

## TEDARİK ZİNCİRİNDE BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASININ MALİYETLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Dr. Öğretim Üyesi Gülay İRAK\***

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İİBF, (gulay.girak@beun.edu.tr)

**Arş. Gör. Yunus Emre TOPCU**

Bartın Üniversitesi, İİBF, (ytopcu@bartin.edu.tr)

### ÖZET

*Teknolojideki hızlı gelişmeler tedarik zincirinin daha verimli bir yapıya kavuşması ile ilgili beklentileri artırmıştır. Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirine uygulanmasıyla bu beklentilere cevap verileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, tedarik zincirinde blok zinciri teknolojisinin uygulanmasıyla, tedarik zincirinde ne gibi kazanımlar elde edileceği ve bunun maliyetlere etkisinin ne yönde olacağını ortaya konulmasıdır. Bu kapsamda, blok zinciri teknolojisinin, tedarik zincirinde uygulanmasının maliyetlere etkisi konusu ilgili literatür taraması yapılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda, blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirine az maliyetli ve verimli bir yapı kazandıracağı tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** *Tedarik Zinciri, Blok Zinciri Teknolojisi, Maliyet.*

## THE EFFECT OF THE IMPLEMENTATION OF BLOCK CHAIN TECHNOLOGY IN THE SUPPLY CHAIN ON COSTS

### ABSTRACT

*Rapid developments in technology have increased the expectations for a more efficient structure of the supply chain. The implementation of blockchain technology in the supply chain is expected to respond to these expectations. The aim of this study is to determine the gains in supply chain by applying block chain technology in supply chain and its effect on costs. In this context, the effect of the application of block chain technology in the supply chain on costs was examined by making a literature review. As a result of this study, it has been determined that block chain technology will provide a low cost and efficient structure to supply chain.*

**Keywords:** *Supply Chain, Blockchain Technology, Cost.*

---

\* Sorumlu yazar

## 1. Giriş

Tedarik zinciri yönetiminde etkin bir lojistiğin kilit hedefleri arasında, ürünün doğru durumda, zamanında ve mümkün olan en düşük maliyetle elde edilmesi bulunmaktadır. Bunların yanında ürün hakkında güvenilir bilgi son kullanıcı için önem taşımaktadır. Ancak bu hedefleri verimli bir şekilde sağlamak tedarik zinciri üyeleri için günden güne zorlaşmaktadır. Küreselleşmeyle birlikte günden güne artan uluslararası rekabet ve artan dış kaynak kullanımı, tedarik zincirinde üye sayısını her geçen gün artırmaktadır (Kshetri, 2018:81). Böylece tedarik zinciri günden güne daha karmaşık bir yapıya sahip olmuştur. Tedarik zincirindeki yöntemler dünyadaki gelişim karşısında yetersiz kalmaya ve sorunlar çıkarmaya başlamıştır. Tedarik zinciri üyeleri arasındaki düşük iletişim, eksik bilgi ve güvensizlik gibi sorunlar mevcut tedarik zincirinin başlıca sorunları arasında yer almaktadır (Vara vd., 2018:393).

İlk olarak finans alanında kendine uygulama alanı bulmuş blok zinciri teknolojisinin birçok alanda önemli çözümlere neden olacağı düşünülmektedir. Bu teknoloji ile yapılan işlemlerde üçüncü bir kişiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Her işlem gerçekleştikçe, o işlemi gerçekleştiren tedarik zinciri üyesi tarafından şifreli bloğa işlenmektedir. Her blok birbirinden önceki ve sonraki bloklara bağlıdır ve tek bir zincir üyesi tarafından değiştirilememekte veya silinememektedirler. Otonom bir teknoloji olan blok zinciri ile işlemler şartlara bağlanıp otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir (Wang vd., 2019:222).

Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanmasıyla bir ürünün, imalattan satışa kadar olan her aşaması kalıcı bir ürün geçmişi yaratılarak belgelenebilmektedir. Tedarik zincirine otonom bir yapı kazandırılmakta ve insan hataları en aza indirilmektedir. Böylece blok zinciri teknolojisi ile tedarik zincirine güvenilir, sürdürülebilir ve daha az maliyetli bir yapı kazandırılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanmasıyla gelecekte tedarik zincirinde ne gibi kazanımlar elde edileceği ve bunun maliyetlere etkisinin ne yönde olacağını ortaya konulmasıdır. Bu amaçla öncelikle, blok zinciri teknolojisi hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanması akademik kaynaklar ve güvenilir internet kaynaklarından taranarak incelenmiştir. Ve çalışmanın son bölümünde blok zincirini teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanmasının maliyetlere etkisi incelenmiş ve konuyla ilgili literatür taraması yapılmıştır.

Bu çalışmada yapılan kapsamlı literatür taraması bu konuda bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca yeni bir konu olması nedeniyle çalışma akademik kaynaklarla sınırlı kalmamış güvenilir internet kaynaklarından da yararlanılarak bu konudaki güncel gelişmelere de yer verilmiştir. Böylece bu çalışmanın hem akademik literatüre hem de ilgili kurum ve kuruluşlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Blok Zinciri Teknolojisi

Sanal bir para birimi olan Bitcoin'in mucidi Satoshi Nakamoto 2008 yılında yaptığı çalışmada (A Peer-to-Peer Electronic Cash System) blok zinciri olarak isimlendirmeden blok zinciri teknolojisinden (BZT) bahseden ilk kişidir. Nakamoto BZT'nin çalışma prensibini kripto bir para birimi olan Bitcoin özelinde incelemiştir (Hofmann vd., 2018:35). Bu çalışmada kripto

paranın kullandığı teknoloji, şifreli (kriptografik) olarak birbirine zincirlenmiş çok sayıda veri bloklarının oluşturduğu sistem olarak tanımlanmıştır (Avunduk & Aşan, 2018:371).

Blok zinciri merkezi olmayan kamuya açık bir kayıt platformudur (Evans, 2014:2). Bilgi ve varlık transferi sağlayan bu sistemde karşı taraftan kaynaklanan riskleri aşmak için herhangi bir otoriteye veya üçüncü bir kişiye ihtiyaç duyulmamaktadır.

Melanie Swan (2015), “Blockchain: Blueprint for a New Economy” adlı kitabında blok zincirinin aynı internet gibi bilgi teknolojilerinin kapsamlı bir türü olduğunu belirtmiştir. Swan’a göre blok zinciri, katmanlı teknik seviyelere sahip ve her türlü kayıt, envanter ve takas için çoklu uygulama sınıfları içeren bir bilgi teknolojisi olarak değerlendirilmiştir.

Tüm bunların yanında BZT sürekli gelişmektedir. Örneğin “Turing-complete” adlı programlama dili ile akıllı sözleşmeler mümkün olmaktadır. Akıllı sözleşmeler ile blok zinciri uygulamaları, belirtilen şartlar yerine getirildiğinde uygulanacak sözleşmeleri otomatik sağlayabilir. Bunun gibi pek çok özelliği barındıran ve sürekli gelişen BZT’nin temel bazı özellikleri aşağıda yer almaktadır (Hofmann vd., 2018:47-48):

- **Noterleşme:** Dağıtılmış defteri yöneten zaman damgalı karma tabanlı algoritma nedeniyle, blok zinciri içinde kayıtlı tüm bilgiler noter gibi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan otomatik olarak doğrulanmak ve onaylanmaktadır. İlgili taraflar, verilen bilgilerin belirli bir tarih ve saatte var olduğunu kesin olarak bilebilmektedirler. Bir blok zincirinde belgelerin saklanması gerçekliğini garanti etmekte ve olası izinsiz bilgi alımlarını önlemektedir (Hofmann vd., 2018:47).
- **Takas ve Ödeme İşlemleri:** Potansiyel olarak, bir blok zinciri, özel / genel anahtar şifreleme ve dağıtılmış hesap defteri kullanarak işlemlerin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi ve işlenmesi yoluyla güvenilir üçüncü taraflara ihtiyaç duymaksızın her türlü dijital varlık veya varlık temsilinin transferine izin vermektedir. Nakit veya menkul kıymetler, gerçek zamanlı olarak hesaplanmaktadır. Çünkü blok zincirinde yapılan bir sonraki güncelleme onaylandığında işlem anlık tamamlanmaktadır. Bu sistem, uzlaşma döngüsü sırasında ticaret sonrası onaylama ve merkezi takas ihtiyacını ortadan kaldıracak ve uçtan uca süreci hızlandırarak veri hataları, ihtilaflar ve uzlaşma gecikmeleri kapsamını azaltacaktır (Wyman & Euroclear, 2016:7).
- **Akıllı Sözleşmeler:** Akıllı sözleşmeler, sözleşmeye dayalı ilişkilerin otomasyonuna izin vermekte ve dağıtılmış bir defterdeki varlıkların durumunu değiştirmektedir. Bu kavram, şirket işlemlerini ve nakit olaylarını otomatik olarak yürütme kapasitesine sahip olan menkul kıymetler olan “akıllı bonolar” fikrini geliştirmiştir (faiz ödemeleri, vade sonunda nominal tutarın geri alınması, ayrılma, olayların kapatılması vb.). Akıllı sözleşmeler para akışı harici bir olaya bağlanıp otomatikleştirilebilir. Örneğin, “eğer ürün teslim alınırsa, tedarikçi X firmasına 10.000 TL gönder yoksa geri al” şeklinde bir komut verilebilmektedir. Böylece BZT özelliklerinden birisi olan akıllı sözleşmeler ticari ilişkilerdeki karşılıklı riskin azaltulmasını veya ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır (Hofmann vd., 2018:47).
- **Değişmez Veri Depolama:** Zaman damgası oluşturma işlemleri sayesinde belgeler veya ağda depolanan ve depolanmaya devam eden bir dijital zincirdeki herhangi bir varlık türü

için değişmez bir veri depolama kapasitesi sağlamaktadır. Veriler katılımcılar arasında dağıtılmakta ve tek bir katılımcı bunları kaldıramamaktadır. Değişmez bir işlem geçmişi, tedarik zincirlerinde bir sahiplik zinciri sağlayabilmektedir. Değişmez işlem geçmişi katılımcılar için açık bir kanıttır ve alınıp satılan ürünlerin izlenmesine izin vermektedir (Hofmann vd., 2018:48).

- **Şeffaf Gerçek Zamanlı Veri:** Wyman & Euroclear (2016) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, BZT'nin finansal alanda en büyük faydaları, bu teknolojinin şeffaf gerçek zamanlı veri sağlama yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Blok zincirinin bu özelliği, veri zenginleştirme (ticaret verilerini uzlaşma verileriyle denk getirme gibi), uzlaşmalar ve diğer taraflar arasındaki anlaşmazlıkları ortadan kaldırabilmektedir (Wyman & Euroclear, 2016:7). Katılımcılar, güvendikleri verileri, kendi değerlerinden daha fazla kesinlik sağlamak ve böylece risklerini azaltmak için işlem süresi öncesinde karşı tarafı seçerek gösterebilmektedirler.

BZT, noterleşme, takas ve ödeme işlemleri, akıllı sözleşmeler, değişmez veri depolama ve şeffaf gerçek zamanlı veri olma özellikleriyle birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak bir kripto-para olan bitcoin üzerinde uygulama alanı bulmuştur. Bu nedenle BZT kavramı finansal teknolojilerle bağdaştırılıp değerlendirilmiştir.

BZT yoğun olarak finansal çözümler sağlasa da genel amaçlı bir teknolojidir ve finans amacı dışında da kullanım alanları olabilir. Özellikle denetim ve güvenliğin tek otoriteden sağlanmasının zor olduğu, uygulama alanlarında dağıtık yapıda olan ve güvenilir bir merkez kurmanın yüksek maliyetlerle sonuçlandığı durumlarda BZT kullanmak büyük bir avantaj sağlayacaktır (Kırbaş, 2018:80). Ancak finans dışındaki alanlarda BZT büyük çoğunlukla uygulamaya geçememiş ve deneysel olmuştur. Bu kullanım alanlarından en umut verici olanları tedarik zinciri, enerji, sağlık ve tarım-gıda alanlarıdır (Kshetri, 2018:80).

BZT'nin kullanılabilceği uygulama alanlarına Dijital Kimlik, Kopya Ürün Koruması, Askeri Emir Komuta Zincirleri, Otomatikleştirilmiş Uyum Mekanizması, Telif Kayıt Sistemleri, Küresel Ödeme Sistemleri, Vekaleten Oy Kullanma, Sendikasyon Kredisi, Tapu Kayıt Sistemleri, Mal ve Kaza Sigortası Tazmin Süreci, Bağış Toplama ve Yönetimi, Kamu ve Sağlık Kayıtları ile İhaleler, Tedarik Zinciri Yönetimi, Müşteri Tanıma (Know Your Customer - KYC) örnek olarak verilebilir (Usta & Doğanekin, 2017:67). Çok yeni olsa da bu alanlarda birçok gelişime olanak sağlayan BZT'nin ilerleyen yıllarda daha pek çok alanda yer bulacağı konuşulmaktadır.

### 3. Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisinin Uygulanması

Günümüzde uygulanan geleneksel tedarik zincirinin yapısal bazı sorunları bulunmaktadır. Tedarik zinciri üyeleri ağırlıklı olarak kendi iç akışları ile ilgilenmektedirler. Bununla birlikte zincir boyunca her aşamada karışık entegrasyon ve bilgilendirme süreçleri yer almaktadır. Tüm bunlardan ve geleneksel tedarik zincirinin kontrolü oldukça zor olan bir yapıya sahip olmasından dolayı tedarik zinciri üyeleri süre, firma verimliliği ve maliyet konularında sıkıntılar yaşamaktadırlar (Usta & Doğanekin, 2017:74). Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirinde uygulanması ile bu sıkıntılar çözülmeye ve etkin tedarik zincirinin şeffaflık, güven, güvenlik, geri dönüşüm, maliyet, talep esnekliği, hız ve kalite gibi hedefleri gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır.

Blok zinciri teknolojisi, tedarik zincirinde bir ürünün imalatından satışına kadar olan her süreci kaydetmekte ve belgelendirmektedir. Bu tedarik zinciri üyelerine şeffaflık sunmaktadır. Bir ürünün imalatından dağıtımına ve satışına kadar her işlem için bir blok oluşturulabilmektedir. Bu şeffaflık ve görünürlük düzeyi, ürünlerin izlenebilirliğini geliştirmekte, ürünlerin orijinalliğini ve meşruiyetini sağlamaktadır (Wang vd., 2019:223). Gerçek zamanlı izleme için, sisteme global konumlandırma sistemi (GPS) ve radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri ile entegre edilebilmektedir (Abeyratne & Monfared, 2016:9). Bir blok zincirinde kaydedilen tüm veriler ağ üyelerinin tamamı arasında dağıtıldığı için, üçüncü taraf kullanan geleneksel yöntemden farklı olarak, işlem ve etkinlik kayıtları her üyenin erişmesine açık bir konumda olmaktadır. Her katılımcı ürünlerin gelişimini ve yerini kontrol edebilmekte ve aynı bilgiyi sistem içinde paylaşabilmektedir (Kim & Laskowski, 2016:19).

BZT ile sağlanan geliştirilmiş görünürlük, bir ürünün geçtiği her aşamanın denetlenebilir takibini sağlamaktadır. Bu, bir ürünün ayrıntılarının kanıtlanmasının çok önemli olduğu endüstriler için özellikle önemli olmaktadır. Bu özellik, tüketicilerin satıcılara duyduğu güveni artırabilmektedir (Loop, 2017). Blok zincirlerinde elde edilen şeffaflık, tedarik zincirine güven inşa etmek için de çok önemlidir. Mevcut sistemde tedarik zinciri üyeleri (satıcılar ve alıcılar gibi), arasında gerekli güveni sağlamak için bankalar gibi aracı kurumlara ve damgalı belgeler gibi çeşitli belgelere ihtiyaç duymaktadır. BZT bu tür ihtiyaçları ortadan kaldırmaktadır (Wang vd., 2019:223).

BZT ayrıca, çalınan malların geri kazanılmasında ve sahtekarlık işlemlerinden kaçınmada da önemli bir rol oynayabilmektedir (Apte & Petrovsky, 2016:77). BZT'nin dolandırıcılık ve siber suçlara karşı sağladığı gelişmiş güvenlik sistemi, bu teknolojinin tedarik zincirlerinde neden benimsenebileceğinin arkasındaki bir başka faktör olmaktadır (Burnson, 2017:11). BZT içinde depolanan bir bilgi, doğrusal zincire katıldığında bir daha değiştirilemez. Bu özellik, teknolojinin dağıtık kayıt özelliğinden kaynaklanmaktadır. Verilerin yalnızca bir doğrulanmış sürümü ağı tüm üyeleri arasında depolanmaktadır (Kim & Laskowski, 2016:19).

Tüm ürünlerin blok zinciri ile izlenmesi doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçişi sağlamaktadır. Doğrusal ekonomide alma, yapma ve atma aşamaları bulunmaktadır. Alma aşamasında doğadan hammadde alınmaktadır. Yapma aşamasında bu hammadde işlenerek bir ürüne dönüştürülmektedir. Ve son aşama olan atma aşamasında ise ürün kullanılarak atılmaktadır. Ancak blok zinciri teknolojisi ile daha kolay geçilmesi düşünülen döngüsel ekonomide bu aşamalar farklılaşabilmektedir. Döngüsel ekonomide kullanma, yapma ve geri dönüştürme aşamaları bulunmaktadır. Ve bu aşamaların tamamı birbirine bağlıdır ve sonlanmamaktadır. Bir ürün kullanılmakta, geri dönüşüme kazandırılmakta, tekrar yapılmakta ve tekrar kullanılmaktadır. Ve bu döngü sürekli devam etmektedir. Döngüsel ekonominin takibini BZT oldukça kolaylaştırmaktadır. Çünkü tüm ürünler her aşamasında blok zinciri teknolojisi ile izlenebilmektedir. Geri dönüşüm sistemi ne kadar fazla yapılabilirse o kadar fazla maliyet avantajı da kazanılabileceği bilinmektedir (Vara vd., 2018:396).

Geleneksel tedarik zincirinde, belirli bir ürünün imalatında ihtiyaç duyulan malzeme ve hizmetlerin akışı, nihai tüketim noktasına teslim edilene kadar çeşitli depolama ve üretim döngüleriyle yönetilmektedir. Tipik olarak, birden fazla şirket belirli bir tedarik zinciri içinde küresel ölçekte etkileşimde bulunmakta ve ticaret yapmaktadırlar. Bu karmaşıklık nedeniyle,

envanterin yönetilmesi ile ilgili maliyetler, işlemler ve arıza tespiti özellikle pahalı olmaktadır (Wüst & Gervais, 2018:47).

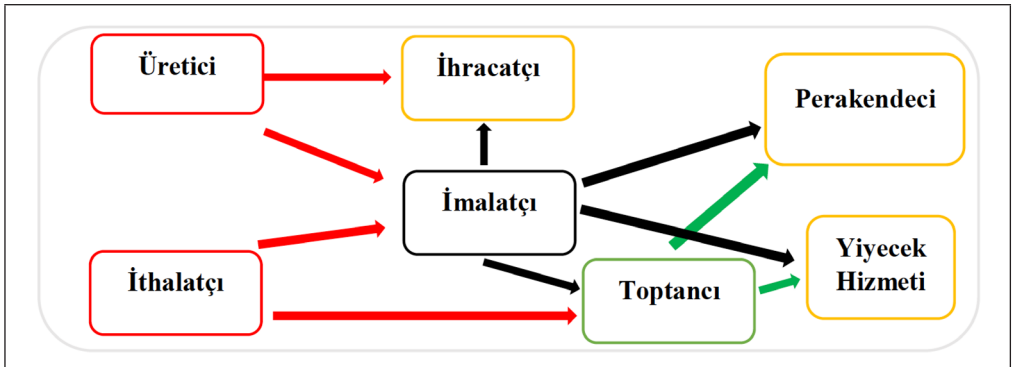
Birkaç şirket (örneğin, Skuchain, Provenance, Walmart, Everledger), tedarik zinciri yönetimi verimliliğini artırmak için blok zinciri tabanlı çözümlerin uygulamasını ve tanıtımını yapmaktadır. Bu şirketlerden bazıları BZT'nin talep yönünde de gelişme sağladığını söylemektedir. İşletmelerin farklı pazarlarla etkileşime girme ve fiyat risklerini dengelemede daha büyük bir esneklikten yararlanacakları düşünülmektedir.

Geleneksel tedarik zinciri planlama ve iletişim tarafından yönlendirilmektedir. BZT uygulanmış tedarik zincirinde ise talep, geçmiş ve mevcut talebe göre tahmin edilmektedir. Değişikliklere, gecikmelere veya hatalara cevap vermek için sistem zamanında paydaşlara bilgi vermektedir. Şirketler, hangi ürünün hangi saatte piyasaya sürüleceğine karar vermekte ve müşterilerin talebini doğrudan karşılayabilmektedirler. Bu özelliklerinden dolayı tedarik zincirinin BZT uygulanmış haline talep zinciri de denilmektedir (Wüst & Gervais, 2018:48).

Talep zincirinde, müşterinin ilgisi zincirin merkezinde olmaktadır. Düşük maliyetler sağlanması, müşteri hizmetlerini yerine getirmesi ve daha hızlı bir şekilde pazara girmeyi sağlanması talep zincirinin bazı özellikleridir. Talep zinciri, tüm paydaşların ve tüketicilerin ne istediklerini ve ne satın aldıklarını gerçek zamanlı olarak görmelerini sağlayarak bu yüksek esnekliği mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, talep zincirinde tüm taraflar bir ağ içinde sıkı bir şekilde bağlanmalıdır. Akışı optimize eden, eksik ve yanlış piyasa değerlendirmelerine dayanan tedarik zincirinin aksine, talep zinciri şirketlerin proaktif olarak optimum üretim kararlarını seçmeleri için pazar hakkında eksiksiz ve doğru bilgilere sahip olmalarını sağlamaktadır. Bu nedenle, talep zincirindeki bilgi akışı, zorlama temelli olmaktan ziyade çekme esasına dayanmaktadır. Paydaşların bir bildirim beklemesi gerekmemektedir. Böylece paydaşlar zincir yönetimi durumunu aktif olarak sorgulayabilmektedirler (Wüst & Gervais, 2018:48).

BZT'nin tedarik zincirinde uygulanması ile ilgili tarım sektörü uygulaması örneği aşağıda yer almaktadır (Vara vd., 2018:395).

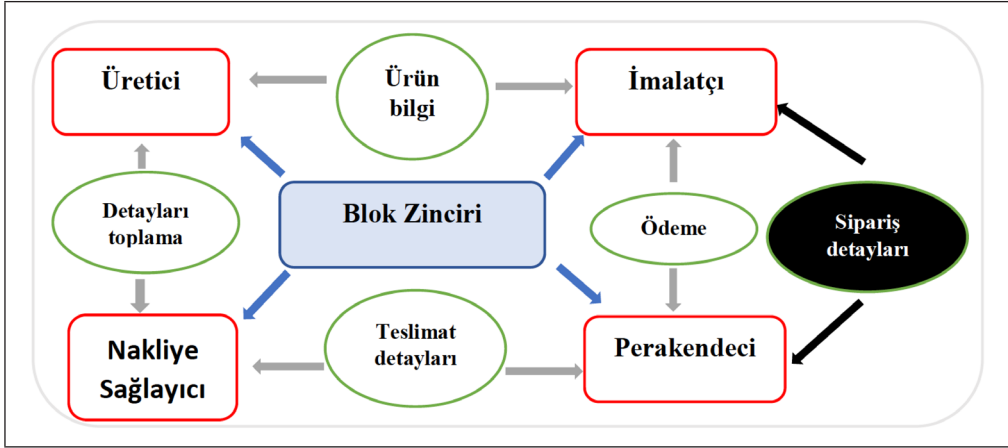
**Şekil 1. Geleneksel Tedarik Zinciri**



Şekil 1'de geleneksel tedarik zincirinde, üreticilerden ve ithalatçıdan perakendeci ve yemek hizmetine doğru, doğrusal bir model yer almaktadır.

Şekil 2’de ise tedarik zincirine blok zinciri dahil edilmesiyle, veriler artık merkezden dağıtılmakta ve tüm işlemler blok zinciri içerisine yerleştirilmektedir. Tedarik zincirinin her bir üyesi işlemlerini blok zincirine yazabilmekte ve kendileriyle doğrudan bağlantısı olan blok zincirinin bloklarını okuyabilmektedirler.

**Şekil 2. Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisinin Uygulanması**



Önerilen model, tarım tedarik zincirindeki gıdanın izlenmesini koordine etmek için blok zincirini, akıllı sözleşmeyi ve çok etmenli sistemi (multi-agent system) içermektedir. Bu yeni modelin uygulanmasıyla, geleneksel tarım tedarik zinciri, blok zincir ilavesine dayanan bir gelişime uğramaktadır. Şekil 1’de gösterilen geleneksel modelde tedarik zinciri, üretici ve ithalatçı ile başlamaktadır. Bu iki tedarik zinciri üyesi, ürünlerini ve verilerini tedarik zincirinin bir sonraki katmanına gönderir. Sonraki katmanda ise ihracatçı, imalatçı ve toptancı bulunmaktadır. Bu katman tedarik zinciri tarafından alınan temel ürünleri işleyen orta katmandır. Son olarak, son katmanda perakendeci ve ürünleri satan yiyecek servisi bulunmaktadır. Bu modelin temel dezavantajı, verinin tedarik zincirinin her bir ögesinde merkezileştirilmiş olması ve geri kalan ögelerin işlemleri görememesidir. Bu dezavantajın ana çıktısı, tüketicinin satın alınacak yiyecek kaynağını doğrulama yönteminin bulunmamasıdır. Ayrıca, tüketicinin verilerinin güvenilir olmasını sağlamanın bir yolu yoktur. Tedarik zinciri üyelerinin tamamı için de bu bilgi eksikliği büyük maliyet sorunlarına neden olmaktadır.

Şekil 2’de tarım tedarik zincirine blok zincirinin eklenmesiyle model değişmektedir. Yeni modelde tedarik zincirinin tüm üyeleri, tüm işlemlerini blok zincirine kaydetmektedirler. Bu sistem işlemlerde daha yüksek güvenlik sağlamaktadır. Ayrıca, bu yeni model geleneksel tedarik zincirinin dezavantajlarını düzeltmektedir. Veriler merkezden dağıtılmıştır ve her üye blok zincirindeki işlemleri için önemli verileri okuyabilmektedir. Örneğin, üretici imalatçının ürün bilgisini ve nakliye sağlayıcısının alım detaylarını görüntüleyebilmektedir. Böylece üretici; hangi ürünü, ne zaman, ne kadar ve kime üreteceği bilgisine sahip olacaktır. Blok zinciri teknolojisinin veri sağlama avantajı nesnelere interneti gibi teknolojilerle birleştirildiğinde çok daha büyük bir hız ve maliyet avantajına neden olması beklenmektedir.

Yeni model ancak blok zinciri teknolojisi ile mümkün olabilmektedir. BZT, tedarik zincirinin bütün üyelerini koordine etmek için çok etmenli sistem kullanmaktadır. Çok etmenli sistem 5 katmandan meydana gelmektedir. Her bir katmanda algılayıcıları yardımıyla ortamı algılayan ve etkileyicileri yardımıyla bu ortamı etkileyen bir sistem olarak tanımlanmış temsilciler bulunmaktadır. Bu temsilciler otonom yazılımlarla birlikte kullanıcısının adına birtakım görevleri yerine getirmek üzere davranma yeteneği olan yazılım bileşenleri olarak kabul edilmektedirler (Kardaş & Dikenelli, 2006:199). Birinci üretici katmanında üretici temsilcisi bulunmaktadır. Bu temsilci, üreticinin yapması gereken tüm işlemleri koordine etmektedir (örneğin, malzeme satın almak, ürün satmak vb.). İkinci katman olan imalatçı katmanında imalatçı temsilcisi bulunmaktadır. Bu temsilci, bu katmanda gerçekleştirilen tüm görevleri koordine etmektedir (örneğin, birincil malzemeleri satın almak, ürün satmak, nakliye sözleşmeleri yapmak vb.). Üçüncü katman olan taşıma katmanında, taşıma sağlayıcı temsilci bulunmaktadır. Bu temsilci, tedarik zincirinin diğer üyeleri arasındaki tüm taşımayı koordine etmektedir. Dördüncü katman perakendeci katmanında, perakendeci temsilcisi bulunmaktadır. Bu temsilci, imalatçıdan malzeme alımını ve tüketiciye satışını koordine etmektedir. Son olarak, beşinci katman olan blok zinciri katmanında ise blok zincir temsilcisi bulunmaktadır. Bu temsilci, diğer katmanların temsilcileriyle senkronize edilir, böylece tüm işlemlerin verileri blok zincirinde doğru bir şekilde kaydedilmektedir (Vara vd., 2018:396).

Literatürde az sayıda da olsa BZT'nin tedarik zincirine uygulanması ile ilgili bazı çalışmalar yer almaktadır. Tedarik zincirine sağlanan genel kazanımlarla ilgili literatürde yer alan bu çalışmaları aşağıdaki gibi incelemek mümkündür.

Tian (2018), yaptığı çalışmada BZT'ye dayanan bir tarım-gıda tedarik zinciri izlenebilirlik sistemi kurmuştur. Bu sistem tüm veri toplama ve bilgi yönetimi sürecini kapsamaktadır. BZT ile tarımsal-gıda tedarik zincirindeki, tarımsal-gıdaların kalite ve güvenliği için tarladan sofralara kadar izleme sistemi sağlanmaktadır. Çalışmada ürünlerin tedarik zinciri boyunca ilerlerken, kontrol edilebileceği ve güvenilir olabileceği vurgulanmaktadır. Bu da tarımsal gıda ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini etkili bir şekilde artıracaktır.

Meng vd. (2018), blok zinciri sisteminin tedarik zincirine izinsiz giriş tespit sistemleri üzerinde faydalı olup olmayacağını araştırmışlardır. Çalışmada BZT'nin tedarik zincirinde uygulama alanı bulduğu belirtilmiş ve siber saldırılardan korunmak için BZT'nin izinsiz giriş tespit sistemlerini mevcut halinden daha iyi bir noktaya taşıdığı ancak tam olarak istenen seviyeye getiremediği vurgulanmıştır.

Tieman & Darun (2017), blok zincirini helal tedarik zinciri için test etmişlerdir. Çalışmada helal tedarik zincirinin yaşanan 5 sorunundan bahsedilmiştir. Çalışmada sonuç olarak blok zincirinin helal tedarik zincirinin sorunlarını büyük ölçüde çözdüğü tespit edilmiş ve helal tedarik zinciri kullanan firmalara blok zinciri kullanmaları önerilmiştir.

Ahram vd. (2017), "Blockchain Technology Innovations" adlı çalışmasında blok zinciri teknolojisini, endüstriyel imalat, tedarik zinciri ve sağlık gibi finansal ve finansal olmayan sektörlerde ortaya çıkan kullanım durumları için bir katalizör olarak tanımlamıştır. Araştırmada, blok zincirinin güvenli çerçeveler sağlayarak, değer zinciri üretimi yaratarak; teknolojiyle daha sıkı entegrasyon sağlayarak endüstrilerin ve uygulamaların dijitalleştirilmesinde önemli bir rol oynayabileceği tespit edilmiştir.



Nakasumi (2017), “Information Sharing For Supply Chain Management Based On Block Chain Technology” adlı çalışmada mevcut tedarik zincirindeki güvenlik sorunlarına vurgu yapılmıştır. Çalışmada düzenlemelerin ve yasaların blok zinciriyle uyumlu olması halinde sistemin daha verimli hale geleceği vurgulanmıştır.

Sadouskaya (2017), yaptığı tez çalışmasında BZT'nin tedarik zinciri ve lojistik üzerine uygulanmasını incelemiştir. Bu çalışmaya göre BZT'nin tedarik zincirine kattığı bazı avantajlar; nihai müşteriye ürünün menşei ve geçmişi hakkında güvenilir bilgi sağlaması; merkezi olmayan yapı ile tedarik zincirindeki tüm taraflara katılım kabiliyeti vermesi; kriptografi tabanlı ve değişmez nitelikte güvenlik sağlaması; tedarik zincirindeki faaliyetlerle ilgili bilgilere erişim sunması; müşterilere bir karar vermeden önce ürün, hizmet, tedarikçi, nakliyecisi vb. koşulları değerlendirmelerini sağlaması; dolandırıcılık veya sahte ürünler ile ilgili riski azaltması; müşterilere, ürün kökenleri ve nakliye güzergahı hakkında istedikleri bilgileri sağlaması; mal değişimini ve ödeme sistemlerini kolaylaştırması ile taşımaların izlenmesini sağlaması şeklinde sıralanmıştır.

#### **4. Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Teknolojisinin Uygulanmasının Maliyetler Üzerindeki Etkisi**

Geleneksel tedarik zincirinin sahip olduğu bazı yapısal sorunlar, zincir üyelerinin verimliliklerini ve maliyetlerini olumsuz olarak etkilemektedir. Gelişen bilgi teknolojilerine rağmen tedarik zincirinin bu sorunları aşamamakta ve firmalar için yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Yakın bir zamanda ortaya çıkan, sürekli gelişen ve kimi çevrelerce yeni bir bilgi teknolojisi olarak kabul edilen BZT'nin tedarik zincirinin pek çok yapısal sorununun üstesinden gelmesi ve firmalara önemli maliyet avantajları sağlaması beklenmektedir.

BZT'nin tedarik zincirine sağladığı en önemli kazanımlardan birisi, taraflar arasındaki veri akışını hızlandırması olarak görülmektedir (Bedell, 2016; MH&L, 2016). Bu nedenle BZT, ürünlerin nakliye sürecinde harcadıkları zamanı azaltabilmekte ve envanter yönetimini iyileştirebilmektedir. Böylelikle verimlilik artmakta, israf önlenmekte ve maliyetler azaltılmaktadır (Wang vd., 2019:223).

BZT'nin sağladığı bir diğer maliyet avantajı ise denetimde tasarruf ile sağlanmaktadır. Tedarik zincirindeki işlemlerin tümü blok zinciri ağında tanınan ağ katılımcıları tarafından kendiliğinden denetlenmektedir. Böylece tedarik zinciri üyelerinin denetimine daha az ihtiyaç duyulması ile işgücü maliyetleri azalmaktadır (Gupta, 2017:6).

Tedarik zincirinde BZT ile araçlar da ortadan kalkmaktadır. Tedarik zinciri üyeleri karşılıklı olarak aynı kayıtlara erişebilmektedirler. Böylece üyeler üçüncü taraf araçlara ihtiyaç duymadan işlemleri, kimlikleri veya mülkiyeti doğrulayabilmektedirler. İşlemler zaman damgalıdır ve neredeyse gerçek zamanlı olarak doğrulanabilmektedir (Gupta, 2017:11). Böylece önemli işlem ve komisyon maliyetlerinin önüne geçilmekle beraber zaman da kazanılmaktadır. Tedarik zincirinde zaman kazanımı da önemli bir maliyet azaltıcı faktördür.

BZT ile sağlanan bir diğer önemli kazanım akıllı sözleşmelerdir. Akıllı sözleşmeler, tedarik zinciri verimliliğini artırmada önemli mekanizmalardan birisi olarak görülmektedir. Akıllı sözleşmeler tamamen dijitaldir ve programlama dilleri kullanılarak yazılmaktadır. Akıllı

bir sözleşmenin sağladığı kurallar ve sonuçları, geleneksel belgelerin sağladığı yükümlülükler, yararlar ve cezalar ile aynı karşılığı vermektedir (Gupta, 2017:17). Ancak akıllı sözleşmelerde, sözleşmeler otomatik olarak bir blok zinciri sistemi tarafından yürütülebilmekte, böylece yüksek otomasyon seviyelerine ve düzenli tedarik zinciri süreçlerine yol açmaktadır (Barnard, 2017). BZT, bir tedarik zinciri boyunca siparişlerin, faturaların, sipariş değişikliklerinin, makbuzların, gemi bildirimlerinin, ticari işlemle ilgili diğer belgelerin ve envanter verilerinin kademelendirilmesine izin vermektedir. Dolayısıyla geleneksel sözleşmelerin ötesinde otomatikleştirilmiş bir sistem sağlamaktadır. Ayrıca geliştirilmiş veri görünürlüğü tedarik zinciri aktörlerine, tüketicilerin ne istediğine dair derinlemesine bir bilgi sağlamak ve belirli ürünlere olan talebi göstermektedir. Bu olanaklar, kurumların daha doğru talep tahminleri planlamalarına ve daha iyi kararlar almalarına yardımcı olabilecektir (Loop, 2017). Akıllı sözleşmeler sayesinde kazanılan yüksek hız ve kapsamlı bilgi, tedarik zinciri üyeleri için önemli maliyet avantajları sağlaması beklenmektedir.

Belge transferlerinin dijitalleştirilmesi ve veri akışının hızlandırılmasıyla birlikte özellikle sınır ötesi faaliyetler bağlamında da verimlilik ve maliyet avantajı elde edilebilmektedir (Barnard, 2017). Örneğin, Maersk, 2014 yılında, Doğu Afrika'dan Avrupa'ya gönderilen soğutulmuş malların sevkiyatının yaklaşık 30 kişi ve kuruluştan geçebileceğini tespit etmiş bulunmaktadır. Bu operasyon için şirketin 200'den fazla birimle etkileşim ve iletişim kurması gerekmektedir. Böylesine yüksek sayıda etkileşim; hatalara açık, gecikmelere neden olan, bilgi gönderimine ve kayıtların çoğaltılmasına ihtiyaç duyulan uzun bir sürece neden olmaktadır (IBM, 2017). Bu sorunu çözmek için Maersk ve IBM, her bir gönderinin iş akışını ve gerçek zamanlı görünürlüğünü iyileştirmeyi amaçlayan, sınır ötesi blok zincir tabanlı bir çözüm geliştirmiştir. Sistem, ticaret ortakları arasında yüksek düzeyde güvenli bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktadır (Barnard, 2017). Göndericiler için planlanan çözüm, ticari belgelerin ve işlem maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olabilmekte ve evrak işlerinin fiziksel dolaşımındaki hatalarla ilişkili gecikmeleri ortadan kaldırmaktadır. Sistem ayrıca tedarik zincirinde ilerlerleyen nakliye konteynırları için görünürlük ve izlenebilirlik sağlayacaktır. Bu çözüm ile gümrük makamları için, gerçek zamanlı görünürlük sağlanması amaçlanmaktadır.

BZT ile sağlanan daha az risk ve daha yüksek güvenlik daha az maliyet manasına gelmektedir. BZT'nin sunduğu hızlandırılmış takip sistemi bir sevkiyatın başlangıcından bitimine kadar olan izleme süresini günlerden dakikalara indirgemektedir (Bedell, 2016; Kharif, 2016). Özellikle işgücü verimliliği açısından önemli olan bu olanak tedarik zinciri maliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Greenwich Associates tarafından 2016 yılında gerçekleştirilen “Sermaye Piyasalarında Blockchain Kabulü” adlı raporda BZT'nin faydaları yüzdesele ifade edilmiştir. Buna göre, BZT ile operasyonel masraflar %73 azalmakta, riskler %57 azalmakta, gelir fırsatları %51 artmakta ve sermaye maliyetleri %46 azalmaktadır (Niranjanamurthy vd., 2018:12).

BZT, işlem maliyetleri başta olmak üzere tedarik zincirinde önemli maliyet avantajları sağlamaktadır. Ancak BZT'nin uygulanması için yüksek başlangıç sermayesi gerekmektedir (Niranjanamurthy vd., 2018:13). Yeni bir teknolojinin mevcut bir sisteme uygulanması genellikle köklü değişiklikler ve yüksek miktarda yatırımlar gerektirmektedir. Bu nedenle BZT'nin de uygulanmasında başlangıç maliyetleri yüksek olabilmektedir.

Literatürde BZT'nin tedarik zincirinde uygulanmasının maliyetlere etkisi açısından inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır.

Vara vd. (2018), yaptıkları çalışmada blok zincirinin tedarik zincirine uygulamasını ele almışlardır. Bu çalışmada tedarik zincirinin şirketler için öneminden ve şirketlerin yaşadıkları sıkıntılardan bahsedilmiştir. Bu sıkıntıların başında gecikme ve ürünlerin başarısız teslimatı gelmektedir. Ayrıca büyük distribütörler mağazaların tüm taleplerini karşılamak için çok sayıda çalışana ihtiyaç duyarlar. Bütün bunlar siparişlerde gecikmelere neden olur ve siparişlerin kaybedilme olasılığını artırır. Bu nedenle şirketler sistemlerini dijitalleştirmiştir. Ancak internet üzerinde tutulan veriler çok risklidir. Bu veriler siber saldırılara maruz kalabilir böylece değiştirilebilir, çalınabilir ve silinebilir. Bu da şirketlere ekstra bir güvenlik maliyeti getirecektir. Çalışmada tüm bu sorunlardan şirketleri kurtarmak için blok zincirinin tedarik zincirinde etkin olarak kullanılması önerilmiştir. Tedarik zincirinin tüm üyeleri bütün işlemlerini blok zincirinde kaydetmeleri büyük tedarik zincirindeki işlemler için büyük bir güvenlik sağlayacaktır. Ancak çalışmada tedarik zinciri üyelerinin her birinin blok zinciri operasyonlarındaki tüm verileri okuması bir sorun olarak görülmüştür.

Kshetri (2018), yaptığı çalışmada blok zincirinin tedarik zinciri yönetimindeki kilit hedefleri yerine getirmedeki rolünü incelemiştir. Bu kilit hedefler maliyet, kalite, hız, güvenilirlik, risk azaltma, sürdürülebilirlik ve esneklik olarak belirlenmiştir. Çalışmada 11 adet vaka analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda blok zincirindeki çeşitli mekanizmaların tedarik zincirindeki maliyetlerin düşürülmesini sağlamıştır. Örneğin çeşitli evrakların taşınması için gereken kurye ihtiyacı elemine edilmiştir. Bunun yanında çalışmada tedarik zinciri yönetimi işlemlerini tespit etmek, ölçmek ve izlemek için nesnelerin interneti gibi teknolojiler kullanılırsa blok zincirle ilgili marjinal maliyetler sıfır veya daha düşük olabileceği tespit edilmiştir. Çalışmada bir uyarı olarak her yeni teknoloji gibi blok zincirinin de ilk uygulamışta maliyetli ve zaman alıcı olabileceği vurgulanmıştır. Bu çalışmada blok zincirinin kaliteyi değerlendirmek ve sağlamak için çeşitli mekanizmalar sunduğundan bahsedilmiştir. Sahtecilik riskleri ile karşı karşıya kalan endüstrilerin tedarik zincirinde blok zinciri kullanmaları tavsiye edilmiştir.

Ünlü (2018), yapmış olduğu tez çalışmasında blok zincirinin tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan zorlukları çözüme etkisini incelemiştir. Tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan sorunlar; şirketlerin birlikte çalışabilirliğinin zayıf olması, güvenilirlik eksikliği, dolandırıcılık, otomasyon eksikliği, sürdürülebilirlik zorlukları ve tüm bunlar sonucundan karşılaşılan yüksek maliyetlerdir. Çalışmada yapılan 15 adet vaka analiziyle blok zincirinin bu sorunları büyük oranda çözdüğü ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonucunda blok zinciri ile tedarik zinciri süreçlerinin otomatikleşmesi uzun vadede maliyetlerin azaltılmasını sağlamaktadır.

Wüst & Gervais (2018), blok zincirine ihtiyaç var mı adlı çalışmada blok zincirin gerçekten de belirli bir uygulama senaryosu için uygun teknik çözüm olup olmadığını eleştirel bir şekilde analiz etmişlerdir. Bunun için çalışmada 3 uygulama senaryosu kullanılmıştır. Bunlar, "Tedarik Zinciri Yönetimi, Bankalararası ve Uluslararası Ödemeler ve Merkezi Olmayan Özerk Organizasyonlar" olarak sıralanmaktadır. Çalışmada, tedarik zincirinde BZT kullanılmasıyla talep yönetiminin çok daha iyi bir hale geldiği savunulmuştur. Maliyet yönünden avantajlarına da vurgu yapılmıştır. Ancak güvenlik yönünden BZT'nin hala istenen noktada olmadığı konusuna da değinilmiştir.

Chen vd. (2017), yaptıkları çalışmada blok zinciri tabanlı tedarik zinciri kalite yönetimi konusunu incelemişlerdir. Çalışmada, tedarik zinciri kalite yönetimine odaklanan pek çok ilgili çalışma olmasına rağmen, kullanılan teknolojiler tedarik zincirlerinde güven eksikliğinden kaynaklanan sorunların çözümünde hala zorluk çekmekte olduğundan bahsedilmiştir. Geleneksel tedarik zincirinde üç olumsuz özellik göze çarpmaktadır. Bunlar; tedarik zinciri üyelerinin kişisel çıkarlarını düşünmeleri, üretim süreçlerinde bilgi asimetrisi, kalite denetimlerinin yüksek maliyetleri ve kısıtlamaları. Çalışmaya göre BZT, bu sorunlara çözüm bulmak için umut verici bir teknolojidir. BZT'nin tedarik zincirinde kalite denetimi maliyetlerini azaltması beklenmektedir. Çalışma, blok zinciri teknolojisine dayalı tedarik zincirinin akıllı kalite yönetimine teorik bir temel sağlaması açısından da önemlidir.

Kumar & Iyengar (2017), yaptıkları çalışmada pirinç tedarik zincirinde blok zinciri uygulamasına değinmişlerdir. Çalışmaya göre; pirinç, Hindistan'da çok tüketilen temel bir gıda olduğundan, tedarik zinciri süreçlerinde bir aksama toplum için her zaman büyük bir endişe kaynağı olmaktadır. İnternetteki hızlı büyüme ile pirinç tedarik zinciri sisteminde yeni ortaya çıkan dijital teknolojiler uygulanmaktadır. Ancak, tüm bu sistemlerin merkezileştirilmesi nedeniyle dolandırıcılık, bilgilerin çalınması gibi güvenlik problemleri yaratmaktadır. Çalışmada, merkezi otorite tarafından yönetilmeyen ve dağıtık olan blok zincir teknolojisinin, pirinç tedarik zinciri sisteminde ortaya çıkan sorunların çözümü olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada, tedarik zinciri yönetimi süreçlerinde pirincin güvenliğini sağlayacak olan blok zincir teknolojisini kullanan bir pirinç tedarik zinciri sistemi inşa edilmiştir. Ve çalışmanın sonucunda BZT'ye dayanan merkezi olmayan bir sistemin tedarik zinciri yönetiminde ürün güvenliğini nasıl sağladığı gösterilmiştir. BZT, pirinç tedarik zincirinde meydana gelen tüm olayları kaydeden bir izlenebilirlik sistemi sağlamıştır. Çalışmada pirinç tedarik zincirinin verimliliğini artırmaya yardımcı olan bir örnek senaryo gösterilmektedir. BZT, tedarik zincirinde güvenliği ve verimliliği artırmıştır. Verimlilik artışı ile maliyetlerde düşme beklenmektedir.

## 5. Sonuç

Teknolojideki gelişmelerle birlikte her alanda önemli yenilikler ortaya çıkmakta ve ihtiyaçlar farklılaşmaktadır. Dördüncü nesil sanayi devriminin başlangıç evresinde bulunduğumuz bu günlerde bu yenilikler hızlanmıştır. Nesnelerin birbiriyle iletişiminin mümkün olması iş ve ekonomi dünyasının yönetiminin de daha otonom bir yapıya kavuşmasını mümkün kılmaktadır. Ancak günümüzdeki yönetim yapıları teknolojideki yenilik karşısında hantal kalmakta ve yeterli olmamaktadır. Bu nedenle yeni teknolojilerden faydalanılarak yeni uygulamalara gidilmesi verimlilik açısından büyük önem arz etmektedir.

İnternet gibi bilgi ve iletişim teknolojisi olarak nitelendirilen blok zincirinin gelişimi büyük bir hızla sürmektedir. 1980'lerin başında internetin bulunduğu başlangıç evresi, günümüzde BZT için başlangıç kabul edilebilmektedir. Birçok alanda kendine uygulama alanı bulacak olan bu teknolojiyle dünya da bilgi paylaşımının daha büyük bir hız kazanması beklenmektedir.

Tedarik zincirinde BZT'nin uygulanması henüz yeni bir konu olsa da bu konuda yapılacak öngörüler son derece önemlidir. Bu çalışmada da BZT'nin tedarik zincirine katacağı kazanımlar ortaya konulmuştur. Bu amaçla akademik ve güvenilir internet kaynakları taranmış ve derinlemesine incelenmiştir. BZT'nin tedarik zincirine az maliyetli ve verimli bir yapı kazandıracağı tespit edilmiştir. Tedarik zincirinin temel hedeflerinden olan kalite, hız, güvenilirlik, maliyet ve esneklik konularının tamamı için BZT önemli kazanımlar sağlamaktadır.

BZT'nin tedarik zincirinde maliyetlere etkisi ise oldukça olumludur. Tedarik zincirinde aşağıda sıralanan kazanımlar, maliyetleri önemli ölçüde düşürmesi beklenen sebeplerden bazılarıdır.

- Veri akışının hızlanması
- Denetimde tasarruf sağlanması
- Aracıların ortadan kaldırılması
- Kapsamlı bilginin elde edilmesi
- Otonom bir yapı sağlanması
- Daha az risk ve daha yüksek güvenlik elde edilmesi
- Daha az iş gücüne ihtiyaç duyulması
- Verimliliğin artması
- Talebin doğrudan denetlenmesi
- Geri dönüşümü kolaylaştırması

Sıralanan kazanımlar BZT'nin tedarik zinciri maliyetlerini önemli ölçüde düşürme yeteneğinin olduğunu göstermektedir. Ancak maliyetlere olumsuz etki eden iki nokta bulunmaktadır. Birincisi, BZT ile tedarik zincirinde yüksek enerji tüketimi beklenmektedir. Elektrik kullanan bilgisayarların ve diğer araçların daha fazla kullanılacak olması bunun başlıca sebebidir. Ancak maliyetleri düşüren diğer sebepler artan enerji tüketiminin fazla önemli olmadığını göstermektedir. İkinci maliyetlere olumsuz etki eden nokta ise yüksek başlangıç maliyetleridir. Her yeni teknoloji gibi BZT'nin de ilk uygulama safhasında, maliyeti yüksek büyük değişiklikler gerektirmesi beklenmektedir. Ancak uzun vadede kazandıracağı maliyet avantajına bakıldığında bu yüksek başlangıç maliyetlerine katlanılabilir.

Çok yeni bir teknoloji olan BZT'nin tedarik zincirine uygulanmasının sağladığı kazanımlar göz önüne alındığında bu uygulama devletler ve büyük şirketler için önemli bir fırsattır. Dünyada ticaret savaşlarının yaşandığı ve uluslararası rekabetin yoğun olduğu günlerde böylesine önemli bir yeniliği ilk uygulayacak ülkelerin büyük bir avantaj elde etmesi beklenmektedir. Nesnelerin interneti gibi yeni teknolojilerle uyumlu olan BZT, tedarik zincirinde geleceğin sistemidir.

## Kaynakça

- Abeyratne, S.A., & Monfared, R.P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using the distributed ledger. *Int. J. Renew. Energy Technol.*, 5(9), 1–10.
- Ahram, T., Sargolzaei, A., Sargolzaei, S., Daniels, J., & Amaba, B. (2017, Haziran). *Blockchain technology innovations*. IEEE Technology & Engineering Management Conference, 137-141.
- Apte, S., & Petrovsky, N. (2016). Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management? *J. Excipients Food Chem*, 7(3), 76-78.
- Avunduk, H., & Aşan, H. (2018). Blok zinciri (blockchain) teknolojisi ve işletme uygulamaları: Genel bir değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(1), 369-384.
- Barnard, B. (2017). Maersk, IBM digitalize global container supply chain. Erişim Tarihi: 08.05.2019, [https://www.joc.com/maritime-news/container-lines/maersk-line/maersk-ibm-digitalize-global-container-supply-chain\\_20170306.html](https://www.joc.com/maritime-news/container-lines/maersk-line/maersk-ibm-digitalize-global-container-supply-chain_20170306.html)
- Bedell, D. (2016). Landmark trade deal uses blockchain technology (Global Finance). Erişim tarihi: 08.05.2019, <https://www.gfmag.com/magazine/october-2016/landmark-trade-deal-uses-blockchain-technology>
- Burnson, P., (2017). Blockchain coming of age. *Supply Chain Manag. Rev*, 21(3), 10–11.
- Chen, S., Shi, R., Ren, Z., Yan, J., Shi, Y., & Zhang, J. (2017, Kasım). *A blockchain-based supply chain quality management framework*. 14th International Conference on e-Business Engineering, 172-176.
- Evans, D. S. (2014). Economic aspects of bitcoin and other decentralized public-ledger currency platforms. *University of Chicago Coase-Sandor Institute for Law & Economics Research Paper*, 685, 1-27.
- Gupta, M. (2017). *Blockchain for dummies*. IBM limited edition, Haboken: John Wiley & Sons.
- Hofmann, E., Strewé, U. M., & Bosia, N. (2018). Supply chain finance and blockchain technology: The case of reverse securitisation, Cham: Springer.
- IBM. (2017). Maersk and IBM unveil first industry-wide cross-border supply chain solution on blockchain. Erişim Tarihi: 10.05.2019, <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/51712.wss>
- Kardaş, G., & Dikenelli, O. (2006, Haziran). *Çok-etmenli yazılım sistemleri için yürütülen modelleme dili çalışmaları ve bunların anlamsal web desteği perspektifinde değerlendirilmesi*. 15. Türk Yapay Zekâ ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu, 199-206.
- Kharif, O. (2016). Wal-Mart tackles food safety with trial of blockchain. Erişim Tarihi: 10.05.2019, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-11-18/wal-mart-tackles-food-safety-with-test-of-blockchain-technology>
- Kırbaş, İ. (2018). Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 75-82.
- Kim, H. M., & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 25(1), 18-27.
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89.
- Kumar, M. V., & Iyengar, N. C. S. (2017). A framework for Blockchain technology in rice supply chain management. *Advanced Science and Technology Letters*, 146, 125-130.
- Loop, P. (2017). Blockchain: The next evolution of supply chains, Erişim tarihi: 08.05.2019, <http://www.industryweek.com/supply-chain/blockchain-nextevolution-supply-chains>

- Meng, W., Tischhauser, E. W., Wang, Q., Wang, Y., & Han, J. (2018). When intrusion detection meets blockchain technology: A review. *Ieee Access*, 6, 10179-10188.
- MH&L. (2016). Ocean carrier deploys blockchain technology. Erişim Tarihi: 08.05.2019, <http://www.mhlnews.com/transportation-distribution/ocean-carrier-deploys-blockchaintechnology>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Erişim Tarihi: 21.05.2019 <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Nakasumi, M. (2017, Temmuz). *Information sharing for supply chain management based on block chain technology*. 19th Conference on Business Informatics, Vol. 1, Tokyo/Japonya, 140-149.
- Niranjnamurthy, M., Nithya, B. N., & Jagannatha, S. (2018). Analysis of blockchain technology: Pros, cons and SWOT. *Cluster Computing*, 1-15.
- Sadouskaya, K. (2017). *Adoption of Blockchain technology in supply chain and logistics* (Bachelor's Thesis Business Logistics). Kymenlaakso University of Applied Sciences.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Tian, F. (2018). *An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, blockchain and internet of things* (Doctoral Thesis). WU Vienna University of Economics and Business.
- Tieman, M., & Darun, M. R. (2017). Leveraging blockchain technology for halal supply chains. *Islam and Civilisational Renewal (ICR)*, 8(4), 547-550.
- Usta, A., Doğantekin, S. (2017). *Blockchain 101*. İstanbul: İnkılap Kitapevi.
- Ünlü, E. Z. (2018). *Blockchain's impact on solving supply chain management challenges* (Yüksek Lisans Tezi). Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Vara, R., Prieto, J., De la Prieta, F., & Corchado, J. (2018). How blockchain improves the supply chain: Case study alimentary supply chain. *Procedia Computer Science*, 134, 393-398.
- Wüst, K., & Gervais, A. (2018, Haziran). *Do you need a Blockchain?* Crypto Valley Conference on Blockchain Technology, Zug / İsviçre, 45-54.