

## OTOMOTİV TEDARİK ZİNCİRİNDE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARINA İLİŞKİN BİR DEĞERLENDİRME

İlknur GÜNEŞLİ<sup>1\*</sup>, Abdullah YILDIZBAŞI<sup>2</sup>, Ergün ERASLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0003-3069-2565>

<sup>2</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-8104-3392>

<sup>3</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-5667-0391>

Anahtar Kelimeler	Öz
Blokzincir teknolojisi, Tedarik zinciri yönetimi, Otomotiv endüstrisi	<i>Kuruluşlar güçlü bir yönetim oluşturmak için tüm faaliyetlerini izlemek zorundadırlar. Bu gereklilik; kuruluşların sadece iş değerlerini korumaları açısından değil, aynı zamanda yönetim ve kontrol faaliyetlerini tedarik ağları boyunca izlemeleri açısından önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalar gösteriyor ki, son yıllarda hızla gelişen teknolojiler arasında önemi günden güne artan blokzincir teknolojisi sayesinde tedarik zinciri alanlarında karşı karşıya kalınan; izlenebilirlik, uyumluluk, esneklik ve paydaş yönetimi gibi birçok sorunun üstesinden gelinmektedir. Bu çalışmada, tedarik zincirlerinde blokzincir teknolojisi uygulamalarına ilişkin otomotiv endüstrisine yönelik olarak bir değerlendirme yapılması hedeflenmiştir. Çalışmanın birinci ve ikinci bölümlerinde blokzincir teknolojisi ve blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri alanındaki gelişmelerine yer verilmiştir. Blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri uygulamalarında beraberinde getireceği avantajlar ve dezavantajlar üçüncü bölümde sunulmuştur. Dördüncü ve beşinci bölümlerde ise blokzincir teknolojisinin otomotiv alanındaki tedarik zinciri uygulama alanlarına değinilmiştir. Tedarik zinciri yönetiminde ortaya çıkan engellerin aşılması ve blokzincir teknolojisinin benimsenmesi hakkında araştırma önerileri verilmiştir.</i>

## A REVIEW OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLICATIONS IN AN AUTOMOTIVE SUPPLY CHAINS

Keywords	Abstract
Blockchain technology, Supply chain management, Automotive industry	<i>Organizations must monitor their all activities in order to create a strong management. This requirement is essential not only for organizations to maintain business values, but also to monitor management and control activities throughout their supply chain networks. Studies demonstrate that many issues such as traceability, compliance, flexibility and stakeholder management faced in supply chain areas have been overcome thanks to the blockchain technology, whose importance has been increasing day by day among the rapidly developing technologies. In this study, it is aimed to make a review for the automotive industry regarding the use of blockchain technology in supply chains. In the first and second parts of the study, blockchain technology and the developments in the supply chain area of blockchain technology are given. Section 3 presents the advantages and disadvantages of blockchain technology in a supply chain network. Chapter 4 and Chapter 5 address the supply chain application areas of blockchain technology in the automotive field. Suggestions are given about overcoming obstacles in supply chain management and adoption of blockchain technology.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 10.08.2019	Submission Date : 10.08.2019
Kabul Tarihi : 20.03.2020	Accepted Date : 20.03.2020

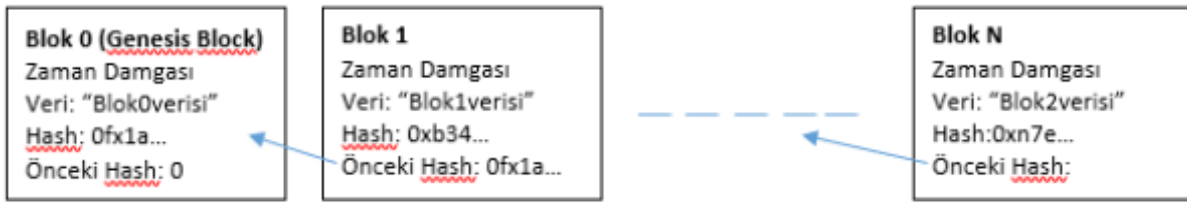
\*Sorumlu yazar; e-posta : [ilknurgunesli@gmail.com](mailto:ilknurgunesli@gmail.com)

## 1. Giriş

Günümüzde şirketler güçlü bir yönetim oluşturmak için tüm faaliyetlerini izleyebilecekleri sistemler tasarlamaktadırlar. Bu tasarım, şirketlerin sadece iş değerlerini korumaları açısından değil; aynı zamanda yönetim ve kontrol faaliyetlerini tedarik ağları boyunca izlemeleri açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan son yıllarda hızla gelişen teknolojiler arasında önemi günden güne artan Blokzincir teknolojisi sayesinde tedarik zinciri alanında karşı karşıya kalınan; izlenebilirlik, uyumluluk, esneklik ve paydaş yönetimi gibi birçok sorunun üstesinden gelinmektedir (Saber, Kouhizadeh, Sarkis ve Shen, 2018).

Dijital bir kripto para birimi olan Bitcoin'in inovasyonundan bu yana blokzincir teknolojisi, çok çeşitli araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında ilgi odağında yer almıştır (Nakamoto, 2008). Blokzincir, eşler arası (peer to peer) bir ağ üzerinden yapılan tüm işlemleri güvenli, doğrulanabilir ve şeffaf bir şekilde saklayan, merkezi olmayan dağıtık bir defter olarak

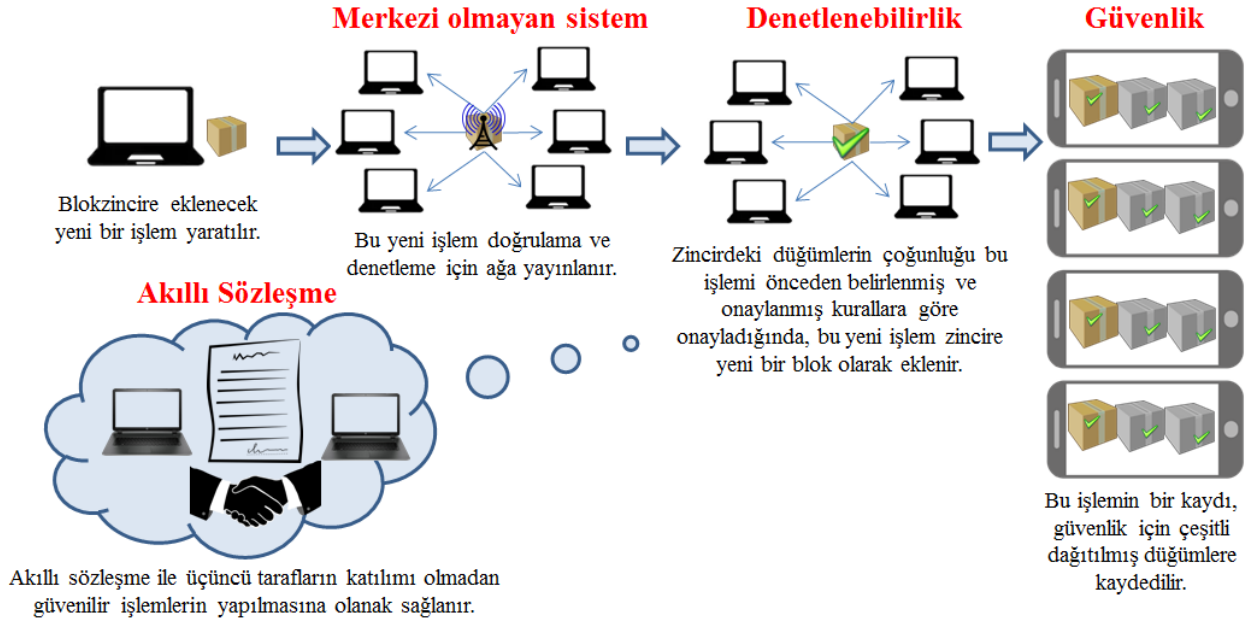
tanımlanmaktadır (Kosba, Miller, Shi, Wen ve Papamantou, 2016). Merkezi olmayan bu dağıtık defterdeki veriler blokzincirin tasarımına göre değişiklik göstermektedir. Blokzincir, Bitcoin sisteminde olduğu gibi para transferi için tasarlanmışsa; blokta bu transfere ilişkin bilgiler tutulmaktadır. Bir tedarik zinciri üzerine blokzincir tasarımı düşünüldüğünde ise, tedarik zinciri boyunca sistemde tutulması gereken bilgiler bloklarda tutulmaktadır. Blok uzunluğu sistem tarafından belirlenmektedir. Yeni bir blok oluşturulmak istendiğinde ise, hangi blokların sisteme ekleneceği konusunda madenci (miner) adı verilen yapılar önemli rol oynamaktadır. Bu yapılar, bloklarda yer alan verilerin işlenmesini sağlamaktadır. Verilerin işlenip doğrulanarak sisteme eklenmesi için belli işlemsel güç kullanan madenciler, yaptıkları işlemler karşılığında ödüllendirilmektedirler. Buna göre Şekil 1'de temel bir blokzincirin yapısı nasıl olması gerektiğine dair bir örnek sunulmaktadır (Emen, 2018).



Şekil 1. Temel Bir Blokzincir Yapısı (Emen, 2018)

Blokzincir teknolojisi mevcut bilgi sistem tasarımlarından Şekil 2' de belirtildiği üzere; merkezi olmayan sistem, güvenlik, denetlenebilirlik ve "Akıllı Sözleşme" gibi dört temel özellik açısından farklılık göstermektedir (Saber ve diğ., 2018). Blokzincir' de ilk olarak blokzincir sistemine eklenecek yeni bir işlem yaratılmaktadır. Bu yeni işlem doğrulama ve denetleme için ağa yayınlanmakta ve zincirdeki düğümlerin çoğunluğu bu işlemi önceden belirlenmiş onaylanmış kurallara göre onayladığında, bu yeni işlem zincire yeni bir blok olarak eklenmektedir. Bu işlemin bir kaydı, güvenlik için çeşitli dağıtılmış düğümlere kaydedilmektedir. Akıllı sözleşme (Smart Contract) adı verilen ve blokzincir teknolojisinin kritik bir özelliği olarak bilinen

özellik, üçüncü tarafların katılımı olmadan güvenilir işlemlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu işlemler ağ oybirliği sayesinde tutarlı bir doğrulama işlemi ile ortaya çıkmaktadır. Yeni kayıt doğrulandıktan ve blokzincirine eklendikten sonra, blokzincir oluşturmak için merkezi olmayan bir şekilde birden fazla kopya oluşturulmaktadır (Saber ve diğ., 2018). Bu şekilde oluşturulan işlemlerin, üçüncü tarafın ihmal edilmesi dolayısıyla işlemlerin güvenliğini ve verimliliğini artırırken işlem maliyetini düşürebildiği belirtilmektedir (Dabbagh ve Sookhak, 2019).



Şekil 2. Blokzincir' de Bilgi ve İşlem Adımları (Saberri ve diğ., 2018)

Blockzincir'in mevcut teknolojiler üzerindeki en büyük avantajı, iki tarafın İnternet üzerinden güvenli bir şekilde herhangi bir aracı tarafın müdahalesi olmadan işlem yapmalarını sağlamasıdır (Saberri ve diğ., 2018). İnternetin şu anki tasarımı ile blokzincir teknolojisi arasındaki en büyük fark, İnternet'in bilgiyi ve bilginin kopyalarını taşımak için tasarlanmış olmasıdır. Buna göre; değer ve orijinal bilgi taşınmamaktadır. Blokzincir teknolojisinde ise değer; paylaşılan bir deftere kaydedilen, güvenli ve denetlenebilir bilgi sağlayan doğrulanabilir, tarih bilgisi olan işlem kayıtları ile gösterilmektedir (English, Auer ve Domingue, 2016).

Çalışmanın birinci ve ikinci bölümlerinde blokzincir teknolojisi ve blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri alanındaki gelişmelerine yer verilmektedir. Üçüncü bölümde, Blokzincir teknolojisinin bir tedarik zinciri alanında getireceği avantajlar ve dezavantajlara değinilmektedir. Dördüncü ve beşinci bölümlerde ise blokzincir teknolojisinin otomotiv alanındaki tedarik zinciri uygulama alanlarına yönelik araştırma önerileri ve sonuç kısmına yer verilmektedir.

## 2. Blokzincir Teknolojisinin Tedarik Zinciri Alanındaki Gelişmeleri

Tedarik zincirleri, uçtan uca bilgi, ürün ve hizmet ve para akışını kapsamaktadır. Bu bileşenlerin yönetilme şekli; bir kuruluşun ürün maliyeti, işletme sermayesi gereklilikleri, piyasaya sunulma hızı ve hizmet algısı gibi alanlarda rekabet edebilirliğini etkilemektedir (Kehoe, O'connell, Andrzejewski, Gindner ve Dalal, 2017). Araştırmacılar; artan tüketici taleplerini karşılamak, verimliliklerini optimize etmek ve tedarik zincirlerini düzene sokmak için yenilikçi yöntemler araştırmaktadırlar. Khoe ve diğ. (2017) tarafından kuruluşların yüzde 90'ı sektörün dijital eğilimlerde yaşanacak karmaşalar için yeterince hazırlıklı olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca, çoğu Fortune 500 şirketinin yüzde 40'ının bu karmaşa sonucunda on yılda var olmayacağına inanmaktadır. Bu bulgular, iş liderlerinin tedarik ağlarını yenilemek ve yeniden yapılandırmak için artan baskı altında olduklarını, giderek daha rekabetçi bir dünyada maliyetleri düşürürken, değeri ve verimliliği en üst düzeye çıkarma gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tedarik zinciri sistemlerinde de herhangi bir parçanın izlenmesi bir ağda birçok işlem gerektirmektedir. Blokzincir teknolojisi, bir işletmede birden fazla katılımcıyla paylaşmak için

değiştirilemez işlem kaydının oluşturulmasını sağlamaktadır. Bir otomotiv iş ağındaki bir "katılımcının"; tedarikçi, üretici, distribütör, satıcı, finans sağlayıcı, düzenleyici, müşteri olabileceği belirtilmektedir (Saberi ve diğ., 2018). Blokzincir teknolojisinin, "değiştirilemez" olarak adlandırılan özelliği, dağıtık bir işlem defterinde tutulan işlem kayıtlarının herhangi bir düzenlemeye ve silinmeye olanak vermeyeceği, işlemlerin sadece dağıtık işlem defterine eklenebileceği anlamına gelmektedir. Bu özellik dolayısıyla, ağıdaki herhangi bir öğeyi takip etmek kolaylaşmaktadır. Kayıt, kurulum zamanı, bu parçayı kuran işçi veya hangi tedarikçiden gelen parça gibi parçalar hakkında birçok bilgi içerebilmektedir. Böylece, parça bir arabadan çıkarıldığı ve satış sonrası pazardaki değerine takıldığı için izlenmeye devam edilmekte ve herhangi bir zamanda bir üretici, servis merkezi veya araç satıcısı bir otomobilin her bir parçasını izlemesine olanak sağlanabilmektedir.

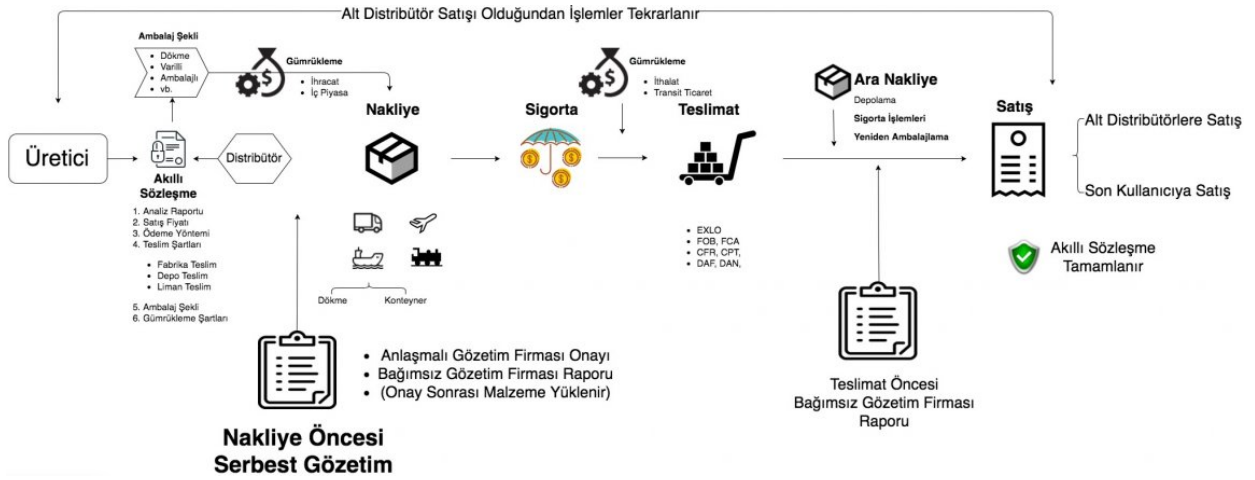
Blokzincir teknolojisi, tedarik zinciri boyunca ürün ve malzeme akışlarını etkilemektedir. Ürün ve malzeme akışını izleme, dolayısıyla ilgili ürüne ulaşma bu teknoloji sayesinde kolaylaşmaktadır. Örneğin, tedarikçisinden bir otomobil parçası satın almak isteyen bir firmanın, ilgili ürüne ait dijital anahtarı kullanarak doğrudan ürün profiline erişmesi sağlanabilir. Doğru anahtara sahip olan kişilerin ürüne olan erişimi aynı zamanda sınırlandırılabilir. Tedarikçi gerektiği durumlarda (ürünle ilgili bilgi paylaşımı güvenlik nedeniyle kısıtlanması durumu söz konusu ise) ilgili ürün için güvenlik önlemi alabilmektedir. Bu gibi durumlar için; ürünün durumu, ürün tipi ve bir ürün için uygulanacak standartlar dahil olmak üzere toplanabilecek bir dizi veri olduğu belirtilmiştir (Tian, 2017). Başka bir açıdan takip edilmesi istenen ilgili ürüne iliştilmiş bir bilgi etiketinin, fiziksel ürünleri blokzincirdeki sanal kimliğine bağlayan bir tanımlayıcıyı temsil ettiği savunulmuştur (Abeyratne ve Monfared, 2016).

Blokzincir teknolojisinde akış yönetimi ürüne kimin sahip olduğu ve belirli bir aktör tarafından nasıl devredildiği önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada ise blokzincir teknolojisinin en önemli özelliklerinden biri olan "Akıllı Sözleşme" devreye girmektedir. Bu özellik dolayısıyla, ürünle ilgili yeni bilgilerin sisteme girilmesi veya ticari olarak herhangi bir işlemin başlatılabilmesi için sistem tarafından görüş birliğine ulaşılması

gerekmektedir. Tüm sistem tarafından görüş birliğine ulaşıp, "Akıllı Sözleşme" anlaşması tamamlandığında ise imzalanan anlaşmadan doğan yükümlülük ve süreçler yerine getirilmekte ve gerçekleşen işleme ait detaylar dağıtık bir defter olarak tanımlanan sistemde otomatik olarak güncellenmektedir (Abeyratne ve Monfared, 2016). Şekil 3'de blokzincir teknolojisi kullanılarak üreticiden satış işlemi tamamlana kadar olan "Akıllı Sözleşme" gerçekleşme süreci gösterilmiştir (Geliyoo Bilişim Araştırma-Geliştirme Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, 2018).

### 3. Blokzincir Teknolojisinin Bir Tedarik Zinciri Boyunca Beraberinde Getireceği Avantajlar Ve Dezavantajlar

Çalışmanın bu bölümünde blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri tasarımını, etkinliklerini ve ürün akışlarını nasıl değiştirebileceğine yer verilmiştir. Bu değişimle birlikte blokzincir teknolojisinin ilgili alandaki avantajlarının yanı sıra bu teknolojinin beraberinde getirebileceği bazı dezavantajlar ele alınmıştır. Blokzincir teknolojisinin benimsenmesini engelleyen çeşitli engeller ve tedarik zincirlerinde ortaya çıkabilecek aksaklıkları tespit etmek amacıyla ilgili literatür gözden geçirilmiştir. Buna göre belirlenen dört ana engel; örgüt içi engeller, örgütler arası engeller, sistemle ilgili engeller ve dış engeller olarak özetlenmektedir (Saberi ve diğ., 2018). Blokzincir teknolojisi tüm potansiyellerine ulaşmadan ve tedarik zinciri işbirliğini (Supply Chain Collaboration - SCC) iyileştirmeden önce üstesinden gelinmesi gereken bazı zorluklar da bulunmaktadır (Casey ve Wong, 2017). Clancy H. (2017) tedarik zincirindeki tüm tarafları bir blokzinciri çözümüne aktarmak amacıyla bir araya getirmenin karmaşıklığı üzerinde durmaktadır. Anlaşma ve sözleşmeleri müzakere etme süresinin, işletmeler için blokzincir uygulamalarında bir zorluk olduğu, dolayısıyla katılan tüm taraflara sunulan karşılıklı faydaların açıklandığı açıklanmaktadır (Lu ve Xu, 2017). Ayrıca, İnternet'in kullanılmaya başlanması gibi daha önce gerçekleştirilen bazı teknolojik gelişmelerde de görüldüğü gibi, yeni önerilen teknolojinin karmaşıklığına bağlı tartışmalar da bulunmaktadır.



Şekil 3. Blokzincir Tabanlı Tedarik Zinciri (Geliyoo Bilişim Ar-Ge Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., 2018)

Saberi ve diğ., (2018) bu engellerin; gerçekleştirilecek uygulamaların kullanımı kolay, kullanıma uygun ve güvenilir olduğu göz önüne alındığı takdirde ortadan kaldırılabilirliğini belirtmektedir.

Tüm tedarik zinciri blokzincir teknolojisi ile birlikte, temsilcileri ve paydaşları için açıklık, şeffaflık, tarafsızlık, güvenilirlik ve güvenlik bu teknolojik bağlamda bulunabildiği belirtilmiştir (Abeyratne ve Monfared, 2016). Bir topluluk tarafından paylaşılan dağıtık, değişmez, şeffaf ve güvenilir veri tabanları gibi blokzincir teknolojisi sürdürülebilir tedarik zinciri ağlarını etkileyebilmektedir (Saberi ve diğ., 2018). Ayrıca; çevre, sağlık ve güvenlik endişeleri doğurabilecek olası sosyal ve çevresel koşulları izlemenin, bu teknoloji için önemli bir uygulama alanı oluşturduğu görülmektedir. Bu gibi konularda pratik örnekler de bulunmaktadır. Örneğin; Çin'de karbon varlık piyasaları için oluşturulan blokzincirleri, işletmelerin Çin'in 3. Paris Anlaşması'ndaki Karbon Emisyonlarını Azaltma uyarınca daha verimli bir şekilde karbon varlıklarını üretmelerine izin vermektedir. Ayrıca, tedarik zincirindeki israfı azaltmak Echchain, ElectricChain ve Suncontract gibi için blokzincir teknolojisine dayanan çeşitli güç platformları da bulunmaktadır (Future Thinkers Podcast, 2017). Dolayısıyla blokzincir tabanlı bir tedarik zinciri, insan haklarının ve adil iş uygulamalarının daha iyi güvence altına alınmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan; şeffaf bir ürün geçmişi kaydı, alıcılara, satın alınan malların etik olarak sağlam olduğu doğrulanan kaynaklardan tedarik edilmesini ve üretilmesini de sağlamaktadır. Akıllı sözleşmeler, özellikle sürdürülebilir şartları ve

düzenleme politikalarını özerk bir şekilde izleme ve kontrol etme ve uygun düzeltmeleri uygulama veya yönetme kuralları için özel olabilmektedir (Saberi ve diğ., 2018). Böylece öncü şirketler, müşterilerin daha fazla satın alma ve şirkete finansal olarak faydalanma ve güvenini artırma ile sonuçlanan şeffaflığın rekabetçi avantajının farkına varmışlardır (Ward, 2017).

#### 4. Blokzincir Teknolojisinin Otomotiv Alanındaki Tedarik Zinciri Uygulama Alanları

İzlenebilirlik açısından blokzincir teknolojisi, sadece marka imajı veya müşteri sadakati ile değil aynı zamanda maliyet açısından önem arz etmektedir. Örneğin, bir otomobil üreticisi ürettiği bir araçta arızalı bir parça olduğunu belirlediğinde, aracı kullanan kişilerin güvenliğini tehlikeye atmamak adına, araç sahiplerini araçlarını yetkili bir servis merkezine getirmeleri konusunda bilgilendirmek için bir geri çağırma bildirimini yayınlamaktadır. Bununla birlikte, çoğu otomobil üreticisi, satılan her araçta her bir parçayı benzersiz bir şekilde tanımlayamamakta ve belirli bir model ve model yılı için geri çağırma işlemi yapmak zorunda kalmaktadır. Bu durumda üretici firmalar onbinlerce aracı geri çağırma zorunda kalmakta ancak geri çağırma süresinin sonunda, bazen kusurlu kısmın sadece birkaç yüz araca takıldığı anlaşılmaktadır (Jones, 2017). Dolayısıyla firmalar binlerce müşterisini gereksiz yere rahatsız etmekle kalmayıp, gerekenden çok daha yüksek geri çağırma maliyetleriyle karşı karşıya kalmaktadırlar.

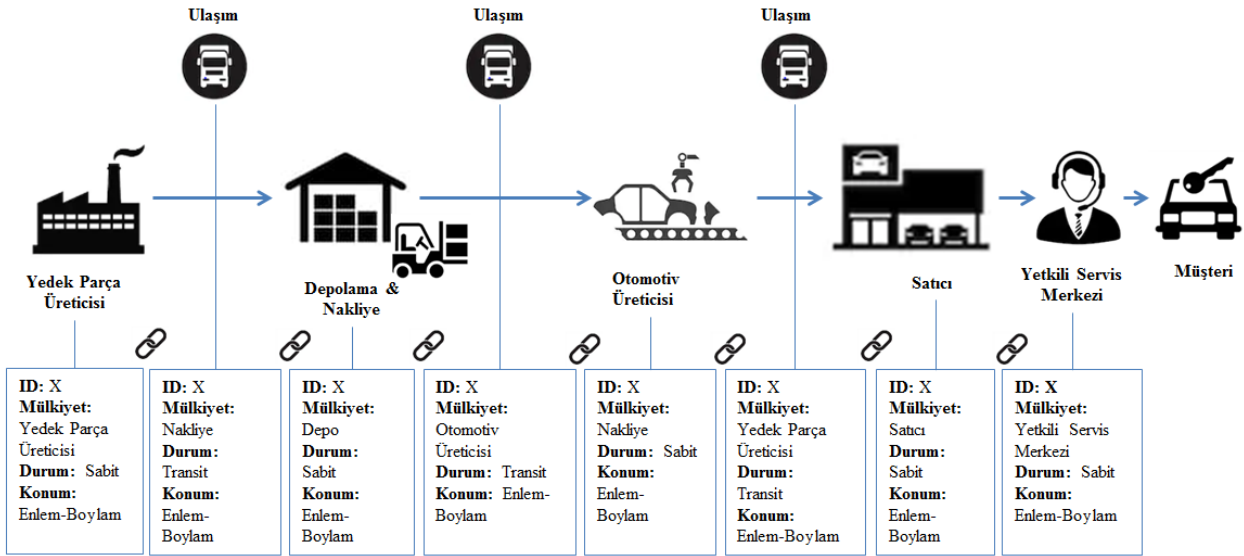
2009 yılında, Toyota'nın hatalı gaz pedalları nedeniyle dört milyon aracın geri çağırıldığı açıklanmış (Vlasik ve Bunkley, 2009) ve geri çağırma maliyeti 2 milyar ABD Doları olarak tahmin edilmiştir. Şirket birçok tedarikçiden pedal aldığı ve arızalı pedallardan sorumlu tedarikçileri takip edecek mekanizmalara sahip olmadığını belirtmiştir. Bu açıdan hangi otomobillerin arızalı pedallara sahip olduğunu bilmenin bir yolu bulunmamaktadır (Kshetri ve Loukoianova, 2019). Bu yüzden herhangi bir geri çağırma durumunda üreticiler reklam ve iletişim giderleri, ulaşım maliyetleri, bertaraf maliyetleri, ek depo alanı kiralamak için ekstra masraflar ve ek personel maliyetleri gibi birçok maliyetle karşı karşıya gelmektedirler (AXA XL Insurance, 2018). Bu konuda BigChainDB, carVertical, Axt, DAV, GEM, Loyyal gibi platformlar tarafından sözü geçen şeffaflığın ve izlenebilirliğin sağlanması konusunda blokzincir sistemi çalışmaya başlanmıştır. Ayrıca kullanıcıların güvenli bir şekilde otomotiv satın alıp aynı zamanda satış yapabilecekleri bir platform olan "Autoblock" da blokzincir sistemine dayalı bir sistem kurmuştur (StartUs GmbH, 2019).

Kshetri (2018) blokzincir teknolojisinin otomotiv sektöründeki problemlerin çözümlerine uygun olduğunu belirtmektedir. Buna ek olarak, geçmişte karşılaşılan problemler de göz önünde bulundurulduğunda, ürünün takibinin zorunlu olduğu durumlar için blokzincir teknolojisinin kullanımı önem arz etmektedir. Otomobil üreticisinin her bir parçayı benzersiz bir şekilde tanımlamasını sağlayan blokzincir tabanlı bir sistem, gelecekte karşılaşılabilecek herhangi bir durumda çok miktarda maliyetin önüne geçilmesini sağlayacaktır. Örneğin; ürettiği bir parçanın hatalı olduğunun farkına varan bir firma hangi arızalı parçanın hangi özel araçlara takıldığını bilecek ve ürünlerin tümünü geri çağırarak yerine, duruma özel geri çağırma yapabileceklerdir. Dolayısıyla üretici, geleneksel yöntemlerde olanın aksine sadece çok düşük toplam maliyetle bu araçları tamir edebilecektir. Buna yönelik olarak Şekil 4'te üretilen bir otomobil parçasının izlenebilirliği açısından blokzincir teknolojisinin kullanımına bir örnek verilmiştir (QuEST Global Services Pte. Ltd., 2019). Kullanılan teknoloji sayesinde ürünler, ürünlerin durumları ve görmüş olduğu işlem ve süreçler; yedek parça üreticisinden müşteriye ulaşana kadar

izlenebilmekte ve kayıt altına alınmaktadır. Bu sayede yedek parça üreticisi tarafından ID X' de kullanılmak üzere üretilen bir yedek parça serisinin hatalı olduğu ve bu serinin belirli bir araç grubunun üretiminde kullanıldığı ve kullanılan araç grubunda hatadan kaynaklı arıza tespit edildiği gözlemlenebilmektedir.

Vlasik ve Bunkley (2009), hatanın belirli bir araç grubunda olduğu bilinmesine rağmen sistemin şeffaf olmaması ve izlenebilirliğin kolay olmamasından dolayı o parti içerisinde üretilen tüm araçlar geri çağırıldığını belirtmişlerdir. Bu açıdan blokzincir teknolojisi; tedarik zinciri boyunca karşılaşılan herhangi bir problemde, parçaların izlenebilirliğini sağlayarak hatalı parçaların hangi parti içerisinde yer aldığı, hangi tedarikçi tarafından üretildiği, o tedarikçideki üretim esnasında hangi çalışanın görev aldığı gibi bilgilere ulaşılabilir. Ayrıca; kullanılan malzemenin stokta ne kadar beklediği, kalite kontrol testinin kim tarafından yapıldığı gibi bilgilere ulaşılabilir. Bu alanda çalışmalarına başlanan "Amo" blokzincir platformu ile ürün, müşteri ve servis sağlayıcılarını tek tıkla bir araya getirmektedir (StartUs GmbH, 2019). Buna benzer şekilde oluşturulacak yeni blokzincir ağları, hem üretici hem de tüketiciler için önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca bu gibi çalışmalar değerlendirildiğinde, ürünün taşıma esnasında hangi tür aracın kim tarafından kullanıldığı, teslimatın ardından yedek parçanın hangi aşamalardan geçerek montajının gerçekleştirildiği ve sonrasında hangi koşullar altında kullanıldığına kadar geniş bir bilgi ağına ulaşılabilirliği düşünülmektedir.





Şekil 4. Blokzincir Teknolojisi ile Tedarik Zincirinin İzlenebilirliği (QuEST Global Services Pte. Ltd., 2019)

Blokzincir teknolojisinin otomotiv alanındaki fırsatlarına verilen bazı örnekler özetle:

- Araçlar ve onların sahipleri, üreticileri ve satıcılarıyla ilgili verilerin güvenli bir şekilde paylaşılabilmesi,
- Araba paylaşımı ile kullanımın artırılması ve kullanılmayan alanı satarak araçlardan daha fazla değer elde edilmesi,
- Üreticiler, bayiler, oto finansman sağlayıcıları ve sigortacılar dahil olmak üzere sektördeki farklı işletmeler tarafından tutulan verileri bağlanması ve blokzincire dahil edilmesi,
- Kullanıma ve doğru verilere dayalı olarak mobiliteye ve daha ucuz sigortaya erişebilmeleri için ödeyebildiğin kadarını öde (pay as you go) yoluyla tüketicilerin tasarruf etmelerinin sağlanması olarak belirtilmektedir (Lawson, 2018).

Daha öncede belirtildiği gibi tüm bilgiler bu şekilde ilgilileri tarafından blokzincir teknolojisine dahil edildiğinde zincir içerisinde yer alan ve onaylanan merkezler (certified center) tarafından yine sistem tarafından onay almış kullanıcıların erişimine açılmaktadır. Böylelikle Toyota'nın ve benzeri otomotiv üreticisinin yaşadığı büyük geri çağırımların blokzincir teknolojisi tarafından

verilerin etkili bir şekilde analizi sonrasında çok daha sınırlı ve doğrudan hedefe dönük bir şekilde gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir. Yapılan bu

çalışma bir araştırma makalesi olup; araştırma ve yayın etik kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, tedarik zinciri ağlarında blokzincir teknolojisine benimsenmesi önerilmiş ve tartışılmıştır. Blokzincir tabanlı tedarik zinciri yönetimi ile şeffaf olarak paylaşılan, güvenli, merkezi olmayan defterlerin, özerk dijital sözleşmelerin ve güvenli ağların oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Buna ek olarak, ağdaki aracı veya araçların rolünün azaltarak ortaklar (peer-to-peer) arasındaki işlemler desteklenmektedir.

Çalışmada ayrıca bir tedarik zinciri ağında oluşturulan blokzincirin avantajları ve dezavantajlarına yer verilmiş ve blokzincir teknolojisine otomotiv alanındaki tedarik zinciri uygulama alanlarına yönelik araştırma önerileri sunulmuş, çevre, sağlık ve güvenlik endişeleri doğurabilecek olası sosyal ve çevresel koşulları izlemenin bu teknolojinin kullanımı için önemli bir uygulama olduğu belirtilmiştir. Blokzincir tabanlı bir tedarik zincirinin, insan haklarının ve adil iş uygulamalarının daha iyi güvence altına alınmasını sağladığına değinilmiştir. Blokzincir teknolojisine beraberinde getirdiği şeffaf bir ürün geçmişi kaydının; alıcılara, satın alınan malların etik olarak sağlam olduğu doğrulanan kaynaklardan tedarik edilmesini ve üretilmesini sağladığını açıklanmıştır.

Günümüzde iş liderlerinin tedarik ağlarını yenilemek ve yeniden yapılandırmak için yeni teknolojilere yöneldikleri görülmektedir. Bu açıdan blokzincir teknolojisi tedarik zinciri yönetimi alanında kaçınılmaz bir fırsat olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda öncü şirketler ayrıca, müşterilerin daha fazla ürün satın almalarını sağlama ve müşteri güvenilirliğini artırma ile sonuçlanan şeffaflığın rekabetçi avantajının farkına varmışlardır. Örneğin, IBM, Boeing, Microsoft ve SAP gibi bazı önde gelen şirketler, blokzincir teknolojisinin iş amaçlı daha geniş bir şekilde kullanılması için pratik olarak çalışmalara başlamıştır.

Blokzincir teknolojisinin bankacılık, otomotiv, perakende alanlarında başlatılan çalışmalarına ek olarak; sağlık, çevre ve güvenlik konularında yapılacak olan çalışmalara da ihtiyaç günden güne artmaktadır. Örneğin, karbon emisyonu azaltımı konusunda Çin'de çalışılan blokzincir tabanlı bir sistemin oluşturulması fikri tüm dünyayı ilgilendiren bir çevre konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan çeşitli sektörler için gerçekleştirilecek vaka çalışmalarını ve pilot programları değerlendirmek ve blokzincir uygulamasını hayata geçirmek için yapılacak araştırmalara ihtiyaç olduğu bilinmekte, diğer açıdan blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimi alanında kaçınılmaz bir fırsat olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Bu çalışmada blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri alanındaki çalışmalarından faydalanılarak otomotiv sektöründe şeffaflık ve izlenebilirliğin sağlanması konusunda örnek bir öneri sunulmuştur. Gelecek çalışmalarda buna ek olarak blokzincir teknolojinin tedarik zinciri alanındaki verimliliğin ölçüldüğü bir çalışma yapılması bu alanda faaliyete geçilmesi planlanan çalışmalara kaynak olabileceği düşünülmektedir.

### Araştırmacıların Katkısı

Bu çalışmada; İlknur Güneşli, veri toplama, yazma - orijinal taslak, yazma - inceleme ve düzenleme, makalenin oluşturulması, veri analizi; Abdullah Yıldızbaşı, kavramsallaştırma, yazma - inceleme ve düzenleme, veri analizi, makalenin oluşturulması, makalenin çıktılarının yorumlanması; Ergün Eraslan, kavramsallaştırma, yazma - inceleme ve düzenleme, makalenin çıktılarının yorumlanması konularında katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması

beyan edilmemiştir.

### Kaynaklar

- Abeyratne, S.A., & Monfared, R.P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(9), 1-10. doi: <https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>
- AXA XL Insurance. (2018). Automotive Components Product Recall. Erişim adresi: <https://axaxl.com/-/media/axaxl/files/pdfs/insurance/specialty/product-recall/automotive-components-recall.pdf>
- Geliyoo Bilişim Araştırma-Geliştirme Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi. (2018). Blockchain Danışmanlığı Hakkında 8 Önemli Kural. Erişim adresi: <https://www.geliyoobilisim.com/blockchain-danismanligi-hakkinda/>
- QuEST Global Services Pte. Ltd.. (2019). Blockchain. Erişim adresi: <https://www.quest-global.com/?s=blockchain>
- Casey, M. J., & Wong, P. (2017). Global Supply Chains Are About to Get Better, Thanks to Blockchain. Erişim adresi: <https://hbr.org/2017/03/global-supply-chains-are-about-to-get-better-thanks-to-blockchain>
- Clancy, H. (2017). The blockchain's emerging role in sustainability. GreenBiz Group. Erişim adresi: <https://www.greenbiz.com/article/blockchains-emerging-role-sustainability>
- Dabbagh, M., & Sookhak, M. (2019). The Evolution of Blockchain : A Bibliometric Study. *IEEE Access*, 7, 19212-19221. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895646>
- Emen, E. (2018). Blokzincir (Blockchain) Teknolojisi. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi. 30(353) 46-48. Erişim adresi: [https://anahtar.sanayi.gov.tr/Files/Pdfs/anahtar\\_mayis\\_2018.pdf](https://anahtar.sanayi.gov.tr/Files/Pdfs/anahtar_mayis_2018.pdf)
- English, M., Auer, S., & Domingue, J. (2016). Block Chain Technologies & The Semantic Web: A Framework for Symbiotic Development. *Computer Science Conference for University of Bonn Students*, 47-61. Erişim adresi: <http://cscubs.cs.uni-bonn.de/2016/proceedings/paper-10.pdf>



- Jones, M. (2017). Blockchain for Automotive: spare parts and warranty - Internet of Things blog. Erişim adresi: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/blockchain-for-automotive/>
- Kehoe, L., O'connell, N., Andrzejewski, D., Gindner, K., & Dalal, D. (2017). When two chains combine Supply chain meets blockchain. Erişim adresi: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/IE\\_C\\_TL\\_Supplychain\\_meets\\_blockchain.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/IE_C_TL_Supplychain_meets_blockchain.pdf)
- Kosba, A., Miller, A., Shi, E., Wen, Z., & Papamanthou, C. (2016). Hawk: The Blockchain Model of Cryptography and Privacy-Preserving Smart Contracts. Proceedings - 2016 IEEE Symposium on Security and Privacy. 839–858. doi: <https://doi.org/10.1109/SP.2016.55>
- Kshetri, N. (2018). Blockchain 's roles in meeting key supply chain management objectives. International Journal of Information Management, 39, 80–89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Kshetri, N., & Loukoianova, E. (2019). Blockchain Adoption in Supply Chain Networks in Asia. 11–15. doi: <https://doi.org/10.1109/MITP.2018.2881307>
- Lawson, T. (2018). Accelerating technology disruption in the automotive market - Blockchain in the automotive industry. Erişim adresi: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/consumer-business/deloitte-cn-consumer-blockchain-in-the-automotive-industry-en-180809.pdf>
- Lu, Q., & Xu, X. (2017). Adaptable Blockchain-Based Systems: A Case Study for Product Traceability. 34(6), 21–27. doi: <https://doi.org/10.1109/MS.2017.4121227>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Erişim adresi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2018). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. International Journal of Production Research, 57(7), 2117–2135. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- StartUs GmbH. Ten Blockchain Startups Disrupting The Automotive Industry. (2019). Erişim adresi: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/10-blockchain-startups-disrupting-the-automotive-industry/>
- Tian, F. (2017). A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP , Blockchain & Internet of Things. 2017 International Conference on Service Systems and Service Management. 1–6. doi: <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2017.7996119>
- Future Thinkers Podcast. (2017). Seven Ways Blockchain Can Save The Environment and Stop Climate Change. Erişim adresi: <https://futurethinkers.org/blockchain-environment-climate-change/>
- Vlasik, B., & Bunkley, N. (2009). Toyota Recalls 4 Million Vehicles for Sticking Gas Pedals - The New York Times. Erişim adresi: <https://www.nytimes.com/2009/11/26/business/26toyota.html>
- Ward, T. (2017). Blockchain Could Help Us Save the Environment. Here's How. Erişim adresi: <https://futurism.com/blockchain-could-help-save-environment-heres-how>