



Tarımsal Gıda Tedarik Zincirinde Blokzincir Tasarımı: Türkiye’de Hal Yasası Örneği

Abdullah YILDIZBAŞI^{1*}, Pelin ÜSTÜNYER¹

^{1*} Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06010, ANKARA

Öz

Bu makalede, son yıllarda hızla gelişmekte olan teknolojilerden biri olan blokzincir teknolojisinin temel prensipleri ve bir tedarik zincirinde bu teknolojiden nasıl yararlanılacağı üzerine çalışılmıştır. Çalışmanın amacı, Türkiye’nin gündeminde olan hal yasası uygulaması kapsamında sebze ve meyvelerin bir aracıya ihtiyaç duymadan tedarik zinciri yönetim sürecine blokzinciri teknolojisi entegre edilerek denetim ve kayıt sistemini kolaylaştırmaktır. Bununla birlikte üreticiden kullanıcıya kadar olan süreç boyunca ürün takip izlenebilirliğinin ve içerik bilgisinin şeffaflığı sağlanır. Ayrıca blokzinciri teknolojisinin sağladığı doğrulama süreci, tarımsal gıdaların güvenilirliğini de artırır. Önerilen bu çalışma, farklı tedarik zincirlerine uyarlanabilir olmasıyla geliştirilebilir bir örnek niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, tedarik zinciri yönetimi, hal yasası, gıda güvenliği.

Blockchain Design in Agricultural Food Supply Chain: Example of Marketplace Law in Turkey

Abstract

In this article, it is studied on fundamental principles of blockchain technology which is one of the rapidly developing technologies and how to benefit from this technology in a supply chain. As part of marketplace law on the agenda of Turkey, the aim of this study is to simplify audit and recording systems by integrating blockchain technology into the supply chain management process of fruits and vegetables without having to need any intermediary. In addition to that, it provides product tracking and transparency of content knowledge during the whole process from producer to consumer. Also, the verification process provided by blockchain technology enhances the reliability of agricultural food products. Proposed this study is developable exemplary due to being adaptive to different supply chains.

Keywords: Blockchain, supply chain management, marketplace law, food safety.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Abdullah YILDIZBAŞI (Dr.); Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06010, Ankara-Türkiye. Tel: +90 (312) 906 22 27, Fax: +90 (312) 906 29 50, E-mail:

abdullahyildizbasi@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-8104-3392

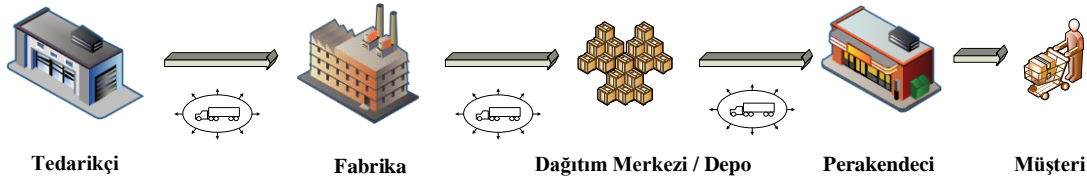
Geliş (Received) : 28.06.2019

Kabul (Accepted) : 24.07.2019

Basım (Published) : 15.08.2019

1. Giriş

Günümüzde, üreticilerin kararlarını etkileyen en temel etken şüphesiz ki mal ve hizmetleri satın alacak olan tüketicilerdir. Üreticiler ve tüketiciler arasındaki ilişkinin sağlıklı olması için gereken değeri barındıran tedarik zinciri kavramı, ürün ve hizmetlerin tedarikçiden müşteriye gidene kadarki ilişki ve bağlantılarının tümü olarak tanımlanmaktadır (Kehoe vd., 2017; Özdemir, 2004). Tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriden oluşan örnek bir tedarik zinciri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Tedarik zinciri.

Tedarik Zinciri Yönetimi ise bir tedarik zincirindeki malzeme akışlarının, para aktarımlarının ve bilgi paylaşımlarının en etkin ve verimli şekilde yönetilmesi sürecidir. Zira bir ürünün müşteriye ulaşması kadar, müşteri ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığı ve sürecin ne ölçüde verimli ve maliyetli olduğu da oldukça önemli bir konudur (Özdemir, 2004).

Ayrıca, tedarik zinciri yönetiminin şirketler arası rekabette önemli bir rolü vardır (Özdemir, 2004). Bu nedenle şirketler, artan rekabet koşullarına uyum sağlamak ve tüketici taleplerini karşılamak için yenilikçi arayışlar içerisine girmiştir. Bu arayışlardan biri, daha etkin ve verimli sonuçlar elde edebilmek için her alanda olduğu gibi yeni tedarik zinciri tasarımlarında da gelişmekte olan teknolojilerden faydalanmaktır (Kehoe vd., 2017). Bu teknolojilerden bazıları; elektronik veri değişimi (EDI), internet, kurumsal kaynak planlaması (ERP), radyo frekanslı kimlik tanımlama (RFID), tedarik zinciri yönetimi/planlaması yazılımıdır (SCM/SCP) (Özdemir ve Doğan, 2010).

Bu teknolojilerin yanı sıra, popülerliği her geçen gün daha da artan blokzincir teknolojisi önem kazanmıştır. Blokzincir teknolojisi ile tedarik zincirlerinin yeniden tasarlanması, süreçlerin izlenebilirliğini kolaylaştırır, güvenilirliği ve verimliliği artırır (Kehoe vd., 2017).

Blokzinciri, dijital olarak imzalanan, başkası tarafından müdahale edilemeyen ve bu nedenle güvenilir olduğu varsayılan bir hesap hareketi kayıdır (Dabbagh ve Sookhak, 2019).

Blokzincirinin temeli, 2008 yılında yazılmış olan “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” isimli makaleye dayanmaktadır (Nakamoto, 2013). Makalenin yazarı olan ve Bitcoin’i geliştiren Satoshi Nakamoto takma isimli mucidin/mucitlerin amacı, herhangi bir banka veya hükümet tarafından kontrol edilmeyen uyumsuz bir para birimi oluşturmaktır (URL1, 2018). Merkezi finansal araçlara ihtiyaç duymayan, hükümet tarafından kontrol edilmeyen ve kişiler arası para transferine olanak sağlayan bu elektronik paranın bir parçası olan blokzinciri de bir defter olarak tasarlanmıştır (Morkunas vd., 2019). Yani blokzinciri, Şekil 2’de çalışma prensibi görülen kripto para birimi işlemlerinin yapılmasına olanak sağlamak amacıyla dijital bir iskele olarak doğmuştur (URL1, 2018).

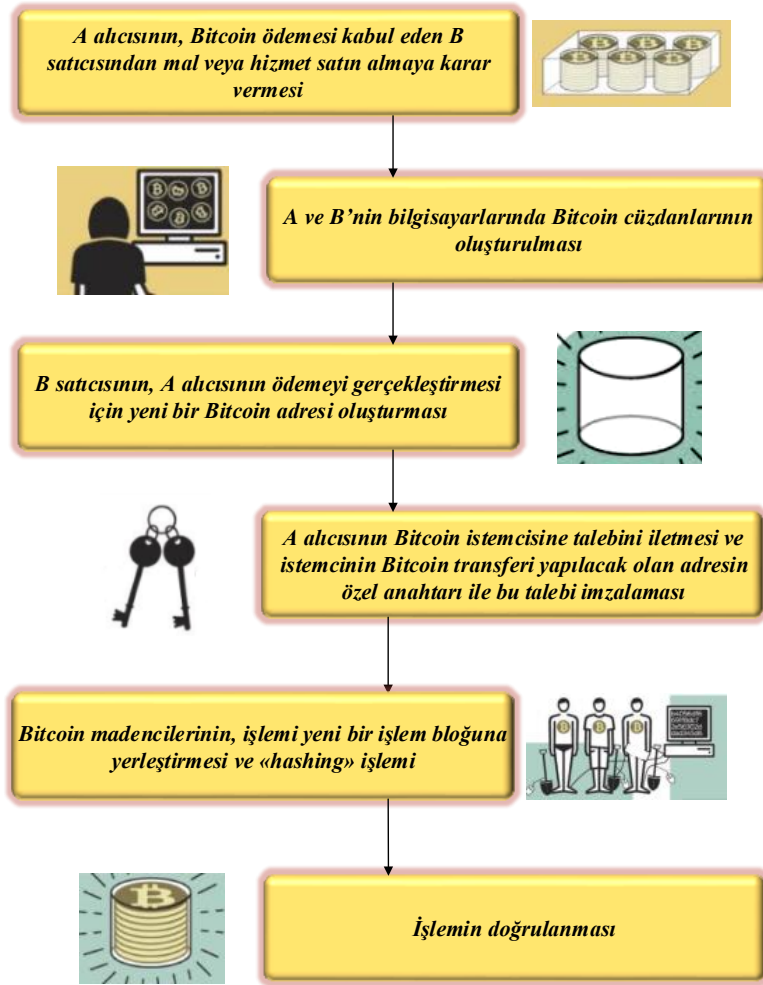
Blokzincir teknolojisini diğer bilgi sistemlerinden ayıran 4 temel karakteristik vardır. Bunlar (Saberri vd., 2018);

- merkezi olmayan yapısı,
- güvenliği,
- denetlenebilirliği ve
- akıllı uygulama olmasıdır.

Bu karakteristiklerden biri olan blokzincirinin merkezi olmayan yapısı, bilginin değiştirilmesinin kontrolünü sağlayarak geçerliliğini artırmaktadır. Ayrıca bu dağıtık yapı sayesinde, yapılan bir hata tek bir noktada toplanmamış olur ve ağa saldırıların da önüne geçilmiş olunur (URL1, 2018; Saberri vd., 2018).

Ancak, herhangi bir üçüncü tarafın kefil olmadığı bu dijital defter, kullanıcıların hile yapma riski ve paranın döngüsünün denetimi gibi önemli konularda önlemler alınmasını gerektirmiştir. Bu nedenle tüm ağa gözetim yetkisi verilerek tüm işlemler, her bir defterin özdeş bir kopyasını tutan bilgisayarların halka açık defterlerine işlenmektedir. Kullanıcılar paralarını harcadığında, bu defterler sürekli olarak güncellenmektedir (URL1, 2018).

Blokszincir teknolojisinin kullanımına ihtiyaç duymayan merkezi sistemler çökmeye ve yolsuzluğa yatkındır. Bu nedenle blokszincir teknolojisi, merkezi olmayan yepyeni bir yaklaşım sunarak bu tip tehlikelere karşı iyi bir önlem aracı haline gelmiştir (Tian, 2017).



Şekil 2. Bitcoin çalışma prensibi (kaynak: visually).

Bir diğer karakteristik olan güvenlik ile ilgili olarak The Blockchain Revolution'ın yazarı, akademi ve iş adamı Don Tapscott, blokszinciri teknolojisini “güven protokolü” olarak tanımlamakta ve blokszincirinde tarafların dürüst hareket etmelerini sağlamak için araçlara ihtiyaç olmadığını çünkü bu platformda güvenin, iş birliği ve akıllı kodlar tarafından sağlandığını söylemektedir (URL1, 2018).

Blokszincirinde denetlenebilirlik, her bir temsilci tarafından yeni bir işlem yaratıldığında bu değişikliğin algılanması ve zincirdeki düğümlerin belirli prosedürleri dikkate alarak bu işlemi onaylamasıyla zincire yeni bir blok eklenmesi ile ortaya çıkmış bir karakteristiktir. Bir kaydı bazı düğümlere güvenlik amacıyla kaydedilen bu işlem gelişmiş bir kriptoloji teknolojisi ile gerçekleştirilmektedir (Saber vd., 2018).

İşlemler sırasındaki transferin görülmesinin yanı sıra, daha önce uğradığı her bir düğüm de görülebilmektedir. Bu sistem içerisindeki herkesin kendine özgü bir numarası bulunmaktadır. Ancak hesap sahiplerinin gerçek kimlik bilgileri güvenlik nedeniyle gizlidir (URL1, 2018).

Özetle, blokszincir teknolojisi, çeşitli endüstrilerdeki boşluklara etkin ve etkili çözümler sunabilen yenilikçi özelliklere sahiptir (Tribis vd., 2018). Bu nedenle blokszincirinin uzun vadede pek çok endüstriyi daha etkileyeceğine inanılmaktadır.

2013'te yayılmaya başlayan görüşe göre, blokszincir teknolojisinin dijital para birimi transferi dışındaki alanlarda da kullanılması gerekmektedir. Bu alanlardan biri, blokszincirinin bir tedarik zincirine entegre edilmesi ve ürün takibine olanak sağlayan bir yapının oluşturulmasıdır. Zira taraflar arasında her türlü değer ve verinin

taşınması, herhangi bir aracıya ihtiyaç duymayan blokzincir teknolojisi ile mümkün olabilir. Şüphesiz ki böyle bir sistem tedarik zincirlerinde fiziksel izlenebilirliğin sağladığı şeffaflığı, yönetim sistemlerinde bilgi ve finansman güvenliğini, ve etkinliği beraberinde getirecektir (URL1, 2018), (Tribis vd., 2018).

Tedarik zincirinde izlenebilirlik konusu, genel olarak ilaç ve besin tedarik zincirlerinde önemli rol oynamaktadır. Besin tedarik zincirine entegre edilecek olan blokzincir teknolojisi, kullanıcıların güvenilir, şeffaf, izlenebilir ve kaliteli ürünler tüketmesini sağlayacak ve müşterinin yaşadığı endişeyi ortadan kaldıracaktır (Tribis vd., 2018). Bu sebeplerden yola çıkılarak bu çalışmada, çiftçiden tüketiciye uzanan tarımsal gıda tedarik zincirine entegre edilecek bir blokzinciri yapısı önerilmektedir.

Makalenin 2. bölümünde, tedarik zincirlerinde kullanılacak olan blokzincir teknolojisi ile ilgili bir literatür araştırması sunulmuştur. 3. Bölümde, Türkiye’de hal yasası ile gündemde olan sebze ve meyvelerin aracıya ihtiyaç duymadan müşteriye ulaştırılması konusu incelenerek blokzinciri tabanlı bir tedarik zinciri yapısı önerilmiştir. 4. bölümde ise sonuç ve öneriler tartışılmıştır.

2. Literatür Taraması

Bu bölümde, özellikle blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimine entegrasyonu, tarımsal gıda tedarik zincirinde blokzinciri uygulamaları ve gıda izlenebilirliği üzerine araştırmalar yapılarak literatürdeki bazı çalışmalar incelenmiştir.

Tribis, Bouchti ve Bouayad (2018) blokzincir teknolojisinin artan önemi üzerinde durarak bu teknolojinin çeşitli işletme ve endüstrilerde uygulanabilir olduğunu vurgulamıştır. Bunun yanı sıra literatürde blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetimine entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların eksikliğini tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, blokzincir teknolojisinin mevcut durumunu analiz ederek tedarik zinciri yönetiminde fayda sağlayacak bir analiz sunmuşlardır. Blokzincir teknolojisine olan ilginin özellikle 2015 yılı ve sonrasında artması ile yayın sayısının da arttığını, ancak bu teknolojinin tedarik zincirine uyarlanmasında bazı eksikliklerle karşılaşıldığını belirtmişlerdir. Bunlara, ortak standartlar sağlayacak olan yönetmelik eksiklikleri ve yasal engeller, adaptasyon ve benimseme güçlüğü, yüksek teknoloji bilgisayarların gereksinimi, uygulama maliyeti gibi hususları örnek vermişlerdir.

Kshetri ve Loukoianova (2019) çalışmalarında Asya ekonomisindeki pek çok firmanın blokzincir teknolojisini tedarik zincirlerinde kullanmaya başladığını belirtmiştir. Taylandlı işletmelerde, tedarik zinciri paydaşları için tedarik satın alma sürecinin ve ödemelerin kolaylaştırılması, Endonezya’da bir pilot projenin balıkçılık endüstrisindeki izlenebilirliği sağlamak için yürütülmesi, Toyota’nın çeşitli ülkelerde otomobil parçalarını izleyip tedarik zinciri elemanlarına gerçek zamanlı bilgi sağlaması ile güvenliğin ve güvenilirliğin sağlanması, Alibaba’nın gıda sahtekarlığı ile mücadele için blokzinciri kullanımı hakkında AusPost, Blackmores ve PwC ile çalışması bu çalışmalara örnek gösterilmiştir.

Tian (2016) Çin’in geleneksel tarım ve gıda lojistiği yerine tedarik zincirinde izlenebilirlik sisteminin gerekliliğini vurgulamıştır. RFID ve blokzincir teknolojisinin tedarik zincirine uygulanarak izlenebilir bir sistemin oluşturulması gerektiğini ve bu sistemin avantaj ve dezavantajlarını açıklamıştır. Çin’de meydana gelen tarımsal gıda kayıplarını sayısal olarak saptamış ve önerilen sistemle bu kayıpların tespit edilmesinin ve önüne geçilmesinin mümkün olacağını belirtmiştir. Çalışmasında “tarladan çatala” prensibi ile taze sebze ve meyvelerin ve etlerin tüm tedarik zinciri sürecinde izlenebilir olacağı bir yaklaşım sunmaktadır.

Tian (2017) çalışmasında Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP), blokzincir ve nesnelerin interneti konularına dayalı olarak bir gıda tedarik zinciri izlenebilirlik sistemi kurmayı hedeflemiştir. Gıda güvenliğinin günümüzde oldukça önemli bir konu haline gelmiş olması nedeniyle bu konu ile ilgili çalışmalara olan dikkatin de arttığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra blokzincir kullanımında karşılaşılan zorluklara da değinilmiştir. Bunlar yapılan iş miktarına bağlı olarak elde edilen verim, işlemlerin 10 dakikada bir onaydan geçmesi gerektiği için meydana gelen gecikmeler ve veri boyutunun kapasite düşüklüğüdür. Son olarak “tarladan çatala” gıda izlenebilirliği sistemi için blokzincir teknolojisi önerilerek gıda tedarik zincirinin güvenilir ve şeffaf bir sistem haline alması amaçlanmıştır.

Hajipour, Tavana, Di ve Akhgar (2019) satın alma davranışlarını ve maliyetleri hesaba katan bir matematiksel model oluşturarak tedarik zincirinde verimlilik ve görünürlüğü artırmayı amaçlamıştır. Kar maksimizasyonunu sağlamak için RFID sistemi ile izlenebilir bir stokastik çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı önerilmiştir. Önerilen ağı tedarik zincirinde etkinlik ve görünürlüğü artırdığı anlaşılmıştır.

Kırbaş (2018) çalışmasında blokzincir teknolojisi hakkında bilgiler vermiştir ve blokzincir yapısını açıklamıştır. Bir bloğun zincire eklenmesi aşamaları tek tek açıklanarak bu teknolojinin günümüzdeki potansiyel uygulama alanlarına finans, sağlık, gayrimenkul, tedarik zinciri, hükümet kurumları ve telekomünikasyon örnek olarak verilmiştir. Blokzincir teknolojisinin katılımcılar arasındaki akıllı sözleşmeler ile sağladığı düşük maliyet avantajı ve güvenilirlik açıklanmıştır. Ayrıca tarafların şeffaf olarak izleyebildiği her bir blokzincir aşaması sayesinde şeffaflığın korunacağı belirtilmiştir. Tedarik zincirleri, enerji sektörü, sağlık, müzik endüstrisi, yazılım sektörü gibi pek çok alanda blokzincir teknolojisinden faydalanılabileceği belirtilmiştir.

Blossey, Eisenhardt ve Hahn (2019) blokzincir teknolojisi ile tedarik zinciri yönetimini ortak bir paydada araştırarak sistemli bir literatür çalışması yürütmüşlerdir. Vakalar incelendiğinde gıda üretimi, konteyner taşımacılığı, ayırık imalat, ilaç ve maden endüstrisi olmak üzere uygulamada fazla karşılaşılan 5 vaka kümesi saptanmıştır. Tablo 1'de incelenen makalelere ilişkin bilgiler mevcuttur.

Tablo 1. Literatür taraması özet tablo.

Yazarlar	Makale	Dergi
Tian (2016)	An Agri-food Supply Chain Traceability System for China Based on RFID & Blockchain Technology	<i>13th International Conference on Services Systems and Services Management</i>
Tian (2017)	A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things	<i>14th International Conference on Services Systems and Services Management</i>
Kırbaş (2018)	Blokzinciri Teknolojisi ve Yakın Gelecekteki Uygulama Alanları	<i>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi</i>
Tribis, Bouchti ve Bouayad (2018)	Supply Chain Management based on Blockchain : A Systematic Mapping Study	<i>International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management</i>
Kshetri ve Loukoianova (2019)	Blockchain Adoption in Supply Chain Networks in Asia	<i>IEEE Computer Society</i>
Hajipour, Tavana, Di ve Akhgar (2019)	An optimization model for traceable closed-loop supply chain networks	<i>Applied Mathematical Modelling</i>
Blossey, Eisenhardt ve Hahn (2019)	Blockchain Technology in Supply Chain Management: An Application Perspective	<i>Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences</i>

3. Önerilen Çalışma

Blokzincir teknolojisi, sağladığı görünürlük ve izlenebilirlik ile tedarik zincirindeki pek çok soruna çözüm olabilecek niteliktedir. Bu teknoloji sayesinde tedarik zinciri içerisindeki bütün aktarımlar ve işlemler, tüm paydaşlar tarafından gözlenebilir şekilde kaydedilebilmektedir (Kshetri ve Loukoianova, 2019).

Günümüz tedarik zincirlerine bakıldığında, RFID teknolojisi, barkodlar ve sensörler oldukça sık kullanılmaktadır. Bu nedenle blokzincir teknolojisinin tedarik zincirine uygulanması, farklı uygulamalara nazaran daha az maliyetli olacaktır (Kshetri ve Loukoianova, 2019).

Ayrıca bu teknolojinin tedarik zincirinde kullanılması, en önemli özelliklerinden biri olan akıllı sözleşmeler ile avantaj sağlayacaktır çünkü böylece sertifikasyon işlemi sağlanarak daha güvenli, daha hızlı ve uygun fiyatlı işlemlerin gerçekleşmesi sağlanmaktadır (Morkunas vd., 2019). Klasik alışveriş işlemlerinde, tarafların şartlara uyması için görevlendirilmiş bir arabulucuya veya bir organizasyona ihtiyaç duyulurken, blokzinciri bu üçüncü tarafa olan ihtiyacın önüne geçerek akıllı sözleşmeler ile şartlara otomatik olarak uymayı gerektirmektedir.

Taraflar sözleşme şartlarını ve detaylarını görebildikleri için de herhangi bir güven problemi yaşanmamaktadır (Kırbaş, 2018). Tedarik zincirlerindeki uluslararası işlemlerde meydana gelen gecikmeler ve katlanılan maliyetler göz önünde bulundurulduğunda, blokzincir teknolojisi sayesinde kullanılan akıllı sözleşmeler, bu sorunların önüne geçebilecek niteliktedir (Morkunas vd., 2019).

İnsanları yakından ilgilendiren gıda endüstrisindeki güven ve kalite oldukça önemli konulardır. Tüketicilerin gıda endüstrisine olan güvensizliği, bu alanda yapılan çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur (Tian, 2017). Örneğin, günümüzde IBM, Walmart ve e-ticaret şirketi JD.com Çin'deki gıda takibi ve güvenliğini artırmak için Tsinghua Üniversitesi E-Ticaret Teknolojileri Ulusal Mühendislik Laboratuvarı ile çalışmaya başladığını duyurmuştur (Kshetri ve Loukoianova, 2019).

Bu şekilde hızla önem kazanan gıda güvenliği farkındalığı, tedarik zinciri boyunca gıdanın geldiği yer, güvenliği ve doğallığı hakkında şeffaf bilgiler verecek olan bir blokzincir teknolojisi fikrini doğurmuştur (Kshetri ve Loukoianova, 2019). Günümüzde RFID ve kablosuz ağ tabanlı sensörler tedarik zincirinin izlenebilirliği için kullanılmakla birlikte bunların sağladığı bilgilerin güvenilir olup olmadığı tartışmalı bir konudur. Ayrıca bu sistemlerdeki potansiyel siber saldırılar da bir tehdit olarak varlığını sürdürmektedir. Blokzincir teknolojisi, bu riskleri ortadan kaldırarak bilgileri tedarik zincirinin tüm üyeleri ile paylaşım hammadeden müşteriye kadarki tüm süreci şeffaf bir şekilde yönetirken, akıllı sözleşmelerle ve dağıtık onay yapısıyla güvenilirliğini korumaktadır. (Tian, 2017).

Tüm bu sebeplerin sonucunda, bu çalışmada, Türkiye'de son zamanlarda gündemde olan ve uygulamaya koyulması planlanan hal yasasından yola çıkılarak sebze ve meyvelerin çiftçiden tüketiciye daha uygun fiyatlarla ulaşması sürecindeki tedarik zincirine entegre edilecek bir blokzincir teknolojisi önerilmektedir. "Tarım Ürünlerinin Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun" Teklifi Taslağı olarak 8 Kasım 2018'de Meclis'e taşınmış olan hal yasası, üreticiler ve tüketiciler arasındaki tedarik zinciri yönetimi sorunlarından yola çıkmış, komisyonculuğu ortadan kaldıracak yeni bir bakış açısı sunmasıyla son zamanlarda Türkiye gündeminde olan bir konu haline gelmiştir. İlgili yasa teklifi hazırlanmış olup yürürlüğe girmesi beklenmektedir (URL2, 2019).

İlgili hal yasasına göre, sebze ve meyvelerin üreticiler, ithalatçılar ve toptancılar tarafından toplu satışları yapılarak komisyon temelli yapının değiştirilmesi amaçlanmaktadır (URL2, 2019), çünkü sebze ve meyvelerin tarladan marketlere gelene kadar geçirmiş olduğu fiyat değişimi ciddi boyutlara ulaşmıştır (URL3, 2018). Ancak üreticiden tüketiciye doğrudan ulaştırılan sebze ve meyveler ile nakliye fiyatı dışında herhangi bir karın eklenmeyeceği satış tipinin benimsenmesi, üreticilerden alınan sebze ve meyvelerin tanzim satış noktaları ile çok daha ucuza satılabilmesine imkân sağlayacaktır (URL4, 2019).

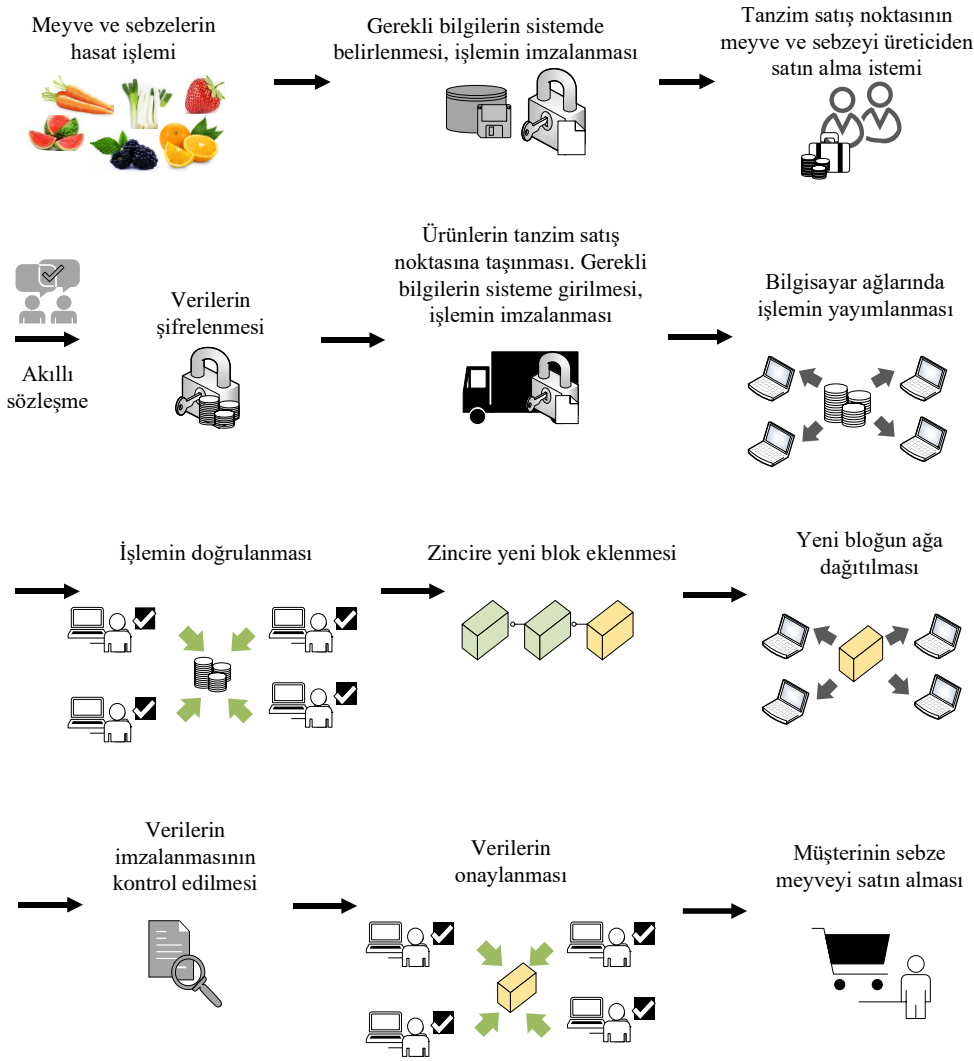
Bir diğer sıkıntı, Türkiye'nin, sebze ve meyve üretimi konusunda dünyada ilk sıralarda yer almasına karşın bu sebze ve meyvelerin kısa zaman içinde, yüksek kalitede ve en az kayıpla müşterilere sunulması konusunda aksaklıkların yaşanmasıdır. Özellikle çürüme ve bozulmalar konusunda yaşanan kayıpların yanı sıra, taşıma ve pazarlama sırasında da kayıplara rastlanılmaktadır (Yalçın vd., 2005). Bu kayıpların tespit edilmesi ve önüne geçilmesi için, sebze ve meyvenin hasadından, depolanması, dağıtımı ve müşteriye satışına kadar geçen süreçteki bütün verilerin paylaşılması ve kayıt altında tutulması ile izlenebilirlik sağlanabilecektir.

Ayrıca hal yasası ile komisyonculuğun ortadan kaldırılması sonucunda, tanzim satış noktaları akıllı sözleşmeler ile sebze ve meyveleri temin edecektir. Sertifikasyonun dijitalleşmesi maliyetleri düşürecek, uygulamada kolaylık sağlayacaktır.

Böyle bir sistemdeki blokzincir yapısının çalışma adımları, Nakamoto tarafından aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Engelenburg vd., 2018):

- Taraflardan birinin siparişler, sözleşmeler ve envanter hakkındaki verileri toplaması
- Tarafın kendi kimliği ve sözleşmelerinin bitiş tarihleri dışındaki tüm veri öğelerini şifrelemesi
- Tüm tarafların verileri imzalaması
- Verilerin ağa dağıtılması
- Bir düğümün verileri bir bloğa eklemesi ve zincire yeni blok eklenmesi
- Yeni bloğun ağa dağıtılması
- Tarafların verilerin uygun taraflarca imzalanıp imzalanmadığını kontrol etmesi
- Tarafların verileri onaylaması durumunda en üste yeni bir blok eklenmesi

Buna göre Şekil 3'te önerilen blokzincir tasarımının nasıl kullanılacağı gösterilmiştir.



Şekil 3. Blokzincir teknolojisinin komisyonuz sebze ve meyve tedarik zincirinde kullanımı.

Görüldüğü gibi önerilen tedarik zincirinde, üretici ve pazar arasında herhangi bir üçüncü tarafa ihtiyaç duyulmamaktadır, böylece çiftçinin karımın artırılması hedeflenmektedir.

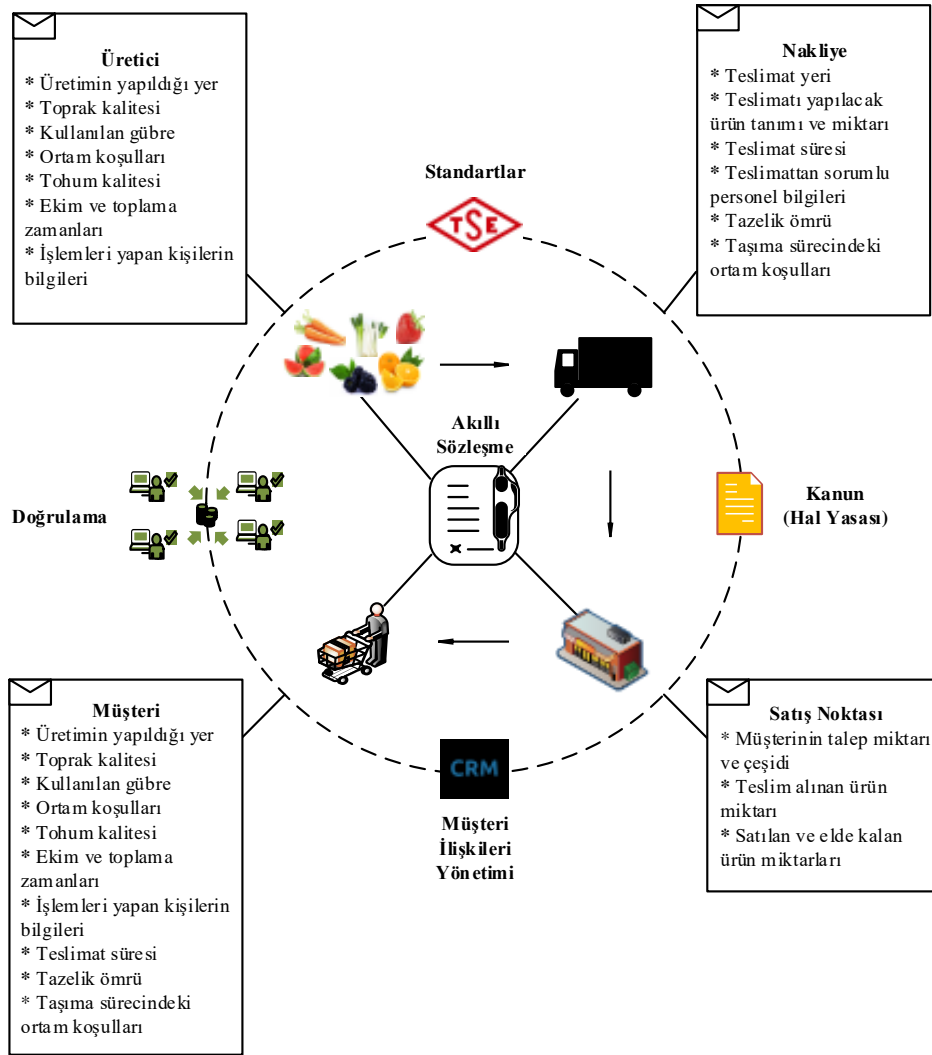
Şekil 4'te ise blokzincir teknolojisi tabanlı, dağıtık yapıllı tedarik zinciri verilmiştir. Bu şekilde; üretici, nakliye ve satış noktasının sisteme girdiği bilgiler ile müşterinin erişebileceği bilgiler gösterilmektedir.

Öncelikle sebze ve meyvelerin üretimine başlanırken üretimin yapıldığı yer, toprağın kalitesi, tohum ve kullanılan gübre türü belirlenir. Gelişim esnasındaki ortam koşulları, su miktarı ve ekim ve toplama zamanları yine sisteme girilir. Bu bilgiler zincire dâhil olan bütün taraflar tarafından görülebilmektedir. Üretimin yapıldığı yer bilgisi, sebze ve meyvelerin nerede üretildiğine dair müşterilere verilen yanlış bilgilerin önüne geçecektir. Tüm bu işlemleri yapan çiftçinin bilgileri de sisteme girilerek gerektiği durumlarda çiftçi ile iletişime geçilmesi kolaylaştırılır.

Ayrıca nakliye sırasında bu besinlerin bozulması riskine karşılık da nakliye süresi ve ortam koşulları bilgileri yine hem üreticinin, hem satış noktasının, hem de müşterinin görebileceği şekilde sisteme dâhil edilmektedir. Bu şekilde yönetilen bir süreçle bozulan besinler daha çabuk tespit edilerek tüketiciye ulaşmadan geri çağırılacaktır. Sebze ve meyvenin bozulmadan ulaşacağına garantisini alan müşteri ürünü görerek almaya gerek duymayıp, internet satışlarına yönelebilecektir.

Çiftçinin de takip edebileceği süreç sayesinde talebe uygun olarak yatırım yapılacak olan sebze ve meyve türü oranları belirlenebilir.

Doğrulama işlemi, tarafların tümü tarafından gerçekleştirilmelidir zira bu işlemin yapılmaması durumunda yukarıda belirtilen verilere ulaşılması söz konusu değildir.



Şekil 4. Blokzincir teknolojisi tabanlı sebze ve meyve tedarik zinciri.

Tarafların dâhil olacağı akıllı sözleşmeler ile karşılıklı güven protokolü sağlanacaktır ve tedarik zincirinde bulunan taraflar, aralarındaki akıllı sözleşmeler ile birbirlerine bağlı hale gelecektir. Yani, akıllı sözleşmenin olmadığı durumlarda tedarik zincirinden söz edilemez. Ayrıca bu sistemde taraflardan herhangi birine sözleşme yolu ile bağlı olmayan bir taraf tedarik zincirine dâhil değildir (Engelenburg vd., 2018).

Şeffaflık ve merkezi olmayan yapının bir gereği olarak işlemin madenciler tarafından onaylanmasının sağladığı güvenlik ile de gıda sektörünün önemli bir bileşeni olan sebze ve meyve tedarik zincirine olan güvenilirlik şüphesiz ki artacaktır. Ayrıca yapılan işlemlerin değiştirilemeye özelliği ile geçmişe dönük sahtekârlıkların da önüne geçilecektir.

Önerilen sistemde üretici, nakliye, satış noktası ve müşteriler akıllı sözleşmelerle sağlanan sertifikasyon ile e-devlet üzerinden sisteme dâhil edilebilir. Böylece e-devlet şifresi ile sisteme giren taraflar erişimlerine izin verilen tüm verilere ulaşabilir. Aynı zamanda üretici, nakliye ve satış noktasının sisteme girmiş olduğu verilere müşterinin akıllı telefonu ile erişebilmesi için barkod sistemi kullanılabilir. Böylece ürün paketinde yer alacak olan barkodu akıllı telefonuna indirdiği bir barkod okuyucu uygulama ile okutan müşteri, ürünün üretiminde, dağıtımında ve satışındaki tüm verileri inceleme fırsatı bulacaktır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, geleneksel tedarik zincirinden yola çıkılarak blokzinciri tabanlı yeni bir tedarik zinciri yönetimi fikri sunulmuştur. Türkiye'nin yeni bir sisteme geçmekte olduğu hal yasası ile sebze ve meyvelerin tarladan

müşteriye ulaşması ve bu esnada yüksek komisyon ücretlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Gıda güvenliğinin önemi göz önünde bulundurulduğunda, maliyetleri düşürmeyi hedefleyen bu yeni sisteme blokzincir teknolojisinin eklenmesi ile sebze ve meyve tedarik zincirinin izlenebilirliği ve güvenliği sağlanacaktır.

Önerilen çalışma ile merkezi veri tabanına sahip geleneksel sistemlerin aksine, dağıtık bir yapı ile siber saldırılara karşı korunaklı ve zincirin tüm taraflarının bilgiye erişebileceği bir sistem sunulmuştur. Akıllı sözleşmeler ile karşılıklı güvenin dijital olarak korunduğu bu sistemde üretici, satış noktası ve müşteri çeşitli bilgilere erişebilmekte ve böylece taraflar arasında şeffaflık sağlanmaktadır. Müşteri, ürünün içeriği, üretim ve taşıma süreci hakkındaki bilgilere eriştiği için sebze ve meyve tedarik zincirinde güvenilirlik artacaktır.

Bu çalışma, örnek bir öneri olup farklı gıda tedarik zincirlerine ve farklı sektörlere uyarlanabilecek niteliktedir. Gelecek çalışmalarda blokzincir teknolojisi tabanlı bir tedarik zincirinin matematiksel optimizasyon modeli kurularak bu alanda yapılacak olan iyileştirme çalışmalarına öncülük edilebilir.

Kaynaklar

1. **Blossey G, Eisenhardt J, Hahn GJ (2019)**. Blockchain technology in supply chain management: An application perspective. Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, 6: 6885–6893.
2. **Dabbagh M, Sookhak M (2019)**. The evolution of blockchain: A bibliometric study. IEEE Access, 7: 19212–19221.
3. **Engelenburg Sv, Janssen M, Klievink B (2018)**. A Blockchain Architecture for Reducing the Bullwhip Effect. Business Modeling and Software Design, 69-82.
4. **Hajipour V, Tavana M, Caprio DDi, Akhgar M (2019)**. An optimization model for traceable closed-loop supply chain networks. Applied Mathematical Modelling, 71: 673–699.
5. **Kehoe L, O’Connell N, Andrzejewski D, Gindner K, Dalal D (2017)**. When two chains combine: Supply chain meets blockchain. Deloitte, 2–15.
6. **Kırbaş İ (2018)**. Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 75–82.
7. **Kshetri N, Loukoianova E (2019)**. Blockchain adoption in supply chain networks in Asia. IT Professional, 21(1): 11–15.
8. **Morkunas VJ, Paschen J, Boon E (2019)**. How blockchain technologies impact your business model. Business Horizons, 2018.
9. **Nakamoto S (2013)**. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. www.bitcoin.org, 1–9.
10. **Özdemir Aİ (2004)**. Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23: 87–96.
11. **Özdemir Aİ, Doğan NÖ (2010)**. Tedarik zinciri entegrasyonu ve bilgi teknolojileri. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 28(1): 19–41.
12. **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.
13. **Tian F (2016)**. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. 13th International Conference on Service Systems and Service Management, ICSSSM 2016, 1–6.
14. **Tian F (2017)**. A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & internet of things. 14th International Conference on Services Systems and Services Management, ICSSSM 2017 – Proceedings, 1–6.
15. **Tribis Y, Bouchti AEI, Bouayad H (2018)**. Supply chain management based on blockchain: A systematic mapping study. MATEC Web of Conferences, 200(00020).
16. **URL1 (2018)**. <https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/10/blockchain-music-imogen-heap-provenance-finance-voting-amir-taaki>
17. **URL2 (2019)**. <https://www.dw.com/tr/t%C3%BCrkiyedeki-yeni-hal-yasas%C4%B1-kimin-faydas%C4%B1na-olacak/a-47576338>
18. **URL3 (2018)**. <https://www.haberturk.com/bakan-albayrak-acikladi-yeni-hal-yasasi-geliyor-hal-yasasi-neler-getirecek-2180212>
19. **URL4, (2019)**. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/halk-cok-ucuza-gida-alabilecek-iste-yapilacak-degisiklikler-41108405>
20. **Yalçın M, Özelkök İS, Acıcan T (2005)**. Meyve ve sebzelerin hasat-pazarlama arası akışımında oluşan fungal ve fizyolojik kayıpların önlenmesi amacıyla küçük ölçekli işletmelere yönelik bir prototip yıkama sisteminin geliştirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(1): 43–48.