



# ULUBORLU MESLEKİ BİLİMLER DERGİSİ (UMBD)

Uluborlu Journal of Vocational Sciences

<http://dergipark.gov.tr/umbd>

## BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE AKILLI ŞEHİR SİSTEMLERİ

Emine Betül ŞEN <sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye.

\* [eminebetulsen@gmail.com](mailto:eminebetulsen@gmail.com)

(Geliş/Received:09.07.2020; Düzeltme/Revised:30.08.2020; Kabul/Accepted:06.09.2020)

**ÖZET:** Günümüzde, dünya nüfusunun hızlı kentleşmesi, insanların yaşam koşullarını ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen birçok ekonomik, sosyal ve çevresel soruna neden olmaktadır. “Akıllı şehir” kavramı, bu kentsel sorunları çözme fırsatları getirmektedir. Akıllı şehirlerin amacı, kamu kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmak, vatandaşlara kaliteli hizmetler sunmak ve insanların yaşam kalitesini yükseltmektir. Akıllı şehirlerin uygulanmasında bilgi ve iletişim teknolojisi önemli bir rol oynamaktadır. Gelişmekte olan bir teknoloji olarak blok zinciri, şeffaflık, âdemi merkezîyetçilik ve güvenlik gibi birçok iyi özelliğe sahiptir. Blok zincirinin bu özellikleri akıllı şehir hizmetlerini iyileştirmeye ve akıllı şehirlerin gelişimini teşvik etmeye yardımcı olur. Bu yazıda akıllı şehirlere uygulanan blok zinciri teknolojisinin özellikleri verilerek, kullanım örnekleriyle birlikte açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca, bazı zorluklar ve daha geniş perspektifler tartışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı şehir sistemleri, Blok zinciri, Güvenlik

## BLOCK CHAIN TECHNOLOGY AND SMART CITY SYSTEMS

**ABSTRACT:** Today, the rapid urbanization of the world's population causes many economic, social and environmental problems that significantly affect people's living conditions and quality of life. The concept of “Smart city ” introduces opportunities to solve these urban problems. The goal of smart cities is to make the most of public resources, provide quality services to citizens and improve people's quality of life. Information and communication technology plays an important role in the implementation of smart cities. As an emerging technology, block chain has many good features such as security, transparency, decentralization and security. These features of the block chain help improve smart city services and encourage the development of smart cities. In this paper, the features of block chain technology applied to smart cities are given and explanations are given together with examples of usage. In the final chapter, some challenges and broader perspectives are discussed.

**Keywords:** Block chain, Smart Cities, Security

## 1. GİRİŞ

Akıllı şehir sistemleri, vatandaşların yaşamlarını korumak, geliştirmek ve bağlamak için oluşturulan dijital teknoloji sistemleridir. Akıllı şehir sistemleri, mevcut kaynakların verimli ve optimum kullanımını sağlarken, kullanıcılarına daha iyi hizmet sunmak ve fiziksel, sosyal ve iş altyapılarını entegre etmek, yönetmek için bilgi teknolojisini kullanmaktadır. Bilgi teknolojisinin geliştirdiği Endüstri 4.0 akıllı şehir sistemlerinin yapı taşlarından biri olmaktadır. Gelişen bilim ve teknoloji ile endüstride ki 4. Devrim olarak adlandırılan Endüstri 4.0, modern dünyada ihtiyaçları hızlı, güvenilir ve yenilikçi özellikleri sayesinde hızla gelişen teknolojiye yeni bir reform niteliğinde olmaktadır[1]. Nesnelerin interneti, bulut bilişim ve birbirine bağlı ağlar gibi teknolojilerin yaygınlaşmasıyla, akıllı şehirler yenilikçi çözümler sunabilmekte ve vatandaşlar ile yerel yönetim arasında daha doğrudan etkileşim ve işbirliği sağlayabilmektedir. Bu işbirliği yoğun veri kullanımı gerçekleşmektedir. Bir dizi potansiyel faydaya rağmen, dijital sistemlerdeki bilgi güvenliği ve gizliliği ile ilgili birçok zorluk oluşmaktadır. Çünkü dijital verilerin mevcut olduğu her yerde, siber saldırılar tehdit altındadır ve siber güvenliğe ihtiyaç artmaktadır[2]. Blok zinciri teknolojisi ile akıllı şehir sistemlerinde güvenli bir iletişim platformu sağlayarak bir güvenlik çerçevesi oluşturmaktadır[3].

Blok zinciri çeşitli nedenlerden ötürü hızla gelişen önemli bir teknoloji olmaktadır. Özellikle diğer sistemlerden daha iyi güvenlik sağladığı için bu teknolojinin etkisi oldukça geniş ve faydalı olmaktadır. Başlangıçta kripto para birimleri ve finansal işlemler için dijital bir platform olarak oluşturulmuş olsa da, blok zinciri şehir yönetimi de dahil olmak üzere diğer alanlarda da potansiyel uygulamalara sahiptir. Akıllı şehir dönemi, blok zinciri gelişimi için çok çeşitli olanaklar sunmaktadır. Veri blokları zincirine dayanan, yayımlandıktan sonra değiştirilemeyen bir sistem olarak da tanımlanabilmektedir. Blok zinciri ilk olarak 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından oluşturulan Bitcoin'e uygulanmıştır[4]. Blok zinciri temelde değişmez, merkezi olmayan ve halka açık olarak paylaşılan veri tabanıdır. Blok zincirinde tüm işlemler kaydedilmekte ve sistemdeki herkesin bu işlemlere erişmesine, göndermesine ve doğrulamasına izin verilmektedir. Blok zinciri teknolojisi, herkesin tüm işlem kayıtlarına erişmesini sağlamak ve bunu da saydam hale getirmektedir. Blok zinciri sisteminde, kararlar tüm düğümler tarafından eşler arası bir şekilde alınmaktadır. Blok zinciri üzerindeki akıllı sözleşmeler otomatik olarak işlem oluşturma, karar verme ve veri depolama gerçekleştirme yeteneğine sahip olmaktadır. Blok zinciri sisteminin merkezisizleştirilmesi, merkezi olmayan düğümler arasında fikir birliği algoritmaları çalıştırarak tutarlılığın sağlanmasını gerekli kılmaktadır. Blok zinciri sistemindeki güvenlik bütünlük, gizlilik ve yetkilendirme sağlamaktadır[5].

## 2. BLOK ZİNCİRİ GENEL YAPISI

### 2.1. Merkezi olmayan ve Şeffaf Konsensüs

Blok zincirinde konsensüs, taleplerin, işlemlerin ve bilgilerin yürütüldüğü, değiştirildiği veya yaratıldığı kronolojik sırayı doğrulamak için uygulanan bir yöntemdir. Sahiplik, dolayısıyla hak ve yükümlülükleri tesis edebildiği için doğru sıralama kritiktir. Bir blok zinciri ağında, işlem sırasını belirleyen, işlemleri onaylayan ve düğümlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğine ilişkin kuralları belirleyen merkezi bir merkez veya otorite yoktur. Bunun yerine, birçok doğrulayıcı "eş" düğüm ağ konsensüs protokolünü uygulamakta ve tüm düğümlerin bilgilere izin düzeyi ile sınırlı olmaktadır[23]. Böylece kayıtlar şeffaf ve izlenebilirdir. Bunun yanı sıra, şimdiye kadar önerilen farklı konsensüs protokollerinden, fikir birliği, düğümlerin

yeterli çoğunluğunun paylaşımlı deftere yeni kayıtların eklendiği sırayla kabul etmesini sağlamaktadır.

## **2.2. Güvenlik ve Değişmezlik**

Blok zinciri, tek yönlü kriptografik karma işlevleri ve topluluk konsensüsü sayesinde kayıtların geri döndürülemediği paylaşılan, kurcalamaya dayanıklı çoğaltılmış bir defterdir. Değişmezlik, gerçeğin tarihsel, benzersiz bir mutabakat versiyonunu sağlayan uzlaşma ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Topluluk mutabakatı ile doğrulanan değişmez tarihi bir kaydın çok önemli bir doğrudan sonucu, bunun sisteme güven duymasıdır. Gerçekten de, bir birey veya herhangi bir grup birey için, bu bireyler böyle bir kayda müdahale etmekte çok zorlanmaktadır[6].

## **2.3. İş Kanıtı (Proof of Work)**

İş kanıtı, bitcoin'de kullanılan konsensüs algoritmasıdır[24]. Temel fikri, muhasebe hakları ve ödülleri, düğümler arasındaki karma (hash) güç yarışması yoluyla tahsis etmektir. Önceki bloğun bilgilerine dayanarak, farklı düğümler bir matematik probleminin özel çözümünü hesaplamaktadır. Bu matematik problemini çözen ilk düğüm bir sonraki bloğu oluşturabilmekte ve belirli miktarda bitcoin ödülü alabilmektedir.

## **2.4. Blok Zinciri Kategorileri**

Blok zinciri, genel blok zinciri, özel blok zinciri ve izin verilen blok zinciri olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır[25].

### **2.4.1. Genel blok zinciri**

Halka açık bir blok zinciri, halka açık bir alandaki tüm insanlar tarafından erişilebilir olduğu anlamına gelmektedir. Herkes düğümlerden biri olabilir ve kuralları takip ederek ödülleri almak için katkıda bulunabilir. Düğümler arasında güven ilişkisi yoktur. Kamu blok zinciri tamamen açık ve merkezsizdir. Genel blok zincirinde tüm işlemler asla değiştirilemez veya iptal edilemez. İş kanıtı konsensüs algoritması genel blok zincirinde kullanılabilir[7].

### **2.4.2. Özel blok zinciri**

Özel blok zinciri, blok zinciri sahibinin bilgilerini değiştirme yetkisine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Düğümlerin geri kalanı sınırlı okuma erişimine sahiptir. Halka açık blok zinciri ile karşılaştırıldığında, özel blok zinciri kolay değiştirme ve düşük işlem maliyeti özelliklerine sahiptir. Özel blok zincirinin işlem doğrulaması yalnızca bazı yüksek kredi düğümlerine ihtiyaç duymaktadır[8].

### **2.4.3. İzin verilen blok zinciri**

İzin verilen blok zincir, blok zincirin birçok partiden oluştuğu ve ana düğümlerin katılımcılar tarafından önceden belirtildiği anlamına gelmektedir. İzin verilen blok zincir üyeleri diğerlerine tam olarak güvenmemektedir. Her katılımcı kurallara göre kendi konsensüs düğümünü seçmektedir. İşlemlerin çoğu konsensüs düğümü tarafından tanınması gerekmektedir[9]. Konsorsiyum blok zincirinin açıklık ve merkezileşme derecesi, kamu ve özel blok zincir arasındadır. İzin verilen blok zinciri, farklı işletmeler tarafından inşa edilen yarı kapalı ağ için uygundur. Farklı işletmeler arasında çakışmalar olabilmekte ve bazı

düğümler kötü amaçlı düğümler haline gelebilmektedir. Şekil 1 deki şema merkezi olmayan mimariyi göstermektedir.

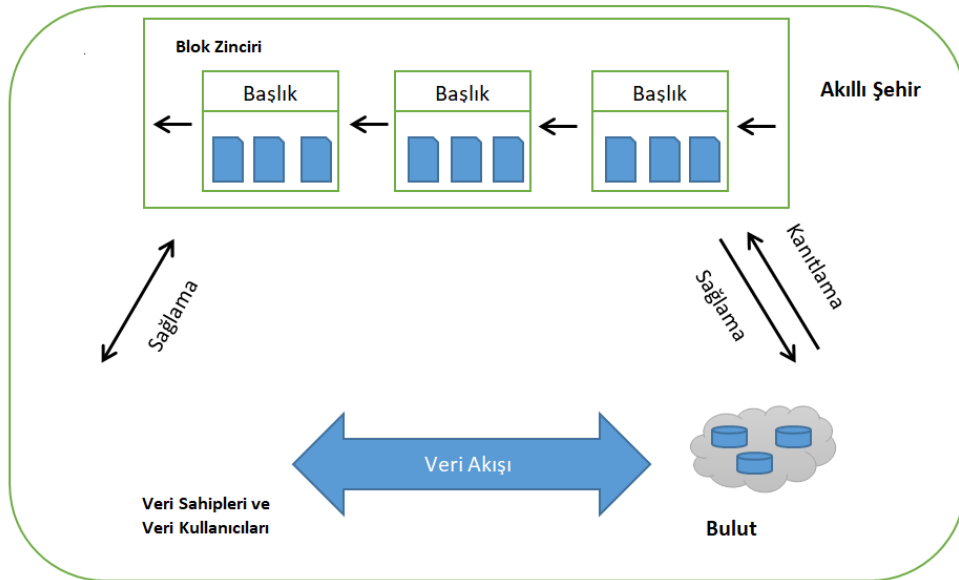


Şekil 1. Blok Yapısı [22]

### 3. BLOK ZİNCİRİNİN AKILLI ŞEHİR SİSTEMLERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

Akıllı sistemler otobüs, ev, park, alışveriş merkezi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Akıllı sistemler insanların ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulmuş teknolojilerdir. İnsanların ihtiyaçlarını bilmek, onlara uygun teknolojiler üretmek de veri toplama ve analizi ile mümkün olmaktadır. Vatandaşlara etkin bir şekilde kamu hizmetleri sunmaya ve şehir yönetimini geliştirmeye yardımcı olabilmek için toplanan verilerin, toplanması kadar elde güvenli bir şekilde tutulması büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple blok zinciri teknolojisi ile akıllı şehir sistemleri birleştirilmiştir. Verilerin izinsiz değiştirilmesine izin verilmeyen blok zinciri teknolojisi güvenlik limitini üst değerlere taşımaktadır. Akıllı şehir sistemlerinde ki farklı kullanım alanlarından biri olan akıllı şehir sistemlerini kullanılabilir yapan cihaz sistemleridir[10]. Cihaz sayısı ve uygulamaların karmaşıklığı zaman geçtikçe artmaktadır. Akıllı şehirlerdeki cihazlar ve düğümler, ağı esnek bir şekilde bağlayabilmekte veya ağdan ayrılabilir. Merkezi sistemlerle karşılaştırıldığında, merkezi olmayan sistemler, cihaz sayısının ve uygulamaların karmaşıklığının dalgalandığı dinamik senaryolar için daha uygundur. Bir başka nokta ise, şehir yönetimi olmaktadır. Vatandaşların güçlü bir katılım, demokrasi ve şeffaflık arzusu vardır. Hükümet, şehir yönetimi ile ilgili bilgileri, hükümet işleri bilgileri, çevresel bilgiler ve karar verme süreci gibi vatandaşlara açıklamalıdır. Ayrıca, şirketlerin müşteri ile ilgili bilgilerin nasıl kullanıldığını da açıklamaları da gerekmektedir[11]. Bu problemlere blok zinciri çözüm bulmaktadır. Blok zinciri özellikleri, akıllı şehirlerdeki bu zorlukların üstesinden gelme yeteneğine sahiptir. Blok zinciri sistemleri, merkezi bir üçüncü taraf olmadan normalde eşler arası çalışmaktadır. Sistemde, her bir düğüm, gerçek dünya kimliğini gizli tutarak genel bir takma ad adresiyle bağlantılıdır. İşsel takma ad, kullanıcıların kimliklerinin gizli tutulması gereken kullanım durumları için uygundur. Blok zinciri teknolojisi, herkesin tüm işlem kayıtlarına erişmesini sağlamak ve bu

da saydam hale getirmektedir. Konsensüs algoritmaları, tüm merkezi olmayan düğümler tarafından bir blok zincirine dâhil edilmeden önce bir anlaşmaya varmak için yürütülmektedir. Böylece, blok zinciri sisteminde, kararlar tüm düğümler tarafından eşler arası bir şekilde alınır, bu da onu demokratik hale getirmektedir. Blok zincir sisteminde, tüm işlemler dijital imzalar kullanılarak imzalanmaktadır[12]. Ayrıca, veri blokları tek yönlü kriptografik hash fonksiyonları ile bağlanmakta ve sabitlenmektedir. Herhangi bir küçük değişiklik farklı bir karma oluşturmakta ve anında tespit edilebilmekte, bu da paylaşılan defteri değiştirilemez hale getirmektedir. Bu iyi özellikler nedeniyle, akıllı şehirlere blok zincir teknolojisi uygulamak veri bütünlüğünü sağlayabilmektedir. Aynı zamanda şirketler, okullar, hastaneler, üniversiteler, yerel ve ulusal hükümet sistemlerinde bireyleri veri paylaşmaya ve ortak karar vermeyi teşvik etmeye, şeffaf şehir yönetimine olanak tanıyabilmekte ve güvenilir, şeffaf, demokratik bir akıllı şehir uygulanmasını ve konuşlandırılmasını teşvik etmektedir. Ancak, teşviklerin eksikliği, ticaret güveni, hükümete güveni azaltarak, kuruluşların ve bireylerin arasında ki veri paylaşımı üzerinde kötü bir etkiye sahip olmaktadır. Şekil 2’de blok zincirinin akıllı sistemlerde ki ilişkisi gösterilmiştir.

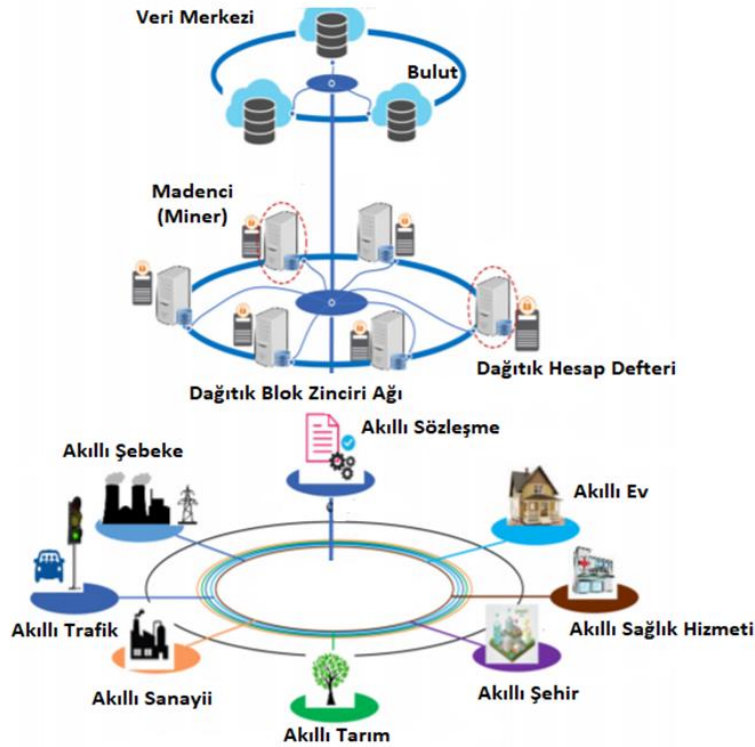


Şekil 2. Akıllı şehirde merkezi olmayan denetim mimarisi [20]

Blok zinciri teknolojisi akıllı şehirleri önemli ölçüde geliştirmektedir. Akıllı şehirlerde akıllı vatandaş, akıllı sağlık, akıllı şebeke, akıllı ulaşım, tedarik zinciri yönetimi, akıllı iş, akıllı ev, akıllı hükümet, akıllı eğitim ve diğerleri dâhil olmak üzere birçok alan vardır. Bu alanlardan bazılarının blok zinciri ile etkileşimini açıklanacaktır. Akıllı vatandaşlık hizmeti bu örneklerin başında gelmektedir. Vatandaşlar akıllı şehirlerin merkezidir[13]. Vatandaşların kişisel verilerini analiz etmek, kişiselleştirilmiş hizmetler sunmak, teknolojik gelişim ve ekonomik büyümeyi hızlandırmak, gelecekteki pazar eğilimlerini tahmin etmek ve şirketlerin karar alma sürecini optimize etmek gibi birçok avantaja sahip olmaktadır. Son yıllarda, kentsel nüfusun hızla büyümesiyle, vatandaşların kişisel verileri katlanarak artmaktadır. Günümüzde, bu veriler bazı sosyal medya platformları aracılığıyla olarak toplanmakta, depolanmakta ve analiz edilmektedir. Bu merkezi yol vatandaşların kişisel verilerinin nasıl kullanıldığı hakkında çok az bilgiye sahip olmalarına neden olmaktadır. Blok zinciri, vatandaşların kişisel verilerine erişimi toplamasına, depolamasına ve kontrol etmesine izin veren umut verici bir teknolojidir. Veri depolama sistemlerinde blok zincirinin şeffaflık, güvenlik ve değişmezlik özellikleri bu işlem için blok zincirini ideal bir seçim haline getirmektedir. Bir diğer örnek olan kişisel veri erişim kontrolü, bilgilere kimlerin erişebileceğini belirtmek için izinler

atamayı amaçlamaktadır. Toplumumuzda vatandaşlar kişisel verilerinin nasıl kullanıldığı hakkında çok az bilgiye sahiptir. Bununla birlikte, vatandaşlar kişisel verilerinin nerede saklandığını ve verilerine kimin erişebileceğini kontrol etmeye isteklidir. Kentsel nüfusun hızla büyümesiyle, tüm vatandaşların merkezi bir erişim kontrol sunucusuna dayanan kişisel verilerinin erişim kontrolünü yönetmek zorlaşmaktadır. Blok zinciri teknolojisini kullanarak kişisel veri erişim kontrolünü geliştirilmektedir[14].

Son yıllarda veriler toplumumuzda ve ekonomimizde değerli bir varlık haline gelmektedir. Bu nedenle, veri alışverişi piyasaları daha popüler hale gelmektedir. Veri değişim pazarlarında, veri sahipleri verilerini veri tüketicilerine paylaşabilmekte veya satabilmektedir. Ancak, tüm katılımcıların yetkili bir üçüncü tarafa güvenmek zorunda oldukları mevcut veri alışverişi piyasaları merkezileştirilmiştir. Merkezi pazarlarda, veri sahipleri ve müşterilerin yetkili üçüncü tarafa bazı yönetim ücretleri ödemeleri gerekmektedir. Bu transfer de güvensiz bir ortam oluşabilmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, blok zinciri teknolojisi, veri sahipleri ve müşteriler tarafından, merkezi olmayan bir veri alışverişi pazarını işbirliği içinde oluşturmak için kullanılabilir[15]. Veri sahipleri ile veri tüketicileri arasındaki işlem günlükleri blok zincirine kaydedilmektedir. Akıllı sözleşmeler, veri telif hakkı ve kişisel verilerin kullanımı gibi veri alışverişindeki kuralları sağlamak için kullanılmaktadır. Blok zinciri ve akıllı sözleşmeler, bazı araştırmacılar tarafından, vatandaşların faaliyetlerini geliştirmek, iyileştirmek için kullanılabilir. Blok zinciri teknolojisi, irade taslağını kurcalamaya dayanıklı, güvenli ve şeffaf tutmak aynı zamanda işlem hızını arttırmak için kullanılmaktadır. Blok zinciri tabanlı akıllı sözleşme sistemini kullanarak, faydalanıcılar hakları için savaşmanın zorluğundan kurtarılabilirler. Blok zinciri teknolojisinin şeffaflığı, hükümetin iradelerin işlenmesini izlemesini de sağlamaktadır.



Şekil 3. Dağıtılmış blok zinciri tabanlı akıllı şehir ağı mimarisi[19]

Sağlık, vatandaşların mutlu yaşamının temelidir. Vatandaşlar, tıbbi teknolojiye ilerlemelerden büyük faydalar elde etmektedirler. Ancak, dünya nüfusunun hızlı kentleşmesi nedeniyle geleneksel sağlık hizmetleri vatandaşların taleplerini karşılamak için yeterli

değildir. Giderek artan talep ile sınırlı kaynaklar arasındaki çelişki, geleneksel sağlık hizmetlerini akıllı, verimli ve sürdürülebilir sağlık hizmetlerine dönüştürmeyi gerekli kılmaktadır. Akıllı sağlık hizmetlerinin gerçekleştirilmesi, giyilebilir cihazlar, akıllı hastaneler, akıllı acil müdahale ve akıllı ambulans sistemleri gibi birçok bileşenle ilgili olmaktadır[16]. Hasta verileri, hastaların etkili tedavisi için çok önemlidir. Akıllı sağlık hizmetlerinde, farklı hastaneler arasında hasta veri paylaşımı, hemşirelerin ve doktorların bir hastanın durumunu yargılamasına ve uzak yerlerde bile hasta sağlığı hakkında gerçek zamanlı kararlar almasına yardımcı olabilmektedir. Akıllı sağlık hizmetlerinde blok zinciri uygulamasının birçok avantajı vardır. Tıbbi veriler blok zincirinde güvenli ve değişmez bir şekilde saklanabilmektedir. Hastalar tıbbi verilerinin kullanımını kontrol edebilmekte ve verilerine erişimi esnek bir şekilde yönetebilmektedir.

Bilgi iletişimi ve teknolojisinin ilerlemesi ile akıllı araçlar son yıllarda oldukça dikkat çekmektedir. Akıllı ulaşım, sürücüler ve yolcular için konfor ve rahatlık sağlamayı, trafiği ve seyahat verimliliğini artırmayı ve araç yol güvenliğini artırmayı amaçlamaktadır. Akıllı ulaşımında, bir aracın genellikle yol tarafı birimleri ve ortam araçları ile iletişim kurmak için birden fazla ağ arabirimi vardır. Blok zinciri teknolojisinin dağıtılmış doğası, akıllı ulaşımın sağlamlığını artırabilmekte, araç iletişim yönetimi ve bilgi paylaşımını geliştirebilmektedir[17]. Blok zinciri yardımıyla, merkezi olmayan, güvenilir bir akıllı ulaşım sistemi kurulabilmektedir. Birçok ülkede yeşil ulaşım sistemleri geliştirmek için elektrikli araçlar ve şarj istasyonları kullanılmaktadır. Blok zinciri ve akıllı sözleşmeler, elektrikli araçlar ve şarj istasyonları arasında merkezi olmayan ve şeffaf elektrik ticaretini kolaylaştırmak için kullanılabilir. Elektrikli araçların talep bilgileri ve şarj istasyonlarının fiyatlandırma ve konum bilgileri genellikle her elektrikli aracın en uygun şarj istasyonunu seçebileceği temelde blok zincirinde saklanmaktadır.

Akıllı cihazların belirli hizmetler sunmak için birbirleriyle iletişim kurması gerekmektedir. Merkezi olmayan bir teknoloji olarak blok zinciri, cihazlar arasındaki iletişimi teşvik etmekte ve akıllı evdeki her cihazın doğrudan diğer cihazlardan veri talep etmesini sağlamaktadır[18]. Akıllı ev sahibi tarafından cihazlar arasındaki iletişimi yönetmek için özel blok zinciri yapısı kullanılmaktadır. Yerel cihazlar arasındaki iletişim geçmişleri blok zincirinde işlemler olarak kaydedilmektedir. Akıllı evin sahibi cihazlar arasındaki iletişimi kontrol edebilmektedir. Cihaz sahibinin izin verdiği cihazlar yalnızca paylaşılan bir anahtar kullanarak birbirleriyle iletişim kurabilmektedir. Kartlar veya mobil cihazlar ile enerji tüketimleri ödenmektedir. Ancak, gelecekteki akıllı ev sistemlerinde, otomatik ödeme insan müdahalesi olmadan olmaya yönelik teknolojilerle gelişmektedir. Blok zinciri ve akıllı sözleşmeler otomatik ödemenin için bir araçtır[21].

#### 4. SONUÇ

Akıllı şehirlere uygulanan blok zinciri teknolojileri gün geçtikçe artmaktadır. Akıllı şehir, akıllı sağlık, akıllı ulaşım ve diğerleri perspektiflerinden blok zinciri teknolojisinin akıllı şehirler alanında çok fazlaca kullanılmaktadır. Blok zinciri tabanlı akıllı şehirlerde güvenlik ve gizlilik en önemli noktadır. Bu özellikle birlikte öne çıkan blok zinciri teknolojisi gelişimini sürdürmektedir. Aynı zamanda akıllı şehir sistemlerinde blok zinciri teknolojisini uygulama konusundaki araştırmalar oldukça geniştir. Geliştirilen blok zinciri teknolojisi ile akıllı şehir sistemleri verimliliği daha çok artarak, bugünün ve geleceğin en büyük yeniliklerinde biri olma potansiyeline sahip olabilmektedir. Fakat bu faydaların yanında blok zincirinin sistemlerde kullanılmasının getirdiği bazı sorun ve zorluklar da bulunmaktadır. Bunların en başında ise fazla enerji tüketimi gelmektedir. Güçlü sistemler gerektiren blok

zinciri, başlangıç aşamasında fazla maliyete ihtiyaç duyabilmektedir. Bu konu da gerekli hesaplamaların yapılması, değerlendirilmelerinde bulunulması önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Duman, B., & Özsoy, K. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım. 4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry, 11-14 April 2019, 540-555, ANTALYA.
- [2] Süzen, A. A. (2020). A Risk-Assessment of Cyber Attacks and Defense Strategies in Industry 4.0 Ecosystem. *International Journal of Computer Network & Information Security*, 12(1).
- [3] Biswas, K., & Muthukumarasamy, V. (2016, December). Securing smart cities using blockchain technology. In 2016 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) (pp. 1392-1393). IEEE.
- [4] Nakamoto, S., & Bitcoin, A. (2008). A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin.–URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [5] Mingxiao, D., Xiaofeng, M., Zhe, Z., Xiangwei, W., & Qijun, C. (2017, October). A review on consensus algorithm of blockchain. In 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) (pp. 2567-2572). IEEE.
- [6] Tasatanattakool, P., & Techapanupreeda, C. (2018, January). Blockchain: Challenges and applications. In 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN) (pp. 473-475). IEEE.
- [7] Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In *Research handbook on digital transformations*. Edward Elgar Publishing.
- [8] Gabison, G. (2016). Policy considerations for the blockchain technology public and private applications. *SMU Sci. & Tech. L. Rev.*, 19, 327.
- [9] Ruta, M., Scioscia, F., Ieva, S., Capurso, G., Loseto, G., Gramegna, F., ... & Di Sciascio, E. (2017). Semantic-enhanced blockchain technology for smart cities and communities. In 3rd Italian conference on ICT.
- [10] Sharma, P. K., & Park, J. H. (2018). Blockchain based hybrid network architecture for the smart city. *Future Generation Computer Systems*, 86, 650-655.
- [11] Liao, D. Y., & Wang, X. (2017, October). Design of a blockchain-based lottery system for smart cities applications. In 2017 IEEE 3rd International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC) (pp. 275-282). IEEE.
- [12] Efanov, D., & Roschin, P. (2018). The all-pervasiveness of the blockchain technology. *Procedia Computer Science*, 123, 116-121.
- [13] Brandão, A., São Mamede, H., & Gonçalves, R. (2018, March). Systematic review of the literature, research on blockchain technology as support to the trust model proposed applied to smart places. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 1163-1174). Springer, Cham.
- [14] Sun, J., Yan, J., & Zhang, K. Z. (2016). Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to smart cities. *Financial Innovation*, 2(1), 1-9.
- [15] Rivera, R., Robledo, J. G., Larios, V. M., & Avalos, J. M. (2017, September). How digital identity on blockchain can contribute in a smart city environment. In 2017 International smart cities conference (ISC2) (pp. 1-4). IEEE.
- [16] Mettler, M. (2016, September). Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. In 2016 IEEE 18th international conference on e-health networking, applications and services (Healthcom) (pp. 1-3). IEEE.
- [17] Hamida, E. B., Brousmiche, K. L., Levard, H., & Thea, E. (2017, July). Blockchain for enterprise: overview, opportunities and challenges.
- [18] Li, S. (2018, August). Application of blockchain technology in smart city infrastructure. In 2018 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT) (pp. 276-276). IEEE.



- [19] Singh, S., Sharma, P. K., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G. H., & Ra, I. H. (2020). Convergence of Blockchain and Artificial Intelligence in IoT Network for the Sustainable Smart City. *Sustainable Cities and Society*, 102364.
- [20] Yu, H., Yang, Z., & Sinnott, R. O. (2018). Decentralized big data auditing for smart city environments leveraging blockchain technology. *IEEE Access*, 7, 6288-6296.
- [21] Nam, K., Dutt, C. S., Chathoth, P., & Khan, M. S. (2019). Blockchain technology for smart city and smart tourism: latest trends and challenges. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 1-15.
- [22] Khan, M. A., & Salah, K. (2018). IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges. *Future Generation Computer Systems*, 82, 395-411.
- [23] Zimmerman, P. (2020). Blockchain structure and cryptocurrency prices.
- [24] Ferretti, S., & D'Angelo, G. (2020). On the ethereum blockchain structure: A complex networks theory perspective. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 32(12), e5493.
- [25] Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In *Research handbook on digital transformations*. Edward Elgar Publishing.