

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ BİLİM DALI

**AKILLI KENT UYGULAMALARINDA BLOK
ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ROLÜ**

NESLİHAN ERSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç.Dr.Hikmet Salahaddin GEZİCİ

Konya-2024

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ BİLİM DALI

AKILLI KENT
UYGULAMALARINDA BLOK
ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ROLÜ

Danışman
Doç.Dr.Hikmet Salahaddin GEZİCİ

Konya-2024

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim dönemimde, tez konumu belirlememde ve seminer çalışmamı hazırlamamda bilgi ve birikimleriyle katkısını esirgemeyen bana destek olan danışmanım sayın Doç.Dr.Hikmet Salahaddin GEZİCİ'ye teşekkür ederim.

Yardım ve emeklerini esirgemeyen kıymetli dostlarıma destekleri için teşekkür ederim. Son olarak tez çalışmam sürecinde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Aileme, eşim Uğur ERSOY çocuklarım Alya ERSOY ve Arel ERSOY'a teşekkür ederim.

Neslihan ERSOY
KONYA-2024



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Neslihan ERSOY
	Numarası	214928031003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi / Kamu Yönetimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç.Dr. Hikmet Salahattin GEZİCİ
	Tezin Adı	Akıllı Kent Uygulamalarında Blok Zincir Teknolojisinin Rolü

ÖZET

Sanayi devrimi sonrasında yaşanan gelişmeler ve toplumsal yapının dönüşümü modern kentleri doğurmuştur. Kentler nicelik ve nitelik bakımından farklı özellikler kazanmış, her geçen gün değişen parametreleriyle toplumsal ve ekonomik etkileşimlerde bulunmuştur. Kentsel alanlarda sağlanan kolaylık ve imkanların yanında ulaşım, altyapı, çevre gibi teknik, yoksulluk ve işsizlik gibi sosyo-kültürel pek çok sorun da gün yüzüne çıkmıştır. Karşılaşılan problemlerin çözümünde teknolojiiden faydalanılmakta ve akıllı kent konseptiyle vatandaşlara daha yaşanabilir bir mekân vaat edilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojisinde yaşanan gelişmelerle yeni akıllı kent stratejileri üretilmektedir. Bu noktada blok zinciri teknolojisi akıllı kentlere sunduğu imkanlar ve taşıdığı potansiyeli ile dijitalleşme stratejisinde önemli bir etkiye sahiptir.

Yerel y6netimler teknoloji ve inovasyon temelinde y6kselen akıllı kent vizyonları oluştururken blok zinciri teknolojisini risk, kabiliyet ve potansiyelleri açısından iyi değerlendirmek, bu konuda iyi bir yol haritası belirlemek durumundadır. Akıllı kent ve blok zinciri teknolojisine dair çok geniş bir literat6r taraması yapılan bu çalışmada, hen6z yeni bir teknoloji olan blok zincirinin yerel y6netim stratejilerine dahil edilmesinde izlenebilecek bir yol haritası ve blok zinciri teknolojisinin akıllı kente entegrasyonunda dikkat edilmesi gereken noktalar sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kent, Blok zinciri, Yerel y6netim.





T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Neslihan ERSOY
	Numarası	214928031003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi / Kamu Yönetimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç.Dr.Hikmet Salahattin GEZİCİ
Tezin İngilizce Adı		The Role of Blockchain Technology in Smart City Applications

ABSTRACT

The developments after the industrial revolution and the transformation of the social structure gave birth to modern cities. Cities have gained different characteristics in terms of quantity and quality and they have social and economic interactions with their parameters changing day by day. In addition to the conveniences and opportunities that cities provide they have brought along many technical problems such as transportation, infrastructure, environment and socio-cultural problems such as poverty and unemployment. Technology is used to solve the problems encountered and a more livable place is promised to the citizens with the smart city concept. With the developments in information and communication technology At this point, blockchain technology has an important impact on the digitalization strategy with the opportunities it offers to smart cities and the potential it carries. While local

governments create smart city visions based on technology and innovation, they have to evaluate blockchain technology in terms of its risks, capabilities and potentials, and determine a good roadmap in this regard. In this study, in which a very large literature review on smart city and blockchain technology is made, a roadmap that can be followed in the inclusion of a new technology in local government strategies and points to be considered in the integration of blockchain technology into the smart city are presented.

Keywords: Smart city, Block chain, Local government.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
ÖZET	2
ABSTRACT	4
İÇİNDEKİLER.....	6
KISALTMALAR.....	9
TABLOLAR LİSTESİ	10
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	11
GİRİŞ.....	12
BİRİNCİ BÖLÜM-AKILLI KENT.....	7
1.1.Kavramsal Çerçeve.....	7
1.1.1. Kent Kavramı	8
1.1.2.Kentleşme Kavramı.....	10
1.1.3. Dijital Kent	19
1.1.4.Akıllı Kent Kavramı	20
1.2.Dünyada ve Türkiye’de Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi .	28
1.2.1. Dünyada Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi	28
1.2.2. Türkiye’de Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi	31

1.3.Akıllı Kent Modelleri	34
1.4.Akıllı Kent Bileşenleri.....	36
1.4.1. Akıllı Enerji.....	38
1.4.2. Akıllı Bina	38
1.4.3. Akıllı Ulaşım	39
1.4.4. Akıllı Sağlık	40
1.4.5. Akıllı Eğitim.....	41
İKİNCİ BÖLÜM-BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ.....	42
2.1. Blok Zinciri Teknolojisi	42
2.2. Blok Zinciri Çeşitleri.....	50
2.2.1. Genel Blok Zinciri.....	50
2.2.2. Özel Blok Zinciri.....	51
2.2.3. Hibrit Blok Zinciri.....	52
2.2.4. Konsorsiyum Blok Zinciri.....	53
2.3. Blok Zinciri Avantajları	54
2.4. Blok Zinciri Dezavantajları	58
2.5. Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları.....	60
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM - AKILLI KENTLER VE BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ.....	62

3.1. Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Teknolojisi Kullanımı	62
3.2. Akıllı Kent Uygulamalarında Blok Zinciri Teknolojisinin Geleceği	68
3.3. Akıllı Kentler ve Blok Zinciri Teknolojisi	73
3.3.1. Akıllı Elektronik Ticarete Blok Zinciri	87
3.3.2. Akıllı Tedarik Zinciri- Lojistikte Blok Zinciri	88
3.3.3. Akıllı Elektronik Oylamada Blok Zinciri	89
3.3.4. Akıllı Sağlıkta Blok Zinciri	90
3.3.5. Akıllı Evde Blok Zinciri	91
3.3.6. Akıllı Ulaşımında Blok Zinciri	92
3.3.7. Akıllı Şebekede Blok Zinciri	93
3.3.8. Atık Yönetiminde Blok Zinciri	93
3.4. Blok Zinciri Teknolojisinin Akıllı Şehirlerde Kullanımı	94
SONUÇ	100
KAYNAKÇA	107

KISALTMALAR

ICT : Information and Communication Technology (Bilgi ve İletişim Teknolojisi)

BİT : Bilgi ve İletişim Teknolojileri

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

UN : United Nations (Birleşmiş Milletler)

VUCA : (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) (İstikrarsızlık, Belirsizlik, Karmaşıklık, Muğlaklık)

WHO : World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

GHG : Greenhouse Gas (Sera Gazı)

IOT : Internet Of Things (Nesnelerin İnterneti)

P2P : Peer to Peer (Eşler Arası)

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development (İktisadi İş birliği ve Gelişme Teşkilatı)

TABLolar LİSTESİ

Tablo-1: 1950- 2050 Yılları Toplam, Kentsel ve Kırsal Nüfuslar	12
Tablo-2: 1950- 2050 Kırsal ve Kentsel Nüfus Ortalama Yıllık Değişim Oranları	13
Tablo-3: Kentlerin Terminolojisi	17
Tablo-4: Küresel Şehirleşme Etkileri ve Hafifletici Stratejiler	21
Tablo-5: Akıllı Kent Göstergelerinin Sınıflandırılması	35
Tablo-6: Akıllı Kent Bileşenleri	37
Tablo-7: Blok Zinciri Teknolojisinin Evrimsel Dönüşümü	49
Tablo-8: Genel ve Özel Blok Zincirinin Özellikleri	52
Tablo-9: Genel, Özel ve Hibrit Blok Zincirinin Karşılaştırması	53
Tablo-10: Blok Zinciri Teknolojisinin Dubai İçin Fayda ve Zorlukları	64
Tablo-11: Blok Zinciri Esaslı Uygulamalar ve Akıllı Kent Boyutları	66
Tablo-12: Blok Zinciri Teknolojisi ile İlgili Yönetim boşlukları	70
Tablo-13: Akıllı Kentlerin Dijitalleşme Stratejisinde Blok Zincirinin Artı ve Eksileri	81
Tablo-14: Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Uygulamalarının Temel Zorlukları ..	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil-1: Akıllı Kentlerin Kavramsal Çerçevesi.....	7
Şekil-2: Türkiye'nin 1960 ve 2020 Yılları Arasındaki Kent Nüfusu Yüzdesi.	33
Şekil-3: Akıllı Şehirde 360 Derece Akıllılık.....	36
Şekil-4: Blok Zinciri Teknolojisinin Tarihi ve Kilometre Taşları	48
Şekil-5: Blok Zincirinin Göze Çarpan Nitelikleri	54
Şekil-6: Blok Zinciri Bilgi İşlem Modelinin Fırsatları.....	56
Şekil-7: Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları	61
Şekil-8: Blok Zinciri Tabanlı Arazi Tapu Projesi İş Akış Şeması	65
Şekil-9: Dijitalleşme Stratejisine Dahil Olan Akıllı Kentin Bileşenleri.....	75
Şekil-10: Akıllı Kent Uygulamalarında Blok Zinciri Teknolojisinin Karakteristik Özellikleri	79
Şekil-11: Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Teknolojisinin Gereksinimleri	80
Şekil-12: Blok Zinciri Teknolojisinin Akıllı Kentlerde Kullanım Alanları	86
Şekil-13: 2016-2019 Yılları Arası Blok Zinciri Kullanımı	95
Şekil-14: Blok Zincirinin Benimsenmesi İçin Bir Karar Destek Modeli	97
Şekil-15: Çeşitli Uygulamalar İçin Blok Zincirinin Uygulanabilirliğini Gösteren Akış Şeması	98
Şekil-16: Şehirler İçin Blok Zinciri Çerçevesi	99

GİRİŞ

Demografik değişim ve dönüşümler tarih boyunca toplumsal ve küresel çapta sosyal, kültürel ve ekonomik etkilerde bulunmuştur. Temelinde toplumsal bir değişiklik olarak ele alınan demografik geçişler, sonuçları itibariyle yalnızca toplumsal yansımaları olan bir olgu değildir. Demografik hareketler ekonomik ve sosyal değişimleri etkilemekte aynı zamanda bu değişimlerden de etkilenmektedir (Yumurtacı, 2020, s. 103). Demografik dönüşüm süreçlerinde doğum ve ölüm hızları ile nüfus artış hızları önemli nüfus parametrelerindendir. Ancak yalnızca bölgesel değil tüm dünyada derin etkiler yaratan sanayileşme, kentleşme, modernleşme ve küreselleşme olguları demografik evrimde özellikle üzerinde durulan hususlardır.

Sanayi devrimi sonrasında bilim ve teknoloji alanında kaydedilen gelişmeler ve bu gelişmelerin sosyal ve mekânsal etkileri, tüm dünyada üretim ve tüketim ilişkilerini tekrar biçimlendirmiş, kentler de bu noktada bu değişimlerin etkilerinin en net görüldüğü yerler haline gelmiştir (Yücel, 2020, s. 200). Kentler bütün sosyo-ekonomik değişimlerin etkisini açık bir şekilde göstermenin yanında hızlı da bir şekilde toplumsal parametreleri etkilemektedir. Hızlı kentleşme, hızlı genel nüfus artışı ve hızlı kentsel nüfus artışı ile paralel gelişmekte olup, kentleşme kent yerleşim birimlerindeki nüfus artışıyla birlikte kent sınırlarının genişlemesi anlamına da gelmektedir (Evin vd., 2020, s. 143).

Kentleşme sonucunda oluşan kent mekanları sosyal, ekonomik, kültürel alanlarda farklı dinamiklere sahiptir. Kentler, anonimlik, çeşitlilik, farklılık taşıyan yerler olduğu kadar aynı zamanda dayanışma ve kolektif mücadelenin sergilendiği yerlerdir (Gökgür, 2008, s. 33). Kentlerin pek çok alt bileşenden oluşan, büyük ve dinamik bir ekosistemi vardır. Mevcut şehirler, birbirine bağlı çok sayıda vatandaş, işletme, farklı ulaşım modları, iletişim ağları, hizmetler ve kamu hizmetleri ile karakterize edilen karmaşık sistemlerdir (Neirotti vd., 2013, s. 25).

Nüfus artışı ve artan kentleşme, şehirlerin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğini tehlikeye atma eğiliminde olan çeşitli teknik, sosyal, ekonomik ve organizasyonel sorunları ortaya çıkarmaktadır (Neirotti vd., 2013, s. 25). Yaşanan bölgesel yahut küresel çapta krizler bu sorunların görünürlüğünü artırmakta ve problemlere karşı çözüm yolları aratmaktadır. Kentleşme sürecinin dünya coğrafyasını ne kadar ve yaşanan krizlerin bu süreci nasıl etkileyeceğini belirlemek zordur. 2020 yılındaki pandemi deneyiminin kalıcı demografik değişikliklere yol açıp açmayacağını bilmek için çok erken olsa da uzun vadeli beklentiler, dünyanın önümüzdeki on yılda daha da kentleşeceğini, bugünün %56,2' sinden 2030 yılında yüzde 60,4'e çıkacağı öngörülmektedir (United Nations Habitat, 2020, s. 16).

Kentleşme, kısıtlı kaynakların doğru bir şekilde kullanılması, kullanımının planlanmasını gerektirmektedir. Büyük nüfuslara ev sahipliği yapan ve tüketim ihtiyacı her geçen gün artan kentler, kaynaklarının devamlılığını sağlamak, sürdürülebilir olmak durumundadır. Kentleşmenin yarattığı baskı doğal kaynakların azalmasına ve bazı enerji kaynaklarının sebep olduğu çevre kirliliğine, bu kirliliğin bir sonucu olarak küresel iklim değişikliklerinin ortaya çıkmasına, doğal çevrenin, ekonomik ve sosyal kalkınmanın zarara uğramasına, ulaşım, enerji, su, sağlık, çevre ve güvenlik gibi konularda problemlerin yaşanmasına neden olmaktadır (Erdoğan, 2019, s. 2). Kent yönetimleri bu problemlerin üstesinden gelmek adına yeni stratejiler belirlemektedir. Hızlı kentleşme ulaşım, yönetim, çevre ve enerji optimizasyonu için verimli ve akıllı çözümler gerektiren akıllı şehirlerin gelişmesine yol açmıştır (Deepa vd., 2022, s. 216). Dünya nüfusunun yarısından fazlasının kentlerde yaşaması ve bu oranın artması ile büyüyen kentlerde trafik sıkışıklığı, atık yönetimi, kirlilik, konut problemi, altyapı sıkıntısı, salgın hastalıklar gibi problemlerin çözüm sürecinde akıllı kent stratejilerinin uygulanması ile kentlerin belirli standartlara ulaşması amaçlanmaktadır (Yıldırım, 2021, s. 85-88).

Dünya kentleri, sakinlerinin karşılaştığı problemleri çözmek ve daha yaşanabilir kentler olmak adına teknolojiyi kullanarak akıllı kentler olma yoluna girmiştir. Akıllı kent, entegre, yaşanabilir ve sürdürülebilir kent merkezleri geliştirmeyi amaçlayan, mevcut tüm kaynakları ve teknolojileri koordineli bir şekilde uygulama kavramını

ifade etmektedir. (Bhushan vd., 2020, s. 9). Akıllı kentler, geleneksel kentlerin yüz yüze kaldığı çeşitli sorunlara teknolojiyi kullanarak akılcı çözümler üretmektedir. Refah seviyesinin artmasıyla kentlerin yaşam kalitesini üst düzeye çıkarmak adına teknolojik rekabette bulunan kentler akıllı teknolojileri, ulaşımdan konutlara, iş alanlarından sosyal donatılara akıllı yöntemlerle kullanmaya başlamıştır. Hızlı büyüme kaynaklı fiziki, çevresel, sosyo-ekonomik sorunlarla akıllı büyüme stratejilerine ihtiyaç duyan Türkiye kentleri de akıllı kent modelleri aracılığıyla teknolojiden faydalanılarak kentsel ve çevresel sorunlarını çözüme kavuşturmaktadır.(Çetin & Çiftçi, 2019).

Kentler her geçen gün farklı konseptlerle anılmakta, kentlerin sahip olduğu problemlere farklı bakış açıları ile yaklaşılmaktadır. Bu farklılıklar şehir konseptlerinin ve tasarımlarının geliştirilmesinde büyük bir etkidir. Geleceğin şehirlerinin tasarlanmasında geleceğin ihtiyaç, istek ve imkanları etkili olacak gibi görünürken yeni sorunların da türeyeceği açıktır. Her şeyden önce, geleceğin şehir yönetimleri, herkes için artan refahı arzu edilen yaşam tarzlarıyla birleştirilerek vatandaşlarına hizmet etmelidir (Riffat vd., 2016, s. 2). Kentler, bu hizmetin sağlanmasında güncel teknolojilerden faydalanmak durumundadır. Yapay zeka, bulut bilişim, mobil uygulamalar, robotik teknolojiler gibi yeni teknoloji alanları kentlerin artan ve değişen ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Geleceğin kentleri güncel teknolojilerle donatılarak ve bu teknolojileri kullanarak inşa edilmektedir.

Kentleşmenin sorunlarını ele almada ve geleceğin kentlerini yaratmada kentlerin dijital dönüşümü en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Dijital dönüşüm, geleneksel bir modelden, ürün ve hizmetler oluşturmak için dijital teknolojilere dayanan, yeni gelir kanalları ve değeri artıran yeni fırsatlar sunan bir iş modeline geçiş süreci olarak tanımlanmaktadır (Tealab vd., 2020). Akıllı kentlerde özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT/ICT) dijital dönüşümün önemli bir bileşenidir. Geleceğin akıllı kentleri, vatandaşların sürekli artan taleplerini karşılamanın anahtarı olarak bilgi ve iletişimdeki ilerlemelerle, erişilebilir kaynakların daha iyi yönetilmesini sağlayacaktır (Javed vd., 2022, s. 1). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi küreselleşmenin hızını ve etkisini artırmanın yanında

dijitalleşme ile sağlıktan eğitime, iletişimden ticarete pek çok alanda etkiye bulunmaktadır (Akcagündüz, 2021, s. 3). Politikaların ve planların uygulanması için dijital teknolojilerin uyarlanması ve güncel tutulması da oldukça önemlidir. Ancak öte yandan bu yıkıcı güç, mevcut dijital teknolojiyi değiştirmek için motive edici güçtür (Saini, 2019, s. 937). Kent yönetimleri dijital trendleri yalnızca takip etmekle kalmamak, kentin bileşenlerine dahil etmek durumundadır.

Dijital bir dünyada, idari kontrolü düzenleme ve sürdürme şekli değişmiş görünmektedir. Kamu yönetiminde de başlayan dijital dönüşüm katılımcı, şeffaf ve demokratik bir yönetim anlayışını hedeflemekte Endüstri 4.0'ın yapı taşlarından blok zinciri teknolojisi de bu hedeflere ulaşılmasında rol üstlenecek bir teknoloji olarak görülmektedir (Deniz, 2021, s. 95). Blok zinciri, en iyi şekilde, kriptografinin süreçte önemli bir bileşen olduğu, defter adı verilen bir kayıt koleksiyonu oluşturmak için birbirine zincirlenen blokların bir veri yapısı olarak tanımlanabilir. (Koshik, 2019, s. 6). Blok zinciri teknolojisi, dağıtılmış defterlere, asimetrik şifrelemeye, konsensus mekanizmasına, akıllı sözleşmelere ve herhangi bir üçüncü taraftan bağımsız diğer temel teknolojilere dayalı, güvenlik ve anonimlik ile ademi merkezilik sağlayan bir modeldir (Qiao vd., 2021, s. 1-2).

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki muazzam gelişmelerle akıllı kentler büyük veri üzerine kurulmuş, büyük veri teknolojisi ile akıllı şehirlerin inşası yeni bir düzeye yükselmiştir (Chang V. , 2021, s. 2). Ancak büyük verinin yönetimi, depolanması, paylaşılması gibi konularda akıllı kentler çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Büyük veri güvenliğini ve gizliliğini geliştirme, veri bütünlüğünü geliştirme, gerçek zamanlı veri analitiği, veri paylaşımının geliştirilmesi ve büyük verinin kalitesinin artırılması blok zincirini büyük veriye entegre etmenin motivasyon kaynaklarıdır (Deepa vd., 2022, s. 213). Modern teknolojilerin entegre edilmesiyle giderek akıllı hale gelen kentlerin veri sorunu blok zinciri teknolojisinin şeffaflık, verimlilik gibi olumlu özellikleri ile çözüme kavuşmayı beklemektedir. Blok zinciri teknolojisini kullanarak sorunların üstesinden gelmeyi hedefleyen akıllı kent yönetimlerinin dikkat etmesi gereken bir çok durum bulunmaktadır. Akıllı kentler teknolojik gelişmelerin gerisinde kalmama hedefi ile yeni teknolojilerin risklerini birlikte ele almak

durumundadır. Henüz yeni bir teknoloji olması sebebiyle blok zinciri ile ilgili strateji belirleme, yatırım yapma, uygulamalarda kullanma akıllı kent yönetimleri için kritik süreçler olmaktadır. Bu süreçlerin doğru analiz edilmesi ve doğru yönetilmesi, geleceğin kentlerinin inşasında önemli rol oynayacak potansiyele sahiptir.

Akıllı kent projelerinde blok zinciri teknolojisinin kullanımı ile ilgili Türkçe literatürde kamu yönetimi alanında çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Akkaya (2021, s. 7) çalışmasında Trabzon'un kent direncinin artırılması için akıllı kent ve blok zincir uygulamalarının sağlayacağı katkıları değerlendirmiştir. Tokay (2022, s. 6) ise Ankara, İstanbul ve Konya Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Daire Başkanlıkları'nın örneklemi oluşturduğu çalışmasında blok zinciri teknolojisinin sunulan hizmeti iyileştirdiği ve blok zincir tabanlı akıllı şehir kartı uygulamasının sürdürülebilir olduğu sonucuna varmıştır. Demir ve Kılıç (2022, s. 82) 2016-2022 yılları arasında blok zinciri ve akıllı şehir konularında yayınlanan uluslararası çalışmaların bibliyometrik özelliklerini ele almıştır. Blok zincir teknolojisinin yerel yönetimlerin uygulamalarındaki yerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada Tekin Bilbil (2019, s. 475), yerel yönetimlerde blok zincir ile ilgili bilgi eksikliği bulunduğu tespitini yapmıştır.

Yabancı literatür irdelendiğinde akıllı kentlerde blok zinciri uygulamalarına yönelik olarak daha fazla araştırma yapıldığı görülmektedir. Akıllı kentlerde karar alma sürecine vatandaşların dahil edilmesi için blok zincir teknolojisi kullanımı (Pournaras, 2021, s. 160), akıllı şehir uygulamaları için blok zinciri tabanlı kimlik doğrulama ve yetkilendirme (Esposito vd., 2021, s. 1), akıllı kent uygulamalarının blok zinciri ile güvenliği (Botello vd., 2020, s. 1; Fu & Zhu, 2020, s. 1; Choo vd., 2021, s. 125), akıllı kentlerde nesnelerin interneti ve blok zinciri teknolojisi (Renugadevi vd., 2021, s. 1; Singh vd., 2020, s. 3; Kamal vd., 2022) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Akıllı kent bileşenlerinde blok zinciri teknolojisinin yeri ve geleceği üzerine yapılan çalışmalar ileriki bölümlerde ayrıntılı olarak değerlendirilecektir.

Bu çalışmada, kent ve kentleşme kavramı zaman içinde geçirdikleri değişimle ele alınacak ve nihayetinde akıllı kent tanımı yapılacaktır. Kentin akıllı olma yolunda

ne gibi dönüşümlere uğradığı irdelenecek olup akıllı kentin bileşenleri, değişmezleri ve alternatifleri örneklerle açıklanacaktır. Modern dünyanın teknolojik serüveninin son duraklarından biri olan blok zinciri ile ilgili olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılacaktır. Akıllı kentin dijital dönüşüm sürecinde bu yeni teknoloji ile entegre hale gelebilmesinin mümkün olup olmadığı, riskleri ve imkanlarıyla ele alınacaktır. Dünyanın farklı coğrafyalarında yerel yönetimler düzeyindeki uygulamaların yol haritaları sunulacak, sonuçları ve gelecekleri değerlendirilecektir. Çalışmanın yerel yönetimlere bir rehber olması amacıyla stratejik noktalar, değerlendirilmeye tabi tutulması gereken kriterler ve uygulama yapılması için gereklilikler ortaya konulmaktadır. Blok zincir teknolojisinin yerel yönetimlere sunacağı vizyon çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Birinci bölümde; kent,kentleşme kavramı, digital kent ve akıllı kent kavramlarının neler olduğundan bahsedilecek olup, akıllı kent modelleri, bileşenleri, Türkiyede ve dünyada akıllı kent modellerinden bahsedilmektedir.İkinci bölümde ise; blok zincir teknolojisi nedir, çeşitleri nelerdir, avantajları, dezavantajları ve kullanım alanlarına değinilmektedir.Üçüncü bölümde ise; akıllı kentlerde blok zincir uygulamaları alt başlıklar halinde detaylıca incelenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM-AKILLI KENT

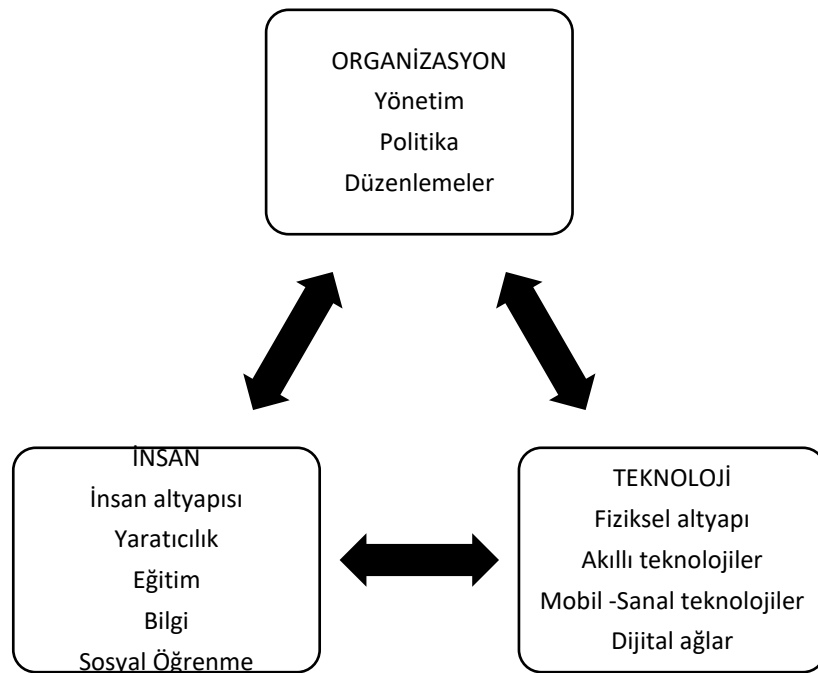
Bu bölümde kent, kentleşme ve akıllı kent kavramlarına yer verilecektir. Kent, kentleşme ve akıllı kentler literatürde çokça ele alınmış olup farklı açılardan değerlendirilmiştir. Gerek güncel gerekse daha eski yaklaşımlarda yer alan kent, kentleşme ve akıllı kent kavramları alt başlıklarıyla bir arada sunulacaktır.

1.1.Kavramsal Çerçeve

Kent, kentleşme, dijital kent, akıllı kent kavramlarına değinilecek olup, akıllı kent modelleri, akıllı kent bileşenleri nelerdir, Dünyada ve Türkiye’de akıllı kent uygulamalarının değerlendirilmesi ele alınmaktadır.

Akıllı kent çok farklı bileşenlere sahip olmanın yanında temelde aynı dinamikler üzerine kurulu bir yapıdadır. Akıllı kentlerin gelişimini teşvik etmek için yenilikçi fikirler, yaratıcı çalışmalar ve çözümler sağlayabilecek olan insan; akıllı kentleri tasarlamak ve uygulamak için esas olan organizasyon ve akıllı kentlerin en önemli unsuru teknoloji akıllı kentin üç çekirdek yapısıdır (Xie vd., 2019, s. 2797).

Şekil-1: Akıllı Kentlerin Kavramsal Çerçevesi



Kaynak: Xie vd., 2019

1.1.1. Kent Kavramı

Kent tarihinin kökleri oldukça eskiye dayanmaktadır. Kent kavramının tarihçesine bakıldığında Sümerlerin milattan önce 4000’lerde yerleşik hayata ilk kez geçmeleriyle “kent” in karşımıza çıktığını görmekteyiz (Güven, 2016, s. 22). Milattan önce 5000 ile 3000 yılları arasında Mezopotamya’ daki ilk kentleşme, tekerlekli taşıma araçları, karasaban, nehir kayıkları, sulama kanalları ve madenleri işleme sanatının gelişmesinin toplumda ekonomik, sosyal ve fiziki değişiklikleri beraberinde getirmesiyle başlamıştır (İşbir, 1991, s. 15). Kentin kökenlerine ilişkin geleneksel açıklamalar büyük ölçüde teknolojik nitelikte olup, kentin köklerini toprağı işlemenin bulunuşu ve hayvansal güce dayalı tarımın yapılmasına dayandırmaktadır (Bookchin, 1999, s. 45). Kavram, tarihsel süreç içerisinde tarım ve sanayi devrimi, gelişen teknoloji, küreselleşen ekonomi gibi değişim ve dönüşümü beraberinde getiren olgularla farklı şekillerde tanımlanmıştır. İnsanların yerel ve ortak ihtiyaçlarını karşılamaları için bir araya gelmelerinden doğan kentler her çağda ve uygarlık içinde belli düzenlemeler gerektirmiş böylelikle her çağın ve uygarlığın kendine özgü kent yapısı oluşmuştur (Banger, 2011, s. 7).

İlk kent kuramcılarında Fustel De Coulanges, kentlerin kuruluşunu dini faktörlerle, Maine ve Maitland hukuki bir yapılanma şeklinde, Meuriot ise sanayi gelişmesi ile ele almış olup kentlerin varoluş nedenleri çok farklı kuramsal yaklaşımlarla incelenmiştir (Ertürk, 1997, s. 39). Kente ilişkin yaklaşımlar her dönem farklı olguların, düşüncelerin ve eğilimlerin etkisinde çok ayrı noktalara odaklanmıştır. Ancak kuramlara bakıldığında kentlerin alanda yoğunlaşmaları ortak bir karakter olarak göze çarpmaktadır. Kent alanı, kentsel yaşantının sınırlarını çizmekte ve kente dair niteliklerin devam etmesine imkân sunmaktadır. Kenti oluşturan temel süreçler rekabet, yoğunlaşma, merkezileşme, ayrışma, istila ve birbirini izleme sürecidir ve bunların işleyişi kentin fiziksel yapısını meydana getiren doğal alanları oluşturmaktadır (Weber, 2000, s. 25).

İnsan topluluklarının nüfuslarında görülen artış ve iş birliğine duyulan ihtiyaç sonucunda ortaya çıkan birlikte yaşam, kentleri oluşturmuştur.(Altuntaş & Özyurt, 2020, s. 891). Demografik artışla birlikte ihtiyaçlar da fazlalaşmış ve ortaya çıkan talep sorunu insanların daha fazla ortak eylemde bulunmasını gerektirmiştir. Ortaklaşılığın bir sonucu olarak yaşantılar paylaşılmaya başlamış ve geniş çaptaki bu birliktelik kentlerin ortaya çıkmasına aracı olmuştur. Kent, değişim ve gelişim yasalarını oluşturan özgür bir olgu olmayıp toplumsal hayatla doğrudan ilişkili tarihsel ve toplumsal bir ürün olarak değerlendirilmektedir (Bahçeci Başarmak, 2020, s. 218). Kentler, sadece demografik verilerin bir sonucu değil toplum tarihinin önemli bir parçasıdır. Kentler, binalar ve insanların bir karışımı olmasının yanında günlük ritüellerin, sıradanlıkların, olağandışlıkların sahnelendiği bir yer, mücadele ve zaferlerin nihai anıtıdır (Kostof, 1999, s. 16).

İnsanların yaşadığı birer topluluk olan yerleşim birimleri idari olarak farklı şekilde bölümlere ayrılmıştır. Kent kendine özgü sosyal, ekonomik, kültürel, siyasal ve mekânsal ilişkiler ağı ve örgütlenme biçimiyle diğer yerleşim yerlerinden kendisini ayırtan bir birimdir (Ergun vd., 2013, s. 42). Genellikle kentler nüfusları göz önüne alınarak tanımlanmakta ve diğer yerleşim birimlerinden ayrılmaktadır. Kenti toplumbilimsel ölçütle tanımlarken kentteki üretimin yapısı, nüfusunun yoğunluğu, heterojenliği ve örgütlenme düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır çünkü kent, insan yerleşmesinin mekân ve zaman içinde belli özellikler taşıyan özel bir durumudur (Erkan, 2002, s. 17). Kent, kendi iç dinamikleri ve parametreleriyle canlı ve aktif bir olgudur. Kentler; kentte yaşayanlar, ekonomik aktörlerin aktiviteleri, farklı politikaların proje- isteklerini ve bu üçünü düzenlemeye çalışan planlayıcı ve seçilmişlerin güç kategorilerini oluşturduğu bir üründür (Gökgür, 2008, s. 33).

Kent yerleşimi genellikle şehirle ilgili olarak tanımlanmakta olup şehirler, kırsal alanlardan ayrılan ve çevredeki yerleşimlerle ilgili olarak çeşitli iktidar biçimlerini yoğunlaştıran yoğun insan yerleşiminin idari alanlarıdır (Muggah, 2012, s. 15). Kent ve kırsal alan iki farklı yerleşim birimi olarak değişik niteliklere sahiptir. Kentin kırsal alandan farkını iş alanı, çevre, topluluğun büyüklüğü, popülasyon yoğunluğu, popülasyonun heterojenitesi ve homojenitesi, sosyal farklılaşma ve tabakalaşma,

mobilité ve etkileşim sistemlerinde görmekteyiz (Mann, 1965, s. 7). Kentler kırsal alanlara kıyasla çok daha fazla karmaşık sistemlerin etkin olduğu ve dinamik unsurlara sahip alanlardır.

Genel olarak kentsel yerleşim alanları şeklinde tanımlanabilecek kent kavramı farklı biçimlerde ifade edilebilmektedir (Kahraman Usta, 2021, s. 3). Kentler, bazen aldıkları göçler vasıtasıyla kendi habitatından ayrılmış değişik insan gruplarının sosyal hayat içinde uyumla bir arada olmalarına yardım eden farklı mekânsal düzlem çeşitlilikleridir (Akyıldız, 2020, s. 188). Kentler hem sosyolojik hem de ekonomik etkileri dolayısıyla modern dünyada önem verilen hususlardan biri haline gelmiştir. Gerek yerel gerekse merkezi yönetimlerin gelişimine odaklandığı, yatırım için bütçe ayırdığı kentler aynı zamanda farklı güç odaklarının anlaşmazlıklarına ve çatışmalarına da sahne olmaktadır. Kent mekanının üretim, yeniden üretim ve dönüşümünde sermaye birikim süreçleri önemli rol oynarken modern kent çelişen çıkarların en önemli çatışma alanlarından biri haline gelmektedir (Şengül, 2001, s. 9). Kent kavramı çok farklı yaklaşımlarla açıklanmış ve süreçte yeni bir kavram olan kentleşmeye de rehberlik etmiştir. Modern dünyanın gelişimi için çabaladığı ve artık bir yarış içerisine dahil olan kentlerin ürettiği kentleşmenin, geleceğin odaklandığı bir olgu olarak ayrıca ele alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir.

1.1.2.Kentleşme Kavramı

Kent kavramıyla birlikte kentleşme kavramı doğmuştur. Nüfusun kırsal yerleşimden kentsel yerleşimlere yeniden dağılımı olarak demografik bir tanımlamayla ifade edilebilen kentleşme kırsal alanların sanayileşme ve kalkınma sonucu ekonomik, sosyal ve kültürel açılardan dönüşümüdür (Atay Polat & Sancar, 2021, s. 24). Kentleşme kavramı durağan değildir, bir süreci ifade etmekte olup zaman içinde ilerlemektedir. Kentleşme, sanayileşme ve ekonomik gelişme nedeniyle kentlerin büyümesine, uzmanlaşma, iş bölümü ve insan davranışlarında kente özgü değişikliklere yol açan bir süreçtir (Uttara vd., 2012, s. 1638). Bu süreç farklı zamanlarda farklı ögeler tarafından değişikliklere uğramaktadır. Sanayi devriminden post modern endüstriyel döneme geçiş sürecinde yeni endüstri, kültürel sektörler ve yüksek teknolojiyi kullanan firmalarla yaşanan değişim kentleşmeyi etkilemiştir

(Müldür, 2020, s. 1042). Ayrıca dünyanın her yerinde aynı hız ve aynı derecede şehirleşme olmasa da şehirleşme belli ülkelere has bir olgu olmaktan çıkmış ve yayılmıştır (Yörük, 2005, s. 35).

Toplumlar sürekli bir değişim ve dönüşüm yaşamaktadır. Toplumların yaşadığı bu farklılaşmalar çok çeşitli noktalarda kendini gösterebilmektedir. Modernleşmeyle birlikte hız kazanan kentleşme de zamana bağımlı bir yer değiştirme süreci olup toplumların yaşadığı değişim ve gelişimin en açık göstergelerinden biridir (Özdemir, 2018, s. 81). Toplumlarla ilişkin yapılan bazı değerlendirmelerde özellikle o toplumun kentleşme niteliği göz önüne alınmaktadır. Ekonomik büyümenin esas öğelerinden biri olarak milletlerin gelişmişlik seviyesinin değerlendirilmesinde önemli bir kıstas olan kentleşme aynı zamanda hayat standartlarını da iyileştirmektedir (Aslan, 2021, s. 2). Gelişen teknolojiyi kullanarak daha müreffeh bir yaşam sunan kentler pek çok probleme de zemin olmaktadır. Olumlu özelliklerinin yanında sakinlerine yarattığı sorunlar toplumsal boyutlara varabilmekte ve yönetimleri önlem almaya zorlamaktadır. Kentleşme tüm dünyada hükümetlerin karşı karşıya kaldığı ciddi zorluklardan (Basse, 2011, s. 385) ve 21. yüzyılın en büyük yapısal değişimlerinden biridir (Martine vd., 2013, s. 3).

Şehirler, toplumların hayatında önceden olduğundan çok daha önemli bir rol oynamaya başlamış; büyüklüğü, kalabalıklığı ve heterojenliği sebebiyle ortaya çıkan sosyolojik problemler de dahil olmak üzere her türlü sosyo-kültürel, sosyo-ekonomik ve psikolojik olayların cereyan ettiği bir yer haline gelmiştir (Yörük T. , 2012, s. 17). Sanayileşme sonrası modern kentleşmenin başlamasıyla kentsel nüfus kayda değer bir artış göstermiştir. Tablo 1 ve Tablo 2’ de görüldüğü gibi 1950 ile 2018 arasında, dünyanın kentsel nüfusu 0,8 milyardan 4,2 milyara çıkarak dört kattan fazla artmıştır ve bu tarihler arasında kentsel nüfus oranı 1950’de yüzde 30’ dan 2018’ de yüzde 55’e yükselmiştir (United Nations, 2019, s. 3).

Tablo-1: 1950- 2050 Yılları Toplam, Kentsel ve Kırsal Nüfuslar

	Popülasyon (Milyon)					
	1950	1970	1990	2018	2030	2050
Toplam Popülasyon						
Dünya	2,54	3,70	5,33	7,63	8,55	9,77
Gelişmiş Bölgeler	0,81	1,01	1,15	1,26	1,29	1,30
Az Gelişmiş Bölgeler	1,72	2,69	4,18	6,37	7,26	8,47
Kent Popülasyonu						
Dünya	0,75	1,35	2,29	4,22	5,17	6,68
Gelişmiş Bölgeler	0,45	0,67	0,83	0,99	1,05	1,12
Az Gelişmiş Bölgeler	0,30	0,68	1,46	3,23	4,12	5,56
Kırsal Popülasyon						
Dünya	1,79	2,35	3,04	3,41	3,38	3,09
Gelişmiş Bölgeler	0,33	0,33	0,32	0,27	0,24	0,17
Az Gelişmiş Bölgeler	1,42	2,01	2,72	3,14	3,14	2,92

Kaynak: United Nations, 2019, s. 3.

Tablo-2: 1950- 2050 Kırsal ve Kentsel Nüfus Ortalama Yıllık Değişim Oranları

	Ortalama Değişim (Yüzde)				
	1950-1970	1970-1990	1990-2018	2018-2030	2030-2050
Toplam Popülasyon					
Dünya	1,89	1,83	1,28	0,95	0,67
Gelişmiş Bölgeler	1,07	0,64	0,34	0,17	0,03
Az Gelişmiş Bölgeler	2,23	2,21	1,50	1,09	0,77
Kent Popülasyonu					
Dünya	2,95	2,63	2,18	1,69	1,28
Gelişmiş Bölgeler	2,06	1,04	0,64	0,46	0,34
Az Gelişmiş Bölgeler	4,02	3,82	2,83	2,03	1,50
Kırsal Popülasyon					
Dünya	1,37	1,30	0,41	0,07	0,45
Gelişmiş Bölgeler	-0,48	-0,27	-0,58	-0,95	-1,61
Az Gelişmiş Bölgeler	1,75	1,52	0,51	0,00	-0,37

Kaynak: United Nations, 2019.

Kentleşme, eskiden kırsal alanları kentsel yerleşimlere dönüştüren ve aynı zamanda nüfusun mekânsal dağılımını kırsal alanlardan kentsel alanlara kaydıran karmaşık bir sosyo-ekonomik süreçtir (United Nations, 2019, s. 3). Ekonomik, toplumsal, sosyal ve kültürel etkileriyle kentleşme, toplumların dönüşümünde ciddi rol oynamaktadır. Kentleşme, çok yönlü bir şekilde toplumsal dengeleri yeniden kuran bir süreçtir (Aytaç, 2018, s. 6). Bu süreç dengeleri yeniden biçimlendirirken yeni güç odaklarının doğmasına, yeni aktörlerin ortaya çıkmasına vesile olmaktadır. Kentleşmenin hem ekonomik hem de ekonometrik olarak faydaları nüfus yoğunluğunun oluşturduğu maliyetlere kıyasla daha büyük görünmektedir (Henderson & Turner, 2020, s. 171). Kentleşme, ekonomik ve sosyal gelişme için bir gereklilik olmakla birlikte ülkelerin modernizasyonu için de itici bir güçtür (Hong & Fu , 2019, s. 335). Modernleşmede kentleşme önemli bir basamak haline gelmekte, her geçen gün kendisini daha güçlü kılmanın yollarını aramaktadır.

Kentleşmede her dönem farklı sebepler ortaya çıkmaktadır. Zamanın ihtiyaçları, trendleri, problemleri ve imkanları kentleşmeyi tetiklemekte modern kentleşmede daha dinamik etkileşimlerin olduğu göze çarpmaktadır. Klasik şehirleşmede tarım ve ulaşım tekniklerinin, çalışma imkanlarının gelişmesi, coğrafi, hukuki, siyasi sebepler ve göç etme temayülünün etkili olduğunu, çağdaş şehirleşmede ise ekonomik iş birliği toplulukları, serbest bölge uygulamaları, yabancı işçiler ve halkın hareket etme imkanının artmasının birer sebep teşkil ettiğini görmekteyiz (İşbir, 1991, s. 27-30). Modern kentleşmenin klasik kentleşmeden ayrıldığı bir diğer nokta da çok daha yayılmış olması, çok daha fazla insana ulaşması ve çok büyük popülasyonları etkilemesidir. Kentleşme ve insan arasındaki ilişki çok daha girift bir hale gelmiştir. Pratik açıdan insanlar kentleşmenin içine gömülüdür ve farklı şekillerde kentleşmeye katılmaktadırlar (Tedesco, 2012, s. 336).

Tüm dünyayı etkileyen ve uluslararası boyutta bütünleşmeyi ifade eden globalleşme ya da küreselleşmenin tesir ettiği süreçlerden biri kentleşmedir. Kentleşme, mevcut küreselleşme olgusunun ekonomik olduğu kadar sosyal yönleriyle de bir etkisi olarak görülmektedir ve kentsel alanlarda organize olan nüfusun göç sürecini temsil eden, gerçek ilerleme merkezleri olarak kabul edilen ve sakinlerine çok

sayıda seçenek sunan alanlar olarak değerlendirilmektedir (Dociu & Dunarintu, 2012, s. 47). Özellikle gelişmiş ülkelerde çok daha öncesinde başlayan kentleşme süreci artık ciddi boyutlara ulaşmış, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ise oranı her geçen gün artış göstermektedir. Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde artış gösteren kentleşme ekonomiyi önemli ölçüde etkilemekte ve yalnızca ekonomik değil sosyal bir dönüşümü de beraberinde getirmektedir (Altıntaş, 2020, s. 4519). Kentleşme ve altyapı gelişimi anlamına gelen ikiz kalkınma konusunda önemli bir dönüşüm geçiren küreselleşme sürecindeki toplumlar için kentleşme performansları büyük önem taşımaktadır (Yıldız, 2019, s. 283). Bu noktada yaşanan dönüşüm yönetimleri önemli noktalarda zorlamakta ve problemleri de beraberinde getirmektedir. Kentleşme hızının, gelişmekte olan pek çok ülkede ulusal ve kentsel kurumları kırılma noktasına getirecek kadar strese sokması muhtemeldir (Muggah, 2012, s. 39). Bu sorunla baş etme yollarını arayan yönetimler çözümü yine teknolojiye bulabilmektedir. Hızlı kentleşmenin bir kriz olmasını önlemek adına kentleri yenilikçi bir yaklaşımla donatmak ve yönetmek çağın bir zorunluluğu olmakta ve bunun sonucunda, kentsel inovasyon hızlı kentleşmenin yarattığı problemlere çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Terzioğlu vd., 2020, s. 592).

Tarih boyunca yaşanan kentleşme olumlu getirilerinin yanında toplumları pek çok olumsuzluk ve problemle de karşı karşıya bırakmıştır. Her ne kadar toplumlar farklı zamanlarda kentleşme sürecine dahil oluyorsa da aynı sorunlarla yüzleşebilmektedir. Ülkeden bağımsız olarak kentleşme, suçtan yoksulluğa ve istikrarsız ailelere kadar değişen çoğunlukla aynı sonuçlara sahiptir. Bunun yanında ani şehirleşme yoksulluk ve sağlıksız yaşam koşullarına maruz kalan “saçak nüfus” un büyümesinden de sorumludur (Hurt, 2019, s. 24-29). Konut ve altyapı da dahil olmak üzere herhangi bir şehirde kentsel form genellikle hızlı bir değişim geçirmektedir ve kentsel planlamalar da politik ve teknik olmaktan ziyade mekânsal bir ayırım olarak değerlendirilmektedir (Tacoli, 2013, s. 2). Bu mekânsal ayırmda planlamaları yapan idari yönetimler sürecin yol açacağı muhtemel sorunları tam anlamıyla tahmin edememektedir. Kentleşme genel olarak ekonomik kalkınmaya ve dolayısıyla kentsel kapasitelere katkıda bulunsa da düşük gelirli ülkelerde büyüme sürecindeki kasabalar ve şehirler genellikle ciddi kentsel konut, altyapı ve hizmet eksiklikleri ile çeşitli

kentsel tıkanıklık biçimleriyle karşı karşıyadır (Tacoli vd., 2015, s. 13). Kentleşme yalnızca ekonomik, sosyal, toplumsal değil psikolojik sorunları da beraberinde getirmektedir. Çok geniş toplulukları etkileyen bir olgu olarak görünse de bireyler üzerinde de hayati etkiler bırakmaktadır. Kentleşme moderniteden post moderniteye bir köprü olarak çoğulculuk ve farklılık üzerine yoğunlaşırken daha post modern bir tarza bürünmekte ve bu yapılanma sadece gündelik hayat ilişkilerinin tarzını değil bireysel kimlikleri de sorunsallaştırmaktadır (Sarıbay, 2002, s. 39-40).

21'inci yüzyılın başlarında dünya popülasyonunun yarısının kentlerde yaşamasıyla başlayan kentleşme süreci önemli bir çalışma sahası haline gelmektedir (Dongfeng vd., 2013, s. 391-405). Toplamların yaşadığı bir süreç olarak belirtilen kentleşme olumlu ve olumsuz yönleriyle artık yok sayılamayacak ve üzerinde çalışılacak bir olgudur. Olumlu sonuçları artırmaya yönelik çalışmalar yapılmakta, olumsuz sonuçları için çözüm arayışına gidilmektedir. Hızlı kentleşme süreci yaşayan ülkelerde, uzun vadede nüfus eğilimlerinin anlaşılması neticesinde iyi yönetilen kentleşme, çevresel bozulmayı ve artan sayıda kentli nüfusunun diğer olası etkilerini en aza indirirken, yığılmanın faydalarını en üst düzeye çıkarabilmektedir (Sağır, 2019, s. 34). Yarattığı sorunlara hızlı ve etkili bir şekilde çözümler bulunan kentleşmenin gelecekte çok daha fazla oranda popülasyonu etkilemesi muhtemeldir. Halihazırda büyük oranda yaşamını kentlerde sürdüren nüfus yakın gelecekte de kentleşmeye yönelik eğilimin devamıyla artış gösterecek ve gelecekteki kentler bugünün kentlerine göre farklılıklar taşıyacaktır (Yetişkul, 2020, s. 332).

Kent olgusu süreç içerisinde hızla değişmekte ve kentleşmenin olumlu- olumsuz sonuçlarına göre yeni yaklaşımlarla kente dair terminoloji de zenginleşmektedir. Sorunlara çözüm üretmek amacı taşıyan yeni konseptlerle kentler geleceğe taşınmaktadır. Kentlerin çevresel, sosyal, ekonomik ve yönetsel alanda kavuştuğu terminoloji Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo-3: Kentlerin Terminolojisi

Çevresel	Sosyal	Ekonomik	Yönetimsel
Bahçe Kentler	Katılımcı Kentler	Girişimci Kentler	Yönetilen Kentler
Sürdürülebilir Kentler	Yürünebilir Kentler	Rekabetçi Kentler	Zeki Kentler
Eko Kentler	Entegre Kentler	Üretken Kentler	Üretken Kentler
Yeşil Kentler	Kapsayıcı Kentler	Yenilikçi Kentler	Verimli Kentler
Kompakt Kentler	Sadece Kentler	İş Dostu Kentler	İyi Yönetilen Kentler
Akıllı Kentler	Açık Kentler	Küresel Kentler	Akıllı Kentler
Dayanıklı Kentler	Yaşanabilir Kentler	Dirençli Kentler	Gelecek Kentler

Kaynak: Pınarcıoğlu ve Kanbak, 2020, s. 6

Yukarıdaki tabloya ek olarak sıklıkla kullanılan bir diğer kavram sağlıklı kenttir. Sağlıklı kent, tüm sosyal gruplardan ve yaşlardan insanlar için sağlıklı yaşam tarzlarını teşvik eden, etkinleştiren ve destekleyen koşullar ve fırsatlar sağlamaktadır. Ayrıca sağlık, rekreasyon, esenlik, güvenlik, sosyal etkileşim, erişilebilirlik ve hareketlilik ile kültürel kimlik duygusunu teşvik eden, mümkün kılan ve destekleyen fiziksel ve yapısal bir çevre sunar, tüm vatandaşlarının ihtiyaçlarına cevap verir (Tulchinsky & Varavikova, 2014, s. 475). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sağlıklı şehri, bir sonuçla değil, bir süreçle tanımlamaktadır. Sağlıklı bir şehir, belirli bir sağlık statüsüne ulaşmış bir şehir değildir, sağlığının bilincindedir ve onu geliştirmek için çaba gösterir. Sağlıklı bir şehir olmak için sağlığa bağlılık, bunu başarmak için ise bir süreç ve yapı gerekmektedir. Sağlıklı bir şehir, fiziksel ve sosyal çevrelerini sürekli olarak yaratan ve iyileştiren, insanların yaşamın tüm işlevlerini yerine getirmelerinde ve maksimum

potansiyellerine ulaşmalarında karşılıklı olarak birbirlerini desteklemelerini sağlayan topluluk kaynaklarını genişleten bir şehirdir (WHO, 2022).

Çokça kullanılan ve her geçen gün önemi artan bir diğer kavram sürdürülebilir kenttir. Sürdürülebilir kent, ekonomik ve fiziksel hedeflerin yanı sıra sosyal, kültürel, çevresel ve politik ihtiyaçları karşılayan, diğer şehirlerin ve bölgenin kaynaklarını tüketmeden sakinlerinin tüm hizmetlere eşit erişimini sağlayan bir kenttir (Rogers, 1997, s. 26). Burnett (2007) sürdürülebilir kentin, şimdi veya gelecekte, doğal dünyaya zarar vermeden veya diğer insanların yaşam koşullarını tehlikeye atmadan tüm vatandaşlarının kendi ihtiyaçlarını karşılamasını ve refahını artırmasını sağlayacak şekilde düzenlendiğini belirtmiştir. Sürdürülebilir kente enerji, ulaşım ve yaşam standartlarının iyileştirilmesi, doğal kaynaklar ve çevre korumasının sağlanması ile ulaşılabilmektedir (Öztürkoğlu vd., 2018, s. 69).

Sürdürülebilirlik özelliği şehirlerin ekosistemlerine ayrıca odaklanılmasını sağlamış ve eko- kent kavramı ortaya çıkmıştır. Eko-kent, karbondioksit veya sera gazları (GHG) emisyonlarını sıfıra indiren, temiz ve yenilenebilir enerji üreten pasif ve aktif cihazlar kullanılmaktadır (Hassan & Lee, 2014). Eko-kent, doğal ekosistemlerin kendi kendini sürdüren esnek yapısı ve işlevi üzerine modellenen bir insan yerleşimidir. Eko-kent, ürettiğinden daha fazla (yenilenebilir) kaynak tüketmeden, özümseyebileceğinden daha fazla atık üretmeden sakinlerine sağlıklı bir bolluk sağlar ve sakinlerinin ekolojik etkisi kendisi veya komşu ekosistemler için toksik olmadan, gezegensel destekleyici yaşam tarzlarını güçlendirir; sosyal düzeniyle hakkaniyet, adalet ve makul eşitlik temel ilkelerini yansıtmaktadır (Saad vd., 2017, s. 58).

Kent çalışmalarında sıkça karşılaşılan bir diğer kavram olan “kompakt kent” kavramı, Dantzig ve Saaty (1973) tarafından ilk defa kullanılmış olup kompakt kentin en önemli belirleyeni olan yoğunlaştırma kentsel form, mekân ve sosyal işlevler bağlamında açıklanmaktadır. Kentsel form açısından yoğunlaştırma; yüksek yoğunluklu yerleşimler, otomobile daha az bağımlılık ve sınırları net çizilmiş alanları ifade etmektedir. Kompakt kent, yüksek yoğunluklu, karma arazi kullanımı, yaya

odaklı yerleşim, inşaat projeleri için geliştirme rezervlerinin kullanımı ve eski sanayi bölgelerinin veya nadas arazilerinin hizmet veya yüksek kaliteli yerleşim alanlarına yapısal dönüşümü ile tanımlanır (Tappert vd., 2018).

Son yıllarda kentle ilgili çoğu çalışmanın odak noktasını oluşturan, dünya çapında büyük bir popüleriteye sahip olan diğer bir kavram “akıllı kent”tir. 2009 yılında ilk kez Stratejik Enerji Teknolojisi Planında tanıtılan akıllı kent konsepti, akıllı kenti bilgi ve iletişim teknolojilerini yenilikçi bir şekilde kullanmak ve daha kapsayıcı, çeşitli ve sürdürülebilir bir kentsel çevreyi desteklemek için bilinçli bir çaba gösteren bir kent olarak tanımlamıştır (Rosati & Conti, 2016, s. 970). Çalışmanın özellikle üzerinde duracağı akıllı kent kavramı ayrı başlık altında açıklanacaktır.

1.1.3. Dijital Kent

Her şeyden önce kent, “göstergeler ve imgeler” alanıdır (Aslanoğlu, 1998, s.102), kimliktir, kültüredür ve yaşamın her yanını kuşatan bir uyum özelliğine sahiptir. Teknoloji ve bilimdeki ilerlemelerle birlikte bu göstergeler ve imgeler evrenine dijital boyutlar eklenmiştir. Kentler artık, “küresel enformasyon kenti imgesi”yle tanınmakta ve bu imgeye yatırım yapıyorlar (Tankut, 2002,s. 6) Bu gelişmeler ve değişimler dijital kent kavramının, kentleşme literatüründe son yıllarda sık sık dayanıklılığın başlamasının nedeni olmuştur. Kavramlar, özellikle ilk kullanımlarda telematik kent olarak kullanılmıştır (Lohmann, 1997,s. 16) Ancak e-kent (e-şehirler) ya da sanal kent (çevrimiçi şehir) tanımlamaları daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Dijital kenti tanımlayan temel iki özellikten biri, bir kentin bir baştan bir başa dijital teknoloji ile yeniden dizayn edilmesi, biçimlendirilmesi ve alt yapının dijital teknoloji uygulamalarıyla yeniden yapılandırılmasıdır. Bir diğeri de, kentin ekonomik, finansal, kişiler arası iletişim, telekomünikasyon, yönetim ve siyaset gibi işlevlerin dijital teknolojiler tarafından biçimlendirilmesidir (Doug,2001). Dolayısıyla bir fiziksel kentsel çevrenin, dijital teknolojiler tarafından yeniden biçimlendirilmesi, dijital kent kavramları hakkında bütüncül bir tablo ortaya koyabilmektedir. Toplumu yönlendirme, eğitim, kent planlama, iş olanakları, afet ve kriz yönetimi, sosyal devlet çalışmaları gibi alanlarda da dijital kentlerde yoğun bir biçimde yararlanıldığının belirtilmesi gerekir (Börner, 2002,s. 1). Bir toplumsal ağ ve sivil toplum alanı olarak

dijital kentler birçok ülkede geliştirilmektedir. Dijital kentleri değiştirebilecek birçok özellikten söz edilebilir. Bunlar kent tanıtımından, katılımcı mekanizmalara ve kamu kurumlarıyla uluslararası kuruluşlara erişmeyi sağlayan bağlantı adreslerine kadar genişletilebilir.

1.1.4.Akıllı Kent Kavramı

Kentler pek çok çelişkiyi içlerinde barındırmaktadır. Kentlerin hızla büyümesi yeryüzünün insan tarafından kullanımında bir teknik olarak üstünlüğünü kanıtlamakta ancak kentlerin gelişim gösterip kontrolsüzce büyümeleri insanlığın yoksul bir yerel çevrede yaşaması sorununu da doğurmaktadır. Sorunun çözümü kentsel yığılmanın doğurduğu olumlu sonuçları insanlığın yararına olacak bir biçimde korumak ve olumsuz etkileri en aza indirerek geleceğin kentini kurmaktır (Harris & Ullman, 2002, s. 55-56). Geleceğin kentlerinin tasarlanması için sistemli stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Kentsel sistemlerle ilgili herhangi kapsamlı bir strateji kentin mekansal biçimini değiştirmek için tasarlanan politikalarla, bir kentteki toplumsal süreçleri etkileyen politikaları içermeli ve bağdaştırmalıdır (Harvey, 2003, s. 52).

Aşamalı kentleşme süreçleri, yüksek nüfus yoğunluğuna sahip, artan sayıda büyük ölçekli kentsel yığılmaların kurulmasına kademeli olarak katkıda bulunmuştur (Liebert & Wodarski, 2020, s. 98). Şehirlerin etrafındaki yaşam alanları da dahil olmak üzere kentsel ve yerleşim bölgelerinin hızlı genişlemesi ve yeni ortaya çıkan büyük şehir ağları her türlü kaynağın aşırı tüketimi, yüksek düzeyde hava kirliliği, düzenli sis oluşumu, şiddetli trafik sıkışıklığı, toplu taşımada yolcuların aşırı yüklenmesi, atık yönetimi ve su kaynakları yönetimi ile ilgili sorunlar, aşırı elektrik ve enerji tüketimi, hizmetlere erişilebilirlikle ilgili sorunlar, sosyal ihtiyaçların turizm açısından karşılanması ile tıbbi bakım hizmetlerine ilişkin sorunlar gibi bir dizi ciddi sorun ortaya çıkarmıştır (Riffat vd., 2016, s. 1-23). Tablo 4'te şehirleşmenin oluşturduğu etkiler ve bunlara yönelik stratejiler sunulmaktadır.

Tablo-4: Küresel Şehirleşme Etkileri ve Hafifletici Stratejiler

Etki	Hafifletici Stratejiler
Yüksek trafik yoğunluğu	Verimli toplu taşıma Kompakt şehir planlama
Yüksek atık miktarı	Geri dönüşüm
Kentsel ısınma	Yeşil alan artırımı, Yansıtıcı materyal kullanımı
Artan hava kirliliği	CO2 yakalama, Egzoz gazlarını filtreleme, Endüstriyel proseslerin verimliliğinin artırılması
Artan enerji tüketimi	Yenilenebilir kaynak kullanımı, Düşük enerji tüketen binalar, Proseslerin verimliliğinin artırılması
Biyocoşetlilikte azalma	Yeşil alan artırımı, Hayvan/ bitki koruma alanlarının geliştirilmesi
Su kaynaklarının tükenmesi	Su arıtması, Tuzdan arındırma, Yağmur suyunun toplanması
Yiyecek ihtiyacının artması	Dikey tarım, Yapay gıda üretimi, Bozkırların yeşillendirilmesi
Konut için arazi sıkıntısı	Çok fonksiyonlu bina yapımı, Yaratıcı mimari tasarımlar
Zayıf sosyal uyum	Sosyokültürel çevrenin zenginleştirilmesi, Sosyal organizasyonların sayısının artırılması

Kaynak: Riffat, Powell ve Aydın, 2016

Kentler, sakinlerine refah seviyesi yüksek ve konforlu bir hayat sunma amacıyla fonksiyonlarını her geçen gün başkalaştırmakta ve iyileştirmektedir. Ancak büyük ve yoğun nüfus, kent için pek çok sorunun da oluşmasına yol açmaktadır. Kısıtlı kaynaklar, yoğun ve hızlı tüketim kentleri farklı problemlerle karşı karşıya bırakmaktadır. Şehirler, dünya enerji üretiminin %75' inden fazlasını talep eden ve sera gazı emisyonlarının %80' ini oluşturan büyük miktarda enerji tüketmektedir.

Günümüzde irili ufaklı ilçeler, ortalama teknoloji büyüklüğünde, birbirine bağlı ve sürdürülebilir, konforlu, çekici ve güvenli bir topluluğu temsil eden “akıllı kent” adı verilen yeni bir şehir modeli önermektedir (Lazaroiu & Roscia, 2012, s. 330). Modern kentlerin sorunlarına ve doğaya verdiği zarara karşı yeni model ve konseptlerle tedbirler alınmaktadır. Şehirler, vatandaşların yaşam kalitesini artırma nihai hedefi ile teknoloji çözümleri gözeterek 'akıllı' kentlere doğru evrilmektedir (Mora vd., 2021, s. 1).

Akıllı kent hareketi, akıllı kentsel gelişim ve şehirlerin sürdürülebilir sosyo-ekonomik büyümesi ilkelerini kavramsallaştırmak ve teşvik etmek amacıyla 1990'ların sonlarında başlamıştır. Hızlı kentleşme uzun süreli etkiler bırakabilecek istenmeyen sonuçlara yol açabileceğinden, birçok araştırmacı ve uygulayıcının plansız kentleşme yerine akıllı büyümeyi önermesi sonucu IBM ve CISCO gibi teknoloji devleri tüm sistemlerin ve süreçlerin “akıllı kent” kavramıyla otomatikleştirilmesi fikrini ortaya koymuştur (Singh & Singla, 2021). Düzensiz ve plansız büyüyen kentlerin çıkardığı sorunlar yaşamı zorlaştırır hale gelmiştir. Akıllı bir kent, kentsel sorunları yönetmek ve çözmek için bir alan, bir kentsel sürdürülebilirlik modeli ve yaşamak için daha iyi bir şehirdir (Kim vd., 2021, s. 159).

Web of Science sitesinde "akıllı kentler" terimi için yapılan bir arama 10.263 kayıt üretmektedir. Bunlardan 8955'i araştırma alanını bilim teknolojisi olarak tanımlarken, 4118'i sosyal bilimler ve 340'ı ise sanat ve beşerî bilimler olarak tanımlamaktadır (Anand, 2021, s. 200). Akıllı kentler, son on yılda kamu politikası çevrelerinde ve akademide artan bir popülerlik bulmuştur. Bununla birlikte, kavramın tanımları ve karakteristik unsurları biraz tutarsız kalmıştır (Praharaaj ve Han, 2019, s. 1). Akıllı kentler yirmi yılı aşkın bir süredir gündemde olmasına rağmen akıllı kentle ilgili tartışmalar dünya çapında aktif olarak devam etmektedir ve akıllı kentlere dair net bir tanım da bulunmamaktadır. Akıllı kentler, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde farklı yöntemlerle uygulanmaktadır.(Kim vd., 2021, s. 159). Gelişmiş ülkelerde akıllı kentler, sürekli kentsel genişlemeden kaynaklanan çeşitli sorunları çözmenin bir yolu olarak kabul edilmektedir. Akıllı kentler, kentsel altyapıyı kullanmak ve kentsel sorunları verimli bir şekilde ele almak için bir çözüm olarak görülmektedir (European

Commission, 2013). Öte yandan gelişmekte olan ülkelerde, ihtiyaç duyulan teknik adımları atlamak için yeni kentsel altyapı inşa etmek üzere akıllı kent araçlarından yararlanılmaktadır (UNESCO, 2016).

Akıllı kent kavramı, ulaşım, enerji, su, sağlık, çevre ve güvenlikle ilgili sorunlara ekonomik, verimli, yenilikçi çözümler sunarak yurttaşların aktif katılımını sağlayan, gelişmiş teknoloji sayesinde hayat kalitesini tüm alanlarda geliştirmeyi amaçlayan yaklaşımların sonucunda ortaya çıkmıştır (Sevim vd., 2019, s. 110). Akıllı kent ile ilgili tanımların kapsam ve çerçevesi yaklaşımlara göre değişmektedir. Dar kapsamlı tanımlarda akıllı kentler, yeni teknolojiler ve belirli ölçülebilir sonuçlara ulaşmak için altyapı sistemleri ve akışları üzerinde bir "dijital katman" oluşturulması ile ilgilidir. Daha geniş tanımlar ise harmanlanmış yaklaşımlara, yeni yönetim paradigmalarına ve yönetim düzenlemelerine atıfta bulunmaktadır (Anand, 2021, s. 200).

Farklı tanımların analizinde akıllı kent kavramının farklı yönlerinin vurgulandığı göze çarpmaktadır. Literatürde, bilgi ve iletişim teknolojisi, her yerde bulunan bağlantı, bilgi ve yaratıcılık, büyük veri ve açık veri, sosyal sermaye, iş ve girişimcilik, akıllı topluluk, ekolojik sürdürülebilirlik vb. dahil olmak üzere bir dizi konu, akıllı kent söylemini karakterize etmek için kullanılmaktadır (Praharaj & Han, 2019). Akıllı kent kavramı, sürdürülebilir ve akıllı kalkınmanın yanı sıra rekabetçiliğe atıfta bulunan belirleyicilerin birleştirilmesine izin veren şehir gelişimine çok yönlü bir yaklaşımdır (Szczech-Pietkiewicz, 2015, s. 71). Kamu yönetiminin artan şeffaflığı, vatandaşların katılımının teşvik edilmesi, trafik ve toplu taşımanın etkin yönetimi, optimal kaynak kullanımı, daha iyi çevre koruması, akıllı cihaz kontrolü ve iyileştirilmiş sağlık, enerji ve eğitim hizmetleri gibi birçok iyi özelliğe sahip akıllı kentler modern bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak vatandaşların yaşam kalitesini iyileştirmeyi ve sürdürülebilir bir kentsel çevre inşa etmeyi amaçlamaktadır (Xie vd., 2019, s. 2794).

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nin (2014) yaptığı tanıma göre akıllı sürdürülebilir şehir, ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan mevcut ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken, yaşam kalitesini, kentsel operasyon ve hizmetlerin verimliliğini ve rekabet gücünü artırmak için bilgi ve iletişim teknolojileri ve diğer

araçları kullanan yenilikçi bir şehirdir. Akıllı kent literatürünün bir kısmı, şehir çapında planlama, kontrol ihtiyacı ve heterojen veri kaynaklarından (ör. kanalizasyon, park yerleri, güvenlik kameraları, okul termostatları, trafik ışıkları vb.) veri toplayan şehir dijital sinir sistemleri olan bilgi ve iletişim teknolojileri sistemlerinin merkezi işlevini vurgulamaktadır (Neirotti vd., 2013, s. 26). Bilgi ve iletişim teknolojisinin ürünleri geleceğin akıllı kentlerinin tasarım ve inşasında kayda değer öneme sahiptir. Akıllı kent nesnelerin interneti, telekomünikasyon ağı, kablosuz ağ ve diğer ağların ağ entegrasyonu üzerine ve çeşitli yüksek teknoloji araçları kullanarak, hükümet, vatandaşlar ve ticari kuruluşların dahil olduğu bir kentsel ekosistem kuran öğrenme, adaptasyon ve yenilik yeteneklerine sahip yeni bir kentsel formdur (Chen, 2017, s. 121).

Akıllı kent tanımlarının çoğu, bilgi ve iletişim teknolojisindeki dikkate değer gelişmelere ve bu teknolojilerin yalnızca rekabetin şiddetli olduğu özel ekonomik ortamda değil, aynı zamanda kamu yönetimi ve hizmetleri alanında kullanımına dayanarak ortak özellikleri vurgulamıştır (Milan, 2021, s. 397). Teknolojinin etkileştiği bilişim ve iletişim, büyük veri üreten ve işleyen akıllı kentler için hayati parametreler haline gelmiştir. Bilişim, iletişim ve teknoloji olmak üzere üç temel bileşeni bulunan akıllı kent konsepti kentsel mekânda bu bileşenler aracılığıyla kentsel altyapı ve enerji sistemlerinin dışarıdan bir müdahale olmaksızın kendi kendini yönetmesini sağlayarak yurttaşların yaşam kalitesini yükseltmeyi hedeflemektedir (Sağır, 2019, s. 43).

Akıllı Kent Konseyi akıllı kenti, tüm şehir işlevlerine yerleştirilmiş basit, kolay ve pratik dijital teknolojiye sahip bir kent olarak tanımlar (Kim & Choi, 2022, s. 4). Akıllı kent bir kentin fonksiyonlarını daha uygulanabilir hale getirme amacı taşır. Akıllı kent kavramı, şehirlerin işleyişiyle ilgilidir ve çeşitli alanlarda gelişmelerini üstlenir, böylece şehirler yaşanacak samimi ve çekici bir yer haline gelirler (Kisala, 2021, s. 49). Akıllı kent, yalnızca devlet yatırımlarıyla sağlanan yukarıdan aşağıya bir vizyon olarak yorumlanmamalıdır. Tam tersine akıllı kent büyük ölçüde, şehir içinde yeniliği teşvik etmek için yaratıcı bir şekilde birlikte çalışan bir ürün, hizmet, şirket,

insan ve toplum ekosisteminden oluşan organik bir sistemler sistemidir (Harrison ve Donnelly, 2011, s. 1).

İnovasyon ve nesnelerin interneti ile beslenen akıllı kentler, sakinlerin yaşam kalitesini, iş rekabet gücünü artıran ve sürdürülebilir bir çevre sağlayan üç sütun üzerine inşa edilmiştir. Bu temelde özellikle ekonomi, hareketlilik, güvenlik, eğitim, yaşam koşulları ve çevreden oluşan altı kentsel alanda gerekenler yapıldığında şehirler akıllı kentlere geçişi çok daha hızlı yapabilir (Fagadar vd., 2021, s. 49). Nesnelerin interneti akıllı kent dahilinde sıkça kullanılan aygıt ve makineleri birbirine bağlamaktadır. Bugün dünya çapında birçok şehir, yaşam kalitelerini iyileştirmek ve yerel yönetimlere kentsel kaynaklar ve hizmetlerin kullanımı, yeniden tahsisi ve sunumu ile ilgili zorlukların üstesinden gelmede yardımcı olmak için vatandaşların günlük yaşamlarında bilgi ve iletişim teknolojilerini (BİT) ve nesnelerin interneti (IoT) çözümlerini kullanmasına dayanan akıllı kent konseptine katılmaktadır (Lnenicka vd., 2022).

Akıllı bir kentte akıllı yaşam kavramı verimli enerji tüketimi, daha güvenli topluluklar, dijital altyapı, vatandaşların ve idarenin artan katılımı, azaltılmış karbon ayak izi, daha kaliteli kamu hizmetleri ve yeni ekonomik kalkınma fırsatlarını ifade etmektedir. Bütün bunlar, ileri teknolojilerin günlük hayata entegre edilmesiyle (Bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT), büyük veri, verimli karar algoritmaları) ve akıllı bir ekosistemde birleşen akıllı cihazları ve nesneleri birbirine bağlayarak (Nesnelerin interneti (IoT)) gerçekleşebilir (Stoica vd., 2021, s. 17). Ancak akıllı kenti sosyal değişkenlerden soyutlayarak sadece teknolojik bir açıdan ele almak ve değerlendirmek doğru olmaz. Akıllı bir kent yalnızca gösterişli, otomatikleştirilmiş "ayarla ve unut" teknolojilerinden oluşmamakla birlikte akıllı bir kentin gerçek amacı, daha iyi bir topluluk deneyimi sağlamaktır (Evans, 2022)

Akıllı kentler pek çok farklı sistemin aktif ve birbiriyle etkileşimde olduğu bir büyük sistemdir. Akıllı bir kent, özel ve kamusal alanları, enerji, gıda ve yapı malzemeleri gibi yenilenebilir ve yenilenemeyen doğal kaynakları ve biyolojik ihtiyaçları karşılayan kaynakları, altyapı, hizmetler, yollar, kanalizasyon, ulaşım ve

iletişim ağları içeren, eğitim, hizmetler ve kamu güvenliği hizmetleri için tesisleri barındıran, hedefleri yaşana bilirlilik, dayanıklılık, sürdürülebilirlik ve vatandaş refahını koruma olan, yönetimi etkileşim süreçlerini içeren, hukuk sistemi, eğitim sistemi ve pazar yerleri ağı gibi belirli kurumların oluşturulması ve sürdürülmesinde yer alan aktörler arasındaki karar verme, onu çevreleyen doğal, politik ve sosyo-ekonomik unsurları kapsayan kentsel bir organizasyondur (Chong vd., 2018, s. 684). Bu organizasyonun sağlıklı bir şekilde fonksiyonlarını yerine getirmesi için sürekli gerçekleştirilen inovasyon ve güncellemelerle yapısı dinamik tutulmaktadır.

Akıllı kent, genellikle platformlara entegre edilmiş, kentsel toplulukların gelecekteki yaşamı için çok önemli olan ve evre üzerinde etkileri olan çeşitli sektörler arasında birlikte çalışabilirlik ve koordinasyon sağlayan yeni akıllı teknolojik araçları, hizmetleri ve uygulamaları içerir (Barton & Manning, 2017). Akıllı kent konsepti, herkes için daha iyi bir yaşam vaadinin içinde gizlidir. Kentsel alt sistemlere dahil olan insanları, kuruluşları, kurumları, cihazları, makineleri ve binaları internet sayesinde birbirine bağlamının, maliyet etkin g yönetimi, kirlilik azaltma ve daha iyi kaynak yönetimi sağlayacağı varsayılmaktadır. Tüm bu vaatleri gerçekleştirmede güncel teknolojileri takip etmek ve kullanmak akıllı kent stratejisinde önemli olmaktadır.

Akıllı bir kent, kaynak girdisini azaltmak, halkının yaşam kalitesini iyileştirmek ve bölgesel ekonominin rekabet gücünü sürdürülebilir bir şekilde artırmak için dijital teknolojileri sistematik olarak uygular. Altyapı, enerji, konut, mobilite, hizmetler ve güvenlik için entegre sensör teknolojisi, bağlantı, veri analitiği ve bağımsız işlevsel katma değerli süreçlere dayalı akıllı çözümlerin kullanımını gerektirir (Gassman vd., 2019, s. 25). Akıllı bir kent dinamik yeteneklere sahiptir, çünkü kaynaklarını kendi iç ve dış çevresindeki fırsatları ve tehditleri algılamak, hedeflerine ulaşmak için fırsatları değerlendirmek, öz kaynaklarını mevcut doğal, sosyal, ekonomik, yasal, düzenleyici ve idari evre ile uyumlu hale getirmek ve dönüştürmek için kullanır (Chong vd., 2018, s. 684). şehirlerin metabolizması genellikle sosyal ve ekonomik sorunları artıran tutarlı negatif dışsallıklara sahip malların girdisi ve atık çıktısından oluşur (Albino vd., 2015, s. 4). Bu sorunlar akıllı kentleri sürdürülebilir olma yolunda yeni tedbirler almaya zorlamaktadır. Akıllı kent şehrin fiziki sermayesinden entelektüel, sosyal ve

ekonomik sermayesine kadar birçok alanı kapsarken aslında “sürdürülebilirlik” akıllı bir şehrin arzu edilen sonuçlarından biridir ve bunun için arzu edilen diğer bazı sonuçlar “yaşam kalitesi”, “eşitlik”, “yaşanabilirlik” ve “esneklik” olabilir (Prakash, 2019, s. 325).

Dijitalleşmeden etkilenen hemen hemen her alan gibi akıllı kentler de tipik bir VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) yani oynaklık, karmaşıklık, kararsızlık ve belirsizlik dünyasından etkilenmektedir. Dolayısıyla bütçe kısıtlaması ve finansman, düzenleyici engeller, paydaş entegrasyonu, iş dünyası ile iş birliği, politik destek, proje kontrolü, yönetim, veri kullanımı, teknoloji, standart eksikliği ve birlikte çalışabilirlik başlıklarında engellerle karşılaşmaktadır (Gassman vd., 2019, s. 52-56). Oldukça hızlı ve karmaşık olan dijitalleşme süreci akıllı kentlere çözümler getirmenin yanında sorunlar da sunmaktadır. Karşılaşılan sorunların çözümü hem yerel yönetimlerin hem vatandaşların hem de teknoloji üreticilerinin koordinasyonu ve uyumu ile mümkün olmaktadır. Akıllı bir kentin sosyal ve ekonomik faydalarından yararlanmak üzere şehir, bölge veya topluluk için; (Barton & Manning, 2017, s.14-15).

- Akıllı bir şehrin önemine ve topluluklara sunabileceği sosyal ve ekonomik faydalara dayalı bir temele sahip,
- Endüstri oyuncuları, şehir, Ar-Ge topluluğu ve vatandaşlar arasında bir iş birliği (Kamu Özel Kişi Ortaklıkları) modeli içeren,
- Pazar odaklı bir akıllı kent kurmanın önündeki engelleri belirlemiş, yürürlükten kaldırılmış düzenlemeleri ve politika engellerini ortadan kaldırmış,
- Rekabetçi bir ortam için gereken yeniliği teşvik edecek düzenleyici ve sosyal politika çerçevesini tanımlamış,
- Altyapı sorunlarını ve paylaşılan, açık altyapı ihtiyaçlarını belirlemiş, potansiyel olarak karlı alanlarda rekabeti teşvik eden,

- Şirketlerin, açık standartlara ve birlikte çalışabilirliğe dayalı küresel endüstri standartlarını benimsediği, teknolojilerin kullanıcı faydalarına dayalı olduğu,
- Yatırım sorunlarına gerçekçi ve finansal olarak sürdürülebilir modellerle cevap veren,
- Kullanıcılar için güvenli bir konfor alanı yaratan, fikri mülkiyeti koruyan ve halkın bilgi ve belgeye erişim hakkını tanıyan sağlam bir yasal yapı taşıyan,
- Güvenli bir ortam (en yüksek standartlar, ucuz ve tehlikeli kısa yollar) sunan,
- Siber suçlar, çocuklara karşı işlenen suçlar, kurumsal bilişim suçları gibi öncelikli konuları ele alan,
- Tüm vatandaşların, özellikle en savunmasız olanların dahil olduğu bir akıllı kent vizyonu geliştirilmelidir .

1.2.Dünyada ve Türkiye’de Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Akıllı kent kavramının kökleri 1960’lardaki “cybernetically planned cities-sibernetik olarak planlanan şehirler” olarak yapılan tanımlamaya kadar dayanmaktadır. Daha sonra 1980’lerde “networked cities-ağ şehirler” kavramı gündeme gelmiştir. 1990’larda ise “smart growth movement-akılcı büyüme hareketi” kavramı konuşulmaya başlanmıştır (Çetin & Çiftçi, 2019). Güncel akıllı kent kavramı ise 2000’li yıllardan sonra uygulama alanı bulmaya ve üzerinde ciddi çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

1.2.1. Dünyada Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Akıllı kent kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte konseptler sürekli değişim ve dönüşüm geçirmiştir ve geçirmektedir. Akıllı kente dair yaklaşımlar bazen salt

teknoloji odaklı olabilmekte ve insan ile doğa unsurları göz ardı edilebilmektedir. Bazı pratik ve hızlı çözüm odaklı yaklaşımlar sonucu sürdürülebilirlik tehlikeye atılmaktadır. Daha bütünsel bir sistem çerçevesi, “akıllı” çözümlerin sürdürülebilirliği daha iyi ele almasını ve eşitlik, güç, doğa temelli çözümler ve ekolojik dayanıklılık konularını kapsamalarını sağlayabilir. Bütünsel sistem yaklaşımı, yalnızca “akıllı kentler” yaklaşımlarına kıyasla, artan endişeleri belirlemede, teknoloji, toplum ve ekosistem yönetimi arasındaki mevcut ve ortaya çıkan ilişkilerin amaçlanan ve istenmeyen sonuçlarını değiştirme ve müzakere etme fırsatlarını ortaya çıkarma ve sağlama konusunda daha etkilidir (Branny vd., 2022). Akıllı kent konseptinde sürdürülebilirliği sağlamanın bir göstergesi olarak çevre korumayı dikkate alma konusunda bir boşluk olduğundan çevresel kaynaklar üzerindeki sürekli artan baskıyı göz önünde bulundurarak, genel kaynakların makul kullanımını zorunlu kılan stratejiler oluşturulmaktadır.

Akıllı kent konseptinde modern teknolojiler genişçe bir kullanım alanı bulmaktadır. Ancak bilişim teknolojilerinin yapısal ve teknik özelliklerinden, kullanım usullerinden dolayı bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Akıllı bir şehirde, sensörler, şehrin ulaşım, sağlık ve çevre ve başka yönleri ile ilgili verileri toplamak için çeşitli yerlerde konuşlandırılır ve daha sonra analiz için merkezi bir sunucuya gönderilir. Bu noktada yapay zekâ gerçek zamanlı verilerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Yapay zekanın insan merkezli uygulamalarda konuşlandırılmasında güvenlik, sağlamlık, yorumlanabilirlik ve etik (veri ve algoritmik) zorluklar olmak üzere dört temel zorlukla karşılaşmaktadır (Ahmad vd., 2022). Akıllı kentler muazzam ölçüde veri üretmektedir. Büyük veri, şehir trafiğinin ve bakımının kapsamlı bir şekilde izlenmesi, hava ve su kalitesinin sağlanması vb. için akıllı şehirlerde yaygın olarak uygulanmaktadır (Deepa vd., 2022, s. 215). Teknolojinin kullanıldığı bir diğer alan olan elektrikli araçlar akıllı kent yapısında kendine yer bulmaya başlamıştır. Elektrikli araç ağları, araştırma ve endüstride önemli konu haline gelirken yüksek enerji tüketimi nedeniyle geleceğin akıllı kentlerinde önemli bir rol oynayacaktır (Jiang vd., 2021, s. 1869).

Geleceğin akıllı kentleri 5G iletişim ve ulaşım altyapısının gelişmesiyle birlikte, ulaşım sistemleri, elektrikli araç ağları için etkin çalışma ve maliyet optimizasyonu konusunda hizmet etme konusunda zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Gao & Zhang, 2021). 6G' nin akıllı kent konseptinde hayata geçirilmesine ek olarak iklim, eğitim, tarım, trafik, altyapı geliştirme ve ekonomik modellerdeki değişim gibi alanlar dahil olmak üzere dünyayı, özellikle şehirleri benzeri görülmemiş bir şekilde etkilemesi öngörülmektedir (Allam & Jones, 2021).

Dünya çapındaki mevcut çabalara ve girişimlere rağmen, akıllı kentlerin mevcut manzarası, önümüzdeki yıllarda ele alınması gereken teknik, sosyal ve yasal sorunların ortaya çıkabileceğini göstermektedir (Hernandez-Ramos vd., 2021). Büyük veri teknolojileri şehirlerin sürdürülebilirliği, verimliliği, esnekliği, eşitliği ve yaşam kalitesini iyileştirecek şekilde bizlere destek vermektedir ancak bu gelişmelerin kolektif avantajımıza mı yoksa dezavantajımıza mı olacağı henüz belli değildir çünkü şüphesiz tüm teknolojik gelişmelerin karanlık bir tarafı bulunmaktadır (Bibri, 2021). Yapay zekâ, bilgi işlem, 5G ve diğerleri gibi farklı teknolojilerin ortaya çıkmasıyla, üretilen veri miktarı hızla artmaktadır. Bu da güvenlik, etik sorunlar, erişim ve kullanım dahil olmak üzere bir dizi sorunu gündeme getirmektedir.

Akıllı kent araştırmaları üzerine yapılan çoğu çalışma, teknik yönlelere odaklanma eğilimindedir. Ancak vatandaş merkezli girişimler, gelecekteki akıllı kent gelişmeleri için araç olabilir (Israilidis vd., 2021). İronik bir dönüşle, akıllı kent teknolojileri, günümüz şehirlerindeki belirsizlik ve risklere karşı koymanın ve bunları yönetmenin etkili bir yolu olarak tanıtılmaktadır ancak paradoksal olarak, şehir altyapısını ve hizmetlerini güvensiz, kırılgan ve kapsamlı vandalizm biçimlerine açık hale getirmek de dahil olmak üzere yeni riskler yaratmaktadır (Kitchin & Dodge, 2019). Geleceğin akıllı kentleri için insan odaklı bir hale gelmek yeni vizyonlarla mümkün olacak gibi görünmektedir. Teknolojik üstünlük ve fütüristik söylemlere rağmen daha sosyolojik bakış açıları, akıllı kentleri insan merkezli konseptlere kavuşturma eğilimindedir.

1.2.2. Türkiye’de Akıllı Kent Uygulamalarının Değerlendirilmesi

2020-2023 Ulusal Akıllı kentler Stratejisi ve Eylem Planı insan merkezli bir bakış açısı sunmaktadır. Yetkin ve üreten akıllı kent ekosistemi bakış açısı ile geliştirilen stratejide etkin akıllı kent ekosisteminin oluşturulması, akıllı kent dönüşüm kapasitesinin artırılması, akıllı şehre dönüşümde kolaylaştırıcı ve yönlendirici ortamın oluşturulması ve şehircilik hizmetlerinde akıllı kent dönüşümü sağlanması olarak dört stratejik amaç belirlenmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Türkiye’de, sürdürülebilir gelişme esaslı bir kavram olan ve teknoloji odaklı bir yaklaşımla değerlendirilen akıllı kentler, şehirleşme için yeni bir bakış açısı olup e-belediyecilik hizmetleri ile başlayan çalışmalar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nca geliştirilen TUCBS- Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Ulusal Kent Bilgi Sistem Standartları gibi pek çok çalışmayla devam etmektedir (Kayapınar, 2017).

2016 yılında yayınlanan Türkiye Akıllı Şehirler Hazırlık Değerlendirme Raporu’na göre akıllı kent uygulamalarında en önemli güçlük finansal yeterlilik olarak belirlenirken, kritik başarı faktörü yenilikçilik olmuştur. Akıllı kent uygulamalarının vatandaşın hayatının kolaylaştırılması amacı taşıdığı tespit edilmiştir. Kurumların akıllı kent uygulamalarının en çok ulaşım ve su alanında yapıldığı kaydedilmiştir (NOVUSENS, 2016). Akıllı kentler anlamında ilk bütüncül adımı 10. Kalkınma Planı’yla atmış olan Türkiye’de, akıllı kent uygulamalarının ulaşım ve toplu taşıma, acil müdahale ve doğal afetler ile hava kalitesi takibi gibi konularda yoğunlaştığı, diğer taraftan akıllı bina, enerji, akıllı su gibi alanlarda çok az projenin bulunduğu görülmektedir (Mirghaemi, 2019, s. 43). Türkiye’de şehirlerdeki mevcut kaynakların daha verimli kullanılması için birçok belediyenin akıllı çözümler üreten firmalar ile iş birliği yapmaya başladığı tespit edilmiş olup Konya, Adana, İstanbul, İzmir, Gaziantep, Malatya gibi bazı belediyelerin akıllı kent uygulamaları dikkat çekmektedir (Erkek, 2017, s. 63).

Nohutçu ve Akpınar’ın (2022) 30 büyükşehir belediyesi ile ilgili yaptığı çalışmada akıllı kent stratejilerinin tespit edilmesinde üst politika belgeleri etkili bulunmuş, akıllı hareketlilik ile ilgili hemen hemen tüm yerel yönetimlerin bir stratejisi

bulunduğu belirlenmiştir. Ancak eylem planlarında akıllı ekonomi ve akıllı yönetim alanlarına dair çok fazla odaklanılmadığı görülmüştür. Türkiye’de akıllı kent uygulamaları yayılmakta, yerel yönetimler yeni vizyonlar, stratejiler geliştirmeye çalışmaktadır. Ancak akıllı kentler bireysel verileri sıkça kullandığından dikkat edilmesi gereken bir nokta da bunun hukuki boyutudur. Bireysel özellikte olmayıp aleni ve anonim şekle getirilmiş veya kişilerden bağımsız veriler kullanan uygulamalar, kişisel verilerin korunması açısından bir sakınca oluşturmamakta ancak bazı akıllı kent uygulamaları, kullanıcıların şehirli olması açısından kişisel verilerini kullandığından bu uygulamaların kişisel verileri 6698 sayılı kanunda yer alan usule uygun şekilde işleyip işlemediği meselesi hukuki bir değerlendirmeye muhtaç kalmaktadır (Hayta, 2021, s. 936-937).

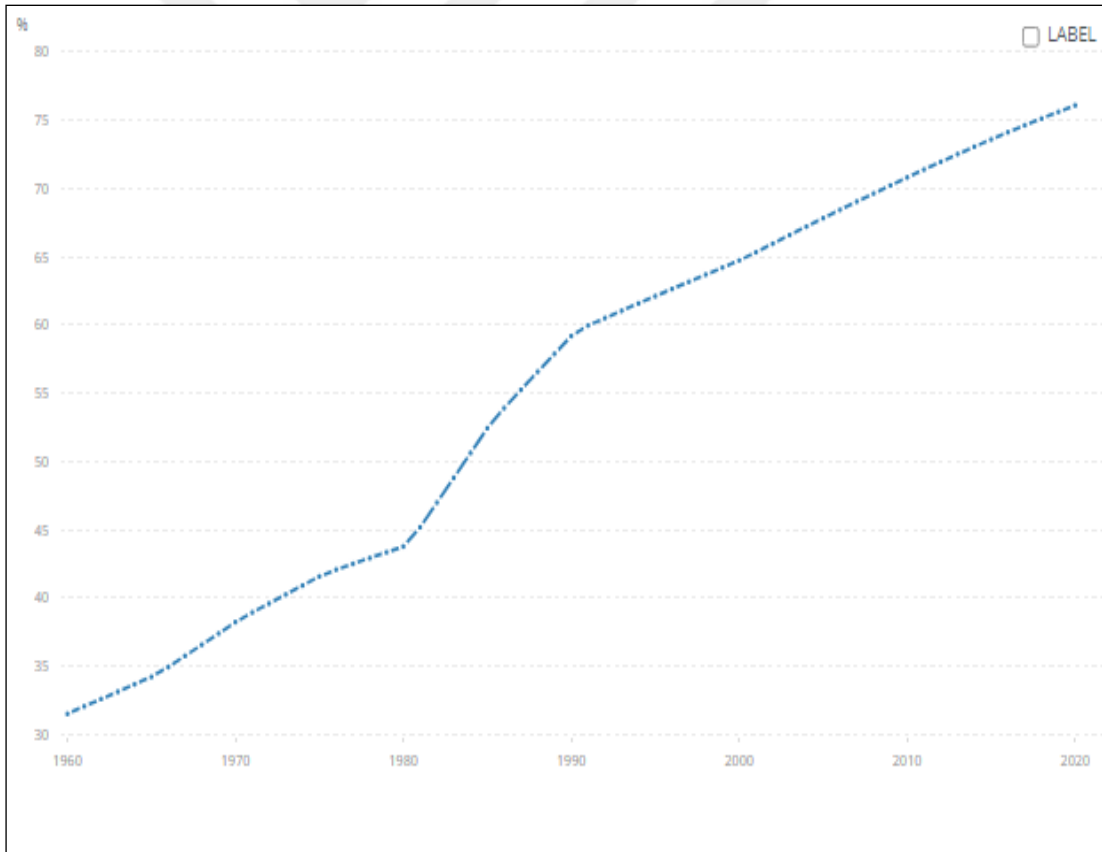
Kentleşme süreciyle tanışma dünyanın her yerinde aynı zamanda olmamıştır. Türkiye kırdan kente göç olgusu ile 1950’li yıllarda tanışmış olup Türkiye en başından beri kentleşmesini ağ türü ilişkiler içerisinde yaşamıştır (Işık & Pınarcıoğlu, 2013, s. 96). İkinci dünya savaşının bitişiyle 1950’lerde yaşanan bazı durumlar tüm dünyayı etkilediği gibi Türkiye’de de değişimlere ön ayak olmuştur. Kır- kent nüfus dengesinde ortaya çıkan değişim İkinci Dünya Savaşı sonrasında köklü politika değişiklikleriyle bir arada gerçekleşmiş, Türkiye’nin de iç dengelerini etkileyen değişim demografik verilerde de kendini göstermiştir ve kentsel sorunun belirgin bir nitelik kazanmasına neden olmuştur (Günlü, 2002, s. 278). Kentleşme büyük göç dalgalarıyla ve hareketli bir süreç şeklinde yaşanmıştır. Ülkemizde kentleşme 1950’li yıllarda hızlanan makineli tarım, bunun sonucu olarak ortaya çıkan toprakta mülksüzleşme, işsizlik, büyüyen ekonominin çekim gücü, yüksek orandaki nüfus artışı, büyük bir nüfusun kırlardan kentlere doğru akmasına neden olmuş ve bu durum kentleri büyütüp başkalaştırmıştır (Önen, 2002, s. 29).

Sanayileşme dalgası 20. yüzyılın ortalarından sonra Türkiye’de etkisini göstererek kentleri daha çekici hale getirmiştir. Türkiye’de 1950 ile 1980 yılları arasında kitlesel göçler yaşanmış ve emek kırsal alandan kente kaymıştır (Kaldık, 2017, s. 29) . Kentleşmenin küresel anlamda ortak bazı etkileri olsa da farklı coğrafyalarda farklı etki ve dinamiklere sahiptir. Türkiye’nin kentleşme sürecinde,

bölgeler arasındaki ekonomik gelişme farklılıklarının gün geçtikçe büyümesi, öncesinde göç alan yerleşim yerlerinin daha çok göç almasına sebep olurken; endüstri, turizm ve tarım faaliyetlerinin gelişmesiyle türeyen ve zamanla güçlenen yeni çekim merkezleri de ortaya çıkmıştır (Ekşi & Gürün, 2020, s. 85).

Türkiye’de 1960 yılında nüfusun yaklaşık %32’si kentlerde yaşarken 2000 yılında bu oran %65 olmuştur (Işık, 2005, s. 60). 2007 yılında ise il ve ilçe merkezlerinde yaklaşık 50 milyon insan yaşamaktaydı (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021). TÜİK, 2021 yılı verilerine göre toplam 78.908631 kişinin il ve ilçe merkezlerinde yaşadığını böylelikle kentsel nüfusun oranının %93,18 olduğunu belirtmiştir. Şekil 2’de 1960-2020 arasında kent nüfusu yüzdesi görülmektedir.

Şekil-2: Türkiye’nin 1960 ve 2020 Yılları Arasındaki Kent Nüfusu Yüzdesi



Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, 2021.

1.3.Akıllı Kent Modelleri

Akıllı kent kavramının ortaya çıkışından beri kavram farklı açılardan değerlendirilmiş, çeşitli akıllı kent modelleri ortaya konmuştur. Cohen (2012) modelinde akıllı şehrin bileşenlerini akıllı ekonomi (girişimcilik- inovasyon, verimlilik ve lokal-global bağlantı), akıllı çevre (yeşil binalar, yeşil kentsel plan ve yeşil enerji), akıllı yönetim (talep ve arz tarafı politikasını etkinleştirme, şeffaflık ve ulaşılabilir veri, bilgi ve iletişim teknolojileri & e- devlet), akıllı yaşam (kültürel canlı, güvenli, sağlıklı), akıllı mobilite (temiz ve motorsuz seçenekler, karma model erişimi, bilgi ve iletişim teknolojileri) ve akıllı insanlar (yaratıcı, kapsayıcı toplum, 21'inci yüzyıl standartlarında eğitim) olarak belirlemiştir.

Akıllı Kent Referans Modeli (SCRM) akıllı, sürdürülebilir kentsel gelişim için planlamayı desteklemek üzere ihtiyaç duyulan yenilik politikalarını ve süreçlerini belirlemek üzere tasarlanmıştır. Bu model şehir istihbaratı ve inovasyon hizmetlerine yönelik yetenekleri desteklemek için entegre bilgi ve iletişim altyapısı ve teknolojileri de dahil olmak üzere yedi şehir katmanı/aşamasıyla akıllı kent gelişimi için gereken iş yelpazesinin derinlemesine bir kavramsallaştırmasını sunmaktadır (Zygiaris, 2013, s. 271).

Petrova-Antonova ve Ilyeva (2019) akıllı kent ve kaynak ölçüm metodolojisine dayalı Dijital İkiz Modeli geliştirmiştir. Bu model uygun sistem ve göstergeler aracılığıyla sanal katmanı şehrin somut katmanı ile bütünleştirmektedir. Yine Petrova-Antonova ve arkadaşları (2018) EEE, ACM, Elsevier ve Springer'ı içeren sistematik literatür taraması sonucu akıllı kenti oluşturan akıllı doğa, akıllı yaşam, akıllı hareketlilik, akıllı yönetim, akıllı insanlar ve akıllı ekonomiden oluşan altı tematik alan belirlemiştir (Tablo-5).

Tablo-5: Akıllı Kent Göstergelerinin Sınıflandırılması

Akıllı Doğa	Akıllı Yönetim	Akıllı Ekonomi	Akıllı Hareketlilik	Akıllı İnsanlar	Akıllı Yaşam
Su	Şeffaf yönetim	İstihdam	Toplu taşıma	Eğitim-kalite seviyesi	Sağlık
Kirlilik	Karar vermede katılım	Ekonomik gelişim	Toplu taşıma alternatifleri	Sosyallik	Yaşam
Tüketim	Kamusal-sosyal hizmetler	Yaratıcılık	Trafik yönetimi	Hayat boyu öğrenme	Güvenlik
Enerji	Sürdürülebilir ve akıllı kent stratejileri	Girişimcilik	Yaratıcı taşımacılık stratejileri	Demografi	Kültür
Toprak	Yönetim verimliliği	Gömülülük	Lojistik	Kişisel eğilim	İkamet-Bina
Yeşil çevre			BİT	Sosyal uyum	Turistik cazibe merkezleri

Kaynak: Petrova-Antonova vd., 2018.

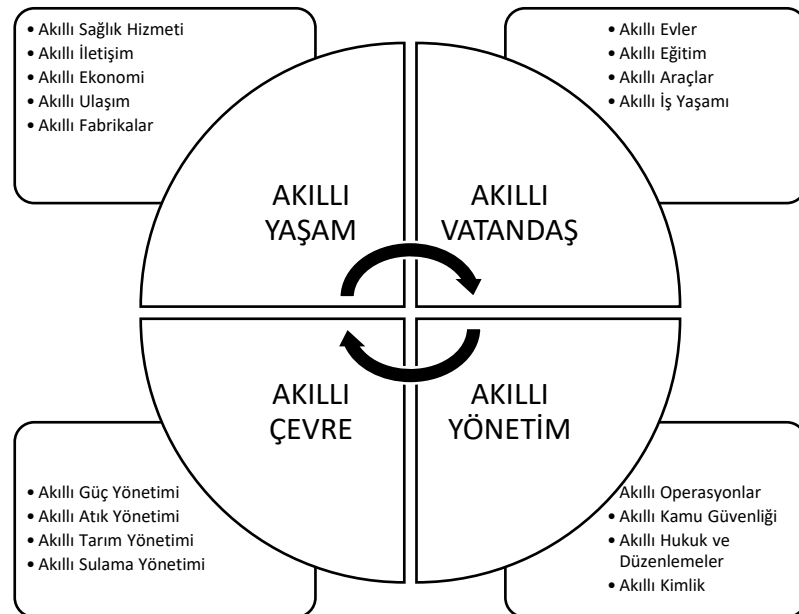
Tablo-5 da altı tematik alanın sınıflandırılması ve bu sınıflandırmaların kendi içerisinde bölümlere ayrıldığı belirtilmektedir. Akıllı kent göstergelerinde her bir bölümün ayrı ayrı ele alındığı ve sınıflandırıldığı akıllı kent planlamasında önem arz etmektedir.

1.4.Akıllı Kent Bileşenleri

Akıllı kent teknoloji ve bilişim dünyasında yaşanan gelişmeler tarafından üretilen ve şekillendirilen bileşenlere sahiptir. Bu bileşenler sürekli güncellenmekte ve farklı şekillerde ele alınmaktadır. Akıllı altyapı, akıllı insanlar, akıllı mobilité, akıllı ekonomi, akıllı yaşam, akıllı yönetim ve akıllı çevre akıllı bir kentle ilgili tüm temaların temelini oluşturmaktadır (UNESCO, 2016). İlgili literatür tarandığında akıllı kent bileşenlerine her geçen gün yenisinin eklendiği görülmektedir. Farklı öneme sahip “akıllı” parametreler akıllı kent konseptlerinin tasarlanmasında etkili olmaktadır. Her bir birleşen etki alanı ve etki gücü ile özünde ayrı bir önem taşımaktadır. Ancak akıllı kent bileşenleri bağımsız hareket etmemekte, daha çok yaşam kalitesinin artmasına birlikte katkıda bulunarak birbirlerini etkilemektedirler (Stoica vd., 2021, s. 18).

Javed ve arkadaşları (2022, s. 2) yaptığı çalışmada bir kenti akıllı hale getirmek için 360 derecelik bir teknolojik kapsama alanının gerektiğini ancak akıllı kent tamamlayıcı teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte sürekli dönüşüm yaşandığını belirtmiştir. Çalışmadaki akıllı bir kentin akıllılık bileşenleri Şekil 3’te sunulmuştur.

Şekil-3: Akıllı Şehirde 360 Derece Akıllılık



Kaynak: Javed vd., 2022

Şekil-3 de Akıllı şehirlerin entegre bir yaşam alanı oluşturulmasında yönetsel, çevresel ve insani boyutta gereksinimleri ortaya konulmaktadır.

Giffenger modeline göre akıllı kent, kendi kendine karar veren, bağımsız ve bilinçli vatandaşların “akıllı” yetenekleri ve etkinlikleri üzerine inşa edilmiş, iyi performans gösteren bir şehir olup akıllı ekonomi, akıllı çevre, akıllı yönetim, akıllı yaşam, akıllı mobilite ve akıllı insanları içermektedir (Giffenger & Haindl, 2010, s. 708-709). Giffenger modelinin bileşenlerine dair ayrıntılar Tablo 6’te sunulmuştur.

Tablo-6: Akıllı Kent Bileşenleri

Akıllı Ekonomi	Akıllı İnsanlar	Akıllı Yönetim
- Yenilikçi ruh - Girişimcilik - Ekonomik imaj ve ticari markalar - Verimlilik - İş piyasasının esnekliği - Uluslararası yerleşiklik dönüştürme yeteneği	- Nitelik düzeyi - Hayat boyu öğrenmeye yatkınlık - Sosyal ve etnik çoğulculuk - Esneklik - Yaratıcılık - Kozmopolitlik/A çık fikirlilik - Kamusal yaşama katılım	- Karar alma süreçlerine katılım - Kamu ve sosyal hizmetler - Şeffaf yönetim - Siyasi stratejiler ve perspektifler
Akıllı Mobilite	Akıllı Çevre	Akıllı Yaşam
- Yerel erişilebilirlik - Uluslararası- ulusal erişilebilirlik - BİT altyapısının mevcudiyeti - Sürdürülebilir, yenilikçi ve güvenli ulaşım sistemleri	- Doğal koşulların kirlenmemesi - Kirlilik - Çevre koruma - Sürdürülebilir kaynak yönetimi	- Kültürel tesisler - Sağlık koşulları - Bireysel güvenlik - Konut kalitesi - Eğitim tesisleri - Turistik-Sosyal uyum

Kaynak: Giffenger ve Haindl, 2010, s. 708-709.

1.4.1. Akıllı Enerji

21. yüzyılda sürdürülebilir kalkınma için kentleşme ve enerjinin ciddi zorluklarının yanı sıra bilgi ve iletişim teknolojisinin (BİT) hızlı gelişimi, yeni “akıllı kent” ve “akıllı enerji” kavramlarını doğurmuştur (Liang vd., 2020). Akıllı enerji sistemi literatürde üç farklı şekilde ele alınmaktadır. Bazı çalışmalarda bir enerji sisteminin zekâ seviyesi ile birlikte kontrol ve yönetim performansına odaklanan “akıllı” kelimesi vurgulanmaktadır. Bazı çalışmalarda “enerji”, enerji sistemlerinin evrim yoluna odaklanan akıllı bir enerji sisteminin özüdür. Bir diğer odaklanılan nokta ise çeşitli enerji sistemlerinin entegrasyonunu sistematik bir perspektiften ele alan “sistem” dir (Xu vd., 2020, s. 62).

Akıllı enerji sistemlerinin geliştirilmesi, değişken yenilenebilir enerji kaynaklarını entegre etme esnekliği sağladığından, evrensel enerji erişimine sahip karbondan arındırılmış yenilenebilir enerji tabanlı bir topluma geçişin çok önemli bir etkinleştiricisidir (Razmjoo vd., 2022, s. 248). Akıllı enerji, esas olarak elektrik kullanımının ve elektrik tüketiminin izlenmesinin akıllı yönetimini ifade etmekte olup akıllı sokak lambaları veya dinamik ortam aydınlatması kullanım alanlarına örnek olarak verilebilir (Liebert & Wodarski, 2020, s. 104).

1.4.2. Akıllı Bina

Akıllı bir bina, gelişmiş ve entegre bina teknolojisi sistemlerinin kurulumunu ve kullanımını içerir. Bu sistemler bina otomasyonu, can güvenliği, telekomünikasyon, kullanıcı sistemleri ve tesis yönetim sistemlerini içerir (Sinapoli, 2010, s. 1-5). Akıllı bir binada, bina sakinleri için enerji verimli, konforlu ve güvenli bir ortam oluşturmak için fiziksel ve hesaplamalı unsurlar entegre edilmiştir (Eini vd., 2021, s. 39). Özellikle Nesnelerin İnterneti teknolojisinin gelişmesi sonucunda internete bağlı cihazlardan oluşan akıllı bir ev ortamı yenilikçi ve akıllı hizmetler sunarak akıllı bir ev ortamı oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Ağ üzerinden aynı anda bilgileri kontrol etmek ve paylaşmak için akıllı işlevselliğe sahip birden fazla nesneyi veya cihazı bağlayan Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinin özellikle güç verimliliği, konfor ve

güvenlik alanlarındaki katkılarıyla akıllı ev sistemleri büyük ölçüde gelişim göstermektedir (Widjaja vd., 2022).

Akıllı binalar, teknolojinin en fazla ayarlanabilir anahtar ve termostatlarda kullanıldığı dinamik bir “yaşayan” organizma olarak düşünülür. Akıllı bir binada (akademik, ticari, konut vb.), ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi, cihazlar, fiş yükleri ve bilgi teknolojisi (BT) cihazları vb. dahil yüzlerce unsur dikkate alınmalıdır (Aguilar vd., 2021). Sakinlerinin sorunlarına otomatik ve akılcı çözümler üreten mevcut akıllı bina sistemleri insan hayatını kolaylaştırabilse de güvenlik ve maliyet gibi bazı sorunlar bulunmaktadır. Sayısız sistem ve uygulama içeren akıllı bir binada özellikle güvenlik ve enerji yönetimi önem taşımaktadır.

1.4.3. Akıllı Ulaşım

Kentsel yığılmanın bir sonucu olarak modern kentlerin karşılaştığı problemlerden biri ulaşım'dır. Ulaşım'da karşılaşılan sorunların üstesinden gelebilmek adına akıllı sistemler kullanılmaktadır. Akıllı ulaşım, trafik yönetimini iyileştirmek, karayolu ulaşım ağlarının verimliliğini artırmak ve çevresel maliyetleri azaltmak için algılama, analiz, kontrol ve iletişim teknolojilerini kullandığımız bir durum olarak tanımlanabilir (Zhao vd., 2022). Akıllı ulaşım sistemi, trafik kazalarında ve ulaşım maliyetlerinde önemli bir azalma sağlamak ve ulaşım sistemlerinin yönetimini iyileştirmek için daha iyi bilgi ve iletişim teknolojilerini yapılandırmayı amaçlamaktadır (Abdel-Basset vd., 2022, s. 2523). Akıllı ulaşım, kentsel ulaşım yönetimini ve davranışlarını değiştirir, mevcut ve geçmiş trafik sıkışıklığına dayalı olarak yoğun nüfuslu yolları tahmin eden ve alternatif yollar öneren bir trafik yönetim sistemi kurar (Yan vd., 2020, s. 8).

Akıllı ulaşım, çeşitli gerçek zamanlı yol kenarı uygulamalarına ve navigasyona yardımcı olmak için teknolojik olarak etkinleştirilmiş akıllı araçları ve trafik sistemlerini içeren bir düzenleme olarak gezginler için rotaları, varış noktalarını, yol koşullarını ve trafik seviyesini belirlemede gecikme oranını azaltmaktadır (S & Almutairi, 2023, s. 1-2). Yeni teknolojilerin akıllı ulaşım sistemlerinde kullanılması ile sistemin sorunlarının çözümü amaçlanmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT)

sayesinde gerçek zamanlı ve açık verilerin kullanılabilirliği, akıllı ulaşım sistemlerinin performansını iyileştirme imkanı sunmaktadır (Kazmi vd., 2022, s. 86). Akıllı şehirlerde ulaşımın geleceği, daha az enerji tüketen, daha az kirleten ve yollar, yayalar, yol işaretleri, ışık direkleri dahil altyapıyla iletişim kuran daha verimli ve daha akıllı araçlarla ilgilidir. IoT, gelecekteki ulaşımın sürdürülebilir bir modelini sunmakta ve altyapı zorluklarından yönetim verimsizliğine kadar sorunları ele almaktadır (Derawi vd., 2020, s. 1).

1.4.4. Akıllı Sağlık

Akıllı sağlık, tıbbi ekipmanın uzaktan akıllı işletimini ve bakımını gerçekleştirebilir, hastanelerin doktorlar, ekipman ve hastalar arasında bağ kurabilen akıllı tıbbi tedavi ve şeylerin akıllı yönetimini gerçekleştirmesine yardımcı olabilir (Chen vd., s. 1). Akıllı sağlık hizmetleri konseptini güçlendirmek için akıllı ambulans yönlendirmesi, sağlık verileri için çevrimiçi hasta izleme, hemşire planlaması ve blok zinciri özellikli güvenlik sistemi de akıllı kentlerde sağlık sistemini desteklemek için önem taşımaktadır (Poongodi vd., 2021, s. 12233). Akıllı sağlık, hastalar ve klinikler/hastaneler için çok önemlidir çünkü tedavileri iyileştirir, hastaların yaşam kalitesini artırır ve maliyetleri düşürür, bilgi ve iletişim teknolojileri ile hizmetlerin ve uygulamaların zamanında ve her yerde sağlanmasına olanak tanır (Vergütz vd., 2020, s. 91).

Mobil sağlık, akıllı şehirler, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve büyük veri teknolojileri arasındaki doğal sinerjinin bir sonucu olarak anlaşılan akıllı sağlık (Maria de Fuentes vd., 2018, s. 45) temelinde, mobil sağlık ve akıllı şehirler ilkelerini yeniden kullanarak sağlığı dağıtılmış, özel, güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde toplum içinde daha yüksek bir konuma yükseltmeyi amaçlamaktadır (Solanas vd., 2014, s. 77). Akıllı şehirlerde insanların yaşam standardını ve refahını artıran akıllı cihazların yanı sıra gelişmiş teşhis ekipmanlarını içeren, hastaların daha iyi teşhis ve tedavileri ile sonuçlanan bir teknoloji olan akıllı sağlık sistemleri, yaşlıların daha rahat ve bağımsız yaşamalarına yardımcı olmak, ev aletlerinin otomatik kontrolü ve acil bir durumda tıbbi yardımın bildirilmesi gibi bir dizi akıllı hizmetin sağlanmasını mümkün kılabilmektedir (Ogundoyin & Kamil, 2021, s. 102).

1.4.5. Akıllı Eğitim

Akıllı eğitim, öğrenme ortamlarında akıllı teknolojilerin, akıllı pedagojilerin ve teknolojik tasarımın kullanımını vurgulayan teknoloji destekli eğitim paradigması olarak kabul edilmektedir (Li ve Wong, 2021, s. 189). Akıllı eğitim, internet özellikli akıllı cihazlar aracılığıyla kapsayıcı, her yerde bulunan, akıllı ve etkileşimli öğrenme erişimi anlamına gelmekte ve yapay zeka ile eğitimi birleştirmektedir (Gao B. , 2023, s. 1). Akıllı eğitim sistemleri, kablosuz ağ üzerinden dijital hizmetlere erişmek için akıllı cihazlar kullanmakta ve öğrencilere kişiselleştirilmiş, kesintisiz bir öğrenim fırsatı sunmaktadır. Nesnelerin internetine dayalı akıllı eğitim, uzaktan öğretimi ve gerçek sahne öğretimini gerçekleştirebilir ve öğrenciler, öğrenme ilgisini ve öğrenme verimliliğini büyük ölçüde artırabilecek öğrenme yerini ve zamanını özgürce seçebilirler (Fu, 2022, s. 1).

Akıllı eğitim, öğrencilerin katılımını artırmak ve öğretmenlerin öğrenci yeteneklerini ve öğrenci motivasyonunu belirlemelerine olanak sağlamak için daha dinamik, etkileşimli ve görünür bir yol sağlamak adına dijital yönelim çağı tarafından benimsenen bir öğrenme aracıdır (Omonayajo vd., 2022, s. 1549). Özü akıllı teknolojileri kullanarak akıllı ortamlar oluşturmak, böylece kişiselleştirilmiş öğrenme hizmetleri sunmak ve öğrenenleri güçlendirmek için akıllı pedagojileri kolaylaştırmak olan dijital çağda öğrenmeyi tanımlayan bir kavram olarak kabul edilen akıllı eğitim daha iyi değer yönelimine, daha yüksek düşünme kalitesine ve daha güçlü davranış yeteneğine sahip bilgeliği teşvik etmektedir (Zhu vd., 2016, s. 6). Akıllı eğitim, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme hizmetleri sağladığı ve daha iyi bir değer yönelimine sahip olduğu için akıllı öğretim yöntemlerinin basitleştirilebilmesidir (Han ve Xu, 2021, s. 1).

İKİNCİ BÖLÜM-BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ

Çalışmanın ikinci bölümünde blok zinciri teknolojisinin kavramsal çerçevesi sunulacak olup ayrıca blok zincirinin çeşitleri, olumlu-olumsuz yönleri, kullanım alanları ve akıllı kent konseptindeki yeri ele alınacaktır.

2.1. Blok Zinciri Teknolojisi

Yeni bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), dünyanın çalışma şeklini değiştirmekte, çağdaş toplumun sorunlarıyla (yoksulluk, göçler, sürdürülebilir kalkınma zorlukları, yönetim vb.) yüzleşmek için yeni araçlar sağlamaktadır. Bunların arasında blok zinciri, işleri tamamen farklı ve yenilikçi bir şekilde yapabilen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Mora vd., 2021, s. 1). “Blockchain” ilk olarak 2010 yılında Bitcoin içerikli bir yazıda Satoshi Nakamoto tarafından ifade edilmiştir (Nair & Sutter, 2018, s. 533).

Nesnelerin interneti (IoT) ve 5G desteği ile milyarlarca insan ve yüz milyarlarca makinenin birleşeceği bir ağda büyük veri sistemlerine akan verilerin güvenliği ve işlemlerin verimliliği ancak endüstri 5.0 evresine geçişte dönüm noktalarından biri olan blok zinciri teknolojisine bağlıdır (Yanık, 2021, s. 163). Blok zinciri teknolojisi devletler, bankalar, takas merkezleri gibi merkezileşmiş otoriter yapılarının aşırı merkezi hale gelmiş güçlerini kırma amacı taşımaktadır (Akcagündüz, 2021, s. 3).

Blok zinciri kavramına geçmeden Dağıtılmış Defter Teknolojisi(DLT-Distributed Ledger Technology) ve P2P (peer to peer- eşler arası) kavramları üzerinde kısaca durmak faydalı olacaktır. Dağıtılmış defter teknolojisi, işlemlerin ve ayrıntılarının aynı anda birden fazla yerde kaydedildiği varlıkların işlemlerini kaydetmek için dijital bir sistemdir. Geleneksel veri tabanlarından farklı olarak, dağıtılmış defterlerin merkezi veri deposu veya yönetim işlevi yoktur (Troy & Pratt, 2021). Merkezi sistemlerde dataların tek merkezde tutulmasından dolayı merkezi sistemler siber saldırılara uğrayabilmekte, veriler manipülasyona açık hale gelebilmekte ve cihaz sayısında görülen artışla talepleri karşılamada zorluk yaşayabilmektedir. Dağıtık defter teknolojisinde ise veriler dağıtılmış bir şekilde saklanmakta ve yönetilmektedir (Şafak vd., 2021, s. 36). Blok zinciri, verileri

geleneksel veri tabanları gibi saklamak yerine, ağdaki tüm kullanılabilir düğümleri bir defterde çoğaltan ve koruyan bir listeyi depolamak için kullanılan bir sistemdir (Maidamwar vd., 2021, s. 1).

Eşler arası ağ (Peer to peer-P2P), işleminin temelini merkezi olmayan dağıtılmış bilginin oluşturduğu, sistem mimarisinin farklı seviyelerinde uygulanan bir teknoloji konsepti olup başlıca özellikleri, eş sistemler arasında doğrudan etkileşim ve veri alışverişidir (Mauthe & Hutchison, 2003, s. 1). Merkezi olmayan veya dağıtılmış doğasıyla eşler arası mimaride multimedya dosyaları gibi kaynaklar, merkezi bir sunucu yerine son kullanıcıların makinelerinde (ana bilgisayarlar veya eşler) depolanır ve istemci/sunucu modelinin aksine, kaynaklar doğrudan eşler arasında aktarılır. Bu nedenle, bu modelle, küresel internette depolanan veya çoğaltılan kaynaklar tam olarak kullanılabilir (Liu vd., 2003, s. 178).

Merkezi olmayan bir bilgisayar ağı tarafından bloklara ayrılmış eşler arası dijital bölümlerin bir kaydı olan blok zinciri Bitcoin, Ethereum ve diğer kripto para birimlerinin arkasındaki dağıtılmış defter teknolojisidir (Masters vd., 2017, s. 1-2). Yeni bir çağın yeni şafağını işaret eden blok zinciri, merkezi olmayan bilgi teknolojisinde çığır açan bir yenilik olarak başlangıçta Bitcoin'in (ilk 2009'da piyasaya sürülmesinden bu yana son derece hızlı gelişen merkezi olmayan kripto para birimi) temel alt yapısı olsa da potansiyel uygulaması kripto para birimi ve finansal varlıkların çok ötesine ulaşmıştır (Feng vd., 2019, s. 45).

Blok zinciri terimi peer to peer (eşler arası-P2P) ağ yönetimi, konsensus mekanizması ve daha fazlasını kapsayan, tümü merkezi olmayan bir uygulamanın oluşturulmasına katkıda bulunan bir dizi kavramı içermektedir (Koshik, 2019, s. 7). Başlangıçta merkezi olmayan bir platform olarak kullanılması amaçlanan blok zinciri hem merkezi olmayan hem de dağıtılmış paradigmaların özelliklerine sahip bir sistem olarak düşünülebilir (Bashir, 2018, s. 12). Blok zinciri teknolojisi, merkezi olmayan dağıtılmış hesaplarda güvenlik mekanizmalarını kullanarak korumalı işlemleri depolamak olarak tanımlanabilmekte ve teorik olarak ağ oluşturma, veri aktarımı veya akıllı cihazların depolanması için kullanılabilir (Yıldızbaşı, 2021, s. 186). Blok

zinciri, işleme ve dijital olaylara dahil olan tüm paydaşlarla güvene dayanmadan (güvensiz), zaman damgasına ve işlem verilerine dayalı olarak verileri yürütmek ve değiş tokuş etmek için kullanılan bir kriptografik çerçevedir (Maidamwar vd., 2021).

Blok zinciri, dağıtılmış konsensüs algoritması, kriptografik hash ve dijital imzalar dahil olmak üzere çeşitli temel teknolojiler tarafından desteklenen merkezi olmayan bir ortamda çalışır (Bhushan vd., 2020, s. 7). Birden fazla lokasyonda depolanmış dijital veri tabanlarının yaratımını mümkün kılan dağıtık defter teknolojilerinin en gelişmiş tasarımı olan blok zinciri, eşler arasında konsensus tabanlı bir algoritma aracılığıyla işlemleri kaydeder ve yayınlar (Calvao & Gronwald, 2019, s. 2). Verileri kaydetme şeklimizde devrim yaratan blok zinciri teknolojisi, kayıtlarımızın kalitesini “güvenilir olabilecek kayıtlardan” “güvenin mutlak olduğu kayıtlara” kadar radikal bir şekilde iyileştirmemize izin vereceğinden, insan uygarlığında bir başka önemli kilometre taşı olarak kabul edilecektir (Sarajoti vd., 2022). Eşler arası ağda merkezi olmayan ve dağıtılmış bir kamu defteri teknolojisi olarak blok zinciri, verileri doğrulamak ve depolamak için bağlantılı bir blok yapısı kullanmakta, verilerdeki değişiklikleri senkronize etmek için güvenilir konsensus mekanizmasını uygulayarak verileri depolamak ve paylaşmak için zarar verilmeye karşı korumalı bir dijital platform oluşturmayı mümkün kılmaktadır (Feng, vd., 2019, s. 45).

Blok zinciri, verilerin kriptografik ilkeler kullanılarak güvenli hale getirilmiş bloklarda saklandığı merkezi olmayan bir dijital defter olup ana bileşenleri sunucu, işlem, blok (işlemler kümesi), defter (işlemlerin kaydedildiği yer) ve hash (algoritma)'tir (Chang vd., 2022, s. 191). Çeşitli tasarım özellikleriyle, güvenli ve ideal olarak değiştirilemez bir defter veya bilgi işlem koleksiyonu haline getirilen blok zinciri, karmaşık algoritmalar kullanarak verileri depolayan bilgi bloklarından veya kayıtlardan oluşmaktadır. Bloklar birbirine bağlanmakta veya zincirlenmekte ve birden çok güvenilir kaynaktan oluşan bir eş ağına dağıtılmaktadır (Hirsh & Alman, 2020, s. 14-15). Blok zinciri, her işlemin kriptografik olarak doğrulandığı ve tüm madencilik düğümleri tarafından imzalandığı bir genel defter yardımıyla taahhüt

edilen tüm işlemleri depolayabilen sürekli büyüyen bir blok zinciridir (Bhushan, vd., 2020, s. 3).

Blok zinciri, işlemlerle ilgili verileri depolayan ve gizlilik, hesap verebilirlik ve ademi merkezîyetçiliği sağlayan ağ bağlantılı bir veri sistemi olarak tanımlanabilir (Maidamwar vd., 2021). Bilgi teknolojisinin önemli bir bileşeni olan blok zinciri dağıtılmış veri tabanı üzerinde çalışan bir tür şifreli veri kayıdır (Paul vd., 2021, s. 189). Blok zinciri, kullanıcılardan çok sayıda kaydı kabul eden bir veri tabanı biçimi olarak tanımlanabilir. Bu kayıtlar, blok olarak da bilinen bir veri sayfasına yerleştirilir ve zamanla bu kayıtlar artar, oluşturulan bloklar birbirine zincir şeklinde bağlanır (Vonitsanos vd., 2021). Özünde işlem verilerini kaydeden bir dağıtık defter olan blok zincirin geleneksel yöntemlerden farkı, işlemlerin blok zinciri protokolü tarafından özelleştirilmiş bir konsensüs algoritması ile doğrulanıyor olmasıdır (Gatto & Bourne, 2019, s. 16). Yeni bir bloğun önceki bloğa değişmez olarak bağlandığı işlemler dizisi blok zincirinin önemli bir özelliği de birden fazla taraftaki işlemleri aynı anda doğrulayabilmesidir (Tsui, 2017, s. 1-2).

Bir blok, yalnızca bir araya getirilmiş ve mantıksal olarak organize edilmiş bir işlem seçimidir. İşlem, bir göndericinin hesabından bir lehtarın hesabına nakit transferi olayı gibi bir olayın kayıdır. Blok, işlemlerden oluşur ve boyutu, kullanılan blok zincirinin tipine ve tasarımına bağlı olarak değişir (Bashir, 2018, s. 19).

Blok zincirinin üretim ve çalışma prensibi şu şekildedir (Fu & Zhu,2021,s.23):

- Gönderen verileri dijital olarak imzalar,
- İmza verileri blok zinciri ağında yayınlanır,
- Alıcılar konsensüs kimlik doğrulaması (veri ve gönderenin kimliğini onaylar) yapar,
- Alıcılar sırasıyla blok zincirini oluşturur,
- Blok zinciri ve alınan veriler alıcılar tarafından depolanır (blok zinciri ve alınan veriler birlikte veya ayrı ayrı saklanabilir).

Blok zinciri teknolojisi (Maidamwar vd., 2021);

- Tıbbi ve araştırma verileri de dahil olmak üzere daha güvenli bir veri paylaşım sisteminin oluşturulmasıyla sağlık hizmetlerinde,
- Orijinal içeriği korumak ve ayrıca müzik endüstrisinden gelen telif ücretlerini takip etmek için eğlence sektöründe,
- Sınır ötesi ödemeler için daha iyi bir platform sağlayarak ve kara para aklamayı önleme izleme sistemleri oluşturarak bankacılık sektöründe,
- Nesnelerin interneti (IoT) sistemlerinin izlenmesi için,
- Kişisel kimlik güvenliği sağlayarak kimlik hırsızlığını neredeyse ortadan kaldırmada,
- Tedarik zinciri ve lojistiği izleyerek ulaştırma ve lojistik sektöründe,
- Oy mekanizmasını güvence altına alarak seçmen sahtekarlığını ve seçime müdahaleyi önlemede,
- Gayrimenkul işleme için daha iyi bir platform sağlayarak konut ve altyapı sektöründe kullanılabilmektedir.

Blok zinciri, insan veya insan dışı olmalarına bakılmaksızın, özerk aktörler arasında tamamen dağıtılmış bir işlem ağıdır (Schneider vd., 2020, s. 1185-1186). Katılımcılar arasında değişebilen mesaj formatlarını yöneten bir kural seti protokolüne sahip olan blok zincirinin temel inovasyonu işlemlerdeki katılımcılar arasında güvenilir bir ilişki ya da merkezi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan bir uzlaşma sağlayabilmesidir (Ryan & Donohue, 2017, s. 87). Blok zinciri teknolojisi, koordinasyonun bir yönü olarak işlemlerin içeriği ve geçerliliği hakkında fikir birliği yoluyla karar almayı gerçekleştirmektedir. İşlemler ancak katılımcıların çoğunluğu bunları doğruladığında gerçekleştirilebildiğinden, blok zinciri fikir birliği açısından güvenlidir (Kramer vd., 2022).

Blok zinciri, merkezi olmayan altyapısı ve P2P (eşler arası ağ) doğası nedeniyle oldukça takdir edilen, Bitcoin devriminin arkasındaki altyapıdır (Sabah Sabry vd., 2019, s. 1821-1830). Bir blok zinciri (ve daha genel olarak bir DLT) birbirine bağlı dört çekirdek katmana sahiptir (Ciotta vd., 2021, s. 3). Bunlar;

- 1) Defter (blok zincirleri durumunda bloklar halinde gruplandırılmış işlemlerin kaydı)
- 2) Eşler arası (P2P- peer to peer) bir ağ
- 3) Yönetişim (konsensüs kuralları) içeren bir protokol
- 4) Bilgilerin sistemden akmasına izin veren ilişkileri (esas olarak akıllı sözleşmeler) içeren bir uygulama (veya veri) katmanıdır.

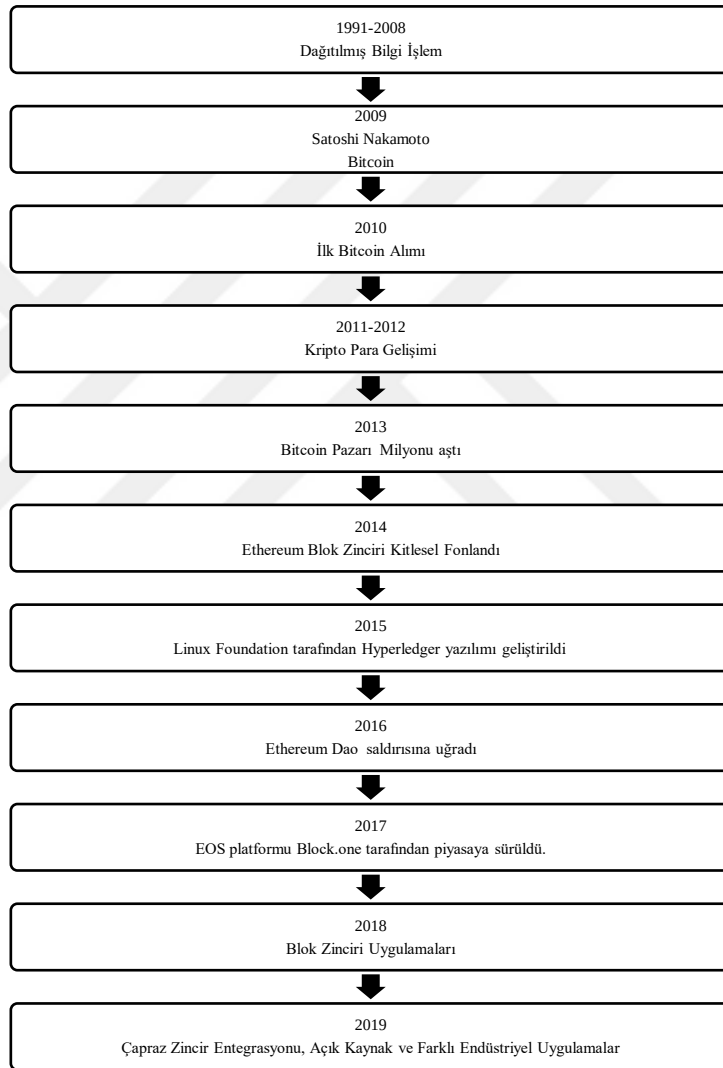
Blok zincirine katılan üyelerin her biri, bilgilerin kendi kopyasını tutmakta ve tüm üyeler, güncellemeleri toplu olarak doğrulamaktadır. Bilgi, bir işlem, sözleşmeler, varlıklar, kimlikler veya dijital biçimde tanımlanabilecek pratikte başka herhangi bir şey olabilmektedir (Barenji, 2022, s. 1452). Güvenlik, performans, ölçeklenebilirlik ve kullanılabilirlikten ödün vermeden ele alınması ve işlenmesi büyük bir zorluk olan büyük veriler yapılandırılmış veya yapılandırılmamış olabilmektedir (Pehlivan Kaplan & Şahin, 2018, s. 310). İşlem kayıtları, blok adı verilen bir veri yapısında saklanmakta olup bloklar, belirli sayıda işlemi tutmakta ve gruplandırmaktadır (Tovanich vd., 2019, s. 2). Bir protokol, yeni düzenlemelerin veya girişlerin nasıl başlatıldığını, doğrulandığını, kaydedildiğini ve dağıtıldığını yönetmektedir. Bloklarda zincirlenmiş kayıtları birbirine bağlamak için kriptografik doğrulama kullanılmaktadır (Barenji, 2022, s. 1452-1453).

Bir blok zinciri, esasen düğümler arasında depolamanın içeriği üzerinde anlaşmaya varmak için fikir birliği protokolleri olan ve dağıtılmış ağdaki her bir düğüm tarafından depolanan defterin tutarlı olmasını sağlayan, dağıtılmış bir fikir birliği depolama sistemidir (Chen vd., 2021). Taahhüt edilen tüm işlemlerin bir blok zincirinde depolandığı bir halka açık defter olarak kabul edilebilir olan blok zinciri teknolojisinin karakteristik özellikleri ademi merkezîyetçilik, kalıcılık, anonimlik ve denetlenebilirliktir (Zheng vd., 2018, s. 354).

Blok zinciri teknolojisi yeni bir teknoloji olmakla birlikte ortaya çıkışından itibaren bilgi işlem teknolojilerinde sağlanan yeniliklerle sürekli gelişmiştir. Swan (2015), organizasyon ve kolaylık açısından blok zinciri teknolojisini üç kategoriye

ayırmaktadır. Blok zinciri 1.0 Bitcoin, Ethereum, Litecoin gibi bir kripto para birimidir. Blok zinciri 2.0 geniş bir finansal uygulama sınıfı hisse senetleri, tahviller, vadeli işlemler, teminatlar ve diğer birçok finansal varlık gibi akıllı sözleşmelerdir. Blok zinciri 3.0 ise finansal alanın ötesine geçen sağlık, bilim, okuryazarlık, yönetim, kültür ve sanat alanlarındaki uygulamalardır.

Şekil-4: Blok Zinciri Teknolojisinin Tarihi ve Kilometre Taşları



Kaynak: Rawat vd., 2021, s. 6.

Şekil-4’de Blok zinciri teknolojisinin günümüze kadar değişimi gösterilmektedir. 1991-2008 yıllarında dağıtılmış bilgi işlem basamağı gelişme göstermediği görülmektedir fakat; bundan sonraki yıllarda sürecin hızlı olduğu görülmektedir.

Tablo-7: Blok Zinciri Teknolojisinin Evrimsel Dönüşümü

	Blok Zinciri 1.0	Blok Zinciri 2.0	Blok Zinciri 3.0	Blok Zinciri 4.0
	Bitcoin	Ethereum	Hyperledger	Endüstri 4.0
Özellikleri	Dağıtık defter modeli, İş kanıtı	Akıllı sözleşmeler, Çalışma konsensüsünün kanıtı mekanizmaları	Akıllı sözleşme+ merkezi olmayan uygulamalar (dApps), Yığın kanıtı, Yetki belgesi	Blokszincir+ Yapay zeka Bütünlük kanıtı
Hız	7 işlem/sn.	30 işlem/sn.	Binlerce işlem/sn.	Bir milyon işlem/sn.
Artıları	- Güvenilirlik - Emniyet - Verimlilik - Bağımsızlık - Güvenlik	- Kitle kaynak kullanımı için muazzam uygulama - Doğrulama ve yürütme maliyetlerinin azaltılması - Dolandırıcılığın önlenmesi - Artırılmış şeffaflık - Verimliliğin artırılması	- Daha yüksek çok yönlülük ve modülerlik - Yerleşik doğrulama mekanizması - Önceki nesle göre daha verimli, ölçeklenebilir ve birlikte çalışabilirlik - Gelişmiş hız, Tek bir kontrol otoritesinin olmaması - Belgeleme ve kimlik doğrulama için madencilere bağımlılığın kaldırılması	- Farklı platformların sorunsuz entegrasyonunu sağlaması - Yüksek düzeyde ölçeklenebilirlik - Otomatik doğrulama (Parçalama) - Önceki nesillere kıyasla en verimli olması
Eksileri	- Sınırlı işlevsellik - Akıllı sözleşmeleri destekleyememe - Ölçeklenebilirliğin olmaması	- Zor yazılma - Hataların olumsuz etkilere neden olabilmesi - Zayıf ölçeklenebilirlik	- Karmaşıklık - Merkezi olmayan yapı nedeniyle daha fazla hata ve güncelleme	Uygulama ile ilerledikten sonra belirlenecektir
Maliyet Seviyesi	\$\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$	\$
Bilinen Uygulamaları	Finansal uygulamalar	Elektronik oylama, ticaret ve gayrimenkul	İş platformu	İş için kullanılabilir platform, Endüstri 4.0

Kaynak: Chang vd., 2022, s. 202.

Tablo-7’de Chang, El-Rayes & Shi (2022, s. 202) blok zinciri teknolojisinin zaman içindeki evrimini ilgili referanslara dayalı olarak özetlemektedir.

Blok zinciri Teknolojisinin evrimsel gelişimi ve gelişim sürecinde yaşanan değişimler gösterilmektedir. Hızı, artıları, eksileri, maliyet seviyesi, bilinen uygulamalar olarak özellikleri tabloda ayrıntılı olarak verilmektedir.

2.2. Blok Zinciri Çeşitleri

Blok zinciri farklı perspektiflerden ele alınmış olup çeşitlendirme yapılırken farklı noktalar temel gösterilmiştir. Goldsby ve Hanisch (2022, s. 150-155) blok zinciri dört ana modda ele almaktadır. Ana mod, bir blok zinciri aynı örnek tarafından düzenlendiğinde ve yönetildiğinde ortaya çıkar, yani koordinasyon ve kontrol “kurum içinde” bulunur. Klan modu, bir organizasyon içindeki faaliyetleri koordine eder, ancak blok zinciri ağı üzerinde paylaşılan kontrole izin vermesi bakımından farklıdır. Bakıcı modunda koordinasyon faaliyeti odağı organizasyonun sınırları dışında bulunurken, kontrol odağı odak organizasyon içinde kalır. Konsorsiyum modu, organizasyonlar, organizasyonel sınırlar boyunca bir blok zinciri ağı için faaliyetleri ortaklaşa kontrol etmek için bir araya geldiklerinde ortaya çıkar.

Blok zinciri alan yazında farklı şekillerde kategorilendirilse de genel olarak bu bölümde anlatılacağı şekilde ifade edilmiştir. İzne bağlı olarak, genel blok zinciri, özel blok zinciri, konsorsiyum blok zinciri ve hibrit blok zinciri olmak üzere dört blok zinciri seçeneği bulunmaktadır. Blok zinciri teknolojisi, blok zinciri ağına katılan kişilerin (göndericiler, alıcılar ve doğrulayıcılar) kimliklerinin gizleneceği şekilde, akıllı sözleşmelere izin verecek şekilde ve herkesin katılabileceği bir genel blok zinciri (izinsiz genel blok zinciri) veya yalnızca seçilen katılımcıların katılabileceği özel bir blok zinciri (izinli genel blok zinciri) ve hibrit blok zinciri olarak yapılandırılabilir.

2.2.1. Genel Blok Zinciri

Halka açık blok zincirler (genel blok zinciri), herhangi bir katılımcının defterdeki işlemleri okuyabildiği, deftere yazabildiği ve gönderebildiği açık blok zincirlerdir (Tovanich vd., 2019, s. 3). Bu izinsiz defterlerin tüm kullanıcıları, defterin bir kopyasını kendi yerel düğümlerinde tutar ve defterin nihai durumuna karar vermek için dağıtılmış bir fikir birliği mekanizması kullanır (Bashir, 2018, s. 32). Herkese açık, genel veya “izinsiz” blok zinciri, herhangi bir kişinin mutlaka bir kimliğe sahip

olmadan finansal işlemlerde bulunmasına izin verir. Halka açık blok zincirlerinde, çoğunlukla yerel bir kripto para birimi kullanılırken, konsensus algoritması genellikle ekonomik teşvikler ve “iş kanıtı” (PoW) temelinde kullanılır. Genel blok zincirinin en büyük avantajı, "kitle kaynak kullanımı" nda olduğu gibi bazı ortak görevleri gerçekleştirmek için çok sayıda insanı bir araya getirmek veya blok zinciri ağının değişmezlik özelliğini güçlendirmek için "kalabalığın" gücünden etkili bir şekilde yararlanabilmesidir (Sarajoti vd., 2022).

2.2.2. Özel Blok Zinciri

Özel veya “izinli” blok zincirler, katılımcının kimliğinin bilinmesini gerektirir (Sabah Sabry vd., 2019, s. 1821). Ayrıca özel blok zincirler, blok zinciri defterinin konsensus algoritmasını belirleyen bir kuruluş tarafından tamamen kontrol edilir (Tovanich vd., 2019, s. 3). Özel blok zincirler sadece defteri kendi aralarında paylaşmaya karar vermiş olan bir konsorsiyuma veya bir grup kişi veya kuruluşa açıktır (Bashir, 2018, s. 32). Günümüzde çoğu proje, çok sayıda kullanıcıya, ağ düğümlerine ve pazarlara erişim sağlayan genel blok zincirine güvense de özel bir blok zinciri veya konsorsiyum blok zincirini (bir grup güvenilir katılımcı arasında) tercih eden çalışma grupları da bulunmaktadır. Örneğin, bankacılık gibi dikey sektörlerdeki bir dizi şirket, kendi veri alışverişi platformu olarak özel blok zincirini kullanmaktadır (Feng vd., 2019, s. 47).

Tablo-8’de Paul ve arkadaşları (2021, s. 193-195) genel ve özel blok zincirinin özelliklerini şekilde özetlemiştir. Genel ve Özel Blok Zincirinin Özelliklerine bakıldığında Özel Blok Zincirinin daha dar alanda işlem yapmasından dolayı daha düşük maliyet ve daha hızlı işlem yapılmasına olanak sağladığı görülmektedir. Genel blok zincirinin ise; herkesin katılabilmesi ile daha geniş alanda işlem yapılmasıyla yüksek maliyet ve enerji tüketimine olanak sağladığı görülmektedir.

Tablo-8: Genel ve Özel Blok Zincirinin Özellikleri

Genel Blok Zinciri	Özel Blok Zinciri
Herkesin katılabilmesi	Katılımcıların önceden seçilmesi
Kripto para birimi gerektirmesi	Kripto para birimi gerekmemesi
Yüksek ademi merkeziyetçilik	Düşük ademi merkeziyetçilik
Düşük verim	Yüksek verim
Yüksek enerji tüketimi	Düşük enerji tüketimi

Kaynak: Paul vd., 2021, s. 193-195.

2.2.3. Hibrit Blok Zinciri

Hesaplama gücü ve depolama gereksinimlerini en aza indirmek için, sunucuların merkezileştirilmiş özelliği ile blok zincirlerinin dağıtılmış yapısını birleştiren bir hibrit blok zinciri modeli önerilmiştir (Marar & Marar, 2020, s. 320). Genel ve özel blok zincirlerinden oluşan hibrit blok zinciri, genel blok zincirindeki işlemlerin açıklığını ve güvenini yaratırken özel blok zincirindeki gizliliğe duyarlı verileri korumaktadır (Chen J. , 2018, s. 23). Hibrit blok zincirleri, tek bir kuruluş tarafından kontrol edilen, ancak belirli işlem doğrulamalarını gerçekleştirmek için gerekli olan genel blok zinciri tarafından gerçekleştirilen bir gözetim düzeyine sahip blok zincirleridir (Wegrzyn & Wang, 2021). Hibrit blok zincirleri, konsensus sürecini sistem tarafından güvenilen seçilmiş katılımcı grubuyla sınırlayan yarı özel blok zincirleridir. Bu, işlemleri ve blokları doğrulama süresini kısaltmakta, aynı zamanda sistemleri kısmen seçilen düğümlerde merkezi hale getirmektedir (Tovanich vd., 2019, s. 3). Cao ve arkadaşları (2020, s. 1289) çalışmalarında üç blok zinciri teknolojisini karşılaştırmışlardır. Tablo 9'da genel, özel ve hibrit blok zincirinin karşılaştırması sunulmuştur.

Tablo-9: Genel, Özel ve Hibrit Blok Zincirinin Karşılaştırması

	Genel Blok Zinciri	Hibrit Blok Zinciri	Özel Blok Zinciri
Katılım Kuralları	Herkes	Konsorsiyum içindeki kimliği doğrulanmış taraflar	Kişi/ kuruluş
Konsensus Algoritması	DPoS (delegated proof of stake), PoW (proof of work), PoS (proof of stake)	Dağıtılmış konsensus algoritması	Dağıtılmış konsensus algoritması
Özellikler	Kendi kendine kredi yönetimi	Verimlilik, maliyet optimizasyonu	Şeffaflık, izlenebilirlik
Tipik uygulamaları	Dijital eşzamanlılık	Ödeme/veri paylaşımı	Denetim düzenlemesi

Kaynak: Cao vd., 2020, s. 1289.

2.2.4. Konsorsiyum Blok Zinciri

Konsorsiyum blok zinciri bir başka yarı merkezi olmayan blok zinciri türüdür. Konsorsiyum blok zincirleri, özel blok zincirinde olduğu gibi tek bir varlık yerine bir grup kuruluş tarafından yönetilen izinli blok zincirleri olup özel blok zincirlerinden daha fazla ademi merkeziyetçiliğe sahiptir ve bu da daha yüksek güvenlik seviyeleri sağlamaktadır (Wegrzyn & Wang, 2021). Konsorsiyum blok zincirleri, farklı sahipler (veya şirketler) tarafından yönetilen birden fazla donanım üzerinde merkezi olmayan bir şekilde dağıtılır. Ayrıca, bazı blok zincirleri bilgi parçalanmasına yol açan özel

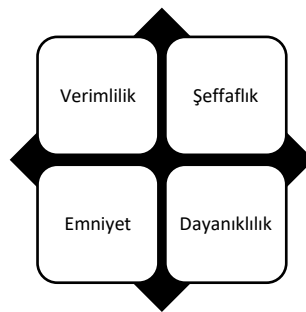
işlemlere izin verdiğinden, konsorsiyum düğümleri arasında verilerin homojen olması gerekli değildir (Dib vd., 2018, s. 52).

2.3. Blok Zinciri Avantajları

Blok zinciri teknolojisi Paul ve arkadaşlarının (2021, s. 190) çalışmalarında belirttiği üzere dört ana niteliğe sahiptir (Şekil 3). Blok zinciri, akıllı sözleşme mantığıyla hatalar azaltılıp hız artırılarak verimlilik; farklı kurumlardan farklı zamanlarda farklı formatlarda raporlar almak yerine işlemler hakkında gerçek zamanlı bilgiler edinilerek şeffaflık sağlamaktadır. Blok zinciri sistemlerindeki katılımcıların çoğunluğunun işlemleri onaylaması ve hangi verilerin yazılacağı, değiştirileceği veya kaldırılacağı konusunda anlaşmaya varması emniyet; çok sayıda blok zinciri katılımcısının, büyük ölçüde çoğaltılmış bir veri tabanı olarak görülebilmesi ile verilerin daha sağlam hale gelmesi dayanıklılık özelliklerini ortaya çıkarmaktadır (Paul vd., 2021, s. 190).

Blok zinciri altyapısındaki konsensus algoritmasını doğrulamak ve geçerli hale getirmek için yazılım programlarını kullanarak güvenlik ve güvenilirlik niteliklerini kazanmaktadır (Sabah Sabry vd., 2019, s. 1830). Blok zinciri teknolojisinin getirmiş olduğu en büyük yenilik tek merkeze dayalı olan güven sistemlerinin yapısını dağıtarak büyük risk faktörünü ortadan kaldırmasıdır (Arslaner, 2021, s. 22). Gerçek zamanlı olarak görüntülenen ve merkezi kullanıcı kontrollerinde kayıtlı olmayan bir blok zincirindeki değişikliklerden dolayı, blok zincirinin hacklenmeye karşı geleneksel bir veri tabanından daha az duyarlı olduğu söylenmektedir (Masters vd., 2017, s. 1).

Şekil-5: Blok Zincirinin Göze Çarpan Nitelikleri



Kaynak: Paul vd., 2021, s. 190.

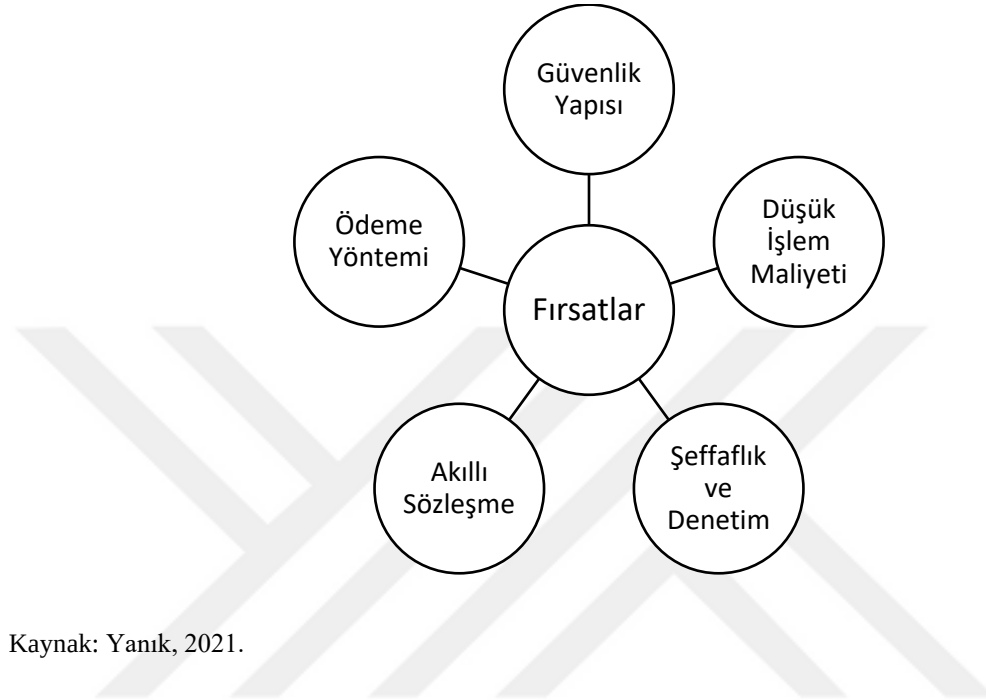
Büyük verilerle başa çıkmak için gizlilik, kullanılabilirlik, ölçeklenebilirlik ve performans gibi başlıklara ulaşmak önemlidir. Bu noktada blok zinciri teknolojisini anlamak, mevcut geleneksel sistemlerden daha alternatif ve daha iyi çözümler sunmaktadır (Pehlivan Kaplan & Şahin, 2018, s. 313). Merkezi olmayan ve güvenlik yapısıyla blok zinciri teknolojisi, büyük veri hizmetlerini ve uygulamalarını geliştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir (Deepa vd., 2022, s. 209). Gelecekteki devasa ve yüksek oranda eşzamanlı veri depolama ve bilgi işlem ihtiyaçları karşısında, dağıtılmış depolama önemli gelişme trendlerinden biridir. Blok zincirine dayalı dağıtılmış depolama, güvenilirlik, kullanılabilirlik, maliyet ve veri gizliliği açısından avantajlara sahiptir (Li vd., 2021, s. 38). Blok zinciri teknolojisinin merkezi olmayan doğası bu teknolojinin ana faydasıdır. Üçüncü taraf kuruluş veya merkezi yönetici ile çalışmanın gerekli olmaması bu sistemin aracı olmadan çalıştığı ve tüm katılımcılarının kararları verdiği anlamına gelmektedir (Golosova & Romanovs, 2018).

Blok zinciri, elektronik alışveriş yapma şeklimizi değiştirecek ve güvenilmeyen ve merkezi olmayan sistemlerde verilerin bütünlüğünü koruyacak umut verici bir teknolojidir (Tovanich vd., 2019, s. 16). Blok zinciri teknolojisi, gelecek nesil IoT (Internet of Things-Nesnelerin interneti) mimarisine yaklaşabilecek umut verici bir fikir olmak için merkezi olmayan, güvenli ve özel bir yapıya sahiptir (Chen J. , 2018, s. 22). IoT (Nesnelerin interneti), büyük veri ve enerji verimli internet teknolojilerinin entegrasyonu, akıllı şehir yaşamı için gerekli olan altyapı çözümlerini sağlama yeteneğine sahiptir. Ancak düşük güvenlik, güvenilirlik, bakım, uyarlanabilirlik ve maliyetlerle ilgili çok sayıda sorun vardır. Blok zinciri teknolojisi, şeffaflık, enerji verimliliği, alan, geri kazanılabilirlik ve IoT cihazlarının bakımı gibi ihtiyaçları karşılamaktadır (Deepa vd., 2022, s. 216).

Blok zinciri teknolojisi güvenli erişim yolları yaratan, bilgi işlem süreçlerini maliyet etkin bir şekilde organize eden, verilerin takip ve izlenebilirlik özelliklerini şeffaflaştıran, değişmez ve reddedilemez kayıtlar sayesinde sağlam ve güvenilir bir defter niteliğine sahip, akıllı sözleşmelerle otomatik bir hale bürünen operasyonlar

yaratan bilgi işlem sistemidir (Yanık, 2021, s. 156). Bu bilgi işlem sisteminin fırsatları Şekil 6’da belirtilmiştir.

Şekil-6: Blok Zinciri Bilgi İşlem Modelinin Fırsatları



Kaynak: Yanık, 2021.

Blok zincir teknolojisi Vonitsanos ve arkadaşlarına (2021) göre altı anahtar özellik taşımaktadır;

- *Ademi merkeziyetçilik:* Blok zinciri merkezi bir düğümden kaynaklanmadığı için verilerin depolanması ve güncellenmesi dağıtık bir şekilde gerçekleşmektedir.
- *Şeffaflık:* Veri kayıtları, bir blok zinciri sisteminde bir düğümden diğerine şeffaftır.
- *Açık kaynak:* Bir blok zinciri sisteminin kaynak kodu herkese açıktır ve herkes blok zinciri teknolojilerini kullanabilir.
- *Özerklik:* Bir blok zinciri sisteminin temel kaygısı, verilerin güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlamaktır. Bu yüzden düğümler arasında tek kullanıcılar ve tüm sistem arasında herhangi bir müdahale yoktur.
- *Değişmezlik:* Bir kullanıcı aynı anda düğümün %51' inden fazlasını kontrol etmedikçe veri kayıtları dönüştürülemez.

- *Anonimlik*: Güvenilir düğümler arasındaki işlemler, yalnızca blok zinciri adresleri kullanılarak anonim olabilir.

Blok zinciri teknolojisi, birden fazla bağımsız tarafın ortak bir dizi yetkili kaydı ortaklaşa oluşturmasını, sürdürmesini, senkronize etmesini ve güncellemesini sağlar (Kostic & Sedej, 2022, s. 124). Ademi merkeziyetçilik, değişmezlik, anonimlik, şeffaflık ve güvenlik, blok zincirinin bazı önemli özellikleridir (Miglani & Kumar, 2021, s. 43). Mimari yapısından ve kullanılan kriptografik algoritmalarından yararlanan blok zinciri, geliştiricilere hesap verebilir ve denetlenebilir olmasını sağlamak için merkezi olmayan, değişmez, açık, izlenebilir ve hataya dayanıklı özellikler sunarak tedarik zinciri, üretim, sağlık vb. mevcut iş modellerini geliştirmek için büyük bir potansiyel taşımaktadır. (Cao vd., 2020, s. 1289).

Blok zinciri teknolojisi kaynak olarak, herhangi bir değişiklik veya yeniden adlandırma faaliyetleri de dahil olmak üzere değerli bir nesneye bağlı hakların transferinin güvenli bir geçmişini sağlar. Blok zinciri öncesi dönemde, hizmetleri için ücret alan ve işlem ortakları arasında doğrudan etkileşimi engelleyen bankalar veya borsalar gibi merkezi araçlara güvenilmesi zorunluymışken, bugün blok zinciri teknolojisinin merkezi olmayan ağı işlemleri doğrulayabildiğinden, tek firmaların kontrol ettiği pazarlara uygun bir alternatiftir (Schneider vd., 2020). Blok zinciri sistemleri, dolandırıcılık ve manipülasyondan kaçınmada, sahte bilgilerin gerçeğe dayalı olduğu kredi başvurusu sahtekarlığı gibi nesnel bilgi sahtekarlığını önlemede oldukça etkilidir (Cai & Zhu, 2016, s. 1). Bir kayıt teknolojisi olarak blok zinciri, yalnızca verileri depolamak ve kayıttan sonra bozulmadan tutmak için son derece güvenilir bir çözüm sağlamakla kalmaz, aynı zamanda akranlar tarafından yönlendirilen ekosisteme eşit derecede güvendiğinden, ağdaki kullanıcılar arasında kamu güven eksikliği ile ilgili sorunların çoğunu dağıtılmış defter platformları sayesinde önler (Kassen, 2022).

Blok zinciri, merkezi olmayan ve paylaşılan dağıtılmış bir defter sunarak şeffaflığı, güveni, güvenliği, emniyeti ve çeşitli süreçlerin gizliliğini artırabilir (Ahmed vd., 2021). Blok zinciri, kriptografik algoritma, dijital imza (asimetrik

kriptografiye dayalı) ve dağıtılmış konsensüs mekanizması gibi birkaç temel teknolojinin entegre edilmesiyle sağlanan merkezi olmayan bir ortamda çalışarak maliyeti büyük ölçüde azaltabilmenin yanında ve verimliliği artırabilmektedir (Zheng vd., 2018, s. 354). Blok zinciri teknolojisi, sosyal refahı teşvik eden ve yaşam kalitesini iyileştiren stratejilerin yenilenmesine veya yeniden keşfedilmesine izin veren bir unsur olduğunu kanıtlamıştır (Mora vd., 2021, s. 14). Blok zinciri teknolojisi büyük veri analitiği, akıllı sözleşme ve yapay zekâ ile ilgili olarak gelecekteki fırsatları da araştırmaktadır (Maidamwar vd., 2021). Çok çeşitli alanlara uygulanma potansiyeline sahip olan teknoloji tedarik zinciri, yönetim, kimlik yönetimi, oylama, sağlık, enerji kaynakları vb. dahil olmak üzere çeşitli alanlarda çözüm bulmak için kullanılabilir (Bhushan vd., 2020, s. 12).

2.4. Blok Zinciri Dezavantajları

Son zamanlarda blok zinciri, merkezi olmayan yapısı ve güvenlik özelliği nedeniyle merkezi olmayan bilgi sistemlerinde büyük ilgi görmüştür. Ancak blok zincirinin avantajlarının yanında birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Verileri depolamak, paylaşmak ve güncellemek için tamamen farklı bir yol sağlamakta ve geleceğin internet etkileşimli sistemlerinde (örneğin nesnelerin interneti veya tedarik zinciri sistemleri) çok önemli bir rol oynayacak görünmesiyle birlikte, artan gizlilik koruma ihtiyacı, ortaya çıkan blok zincirinin gerçek uygulamalarına bir engel olabilir (Feng vd., 2019, s. 56).

Blok zinciri mimarisi, konsensus algoritması, mahremiyet koruması, akıllı sözleşme ve zincirler arası işlemin teknik zorlukları, blok zincir teknolojisinin ve endüstrisinin gelişimini giderek daha fazla kısıtlamaktadır (Li vd., 2021, s. 37). Değişmezlik, özel ve genel blok zincirlerindeki altyapı mimarileri, hard fork (protokol yazılımının yeni sürümünün güncellenmemesi halinde düğümler tarafından onaylanan işlemler geçersiz kılınarak yeni zincir oluşturulan durum), anonimlik, kişisel verilerin güvenliği, ölçeklenebilirlik ve fiyat dalgalanması blok zinciri teknolojisindeki temel sorunlardandır (Konashevych, 2020, s. 115-117). Bashir (2018) ise en hassas blok zinciri sorunlarını ölçeklenebilirlik, uyarlanabilirlik, düzenleme, nispeten olgunlaşmamış teknoloji ve gizlilik olarak sıralamıştır.

Bir yandan, iyi niyetli bir kullanıcının kimliğini ve eylemini özel olarak korumak istemesi öte yandan, kötü niyetli kullanıcının bazı yasa dışı işlemler için gizlilik koruma mekanizmasını kötüye kullanabilmesi blok zincirini gizlilik koruması yönünden iki ucu keskin bir bıçak haline getirmektedir (Feng vd., 2019, s. 56). Teknik gereksinim, enerji maliyeti, düğümler arası transferlerin tek adres üzerinden yapılması halinde mahremiyetin korunamama ihtimali, Selfish adı verilen blok atma saldırılarının yaratması muhtemel güvenlik problemleri, akıllı sözleşmelerdeki hukuksal geçerlilik sorunu blok zinciri teknolojisinin sahip olduğu büyük potansiyele rağmen dezavantajlarından bazılarıdır (Yanık, 2021, s. 160-12).

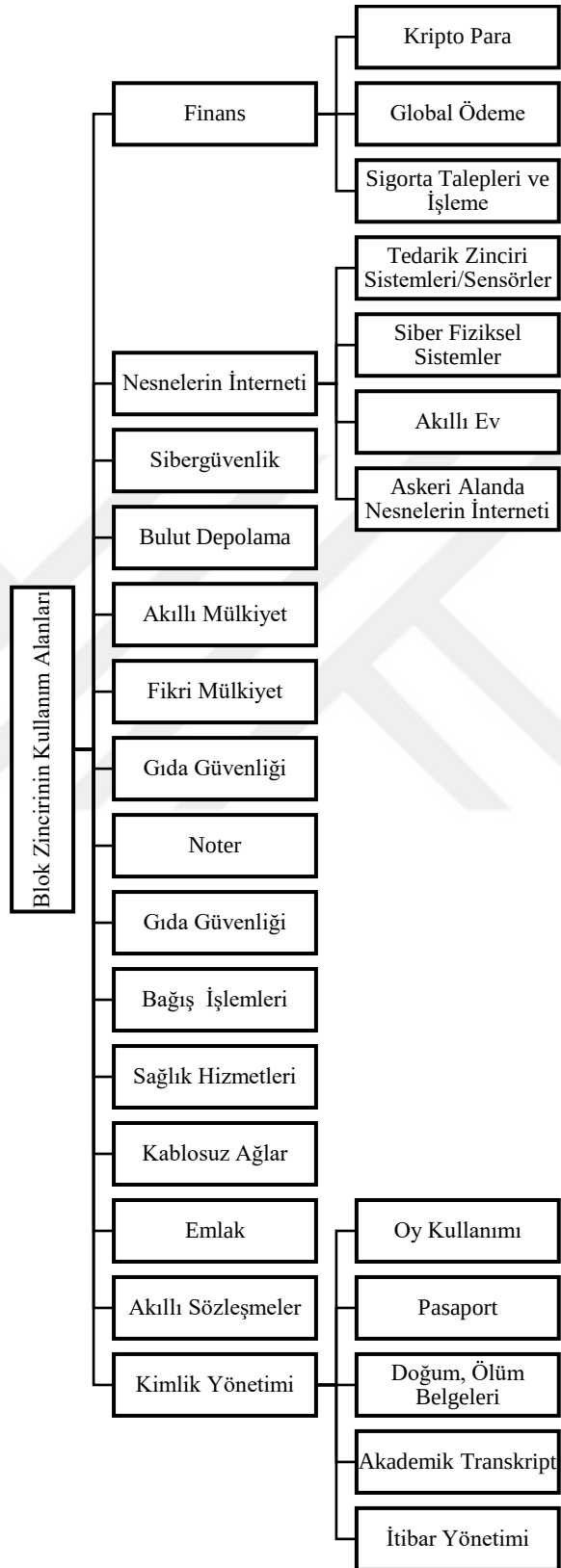
Ölçeklenebilirlik, sınırlı geliştirici arzı, standardizasyon ve düzenlemeler blok zincirlerin hala sahip olduğu ve henüz üstesinden gelemediği bazı zorluklardandır (Maidamwar vd., 2021). Blok zinciri teknolojisinde veri paylaşımının güvenliği yeterince yüksek olmamakla birlikte, uygulama kapsamı yeterince geniş değildir ve hala çözülmesi gereken birçok güvenlik sorunu bulunmaktadır (Zhong vd., 2022, s. 1326). Bir blok zinciri işlemi, katılımcılarının adreslerini, ticaret değerlerini, zaman damgasını ve gönderenin imzasını içerir. Blok zinciri ağının genel yapısı nedeniyle, veri madenciliği ile kullanıcıların fiziksel kimliklerini veya diğer ek bilgileri çıkarmak için işlem akışını izlemek mümkündür (Feng vd., 2019, s. 48). Blok zinciri teknolojisi siber güvenlik ve bilgi teknolojileri tehdit ve zorluklarına karşı bir çözüm olarak görülürken veri şeffaflığı için heyecan verici olanaklar sunmanın yanında risk ve sınırlılıklar da içermektedir (Linkov vd., 2018, s. 62-63). Bunlar arasında; (akt. Hirsh & Alman, 2020)

- Farklı blok zinciri sistemleri arasında birlikte çalışabilirlik eksikliği,
- Büyük miktarda veri ile küresel ölçekte blok zincirinin ölçeklenebilirliği,
- %51 saldırısı gibi potansiyel güvenlik sorunları,
- Bir blok zincirinin bir deftere blok eklemek için ihtiyaç duyduğu büyük enerji tüketimi sayılabilir.

2.5. Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları

2009 yılında Bitcoin kripto parasının arkasındaki teknoloji olarak ortaya çıkan blok zinciri, her geçen gün popülaritesini artırmıştır. Henüz başlangıç aşamasında olmasına rağmen blok zinciri teknolojisi bankacılık ve finans, yönetim süreçleri, sosyal medya, sağlık, eğitim işlemleri, noter, emlak, IoT gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Pehlivan Kaplan & Şahin, 2018, s. 310). Sürekli gelişen teknoloji sayesinde iyileştirilen özellikleri ile farklı sektörlerde kullanılan blok zinciri teknolojisi geleceği yakalamaya hatta kurmaya çalışan kurum ve kuruluşlar için önemli bir strateji hamlesi haline gelmiştir. Blok zincirlerin yönetimi, hangi şirketlerin yeni teknolojik fırsatlardan yararlandığını belirlemede kritik bir faktör olacaktır (Goldsby & Hanisch, 2022, s. 163). Teknolojinin yönetimi, teknolojinin üretilmesi ve kullanılması kadar önem taşımaktadır. Blok zinciri teknolojisinin kullanım alanları Şekil 7’de özetlenmiştir.

Şekil-7: Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanları



Kaynak: Rawat vd., 2021, s. 8.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM - AKILLI KENTLER VE BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ

Akıllı kentler, kent sorunlarını çözmek ve sakinlerinin daha kaliteli bir kent yaşamı sürmesi için güncel teknolojileri kullanmaktadır. Bu güncel teknolojilerden biri de blok zincir teknolojisi ve bu alanda önemli uygulamalardan biri olarak görülmektedir.

Blok zinciri, iş, sosyal ve politik etkileşimleri ve diğer değer alışverişi yollarını yeniden tasarlamaya başlamış olan yeni bir bozulma dalgasıdır. Blok zinciri, taraflar arası yalnızca para değil bir şekilde “değer”i işlemeye yönelik bir kayıt sistemidir. Bunun anlamı, bankalar, komisyoncular veya diğer emanet hizmetleri gibi bir aracının güvenilir bir üçüncü taraf olarak hizmet vermesine gerek olmadığıdır (Singhal vd. 2018).

3.1. Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Teknolojisi Kullanımı

Dünyanın farklı noktalarında akıllı kent stratejileri benimsemiş ve bu yönde teknolojiyi dinamik olarak takip eden pek çok şehir bulunmaktadır. Yeni bir teknoloji olarak blok zinciri teknolojisi de kentlerin dijital dönüşüm süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Bazı ülke ve şehirler yeni bir teknoloji olmasına rağmen blok zincirini farklı alanlarda uygulamaya başlamış gözükmemektedir. Çoğu uygulama proje aşamasında olsa da pilot bölgelerde bazı alanlarda teknoloji kullanılmaya başlanmış, bazı kullanım sonuçları da paylaşılmıştır. İleriki dönemde akıllı kentlerde blok zinciri teknolojisi hem kendine daha fazla uygulanma alanı bulacak hem de kullanım sonuçlarına dair daha geniş bir veri havuzu oluşacaktır.

Estonya, blok zinciri teknolojisinin paranın ötesindeki büyük potansiyelini fark eden ilk ülkelerden biri olarak 2016 yılında bir milyondan fazla vatandaşın sağlık kayıtlarını güvence altına almak için blok zinciri teknolojisini kullanacağını duyurmuştur (Heston, 2017). Blok zinciri tabanlı ulusal e-sağlık projesi, blok zinciri teknolojisini kullanarak ulusal sağlık veri tabanlarını yönetirken hasta verilerinin siber güvenliğini sağlamayı amaçlayan bir pilot program şeklinde resmi olarak başlatılmıştır (Kassen, 2022). Karayipler, ekonomilerinin gelişimi için turizmde blok zincir

teknolojisini kullanmaya başlamıştır (Kwok & Koh, 2019). Malta, kripto para birimi ve blok zinciri ile ilgili üç yasa belirlemiş, Lihtenştayn ise bir "token ekonomisi" sağlayan bir blok zinciri yasası önermiştir (Khan vd., 2022).

İsviçre'nin Zug şehir yönetimi, belediye hizmetlerinde ödeme yapmak için Bitcoin'i kullanmayı mümkün kılan dünyadaki ilk otoritedir. Şehirde uygulanan blok zinciri tabanlı bir diğer teknoloji ise Ethereum teknolojisi temelinde vatandaşların akıllı telefonların yardımıyla kendilerini dijital olarak tanımlayabilmesi ve medya kesintisi olmadan pasaport ücretlerini ödemesi veya vergi beyannamelerini dijital olarak doldurması gibi dijital süreçleri yönetebilmesidir (Gassman vd., 2019, s. 214-215). Alman Federal Göç ve Mülteciler Dairesi, göç ve iltica prosedürlerine ilişkin bilgi kaynaklarının verimli yönetimini sağlamak için kısa süre önce blok zinciri tabanlı bir proje başlatmıştır (Kassen, 2022). Sırbistan'da 2021 dijital varlıklar yasası, kripto para ticaretini ve madenciliği yasallaştırmış ve birçok kripto para hizmetini ve birçok kripto para hizmet sağlayıcısını lisans almaya zorlamıştır. Buenos Aires, şehrin sakinlerine kişisel verileri üzerinde kontrol sağlamak adına blok zinciri tabanlı dijital kimlik platformu sağlamak için halka açık bir blok zinciri tabanlı dijital kimlik platformu oluşturmaya başlamış, Rio de Janeiro 2023'te emlak vergisi ödemelerini kripto para şeklinde kabul edeceğini bildirmiş, Melbourne, Los Angeles, Bahreyn, Abu Dabi gibi bir çok şehir blok zinciri teknolojilerine yatırımlar yapmıştır (Genome, 2022, s. 136-190).

Blok zinciri teknolojisinin şehir hizmetleri üzerindeki potansiyel etkisini kabul eden Dubai, yalnızca 2016 yılında blok zinciri teknolojisine 1,4 milyar dolarlık özel sektör yatırımı yaparak Ekim 2016'da şehir çapında bir blok zinciri stratejisi başlatmıştır. Yönetim verimliliği, endüstri yaratımı, bölgesel ve uluslararası alanda liderlik Dubai şehrinin blok zinciri teknolojisini belirleyen üç ana nokta olmuştur (Bishr, 2019, s. 4-6). Birleşik Arap Emirlikleri Blok Zinciri Stratejisi, 2021 yılına kadar devlet işlemlerinin yüzde 50'sini blok zinciri platformuna dönüştürmek için blok zincir teknolojisinden yararlanmayı hedeflemiştir. Blok zinciri teknolojisinin kullanılmasıyla rutin olarak uygulanan işlem ve belgelerde 11 milyar Birleşik Arap Emirlikleri Dirhemi, yılda 398 milyon basılı belge ve yılda 77 milyon çalışma saati

tasarrufu yapılması beklenmiştir (Report, 2018). Dubai’de blok zinciri teknolojisi tabanlı ödeme mutabakat sistemiyle, öncesinde 45 gün süren devlet kurumları ve bankalar arasındaki ödemeler saniyeler içinde gerçekleştirilmiştir (Bishr, 2019, s. 6).

Khan ve arkadaşları (2022) yaptıkları ampirik çalışmada blok zinciri teknolojisinin Dubai için fayda ve zorluklarını Tablo 10’de yer aldığı şekilde belirtmiştir.

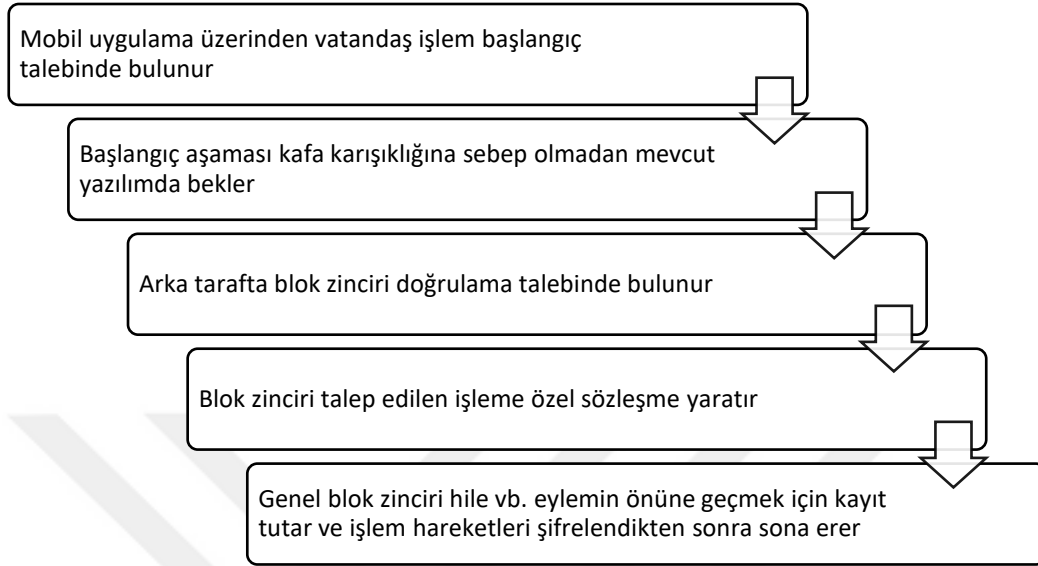
Tablo-10: Blok Zinciri Teknolojisinin Dubai İçin Fayda ve Zorlukları

Faydaları	Zorlukları
Azalmış maliyet ve artmış verimlilik	Bilgi teknolojileri altyapı eksikliği
Veri bütünlüğü ve güvenilirliği	Yönetim desteği eksikliği
Gelişmiş hesap verebilirlik	Taraflar arasında farkındalık eksikliği
Artmış güven ve anlayış	Uzmanlık eksikliği
Azalmış raporlama	Güvenlik ve gizlilik
	Düzenleme, birlikte çalışabilirlik, standart eksikliği

Kaynak: Khan vd., 2022.

2016 yılında Gürcistan’da blok zinciri tabanlı bir tapu kayıt sistemi projesinin yapılacağı duyurulmuştur. Blok zinciri teknolojisini temel alan bu projenin iş akış şeması Şekil 8’de verilmiştir. İki aşamalı gerçekleşen proje sonucunda 2018 itibarıyla Gürcistan Cumhuriyeti’nde verilerin güvenliğini ve değişmezliğini sağlayan blok zincirinde toplam 1,5 milyon tapu yayınlanmıştır (akt.Shang & Price,2019,s.77).

Şekil-8: Blok Zinciri Tabanlı Arazi Tapu Projesi İş Akış Şeması



Kaynak: Shang & Price, 2019, s. 75.

Xia ve arkadaşları (2022, s. 704) Teknoloji-Organizasyon-Çevre teorisi çerçevesinde Çin'deki 43 şehrin dijital ekonomisinin kalitesi üzerine blok zinciri hizmet kabiliyeti, blok zinciri bilgi birikimi, devlet dikkati tahsisi, devlet fon desteği, endüstri taşıma kapasitesi ve blok zincir teknolojisi Ar-Ge ortamı faktörlerinin sinerjik etki mekanizmasını analiz etmiştir. Buna göre blok zinciri alanıyla ilgili devlet finansmanının olmaması, yüksek kentsel dijital ekonomi kalitesinin olmamasına katkıda bulunan bir durumdur; blok zinciri teknolojisini benimseme perspektifinde yüksek kaliteli kentsel dijital ekonomi için bilgi endüstrisi odaklı, devlet hizmeti odaklı ve Ar-Ge hizmeti odaklı üç konfigürasyon vardır; yüksek kentsel dijital ekonomi kalitesinin yokluğu için Ar-Ge-finance finansmanının olmaması itici bir güçtür

Tablo 11'te Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada şehirlere ve topluluklara rehberlik etmek için bilgi alışverişi ve ortaklık kurma için uluslararası bir platform sağlayan küresel bir girişim olan Akıllı Sürdürülebilir Şehirler Birliği'nin (U4SSC) 2020 yılında yayınladığı rapordaki çeşitli ülkelerdeki blok zinciri uygulamaları ve sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo-11: Blok Zinciri Esaslı Uygulamalar ve Akıllı Kent Boyutları

Uygulama	Uygulama İçeriği	Girdi	Çıktı
Lahey Borç yapılandırılması	İnsanların mahremiyetinden taviz vermeden devlet kurumları arasında borçlu kişilerle ilgili veri analizi	Blok zinciri ve Zero knowledge proof (Sıfır Bilgi İspatı)	Ajanslar için güvenilir veriler, daha iyi hizmet
Amsterdam Gençlerin yaşlarını doğrulaması	İnsanların adları, doğum tarihleri veya diğer bilgileri ifşa olmadan 18 yaşından büyük olduğunu kanıtlamalarını sağlayan prototip uygulamadır.	Blok zinciri ve kriptografi araçları	Gizlilik, kolay doğrulama, geniş uygulama potansiyeli
Barselona Dijital demokrasi ve veri ortakları	Kişisel verileri yönetmek için Barselona'da 60000 kişi tarafından kullanılmaktadır.	Blok zinciri ve kriptografi araçları	Doğrulanmış seçim sonuçları, kullanıcı kontrolünde gizlilik
Güney Hollanda Enerji sistemi	Enerji ağının gerçek zamanlı simülasyonlarından ve blok zinciri tabanlı akıllı sözleşmelerle kolaylaştırılmış otomatik işlemlerden yararlanacaktır.	Veri analitiği, blok zinciri	Teknoloji inovasyonu, ekonomik getiriler, çevresel getiriler
Moskova Hafta sonu fuarları	2011 yılından bu yana, hafta sonu fuarları Moskova, şehir sakinlerine yüksek kaliteli gıda ve tarım ürünleri sağlarken, yerel üreticileri ve girişimcileri desteklemektedir	Blok zinciri	Artmış güven, azalmış çatışma
Moskova Aktif Vatandaş	Web sitesi ve mobil aracılığıyla sistem, sakinlerin hız sınırları, oyun alanları, parklar, spor kompleksleri, ek otobüs güzergahları, yeni metro halkasının adlandırılması gibi konularda oy kullanmalarına olanak tanır.	Blok zinciri, Web sitesi-uygulamalar	Artmış güven, daha iyi bir oylama sistemi

Kaynak: Cities, 2020, s. 31-47.

Blok zinciri teknolojisi yükselen trendiyle akıllı kent stratejilerine dijital dönüşüm kapsamında dahil edilmektedir. Henüz çok geniş bir kullanım alanından bahsetmek mümkün olmasa da gerek pilot projelerle gerek kamu-özel sektör iş birlikleri ile dünyanın farklı kentlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Türkiye de akıllı kent stratejilerini son yıllarda yoğun bir şekilde uygulayan bir ülke olarak bu yeni teknolojiyi çeşitli noktalarda değerlendirmektedir. Türkiye’de kamudaki ilk blok zinciri laboratuvarı TÜBİTAK BİLGEM Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı olarak 2017 yılında kurulmuştur. 2020 yılında gerçekleştirilen Bilişim Vadisi Blok Zincir e-Çalışmayı sonuç raporuna göre (Bilişim Vadisi, 2020, s. 8);

- Türkiye’de blok zinciri ile ilgili yeni girişimlere hukuksal altyapının eksik olması sebebiyle yeterince yatırım yapılamamakta,
- Türkiye’de blok zinciri ile ilgili bilinmezlik ve yüksek maliyetler yatırımcıların ilgisini azaltmakta,
- Yatırımcılar yeterli derecede destek/teşvik olmaması ve bürokratik engellerle karşılaşmaları durumunda blok zinciri konusunda çekimser kalmakta,
- Kripto para ile blok zinciri birbirine karıştırıldığından güven eksikliği oluşmaktadır.

T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi’nde ulusal blok zinciri altyapısı ile ilgili bir bölüm yer almaktadır. Bu rapora göre (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019, s. 80);

- Ulusal blok zinciri altyapısının geliştirilmesi ve blok zinciri tabanlı ağ oluşturulmasının teşvik edilmesi,
- Blok zinciri teknolojisi ile ilgili uygulama geliştirme yetkinliğinin kazanılması için ilk olarak kamusal uygulamaların blok zinciri altyapısına uyumlu olanların belirlenerek projelendirilmesi,

- İş modeli ve süreçlerin testi için uygun test ortamının ve katılımcı kümesi oluşturulması,
- Geliştirilen blok zinciri uygulamalarının mevzuata uyumluluğun belirlenmesi adına düzenleyici kurul yardımıyla “sanal mevzuat test alanı” oluşturulması, başarılı olan girişimlerin sertifikalarının sağlanarak yatırım alma yönünde desteklenmesi amaçlanmaktadır.

Türkiye yerel yönetimleri akıllı kent uygulamalarına yer vermektedir ancak yerel yönetimlerin blok zinciri teknolojisi ile ilgili çalışmalarına bakıldığında bu yönde çok az girişim olduğu göze çarpmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi blok zinciri teknolojisini kullanan belediyelerden birisidir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Blok Zinciri Sistemi vatandaşların doğalgaz, su faturalarına, İBB’nin kamu eğitim hizmetlerinin mezuniyet sertifikaları gibi belgelere blok zinciri ağı üzerinden dijital cüzdanlar aracılığıyla erişilebilmesini sağlayan tamamen özel blok zinciri mimarisi üzerine kurulmuş kurum ve vatandaş olmak üzere iki farklı rolü olan bir sistemdir (<https://blokzincir.ibb.gov.tr/>, 2022).

3.2. Akıllı Kent Uygulamalarında Blok Zinciri Teknolojisinin Geleceği

Blok zinciri teknolojisi akıllı kent stratejilerine yeni yeni dahil edilen bir teknoloji olsa da akıllı kentlerin geleceğini etkileyecek ölçüde büyük ve derin etkilere sahip olacak gibi görünmektedir. Startup Genome’un 2022 küresel girişim ekosistemi raporunda blok zinciri, finansal teknoloji, gelişmiş imalat, yapay zekâ ve büyük veri en hızlı büyüyen alt sektörler olarak belirlenmiş ve blok zinciri teknolojisinin, son beş yılda erken aşamada fonlamada %91 ve 2021 yılından bu yana %12 büyümeye kaydettiği ifade edilmiştir (Genome, 2022, s. 45-49). Küresel blok zinciri pazarı hızla büyümektedir ve artan sayıda yenilikle birlikte tüketicinin blok zincir teknolojisini kullanmanın yararları konusundaki farkındalığı nedeniyle önümüzdeki yıllarda da büyümeye devam etmesi beklenmektedir. Blok zinciri ademi merkeziyetçilik, koordinasyon ve iş birliğini güvenli ve özerk bir şekilde sunan yeni bir bilgi işlem paradigmasını ateşleyen bir teknoloji olarak başarılı olursa, çeşitli sektörlerde devrim

yaratacak ve ekonomi, toplum ve kamu kurumlarını yeniden şekillendirmeye yardımcı olabilecektir (Cities N. L., 2018, s. 25).

Teknolojilerin devrim yaratma gücü her ne kadar büyük olsa da onları taşıdığı risklerle birlikte değerlendirmek gerekmektedir. Bu noktada teknolojinin yönetimi önem kazanmaktadır. İyi teknoloji yönetimi, politikaları ve normları, teknolojinin risklerini en aza indirirken faydalarını gerçekleştirmenin de temelidir (Forum W. E., 2020, s. 6). Dünya Ekonomik Forumu'nun 2021 yılında hazırladığı rapora göre (Forum W. E., 2020, s. 9) Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte kullanılan teknolojilerin ortak bazı yönetim boşlukları bulunmaktadır. Bunlar;

- İnsan denetimi
- Sınırlı veya eksik düzenleme
- Siber ve diğer güvenlik endişeleri
- Kolluk kuvvetleri tarafından erişim ve kullanım
- Yanlış kullanım veya amaç dışı kullanım yoluyla teknolojinin olumsuz etkisi
- Gizlilik ve veri paylaşımı
- Teknolojinin sorumluluğu ve hesap verebilirliği
- Sınır ötesi tutarsızlıklar ve kısıtlı veri akışlarıdır. Blok zinciri ile ilgili yönetimsel boşlukların mevcut ve gelecekteki durumu Tablo 12'te sunulmuştur.

Tablo-12: Blok Zinciri Teknolojisi ile İlgili Yönetim boşlukları

Şu Anki Boşluklar	Yakın Zamanda Karşılaşılacak Boşluklar	Gelecekte Karşılaşılacak Boşluklar
Blok zinciri dünyasında siber güvenlik	Veri bütünlüğü	Blok zinciri ve telif hakkı
Dijital kimlikler, varlıklar ve kripto para birimleri açısından düzenleyiciler	Sınır ötesinde düzenleyici ve tutarsızlıklar	Küresel dijital kimlik
Birlikte çalışabilirlik ve standart ihtiyacı	Denetim/üçüncü taraf rehberliği	
Konsorsiyum yönetişimi	Blok zinciri bağlamı	
Akıllı sözleşmelerin uygulanabilirliği	Korunması ve meydan okuması değişmez bir blok zinciri dünyasında anonimlik	
	Blok zinciri ve enerji tüketimi	

Kaynak: Forum W. E., 2020, s. 31.

Blok zinciri diğer teknolojiler gibi avantaj ve dezavantajları ile yeni bir teknoloji olarak iyi yönetilmesi gereken bir unsurdur. Şehir yöneticileri, politika danışmanları ve karar vericiler blok zinciri teknolojisini kullanmayı değerlendirirken (Cities, 2020, s. 81);

- Henüz tam olarak anlaşılmayan ilginç olasılıklara sahip bir teknoloji olduğu için blok zincirine dikkatle yaklaşmalı,

- Blok zinciri ve akıllı sözleşmelerin ne olduğu, topluluk ve bireyler için potansiyelleri, riskleri ve yerel yasal çerçeveler içinde nasıl görülebilecekleri açısından daha geniş bir anlayışın geliştirmeli,
- Blok zincirini yönetmek için uygun bir düzenleyici ve etik çerçeve belirlemeli,
- Yasal konuları ele alan, veri güvenliğini ve gizliliğini dikkate alan ihtiyaç odaklı bir yaklaşım benimseyen yani gerçek yerel ihtiyaçlara hitap eden planlamaya odaklanmalı,
- Kentsel alanlarda veya belirli topluluklarda toplumun bazı bölümlerinin teknolojik ve dijital olarak dışlanmasına karşı duyarlı olmalı, bu eşitsizlikleri şiddetlendirme veya artırma potansiyelleri açısından kullanım durumlarını değerlendirmeli,
- Sürdürülebilirlik üzerinde olumlu etki potansiyeli olan kullanım durumlarının etkilerinin olumlu ve olumsuz sonuçlarını sosyal ve çevresel bir perspektiften yakından izlemeli,
- Üstlenilen girişimlerin yakından izlendiğinden ve rapor edildiğinden ve alınan derslerin ekosistem içinde paylaşıldığından emin olmalı,
- Yenilikçi projeleri desteklemek için ekosistem içinde yenilikçi finansman mekanizmalarını keşfetmelidir.

Yeni teknolojilerin gelişimi, eksiklerinin görülüp giderilmesi ve iyileştirilmesi için bu teknolojilerin kullanımı gerekmektedir. Blok zinciri teknolojisi de dünyada artan popülerliği ile birlikte geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu noktada teknolojinin kullanımında çekimser yaklaşımların görülmesi de olağandır. OECD, blok zinciri ile ilgili politika önlemleri oluştururken veya uygularken (OECD, 2022, s. 5-6);

- İnsan kapasitesini geliştirmeye çalışmayı,
- Koordineli politika yaklaşımları geliştirmeyi,

- Blok zinciri araştırma ve geliştirme gibi teknolojik yenilikleri destekleyen bir ortamı teşvik etmeyi,
- Teknolojik yenilikler için kolaylaştırıcı bir politika ortamını desteklemeyi,
- Uluslararası iş birliğini önermektedir.

Sürdürülebilir bir kentsel çevre inşa etmek ve vatandaşların yaşamını iyileştirmek için modern bilgi işlem teknolojilerini akıllı bir şekilde kullanan akıllı kentlerde denetlenebilirlik, şeffaflık, değişmezlik ve ademi merkeziyetçilik gibi iyi özellikleri sayesinde blok zinciri kentlerin sorunlarına çözüm sunabilmektedir (Bhushan vd., 2020, s. 22). Ancak blok zincirinin spekülasyon dinamiklerinin sosyal ve kamu yararına katkıda bulunabilmesi için yönetimlerin bazı yolları takip etmesi gerekmektedir. Politik müdahaleler (Polvora vd., 2021, s. 5);

- Yönetişimin demokratikleştirilmesine vurgu yaparak, demokratik ve kolektif sahiplik ve yönetim modellerine yönelik disiplinler arası araştırmaları destekleyerek, bu tür deneyleri finanse ederek,
- DLT (Dağıtık defter teknolojisi) geliştiricilerini en son teknoloji ürünü sosyal ve ekonomik araştırmalarla birleştirerek, yani alanı daha sosyal ve kamusal olarak yararlı, finansal ve ekonomik araçların geliştirilmesine doğru kaydırmaya yardımcı olabilecek işbirlikçi disiplinler arası bağlamları mümkün kılarak buna yardımcı olabilir.

Akıllı kent uygulamalarında blok zinciri teknolojisinin geleceğini belirleyecek parametrelerden birisi teknolojinin hukuki çerçevesinin iyi çizilmiş olmasıdır. Dijital teknolojilerin ve elektronik ticaretin gündelik hayata entegre ettiği otomatikleşme, sözleşmeler hukukunun form değişikliğini de kaçınılmaz hale getirmektedir (Tevetoğlu, 2021, s. 203). Akıllı sözleşmeler hızlı ve güvenli bir işlem sağlıyor olsa da blok zinciri teknolojisinin dağıtık bir yapıda olması merkezi bir yapıda temellenen GDPR (Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü) ve KVKK (Kişisel Verileri Koruma Kanunu) gibi veri koruma düzenlemeleri ile bazı noktalarda çelişmektedir. Bu çelişkilerin blok zinciri teknolojisinin geliştirilmesinde blok zinciri geliştiricileri,

regülatörler, ilgili konuda faaliyet gösteren firmalar ve kişisel veri uzmanları ile karar mekanizmalarına zorluk yarattığı görülmektedir (Platformu, 2019, s. 55). Teknolojinin geleceği kullanılabilirliğinin olması dolayısıyla hukuki zeminin sağlanmasına bağlıdır. Bir teknolojinin üretilmesi ve kullanılmasında etkileştiği disiplinlerin de uyumlu hale getirilmesi yahut güncellenmesi gerekmektedir. Gerçek fayda sağlama konusunda disiplinler arası araştırma, değerlendirme ve yenilik giderek daha da önemli hale gelecektir (Polvora vd., 2021, s. 9).

Geleceğin akıllı kentleri kavramı, vatandaşların refahını ve yaşam kalitesini iyileştirmek için hayati önem taşımaktadır. Akıllı kentler, operasyonel verimliliği artırmak, devlet hizmetlerinin kalitesini ve vatandaş refahını iyileştirmek, vatandaşların sürekli artan taleplerini karşılamak için sürdürülebilir kalkınma uygulamalarını geliştirmek, dağıtmak ve teşvik etmek için bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmaktadır. Dijital devrim, uygulamada kolaylık ve verimliliği göz önünde bulundurarak, nerede uygulanırsa uygulansın başarının anahtarı olduğunu kanıtlamıştır ancak verilere ve gerçeklere dayalı bilinçli bir karar vermek akıllı kent için temel etkileşim faktörü olmaktadır (Javed vd., 2022, s. 42). Blok zincirinin dijital devrimde öne çıkan bilgi ve iletişim teknolojilerinden biri olarak akıllı kent stratejilerinde önemli bir rol alması mümkündür. Blok zinciri, veri odaklı bir çağda kilit bir teknoloji olacaktır ancak sürdürülebilir kentsel gelişim girişimlerinde blok zinciri kullanmak için keşfedilmesi ve çözülmesi gereken birçok zorluk, gereksinim ve kısıtlama bulunmaktadır (Majeed, ve diğerleri, 2021, s. 21). Akıllı kentlerde blok zinciri teknolojisinin geleceği taşıdığı risklerin minimuma indirgenmesi, olumsuz niteliklerinin üstesinden gelinmesi ve bazı iyileştirmeler yapılması ile sıkı ilişkidir.

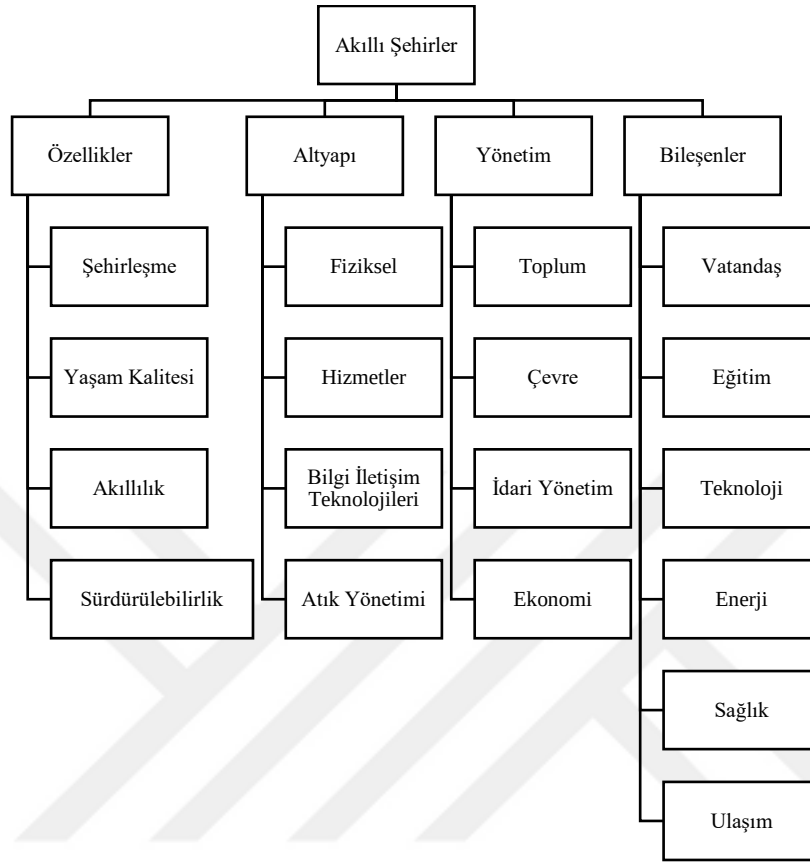
3.3. Akıllı Kentler ve Blok Zinciri Teknolojisi

Günümüzde kentler, bankalar, ulaşım, arazi kullanımları, internet, insanlar, para, hükümet, hukuk, polis vb. gibi somut ve somut olmayan birçok farklı, hassas ve hayati öneme sahip iç içe geçmiş organların bir “Ekosistemi” haline gelmiştir. Bu noktada “Akıllı Kent” kavramı çok yönlüdür ve teknoloji odaklı yeniliklerin ötesine geçen hususları içermektedir (Bagloee vd., 2021, s. 1-2). Teknolojik değerler akıllı kent

ekosisteminde yaşanan dijital dönüşüm sürecinin ana parametresidir. Nesnelerin interneti (IoT), bulut bilişim teknolojileri ve siber güvenlik sistemleri gibi dijital teknolojilerdeki gelişmeler, akıllı şehir uygulamalarında geniş bir yelpazede devrim yaratmış olsa da blok zinciri teknolojisinin hızlı bir şekilde benimsenmesi, yeni dijital akıllı şehir ekosisteminin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir (Ahmed vd., 2021, s. 1). Hizmet noktasında halka en yakın birimler olan yerel yönetimlerin hizmet sunumunda kırtasiyecilik, yolsuzluk, gizlilik gibi olumsuz niteliklerden sıyrılarak kaliteli, şeffaf ve hesap verilebilir hizmetler sunmasında dijital dönüşüm stratejileri büyük önem taşımaktadır (Deniz, 2021, s. 95). Dijitalleşme stratejisine dahil olan akıllı kentin bileşenleri Şekil 9’da gösterilmiştir.

Dijitalleşme, akıllı kentler için hem sorunlarını çözmede hem de sakinlerine daha konforlu ve modern bir hayat sunmada kaçınılmaz bir süreç olarak gözükmektedir. Ancak bu sürece dahil olmanın farklı zorlukları bulunmaktadır. Birçok yönetim için dijitalleşmenin önündeki en önemli engellerden biri, güvenlidir. Blok zinciri sahip olduğu yetenekler nedeniyle, hükümetlerin nihayetinde dijitalleşmesi için gerçekçi bir yol sunabileceği anlamına gelen güvenli bir teknoloji olarak görülmektedir (Saxena vd., 2022, s. 250). Blok zinciri dijital hükümet bilgileriyle uğraşırken hem güvenlik hem de şeffaflığın yanı sıra ademi merkeziyetçiliğe ve esnekliğe katkıda bulunmaktadır (Kassen, 2022, s. 2). Blok zincirinin temel erdemi, riski azaltan ve hükümet bağlamının her türlü etkinliğini sağlayan merkezi otorite olmadan güven mekanizmasını otomatikleştirme yeteneğidir (Antipova, 2018, s. 1).

Şekil-9: Dijitalleşme Stratejisine Dahil Olan Akıllı Kentin Bileşenleri



Kaynak: Lukic vd., 2022, s. 26.

Blok zinciri teknolojisinin yönlendirdiği çözümler, kamunun e-devlete olan güvenini, özellikle de, dağıtılmış devlet bilgi veritabanlarının yönetimi veya çeşitli kamu işlemlerinin ve dijital hizmetlerin merkezi olmayan doğrulanması ile özellikle vatandaşlar ve işletmeler için temel operasyonları ile ilgili olarak artırmaya gerçekten yardımcı olabilir (Kassen, 2022). Blok zinciri teknolojisi, kamu hizmeti sunumunda ve işleyişinde devrim yaratarak onu daha verimli, esnek ve şeffaf hale getirme potansiyeline sahiptir. Şehirler, bu teknoloji sayesinde daha fazla verimliliğin yanı sıra departmanlar arasında ve kamu ve özel kuruluşlar arasında kolaylaştırılmış koordinasyon dahil olmak üzere diğer faydaları gerçekleştirme potansiyeline kavuşmaktadır (Cities N. L., 2018, s. 12).

Akıllı bir kent, mevcut kaynakların verimli ve optimum kullanımını sağlarken sakinlerine daha iyi hizmetler sunmak için fiziksel, sosyal ve iş altyapılarını entegre etmek ve yönetmek için bilgi teknolojilerini kullanır. Nesnelerin İnterneti (IoT), bulut

bilişim ve birbirine bağlı ağlar gibi teknolojilerin yaygınlaşmasıyla akıllı kentler, yenilikçi çözümler ve vatandaşlar ile yerel yönetim arasında daha doğrudan etkileşim ve iş birliği sağlayabilmektedir (Biswas & Muthukkumarasamy, 2016). Nesnelerin interneti, herhangi bir insan müdahalesi olmadan sistematik ve otomatik olarak yönetilen, düzenlenen ve izlenen algılama, işleme ve iletişim süreçlerini sağlayan önemli bir ağ oluşturmak için heterojen sensörleri, cihazları ve sistemleri sorunsuz bir şekilde birbirine bağlayan bir sistemdir (Ahmed vd., 2021, s. 2). Nesnelerin interneti cihazlarının sayısı her geçen gün arttığından, cihazların güvenliği her zaman büyük bir endişe kaynağıdır (Alhudhaif vd., 2022).

Nesnelerin interneti uygulamaları toplumun refahı ve akıllı şehir hizmetleri için faydalı olmakla beraber bu ağ hizmetleri ölçeklenebilirlik, kendi kendine organizasyon, büyük veri analizi, birlikte çalışabilirlik, otomatik algılama, yazılım zorluğu, güvenlik, gizlilik ve hata toleransı gibi çeşitli zorluklar içermektedir (Alhudhaif vd., 2022). Nesnelerin interneti (IoT), internete bağlı milyarlarca cihazı izlemek ve ayrıca cihazlar arasındaki işlemleri ve koordinasyonu kolaylaştırmak için blok zinciri kullanır ve blok zinciri ile nesnelerin internetinin entegrasyonu yalnızca nesnelerin internetine yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda akıllı şehirlere de yardımcı olur (Shaikh & Mohammad, 2020, s. 187). Bilgi teknolojileri bir dizi potansiyel faydasına rağmen beraberinde dijital bozulma, bilgi güvenliği ve mahremiyetle ilgili birçok zorluğu da getirmekte bu noktada akıllı şehirleri etkinleştirmek için gelişmiş güvenlik ve gizlilik ile blok zinciri teknolojisi kullanılabilmektedir (Biswas & Muthukkumarasamy, 2016).

Akıllı kentlerin operasyonel temeli, veri paylaşımı, verilerin akıllı analizi ve karar vermesidir. Akıllı kentin işleyişi, veri hacminin hızla büyümesini sağlar ve veri kapasitesi büyük veri düzeyine ulaşır (Fu & Zhu, 2021). Bir akıllı kent, kamusal yaşama farklı katılım yöntemleri oluşturmak ve vatandaşları aktif kullanıcı olmaya davet etmek için etkileşimli bir bilgi sistemi sağlamalıdır (Lukic vd., 2021, s. 1). Bu etkileşim esnasında akıllı kentler, belirli bir zamanda tüm kamu hizmetleri ile ilgili olarak muazzam miktarda veri üretir. Güncel bilgiler, kamu hizmetlerini iyileştirmek ve kullanıcılarına geri bildirim sağlamak için çok önemlidir. Dolayısıyla veri

miktarının hızla arttığı ve veri paylaşımına olan talebin giderek güçlendiği büyük veri çağında, kriptografi teknolojisini birleştiren ve dağıtılan verileri depolamak için zincir yapısını kullanan blok zinciri önem kazanmaktadır (Zhong vd., 2022, s. 1322).

Tipik olarak akıllı kentler milyarlarca sensör ve cihazı birbirine bağlamak için büyük ölçekli dağıtılmış sistemlerden yararlanarak çeşitli uygulamalar sağlamaktadır. Veri üretimi ve cihaz sayısındaki hızlı artışın getirdiği zorlukların üstesinden gelmek için akıllı, verimli, güvenli, uygun maliyetli ve ölçeklenebilir bir akıllı kent sistemi tasarlanması gerekmektedir (Xie vd., 2019, s. 2824). Büyük veri yönetiminde dağıtık mimarisi ve güvenliği sebebiyle blok zincir teknolojisi kullanılabilir (Zheng vd., 2018, s. 370). Akıllı şehir verilerinin güvenilirliğini sağlamada, verilerin üretim, çalışma ve değişim sürecini kayıt altına almada blok zinciri teknolojisi faydalı olmaktadır (Fu & Zhu, 2021, s. 26-28). Blok zinciri güvenilir, şeffaf, sağlam ve merkezi olmayan ortamıyla akıllı şehirlerin yaşamın değerini, idari süreçleri ve çevresel sürdürülebilirliği genişletmek için kullanabileceği olağanüstü bir olanak olarak göze çarpmaktadır (Ahmed vd., 2020). Bazı özel karakteristikleri ve özellikleri sayesinde blok zinciri, akıllı bir şehirde çeşitli cihazları güvenli bir şekilde organize edebilen çok kullanışlı bir teknik olup özellikle kablosuz sensörler gibi varlıkların sunucunun orijinalliğinden emin olması gereken dağıtılmış ortamlarda geniş uygulamalar bulmaktadır (Chen vd., 2021).

Akıllı kent, yüksek düzeyde entegre olan ve otomatik olarak çalışan farklı kurumlar ve endüstriyel sistemler olarak bir bilgi ekolojik modudur ve aynı zamanda gelecekteki kentsel gelişimin nihai vizyonudur (Fu & Zhu, 2021, s. 21). Akıllı kent ekosisteminde, verileri korumak için şeffaf ve sorumlu bir mekanizma olarak blok zinciri teknolojisinin yükselişi, ciddi veri gizliliği, güvenlik ve bütünlük sorunlarının çözülmesinin yolunu açmaktadır (Cities, 2020, s. 4). Akıllı kentler ve blok zincir teknolojisi iki ortak özelliği paylaşmaktadır. Birincisi, blok zinciri ve akıllı kent kavramları oldukça geniş kavramlardır. Akıllı kentler üzerine yapılan araştırmalar, daha yaşanabilir kentsel ortamlar yaratmayı hedefleyen uygulamalı bir alandır. Blok zinciri ise çok sayıda genel uygulamayı güçlendirme potansiyeline sahip teknik bir

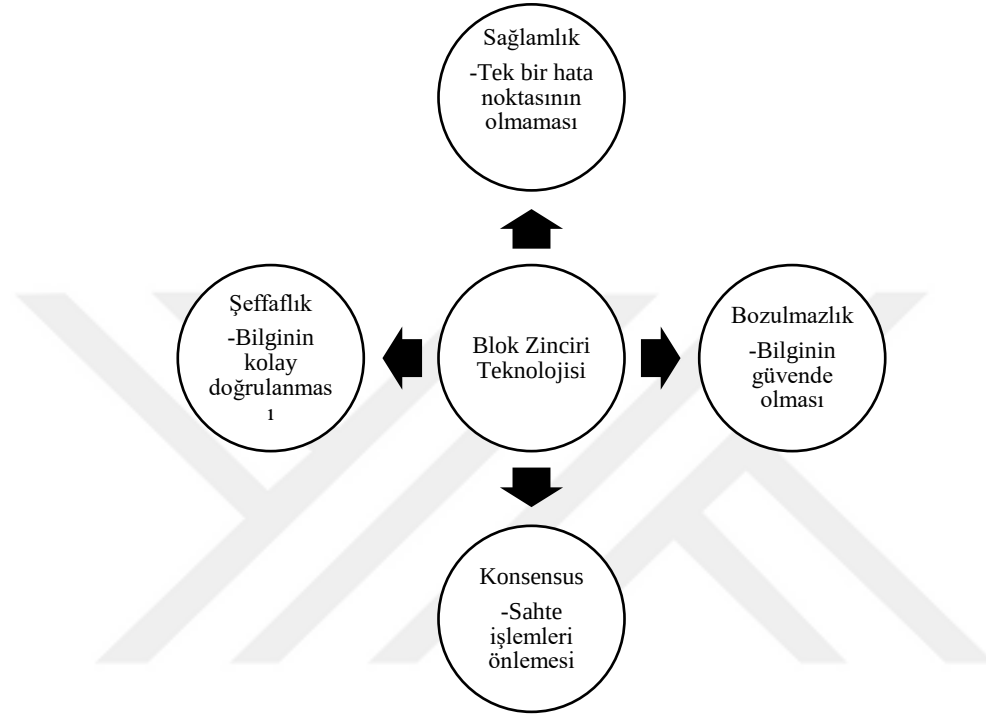
platformdur. İkincisi, her iki alan da şu anda büyüme aşamasındadır ve yakın gelecekte önemli gelişmeler beklenmektedir (Treiblmaier vd., 2020, s. 867).

Blok zinciri, kentlerin yönetim ve hizmetlerinin dijitalleştiği ve “akıllı” kentlerini geliştirdiği bir çağda ortaya çıkmakta ve dünya çapında her düzeydeki kamu idareleri, sistemlerinin verimliliğini, şeffaflığını ve güvenliğini artırmak ve hizmetlerin sağlanması için daha işbirlikçi, etkileşimli ve demokratik bir platform geliştirmeyi amaçlamaktadır (Cities, 2020, s. 26). Hızlı kentleşme sebebiyle büyüyen şehirlerde kent yönetiminde planlama ve teknoloji kullanımı çok önemli rol oynamakta bu noktada blok zinciri teknolojisinin yüksek yenilikçi ve dönüştürücü kapasitesi dikkat çekmektedir (Deniz, 2021, s. 104). Gelişmekte olan bir teknoloji olarak blok zinciri güvenden bağımsız, şeffaflık, otomasyon, ademi merkeziyetçilik ve güvenlik gibi birçok iyi özelliği sayesinde akıllı kent hizmetlerini iyileştirmeye ve akıllı kentlerin gelişimini teşvik etmeye yardımcı olmaktadır (Xie vd., 2019, s. 2794). Blok zinciri, bir şehrin sakinlerini, ilgili herkes için değer yaratma potansiyeline sahip daha bilinçli seçimler yapma konusunda güçlendirerek, kamu hizmetlerinin hızını artırmanın yanı sıra yeteneklerini genişleterek, bazı durumlarda maliyetleri azaltarak şehirlerin, yalnızca daha düşük maliyetlerle artan verimliliklerden değil, aynı zamanda daha fazla ekonomik entegrasyon ve katılımdan faydalanmasına da katkı sunmaktadır (Cities N. L., 2018, s. 15-19). Blok zinciri teknolojisi akıllı kentlerin pek çok farklı uygulamalarında kullanılabilmektedir. Akıllı kent uygulamalarında kullanılan blok zinciri teknolojisinin karakteristik özellikleri Şekil 10’da sunulmuştur.

Karmaşıklık, eski sistemlerle entegrasyon, maliyet etkinliği ve kaynak verimliliği, blok zinciri tabanlı akıllı kent girişimlerinin doğal özellikleridir (Cities, 2020, s. 80). Akıllı kent tabanlı uygulamalar, işlemlerin bütünlüğünü ve yetkilendirmesini sağlamak için şeffaf işlemler, tek hata noktası olmaması, otomatik karar verme ve veri koruması gerektirir (Hakak vd, 2020, s. 8). Akıllı kentlerde ulaşım, sağlık, enerji, eğitim gibi sektörlerde hizmetlerin yerine getirilebilmesi için merkezi bir mimarinin kullanılması gerekmektedir ancak merkezi bir mimari uygulamaların veri güvenliği ve gizliliğinden yoksun olması anlamına gelmektedir. Bu noktada

merkezi olmayan blok zinciri tabanlı sistemler çözüm sunmaktadır (Shaikh & Mohammad, 2020, s. 186).

Şekil-10: Akıllı Kent Uygulamalarında Blok Zinciri Teknolojisinin Karakteristik Özellikleri



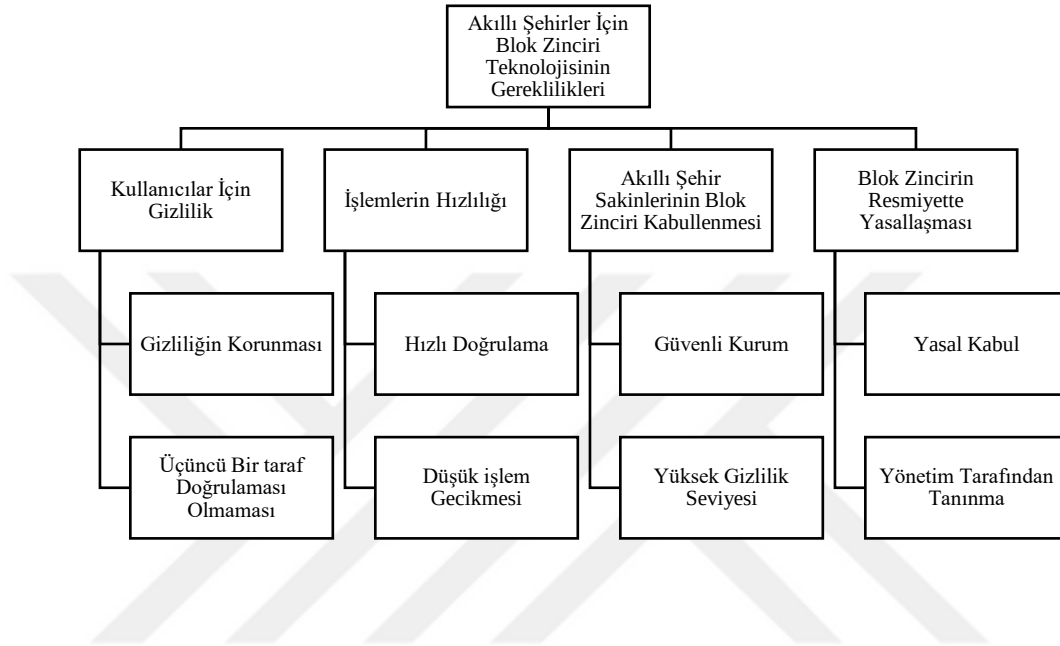
Kaynak: Hakak vd., 2020, s. 9.

Akıllı kentlerde kullanılan teknolojilerin sosyal etkileri özellikle etkileşimin ve iletişimin güçlendiği günümüz dünyasında daha da önem kazanmaktadır. Bugün şehirler, sakinlerinin yönetime güveninin düşük, ancak beklentilerin yüksek olduğu bir ortamda faaliyet göstermektedir. Bu bölge sakinleri, yerel yönetimlerinin duyarlı, esnek olması ve kendilerinin bireysel endişelerine ve tercihlerine özel yanıtlar vermesi gerektiğine daha kararlı hale geldikçe, topluluk aktivizmi ve katılımı artmaktadır. Blok zinciri, topluluk üyeleri için bu gibi beklentilerin karşılanmasına yardımcı olurken, topluluklara daha yüksek düzeyde özerklik ve kontrol sunmaktadır (Cities N. L., 2018, s. 12). Bu şekilde kent sakini akıllı kent bileşenlerinden biri olarak hem teknolojiye fayda görmekte hem de bir anlamda teknolojiyi yönlendirmektedir.

Akıllı kentlerde kullanılacak blok zinciri teknolojisinin bazı gereksinimleri bulunmaktadır (Şekil 11). Bu gereksinimler, akıllı kentlerde blok zinciri teknolojisinin

başarılı ve pratik bir şekilde uygulanması için yerine getirilmesi gereken kilit unsurlardır.

Şekil-11: Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Teknolojisinin Gereksinimleri



Kaynak: Hakak vd. , 2020, s. 10.

Akıllı kentlerde dijitalleşme stratejisini uygulama adına blok zinciri teknolojisini kullanımı olumlu ve olumsuz pek çok durum yaratmaktadır. Tablo 13’de farklı akıllı kent uygulamalarında blok zinciri teknolojisini artı ve eksi yönleri ele alınmıştır.

Tablo-13: Akıllı Kentlerin Dijitalleşme Stratejisinde Blok Zincirinin Artı ve Eksileri

DİJİTALLEŞME STRATEJİSİ	ARTILARI	EKSİLERİ
Veri Konsolidasyonu	Blok zincirinin sağlamlığı, tek bir varlık tarafından kontrol edilmemesi, verilerin şeffaf olması	Saniyedeki işlem sayısındaki kısıtlamalar ve işlem boyutu
Genel Veri Koruma Yönetmeliği	Verilerin güvenliği, şifrelenmesi, şifrenin çözülmesi için özel bir anahtar gerekmesi	Yeni mevzuat gerektirmesi
İçsel İletişim	Güvenilir taraflar arasında fikir birliği, iletişimin izlenebilirliği	-
Mevcut Uygulamalar ve Ortak Kullanıcılar Uygulaması	Sağlıkta uygulama, atık yönetimi, kaynak paylaşımı, vatandaşların karar alma sürecine dahil edilmesi	Mevcut veri tabanlarını blok zincirine aktarması, blok zincirinde depolanacak veri miktarı
Sağlık Uygulaması	Dağıtılmış veriler, şeffaflık ve verilerin değişmezliği, kolay izin yönetimi	Geliştirme maliyeti, verilerin silinmemesi, uzman bilgisi eksikliği
Akıllı Ulaşım Sistemi Uygulaması	Güven, veri değişmezliği, verimlilik, şeffaflık	Hassas verilerle ilgili izinler, insan hatasını düzeltmenin zorluğu, işlem ölçeklendirme ve maliyetler
Su Kaynakları Yönetimi Uygulaması	Dağıtılmış veriler, şeffaflık, verilerin değişmezliği, kolay izin yönetimi	Hassas verilerle ilgili izinler, insan hatasını düzeltmenin zorluğu, uzman bilgisi eksikliği
Atık Yönetimi Uygulaması	Dağıtılmış veriler, şeffaflık, verilerin değişmezliği, kolay izin yönetimi	Hassas verilerle ilgili izinler, insan hatasını düzeltmenin zorluğu, uzman bilgisi eksikliği
Kaynak Paylaşımı Uygulaması	Güvenlik, şeffaflık, kaynak izlenebilirliği, otomasyon, verimlilik	Büyük sistemler için işlem sayısı
Coğrafi Bilgi Sistemi	Dağıtılmış veri depolama ve erişim, verilerin farklı akıllı kent uygulamaları için kullanılabilmesi	Var olmayan veya yeni gelişen blok zinciri mimarisi

Kaynak: Lukic vd., 2022, s. 17.

Akıllı kent uygulamalarında blok zinciri teknolojisi kullanımı bazı sorunlara çözüm olsa da birtakım problemleri de beraberinde getirmektedir. Bunlar (Fu & Zhu, 2021, s. 22):

- Farklı uygulama alanları arasında veri iletiminin güvenlik sorunu,
- Farklı uygulama alanları arasında verilerin mahremiyet sorunları,
- Farklı uygulama alanları arasında iletilen verilerin güvenilirlik sorunu,
- Farklı uygulama alanlarında girdi ve çıktı verilerinin kaynaklarının izlenebilirlik sorunu,
- Akıllı kent sisteminde veri işlemi ve veri değişiminin denetim sorunu olarak sıralanabilir.

Blok zinciri teknolojisi, modern akıllı kent uygulamalarını geliştirme, yeni tasarımlar, modeller oluşturma ve eksiksiz uygulama süreçlerini harekete geçirme potansiyeline sahip bir yenilik olarak kabul edilmektedir (Ahmed vd., 2021). Akıllı kentlerde artan güvenlik sorunları, blok zincirinin denetlenebilirlik, şeffaflık, değişmezlik ve ademi merkezîyetçilik gibi iyi özellikleri sayesinde etkin bir şekilde ele alınabilmektedir (Bhushan vd., 2020, s. 22). Güvenlik, akıllı bir şehrin en önemli zorluklarından biridir. Ancak bir blok zincirine sahip akıllı şehirler, işlemleri güvenli, şeffaf, merkezi olmayan ve değişmez bir defterde saklayarak gelişmiş güvenlik hizmeti sunabilir (Majeed vd., 2021, s. 1). Akıllı kentler her ne kadar üstün teknoloji donanımıyla yaşam kalitesini geliştirse de nesnelerin interneti ile ilişkili olarak kişisel verilerin gizliliği ve güvenliği büyük bir tehdit olarak görünmektedir (Bala & Kaur, 2022, s. 326). Akıllı kentler, diğerlerinin yanı sıra akıllı ulaşım, endüstri 4.0, akıllı sağlık hizmeti, akıllı evler, akıllı bankacılık hizmetleri sunar. Bu uygulamalar vatandaşların yaşam standardını iyileştirirken verileri işlemek için muazzam güvenlik gerektirmektedir (Majeed vd., 2021, s. 1). Akıllı kentlerde blok zinciri tabanlı çözümler hem bu güvenlik ihtiyaçlarını karşılamakta hem de şehrin diğer hizmetlerini birbirine bağlamak ve faydalarını artırmak için ortak bir platform sağlamaktadır. Mobil bilgi işlem teknolojileri, yapay zekâ, nesnelerin interneti, 5G gibi teknolojiler bazı güvenlik açıkları yaratmanın yanında blok zincirinin ilerlemesine de katkı sunmaktadır (Mora vd., 2021, s. 12).

Akıllı kentler geniş bir blok zinciri teknolojisi uygulama alanına sahiptir. Ancak blok zinciri teknolojinin yönetimi oldukça kritik önemdedir. Blok zinciri yönetişimi, genel blok zinciri başarısının temel bir bileşeni olmasına rağmen, kullanım durumları, iş değeri ve teknolojik özellikler gibi diğer kesişen alanlar hakkında düşünme ihtiyacı da kritik olmaya devam etmektedir (Goldsby & Hanisch, 2022, s. 164). Blok zinciri tabanlı ağ, gerçek bir güvenilir değer ağıdır ve şehrin farklı alanlarında iletişim ve koordinasyon için güvenilir bir köprüdür (Fu & Zhu, 2021, s. 23). Yerel yönetimlerin verimliliğini artırarak uzun vadede maliyet maliyetleri azaltabilmesi, yerel yönetişime katılımcılık ve şeffaflık açısından destek sağlayabilmesi, sosyal yardımlaşmada daha etik bir dağıtımı sağlamaya imkân verebilmesi, vergi tahsilatı denetimini kolaylaştırabilmesi blok zinciri teknolojinin yerel yönetimlere sunacağı katkılara örnek olarak verilebilir (Deniz, 2021, s. 109-110). Dağıtılmış defter çözümleri e-devlet reformlarını gerçekten tamamlayabilir (daha iyi hükümet veri tabanları sağlamak ve süreç şeffaflığını artırmak gibi), çeşitli kamu bilgi yönetimi prosedürlerini hızlandırabilir ve daha da önemlisi, şifreli iletişim kanalları üzerinden teslim edilebilecek çeşitli hizmetleri denemek için umut verici bir platform sağlayabilir (Kassen, 2022).

Blok zinciri güvenlik, gizlilik, işlem güvenliği, anonimlik, veri gizliliği, ölçeklenebilirlik, gözetim, şeffaflık, veri bütünlüğü ve dolandırıcılık önleme, bant genişliği ve gecikme, yapı ve mimari, güvenlik açığı ve daha az kaynak kullanılabilirliği, kimlik doğrulama başlıklarında akıllı kentlerde kullanım sorunlarıyla karşılaşmaktadır (Ahmed vd., 2020). Tablo 14’de akıllı kentlerde blok zinciri uygulamalarının temel zorlukları ve bunlara ilişkin çözüm yolları sunulmuştur.

Tablo-14: Akıllı Kentlerde Blok Zinciri Uygulamalarının Temel Zorlukları

Zorluklar	Sebebi	Çözümü
Gizlilik	-Blok zinciri teknolojisinin açık ve dağıtılmış doğası -Kişisel veri sızıntısı -%51 saldırısı	-Halka açık zincirlerde minimum kişisel veri saklama -Kullanıcı verisinin anonimliği
Mevzuat	-Düzenlemelerin bulunmaması -Blok zincirinin özellikleri ile veri koruma için uluslararası yasalar arasındaki çelişki	-Yeni uluslararası karşılıklı mevzuat -Gizlilik sızıntısı ile hizmet kalitesi arasındaki takas
Blok Zinciri Teknolojisinin Kabulü	-Kullanıcı güveninin olmaması -Karmaşık işlemler -Gizlilik sorunları	-Yeni kullanıcı güven modelleri -Kullanıcı dostu arayüzler -Güçlü gizlilik koruması
Sağlam Blok Zinciri Mimarisi	-Yüksek maliyet -Yüksek işleme, depolama ve iletişim gereksinimleri -Ölçeklenebilirlik eksikliği, karmaşıklık	-Akıllı, güvenilir, hızlı, ölçeklenebilir ve kaynakları verimli kullanan mimari

Kaynak: Hakak vd., 2020, s. 13.

Akıllı kentler dijital dönüşüm süreçlerinde blok zinciri ile ilgilenmek durumundadır. Modern bilgi ve iletişim teknolojilerini yakından takip eden ve değişimin gerisinde kalmamak üzere stratejilerini güncelleyen akıllı kentler için blok zinciri teknolojisi artık ayrı bir öneme sahiptir. Ancak oldukça yeni bir teknoloji olarak

blok zinciri teknolojisi henüz keşfedilme aşamasındadır. Akıllı kent girişimlerinin bir parçası olarak blok zinciri teknolojilerini keşfetmedeki temel hususlar (Cities, 2020, s. 76-80);

- Bilgi edinme ve yetenek geliştirme
- Veri koruma ve gizliliğin sağlanması
- Standartlara ve yönetmeliklere uymak
- Teknoloji ve inovasyonun benimsenmesinde sürdürülebilirlik ve akıllılığa öncelik verilmesi
- Bir yönetim modeli tanımlama
- Blok zinciri tabanlı akıllı sürdürülebilir şehir ekosistemi inşa etme şeklinde sıralanabilir.

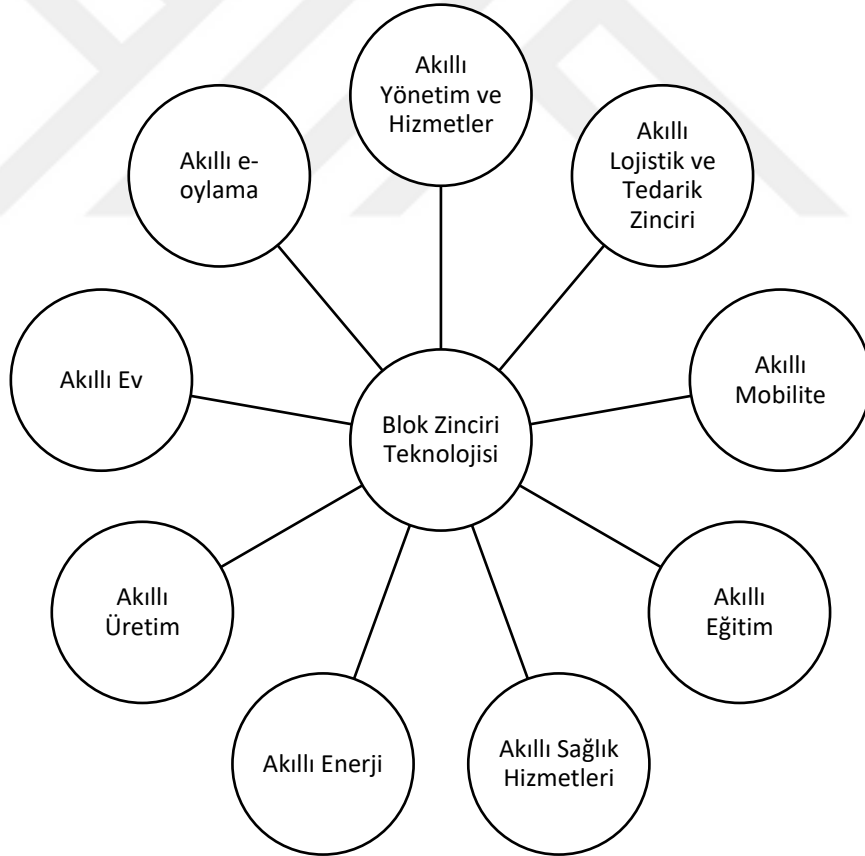
Akıllı kentlerin blok zinciri teknolojisini keşfetmesi teknolojinin tam anlamıyla kullanılması için yeterli olmamaktadır. Blok zincirinin akıllı kentlerde kilit bir teknoloji olması için bazı temel gereksinimler bulunmaktadır. Bunlar (Vonitsanos vd., 2021);

- *Bant genişliği:* Çok sensörlü bir ağı kontrol etmek, daha fazla veri alışverişi gerektirir, bu nedenle bant genişliği yetersiz kalırsa blok zinciri performansı düşecek ve genişletilmesi kolay olmayacaktır.
- *Veri erişimi ve gizlilik:* Akıllı kentlerde, kişisel veriler blok zinciri aracılığıyla depolandığında ve kontrol edildiğinde, veri gizliliğini desteklemek ve veri erişimi için özel erişim mekanizmaları tasarlamak gerekir.
- *Veri kullanılabilirliği:* Akıllı bir kentte paydaşların sayısı devasa olduğundan ağın boyutu önemlidir. Bu nedenle kalıcı kullanılabilirlik kolayca elde edilemeyecektir ve akıllı kentler için özel planlama gereklidir.
- *Veri formatı:* Akıllı bir kentteki sensör ağı, sürekli olarak heterojenlik ile karakterize edilen veriler üretmektedir. Blok zinciri teknolojilerinde verilerin ön işleme aşamasında gecikme olmaması ve analizin verimli olması çok önemlidir.

- *Veri depolanması:* Akıllı kentlerdeki milyonlarca cihaz tarafından üretilen veri boyutu muazzamdır.
- *Gecikme:* Yeni nesil akıllı araçlar gibi yeni teknolojiler her saniye az sayıda işlemi gerçekleştirmek için mevcut blok zinciri teknolojisine güvenemezler. Bu yüzden blok zincir teknolojisine entegre olabilecek yeni mekanizmalar geliştirmesi gerekmektedir

Blok zinciri teknolojisi henüz yeni ve gelişen bir teknoloji olsa da akıllı kentlerde uygulanmaya başlanmıştır. Treiblmaier, Rejeb ve Strebinger (2020, s. 866) kapsamlı bir literatür taraması yaptıkları çalışmalarında blok zinciri teknolojisinin akıllı kentlerde kullanıldığı alanları Şekil 12’de belirtmiştir.

Şekil-12: Blok Zinciri Teknolojisinin Akıllı Kentlerde Kullanım Alanları



Kaynak: Treiblmaier vd., 2020, s. 866.

Kendi alanı altında eğitim, mobilite, ev, enerji, sağlık, endüstri, güvenlik ve mahremiyet gibi çok çeşitli senaryoları kapsayan akıllı kentlerde blok zinciri kavramı farkındalık eksikliği nedeniyle hiçbir zaman gerçek anlamda kullanılmamıştır (Ahmed vd., 2020). Özel blok zincirler düşük güvenlik ve ölçeklenebilirlik ile karakterize edildiğinden, akıllı bir kentte blok zinciri tam olarak benimsenmemektedir. Ancak kademeli olarak tabi ki blok zincirinin sunduğu hizmetler daha güvenilir olacak ve özellikle akıllı sözleşmeler aracılığıyla akıllı bir kentte güvenli işlemlerin yapılabilmesi için gerekli bilgi tedariği sağlanacaktır (Vonitsanos vd., 2021). Gelişen bir teknoloji olarak blok zincirinin akıllı kent bileşenlerinde daha geniş bir kullanım alanı bulması, bazı niteliklerinin iyileştirilmesi ve oluşturması mümkün olan sorunların çözümü ile daha olası görünmektedir.

3.3.1. Akıllı Elektronik Ticarete Blok Zinciri

Elektronik ticarete alıcılar ve satıcılar, güvenilir teslimat için güvenilir üçüncü taraflara dayalı elektronik platformlarda varlıklarını değiştirirler. Blok zincirinde, akıllı sözleşmeler kullanılarak, ilgili taraflar arasında araçlar olmadan güvenilir işlemler yapılabilmektedir (Vonitsanos vd., 2021). Otomatik olarak yürütülebilir ve uygulanabilir bir sözleşmeyi temsil eden güvenli ve durdurulamaz bir bilgisayar programı olan akıllı sözleşmeler, taraflar arasındaki iş mantığı biçimindeki anlaşmaları kapsar (Bashir, 2018, s. 262). Akıllı sözleşme, dağıtılmış blok zinciri ağında çalışan ve kurallar dizisini içeren, kendi kendini yürüten bir elektronik işlem protokolü veya dijital sözleşmedir (Majeed vd., 2021, s. 10).

Blok zincirindeki akıllı sözleşmeler, işlem oluşturma, karar verme ve veri depolamayı otomatik olarak gerçekleştirme yeteneğine sahiptir (Xie vd., 2019, s. 2794). Blok zincirinde akıllı sözleşmeler, madenciler tarafından otomatik olarak yürütülebilen bir kod parçası olarak rahatlıkla uygulanabilmektedir (Zheng vd., 2018, s. 370).

Akıllı sözleşmeler sayesinde şirketler, onaylara ve talimatlara ihtiyaç duymadan otomatik olarak sipariş verebilir, görevleri gerçekleştirebilir ve ödemeler yapabilir, çünkü bunlar zaten sözleşmelere özerk işlev olarak dahil edilmiştir (Nam vd., 2021, s.

458). Akıllı sözleşmeler şu anda araçların kullanımıyla gerçekleştirilen çeşitli işlemleri önemli ölçüde basitleştirme potansiyeline sahiptir. Bu, yalnızca finansal işlemleri değil, aynı zamanda mülkiyetin belgesel kaydını, yasal ve medeni ilişkileri, teslimat ve kabulü vb. gibi işlemleri de içermektedir (Pestunov, 2020, s. 290). Blok zincirine dayalı akıllı sözleşmeler, katılımcıların sözleşme ayrıntılarını bilmesini ve koşullar yerine getirildiğinde sözleşmenin otomatik olarak uygulanmasını sağlar (Rawat vd., 2021, s. 13).

Blok zinciri teknolojisi, gayrimenkul işlemlerini gerçekleştirmede arabuluculuk, dolandırıcılığı önleme ve akıllı sözleşmelerin kullanımı gibi avantajlarıyla gayrimenkul süreçlerinde daha etkili ve verimli işlemlerin gerçekleşmesini, şeffaflığın artmasını, yatırım için daha iyi bir temel ve ipotek piyasası için yeni gelişmeler sağlamaktadır (Veuger, 2017, s. 108-112). Blok zinciri teknolojisi, maddi ve maddi olmayan varlıkların dijital bir boyuta aktarılmasını mümkün kılar; bu şekilde, dijitalleştirilmiş malları araçlar olmadan kaydetmek ve takas etmek, merkezi bir otoriteye veya üçüncü taraflara gerek duyulmayan, ancak karmaşık bir kriptografik koda yerleştirilen bir ekonomi yaratmak mümkündür (Morena vd., 2020, s. 275). Blok zinciri, emlak dolandırıcılıklarıyla mücadele etmek ve tapu sicil sorunları için de kusursuz bir çözümdür (Majeed vd., 2021, s. 18).

3.3.2. Akıllı Tedarik Zinciri- Lojistikte Blok Zinciri

Yeni nesil bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte akıllı üretim, tedarik zinciri için daha yüksek gereksinimleri ortaya çıkarmıştır. Tedarik zinciri operasyonunun senkronizasyonunu sağlamak ve tedarik zinciri yönetiminin güvenilirliğini sürdürmek önemli hale gelmiştir. Geleneksel tedarik zinciri yönetimi, bilgi akışının kurcalanmasının kolay olması, lojistiğin izlenmesinin zor olması ve sermaye akışının doğru olmaması gibi sorunlara sahiptir. Bu noktada blok zinciri teknolojisi, tedarik zinciri ekosistemini geliştirmek için bir fırsat sağlamaktadır (Wu & Zhang, 2022, s. 1). Tedarik zinciri için blok zinciri teknolojisi, geçerli bir zaman damgası da dahil olmak üzere her ürünü ham maddelerin kaynağına kadar takip etmeyi ve izlemeyi mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiyle ürünün izlenebilirliğinin yanı sıra akıllı sözleşmeler

kullanılarak işlemler şeffaf hale getirilmekte ve ürünün menşeinin tespiti mümkün olmaktadır (Koirala vd., 2019, s. 538-539).

Lojistikte, blok zinciri teknolojisi sadece taşınan ürünlerin bütünlüğünü korumakla kalmaz, aynı zamanda genel nakliye sürecinin eksiksiz bir kaydını tutar. Blok zinciri ile nesnelerin internetini (IoT) birleştirmek, ulaşım ve lojistik için düşük maliyet, hızlı işlemler ve güvenilirlik gibi çeşitli nitelikler sağlar (Humayun vd., 2020, s. 59). Akıllı sözleşmelere bağlantı ile bir tedarik sistemi, otomatik bir ödeme mekanizması aracılığıyla daha verimli hale gelebilir (Nam vd., 2021, s. 459). Tedarik zinciri yönetiminde, ürünlerin ayrıntılı bilgilerini izlemek ve sahte ürünlerin pazarlara girmesini önlemek, tedarik zincirlerindeki kuruluşlar arasında iş bilgilerini paylaşmak için blok zinciri kullanılabilir. Paylaşılan iş bilgilerine dayanarak, kuruluşlar karar verme süreçlerini optimize edebilir (Xie vd., 2019, s. 2811). Bu noktada yerel yönetimler blok zinciri teknolojisini çöp toplama hizmetinde verimli araç planlanması noktasında kullanabilir. Yahut yaşlı ve ihtiyaç sahiplerine sunulan mobil hizmetlerin daha etkin bir şekilde yürütülmesi için blok zinciri teknolojisine başvurulabilir.

3.3.3. Akıllı Elektronik Oylamada Blok Zinciri

Geleneksel oy verme yönteminde oy pusulasına dayalı olarak işlem yapılmaktadır ve sürecin yüksek maliyeti, hile olasılığı ve düşük seçmen durumu nedeniyle her zaman birtakım zorluklarla karşılaşma olasılığı bulunmaktadır. Akıllı bir kentte akıllı yönetim yoluyla, e-yönetim aracılığıyla, oy verme süreci dijital teknolojinin yardımıyla otomatikleştirilebilir. Bu platformlar siber saldırılara karşı savunmasız olsa da güvenlik seviyesi daha yüksektir (Vonitsanos vd., 2021). Akıllı elektronik uygulamada kullanılan blok zinciri, her kullanıcının işlemini dijital olarak imzalaması için özel bir anahtar sağlar ve daha sonra yalnızca ek dijital deftere eklenir. Blok zinciri odaklı e-oylamada, her seçmene, oylama sırasında kimlik doğrulaması için özel anahtarlı bir cüzdan atanabilir (Majeed vd., 2021, s. 16).

Blok zinciri ve akıllı sözleşmeler, oy kayıtlarının gerçekliğini, bütünlüğünü, reddedilmemesini ve oy sayımının şeffaflığını garanti edebilir (Xie vd., 2019, s. 2815).

Blok zinciri tabanlı e-oylama sistemi, seçim yönetimini sağlayan merkezi bir otoritenin kontrolüne gerek duyulmadan oylama için ademi merkeziyetçi blok zinciri protokollerinden faydalanmaktadır. Dolayısıyla kriptografi esaslı güvenli oylama kayıtları sayesinde oyların manipülasyona uğrama ihtimalini bertaraf etmeye çalışmaktadır. Blok zinciri teknolojisinin elektronik oylama uygulamalarında kullanılması durumunda (Durukal & Öztürk, 2021, s. 46-50);

- Oylar doğru, kalıcı, güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilebilir,
- Oylamaya katılım teşvik edilebilir,
- Oyların sayılma hızı artırılabilir,
- Oy pusulalarındaki belirsizlikler ortadan kaldırılabilir,
- Oylama sonuçlarının halk tarafından denetlenmeye açık olması sebebiyle seçim nezdinde daha şeffaf ve net görülebilir,
- Geleneksel sandıklara göre daha fazla gizlilik ve güvenlik sunarak seçmenin baskı altına alınması azaltılabilir,
- Seçmen şeffaflığını esas aldığı için kültürel olarak uyum sağlamayan toplumlarda iyi performans göstermeyebilir,
- Karmaşık yapısı halk tarafından kabul edilebilirliğini etkileyebilir,
- Statükodan faydalanan siyasi liderlerce merkezi aktörleri uzaklaştıran yapısı nedeniyle hoş karşılanmayabilir.

3.3.4. Akıllı Sağlıkta Blok Zinciri

Akıllı şehrin temel amaçlarından biri, kitlelere son teknoloji sağlık hizmeti sunmaktır ve bu tüm elektronik sağlık kayıtlarının, her hastaya atanan blok zinciri tabanlı kimlikle blok zincirinde saklanmasıyla mümkün kılınabilir (Majeed vd., 2021, s. 17). Blok zinciri teknolojilerini, akıllı sözleşmeleri ve erişim kontrol teknolojilerini kullanarak, akıllı bir şehirde son teknoloji sağlık hizmeti sunumu geliştirilebilir. Her hastanın elektronik sağlık kaydı, herhangi bir gizlilik sorunu olmadan güvenli bir şekilde saklanabilir (Vonitsanos vd., 2021). Tıbbi veriler blok zincirinde güvenli ve değişmez bir şekilde muhafaza edilebilir, hastalar tıbbi verilerinin kullanımını kontrol edebilir ve verilerine erişimi esnek bir şekilde yönetebilir (Xie vd., 2019, s. 2805).

Sağlık hizmetlerinde blok zinciri, hastaların doktorlarına video aracılığıyla danışmalarına ve “MedTokens” olarak adlandırılan jetonu kullanarak bu istişareler için ödeme yapmalarına izin vermek için teletıp platformlarının omurgası olarak kullanılabilir (Bagloee vd., 2021, s. 7). Blok zincir teknolojisi hasta bilgilerinin başka kuruma transfer edilmesinde, hastaların sağlık kayıtlarının saklanması, randevu sistemlerinde, klinikler arası iletişimin hızlanması, daha sağlıklı hale gelmesinde, ilaç sektöründe ilaç güvenliğinin sağlanmasında kullanılmaktadır (Köroğlu & Başdalan, 2021, s. 132-136).

COVID-19 pandemisi sonrası blok zinciri teknolojisi sağlıkla ilgili bazı uygulamalarda kendine yer bulmuştur. Aşı durumunu izlemek için bazı ülkeler veya büyük ölçekli kuruluşlar, temel teknoloji olarak blok zinciri kullanmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri kuruluşu SICPA ve Guardtime şirketleri aşı ve sağlık durumunu blok zinciri tabanlı teknoloji kullanarak sertifikalandırmaktadır, ayrıca Dünya Sağlık Örgütü, MiPasa uygulamasını COVID-19'u tespit etmek için küresel ölçekli bir iletişim ve görselleştirme sistemi olarak başlatmıştır (Forum, 2022, s. 17-18). Blok zinciri, COVID-19 kriziyle mücadelede önemli bir rol oynayan ileri teknolojilerden biridir. Blok zinciri teknolojisi e-devlet hizmetlerinde, online eğitim ve sertifikasyonunda, medikal-ilaç tedarik zinciri yönetiminde, bağışıklık ve aşılama sertifikasyonlarında, sağlık hizmetleri ortak çalışanlarıyla bilgi paylaşımında ve temaslı takibinde kullanılmıştır (Alsaed vd., 2021, s. 9)

3.3.5. Akıllı Evde Blok Zinciri

Ev otomasyonu ile ilgili akıllı ev uygulamaları daha homojen ve iyi tanımlanmış olma eğilimindedir. Akıllı ev uygulamaları, mutfak aletlerinin sesle kontrolü de dahil olmak üzere cihaz kontrolü ile ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme kontrolüyle, ev güvenliği, gelişmiş duman ve CO algılama, sızıntı tespiti, akıllı şebeke ve akıllı sayaçlarla, doluluk-farkındalık sistemleri dahil olmak üzere aydınlatma kontrol sistemleriyle, e-sağlık desteği dahil engelliler ve yaşlılar için ev otomasyonu; bebek bakımı ve evcil hayvan bakımıyla ilgilenmektedir (Minoli, 2020, s. 1). Akıllı ev uygulamalarının artan popülaritesi, kullanıcı verilerinin şeffaflığını, güvenliğini ve gizliliğini sağlamak için temel bilgi teknolojisi altyapısını iyileştirmeye yönelik

benzeri görülmemiş bir talebi beraberinde getirmiştir. Blok zinciri bu talebi karşılayabilen umut verici bir teknolojidir (Moniruzzaman vd., 2020, s. 1).

Akıllı ev sistemindeki nesnelerin interneti (IoT), ev yerel ağı üzerinden birbirleriyle, yerel sunucuyla ve ev ağ geçidi aracılığıyla uzak sunucularla iletişim kurar ve bu nedenle gizlilik sızıntısı riski altındadır. Bunu azaltmak için, akıllı ev sisteminin ağ düzeyinde güvenliği blok zinciri ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla sağlanır (Majeed vd., 2021, s. 19). Merkezi olmayan bir teknoloji olarak blok zinciri, cihazlar arasındaki iletişimi destekler ve akıllı evdeki her cihazın diğer cihazlardan doğrudan veri talep edebilmesini sağlar (Xie vd., 2019, s. 2813). Cihaz ağı ve mimarisi, akıllı bir ev tasarlamada büyük önem taşımaktadır. Güvenliği artırmak ve daha güvenilir hizmetler sağlamak için zincirdeki her işlemi izleyebilen, cihaz ve kullanıcı kimliğini kolayca doğrulayabilen ve çok seviyeli erişim kontrolü kurabilen blok zinciri tabanlı çözümler bulunmaktadır (Yang, Liu, & Gong, 2020). Blok zincirler, alternatif çözümlerle karşılaştırıldığında akıllı ev uygulamalarında veri bütünlüğü, veri gizliliği ve cihaz kullanılabilirliği gibi gerekliliklerin bazılarını (hepsini değil) uygun (parasal maliyet, karmaşıklık, hesaplama ve enerji verme gücü vb. gibi çeşitli ölçütler açısından) maliyetli bir şekilde karşılayabilir (Minoli, 2020, s. 11-12).

3.3.6. Akıllı Ulaşımın Blok Zinciri

Akıllı Ulaşım Sistemi, ulaşım sistemlerini verimli, güvenli, hızlı, kullanışlı, ekonomik, karlı ve bağlantılı hale getirmek için bilgi işlem cihazları, sensör ağları, kablosuz iletişim, elektronik gibi ileri teknolojilerin kullanımını modern yönetim stratejileri ve trafik yönetimi teknikleriyle birleştirir (Majeed vd., 2021, s. 16). Blok zincir teknolojisi yardımıyla merkezi olmayan, güvenilir ve güvenli bir akıllı ulaşım sistemi kurulabilir (Xie vd., 2019, s. 2809). İletim sistemlerindeki blok zinciri uygulamaları, kablosuz sensör ağları, çevresel bilgi işlem cihazları gibi en son teknolojileri daha güvenli ve verimli hale getirmek için entegre edilebilir (Vonitsano vd., 2021). Blok zinciri teknolojisinin dağıtık yapısı, akıllı ulaşımın sağlamlığını artırabilir, araç iletişim yönetimini ve bilgi paylaşımını iyileştirebilir.

Blok zinciri teknolojisi bilgi paylaşımını iyileştirebilir ve genel sistemin sağlamlığını artırabilir (Bhushan vd., 2020, s. 14). Blok zinciri teknolojisi, araç güvenliğini ve seyahat verimliliğini artırmak, seyahat maliyetlerini azaltmak ve sürücüler ve yolcuları için güvenli ulaşım sağlamak için akıllı ulaşım da kullanılabılır (Lukic vd., 2022, s. 11). Akıllı cihazların blok zinciri ile entegrasyonu, akıllı bir şehirde korumalı bir iletişim platformu sağlamaya yardımcı olmaktadır (Ahmed vd., 2020).

3.3.7. Akıllı Şebekede Blok Zinciri

Akıllı şebeke uygulaması güvenli, ekonomik, verimli ve sürdürülebilir elektrik şebekesi sistemi sağlamaktadır (Bhushan vd., 2020, s. 15). Akıllı bir kentte farklı sektörler arasında yüksek derecede disiplinler arası olmasıyla, akıllı şebekenin siber saldırılara karşı savunmasızlığı, toplumda artık elektrik sistemleriyle sınırlı olmayan ciddi felaketlere neden olabilir. Bu nedenle, akıllı şebekenin siber güvenliği hayati önem taşımaktadır. Blok zinciri, akıllı şebekede veri toplama, depolama, aktarım ve kontrol yürütme için siber güvenliği iyileştirebilir olması sebebiyle akıllı şebeke siber güvenlik iyileştirmesi için umut verici bir çözümdür (Zhuang vd., 2021, s. 15).

Akıllı şebeke, geleneksel elektrik dağıtım sistemlerine algılama, izleme, iletişim, analiz, görselleştirme, hesaplama, kontrol, otomasyon, teşhis ve bakım yeteneklerinin eklenmesiyle ilgilidir. Blok zinciri, merkezi bir otorite olmadan akıllı şebeke içinde enerji ticareti altyapısı sağlar (Majeed vd., 2021, s. 17). Blok zinciri teknolojisi, akıllı şebeke sistemlerinin kararlılığını ve veri güvenliğini artırmanın yanında yenilenebilir enerji finansmanının gelişimini de hızlandırabilir, merkezi olmayan, şeffaf ve güvenilir bir elektrik ticareti piyasasının uygulanmasını teşvik edebilir (Xie vd., 2019, s. 2807-2808). Ayrıca blok zinciri teknolojisi ile gerçek zamanlı bir fiyatlandırma yapılarak akıllı şebekede belirli bir zamanda kullanılabilirlik ve tüketim profillerine bağlı olarak tüketicilere seçenekler sunulabilir (Shaikh & Mohammad, 2020, s. 188).

3.3.8. Atık Yönetiminde Blok Zinciri

Akıllı kentler evsel, ticari, tıbbi, tarımsal ve endüstriyel atık üretir ve bu tür atıkları genellikle çöplüklere, atık geri dönüşüm tesislerine ve enerji üretim tesislerine

gönderirler. Hem atık toplamanın hizmet maliyeti hem de düzenli depolama alanlarının çevresel sorunları nedeniyle modern toplumlar için bir endişe kaynağı olarak atık üretim hızı miktarı, şehrin kentsel yönetim sistemindeki sistem tasarımı ve operasyonel yetersizliklerin bir göstergesidir (Esmaeilian vd., 2018, s. 178-189).

Blok zinciri teknolojisi, akıllı şehirlerin atık yönetiminde uygulanan yavaş ve manuel sistemlerin yerini alma konusunda büyük bir potansiyele sahip olarak atık üretimi noktasından geri dönüşüm merkezine kadar atık sevkiyatını verimli bir şekilde kontrol edip ve izleyebilmektedir (Wasım Ahmad vd., 2021). Plastic Bank, Recereum, Swachhcoin gibi blok zinciri tabanlı atık yönetimi projeleri süreç ve veri yönetiminde hesap verebilirlik, açıklık ve şeffaflık, güvenlik, atık ayrımı için kripto para birimi yoluyla teşvik ve farkındalığın yayılmasını sağlamaktadır (Gopalakrishnan & R, 2019, s. 2633-2635).

Akıllı kentlerde atık yönetiminde blok zinciri uygulaması (Wasım Ahmad vd., 2021);

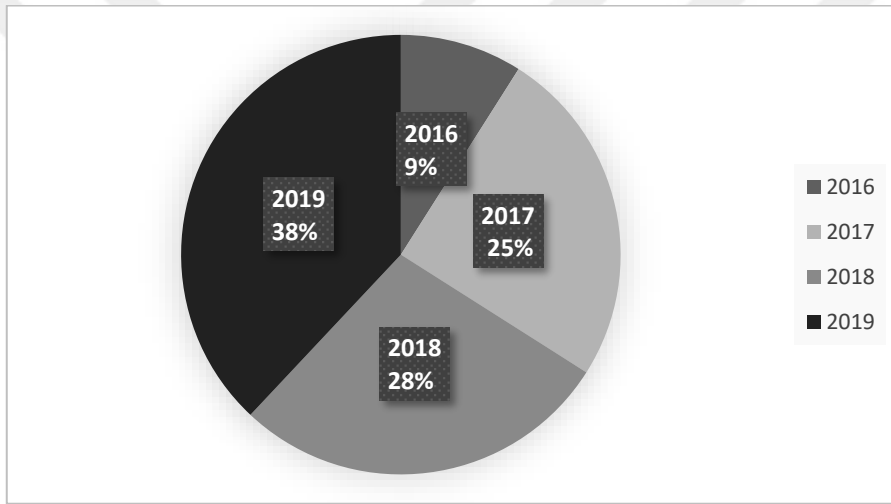
- Akıllı kentin atıklarını izleme ve takip
- Atıkların güvenilir kanalizasyonu
- Atık yönetimi belgelerinin muhafazası
- Atık yönetimi operasyonlarının hesap verebilirliği
- Verimli atık kaynak yönetimi
- Robot destekli güvenilir atık ayrıştırılması
- Uyumsuzluk durumunda cezalandırma
 - Atık toplama ve izleme optimizasyonunda şeffaflık konularında fırsatlar sunmaktadır.

3.4. Blok Zinciri Teknolojisinin Akıllı Şehirlerde Kullanımı

Akıllı bir şehrin nihai amacı, kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak ve genel maliyetleri korumak için modern teknolojiler aracılığıyla sakinlerinin ve işletmelerinin yaşam kalitesini artırmaktır. Bu açıdan bakıldığında blok zinciri akıllı kent bağlamında bireyler ve kurumlar için yeni alternatifler sunduğu için son yıllarda oldukça ilgi gören

bu teknolojilerden biridir. Blok zinciri teknolojisi, gelecekte daha verimli ve daha iyi bir yaşam kalitesi sağlayacak şekilde gelişmiş akıllı toplulukları şekillendirme konusunda muazzam bir potansiyele sahiptir ve devlet liderliğindeki blok zinciri projelerinin genişleme hızı dünya çapında şaşırtıcı bir seviyededir (Salha vd., 2019, s. 132-135). Şekil 13’de akıllı kentlerde 2016-2019 yılları arasında blok zinciri uygulamalarının kullanımı görülmektedir. Kullanım oranları değerlendirildiğinde farklı alanlarda blok zinciri kullanımının zamanla artacağı gerçeği açıktır (Ahmed vd., 2020, s. 6).

Şekil-13: 2016-2019 Yılları Arası Blok Zinciri Kullanımı



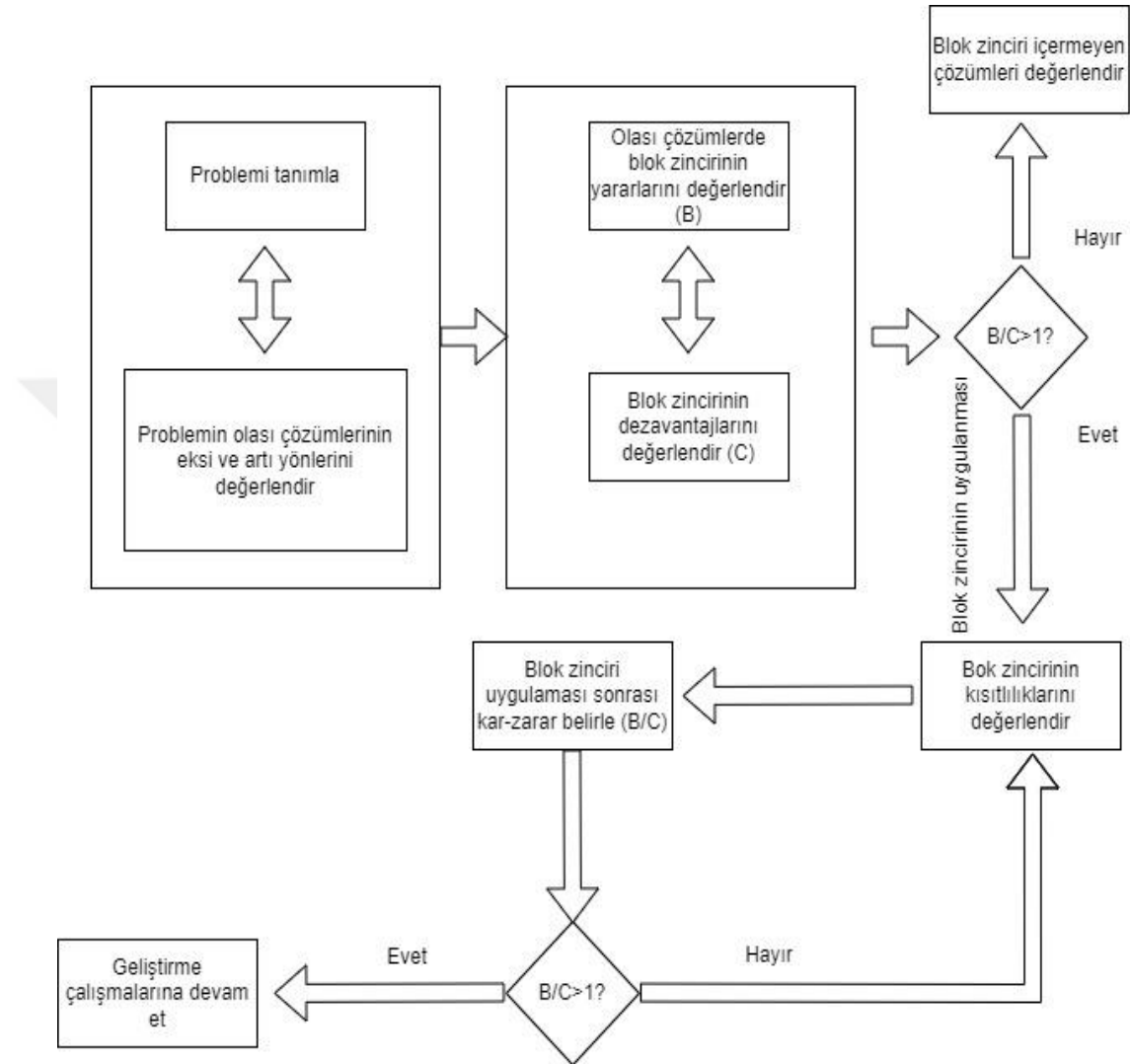
Kaynak: Ahmed vd., 2020.

Blok zincir merkezi olmayan doğası, üçüncü kişinin katılımı olmadan çalışması nedeniyle işlem maliyetlerinin düşük, işlemlerin hızlı olması, kullanıcı gücünün daha etkin olması, veri tabanının isim ve kimlik bilgileri verilmeden zamanında, sıralı ve kronolojik bir şekilde oluşturulması, değişmezlik ve şeffaflık özellikleriyle akıllı kent teknolojilerine katkı sağlamaktadır (Ahmed vd., 2020). Akıllı kentlerin dijital dönüşüm süreç ve stratejilerinde blok zincirinin getireceği muhtemel faydalar göz önüne alındığında her ne kadar güçlü görünse de bu teknolojinin benimsenmesi de önemli bir noktadır. Kullanıcı kabulü, herhangi bir uygulamanın başarılı bir şekilde uyarlanması ve kullanılması için önemli bir faktördür. Kullanıcı kabulü yeni

teknolojilerin karşılaştığı büyük bir zorluktur çünkü birçok faktör kullanıcı davranışını etkilemektedir. Blok zinciri teknolojisi de kullanım kolaylığı ve mahremiyet faktörleri sebebiyle bu zorlukla karşı karşıyadır (Hakak vd., 2020, s. 13). Yeni bir teknoloji olan blok zincirinin benimsenmesi noktasında Bagloee ve arkadaşları (2021, s. 13) Şekil 14’te gösterilen karar destek modelini önermişlerdir.

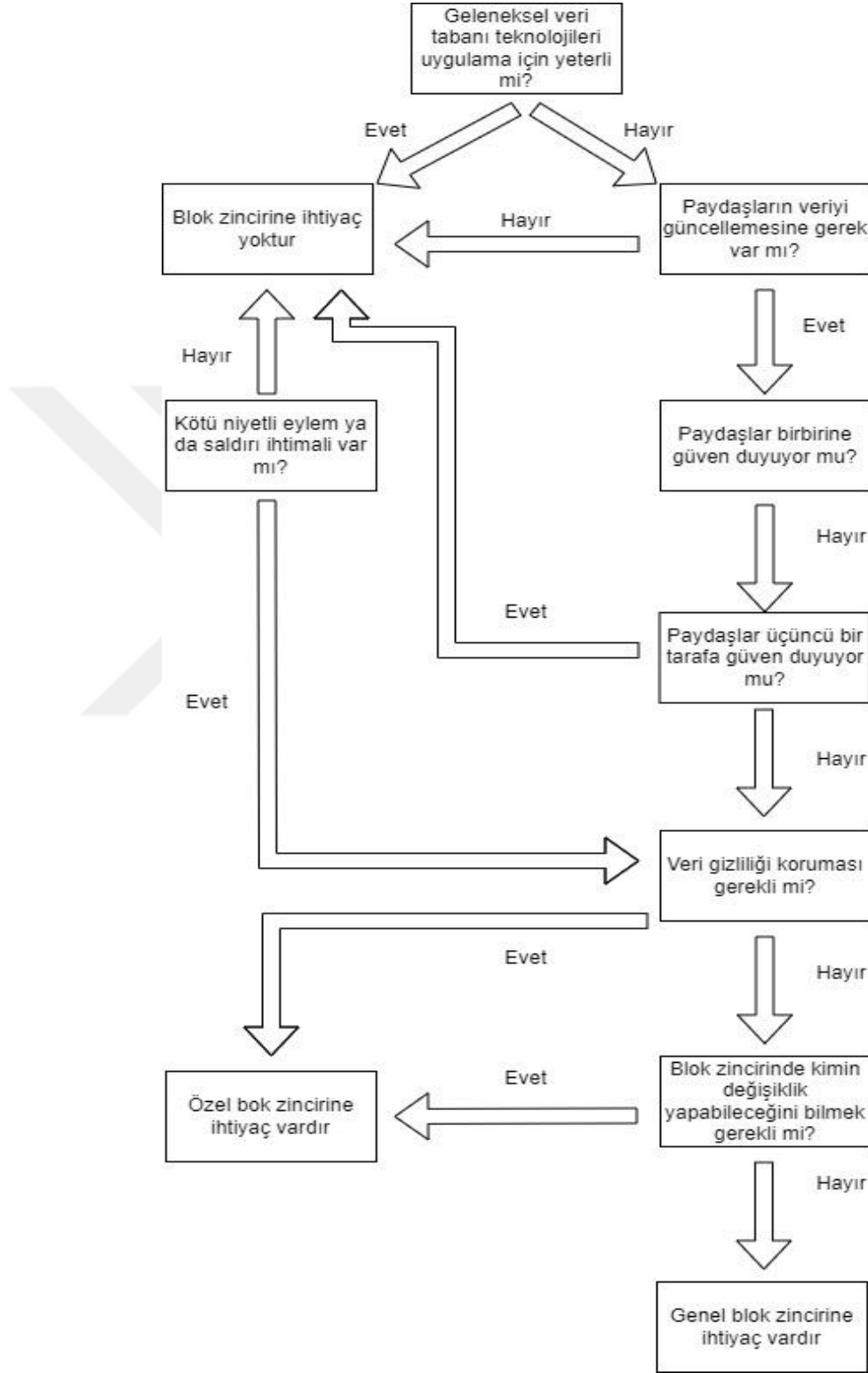
Akıllı kentler için blok zinciri tabanlı bir uygulama, konsensus, akıllı sözleşmelerin yapılması, çok sayıda işlemin eşzamanlı yönetimi, verimli madencilik süreci, adil ödül mekanizması ve heterojen veri türü/biçiminin hızlı işlenmesi dahil olmak üzere blok zincirinin karmaşık işlemlerini yönetebilmelidir (Hakak vd., 2020, s. 13). Her akıllı kent uygulamasının doğası gereği kendine özgü gereksinimleri vardır. Bu nedenle akıllı kent uygulamaları için sağlam bir blok zinciri mimarisi geliştirmek zorlu bir iştir. Blok zinciri mimarisi, maliyet, işleme, depolama, iletişim ve enerji açısından akıllı, güvenilir, hızlı, ölçeklenebilir ve kaynak açısından verimli olmalıdır. 5G, yapay zekâ, endüstriyel internet, nesnelerin interneti ve diğer teknolojilerin aksine, blok zinciri yatay ve bağlantılı bir teknolojidir. Bu teknolojilerin kullanılacağı yeni uygulamalar için blok zinciri bir köprü görevi de üstlenecektir (Li vd., 2021, s. 38). Akıllı kent uygulamalarında blok zinciri teknolojisi kullanımına karar verirken tüm bu noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bhushan ve arkadaşlarının (2020, s. 13) yaptıkları çalışmada uygulamalarda blok zincir teknolojisine yer verilip verilmemesi kararını alırken referans olarak sundukları akış diyagramı Şekil 15’te gösterilmiştir.

Şekil-14: Blok Zincirinin Benimsenmesi İçin Bir Karar Destek Modeli



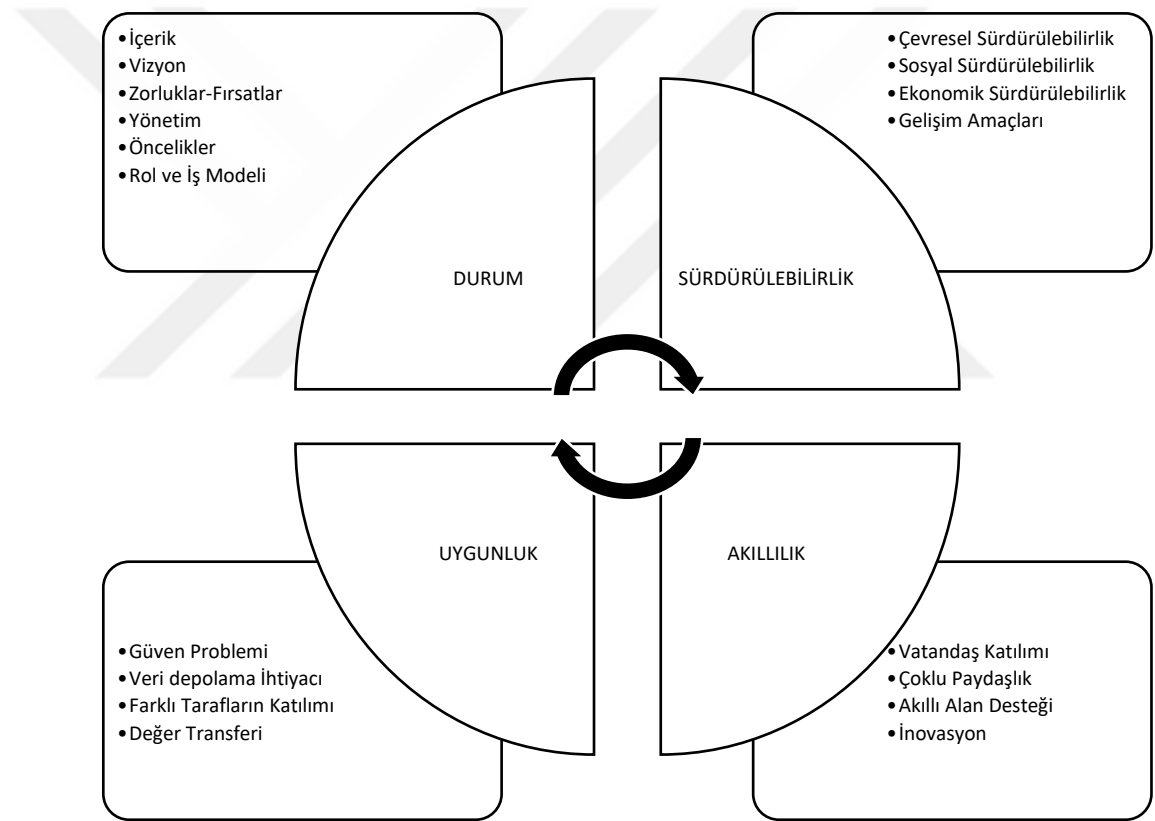
Kaynak: Bağloee, ve diğerleri, 2021, s. 13.

Şekil-15: Çeşitli Uygulamalar İçin Blok Zincirinin Uygulanabilirliğini Gösteren Akış Şeması



Akıllı kentin blok zinciri teknolojisini stratejilerine entegre ederken stratejisi ekseninde yarattığı ve sınırları dahilinde hareket etmesi gereken bir çerçeve de bulunmaktadır. Farklı ülkelerden farklı akıllı kent uygulamalarını analiz eden rapora göre blok zincirinin akıllı kentler çerçevesinde uygunluk, akıllılık, sürdürülebilirlik ve durum olmak üzere dört boyutu olmakla birlikte boyutların içeriği bağlantılı ve birbirine bağımlıdır (Cities T. U., 2020, s. 56). Şekil 16’te şehirlerin uygulayacağı blok zincirinin çerçevesi verilmiştir.

Şekil-16: Şehirler İçin Blok Zinciri Çerçevesi



Kaynak: Cities T. U., 2020, s. 56.

SONUÇ

Tüm dünya sanayi devrimi ile birlikte demografik geçiş, demografik dönüşüm, demografik döngü yahut demografik evrim olarak farklı şekillerde adlandırılan bir süreç yaşamaya başlamıştır. Tanık olunan bu demografik süreç toplumsal etkilerini kentleşme üzerinde ciddi anlamda hissettirmiştir. Sanayi devrimi sonrası kentleşme büyük oranda hız kazanmış, kırdan kente doğru yaşanan göçler kentsel yaşamı biçimlendirmeye başlamıştır. Çok dinamik ve oldukça etkileşimli bir süreç olarak kentleşme süreci sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi etkileriyle gerek toplumların gerekse dünyanın değişen tasarımında önemli parametrelerden biri haline gelmiştir. Kentleşme, büründüğü roller ve üstlendiği sorumluluklar itibariyle de geleceğin dünyasında önemini koruyacak gibi görünmektedir.

Hızlı coğrafı ve sosyal hareketlilik sonucu aktif bir hale bürünen kentleşme çok sayıda ve farklı özelliklerde insanın belirli alanlarda yoğunlaşmasını beraberinde getirmektedir. Kent bir yandan yoğun nüfusun ihtiyaç ve beklentilerini karşılamaktayken bir yandan da yeni sorunların oluşması ile daha karmaşık ve problemlili hale gelmektedir. Dünyayı farklı şekillerde algılayan ve yorumlayan sosyal grupların talep ve beklentilerine cevap vermek kadar kentlerin sahip olduğu kaynak, avantaj ve dezavantajlarını değerlendirerek bir denge kurmak oldukça güçtür. Modern insanın her geçen gün değişen ihtiyaç ve istekleri kentleri sürekli aktif ve etkileşimde kalmaya zorlarken yeni yaşam trendlerinin hızlı tüketim alışkanlıkları gibi ürettiği davranış değişiklikleri de kentleri adaptif ve dinamik olmaya itmektedir. Ancak sahip olduğu kaynakların kısıtlı olması sebebiyle kentler, bu sürecin yönetiminde bazı zorluklarla karşılaşmakta ve zamanın getirdiklerine uyum gösteremediğinde ciddi krizlerle baş etmek durumunda kalmaktadır.

Endüstrileşme sonrası hız kazanan ve hem toplumsal hem de küresel etkileri bulunan kentleşme olgusu giderek daha karmaşık bir hal almaktadır. Kentler sahip oldukları ve yarattıkları imkanlar neticesinde topluluklar için alternatif bir cazibe merkezi olsa da pek çok olumsuz niteliği de beraberinde taşımaktadır. Özellikle artan nüfusu ve kısıtlı kaynaklarıyla kentler, popölasyonun yükünü kaldıramadığı

durumlarda ciddi krizlerle karşı karşıya kalmaktadır. Kent sakinlerinin salt ekonomik değil aynı zamanda sosyal, kültürel, medikal ve daha pek çok alandaki ihtiyaç ve arzuları hem niteliksel hem de niceliksel anlamda kentleri zorlamaktadır. Kentler sürdürülebilir olma hedefiyle kaynaklarını kullanmaya odaklanmakta ve oldukça hızlı üreyen problemlere hızlı bir şekilde çözüm yolları aramaktadır. Kent ve kent sakinlerinin ilişkisi daha girift bir hale geldiğinden kentler etki-tepki ilişkisinde belki de hiç olmadıkları kadar atik bir şekilde davranmak durumundadır. Modern insanın artık sadece ihtiyaç ve isteklerine değil hayallerine ve konforuna da cevap vermek vermek zorunda kalan kentlerin problemleri de artmakta, şekil değiştirmektedir.

Kentleşme etkiledikleri ve etkilendikleriyle oldukça dramatik bir süreç olarak gelişen dünyanın fenomenlerinden biridir. Geleneksel yaşam biçimlerinden uygarlığı ve evrenselliği simgeleyen modern uygarlığa geçişin işareti olarak kentleşme, tüm dünyada aynı paterni izlemese de ortak bazı niteliklere sahiptir. Kentleşme, ekonominin iyileşmesine, ticari faaliyetlerin büyümesine, sosyal ve kültürel entegrasyona, verimli hizmetlere vesile olurken bazı sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Kentler, yoğun nüfus, işsizlik, barınma, gecekondulaşma, su-enerji kısıtlılığı, ulaşım, yoksulluk, eşitsizlik, suç, çevre kirliliği ve daha onlarca konuda problemle karşı karşıya kalmaktadır. Problemlerin derinliği ve etki alanı ile birlikte içeriği de gün geçtikçe değişmektedir. Modern yaşam insanlığı yeni problemlerle tanıştırmaktadır. İklim değişiklikleri, teknolojik devrimler, ideolojik yaklaşımlar, yaşam tarzlarındaki değişimler, küresel buhranlar, salgınlar gibi pek çok olgu toplumsal ve küresel çapta krizlere, yeni problemlerin tanımlanmasına neden olmaktadır. Kentler de tanışmak durumunda kaldığı bu problemlerin üstesinden gelmek adına en verimli ve etkili yolları seçmek zorundadır.

Geçmişteki tarım ve sanayi devrimlerinin ötesinde, geniş, çok disiplinli bir teknoloji devrimi dünyayı değiştirmektedir. Yapay zeka, artırılmış gerçeklik, Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi sayısız dijital teknolojinin bir araya gelmesiyle oluşan Endüstri 4.0, kuruluş ve insanlarla bütünleşen üretim teknikleri ve akıllı sistemlerin bir birleşimi olarak dijital dönüşüm fırsatı sunmaktadır. Akıllı telefonlardan akıllı evlere, hayatın her alanında dijital bir dönüşüm yaşanmaktadır. Akıllı kentler,

çevresel, sosyal ve finansal faydalar sağlayan dijitalleşme ve teknolojik yenilikleriyle hem şehir operasyonlarının verimliliğini hem de bölge sakinlerinin yaşam kalitesini iyileştirmektedir. Şehir organizasyonunu, performansını ve hizmetlerini daha iyi bir hale getirmek adına dijital teknolojilerin kullanımıyla dijital dönüşüm, entegre ve hızlı değişen bir dünyada sürekli gelişmek için artan baskıyla karşı karşıya kalan kentlerin işini kolaylaştırmaktadır.

Değer yaratmak için süreçleri, teknolojiyi ve iş modellerini dijital teknoloji uygulamalarıyla uyumlu hale getiren dijital dönüşüm maliyetlerin azalmasını ve verimliliğin artmasını hedeflemektedir. Şehirleri daha akıllı hale getirmeyi amaçlayan dijital teknolojilerin kullanımıyla vatandaşların yaşam kalitesi artırılmaktadır. Ancak teknolojik dinamiklerin fazlalığı şehirler için ciddi zorlukları da beraberinde getirmektedir. Sistem entegrasyonu sağlama zorluğunun yanında teknolojinin yarattığı karmaşık ve değişen koşullar kullanıcı açısından da uyum zorluğu yaratabilmektedir. Dijital dönüşüm süreci sürdürülebilir, koordineli ve ortak tasarımlı bir dijital geçiş ile yapılırsa hem kent hem de kent sakini açısından daha sağlıklı işleyebilir. Bu noktada dijital dönüşüm sürecinin yönetimi önem kazanmaktadır.

Organizasyonel operasyonlarda, yönetimde ve yapılarda meydana getirdiği sosyo-teknik değişikliklerle dijital dönüşümün potansiyeli yeni teknolojilerle birlikte artış göstermektedir. Bu teknolojilerden biri blok zinciri teknolojisidir. Güvenli bir şekilde paylaşılan her türlü veriyi depolayan dağıtılmış bir dijital defter olan blok zinciri teknolojisi sunduğu avantajlarla akıllı teknolojilerde kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı sözleşmelerden sağlık hizmetlerine pek çok alanda kullanılan blok zinciri teknolojisi nispeten yeni bir teknoloji olmasına rağmen akıllı kentlerin geliştirilmesinde önemli bir itici güç olabilir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin entegre bir şekilde kullanıldığı akıllı kentler devasa miktarda veri üretmekte dolayısıyla bu durumun çıkardığı zorluklara karşı çözüm yolları aramaktadır. Blok zinciri teknolojisi akıllı kentlerde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının getirdiği zorluklara karşı sunduğu fırsatlarla daha verimli ve güvenilir bir kentsel yönetimin sağlanmasına, daha şeffaf ve izlenebilir yönetim süreçlerinin yaşanmasına yardımcı olmaktadır.

Akıllı kentlerde blok zinciri teknolojisinin geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Akıllı kentlerin dijitalleşme stratejisinin bir parçası olarak blok zinciri teknolojisi izlenebilirlik, verimlilik, ademi merkezîyetçilik, şeffaflık ve değişmezlik özellikleriyle akıllı kent uygulamalarının iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ancak blok zinciri teknolojisi bazı avantajlar sağlamanın yanında dezavantajlı nitelikler de taşımaktadır. Ölçeklenebilirlik, gizlilik ve kişisel verilerin güvenliği gibi konularda nispeten olgunlaşmamış bir teknoloji olarak bazı güncellemelere ve iyileştirilmeye ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca blok zinciri teknolojisinin akıllı kent uygulamalarında sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi için bazı gereksinimler bulunmaktadır. Kullanıcı kabulü, yasal zemin, teknik altyapı gibi noktalarda yeni bir teknoloji olarak blok zinciri teknolojisi ihtiyaç duyduğu uygulanabilirlik seviyesine ulaşmada yol katetmek durumundadır.

Dijital devrim her geçen gün yeni bir teknoloji sunmaktadır. Her teknoloji aynı oranda ses getirmemekle birlikte teknolojilerin kullanıcılar tarafından kabul edilmesi de farklı olabilmektedir. Salgın, savaş, kıtlık gibi bölgesel yahut küresel felaketler farklı ihtiyaçlar doğurabilmekte bu durum da davranış değişikliği yaratırken teknolojilerin kullanımını da değişikliğe uğratabilmektedir. Son dönemde yaşanan pandemi bunun açık bir örneği olarak sunulabilir. Tüm dünyayı etkileyerek ekonomilerde ve sağlık hizmetlerinde yaygın aksamalara neden olan COVID-19 salgını, yönetimleri bazı konularda tedbirler almaya zorlamıştır. Pandeminin yarattığı sosyal yaşam, sağlık ve ekonomik alandaki krizler şehirlerin yönetim anlayışında da bazı değişikliklere neden olmuştur. Atık yönetimi, enerji tedariği, sağlık-ulaşım-eğitim hizmetleri gibi konularda bazı eksikliklerin ortaya çıkmasının yarattığı endişe yerel kurumların finansal sürdürülebilirliği, kentsel hizmetlerin iyileştirilmesi, salgınlar, afetler ve iklim değişikliğinden kaynaklanan streslere dayanıklı kentsel planlamaların yapılması noktasında yönetimleri stratejilerini güncellemeye sevk etmiştir. COVID-19 sonrası yaşanan durum her zamankinden daha verimli bir şehir yönetimine ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Blok zinciri de dahil olmak üzere ileri teknolojiler, büyük krizlerin, buhranların yarattığı toplumsal sorunları çözmede ve verimli şehir yönetimine ulaşmada önemli bir role sahiptir. Teknolojiyi stratejik ve doğru bir şekilde kullanan yönetimler salgın gibi büyük krizler yaratma potansiyeli olan durumlar

karşısında daha hızlı ve etkin çözümler üretebilmektedir. Gelecekte yaşanması muhtemel bölgesel ve küresel krizlerin aşılmasında teknolojinin üretilmesi kadar nasıl ve ne ölçüde kullanıldığı da hayati rol oynayacak gibi görünmektedir.

Akıllı kent kavramı tarihsel sürecinde pek çok değişim yaşamıştır. Olanak, risk ve ihtiyaçların dışında geleceğe dönük hayaller tarafından da şekillenen kavram dinamizmini korumaktadır. Günümüzde de fütüristik bir şehir inşa etme endişesi ile dijital girişimler desteklenmekte, yeni nesil dijital insana kişiselleştirilmiş deneyimler sunmak için akıllı kentler bir evrimleşmeye doğru yol almaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki yerel yönetimler kavramlarla ilgili farklı tanımlamalarda bulunmanın yanında geleceğin şehirlerini yaratma sürecinde de aynı seviyede değillerdir. Teknolojik rekabet içerisinde bulunan yönetimler şehir vizyonlarında, operasyonlarında ve yatırımlarında da güncellemelere gitmekte, dönüşüm sürecinde aktif kalmaya çalışmaktadır. Yerel yönetimlerin bu süreç içindeki yaklaşım, hazır bulunuşluk ve eylemleri sürdürülebilir akıllı kentleri yaratmalarında kilit roldedir. Akıllı kentle ilgili projelerin hazırlanmasında, vizyonların geliştirilmesinde bilim dünyasında yapılacak çalışmalar ve bunların yönetimlerce takibi önem kazanmaktadır.

Kent, kentleşme ve akıllı kent kavramları ile ilgili sadece Türkiye’de değil çeşitli ülkelerde de fazla sayıda çalışma yapılmış olup kavramlar çok farklı açılardan ele alınmıştır. İlgili alanyazın incelendiğinde özellikle akıllı kent kavramının gelişen teknoloji sonucu yeni bileşenlere kavuştuğu ve farklı konseptler odağında tartışıldığı göze çarpmaktadır. Türkiye’de akıllı kente dair proje, inceleme ve tezlerin özellikle kamu yönetimi ve bilgisayar mühendisliği dallarında yapıldığı görülmektedir. Çoğu çalışma bir literatür taraması şeklinde olup son yıllarda kentlerin akıllı uygulamaları ele alınmaya başlanmıştır. Blok zincir teknolojisi ile ilgili ise çok az Türkçe çalışma bulunmaktadır ve çoğu bilgisayar mühendisliği dalında kaleme alınmıştır.

Bu çalışmada geleceğin teknolojisi olarak görülen blok zincir teknolojisinin akıllı kent ile birlikte değerlendirilmesi literatüre katkı sunmanın yanında ileriki dönemlerde yapılacak çalışmalar için bir kaynak olacak ve ilgili kurum- kuruluşlara yeni bir perspektif sunacaktır.

Çalışma genelinde ilgili hem akıllı kent hem de blok zinciri teknolojisinin alt başlıklarında öneriler verilmiştir ancak genel olarak akıllı kente dair strateji geliştirilmeden önce dikkat edilecek hususları toparlamak gerekirse;

- Akıllı kent geliştirmek için uluslararası en iyi uygulamalar incelenip modeller analiz edilerek hedefler, strateji ve plan oluşturulmalıdır.
- Akıllı kent stratejisi geliştirme sürecine tüm paydaşların katılımı (kamu ve özel yatırımcılar, girişimciler- startuplar, akademi dünyası ve vatandaşlar) teşvik edilmeli ve tüm paydaşlar bu sürece dahil edilmelidir.
- Akıllı kentlerin bilgi güvenliği tasarımı güçlendirilmeli, çok yönlü bilgi güvenliği stratejileri, politikaları, planları ve şemaları formüle edilmeli, bilgi güvenliği yönetim ve bilgi güvenliği değerlendirme mekanizması oluşturulmalı ve geliştirilmelidir.
- Akıllı kentin toplulukları teknolojiye ulaşma ve teknolojiden yararlanmada eşit imkanlara sahip olmalı, kent topluluklarının teknolojiyi kullanma kabiliyetlerini artırmak dijital dönüşümün bir parçası olarak görülmelidir.
- Akıllı kent teknolojilerinin kabul edilebilirliği açısından strateji geliştirme sürecinde kentin sosyo-kültürel ve tarihi dokusu ile toplum ihtiyaçları göz önüne alınmalıdır.
- Blok zinciri teknolojisi henüz yeni bir teknoloji olması dolayısıyla iyi anlaşılmalı, risk ve potansiyelleri iyi değerlendirilmelidir.
- Blok zinciri teknolojisinin güçlü teknolojik altyapı ve teknik personel gereksinimi karşılanmalıdır.
- Akıllı kent hakkında bir farkındalık oluşma sürecinde olunmasına karşın blok zinciri teknolojisi yeni bir teknoloji olması sebebiyle farkındalık açısından eksiklikleri bulunmaktadır. Özellikle yerel yönetimlerde yöneticiler, idareciler ve teknik personelin konu ile ilgili eğitimine önem verilmelidir.
- Blok zinciri teknolojisinin geleceğinin güvende olması, teknolojinin kullanılabilirliğinin sağlanması için gerekli olan hukuki düzenlemeler

yapılmalı ve veri güvenliği, şeffaflık, erişim gibi konularda yasal zemin oluşturulmalıdır.

- Dinamik bir süreç olan dijital dönüşümün tüm teknolojik bileşenleri ile ilgili akademik çalışmalar yapılmalı, uygulamalar analiz edilerek sonuçlar değerlendirilmeli, nihai sonuçlara göre iyileştirmeler yapılmalıdır.
- Blok zinciri teknolojisinin akıllı kentlerde kullanılması teşvik edilmeli, yerel yönetimler ve üniversiteler koordinesinde olacak proje yarışmalarıyla yeni fikirlerin uygulamalara dönüşmesi sağlanmalıdır.
- Kentlerin sadece teknolojiyi kullanan değil teknolojiyi üreten mekan olmaları için tüm paydaşlar teknolojinin kullanımı kadar üretimini de desteklemelidir.
- Literatüre katkı vermesinin yanında yerel yönetimlere de strateji oluşturmada farklı model sunması açısından dünyadaki teknolojik uygulamalar değerlendirilmeli ve uygulamaların Türkiye’de kullanılabilirliği farklı açılardan ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abdel-Basset, M., Moustafa, N., Hawash, H., Razzak, I., & Sallam, K. (2022). Federated Intrusion Detection in Blockchain-Based Smart Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(3), 2523-2537. doi:10.1109/TITS.2021.3119968.
- Aguilar, J., Garces-Jimenez, A., E-Moreno, M., & Garcia, R. (2021).). A Systematic Literature Review On The Use Of Artificial Intelligence In Energy Self-Management In Smart Buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111530> adresinden alındı
- Ahmad, K., Maebreh, M., Ghaly, M., Khan, K., Qadir, J., & Al-Fuqaha, A. (2022). Developing Future Human-Centered Smart Cities: Critical Analysis Of Smart City Security, Data Management, And Ethical Challenges. *Computer Science Review*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100452> adresinden alındı
- Ahmed, I., Zhang, Y., Jeon, G., Lin, W., Khosravi, M., & Qi, L. (2021). A blockchain- and artificial intelligence-enabled smart IoT framework forsustainable city. *WILEY*, 1-15. doi:10.1002/int.22852
- Ahmed, S., Shah, M. A., & Wakil, A. K. (2020). Blockchain as a Trust Builder in the Smart City. *IEEEAccess*, 8, 92977-92985. doi:10.1109/ACCESS.2020.2993724
- Akcagündüz, E. (2021). *İnsan Kaynakları Yönetiminde Blokzincir Teknolojisi*. (O. Durukal, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Akkaya, S. (2021). Kentsel Direncin Artırılmasında Akıllı Kent ve Blok Zincir Uygulamaları: Trabzon Örneği. *Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi*.

- Akpınar, A., & Nohutçu, A. (2022). Türkiye’de Yerel Yönetimler Akıllı kentler İçin Ne Kadar Hazır?: Politika Belgeleri Üzerinden Bir İnceleme. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(48), 1-21. <https://doi.org/10.30794/pausbed.941342> adresinden alındı
- Akyıldız, N. A. (2020). Kentleşme Ve Kentsel Gelişim Bağlamında Açık Kamusal Alanların Sürdürülebilir Kentler Açısından Değeri. *Milli Folklor*, 16(125), 188-201. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1037900> adresinden alındı
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21. doi:10.1080/10630732.2014.942092
- Alhudhaif, A., Nisa, K. U., Qureshi, K. N., & Hadi, H. J. (2022). Security provision for protecting intelligent sensors and zero touch devices by using blockchain method for the smart cities. *Microprocessors and Microsystems*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2022.104503> adresinden alındı
- Allam, Z., & Jones, D. (2021). Future (post-COVID) Digital, Smart And Sustainable Cities In The Wake Of 6G: Digital Twins, Immersive Realities And New Urban Economies. *Land Use Policy*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105201> adresinden alındı
- Alsaed, Z., Khweiled, R., Hamad, M., Daraghmi, E., Cheikhrouhou, O., Alhakami, W., & Hamam, H. (2021). Role of Blockchain Technology in Combating COVID-19 Crisis. *Appl. Sci.*, 11, 1-21. <https://doi.org/10.3390/app112412063> adresinden alındı
- Altıntaş, N. (2020). Kentleşme ve Ekonomik Büyümenin Çevresel Bozulmaya Etkisi: Türkiye Örneği. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi-International Journal of Society Researches*, 15(26), 4517-4539. doi:10.26466/opus.725429

- Altuntaş, M., & Özyurt, M. (2020). Kentleşme Ve Sağlık Harcamaları: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Çalışma. *KAÜİİBFD*, 11(22), 891-915.
- Anand, P. (2021). Assessing Smart City Projects And Their Implications For Public Policy In The Global South. *Contemporary Social Science*, 16(2), 199-212. doi:<https://doi.org/10.1080/21582041.2020.1720794>
- Antipova, T. (2018). Using blockchain technology for government auditing. *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, (s. 1-6). doi:10.23919/CISTI.2018.8399439
- Aslanoğlu, Rana A. (1998), Kent, Kimlik ve Küreselleşme, Asa Yayınları, Bursa
- Arslaner, H. (2021). *Kripto Paralardan Elde Edilen Kazançların Vergilendirilmesi*. (O. Durukal, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Aslan, M. (2021). Milli Gelirin Kentleşme ve Enerji Tüketimi ile İlişkisi: Türkiye Örneği. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 1493-1517. <https://doi.org/10.15869/itobiad.870549> adresinden alındı
- Atay Polat, M., & Sancar, C. (2021). Kentleşme, İşsizlik ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkileri: Türkiye'nin Düzey 2 Bölgeleri İçin Bir Uygulama. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24). <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.885342> adresinden alındı
- Aytaç, Ö. (2018). Kentleşme ve Normatif Çöküş: Enformalleşme ve İllegaliteye Kayışın Toplumsal Temeli. *Birey ve Toplum*, 8(15), 5-29. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/546550> adresinden alındı
- Bagloee, S. A., Heshmati, M., Dia, H., Ghaderi, H., Pettit, C., & Asadi, M. (2021). Blockchain: The operating system of smart cities. *Cities*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103104> adresinden alındı

- Bahçeci Başarmak, H. I. (2020). Bağımlı Kentleşme, Kent Hakkı Ve Kentsel Dönüşüm. *Memleket Siyaset Yönetimi*, 15(34), 217-242. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/msydergi/issue/60642/881535> adresinden alındı
- Bakanlığı, T. S. (2019). 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/SanayiStratejiBelgesi2023.pdf> adresinden alındı
- Bala, K., & Kaur, P. D. (2022). Changing Trends Of Blockchain in IoT: Benefits And Challenges. *12th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, (s. 324-329). doi:10.1109/Confluence52989.2022.9734206
- Banger, G. (2011). *Kent Bilgi Sisteminin Esasları*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Barenji, R. V. (2022). A blockchain technology based trust system for cloud manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*(33), 1451-1465. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01735-2> adresinden alındı
- Barton, A., & Manning, A. (2017). *Smart Cities: Technologies, Challenges and Future Prospects (Urban Development and Infrastructure)*. Nova Science Pub.
- Bashir, I. (2018). *Mastering Blockchain : Distributed Ledger Technology, Decentralization, and Smart Contracts Explained*. Birmingham: Packt Publishing. <https://970e22ceb1309b85a3bb416ee262012c4031f684-ebscohost.vetisonline.com/eds/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTc4OQTQ4NI9fQU41?sid=e79d0bdc-28a9-4b8b-9ec9-c57bdb94ac34@redis&vid=2&format=EB&rid=1> adresinden alındı
- Basse, E. M. (2011). Urbanization and Growth Management in Europe. *The Urban Lawyer*, 42/43, 385-406. <http://www.jstor.org/stable/41307746> adresinden alındı

- Bhushan, B., Khamparia, A., Sagayam, M. K., Sharma, S. K., Ahad, M. A., & Debnath, N. (2020). Blockchain for smart cities: A review of architectures, integration trends and future research directions. *Sustainable Cities and Society*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102360> adresinden alındı
- Bibri, S. (2021). The Underlying Components Of Data-Driven Smart Sustainable Cities Of The Future: A Case Study Approach To An Applied Theoretical Framework. *European Journal of Futures Research*, 9. <https://doi.org/10.1186/s40309-021-00182-3> adresinden alındı
- Bishr, A. B. (2019). Dubai: A City Powered by Blockchain. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 12(3-4), 4-8. https://doi.org/10.1162/inov_a_00271 adresinden alındı
- Biswas, K., & Muthukkumarasamy, V. (2016). Securing Smart Cities Using Blockchain Technology. *016 IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, (s. 1392-1393). doi:10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0198
- Bookchin, M. (1999). *Kentsiz Kentleşme*. (B. Özyalçın, Çev.) İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Botello, J., Mesa, A., Rodríguez, F., Díaz-López, D., Nespoli, P., & Mármol, F. (2020). BlockSIEM: Protecting smart city services through a blockchain-based and distributed SIEM. *Sensors (Switzerland)*, 20(16), 1-22. doi:10.3390/s20164636
- Börner, Katy (2002), “İkiz Dünyalar: Üçlüyü Artırma, Değerlendirme ve İnceleme-Boyutsal Dijital Şehirler ve Gelişen Toplulukları”Dijital Şehirler(Ed. M. Tanabe vd.), Springer Verlag, Berlin, s. 257-269

- Branny, A., Moller, M., Korpilo, S., McPhearson, T., Gulsrud, N., Olafsson, A., . . . Andersson, E. (2022). Smarter Greener Cities Through A Social-Ecological-Technological Systems Approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101168> adresinden alındı
- Burnett, J. (2007). City Buildings-Eco-Labels And Shades Of Green. *Landscape and Urban Planning*, 83(1), 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.003> adresinden alındı
- Cai, Y., & Zhu, D. (2016). Fraud detections for online businesses: a perspective from blockchain technology. *Financial Innovation*, 2(20). doi: 10.1186/s40854-016-0039-4
- Calvao, F., & Gronwald, V. (2019). Blockchain in the Mining Industry: Implications for Sustainable Development in Africa. *Policy Insights*, 1-13. <https://www.jstor.org/stable/resrep29530> adresinden alındı
- Cao, Y., Sun, Y., & Min, J. (2020). Hybrid blockchain-based privacy-preserving electronic medical records sharing scheme across medical information control system. *Measurement and Control*, 53(7-8), 1286-1299. <https://doi.org/10.1177/0020294020926636> adresinden alındı
- Chang, A., El-Rayes, N., & Shi, J. (2022). Blockchain Technology for Supply Chain Management: A. *FinTech*, 191-205. <https://doi.org/10.3390/fintech1020015> adresinden alındı
- Chang, V. (2021). An ethical framework for big data and smart cities. *Technological Forecasting & Social Change*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120559> adresinden alındı
- Chen, C., Li, P., Jian, X., Wu, L., & Yang, J. (tarih yok). Optimal Edge Nodes Deployment With Multi Association for Smart Health. *IEEE Transactions on*

- Molecular, Biological and Multi-Scale Communications*, 8(1), 1-8.
doi:10.1109/TMBMC.2021.3118951.
- Chen, G. (2017). Research On Key Technologies Of Spatio-Temporal Information Multi-Dimensional Visualization Of Smart City. *Mine Surveying*, 12(3), 121-134.
- Chen, J. (2018). Hybrid Blockchain and Pseudonymous Authentication for Secure and Trusted IoT Networks. *ACM SIGBED Review*, 15(5), 22-28.
doi:10.1145/3292384.3292388
- Chen, J., Gan, W., Hu, M., & Chen, C.-M. (2021). On the construction of a post-quantum blockchain for smart city. *Journal of Information Security and Application*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2021.102780> adresinden alındı
- Chong, M., Habib, A., Evangelopoulos, N., & Park, H. W. (2018). Dynamic capabilities of a smart city: An innovative approach to discovering urban problems and solutions. *Government Information Quarterly*, 35(4), 682-692.
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.07.005> adresinden alındı
- Choo, K.-K. R., Gai, K., & Chiaraviglio, L. (2021). Blockchain-enabled secure communications in smart cities. *Journal Of Parallel And Distributed Computing*, 152, 125-127. doi:10.1016/j.jpdc.2021.02.021
- Ciotta, V., Mariniello, G., Asprone, D., Botta, A., & Manfredi, G. (2021). Integration of blockchains and smart contracts into construction information flows: Proof-of-concept. *Automation in Construction*, 132, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103925> adresinden alındı
- Cities, N. L. (2018). *Blockchain in Cities*. https://www.nlc.org/wp-content/uploads/2018/05/CSAR_Blockchain-Report-PRINT.pdf adresinden alındı

- Cities, T. U. (2020). *Blockchain for smart sustainable cities*. <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2020-U4SSC-Blockchain-for-smart-sustainable-cities/index.html> adresinden alındı
- Cohen, B. (2012). What Exactly Is A Smart City? <http://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> adresinden alındı
- Çetin, M., & Çiftçi, Ç. (2019). Literatüre Göre Dünya ve Ülkemizden Örneklerle Akıllı Kent Kavramının İrdelenmesi. *UCBAD*, 3(2), 134-143. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/54358/738612#article_cite adresinden alındı
- Dantzig, G., & Saaty, T. (1973). *Compact City: A Plan for a Livable Urban Environment*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Deepa, N., Pham, Q.-V., Nguyen, D. C., Bhattacharya, S., Prabadevi, B., Gadekallu, T. R., . . . Pathirana, P. N. (2022). A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 131, s. 209-226. <https://doi.org/10.1016/j.future.2022.01.017> adresinden alındı
- Demir, Y., & Kılıç, S. (2022). Blok Zincir ve Akıllı Şehir Kavramları Ekseninde Bibliyometrik Bir Çalışma. *Girişimcilik, İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 6(12), 82-101.
- Deniz, G. (2021). *Yerel Yönetimlerde Blokzincir Uygulamaları*. (O. Durukal, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eser.
- Derawi, M., Dalveren, Y., & Cheikh, F. A. (2020). Internet-of-Things-Based Smart Transportation. *6th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*. IEEE Xplore Digital Library.
- Dib, O., Durand, A., Brousmiche, K.-L., Thea, E., & Hamida, E. B. (2018). Consortium Blockchains: Overview, Applications and Challenges.

- International Journal on Advances in Telecommunications*, 14, s. 51-64.
https://www.researchgate.net/publication/328887130_Consortium_Blockchains_Overview_Applications_and_Challenges adresinden alındı
- Dociu, M., & Dunarintu, A. (2012). The Socio-Economic Impact of Urbanization. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 2(1), 47-52.
<https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/06/The%20Socio-Economic%20Impact%20of%20Urbanization.%20Dociu%20Madalina%20and%20Dunarintu%20Anca.pdf> adresinden alındı
- Dongfeng, Y., Chengzhi, Y., & Ying, L. (2013). Urbanization And Sustainability İn China: An Analysis Based On The Urbanization Kuznetscurve. *Planning Theory*, 12(4), 391-405. <https://www.jstor.org/stable/26166230> adresinden alındı
- Durukal, O., & Öztürk, N. K. (2021). *Elektronik Oylamada Blokzincir Teknolojisinin Kullanımı*. (O. Durukal, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Eini, R., Linkous, L., Zohrabi, N., & Abdelwahed, S. (2021). Smart Building Management System: Performance Specifications and Design Requirements. *Journal of Building Engineering*. doi:10.1016/j.job.2021.102222
- Ekşi, U., & Gürün, F. (2020). Şehir, Şehirleşme Ve Yerel Yönetimler. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 83-89.
https://dergipark.org.tr/tr/pub/iaud/issue/50939/664667#article_cite adresinden alındı
- Erdoğan, G. (2019). Akıllı Kent Göstergeleri Ve Stratejileri. 4(2), 1-23.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/726424> adresinden alındı
- Ergun, C., Gül, H., & Sallan Gül, H. (2013). (C. Ergun, M. Güneş, & A. Dercioğulları Ergun , Dü) İstanbul: Bağlam Yayıncılık,.

- Erkan, R. (2002). *Kentleşme ve Sosyal Değişme*. Ankara: Bilimadamı Yayınları.
- Erkek, S. (2017). ‘Akıllı Şehircilik’ Anlayışı ve Belediyelerin İnovatif Uygulamaları. *Medeniyet ve Toplum Dergisi*, 1(1), 55-72. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/metder/issue/31233/455463> adresinden alındı
- Ertürk, H. (1997). *Kent Ekonomisi*. Bursa: Ekin Yayınları.
- Esmailian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C., & Behdad, S. (2018). The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Management*, 81, 177-195. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047> adresinden alındı
- Esposito, C., Ficco, M., & Gupta, B. B. (2021). Blockchain-based authentication and authorization for smart city applications. *Information Processing & Management*, 58(2). doi:10.1016/j.ipm.2020.102468
- European Commission. (2013). *Smart Cities: Cities Using Technological Solutions To Improve The Management And Efficiency Of The Urban Environment*. <https://me2.kr/8cfwv> . adresinden alındı
- Evans, M. (2022). *Making Smart Investments In Smart City Projects*. ICMA: <https://icma.org/articles/pm-magazine/making-smart-investments-smart-city-projects> adresinden alındı
- Evin, H., Sancar, C., & Akbaş, Y. E. (2020). Kentleşme Ve Göç İlişkisi: Türkiye’de Düzey 1 Bölgeleri İçin Bir Uygulama. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(11), 142-157. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ayd/issue/58217/828099> adresinden alındı
- Fagadar, C. F., Trip, D. T., Gavrilut, D., & Badulescu, D. (2021). Smart Cities And The European Vision. *The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences*, 49-60. <http://anale.steconomiceuoradea.ro/volume/2021/n1/004.pdf> adresinden alındı

- Feng, Q., He, D., Zeadally, S., Khan, M. M., & Kumar, N. (2019). A survey on privacy protection in blockchain system. *Journal of Network and Computer Applications*, 126, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.10.020> adresinden alındı
- Forum, T. E. (2022). *Blockchain Applications in the Healthcare Sector*. https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/eubof_healthcare_2022_FINAL_pdf.pdf adresinden alındı
- Forum, W. E. (2020). *Global Technology Governance Report 2021: Harnessing Fourth Industrial Revolution Technologies in a COVID-19 World*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Technology_Governance_2020.pdf adresinden alındı
- Fu, K. (2022). A Research on the Realization Algorithm of Internet of Things Function for Smart Education. *Computational Intelligence and Neuroscience*. <https://doi.org/10.1155/2022/1330190> adresinden alındı
- Fu, Y., & Zhu, J. (2020). Trusted data infrastructure for smart cities: a blockchain perspective. *Building Research and Information*, 1-17. doi:10.1080/09613218.2020.1784703
- Fu, Y., & Zhu, J. (2021). Trusted data infrastructure for smart cities: a blockchain perspective. *BUILDING RESEARCH & INFORMATION*, 49(1), 21-37. <https://doi.org/10.1080/09613218.2020.1784703> adresinden alındı
- Gao, B. (2023). Understanding smart education continuance intention in a delayed benefit context: An integration of sensory stimuli, UTAUT, and flow theory. *Acta Psychologica*. doi:10.1016/j.actpsy.2023.103856
- Gao, H., & Zhang, Y. (2021).). Guest Editorial Optimization of Electric Vehicle Networks and Heterogeneous Networking in Future Smart Cities. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 22(3), 1748-1751. doi: 10.1109/TITS.2021.3056180

- Gassman, O., Böhm, J., & Palmie, M. (2019). *Smart Cities: Introducing Digital Innovation to Cities*. Emerald Publishing Limited.
- Gatto, J., & Bourne, T. (2019). Blockchain Tech Has Numerous Applications for Defense. *National Defense*, 104(793), 15-17. <https://www.jstor.org/stable/27022816> adresinden alındı
- Genome, S. (2022). *The Global Startup Ecosystem Report GSER 2022*. <https://startupgenome.com/reports/gser2022> adresinden alındı
- Giffenger, R., & Haindl, G. (2010). Smart Cities Ranking: An Effective Instrument For The Positioning Of Cities. *ACE: Architecture, City and Environment*, 703-714. <https://core.ac.uk/download/pdf/301204045.pdf> adresinden alındı
- Goldsby, C., & Hanisch, M. (2022). The Boon and Bane of Blockchain: Getting the Governance Right. *California Management Review*, 64(3), 141-168. <https://doi.org/10.1177/00081256221080747> adresinden alındı
- Golosova, J., & Romanovs, A. (2018). The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology. doi:10.1109/AIEEE.2018.8592253
- Gopalakrishnan, P., & R, R. (2019). Blockchain Based Waste Management. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(5), 2632-2635. https://www.researchgate.net/profile/Preethi-Gopalakrishnan/publication/334162200_Blockchain_based_Waste_Management/links/5d1ad48ea6fdcc2462b7414b/Blockchain-based-Waste-Management.pdf adresinden alındı
- Gökgür, P. (2008). *Kentsel Mekanda Kamusal Alanın Yeri*. İstanbul: Bağlam Yayıncılık.
- Gökgür, P. (2008). *Kentsel Mekanda Kamusal Alanın Yeri*. İstanbul: Bağlam Yayıncılık.

- Group, W. B. (2017). *Distributed Ledger Technology*. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29053/WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf> adresinden alındı
- Günlü, R. (2002). *Türkiye’de Kentsel Değişimler ve Siyasal Bilinç*. (A. A. Dikmen, Dü.) Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Güven, A. (2016). Kent, Kentleşme ve Kentsel Yönetim İhtiyacı. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 1(4), 21-30. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/368422> adresinden alındı
- Hakak, S., Khan, W. Z., Gilkar, G. A., Imran, M., & Guizani, N. (2020). Securing Smart Cities through Blockchain Technology: Architecture, Requirements, and Challenges. *IEEE Network Network*, 34(1). doi:10.1109/MNET.001.1900178
- Han, Z., & Xu, A. (2021). Ecological Evolution Path Of Smart Education Platform Based On Deep Learning And Image Detection. *Microprocessors and Microsystems*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103343> adresinden alındı
- Harris, C., & Ullman, E. (2002). *Kentin Doğası*. (A. Alkan, & B. Duru, Çev.) Ankara: İmge Yayınevi. https://bulentduru.files.wordpress.com/2017/09/chauncy_d-_harris_ve_edward_l-_ullman_ke.pdf adresinden alındı
- Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities. *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011*. <https://journals.iss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703> adresinden alındı
- Harvey, D. (2003). *Sosyal Adalet ve Şehit*. (M. Moralı, Çev.) İstanbul: Metis Yayınları.

- Hassan, A., & Lee, H. (2014). The Paradox Of The Sustainable City: Definitions And Examples. *Environment, Development and Sustainability*, 17, 1267–1285. doi:10.1007/s10668-014-9604-z
- Hayta, Y. (2021). Akıllı Kent Uygulamalarında Kişisel Verilerin Gizliliği Ve Güvenliği. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 929-941. [https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1640138#:~:text=Ak%C4%B1ll%C4%B1%20kent%20uygulamalar%C4%B1%20gibi%20bir%C3%A7ok,gizlili%C4%9Fi%20ilkesi%20kapsam%C4%B1nda%20bir%20zaruriyettir.adresinden alındı](https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1640138#:~:text=Ak%C4%B1ll%C4%B1%20kent%20uygulamalar%C4%B1%20gibi%20bir%C3%A7ok,gizlili%C4%9Fi%20ilkesi%20kapsam%C4%B1nda%20bir%20zaruriyettir.adresinden%20alındı)
- Henderson, V. J., & Turner, M. A. (2020). Urbanization in the Developing World. *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 150-173. doi:10.1257/jep.34.3.150
- Hernandez-Ramos, J., Martinez, J., Savarino, V., Angelini, M., & Napolitano, V. (2021).). Security and Privacy in Internet of Things-Enabled Smart Cities: Challenges and Future Directions. *IEEE Security & Privacy*, 19(1), 12-23. doi:10.1109/MSEC.2020.3012353.
- Heston, T. (2017). A Case Study In Blockchain Health Care Innovation. *International Journal Of Current Research* , 9(11), 60587-60588. <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/26949.pdf> adresinden alındı
- Hirsh, S., & Alman, S. W. (2020). *Blockchain*. Chicago: ALA Neal-Schuman. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2479358&lang=tr&site=eds-live> adresinden alındı
- Hong, H., & Fu , L. (2019). Evaluation of Urbanization Efficiency for Coastal Port Cities in China. *Journal of Coastal Research*, 98, 335-338. <https://doi.org/10.2112/SI98-079.1> adresinden alındı
- <https://blokzincir.ibb.gov.tr/>. (2022). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Smartus Blokzincir Ağı*. <https://blokzincir.ibb.gov.tr/> adresinden alındı

- Humayun, M., Jhanjhi, N., Hamid, B., & Ahmed, G. (2020). Emerging Smart Logistics and Transportation Using IoT and Blockchain. *IEEE Internet of Things Magazine*, 3(2), 58-62. doi:10.1109/IOTM.0001.1900097
- Hurt, S. (2019). Urbanization & Mental Health: A Look At The Developing World. *Harvard International Review*, 40(1). link.gale.com/apps/doc/A575196353/AONE?u=anon~62dd9c6e&sid=google Scholar&xid=645a7440. adresinden alındı
- Israilidis, J., Odusanya, K., & Mashar, M. U. (2021). Exploring Knowledge Management Perspectives In Smart City Research: A Review And Future Research Agenda. *International Journal of Information Management*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.015> adresinden alındı
- İşbir, E. G. (1991). *Şehirleşme ve Meseleleri*. Ankara: Gazi Büro Yayınları.
- Işık, O., & Pınarcıoğlu, M. M. (2013). *Nöbetleşe Yoksulluk- Sultanbeyli Örneği*. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Işık, Ş. (2005). Türkiye’de Kentleşme Ve Kentleşme Modelleri. *Ege Coğrafya Dergisi*(14), 57-71. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/56792> adresinden alındı
- Javed, A. R., Shahzad, F., Rehman, S. u., Zikria, Y. B., Razzak, I., Jalil, Z., & Xu, G. (2022). Future smart cities: requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects. *Cities*, 129, s. 1-49. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103794> adresinden alındı
- Jiang, D., Huo, L., Zhang, P., & Lv, Z. (2021). Energy-Efficient Heterogeneous Networking for Electric Vehicles Networks in Smart Future Cities. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(3), 1868-1880. doi:10.1109/TITS.2020.3029015.

- Kahraman Usta, H. (2021). Planlı Kentleşme ve Rant İlişkisi: Şanlıurfa Örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(48), 1-22. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1558424> adresinden alındı
- Kaldık, B. (2017). Türkiye’de Modernite Bağlamında Kent(li)leşme. *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 27-41. https://dergipark.org.tr/tr/pub/pesausad/issue/36306/413449#article_cite adresinden alındı
- Kamal, R., Hemdan, E.-D., & El-Fishway, N. (2022). Forensics chain for evidence preservation system: An evidence preservation forensics framework for internet of things-based smart city security using blockchain. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(21). doi:10.1002/cpe.7062
- Kassen, M. (2022). Blockchain and e-government innovation: Automation of public information processes. *Information Systems*, 103. <https://d0192efdd77670f7012d3fece2c7c0fc720c897f.vetisonline.com/10.1016/j.is.2021.101862> adresinden alındı
- Kayapınar, Y. (2017). Akıllı kentler ve Uygulama Örnekleri. *İTÜ Vakfı Dergisi*(77), 14-19.
- Kazmi, A., Chaudhry, S., Malazi, H., Dhara, S., & Clarke, S. (2022). Interoperable Internet of Things for Smart Transportation Systems in Circular Cities. *IEEE Xplore Digital Library*, 55(12), 86-97.
- Khan., S., Shael, M., Majdalawieh, M., Nizamuddin., N., & Nicho, M. (2022). Blockchain for Governments: The Case of the Dubai Government. *Sustainability*, 14(11), 6576. <https://doi.org/10.3390/su14116576> adresinden alındı
- Kim, K.-G., & Choi, H.-S. (2022). *Planning Instruments for Climate Smart and Wise Cities: A Spatial, Green and Digital Deal Approach*. (K. Kim, & M. Thioye,

Dü) Cham: The Urban Book Series. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80165-6_1 adresinden alındı

Kim, Y., Hwang, H., & Choi, H. (2021).). Impediments to Driving Smart Cities: a Case Study of South Korea. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 10(2), 159-176. <https://doi.org/10.7545/ajip.2021.10.2.159> adresinden alındı

Kisala, M. (2021). The Polish Experience in the Development of Smart Cities. *TalTec Journal Of European Studies*, 11(2), 48-64. doi:10.2478/bjes-2021-0014

Kitchin, B., & Dodge, M. (2019). The (In)Security of Smart Cities: Vulnerabilities, Risks, Mitigation and Prevention. *Journal of Urban Technology*, 26(2), 47-65. doi:10.1080/10630732.2017.1408002

Koirala, R. C., Dahal, K., & Matalonga, S. (2019). Supply Chain using Smart Contract: A Blockchain enabled model with Traceability and Ownership Management. *9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering* (s. 538-544). IEEE. <https://c85689232ea394a8dc08a512c1f46793a2397178.vetisonline.com/xpl/conhome/8767138/proceeding> adresinden alındı

Konashevych, O. (2020). Constraints and benefits of the blockchain use for real estate and property rights. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*, 12(2), 109-127. <https://doi.org/10.1108/JPEL-12-2019-0061> adresinden alındı

Koshik, R. (2019). *Foundations of Blockchain : The Pathway to Cryptocurrencies and Decentralized Blockchain Applications*. Birmingham: Packt Publishing. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2013872&lang=tr&site=eds-live> adresinden alındı

Kostic, N., & Sedej, T. (2022). Blockchain Technology, Inter-Organizational Relationships, and Management Accounting: A Synthesis and a Research

Agenda. *ACCOUNTING HORIZONS*, 36(2), 123-141.
doi:10.2308/HORIZONS-19-147

Kostof, S. (1999). *The City Shaped*. London: Thames and Hudson.

Köroğlu, Ç., & Başdalan, C. (2021). *Sağlık Yönetiminde Blokzincir Teknolojisi*. (O. Durukal, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eser.

Kramer, M., Bitsch, L., & Hanf, J. (2022). *Sustainable Agricultural Value Chain*. (H. Alem, & P. Jena, Dü) IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.101873

Kwok, A. O., & Koh, S. G. (2019). Is blockchain technology a watershed for tourism development? *Current Issues in Tourism*, 22(20), 2447-2452.
<https://doi.org/10.1080/13683500.2018.1513460> adresinden alındı

Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition Methodology For The Smart Cities Model. *Energy*, 47(1), 326-332. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028> adresinden alındı

Li, K. C., & Wong, B. T.-M. (2021). Review Of Smart Learning: Patterns And Trends In Research And Practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 189-204. [file:///C:/Users/msi/Downloads/kthompson1,+\[11\]+6617-Article+Text-22085-1-11-20201208%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/msi/Downloads/kthompson1,+[11]+6617-Article+Text-22085-1-11-20201208%20(1).pdf) adresinden alındı

Li, w., He, M., & Haiquan, S. (2021). An Overview of Blockchain Technology: Applications, Challenges and Future Trends. *IEEE 11th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC)* (s. 31-39). IEEE. doi:10.1109/ICEIEC51955.2021.9463842

Liang, X., Ma, L., Chong, C., Li, Z., & Ni, W. (2020). Development of smart energy towns in China: concept and practices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109507> adresinden alındı

Liebert, F., & Wodarski, K. (2020). Conceptual Framework For Measuring Awareness and Needs Of City Residents Towards A Smart City. *Scientific Quarterly*

"*Organization and Management*", 97-123.

file:///C:/Users/msi/Downloads/KN54Liebert-Wodarski_org_zarz_2021.pdf

adresinden alındı

Linkov, I., Wells, E., Trump, B., Collier, Z., Goerger, S., & Lambert, J. (2018).

Blockchain Benefits and Risks. *The Military Engineer*, 110(714), 62-63.

<https://www.jstor.org/stable/26464732> adresinden alındı

Liu, J., Zhang, X., Li, B., Zhang, Q., & Zhu, W. (2003). Distributed distance

measurement for large-scale networks. *Computer Networks*, 41(2), 177-192.

[https://doi.org/10.1016/S1389-1286\(02\)00373-0](https://doi.org/10.1016/S1389-1286(02)00373-0) adresinden alındı

Lnenicka, M., Nikifovora, A., Luterek, M., Azeroual, O., Ukpabi, D., Valtenbergs, V.,

& Machova, R. (2022). Transparency of open data ecosystems in smart cities:

Definition and assessment of the maturity of transparency in 22 smart cities.

Sustainable Cities and Society, 82. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103906>

adresinden alındı

Lohmann, Willi (1997), "Die telematische Stadt-das Pilotprojekt Multimedia

Gelsenkirchen", die innovative Verwaltung, Heft 2, s.16

Lukic, I., Milicevic, K., Köhler, M., & Vinko, D. (2022). Possible Blockchain

Solutions According to a Smart City Digitalization Strategy. *Applied Science*,

12(11). <https://doi.org/10.3390/app12115552> adresinden alındı

Maidamwar, P., Saraf, P., & Chavhan, N. (2021). Blockchain Applications,

Challenges, and Opportunities: A Survey of a Decade of Research and Future

Outlook. *2021 International Conference on Computational Intelligence and*

Computing Applications (ICCICA), (s. 1-5).

doi:10.1109/ICCICA52458.2021.9697256

Majeed, U., Khan, L. U., Yaqoob, I., Kazmi, A., Salah, K., & Hong, C. S. (2021).

Blockchain for IoT-based Smart Cities: Recent Advances, Requirements, and

- Future. *Journal of Network and Computer Applications*, 181, 1-33.
<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103007> adresinden alındı
- Mann, P. H. (1965). *An Approach To Urban Sociology*. New York: Humanities Press.
- Marar, H., & Marar, R. (2020). Hybrid Blockchain. *Jordanian Journal of Computers and Information Technology*, 6(4), 317-325. doi:10.5455/jjcit.71-1589089941
- Maria de Fuentes, J., Gonzalez-Manzano, L., Solanas, A., & Veseli, F. (2018). Attribute-Based Credentials for Privacy-Aware Smart Health Services in IoT-Based Smart Cities. *IEEE Xplore Digital Library*, 51(7), 44-53.
- Martine, G., Alves, J. E., & Cavenaghi, S. (2013). Urbanization And Fertility Decline: Cashing In On Structural Change. *IIED*, 1-44.
<https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/10653IIED.pdf>
 adresinden alındı
- Masters, L. S., Oehninger, S. F., & McDermott, P. M. (2017). Blockchain: Tapping Its Potential and Insuring Against Its Risks. *Business Law Today*, 1-2.
<https://www.jstor.org/stable/27031178> adresinden alındı
- Mauthe, A., & Hutchison, D. (2003). Peer-to-Peer Computing: Systems, Concepts and Characteristics. *PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*, 26(2), 1-10. doi:10.1515/PIKO.2003.60
- Miglani, A., & Kumar, N. (2021). Blockchain management and machine learning adaptation for IoT. *Computer Communications*, 178, 37-63.
<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.07.009> adresinden alındı
- Milan, A.-A. (2021). Digitalization – The Key to Smart City Development. “Ovidius” *University Annals, Economic Sciences Series*, 21, 395-405. <https://stec.univ-ovidius.ro/html/anale/RO/2021-2/Section%203/30.pdf> adresinden alındı
- Minoli, D. (2020). Positioning of blockchain mechanisms in IOT-powered smart home systems: A gateway-based approach. *Internet of Things*, 10(1-18).

<https://d0192efdd77670f7012d3fece2c7c0fc720c897f.vetisonline.com/10.1016/j.iot.2019.100147> adresinden alındı

Mirghaemi, S. (2019). Akıllı Kentler Üzerine Bir İnceleme: Türkiye Örneği. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 37-46. <https://doi.org/10.20854/bujse.628495> adresinden alındı

Moniruzzaman, M., Khezr, S., Yassine, A., & Benlamri, R. (2020). Blockchain for smart homes: Review of current trends and research challenges. *Computers & Electrical Engineering*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2020.106585> adresinden alındı

Mora, H., Mendoza-Tello, J. C., Varela-Guzman, E., & Szymanski, J. (2021). Blockchain technologies to address smart city and society challenges. *Computers in Human Behavior*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106854> adresinden alındı

Morena, M., Truppi, T., Pavesi, A. S., Cia, G., Giannelli, J., & Tavon, M. (2020). Blockchain and real estate: Dopo di Noi project. *Property Management*, 38(2), 273-295. <https://doi.org/10.1108/PM-01-2019-0005> adresinden alındı

Muggah, R. (2012). Researching the Urban Dilemma: Urbanization, Poverty and Violence. *IDRC*. https://www.researchgate.net/publication/265313736_Researching_the_Urban_Dilemma_Urbanization_Poverty_and_Violence adresinden alındı

Müldür, S. K. (2020). Postmodern Kentleşme ve Yaratıcı Ekonomi: İstanbul'da Medya Endüstrileri. *Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı*, 11, 1023-1049. doi:10.31198/idealkent.654491

Nair, M., & Sutter, D. (2018). The Blockchain and Increasing Cooperative Efficacy. *The Independent Review*, 4(22), 529-550. <https://www.jstor.org/stable/26591760> adresinden alındı

- Nam, K., Dutt, C. S., Chathoth, P., & Khan, S. M. (2021). Blockchain technology for smart city and smart tourism: latest trends and challenges. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 26(4), 454-468. <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1585376> adresinden alındı
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2013). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36. doi:10.1016/j.cities.2013.12.010.
- NOVUSENS. (2016). Türkiye Akıllı Şehirler Değerlendirme Raporu. https://www.novusens.com/s/2462/i/Turkiye_Akilli_Sehirler_Degerlendirme_Raporu-WEB_TR_FINAL.pdf adresinden alındı
- OECD. (2022). *Recommendation Of The Council On Blockchain And Other Distributed Ledger Technologies*. <https://www.oecd.org/mcm/Recommendation-on-Blockchain-and-other-Distributed-Ledger-Technologies.pdf> adresinden alındı
- Ogundoyin, S. O., & Kamil, I. A. (2021). PAASH: A privacy-preserving authentication and fine-grained access. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 155, 101-119. doi:10.1016/j.jpdc.2021.05.001
- Omonayajo, B., Al-Turjman, F., & Cavus, N. (2022). Interactive and Innovative Technologies for Smart Education. *Computer Science and Information Systems*, 19(3), 1549-1564. doi:10.2298/CSIS210817027O
- Önen, Y. (2002). *Kentsel Mekan, Çevre, Çoğulculuk ve İnsan Haklarına Genel Bir Yaklaşım*. (F. Yıldırım, Dü.) İstanbul: Demokrasi Kitaplığı.
- Öztürkoğlu, Y., Özbiltekin, M., Sürgeç, I., & Gözacan, N. (2018). Sürdürülebilir Şehirler İçin Bir Ölçek Çalışması: İzmir İli Örneği. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 67-79.
- Paul, P., Aithal, P. S., Saavedra, R., & Ghosh, S. (2021). Blockchain Technology and its Types—A Short Review. *International Journal of Applied Science and*

Engineering, 189-200.
https://www.researchgate.net/publication/359051731_Blockchain_Technology_and_its_Types-A_Short_Review adresinden alındı

Pehlivan Kaplan, S., & Şahin, S. (2018). Blockchain : A Decentralized Approach to Big Data. *International Conference on Advanced Technologies, Computer Engineering and Science (ICATCES'18)*, (s. 310-313). Safranbolu.
https://gcris.iyte.edu.tr/bitstream/11147/11972/1/Blockchain_Kaplan.pdf adresinden alındı

Pestunov, A. (2020). Cryptocurrencies and Blockchain: Potential Applications in Government and Business. *PROBLEMS OF ECONOMIC TRANSITION*, 62, 286-297. <https://doi.org/10.1080/10611991.2020.1968751> adresinden alındı

Petrova-Antonova, D., & Ilieva, S. (2019). Methodological Framework for Digital Transition and Performance Assessment of Smart Cities. *2019 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*. doi:10.23919/SpliTech.2019.8783170

Petrova-Antonova, D., Ilieva, S., & Pavlova, I. (2018). Towards a Technological Platform for Transparent and Flexible Assessment of Smart Cities. *10th International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval*. doi:10.5220/0007230203740381

Pınarcıoğlu, N. Ş., & Kanbak, A. (2020). *Sürdürülebilir Kent Modelleri*. London: IJOPEC Publication.

Platformu, B. T. (2019). *Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Ve Blokzinciri Teknolojisi Raporu*. Türkiye Bilişim Vakfı. https://bctr.org/dokumanlar/KVKK_ve_Blokzincir_Teknolojisi.pdf adresinden alındı

Polvora, A., Brekke, J., & Hakami, A. (2021). *Distributed ledger technologies (DLTS) for social and public good. Where to next?* Ispra: Euroepan Commission.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC127939> adresinden alındı

Poongodi, M., Sharma, A., Hamdi, M., Maode, M., & Chilamkurti, N. (2021). Smart healthcare in smart cities: wireless patient monitoring system using IoT. *The Journal of Supercomputing*, 77, 12230–12255. <https://doi.org/10.1007/s11227-021-03765-w> adresinden alındı

Pournaras, E. (2021). Proof of witness presence: Blockchain consensus for augmented democracy in smart cities. *Journal of Parallel & Distributed Computing*, 160-175. doi:10.1016/j.jpdc.2020.06.015

Praharaj, S., & Han, H. (2019). Cutting Through The Clutter Of Smart City Definitions: A Reading Into The Smart City Perceptions In India. *City, Culture and Society*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2019.05.005> adresinden alındı

Prakash, A. (2019). Smart Cities Mission in India: some definitions and considerations. *Smart and Sustainable Built Environment*, 8(4), 322-337. <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2018-0039> adresinden alındı

Qiao, L., Dang, S., Shihada, B., Alouini, M.-S., Nowak, R., & Lv, Z. (2021). Can blockchain link the future? *Digital Communications and Networks*, s. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2021.07.004> adresinden alındı

Rawat , D., Chaudhary, V., & Doku, R. (2021). Blockchain Technology: Emerging Applications and Use Cases for Secure and Trustworthy Smart Systems. *Journal of Cybersecurity and Privacy*, 1, 4-18. <http://dx.doi.org/10.3390/jcp1010002> adresinden alındı

Razmjoo, A., Mirjalili, S., Aliehyaei, M., Ostergaard, P. A., Ahmadi, A., & Nezhad, M. M. (2022). Development Of Smart Energy Systems For Communities: Technologies. *Energy*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123540> adresinden alındı

- Renugadevi, N., Saravanan, S., & Naga Sudha, C. (2021). IoT based smart energy grid for sustainable cities. *Materials Today: Proceedings*. doi:10.1016/j.matpr.2021.02.270
- Report, S. (2018, Nisan 11). *Mohammad Bin Rashid launches the Emirates Blockchain Strategy 2021*. Ağustos 1, 2022 tarihinde gulfnews: <https://gulfnews.com/your-money/cryptocurrency/mohammad-bin-rashid-launches-the-emirates-blockchain-strategy-2021-1.2204107> adresinden alındı
- Riffat, S., Powell, R., & Aydın, D. (2016). Future cities and environmental sustainability. *Future Cities and Environment*, 1(2). <https://doi.org/10.1186/s40984-016-0014-2> adresinden alındı
- Rogers, R. (1997). *Cities For A Small Planet*. London, Faber And Faber Limited.
- Rosati, U., & Conti, S. (2016). What is a Smart City Project? An Urban Model or A Corporate Business Plan? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 223, 968-973. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.332> adresinden alındı
- Ryan, R., & Donohue, M. (2017). Securities on Blockchain. *The Business Lawyer*, 1(73), 85-108. <https://www.jstor.org/stable/26419192> adresinden alındı
- S, M., & Almutairi, S. (2023). Non-divergent traffic management scheme using classification. *Computers and Electrical Engineering*, 106. doi:10.1016/j.compeleceng.2023.108581
- Saad, M. M., İbrahim, M. A., & El Sayad, Z. (2017). Eco-City as Approach for Sustainable Development. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 28(1), 54-74. <https://core.ac.uk/download/pdf/235050174.pdf> adresinden alındı
- Sabah Sabry, S., Kaïttan, N. M., & Majeed Ali, I. (2019). The road to the blockchain technology: Concept and types. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 7(4), 1821-1832.

https://www.researchgate.net/publication/338159213_The_road_to_the_blockchain_technology_Concept_and_types adresinden alındı

Sağır, H. (2019). *Küreeleşme Sürecinde Kentin Dönüşümü: Yeni Modeller ve Arayışlar*. (H. Sağır, Dü.) Ankara: Orion Kitabevi.

Saini, K. (2019). A Future's Dominant Technology Blockchain: Digital Transformation. *2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies, GUCON 2018*, (s. 937-940). doi:10.1109/GUCON.2018.8675075

Salha, R., El-Hallaq, M., & Alastal, A. (2019). Blockchain in Smart Cities: Exploring Possibilities in Terms of Opportunities and Challenges. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 118-139. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2019.73008> adresinden alındı

Sarajoti, P., Chatjuthamard, P., Papangkorn, S., & Phiromswad, P. (2022). *CSR Reporting and Blockchain Technology*. (M. Sarfraz, Dü.) IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.105512

Sarıbay, A. Y. (2002). *Kent: Modernleşme ile Postmodernleşme Arasındaki Köprü, Kentte Birlikte Yaşamak Üstüne*. (F. Yıldırım, Dü.) İstanbul: Demokrasi Kitaplığı.

Saxena, S., Shao, D., Nikiforova, A., & Thapliyal, R. (2022). Invoking blockchain technology in e-government services: a cybernetic perspective. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 24(3), 246-258. <https://d0192efdd77670f7012d3fece2c7c0fc720c897f.vetisonline.com/10.1108/DPRG-10-2021-0128> adresinden alındı

Schneider, S., Leyer, M., & Tate, M. (2020). The Transformational Impact of Blockchain Technology on Business Models and Ecosystems: A Symbiosis of Human and Technology Agents. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(4), 1184 - 1195. doi:10.1109/TEM.2020.2972037

- Sevim, M. A., Kırcova, İ., & Çuhadar, E. (2019). Yerel Yönetimlerde Akıllı kent Vizyonu: Şehir Yönetim Araçları Ve Trendleri. *Strategic*, 9, 109-126. doi:10.25069/spmj.499391
- Shaikh, E., & Mohammad, N. (2020). Applications of Blockchain Technology for Smart Cities. *2020 Fourth International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC) Inventive Systems and Control (ICISC)* (s. 186-191). IEEE. doi:10.1109/ICISC47916.2020.9171089
- Shang, Q., & Price, A. (2019). A Blockchainbased Land Titling Project In The Republic Of Georgia. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 12(3-4), 72-78. https://doi.org/10.1162/inov_a_00276 adresinden alındı
- Sinapoli, J. (2010). What Is a Smart Building? J. Sinapoli içinde, *Smart Buildings Systems for Architects, Owners and Builders* (s. 1-5). Butterworth-Heinemann. doi:10.1016/B978-1-85617-653-8.00001-6
- Singh, A., & Singla, A. (2021). Constructing Definition Of Smart Cities From Systems Thinking View. *Kybernetes*, 50(6), 1919-1950. doi:<https://doi.org/10.1108/K-05-2020-0276>
- Singh, S., Sharma, P. K., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G. H., & Ra. (2020). Convergence of blockchain and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city. *Sustainable Cities and Society*, 1-16. doi:10.1016/j.scs.2020.102364
- Singhal, B., Dhameja, G. & Panda, P. S. (2018). Beginning Blockchain, Apress, <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3444-0>.
- Solanas, A., Perrea, D., Martinez-Balleste, A., Patsakis, C., Conti, M., Vlachos, I., . . . Di Pietro, R. (2014). Smart health: A context-aware health paradigm within smart cities. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 74-81.

- Stoica, M., Ghilic-Micu, B., Mircea, M., & Sinioros, P. (2021). E-Government in a New Technological Ecosystem. *Informatica Economica*, 5-15. doi:0.24818/issn14531305/24.3.2020.01
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Sebastopol: O'Reilly Media.
https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=RHJmBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Blockchain:+Blueprint+for+a+New+Economy&ots=XRvICZ3Ue5&sig=YP8Yg80GqeSYzcO7wvzlmP5UN2I&redir_esc=y#v=onepage&q=Blockchain%3A%20Blueprint%20for%20a%20New%20Economy&f=false adresinden alındı
- Szczech-Pietkiewicz, E. (2015). Smart city – próba definicji i pomiaru. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 391, 71-82.
- Şafak, E., Arslan, Ç., Gözütok, M., & Köprülü, T. (2021). Dağıtık Defter Teknolojileri ve Uygulama Alanları Üzerine Bir. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(29), 36-45. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2032732> adresinden alındı
- Şengül, T. (2001). *Kentsel Çelişki ve Siyaset: Kapitalist Kentleşme Süreçleri Üzerine Yazılar*. İstanbul: Demokrasi Kitaplığı.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). 2020-2023 Ulusal Akıllı kentler Stratejisi Ve Eylem Planı. <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlani.pdf> adresinden alındı
- Tacoli, C. (2013). The Benefits And Constraints Of Urbanization For Gender Equality. *Environment&UrbanizationBrief* – 27. <https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/10629IIED.pdf> adresinden alındı
- Tacoli, C., Mcgranahan, G., & Satterthwaite, D. (2015). Urbanisation, Rural–Urban Migration And Urban Poverty. *IIED*, 1-33.
- Tankut, Gönül (2002), “Yeniden Tanımlanan Kent”, Bilim ve Teknik Dergisi Eki,

Aralık, ss, 1-15.

- Tappert, S., Klöti, T., & Drilling, M. (2018). Contested Urban Green Spaces In The Compact City: The (Re-)Negotiation Of Urban Gardening In Swiss Cities. *170*, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.08.016> adresinden alındı
- Tealab, M., Hassebo, A., Dabour, A., & AbdelAziz, M. (2020). Smart Cities Digital transformation and 5G - ICT Architecture. *2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, (s. 0421-0425). doi:10.1109/UEMCON51285.2020.9298156
- Tedesco, D. (2012). The Urbanization of Politics: Relational Ontologies or Aporetic Practices? *Alternatives: Global, Local, Political*, 37(4), 331-347. <https://www.jstor.org/stable/23412528> adresinden alındı
- Tekin Bilbil, E. (2019). Yerel Yönetimler ve Blokzincir Teknolojisi: Bir Yönetişim Tasarısı/Stratejisi Önerisi. *Journal of Urban Academy*, 12(3), 475-487.
- Terzioğlu, M. K., Yücel, M. A., Demirkıran, S., & Acaroğlu, D. (2020). Kentsel İnovasyonun Kentleşme Üzerine Mekânsal Etkisi. *İdealkent*, 11(30), 592-620. <https://doi.org/10.31198/idealkent.683583> adresinden alındı
- Tevetoğlu, M. (2021). Ethereum Ve Akıllı Sözleşmeler. *İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 12(1), s. 193-208. <https://bdf5a0aa044dccce8704afa360dba814c775552.vetisonline.com/tr/pub/inuhfd> adresinden alındı
- Tokay, G. (2022). Yerel Yönetimlerde Blok Zincir Tabanlı Akıllı Şehir Kartı Kullanımı: Ankara, İstanbul ve Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi*.
- Tovanich, N., Heulot, N., Fekete, J.-D., & Isenberg, P. (2019). Visualization of Blockchain Data: A Systematic Review. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 1-20. doi:10.1109/TVCG.2019.2963018

- Treiblmaier, H., Rejeb, A., & Strebing, A. (2020). Blockchain as a Driver for Smart City Development: Application Fields and a Comprehensive Research Agenda. *Smart Cities*, 3(3), 853-872. <https://doi.org/10.3390/smartcities3030044> adresinden alındı
- Troy, S., & Pratt, M. (2021). *Distributed ledger technology (DLT)*. TechTarget: [https://www.techtarget.com/searchcio/definition/distributed-ledger#:~:text=Distributed%20ledger%20technology%20\(DLT\)%20is,data%20store%20or%20administration%20functionality](https://www.techtarget.com/searchcio/definition/distributed-ledger#:~:text=Distributed%20ledger%20technology%20(DLT)%20is,data%20store%20or%20administration%20functionality). adresinden alındı
- Tsui, S. N. (2017). Blockchain and Beyond: Smart Contracts. *Business Law Today*, 1-2. <https://www.jstor.org/stable/27031184> adresinden alındı
- Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. (2014). *What is the “New Public Health”?* San Diego: Elsevier/academic Press. https://www.researchgate.net/publication/275045755_Tulchinsky_TH_Varavikova_EA_The_New_Public_Health_Third_Edition_ElsevierAcademic_Press_San_Diego_2014 adresinden alındı
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). *İl ve Cinsiyete Göre il/ilçe merkezi, belde/ köy nüfusu ve nüfus yoğunluğu, 2007-2021*. <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- Uluslararası Telekomünikasyon Birliği. (2014). Shaping smarter and more sustainable cities. <https://smartnet.niua.org/sites/default/files/resources/t-tut-smartcity-2016-1-pdf-e.pdf> adresinden alındı
- UNESCO. (2016). Smart Cities And Infrastructure. Commission on Science and Technology for Development. <https://me2.kr/v9n1k> adresinden alındı
- United Nations. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations. <https://population.un.org/wup/publications/Files/WUP2018-Report.pdf> adresinden alındı

- United Nations Habitat. (2020). *World Cities Report 2020*. United Nations Habitat.
https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf
 adresinden alındı
- Uttara, S., Bhuvandas, N., & Aggarwal, V. (2012). Impacts Of Urbanization On Environment. 2(2).
https://www.researchgate.net/publication/265216682_Impacts_of_urbanisation_on_environment adresinden alındı
- Vadisi, B. (2020). *Bilişim Vadisi Blokzincir e-Çalıştay Sonuç raporu*.
https://bilisimvadisi.com.tr/wp-content/uploads/2022/05/Blokzincir_e-Calistayi_Sonuc_Raporu.pdf adresinden alındı
- Vergütz, A., Noubir, G., & Nougiera, M. (2020). Reliability for Smart Healthcare: A Network Slicing Perspective. *IEEE Network*, 91-97.
<https://www.ccs.neu.edu/home/noubir/publications-local/VNN2020.pdf>
 adresinden alındı
- Veuger, J. (2017). Trust in a viable real estate economy with disruption and blockchain. *Facilities*, 36(1/2), 103-120. <http://dx.doi.org/10.1108/F-11-2017-0106> adresinden alındı
- Vonitsanos, G., Panagiotakopoulos, T., Kanavos, A., Maragoudakis, M., & Mylonas, P. (2021). Issues and Challenges associated with Blockchain in Smart Cities. *16th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation & Personalization (SMAP)*. IEEE. doi:10.1109/SMAP53521.2021.9610780
- Wasim Ahmad, R., Salah, K., Jayaraman, R., Yaqoob, İ., & Omar, M. (2021). Blockchain for Waste Management in Smart Cities: A Survey. *IEEE Access*, 9, 131520-131541.
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9540705> adresinden alındı

- Weber, M. (2000). *Şehir- Modern Kentin Oluşumu*. (M. Ceylan, Çev.) İstanbul: Bakış Yayınları.
- Wegrzyn, K. E., & Wang, E. (2021, August 19). *Types of Blockchain: Public, Private, or Something in Between*. Foley Web Site: <https://www.foley.com/en/insights/publications/2021/08/types-of-blockchain-public-private-between> adresinden alındı
- WHO. (2022). What is a Healty City. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/who-european-healthy-cities-network/what-is-a-healthy-city> adresinden alındı
- Widjaja, D., Derrick, Dimas Octaviandra, M. F., Achmad, S., & Sutoyo, R. (2022). Important Security Factors for Implementing Internet of Things in Smart Home Systems. *International Conference on Informatics Electrical and Electronics (ICIEE) Informatics Electrical and Electronics (ICIEE)*. IEEE. doi:10.1109/ICIEE55596.2022.10010228
- Wu, Y., & Zhang, Y. (2022). An integrated framework for blockchain-enabled supply chain trust management towards smart manufacturing. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101522> adresinden alındı
- Xia, M., Xie, Z., Lin, H., & He, X. (2022). Synergistic Mechanism of the High-Quality Development of the Urban Digital Economy from Blockchain Adoption Perspective—A Configuration Approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(2), 704-721. <https://doi.org/10.3390/jtaer17020037> adresinden alındı
- Xie, J., Tang, H., Yu, R. f., Xie, R., Liu, J., & Liu, Y. (2019). A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 21(3), 2794-2830. doi:10.1109/COMST.2019.2899617

- Xu, Y., Yan, C., Liu, H., Wang, J., Yang, Z., & Jiang, Y. (2020). Smart energy systems: A critical review on design and operation optimization. *Sustainable Cities and Society*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102369> adresinden alındı
- Yan, J., Liu, J., & Tseng, F.-M. (2020). An evaluation system based on the self-organizing system framework of smart cities: A case study of smart transportation systems in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.009> adresinden alındı
- Yang, L., Liu, X.-Y., & Gong, W. (2020). Secure Smart Home Systems: A Blockchain Perspective. *IEEE INFOCOM 2020 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)*, (s. 1003-1008). doi:10.1109/INFOCOMWKSHPS50562.2020.9162648
- Yanık, A. (2021). *Blokzincir Teknolojileri ve Yeni Dağıtık Bilgi İşlem Anlayışı*. (O. Durukan, Dü.) Ankara: Nobel Bilimsel Eser.
- Yetişkul, E. (2020). Kentler ve Yeni Kentsel Kuramlar: Kentleşmeyi Merkezine Alan Üç Kuram Üzerine. *Planlama*, 30(3), 332-341. doi:10.14744/planlama.2020.81488
- Yıldırım, Ö. C. (2021). Kentsel Paradigma Olarak Akıllı Kentler: Songdo Ve Woven Akıllı Kentlerine Bakış. *Artibilim Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(4), 85-103. https://dergipark.org.tr/tr/pub/artibilimadanasosyal/issue/63342/901829#article_cite adresinden alındı
- Yıldız, B. (2019). E7 Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Kentleşme Arasındaki İlişki. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 8(3), 283-297. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssrj/issue/47195/604809> adresinden alındı

- Yıldızbaşı, A. (2021). Blockchain and renewable energy: Integration challenges in circular. *Renewable Energy*, 176, 183-197. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.053> adresinden alındı
- Yörükan, A. (2005). *Şehir Sosyolojisinin ve İnsan Ekolojisinin Teorik Temelleri*. (T. Yörükan, Dü.) Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Yörükan, T. (2012). *Sosyolojik ve Sosyal Psikolojik Görüş Açısıyla Şehir, Konut ve Mahremiyet*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayını.
- Yumurtacı, A. (2020). Çin’de Demografik Değişim Sürecinin Sosyal Güvenlik Sistemine Etkileri. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 22(12), 103-126. doi:10.20990/kilisiibfakademik.603229
- Yücel, C. (2020). 20. yüzyıl Dünya ve Türkiye kentleşmesi üzerine bir derleme. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(50), 200-230. doi:10.48070/erusosbilder.762929
- Zhao, C., Wang, K., Dong, X., & Dong, K. (2022). Is smart transportation associated with reduced carbon emissions? The case of China. *Energy Economics*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105715> adresinden alındı
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *Int. J. Web and Grid Services*, 14(4), 352-375. <https://www.henrylab.net/wp-content/uploads/2017/10/blockchain.pdf> adresinden alındı
- Zhong, C., Huang, Y., Liu, K., Xiong, F., Zhihong, L., & Guo, Z. (2022). Research on Data Security Sharing in Blockchain: Challenges and Prospects. *2022 IEEE International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms (EEBDA)*, (s. 1322-1327). doi:10.1109/EEBDA53927.2022.9744992

- Zhu, Z.-T., Yu, M.-H., & Riezebos, P. (2016). A Research Framework Of Smart Education. *Smart Learning Environments*, 3. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2> adresinden alındı
- Zhuang, P., Zamir, T., & Liang, H. (2021). Blockchain for Cybersecurity in Smart Grid: A Comprehensive Survey. *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS*, 17(1), 3-19. doi:10.1109/TII.2020.2998479
- Zygiaris, S. (2013). Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4, 217-231. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4> adresinden alındı