilir hale gelmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda, dijital okuryazarlığın artırılması (Gretzel vd., 2015) ve vatandaşların akıllı şehir projelerine daha fazla dahil edilmesi, bu dönüşümün daha başarılı olmasına katkıda bulunacaktır.

Akıllı şehirler, yalnızca teknolojik gelişmelerin değil, aynı zamanda kamu yönetiminin de dönüşümünü zorunlu kılmaktadır (Meijer ve Bolivar, 2015). Geleneksel yönetim modellerinin yerini daha veri odaklı, katılımcı ve şeffaf yönetim anlayışları almaktadır (Kitchin, 2016). Kamu yönetiminde açık veri uygulamaları, vatandaşların kent yönetimiyle daha fazla etkileşime girmesine olanak tanırken, yapay zekâ destekli karar alma sistemleri, daha etkili kamu politikalarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Uzun vadede, akıllı şehir projelerinin yaygınlaşmasıyla kamu hizmetlerinde daha yenilikçi ve etkin çözümler hayata geçirilecek, şehirlerin ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği artırılabilecektir. Bu doğrultuda, akıllı şehirlerin geleceği, yalnızca teknolojik altyapılarla değil, aynı zamanda insan odaklı ve kapsayıcı yönetim stratejileri ile şekillenecektir.

Bu çalışmanın amacı, akıllı şehirlerin ortaya çıkışını ve gelişimini ele alarak, şehir yaşamını iyileştiren temel teknolojik bileşenleri incelemek ve bu teknolojilerin kamu yönetimiyle entegrasyonunu değerlendirmektir. Bu doğrultuda çalışmanın, ikinci bölümünde akıllı şehir kavramının ve özelliklerini detaylandırılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise akıllı şehirlerde kullanılan teknoloji ve büyük veri uygulamaları kapsamlı olarak incelenmektedir. Dördüncü bölümde kamu yönetiminde akıllı şehir projelerinin rolü tartışılırken, beşinci bölüm akıllı ulaşım ve altyapı yönetimini ele almaktadır. Altıncı bölümde çevresel sürdürülebilirlik ve enerji yönetimi, yedinci bölümde güvenlik, gizlilik ve siber tehditler, sekizinci bölümde ise akıllı şehirlerin yaşam kalitesine katkıları ve karşılaşılan zorluklar incelenmektedir. Son bölümde ise geleceğin akıllı şehirlerinde ortaya çıkan yeni trendler ve inovatif uygulamalara yer verilmektedir.

2. Akıllı Şehirler

Günümüz teknolojilerinin kapsamlı bir biçimde kullanılmasıyla kent yaşamının sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir kılınmasını amaçlayan yönetim modeli, akıllı şehir kavramının temelini oluşturmaktadır. Söz konusu kavram, dijital altyapılarla bütünlük çalışan ve veri odaklı sistemler aracılığıyla kentsel kaynakların daha etkin kullanımını mümkün kılan bir yaklaşımı öne çıkarır. Bu sayede, kent sakinlerinin yaşam kalitesi artırılırken, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin desteklenmesi de sağlanmaktadır. Dahası, büyük veri ve yapay zekâ tabanlı analiz yöntemlerinin kent yönetimine entegrasyonu, belediyelerin trafik yönetimi, enerji kullanımı, hava kalitesi ve kamu güvenliği gibi alanlarda gerçek zamanlı veri akışına dayalı olarak daha hızlı ve etkin kararlar alabilmesine olanak tanımaktadır. Böylelikle, akıllı şehirler salt teknoloji odaklı bir dönüşüm sürecinden ibaret olmayıp, insan odaklı ve katılımcı bir yönetim anlayışını da içermesiyle dikkat çekmektedir.

Akıllı şehirler, şehirlerin daha yaşanabilir ve sürdürülebilir olmasını sağlayan temel unsurların ortaya çıkmasıyla oluşur. Yaşanabilir ve sürdürülebilir olmasını sağlayan bileşenler çok boyutlu olarak ele alınabilir. Akıllı ulaşım sistemleri, enerji kaynaklarının kullanımı, dijital kamu hizmetleri, sağlık ve güvenlik alanındaki uygulamalar başlıca öne çıkan uygulamalardır (Karri vd., 2024). Bu bileşenlerden akıllı ulaşım sistemleri, trafik akışını optimize eden, toplu taşıma sistemlerini geliştiren ve ulaşımı daha verimli hale getiren çözümler sunarak şehir içinde hareketliliği kolaylaştırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ise enerji verimliliğinin artırılması ve akıllı şebeke sistemleri ile sürdürülebilir enerji yönetimi sağlanmakta, böylece enerji kaynaklarının daha verimli kullanımı mümkün olmaktadır. Dijital kamu hizmetleri sayesinde belediye hizmetleri dijitalleşmekte ve vatandaşların

çevrimiçi olarak kamu hizmetlerine erişimi kolaylaşmaktadır. Çevre ve atık yönetimi süreçlerinde akıllı çöp toplama sistemleri, hava kirliliği izleme teknolojileri ve geri dönüşüm süreçlerinin dijitalleştirilmesi gibi uygulamalar, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Yılmaz, 2021). Sağlık ve güvenlik alanında akıllı hastaneler, tele-sağlık uygulamaları, afet yönetimi ve güvenlik kameralarıyla entegre edilen suç önleme sistemleri, şehirlerin daha güvenli ve yaşanabilir hale gelmesine yardımcı olmaktadır. Tüm bu bileşenler, şehirlerin daha sürdürülebilir ve vatandaş odaklı hale gelmesine katkı sağlayarak yaşam kalitesini artırmaktadır.

Teknolojinin günümüzdeki seviyesine gelmesiyle birlikte hayatımıza giren akıllı şehir kavramı aşamalardan geçmiştir. Kamu hizmetlerinin dijital ortama taşınması ile başlayan bu süreç, belediye sistemlerinin çevrimiçi hale gelmesi ve veri tabanlarının oluşturulması süreçlerini beraberinde getirmiştir. Daha sonra, nesnelerin interneti ve büyük veri analitiğinin kullanımıyla şehir sistemleri birbirine bağlanmış, bu sayede şehir yönetiminde daha verimli ve bağlantılı bir sistem oluşturulmuştur. Yapay zekâ destekli analizler ve öngörücü sistemlerle kent yönetiminin otomatize edilmesi, yönetim sistemleri bakımından daha öngörülebilir ve etkili bir ortam sağlamaktadır (Avcı, 2024). Nihai aşamada ise, tüm bileşenlerin birlikte çalıştığı, sürdürülebilir, verimli ve insan odaklı bir şehir yapısının oluşturulması hedeflenmektedir. Tüm bu aşamalar, şehirlerin teknoloji ve veri yönetimi açısından gelecekte nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

3. Akıllı Şehirlerde Teknoloji ve Büyük Verinin Yeri

Akıllı şehir, çeşitli dijital teknolojiler ve sensörler aracılığıyla veri toplayan, bu verileri kentsel varlıkların, kaynakların ve hizmetlerin etkin yönetimi ile şehir genelindeki operasyonların optimizasyonu amacıyla kullanan ileri teknolojiye dayalı bir kentsel yapıdır. Akıllı şehirlerin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli unsur hiç kuşkusuz teknolojidir. Akıllı şehirlerde başlıca kullanılan teknolojilere bakıldığında nesnelerin interneti (Internet of Things - IoT) ve sensör sistemleri, yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları, 5G ve iletişim teknolojileri, büyük veri ve blok zinciri gibi teknolojilerin ön plana çıktığı görülmektedir (Nguyen vd., 2024). IoT teknolojisi fiziksel cihazların internet aracılığıyla bağlantılı hale gelmesini sağlayarak akıllı şehirlerin temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir (Al-Ali vd., 2024). Cihazların birbirleriyle bağlantılı hale gelmesi, şehir içindeki altyapıları daha verimli ve otomatik hale getirirken, kamu hizmetlerinin kesintisiz ve optimize edilmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle trafik yönetimi, hava kalitesi ölçümü, akıllı aydınlatma sistemleri ve su yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan IoT, şehirlerin daha yaşanabilir kılarak sürdürülebilir

hale gelmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler ile sağlanan gerçek zamanlı veri toplayan sensör sistemleri, yöneticilere anlık analiz yapma ve karar alma olanağı sunarak şehir planlamasında kritik bir rol üstlenmektedir.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesinin günlük yaşamda gittikçe artan kullanımı, akıllı şehirlerin verimli yönetimi için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu teknolojiler özellikle büyük veri analitiği ile entegre edilerek ulaşım, enerji yönetimi, güvenlik ve sağlık hizmetleri gibi alanlarda ileriye yönelik tahmin etme gücü için kullanılmaktadır. Trafik akışını analiz eden yapay zekâ destekli sistemler, yoğunluğu tahmin ederek trafik ışıklarını optimize edebilir ve böylece zaman kaybını ve karbon emisyonlarını azaltabilir. Suç önleme ve halk güvenliğini artırma amacıyla görüntü işleme teknikleri kullanılarak şüpheli davranışlar önceden tahmin edilebilmektedir. Böylece yapay zekâ güvenlik önlemleri için şehir planlamacılarına gelecekteki eğilimleri öngörerek daha bilinçli kararlar almaları için güçlü bir araç sunmaktadır. Bu araçların kullanımı ve etkin çalışması için 5G teknolojisi sistemi için daha sağlıklı bir entegrasyon süreci için gerekli olmaktadır (Banerjee vd., 2024). Akıllı şehirlerdeki bağlantı alt yapısını güçlendiren teknolojilerden biri olan 5G, yüksek hız, düşük gecikme süresi ve geniş kapsama alanı sunarak, IoT cihazlarının daha verimli çalışmasını sağlayarak büyük veri aktarımını desteklemektedir. 5G sayesinde, şehir içi haberleşme sistemleri daha güvenilir hale gelirken, kamu hizmetlerinin etkinliği de önemli ölçüde artmaktadır.

Akıllı şehirlerde veri yönetimi, etkili karar alma mekanizmalarının temelini oluşturmaktadır. Büyük veri analitiği, şehirlerde toplanan devasa miktardaki veriyi işleyerek anlamlı bilgilere dönüştürerek kamu yöneticilerinin daha bilinçli politikalar geliştirmesine yardımcı olmaktadır (Okonta ve Vukovic, 2024). Toplu taşıma sistemlerinin kullanım verileri analiz edilerek güzergâh optimizasyonları yapılabilmekte veya su tüketim desenleri incelenerek su tasarrufu sağlanabilmektedir. Büyük veri çözümleri aynı zamanda afet yönetimi ve kriz anlarında hızlı müdahale için kritik bir araç olarak kullanılmaktadır. Büyük veri, akıllı şehirlerde etkin bir yönetim ve karar alma süreçlerinin temel taşlarından biridir. Şehir yönetimlerinin daha verimli ve sürdürülebilir politikalar geliştirmesi için büyük veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Büyük veri kaynakları, farklı alanlardan gelen yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri içermektedir. Bu kaynaklardan olan sensörler ve IoT cihazları ile akıllı şehirlerde kullanılan sensörler, hava kalitesinden trafik akışına kadar birçok veriyi toplayarak şehir yönetimine anlık bilgiler sağlanabilmektedir. Mobil cihazlar ve GPS verileri ile vatandaşların hareketliliği, trafik akışı ve ulaşım sistemlerinin analiz edilmesine olanak tanınmaktadır. Sosyal medya

ve çevrimiçi platformlar ile vatandaşların talepleri, şikayetleri ve şehir hizmetlerine yönelik geri bildirimleri sosyal medya üzerinden takip edilerek kamu politikaları geliştirilebilmektedir. Kamu ve belediye verileri ile resmî kurumlardan alınan nüfus verileri, enerji tüketim bilgileri ve şehir planlama verileri gibi bilgiler yönetime katkıda bulunmaktadır. Ulaşım ve lojistik verileri ile toplu taşıma kullanım oranları, trafik akış analizleri ve lojistik veriler, akıllı şehir yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreçlerde kullanılan bütün büyük veri kaynakları, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler olmak üzere iki temel kategoriye ayrılmaktadır. Yapılandırılmış veriler, belirli formatlara sahip ve kolay analiz edilebilen veri setleri ifade ederken yapılandırılmamış veriler ise metin, görüntü, video ve ses kayıtları gibi analiz edilmesi daha karmaşık olan veri türlerini ifade etmektedir. Büyük veri analitiğinde bu şekilde farklı veri türlerinden elde edilen verilerin etkin bir şekilde işlenmesi ile, şehir yönetiminde inovatif çözümler geliştirilmesini sağlamaktadır.

Büyük veri yönetimi ile şehir planlaması ve kamu yönetiminde anlamlı bilgiler çıkarılabilmektedir. Bu süreçte kullanılan veri madenciliği teknikleri, büyük veri setlerinden bilinmeyen ilişkileri ve eğilimleri keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bu tekniklerden olan kümeleme analizi ile enerji tüketim kalıpları incelenerek hangi bölgelerde daha fazla elektrik kullanıldığı tespit edilebilmektedir. Sınıflandırma algoritmaları suç yoğunluğu analiz edilerek güvenlik önlemleri artırılabilir, regresyon analizi ile su tüketimi ve nüfus artışı arasındaki ilişkiler analiz edilerek su yönetimi politikaları geliştirilebilmektedir. Aynı zamanda büyük veri görselleştirme ile, karar alma süreçlerini kolaylaştırmak için grafik ve haritalar kullanılarak karmaşık veriler daha anlaşılır hale getirilebilmektedir. Bu analitik yöntemler sayesinde kamu yöneticileri, şehir dinamiklerini daha iyi anlayarak hizmetlerini vatandaşların ihtiyaçlarına uygun hale getirebilmektedir. Bu bağlamda veri madenciliği teknikleriyle entegre edilen sistemler, şehirlerdeki değişimleri öngörerek sürdürülebilir kalkınma planlarının oluşturulmasına katkı sunabilmektedir.

Akıllı şehirlerde veri güvenliği ve mahremiyetin sağlanması, vatandaşların dijital hizmetlere olan güvenini artırarak akıllı şehir uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesine katkı sağlamaktadır. Dijitalleşmenin yaygınlaşmasıyla birlikte, kamu yönetimlerinde büyük veri kullanımının başarılı olabilmesi için etkin veri yönetimi politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Veri yönetimi politikaları, kamu hizmetlerinin daha etkin ve şeffaf bir şekilde yürütülmesini sağlarken, karar alma süreçlerinin daha bilinçli ve veri odaklı hale gelmesine katkıda bulunmaktadır. Kamu yönetiminde açık veri politikalarının uygulanması, kamu kurumları tarafından üretilen verilerin vatandaşlar ve özel sektör tarafından erişilebilir hale getirilmesini

sağlayarak inovasyon süreçlerini desteklemektedir. Bu inovasyon sürecinin gerçekleştirilmesi için veri paylaşımı en önemli unsurdur. Bu bağlamda veri paylaşım standartlarının oluşturulması, kamu kurumları arasında veri akışının güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak şehir yönetiminde verimliliği artırmaktadır. Sağlık sektörü ve ulaşım yönetimi arasında veri paylaşımı yapılarak acil durum müdahalelerinin hızlandırılması mümkün hale gelmektedir. Büyük veri analizine dayalı karar alma süreçlerinin benimsenmesi, kamu yöneticilerinin şehir politikalarını daha etkili hale getirmesine olanak tanımaktadır. Veri destekli karar mekanizmaları, kriz yönetimi, kentsel dönüşüm ve kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi gibi birçok alanda uygulanarak şehirlerin daha sürdürülebilir ve yaşanabilir hale gelmesini sağlamaktadır.

Gerçekleşen bütün akıllı şehir süreçlerinde akıllı şehirlerin dijital altyapılarının korunması büyük önem taşımakta olup, siber güvenlik politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Belediyeler ve kamu kurumları, siber saldırıları önlemek için güvenlik denetimlerini sıkı bir şekilde uygulamaktadırlar. Ağ izleme sistemleri veri güvenliğini sağlamak için sürekli güncellenen koruma mekanizmaları geliştirmektedirler. Benimsemiş oldukları politikalar ile akıllı şehirlerin güvenli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasını sağlayarak kamu hizmetlerinin daha etkin bir şekilde yürütülmesine katkı sunmaktadırlar.

Akıllı şehirlerde teknoloji ve büyük veri politikalarının etkili bir şekilde uygulanması, şehir yönetiminde daha hızlı, güvenli ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Böylece, akıllı şehir projeleri yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil, aynı zamanda vatandaşların yaşam kalitesini yükselten yenilikçi bir yönetim modeli haline gelmektedir. Tüm bu teknolojik bileşenlerin entegrasyonu, akıllı şehirleri daha yaşanabilir, çevre dostu ve güvenli hale getirerek hem bireylerin hem de kamu yönetimlerinin hayatını kolaylaştırmakta ve bireylerin yaşantısına mutluluk katmaktadır (Manfreda ve Mijač, 2024).

4. Akıllı Şehirlerde Kamu Yönetiminin Rolü

Geleneksel kamu hizmetleri, dijital dönüşüm sayesinde daha hızlı, verimli ve erişilebilir hale gelerek kullanıcılar için yaşamı kolaylaştırmaktadır. Akıllı şehir yönetiminde dijitalleşme, vatandaşların kamu hizmetlerine kolay erişimini sağlamakta ve bürokratik süreçleri azaltmaktadır (Çakır Demirhan, 2024). Vergi ödemeleri, sağlık hizmetleri, eğitim sistemleri ve belediye hizmetleri gibi birçok alan, dijitalleşme sayesinde insanlar için daha hızlı çözüme ulaşan bir yapıya bürünmüştür. Teknolojinin kamu yönetimine

entegre edilmesiyle birlikte e-hizmet platformları, çevrimiçi başvuru sistemleri ve dijital kimlik doğrulama yöntemleri yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler sayesinde vatandaşlar, kamu hizmetlerinden kesintisiz ve zaman tasarrufu sağlayarak faydalanabilmekte, aynı zamanda kamu kurumları da işlem süreçlerini hızlandırarak verimliliği artırmaktadır.

Dijitalleşme, kamu hizmetlerinin çevresel sürdürülebilirliğine de katkı sağlamaktadır. Kâğıt kullanılan işlemlerin azalmasıyla birlikte kamu kuruluşlarının kaynak tüketimi önemli ölçüde azalmakta, verilerin dijital ortamda saklanması ve işlenmesiyle operasyonel maliyetler günden güne düşmektedir. Ayrıca, kamu hizmetlerinin dijital ortama taşınması, vatandaşların coğrafi konumdan bağımsız olarak hizmetlere ulaşmasını kolaylaştırmış ve özellikle kırsal alanlardaki vatandaşların kamu hizmetlerine erişimini iyileştirmektedir. Akıllı şehir uygulamalarında kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi, şeffaflığı artırarak vatandaşların yönetime duyduğu güveni de güçlendirmektedir.

Bu dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri ise e-devlet uygulamalarıdır. E-devlet uygulamaları kamu yönetiminin dijital dönüşüm sürecinin temel taşlarından biri konumundadır. Bu sistemler, kamu hizmetlerinin daha etkin ve erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Erişilebilir olması sayesinde vatandaşlar, e-devlet platformları aracılığıyla çeşitli işlemlerini çevrimiçi olarak gerçekleştirebilmekte, böylece zamandan ve maliyetten tasarruf edebilmektedir. Vergi beyannamelerinin verilmesi, sağlık randevularının alınması, belediye hizmetleriyle ilgili başvuruların yapılması gibi birçok işlem artık vatandaşlar için çok kolay gerçekleştirilebilmektedir. Bu uygulamalar, yalnızca vatandaşlara zaman kazandırmakla kalmayıp, kamu hizmetlerindeki verimliliği de artırarak hata oranlarını minimuma indirmektedir. Daha az hata unsuru kamu yönetimi için bu sistemlerin tercih edilme sebebi olmaktadır. Ayrıca, dijital yönetim sistemleri sayesinde kamu hizmetleri daha şeffaf hale gelmekte, veri analizine dayalı karar alma süreçleri geliştirilmekte ve kamu kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır. Veri analize dayalı karar alma mekanizmaları kamu hizmetlerinin akıllı yönetim sistemleri ile entegre edilmesini sağlayarak şehir yönetiminin daha esnek, hızlı ve vatandaşa odaklı bir şekilde çalışmasını mümkün kılmaktadır.

Akıllı yönetim sistemleri büyük veri analitiği, yapay zekâ destekli tahmin modelleri ve bulut bilişim teknolojileri kullanılarak kamu yönetiminin daha etkili bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Yerel yönetimler, akıllı şehir altyapılarını kullanarak sorunlarına hızlı çözümler üretebilmektedir. Bunların başında trafik yönetimi, enerji tüketimi, su dağıtımı ve atık yönetimi gibi hizmetlerin optimizasyonu gelmektedir. Büyük veri analitiği sayesinde kamu

yöneticileri, vatandaşların ihtiyaçlarını daha iyi analiz edebilmekte ve geleceğe yönelik daha iyi planlama yapabilmektedir (Chahal vd., 2024). Böylece akıllı yönetim sistemlerinin gelişimi, kamu hizmetlerinde kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayarak, şehirlerin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunmaktadır.

Akıllı şehirlerde gerçekleştirilen kamu yönetimi süreçlerinin en önemli sonuçlarından biri de vatandaş katılımının artırılmasıdır. Dijitalleşmenin kamu yönetimine sağladığı bu katkı, vatandaşların yönetime daha fazla dahil olmasını sağlayarak karar alma süreçlerini daha katılımcı hale getirmektedir. Geleneksel yönetim anlayışından farklı olarak, dijital mekanizmalar sayesinde vatandaşlar, yalnızca seçim dönemlerinde değil hem etkin katılarak hem de sağlamış oldukları verileri ile sürekli olarak yönetime katkı sunmaktadırlar. Etkin katılım bağlamında çevrimiçi anketler, e-katılım platformları, belediyelerin sosyal medya hesapları aracılığıyla yapılan geri bildirimler ve dijital dilekçe sistemleri, vatandaşların görüşlerini doğrudan yönetime iletebilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca çevrim içi katılım süreçleri sayesinde vatandaşlar, bütçe planlamalarına katkı sağlayabilir, yerel yönetim politikaları hakkında önerilerde bulunabilir ve kamu hizmetleriyle ilgili kararların oluşturulmasına dahil olabilirler. Tüm bu süreçler sayede, kamu yönetimi daha şeffaf hale gelirken, vatandaşlar da alınan kararlarda söz sahibi olabilmekte ve yönetim süreçlerinin bir parçası haline gelmekte aynı zamanda halkın yönetime duyduğu güveni artırmaktadır.

Akıllı şehir süreçlerinde kamu yönetimlerinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, akıllı şehir projelerinin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi için gerekli kaynakların sağlanmasıdır. Kamu ve özel sektör iş birlikleri bu noktada giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu iş birliklerinde özel sektörün sunduğu yenilikçi çözümler ve finansal destekler, kamu sektörünün düzenleyici gücüyle birleşerek daha sürdürülebilir ve etkili projelerin geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu iş birlikleri sayesinde, şehirlerin dijital altyapıları güçlendirilerek akıllı şehir sürecinin temeli atılmakta, yeni nesil ulaşım, enerji ve çevre yönetimi gibi alanlarda kapsamlı çözümler üretilmekte, kamu hizmetlerinin etkinliği artırılmaktadır. Bu dönüşüm kapsamlı bir süreci içermekte ve teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, kamu yönetimlerinin sınırlı bütçe ve kaynaklarla yenilikçi çözümler geliştirmesi zorlaşmaktadır. Kamu-özel iş birliği modelleri, ulaşım altyapısı, enerji yönetimi, dijital hizmetler, güvenlik sistemleri ve sağlık hizmetleri gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Akıllı ulaşım sistemlerinde özel sektör firmaları, belediyelerle iş birliği yaparak akıllı trafik yönetimi çözümleri geliştirmekte ve toplu taşıma sistemlerinin verimliliğini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji projelerinde kamu ve özel sektör ortaklıkları, güneş

ve rüzgâr enerjisi gibi sürdürülebilir enerji kaynaklarının şehir altyapısına entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Kamu-özel sektör iş birlikleri sayesinde yerel yönetimler, akıllı şehir projelerini daha kısa sürede hayata geçirebilirken, vatandaşlara sunulan hizmetlerin kalitesi de artmaktadır. Bu iş birlikleri, ekonomik sürdürülebilirliği destekleyerek kamu hizmetlerinin finansman yükünü azaltmakta ve yenilikçi çözümlerin daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlamaktadır. Kamu-özel iş birliği modellerinin başarıya ulaşması için şeffaf yönetim anlayışının benimsenmesi ve vatandaşların sürece dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır.

5. Akıllı Ulaşım ve Altyapı Yönetimi

Akıllı şehirlerde ulaşımın daha verimli ve güvenli hale getiren akıllı ulaşım sistemleri, trafik yönetimine yönelik veri odaklı çözümler sunarak insan hayatını kolaylaştırmaktadır. Bu yaklaşım, hem trafik yoğunluğunu azaltmak hem de çevre dostu ulaşım alternatifleri sunmak amacıyla geliştirilen yenilikçi teknolojik çözümlerden oluşmaktadır. Bu çözümler geleneksel ulaşım modellerine kıyasla daha entegre ve veri odaklı bir yapıya sahip olup, trafik yoğunluğunu azaltarak seyahat sürelerini optimize etmekte ve karbon emisyonlarını düşürmektedir. Gerçek zamanlı veri akışı sayesinde trafik yönetimi daha dinamik hale gelirken, toplu taşıma sistemlerinin etkinliği artarak ve bireysel araç kullanıcıları tarafından cazip hale gelmektedir. Böylece daha az trafik yoğunluğu sağlanabilmektedir.

Yapay zekâ ve büyük veri analitiği, trafik akışını analiz ederek sürücülere en uygun güzergâhlar konusunda bilgilendirmekte, yol güvenliğini artırmakta ve toplu taşıma araçlarının rotalarını optimize ederek yolculuk sürelerini kısaltmaktadır. Modern şehirlerde bu süreler oldukça uzun sürdüğünden yapılan iyileştirmeler insanlar tarafından direkt olarak hissedilmektedir. Bu bağlamda trafik yönetimi süreçlerinde büyük veri analitiği ve yapay zekâ tabanlı sistemlerle bu sürecin desteklenerek daha akıllı bir yapıya kavuşması önem arz etmektedir. Trafik kameraları, sensörler ve GPS tabanlı takip sistemleri aracılığıyla elde edilen veriler, şehir içi ulaşımının anlık olarak analiz edilmesini sağlayarak, trafik ışıklarının yoğun olduğu bölgelerde ışıkların yanma sürelerini otomatik olarak optimize ederek bekleme sürelerini azaltabilmektedir. Veri tabanlı tahminleme algoritmaları ile yoğunluk önceden belirlenerek sürücülere alternatif rotalar sunulmakta, toplu taşıma araçlarının ise yolcu yoğunluğu ve trafik koşullarına göre rotaları yeniden planlanabilmektedir. Bu uygulamalar ile toplu taşıma sistemi daha cazip hale gelerek bireysel araç kullanıcıları için tercih edilmesiyle trafik yoğunluğu azaltmakta ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır.

Akıllı ulaşım sistemleri sürecine dahil olmaya başlayan otonom araçlar ve elektrikli ulaşım modelleri de geleceğin ulaşım çözümleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Yapay zekâ ve sensör teknolojileri ile donatılmış otonom araçlar, trafikte kendi kendine giderek, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan güvenli bir şekilde seyahat edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu araçlar sayesinde trafik kazaları azalacak, trafik akışının optimize edilmesi sağlanabilecektir. Aynı zamanda yakıt tüketimini de azaltmayı hedefleyen bu araçlar, düzenli seyir ve araçlar arası iletişim sayesinde çarpışma risklerini önleyerek, trafiğin daha akıcı olmasına olanak tanıyabilecektir. Elektrikli araçlar ise çevre dostu bir ulaşım yaklaşımı sunarak şehirlerin karbon ayak izini önemli ölçüde azaltmayı amaçlamaktadır. Günden güne elektrik şarj istasyonlarının çoğalması ve altyapılarının güçlendirilmesi akıllı şehirlerde sürdürülebilir ve temiz ulaşımın yaygınlaşmasını hızlandırmaktadır. Otonom ve elektrikli araçların gelişimi, özellikle lojistik ve taşımacılık sektörlerinin vermiş olduğu zararları da minimize ederek yaşama yeni bir boyut kazandırmaktadır.

Şehirlerin maruz kaldığı bir diğer sorun, giderek artan araç kullanımı ile ortaya çıkan park sorunlarıdır. Şehirlerde park alanlarının yetersizliği insan hayatına doğrudan etki eden sorunlardan biridir. Akıllı park sistemleri, bu soruna çözüm sunarak sürücülerin zaman kaybetmesini engellerken trafik yoğunluğunu da azaltmaya çalışmaktadır (Goumiri vd., 2024). Sensör tabanlı park yönetim uygulamaları, gerçek zamanlı olarak park alanlarının doluluk durumunu takip ederek sürücülere uygun park yerlerini önermekte ve mobil uygulamalar üzerinden en uygun park alanına yönlendirme sağlanmaktadır. Park ücretlendirme sistemlerinin dijitalleştirilmesi, temassız ödeme seçenekleriyle otopark kullanımını daha hızlı ve verimli hale getirmektedir. Mobilite çözümleri ile şehir içi ulaşımı daha esnek ve erişilebilir kılan alternatif seçenekler ortaya çıkmaktadır. Paylaşımlı araç modelleri, bisiklet ve elektrikli scooter gibi paylaşım hizmetlerini içeren alternatifler akıllı ulaşım sistemleri önemli bir unsuru haline gelmektedir. Bu yenilikçi hizmetler, kısa mesafeli yolculuklarda hem ekonomik hem de çevre dostu seçenekler sunarak trafik sıkışıklığını önlemeye yardımcı olmaktadır.

Tüm bu gelişmeler, akıllı ulaşım sistemlerinin etkisini gözler önüne sürerek, veri analitiği, yapay zekâ ve IoT teknolojileri ile desteklendiğinde şehirlerin ulaşım altyapısını daha verimli hale geldiğini, çevresel sürdürülebilirliği artırarak ve şehir içi hareketliliği kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu yenilikler daha da yaygınlaşarak, kent yaşamının daha yaşanabilir, erişilebilir ve sürdürülebilir olmasına önemli katkılar sunmaktadır.

6. Çevresel Sürdürülebilirlik ve Enerji Yönetimi

Enerji yönetimi yaşanabilir bir dünyanın sürdürülebilirliği için herkesin odak noktasına aldığı bir yaklaşım olmalıdır. Akıllı şehirler ile bu yaklaşımı benimsemek daha kolay hale gelmektedir. Akıllı şehirlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliğini ön plana çıkaran akıllı binalar, karbon salınımını azaltma stratejileri ve çevre izleme sistemleri gibi çevresel uygulamalar yönetilebilir hale gelmektedir (Kong vd., 2024). Şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynayan bu unsurlar, temiz enerji üretiminden atık yönetimine kadar pek çok farklı alanda yenilikçi çözümleri hayata geçirmeyi mümkün kılmaktadır.

Fosil yakıtların çevresel zararlarının giderek daha belirgin hale gelmesi, güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmakta ve akıllı şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı şehirlerde enerji yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için akıllı şebeke sistemleri devreye girmektedir (Aljarrah, 2024). Bu şebekeler enerji üretimi, dağıtımını ve tüketimini daha verimli hale getirerek arz ve talep dengesini optimize etmektedir. Bu sistemler, gerçek zamanlı veri analitiği ile enerji tüketim desenlerini izleyerek aşırı tüketimi önleyebilmekte ve yenilenebilir enerji kaynaklarını sisteme kolayca entegre etmektedir. Ayrıca, enerji depolama sistemleri ile entegre edilen akıllı şebekeler sayesinde güneş ve rüzgâr enerjisi gibi değişken üretim kapasitesine sahip kaynaklardan elde edilen elektrik depolanarak gerektiğinde kullanıma sunulabilmekte, böylece enerji ihtiyacı giderilebilmektedir. Aynı zamanda akıllı sayaçlar ve tüketiciye yönelik dinamik fiyatlandırma mekanizmaları da bireylerin ve işletmelerin enerji kullanım alışkanlıklarını optimize etmesine olanak tanımakta, maliyetleri düşürürken sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Bu uygulamaların en önemli tamamlayıcılarından biri akıllı binalar ve akıllı evlerdir. Enerji tüketimini optimize eden ve kaynak verimliliğini artıran yenilikçi teknolojilerle donatılmış bu yapılar, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerini verimli bir şekilde yöneterek enerji tasarrufu sağlamaktadırlar (Lin vd., 2024). Yüksek performanslı yalıtım teknolojileri, akıllı camlar ve ısı geri kazanım sistemleri gibi çözümler binaların karbon ayak izini azaltırken, güneş panelleri ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi yenilenebilir kaynaklar ise enerji üretimini ve kaynak kullanımını daha sürdürülebilir hale getirmektedir. Akıllı bina ve akıllı ev uygulamalarının yaygınlaşması, kentlerdeki toplam enerji tüketimini önemli ölçüde düşürmekte, ekonomik ve çevresel faydaları beraberinde getirmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadelede için karbon salınımının azaltılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, fosil yakıt kullanımının azaltılarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ve elektrikli ulaşım sistemlerinin teşvik edilmesi temel stratejiler arasında yer almaktadır. Elektrikli otobüsler, tramvaylar ve bisiklet paylaşım sistemleri karbon emisyonlarını düşürürken, düşük emisyon bölgeleri oluşturmak da şehir merkezlerinde içten yanmalı motorlu araçların kullanımını sınırlandırarak hava kalitesini iyileştirmektedir. Bitkilerin atmosferdeki karbondioksiti emerek temiz hava sağlaması nedeniyle yeşil alanların artırılması, kentsel ağaçlandırma projeleri ve dikey bahçeler gibi uygulamalar da karbon dengesinin korunmasına katkı sunmaktadır. Bu tür politikalar, karbon emisyonlarını izleme ve raporlama sistemleri ile desteklenerek yerel yönetimlerin ve özel sektör kuruluşlarının sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Akıllı şehirlerde gerçekleştirilen ve gerçekleştirilecek olan çevre izleme sistemleri, şehirlerde hava kalitesi, su kirliliği, atık yönetimi ve ekolojik denge gibi çevresel parametreleri izlemek için kullanılan teknolojik çözümler bütünüdür. Sensörler, uydular ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri sayesinde çevresel değişimler gerçek zamanlı olarak takip edilebilmekte, erken uyarı sistemleri geliştirilerek kirlilik kaynaklarının tespit edilebilmektedir. Tüm bu süreçlerde önleyici tedbirlerin alınması daha mümkün olmaktadır. Akıllı sulama sistemleri, su kaçak tespit sensörleri ve su arıtma teknolojileri, su kaynaklarının korunmasını ve daha verimli kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Akıllı çöp toplama sistemleri ise geri dönüşüm süreçlerini optimize ederek karbon salınımının azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Ahmed vd., 2024). Akıllı şehirlerde sürdürülebilirlik, akıllı şehirlerin temel hedeflerinden biri olarak kabul edildiğinden, enerji verimliliği, karbon emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynakların korunması gibi faktörler, kentlerde uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşılmasını desteklemekte ve şehirlerin daha yaşanabilir bir geleceğe doğru ilerlemesini sağlamaktadır (Dal ve Ozdemir, 2020).

7. Güvenlik, Gizlilik ve Siber Tehditler

Günümüzde teknolojinin hayatımıza daha fazla girmesiyle beraber yeni bir güvenlik sorunu da doğmuştur. Bireyden başlayarak, akıllı evler ve akıllı şehirlere doğru her adımda önem arz eden bu durum dikkatle ele alınması gereken unsurların başındadır. Özellikle yaşadığımız yerlerin akıllı şehirlere dönüşmesiyle bu şehirlerde siber güvenlik, veri gizliliği, acil durum yönetimi ve yapay zekâ destekli güvenlik teknolojileri, kentlerin güvenli, yaşanabilir ve sürdürülebilir olması açısından büyük önem taşımaktadır. Tüm bu güvenlik

konuları, dijital altyapıların bütüncül bir yaklaşım içinde korunmasını sağlamaktadır.

Akıllı şehirlerde dijital altyapılar yoğun olarak kullanılmakta ve büyük miktarda veri toplanmaktadır. Dolayısıyla siber güvenlik tehditlerine karşı güçlü önlemler alınması gerekmektedir. Ağ güvenliği, veri şifreleme, güvenlik duvarları ve kimlik doğrulama sistemleri gibi yöntemler, nesnelere interneti cihazlarından akıllı ulaşım sistemlerine ve kamu hizmetlerine kadar ağ bağlantılı tüm unsurların korunmasında kritik rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin sağlıklı bir şekilde işlemesi için düzenli sızma testleri ve tehdit algılama sistemleri devreye sokularak olası saldırıların erken aşamada tespit edilmesi ve önlenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, büyük veri analitiği, yapay zekâ ve nesnelere interneti gibi teknolojilerin yoğun kullanımı, veri gizliliği ve etik sorunları da beraberinde getirmektedir. Toplanan verilerin anonimleştirilmesi, yalnızca belirli yetkililer tarafından erişilebilir olması ve kullanıcı rızasının alınması gibi önlemler, bireylerin gizlilik haklarını korumak için hayati önem taşımaktadır. Yapay zekâ algoritmalarının tarafsızlığını güvence altına almak ve veri kullanımının ayrımcılığa yol açmaması için etik prensipler belirlenmeli, bu alanlarda şeffaf veri politikaları uygulanmalıdır. Sadece teknolojik altyapıya değil, etik değerlere ve vatandaşların güvenine de dayanan akıllı şehir modelleri, sürdürülebilir bir şekilde gelişerek toplumsal refahı artırmayı hedeflemektedir.

Akıllı şehirlerde süreçlerin sürdürülebilir olmasını sağlayan unsurlardan biri ise büyük veri güvenliği sağlamaktır. Büyük veri güvenliğini sağlamak ve bilgi manipülasyonlarını önlemek için blok zinciri teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Merkezi olmayan yapısı sayesinde veri güvenliğini artıran blok zinciri, kamu hizmetleri, kimlik yönetimi, mülkiyet kayıtları ve enerji ticareti gibi alanlarda güvenlik konusundaki endişelerini giderebilecek potansiyele sahiptir. Blok zinciri tabanlı bu sistemler, vatandaşların kişisel verilerini korurken kamu kurumları arasındaki iş birliğini de daha güvenilir hale getirmektedir. Blok zinciri tabanlı sistemlerin yanı sıra şehir yönetimleri, vatandaşların kişisel verilerini toplarken veri ihlallerine karşı güçlü güvenlik önlemleri almak zorundadır. Özellikle sağlık verileri ve finansal bilgiler gibi hassas verilerin korunması için gelişmiş şifreleme teknikleri uygulanmalı, kamu kurumları ve belediyeler kötü niyetli siber saldırılara karşı güvenlik duvarları ve kimlik doğrulama sistemleri ile önlem almalıdır. Yetkisiz erişimlerin önüne geçmek için güvenlik protokolleri sürekli olarak güncellenmeli ve veri koruma politikaları sıkı bir şekilde uygulanmalıdır. Bununla birlikte, kamu yönetimleri veri setlerini paylaşırken kişisel bilgilerin anonimleştirilmesine dikkat etmeli ve anonimleştirme teknikleri sayesinde

kişisel verilerin korunmasını sağlarken kamu hizmetleri için gerekli veri analizlerini gerçekleştirmelidir.

Akıllı şehirlerde güvenliği iyi bir şekilde alınması gereken bir diğer unsur ise kamu güvenliğini güçlendirmek için yapay zekâ ve yüz tanıma teknolojilerinden de yararlanılmasıdır. Kalabalık alanlarda şüpheli kişilerin tespit edilmesi, kayıp bireylerin bulunması ve suç faaliyetlerinin önlenmesi amacıyla kullanılan bu sistemler, verileri analiz ederek anormal durumları yetkililere bildirebilmektedir. Trafik ihlalleri, hırsızlık olayları ve kamu düzenini tehdit eden diğer davranışlar da yapay zekâ tabanlı güvenlik kameralarıyla taranarak hızlı müdahaleye olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, yüz tanıma teknolojilerinin gizlilik endişeleri doğurabileceği göz önüne alınarak bireysel hakların korunması önemsenmeli, etik ve hukuki çerçeveler dahilinde uygulanmalıdır.

Akıllı şehirlerin güvenlik altyapıları, vatandaşların güvenliğini temin ederken kişisel mahremiyet haklarını da gözetenerek tasarlanmalıdır. Bu teknolojiler topluma hizmet eden bir araç olarak kullanılmalıdır. Böylelikle siber güvenlik, veri gizliliği, afet yönetimi ve yapay zekâ destekli güvenlik çözümleri bir arada düşünüldüğünde, akıllı şehirler daha bütüncül ve etkili bir güvenlik ekosistemine kavuşmakta, şehir yönetimlerinin etkinliği ve vatandaşların yaşam kalitesi yükselmektedir.

8. Akıllı Şehirlerde Yaşam Kalitesinin Artırılması ve Zorlukları

Akıllı şehirlerin gelişimi, sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesinden eğitim sistemlerindeki dönüşüme, sosyal yaşamı zenginleştiren uygulamalardan dijital eşitsizlik ve erişilebilirlik sorunlarına kadar pek çok boyutu kapsamaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan akıllı uygulamalar şehrin birçok sorununu çözmeye yönelik katkı sunmaktadır (Memiş, 2017). Bu süreçte, sağlık teknolojileri ve akıllı hastaneler, akıllı eğitim sistemleri ve dijital okullar, sosyal yaşam ve kültürel dönüşüm alanındaki yenilikler ile dijital eşitsizliğin giderilmesine yönelik çözümler, kentlerin daha adil, kapsayıcı ve yüksek yaşam kalitesi sunan ortamlara dönüşmesini amaçlamaktadır.

Akıllı sağlık sistemleri, hasta ihtiyaçlarına yanıt vermek ve hizmet standardını yükseltmek için algılayıcı teknolojiler, dijital iletişim araçları, çevrimiçi veri depolama çözümleri, mobil yazılımlar ve ileri düzey veri analiz yöntemlerini entegre etmektedir (Öztaş vd., 2020). Bu entegrasyon ile ortaya çıkan sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, akıllı hastanelerin uzaktan hasta izleme sistemleri, tele-tıp hizmetleri ve robotik cerrahi uygulamaları gibi yenilikçi teknolojileri benimsemesiyle sağlık bakım süreçlerini daha etkin hale getirmektedir. Büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi

araçların desteğiyle elektronik sağlık kayıtlarının hızla ulaşılabilir olması, hasta verilerinin gerçek zamanlı izlenmesine imkân tanımakta ve teşhis ile tedavi süreçlerinin hızlanmasına katkıda bulunmaktadır. Giyilebilir cihazlar ve sensörler sayesinde hastaların sağlık durumları kesintisiz olarak takip edilebilmekte, erken müdahalelerle genel yaşam kalitesini yükseltmektedir.

Sosyal yaşam ve kültürel dönüşüm de akıllı şehirlerin sağladığı teknolojik altyapının bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Dijital platformlar, kültürel etkinliklere katılımı ve şehir içindeki etkileşimi artırarak kent sakinlerinin sosyal uyumunu güçlendirmektedir. Müzeler, tiyatrolar, konser salonları ve sanat galerileri gibi mekânlara erişim, dijital biletleme ve sanal turlar gibi yenilikçi uygulamalarla kolaylaştırılırken, dijital topluluk platformları ise vatandaşların ortak projeler üzerinde iş birliği yapmasına olanak tanıyarak toplumsal katılımı teşvik etmektedir. Kamusal alanlarda yer alan akıllı parklar ve dinlenme alanları da teknolojiyi kullanarak vatandaşların fiziksel ve zihinsel sağlığını destekleyen çözümler sunmaktadır. Ayrıca, akıllı parklar ve dijital çözümlerle donatılmış kamusal alanlar, vatandaşların hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklarını destekleyen nitelikli sosyal mekânlar yaratmaktadır. Ancak, akıllı şehirlerin getirdiği dijitalleşme dalgası, dijital eşitsizlik ve erişilebilirlik sorunlarını da gündeme taşımaktadır (Fidan, 2024).

Ekonomik, coğrafi ve sosyo-kültürel nedenlerden ötürü bazı bireyler dijital hizmetlerden yeterince yararlanamayabilir, bu da toplum içinde eşitsizlikleri derinleştirme riski taşımaktadır. Bu sorunların çözümü için internet altyapısının güçlendirilmesi, düşük maliyetli bağlantı seçeneklerinin sunulması ve dijital okuryazarlık eğitimlerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Engelli bireyler için özel tasarlanmış erişilebilirlik çözümleri ise, akıllı şehir olanaklarından herkesin eşit şekilde faydalanmasını sağlamaktadır. Dijital eşitsizliğin giderilmesi, akıllı şehir projelerinin genel başarısını artırarak toplumun tüm kesimlerine daha adil ve sürdürülebilir bir yaşam standardı sunmayı mümkün kılmaktadır. Böylelikle, sağlık, eğitim, sosyal yaşam ve kapsayıcı teknolojiler alanlarında atılan adımlar, kent sakinlerinin genel refahını yükselterek, akıllı şehir modelinin sürdürülebilir ve başarılı bir şekilde benimsenmesine zemin hazırlamaktadır.

9. Geleceğin Şehirleri: Yeni Trendler ve İnovasyonlar

Akıllı şehirlerin geleceği, sürdürülebilir akıllı şehir projeleri, dijital ikiz teknolojiyle şehir planlaması, yeşil şehirler konsepti gibi bileşenlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasıyla şekillenmektedir. Bu unsurlar, enerjiden ulaşım, atık yönetiminden su tasarrufuna kadar çok geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler geliştirerek hem çevre dostu hem de toplumsal gereksinimleri karşılayan bir kent modeli ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sürdürülebilir akıllı şehir projeleri, çevresel ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak karbon ayak izinin azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve doğal kaynakların korunması gibi temel prensiplere dayanmaktadır. Yeşil altyapılar ve akıllı binalar, sensörler ve otomasyon sistemleriyle donatılarak enerji tasarrufu sağlayan, hava kalitesini iyileştiren ve kent sakinlerine daha konforlu bir yaşam alanı sunan çözümlere öncülük etmektedir. Aynı zamanda döngüsel ekonomi yaklaşımlarıyla atık üretiminin azaltılması, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve su yönetiminde yağmur suyu toplama veya akıllı sulama sistemleri gibi yenilikçi yöntemlerin benimsenmesi, şehirlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini desteklemektedir. Tüm bu planlamalarda dijital ikiz teknolojisi de önemli bir rol oynar; şehirlerin sanal modelleri oluşturularak gerçek zamanlı verilerle simülasyonlar yapılabilmekte, altyapı projeleri ve afet yönetimi süreçleri daha verimli bir şekilde yönetilebilmektedir. Sensörler ve IoT cihazları aracılığıyla toplanan verilerin bu modellere entegre edilmesi, trafik yoğunluğu, enerji tüketimi ve su kullanımı gibi verilerin analizine olanak tanır ve kent planlaması süreçlerini hızlandırmaktadır.

Yeşil şehirler yaklaşımı, şehir içindeki ağaçlandırma projeleri, dikey bahçeler ve yeşil çatı uygulamaları gibi ekolojik çözümlerle doğayla bütünlük kentsel alanlar yaratmayı hedeflemektedir. Bu tür uygulamalar, hava kirliliğini azaltırken kent yaşamını daha sağlıklı ve keyifli hale getirmektedir. Çevreci ulaşım modelleri, elektrikli toplu taşıma araçlarının kullanımı ve yayalaştırılmış alanların artırılması gibi politikalarla birleştiğinde karbon salınımını minimize eder, fosil yakıt tüketimini düşürür ve genel olarak daha temiz bir şehir ortamı oluşturur. Tüm bu çabalar, akıllı şehirlerin geleceğe doğru evriminde kilit bir yere sahiptir.

Geleceğin şehirlerinde yapay zekâ destekli yönetim sistemleri, blok zinciri tabanlı güvenlik çözümleri ve nesnelerin internetinin daha da yaygınlaşması, kentleri veriye dayalı karar alma mekanizmaları ile güçlendirirken, elektrikli ve otonom ulaşım gibi gelişmeler de sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Dijital demokrasi uygulamalarının yaygınlaşması ise vatandaş katılımını artırarak şehir yönetimlerine daha şeffaf ve hesap verebilir bir boyut kazandırmaktadır. Açık veri platformları ve katılımcı yönetim sistemleri, toplumun her kesiminin karar alma süreçlerine daha fazla dahil olmasını sağlayarak şehirlerin ortak akılla yönetilmesine katkıda bulunmaktadır. Böylece, akıllı şehirlerin evrimi yalnızca teknolojik altyapılarla sınırlı kalmayarak daha kapsayıcı, sürdürülebilir ve insan odaklı bir yaşam modeli sunmaktadır. Uzun vadede, veri odaklı yönetim, yeşil altyapılar ve dijital entegrasyonun bir arada çalışmasıyla şekillenen akıllı şehirler, ekonomik ve sosyal bakımdan gelişirken çevreyi de koruyan yenilikçi ekosistemler haline gelmekte ve kent sakinlerine yüksek yaşam kalitesi sunmaya çalışmaktadır.

Kaynakça

- Ahmed, K., Dubey, M. K., Kumar, A. & Dubey, S. (2024). Artificial intelligence and IoT driven system architecture for municipality waste management in smart cities: A review. *Measurement: Sensors*, 36, 101395. doi:10.1016/j.measen.2024.101395
- Al-Ali, A. R., Gupta, R., Zualkernan, I. & Das, S. K. (2024). Role of IoT technologies in big data management systems: A review and Smart Grid case study. *Pervasive and Mobile Computing*, 100, 101905. doi:10.1016/j.pmcj.2024.101905
- Aljarrah, E. (2024). AI-based model for prediction of power consumption in smart grid-smart way towards smart city using blockchain technology. *Intelligent Systems with Applications*, 24, 200440. doi:10.1016/j.iswa.2024.200440
- Anthopoulos, L. (2017). *Understanding smart cities: A tool for smart government or an industrial trick?* Springer.
- Avcı, E. (2024). Akıllı şehirler için üretken yapay zekâ kavramsal çerçevesi. *Kent Akademisi*, 17(5), 1654-1675. doi:10.35674/kent.1490925
- Banerjee, A., Costa, B., Forkan, A. R. M., Kang, Y.-B., Marti, F., McCarthy, C., Ghaderi, H., Georgakopoulos, D. & Jayaraman, P. P. (2024). 5G enabled smart cities: A real-world evaluation and analysis of 5G using a pilot smart city application. *Internet of Things*, 28, 101326. doi:10.1016/j.iot.2024.101326
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518.
- Chahal, A., Gulia, P., Gill, N. S., Yahya, M., Haq, M. A., Aleisa, M., Alenizi, A., Khan, A. A. & Shukla, P. K. (2024). Predictive analytics technique based on hybrid sampling to manage unbalanced data in smart cities. *Helikon*, 10(24), e39275. doi:10.1016/j.helikon.2024.e39275
- Çakır Demirhan, D. (2024). Akıllı şehirler için akıllı yönetim: Yerel yönetimlerin rolü. *Ombudsman Akademik*, (20), 179-206.
- Dal, M. & Özdemir, Y. (2020). Dijital çağda neden bir kent sürdürülebilir akıllı şehir olmalıdır?. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(2), 205-215. doi:10.47898/ijeased.728019
- Efe, A. & Özdemir, G. (2021). Yapay zekâ ortamında kamu yönetiminin geleceği üzerinde bir değerlendirme. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 34-60.
- Fidan, U. (2024). Convergence or divergence? Trends in the digitalisation index cluster over the years. *Regional Statistics*, 14(6), 1050-1068. doi:10.15196/RS140602

- Gil-Garcia, J. R., Zhang, J., & Puron-Cid, G. (2018). Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view. *Government Information Quarterly*, 33(3), 524-534.
- Goumiri, S., Yahiaoui, S. & Djahel, S. (2024). Smart mobility in smart cities: Emerging challenges, recent advances and future directions. *Journal of Intelligent Transportation Systems*. doi:10.1080/15472450.2023.2245750
- Göçoğlu, V. (2020). Kamu hizmetlerinin sunumunda dijital dönüşüm: Nesnelerin interneti üzerine bir inceleme. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 615-628. doi:10.33206/mjss.538784
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188.
- Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A theory of smart cities. In *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences*.
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Ullah Khan, S. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, 47, 98-115.
- Karadağ, H. (2024). Kamu örgütlerinin dijital dönüşümünde dinamik yetenekler yaklaşımı ve büyük veri analitiğinin rolü. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 13-39. doi:10.58307/kaytek.1317501
- Karri, C., Machado, J. J. M., Tavares, J. M. R. S., Jain, D. K., Dannana, S., Gotapu, S. K. & Gandomi, A. H. (2024). Recent technology advancements in smart city management: A review. *Computers, Materials and Continua*, 81(3), 3617-3663. doi:10.32604/cmc.2024.058461
- Kitchin, R. (2016). *The ethics of smart cities and urban science*. University of Maynooth.
- Kong, J., Dong, Y., Zhang, Z., Yap, P.-S. & Zhou, Y. (2024). Advances in smart cities with system integration and energy digitalization technologies: A state-of-the-art review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 72, 104012. doi:10.1016/j.seta.2024.104012
- Lin, X. J., Zhang, N., Mao, Y. H., Chen, J. Y., Tian, X. T. & Zhong, W. (2024). A review of the transformation from urban centralized heating system to integrated energy system in smart city. *Applied Thermal Engineering*, 240, 122272. doi:10.1016/j.applthermaleng.2023.122272
- Manfreda, A. & Mijač, T. (2024). Highlighting gaps in technology acceptance research: A call for integrating happiness and well-being into smart city development. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100585. doi:10.1016/j.jik.2024.100585
- Meijer, A. & Bolivar, M. P. R. (2016). Governing the Smart City: A Review of the Literature on Smart Urban Governance, *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392-408.

- Memiş, L. (2017). Akıllı teknolojiler, akıllı kentler ve belediyelerde dönüşüm. *Yasama Dergisi*, (36), 66-92.
- Nguyen, H., Nawara, D. & Kashef, R. (2024). Connecting the indispensable roles of IoT and artificial intelligence in smart cities: A survey. *Journal of Information and Intelligence*, 2(3), 261-285. doi:10.1016/j.jiixd.2024.01.003
- Okonta, D. E. & Vukovic, V. (2024). Smart cities software applications for sustainability and resilience. *Heliyon*, 10(12), e32654. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e32654
- Öztaş Karlı, R. G. & Çelikyay, S. (2020). Akıllı kentlerin gelişiminde Covid-19 etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(Salgın Hastalıklar Özel Sayısı)*, 321-338.
- Şen, E. B. (2020). Blok zincir teknolojisi ve akıllı şehir sistemleri. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 3(1), 1-9.
- Yılmaz, M. (2021). Akıllı kent uygulamalarının yeşil ekonomi açısından değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(12), 228-239.