

Derleme

Geleceğin Tedarik Zinciri Modelinin Bugünden Tartışılması: Çiftçi Dostu Blok Zincir Destekli Akıllı Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri Modeli

Sabiha KILIÇ

Hitit Üniversitesi, İİBF

sabihakilic@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0906-4567

Öz

Çalışma, geleneksel tarımsal gıda tedarik zinciri modeline alternatif olarak kullanılacak blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modelini tartışmayı ve farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, çalışmada öncelikle blok zincir teknolojisi, akıllı tedarik zinciri modeli ve akıllı sözleşme kavramları incelenmiştir. Daha sonra, 30 Eylül 2022 tarihinde Web of Science veri tabanında "agricultural food supply chain" ve "blockchain" anahtar kelimeleri yazılarak yapılan tarama sonucunda elde edilen 2017-2022 yıllarına ait 219 çalışma Vosviewer bilimsel haritalama programı yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri alanındaki çalışmaların yazar, sayı, tür, ortak anahtar kelime ve çalışmaların yapıldığı ülkeler bazında entelektüel gelişimi görselleştirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda, tarımsal gıda üreticisi çiftçilere büyük avantajlar sağlayabilecek olan 2021 yılında Jaswitha ve arkadaşları tarafından önerilen çiftçi odaklı tedarik zinciri modeli incelenmiştir. Çalışma, blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modelinin dünyadaki gelişiminin incelendiği ve ülkemiz açısından uygulanabilirliğinin değerlendirildiği derleme niteliğinde bir eserdir.

Anahtar kelimeler: Blok Zincir, Nesnelerin İnterneti, Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri Modeli, Çiftçi, Akıllı Sözleşme

Jel Sınıflandırma Kodları: Q11, Q12, Q16

Discussing the Future Supply Chain Model from the Today: Farmer-Friendly Blockchain Supported Smart Agri-Food Supply Chain Model¹

Abstract

The study aims to discuss and raise awareness about the blockchain-supported smart agri-food supply chain model, which can be used as an alternative to the traditional agri-food supply chain model. For this purpose, firstly, the concepts of blockchain technology, smart supply chain model and smart contract were examined in the study. Then, on September 30, 2022, 219 studies belonging to the years 2017-2022 obtained as a result of scanning using the keywords "agricultural food supply chain" and "blockchain" in the Web of Science database were analyzed with the help of Vosviewer scientific mapping program. As a result of the analysis, the intellectual development of the studies in the field of blockchain supported smart agrifood supply chain was visualized on the basis of author, number, type, common keyword and countries where the studies were conducted. In the study, the farmer-oriented supply chain model proposed by Jaswitha et al. in 2021, which can provide great advantages to agri-food producer farmers, is examined. The study is a compilation in which the development of the blockchain-supported smart agricultural food supply chain model in the world is examined and its applicability for our country is evaluated.

Keywords: Blockchain, Internet of Things, Agricultural Food Supply Chain Model, Farmer, Smart Contract

JEL Classification Codes: Q11, Q12, Q16

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 04.10.2022 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 06.12.2022

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Kılıç, S. (2023). Geleceğin tedarik zinciri modelinin bugünden tartışılması: Çiftçi dostu blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeli. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 344-367. doi: 10.18074/ckuifbd.1184397.

1. Giriş

İnsan yaşamı gıda odaklıdır ve insan toplulukları gıdanın üretilebildiği arazilerde yerleşim kurmuşlardır. Dünya çapında gıda ve tarım endüstrisi büyük bir istihdam potansiyeline sahiptir. Çiftçiler, işletmeler, toptancılar, aracılar, dağıtıcılar ve tüketiciler olmak üzere çeşitli sektörlerden ve çeşitli ortaklardan oluşan tarım endüstrisi en karmaşık tedarik zincirine sahip endüstrilerden biridir. Ancak günümüzde bilişim teknolojisi alanında yaşanan gelişmelere bağlı olarak blok zincir ve nesnelere interneti teknolojilerinden yararlanılarak daha az karmaşık ve çiftçi odaklı tedarik zinciri yönetim sisteminin kurulması mümkün olabilir (Malik, Dedeoğlu, Kanhere ve Jurdak, 2019).

Tarım endüstrisi, meteoroloji olayları, tohum kalitesi, çiftçilik tarzı, nem, toprak tipi ve su gibi çok sayıda değişkenden etkilenmektedir. Değişken sayısının çok olması, uygun bir yönetim sistemi olmadan ürün kalitesinin izlenmesini ve sürdürülebilirliğini zor ve karmaşık hale getirmektedir. Bunların yanı sıra tarımsal ürün pazarı piyasa ekonomisine dayandığı için tedarik zinciri de zaman içinde giderek daha karmaşık hale gelmiştir (Casey ve Wong, 2019).

Tarımsal gıda zincirinde çok sayıda aracının bulunması önemli bir sorundur. Aracı sayısının artması tarımsal ürünlerin fiyatlarına yansımakta bu durum hem çiftçiyi hem de yüksek fiyatlardan etkilenen nihai tüketicileri olumsuz yönde etkilemektedir. İfade edilen bu durum Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB)'nin 2023 yılı Şubat ayına dair paylaşmış olduğu çeşitli ürün kalemlerine ilişkin üretici, hal, pazar ve market fiyatları tablosunda görülmektedir. Tarımsal gıdalara üretici yani çiftçiden markete gelinceye kadar yapılan fiyat artışları Tablo 1'de yer almaktadır (TZOB, 2023).

Tablo 1: 27 Şubat 2023 İtibariyle Seçilmiş Ürünlerde Üretici, Hal, Pazar ve Market Fiyatları (TL/Kg)

ÜRÜNLER	Fiyat (TL/Kg)				Fiyat Farkı (%)		
	Üretici	Hal	Pazar	Market	Hal/Üretici	Pazar/Üretici	Market/Üretici
Elma	5,00	12,95	14,67	17,58	159,00	193,33	251,6
Limon	5,25	10,95	13,33	16,73	108,57	153,97	218,7
Ispanak	6,14	8,25	12,75	15,94	34,30	107,56	159,6
Marul(adet)	5,96	8,55	11,67	15,49	43,35	95,61	159,7
Maydanoz	2,40	2,88	4,58	6,02	20,00	90,97	150,7
Karnabahar	8,33	8,95	14,50	17,88	7,40	74,00	114,5
Nohut	19,75	28,00	32,5	42,32	-	64,56	114,3
Yeşil Mercimek	18,20	26,00	29,00	37,96	-	59,34	108,6
Havuç	8,00	9,85	13,83	16,69	23,13	72,92	108,6
Patates	5,81	8,79	10,50	11,61	51,29	80,72	99,7
Kuru Fasulye	24,00	29,00	32,50	46,27	-	35,42	92,8

Kaynak: <http://www.tzob.org.tr/basin-odasi/haberler/subat-uretici-market-aylik-villik-girdi-fiyatlari>

Tablo 1’de yer alan veriler incelendiğinde tarımsal gıda pazarında üreticilerin diğer bir ifadeyle çiftçilerin ürünün asıl üreticileri olmalarına rağmen kazançlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Emek-yoğun bir sektör olan tarım sektöründe aracı etkisine maruz kalınmaktadır. Bu ise hem asıl üreticiler olan çiftçilerin hem de nihai tüketicilerin yüksek fiyatlardan etkilenmelerine neden olmaktadır.

Bugünün dünyasında yaşanan teknolojik gelişmeler her alanda olduğu gibi tedarik zinciri alanında da yeni gelişmeleri gündeme getirmektedir. Blok zincir teknolojisi, nesnelerin interneti, akıllı sözleşmeler ve akıllı sensörler sayesinde daha yalın ve daha akıllı tedarik zinciri modelleri aracı etkisini azaltarak çiftçilerin emeklerinin karşılığını almalarına yardımcı olabilir. Bu kapsamda çalışmada blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler çerçevesinde akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri yönetim sistemi incelenmiş çiftçi dostu blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeline ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur. Aşağıdaki bölümde blok zincir teknolojisi konusunda ayrıntılı bilgi yer almaktadır.

2. Blok Zincir Teknolojisi

Blok zincir teknolojisinin ekonominin çeşitli sektörlerinde büyüyen bir potansiyeli bulunmaktadır. Dağıtık defter yapısı, ademi merkezîyetçi olması, değişmezlik ve şifreleme sistemi, blok zincir teknolojisini bugünün en önemli ihtiyaçlarından biri haline getirmiştir (Jain, Dash, Kumar ve Luthra, 2021). Bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler, sanal iş modellerindeki devrimde büyük rol oynamaktadır (Ismagilova, Hughes, Dwivedi ve Raman, 2019). Bu anlamda keşfedilen en umut verici ve alışıldık olmayan teknoloji olarak blok zincirin, bugünün iş modellerini büyük ölçüde etkileyecek olan ve farklı alanlarda yeni yöntemler geliştirilmesini sağlayacak olan bir teknoloji olduğu söylenebilir (Risius ve Spohrer, 2017).

Nakamoto (2008) blok zinciri, bilgi depolamak için değişmez ve dağıtılmış bir yol olarak tanımlar. Blok zinciri özel kılan şey, içinde saklanan bilgilerin silinememesi veya değiştirilememesidir. Dağıtık defter teknolojisi kayıtlı verilerin birer kopyasının sistemde yer alan diğer katılımcılarda da olmasını sağlar. Blok zincir tasarımındaki yenilik, zincire eklenen her bilgi parçasının zaman damgalı olması ve benzersiz bir matematiksel hesaplama ile bağlantılı olmasıdır. Her kayıt bir matematiksel hesaplama ile ilişkilendirildiğinden, matematiksel hesaplama yeniden yapılmadan bir kayıt değiştirilemez (Nakamoto, 2008). Aşağıdaki şekilde blok zincir sistemi görülmektedir:



Şekil 1: Blok Zincir Sistemi

Kaynak: Casey ve Hounsom, 2017

Çapraşık ve merkezi olmayan blok zincir süreçleri, yüksek düzeyde doğruluk ve güven sağlar. Ağdaki her katılımcı işlemlerin doğruluğunu sağlayabilme yetkisine sahiptir. İşlemleri doğrulamak için ağda fikirbirliği ve kriptografik teknoloji

kullanılır. Böylece güven, merkezi bir otorite veya denetçi tarafından harici olarak değil, sürekli olarak ve ağda kurulur. Ayrıca, blok zincirde merkezi olmayan depolamanın hata oranını oldukça düşürdüğü bilinmektedir. Çok sayıda ağ katılımcısının hata vermesi durumunda dahi blok zincir, tüm hataları ortadan kaldırarak kullanılabilir durumda kalmaktadır. Blok zincirde depolanan yeni bilgiler değiştirilemez nitelikte olup blok zincir kayıt tutma yöntemi, işlemlerin silinmesini veya geri alınmasını önlemektedir. Kayıt tutma yöntemi işlem girildikten sonra kaydın kalıcı olmasını sağlar (Casey ve Hounsom, 2017). Aşağıdaki bölümde blok zincir destekli tedarik zinciri modeline ilişkin değerlendirmeler yer almaktadır.

3. Blok Zincir Destekli Akıllı Tedarik Zinciri Modeli

Nesnelerin internetinin benimsenmesi yapay zeka, bulut bilişim ve blok zincir gibi çeşitli ileri teknolojilerin benimsenmesini de sağlamıştır. Blok zincir, nesnelerin interneti ağına bağlı cihazlar için merkezi olmayan ve ölçülebilir bir ortam sağlayarak güvenilir bir ekosistem yaratır. Nesnelerin interneti şirketlere operasyonlarını akıllı sistemler kullanarak yürütmeleri için çok çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Blok zincir bankacılık, finansal hizmetler, sigortacılık, otomotiv, imalat, sağlık ve tarım gibi çeşitli endüstriler için muazzam bir potansiyele sahiptir. Nesnelerin interneti ve blok zincir entegrasyonu, son kullanıcıların sistemlerini verimli hale getirmelerine izin vermektedir. Blok zincir teknolojisi ile nesnelerin interneti pazarının büyümesinde iki temel itici faktör bulunmaktadır. Bunlar; nesnelerin interneti teknolojisinin giderek artan oranda benimsenmesi ve operasyonel verimliliği iyileştirme ihtiyacı olarak ifade edilebilir².

Tedarik zinciri pazarına blok zincir teknolojilerinin entegrasyonu sayesinde 2017 yılında 81,40 milyon ABD doları olan pazar büyüklüğünün, yıllık yaklaşık %87 bileşik büyüme oranıyla 2027 yılına kadar 3.485 milyon ABD dolarına ulaşması beklenmektedir³.

Akıllı tedarik zincirinde ürün, kalite ve miktar bilgilerinin dijital kayıtlar şeklinde tutulması ve şeffaflık büyük önem taşımaktadır. Ürün bulundurma kayıtlarının izlenebilirliği, şeffaflık sorununun çözümüne katkıda bulunur. Geleneksel tedarik zinciri modellerinde özellikle gözetim kayıtları yönetiminde ürün verilerinin bütünlüğünün sağlanması, kullanılabilirliği ve şeffaflığının korunması gibi konularda çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Ayrıca çiftçiler (tedarikçiler) ve perakendeci ile nihai müşteriler(alıcılar) tedarik zincirinde aracı etkisine maruz kalmaktadırlar. Aracı etkisine maruz kalmak, kaliteli ürünlerin daha düşük maliyetlerle mevcudiyetini kısıtladığı gibi aynı zamanda hem çiftçiler hem de nihai kullanıcılar için finansal avantajları azaltmaktadır. Geleneksel tedarik zinciri

²<https://ipsnews.net/business/2022/02/02/blockchain-in-supply-chain-market-growth-industry-trends-share-key-players-size-forecast-to-2027/>

³<https://www.marketresearchfuture.com/reports/blockchain-supply-chain-market-6702/>

modelleri satıcı ya da aracı odaklı olduğundan çiftçilerin tedarik zinciri üzerindeki etkileri de son derece azdır (Prause, 2019; Kamilaris, Fonts ve Prenafetabold, 2019).

Geleneksel tedarik zinciri modellerinde yaşanan teknolojik ve teknik olmayan sorunların üstesinden gelebilmek için izlenilebilir, kayıt ve işlemleri müdahalelere karşı korumalı, merkezi olmayan, şeffaf bir tedarik zinciri modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada blok zincir ve nesnelerin interneti gibi gelişmiş teknolojilerden yararlanılarak mevcut geleneksel tedarik zinciri modelinin yetenekleri geliştirilebilir (Tian, 2017).

Akıllı tedarik zinciri modelinde; tedarik zincirinin tüm adımları, sırasıyla akıllı sensörler ve akıllı sözleşmeler kullanılarak blok zincirinde belgelenir. Bu modelde tahrif edilmiş veri olasılığı neredeyse sıfırdır. Ürün/mahsul takibi basitleştirilmiştir. Blok zincir ve akıllı sensörler aracılığıyla tedarik zincirinin dijitalleştirilmesi, karşılaşılan sorunlara çözüm sağlayabilecektir. Dijitalleştirilmiş akıllı tedarik zincirinin avantajları; şeffaflık, değişmezlik, kullanılabilirlik ve bütünlük olarak sıralanabilir. Önerilen bu yeni model, araçları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir (Aich, Chakraborty, Sain, Lee ve Kim, 2019). Böylece tedarik zincirindeki tüm taraflar için adil fiyatlandırma sağlanabilecektir. Dijitalleştirilen akıllı tedarik zinciri modeli sayesinde merkezi olmayan tedarik zinciri oluşturulur, tedarik zinciri otomasyonu sağlanır ve tedarik zincirinde akıllı sözleşmeler kullanılarak kendi kendini yöneten dijital sözleşmeler tasarlanır (Chen, Liu, Yan, Hu ve Shi, 2020). Aşağıdaki bölümde akıllı tedarik zinciri modelinin en önemli unsuru olan akıllı sözleşme kavramına dair ayrıntılı bilgi yer almaktadır.

4. Akıllı Sözleşme

Akıllı sözleşme kavramı ilk olarak 1994 yılında Nick Szabo tarafından giriş niteliğinde bir yazıda kullanılmıştır (Szabo, 1994). Daha sonra 1996 yılında akıllı sözleşmelerin nerelerde kullanılabileceğine dair bir araştırma yazısı yayımlanmıştır (Szabo, 1996). Szabo (1994) akıllı sözleşmeyi, bilgisayar destekli, sözleşme şartlarını içeren bir işlem protokolü olarak tanımlamaktadır. Akıllı sözleşme, genel ve ekonomik amaçlar içermektedir. Genel amaçları arasında, ödeme koşulları, haciz, gizlilik ve icra gibi ortak sözleşme koşullarını yerine getirmek, bilerek ya da sehven yapılabilecek hataları en aza indirmek ve araçlara olan ihtiyacı minimize etmek yer almaktadır. Ekonomik amaçları arasında ise dolandırıcılık kaybının, tahkim ve icra maliyetlerinin ve diğer işlem maliyetlerinin düşürülmesi yer alır. Szabo, 1994 yılına ilişkin POS cihazlarını, kredi kartlarını ve EDI (Elektronik Veri Değişimi) gibi dönemin bazı teknolojilerini ham akıllı sözleşmelere benzetmiştir (Szabo, 1994). Akıllı sözleşme, tarafların anlaşmaya vardıkları bir dizi sözleşme şartlarını, bu şartların yer aldığı dijital formları, protokolleri ve tüm bu işlemlerin otomasyonunu içermektedir. İfade edilen bu unsurlar aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanmaktadır:

- Sözleşme Şartları: Taraflarca tasarlanan ve karşılıklı alışverişi gerçekleştirmek için üzerinde anlaşmaya varılan sözleşme hükümleri ve/veya kurallarına dayalı işlemlerdir.
- Dijital Form: Akıllı sözleşmenin elektronik olarak tasarlandığı ve çalıştığı anlamına gelir. Sözleşmenin tüm şartları ve işlemleri kodlanarak tasarlanır.
- Protokoller: Algoritma şeklindeki bu protokoller, akıllı sözleşmeyle ilgili eylemleri gerçekleştirmek için her bir tarafın uyması gereken kuralları tanımlar.
- Otomasyon: Akıllı sözleşmenin kendi kendine çalışan doğasını içerir. Bir kez başlatıldığında sonuçlar geri alınamaz. Süreç otomatik olarak işler.

Kısacası akıllı sözleşmeler, işlem yapan taraflar arasındaki anlaşmalar olup bilgisayar kodu kullanılarak yazılır ve belirli koşullar karşılığında kendi kendine çalışacak şekilde programlanır (Szabo, 1996). Böyle bir otomatik sistemin çalışabilmesi için akıllı sözleşmelerin, gerekli doğrulama ve bütünlüğü sağlamak amacıyla Ethereum gibi bir blok zincir platformuna entegre edilmesi gerekmektedir. Akıllı sözleşmelerin nasıl çalıştığını anlamak için Ethereum platformunun nasıl çalıştığını ve akıllı sözleşmelerin nasıl devreye girdiğini bilmek de önemlidir. Ethereum, 2013 yılında Vitalik Buterin tarafından oluşturulmuş bir proje platformudur. Ethereum protokolünün altında yatan temel fikir bir ağın tüm eşlerinin birbirine bağlı olmasıdır. Ethereum'daki temel birim hesaptır ve Ethereum blok zinciri, her hesabın durumunu izler. Hesaplar arasında her değer ve bilgi alışverişinde hesapların durum geçişleri blok zincirinde eş zamanlı olarak kaydedilir. Ethereum'da dışarıdan sahip olunan hesaplar (Externally Owned Accounts-EOAs) ve sözleşme hesapları olmak üzere 2 tür hesap vardır. Dışarıdan Sahip Olunan Hesaplar (EOAs) hesabın sahibi kişilere atanan özel anahtarlarla kontrol edilirken sözleşme hesapları ise kendi iç kodlarına tabidir ve yalnızca bir EOA tarafından etkinleştirilebilir (<https://ethereum.org/en/smart-contracts/>). Sözleşme hesapları, akıllı sözleşmelerin blok zinciri içinde bulunduğu yerdir.

Akıllı sözleşmelerin bir blok zincirinde nasıl çalıştığına ilişkin özet bir süreç aşağıdaki şekilde yer almaktadır:

1. Adım Fırsatı Tanımla: Sözleşme şartlarına karar verin ve değer değişimi konusunda anlaşmaya varın.

2. Adım Sözleşme Oluştur: Eylemlerin otomatikleştirilebilmesi için yürütme koşullarını koda yazın

3. Adım Sözleşmenin Kaydedilmesi: Sözleşmeyi blok zincirine kaydedin ve koşulların yerine getirilmesini bekleyin

4. Adım Sözleşmeyi Yürüt: Sözleşmeyi başlatacak tetikleyici diğer bir ifade ile mübadeleyi başlatacak bir fırsat yaratın ve koşullar karşılanırsa

5. Adım Sonuçları Kaydet: Sonuçlar blok zincirine kalıcı olarak kaydedilir ve tüm düğümlerde güncellenir

Şekil 2: Bir Blok Zincirinde Akıllı Sözleşme Süreci

Kaynak: Smart Contracts Alliance (2016), "Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond," Chamber of Digital Commerce, White Paper

Şekil 2’de görüldüğü üzere akıllı sözleşme oluşturmak için tarafların öncelikle işbirliği yapmaları ve her bir taraf için istenen sonuçlar üzerinde anlaşmaları amacıyla bir fırsat belirlenmelidir. Daha sonra mallar veya hizmetler gibi herhangi bir olası değer değişimini içeren bir akıllı sözleşme oluşturulur. Ardından, bir değiş tokuşun gerçekleşebilmesi için yerine getirilmesi gereken hüküm ve koşullar belirlenir. Tüm bu hüküm ve koşullar bilgisayar dili kullanılarak kodlanır ve programlanır. Programlanan akıllı sözleşme belirlenen koşullar altında başlatıldığında kendi kendine çalışacak şekilde blok zincirine yerleştirilir (Smart Contracts Alliance, 2016).

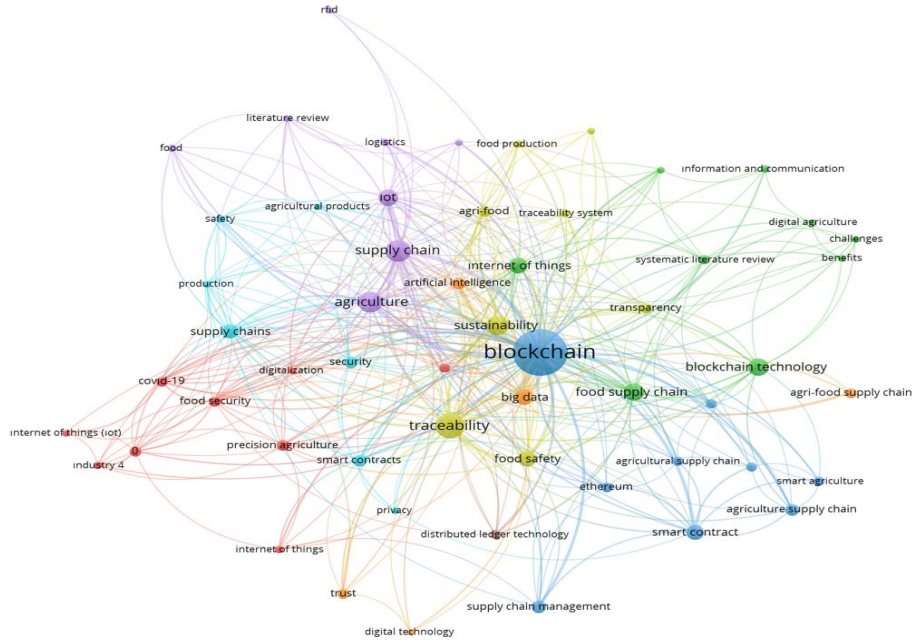
Akıllı bir sözleşme başlatmak için kullanıcıların bir sözleşme hesabı ve işlem yapmak üzere bir EOA (Externally Owned Accounts) hesabı kullanmaları gerekir. Bu hesaplar akıllı sözleşmede işlem başlatan kişinin özel anahtarıyla şifrelenir ve blok zincirindeki diğer düğümlere iletilir. Diğer kullanıcılar işlemi başlatanın gerçekten işlemi tetikleyen kişi olduğundan emin olmak için oluşturulan ortak anahtarı kullanarak işlemin gerçekliğini doğrulayabilirler. Mübadele konusu mal veya hizmete ilişkin fikir birliği sağlandığında işlem blok zincirine eklenir, akıllı sözleşme başarıyla yürütülür ve sonuçları kaydedilir. Blok zincirin durumu değiştiğinde ağdaki tüm düğümlerde güncellenir ve sonuçlar değiştirilemez. Akıllı sözleşmelerin Ethereum platformuna eklenmesi ve yürütülmesi için işlem ücreti gerekir. Bu ücret mübadele gerektiren mal veya hizmet için işlemi başlatan kişi tarafından ödenir. İşlem ücreti güncel Ether coin olarak ödenir. Ödenecek miktar

bilgi işlem gücü ve bellek depolamasının kapsamına bağlıdır (<https://ethereum.org/en/smart-contracts/>).

Aşağıdaki bölümde blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeli kavramını içeren çalışmalara ilişkin literatüre dair bibliyometrik analizler yer almaktadır.

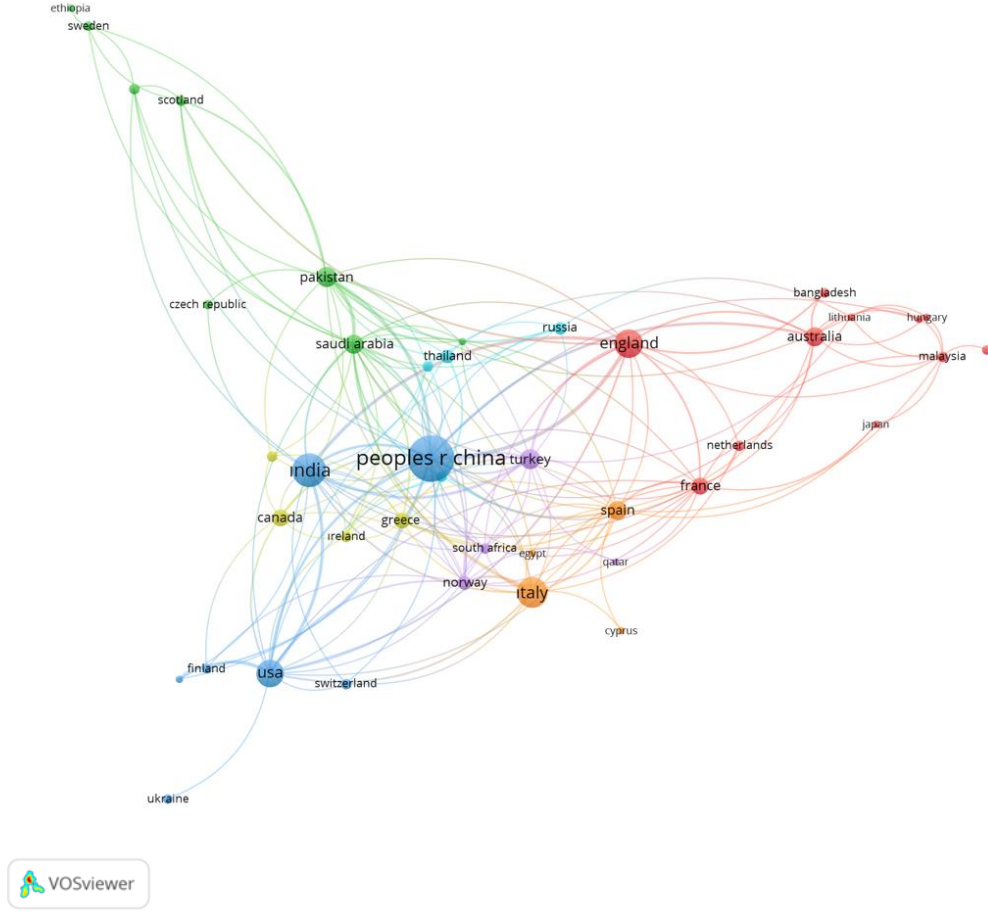
5. Blok Zincir Destekli Akıllı Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri Modeli'ne İlişkin Literatür Çalışmalarının Bibliyografik Analizi

Tarımsal gıda tedarik zinciri modeline blok zincirin entegre edilmesine ilişkin literatür çalışmalarının incelenmesi amacıyla Web of Science(WoS) veri tabanından yararlanılmıştır. 30 Eylül 2022 tarihinde WoS veri tabanında “agricultural food supply chain” ve “blockchain” anahtar kelimeleri yazılarak yapılan tarama sonucunda 2017-2022 yılları arasında gerçekleştirilen toplam 219 adet çalışmanın bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışmaların yıllara göre dağılımları incelendiğinde 2017 yılında 1 adet, 2018 yılında 5 adet, 2019 yılında 16 adet, 2020 yılında 57 adet, 2021 yılında 82 adet çalışmanın yapıldığı 2022 yılının ilk altı ayında ise mevcut ve gelecekte yayınlanması planlanan toplam 58 adet çalışmanın olduğu belirlenmiştir. Blok zincir teknolojisine dair gelişmelerle birlikte son beş yılda dünya çapında tarımsal gıda tedarik zinciri sürecine ilişkin akademik ilginin de artış gösterdiği söylenebilir. Çalışmaların türü incelendiğinde; 219 çalışmanın 147'sinin araştırma makalesi, 43'ünün derleme makale, 29'unun bildiri, 17'sinin erken yayın sürecinde olduğu ve 1 tanesinin de kitap bölümü olarak yayımlandığı söylenebilir. Aşağıda blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri konusunda yapılan çalışmaların anahtar kelime ağ analizine ilişkin veriler yer almaktadır:



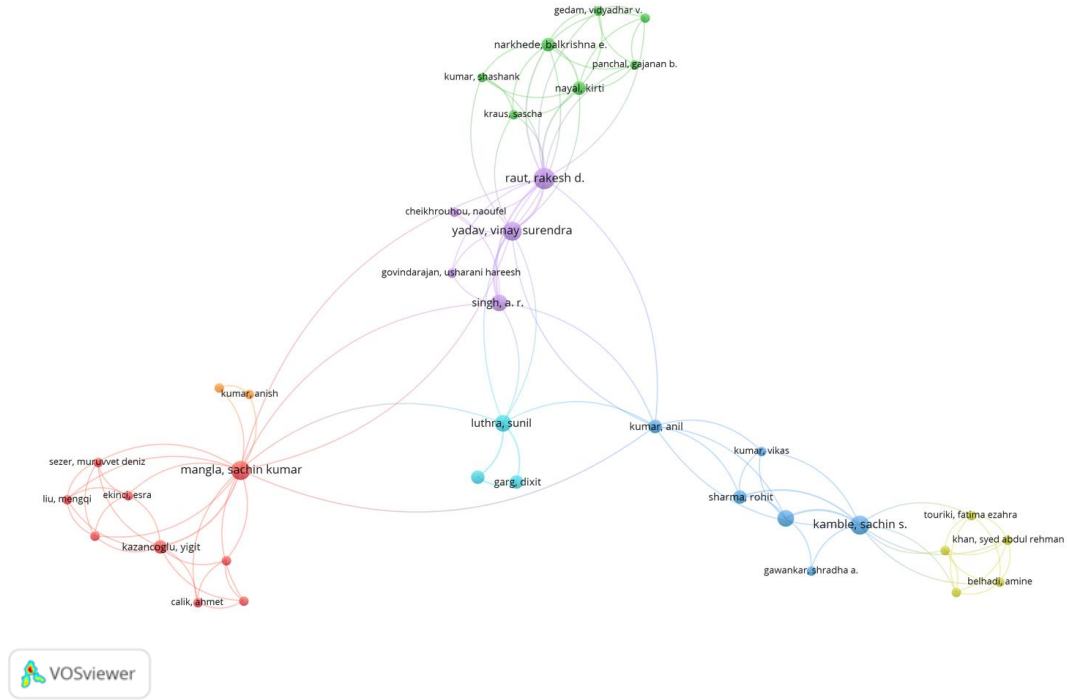
Şekil 3: Anahtar Kelime Birlikte Bulunma (Co-Occurance) Analizi

2017-2022 yılları arasında yayımlanan 219 çalışmada yazarlar tarafından en çok kullanılan anahtar kelimeleri içeren birlikte bulunma (co-occurrence) analizi gerçekleştirilmiştir. Birlikte bulunma ağı, anahtar kelimelerin birbirleri ile olan ilişkilerini içermektedir. İki anahtar kelime arasındaki ilişkinin gücü mesafenin uzun ya da kısa olmasına bağlıdır (Van Nunen vd., 2018). Birlikte bulunma ağ analizinde bir anahtar kelimenin en az 3 defa kullanılması kriteri seçilmiştir. 219 makalede toplam 606 anahtar kelimenin olduğu ve bunlar içerisinde en az 3 defa birlikte bulunan 56 anahtar kelimenin olduğu belirlenmiştir. 56 anahtar kelime içerisinde tarımsal gıda tedarik zinciri kavramının en çok blok zincir, Ethereum, gıda izlenebilirliği, akıllı tarım, akıllı çiftçilik, akıllı sözleşme ve tedarik zinciri yönetimi anahtar kelimeleriyle yakın ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda incelenen temel kavramların ifade edilen bu başlıklar kapsamında ele alındığı söylenebilir. Aşağıdaki şekilde tarımsal gıda tedarik zinciri konusunda yapılan çalışmaların yer aldığı ülkelere ilişkin analiz sonucu görülmektedir:



Şekil 4: Ülke Grupları Ağ Analizi

Ülke grupları ağ analizinde analiz kriteri olarak, bir ülkede bulunması gereken en az doküman sayısı iki olarak seçilmiştir. Blok zincir destekli tarımsal gıda tedarik zinciri kavramına ilişkin 70 ülkede bilimsel yayın yapıldığı, en az iki yayın şartını 43 ülkenin sağladığı belirlenmiştir. Blok zincir destekli tarımsal gıda tedarik zinciri konusunda en çok yayın yapan ilk on ülke sırasıyla Çin Halk Cumhuriyeti(68 adet), Hindistan(36 adet), İtalya (30 adet), İngiltere (25 adet), Amerika (23 adet), Türkiye(13 adet), Pakistan (13 Adet), Avustralya (12 adet), İspanya (12 Adet) ve Suudi Arabistan (11 adet) olarak sıralanabilir. Bu ülkeler arasında diğer ülkelerle yayın ilişkisi en güçlü olan ilk üç ülke Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve Suudi Arabistan'dır. Aşağıda blok zincir destekli tarımsal gıda tedarik zinciri kavramına ilişkin yayın yapan yazarlara dair analiz sonucu yer almaktadır.



Şekil 5: Yazar Grupları Ağ Analizi

Analiz sonucunda 2017-2022 yılları arasında blok zincir destekli tarımsal gıda tedarik zinciri konusunda yayın yapan toplam 848 yazarın bulunduğu belirlenmiştir. Yazarlar arasında Rakesh D. Raut 5 yayınlı en fazla yayını bulunan yazardır. Bu alanda diğer yayınlarla ilişki gücü en yüksek ilk üç yazar sırasıyla Rakesh D. Raut, Sachin Kumar Mangla ve Vinay Surendra Yadav'dır. Blok zincir destekli tarımsal gıda tedarik zinciri konusunda yayın yapan ve Türk yazarlarla yayın ilişki gücü en yüksek olan yabancı yazarlar Mengqi Liu ve Sachin Kumar Mangla'dır. Aşağıdaki bölümde Jaswitha vd. (2021) tarafından önerilen blok zincir destekli akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeline ilişkin değerlendirmeler yer almaktadır.

6. Blok Zincir Destekli Akıllı Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri Modelinin Değerlendirilmesi

Son yıllarda tarımsal alandaki sanayileşme, tarımsal gıda tedarik zinciri ve ağının genişletilmesine yönelik talepleri artırmaktadır. Tarım ticareti hızla büyümekte ve tarım ticaretinde yer alan araçların artmasıyla süreç çok daha karmaşık hale gelmektedir. Bu da tarım ticaret sistemini otonom ve birbirine bağlı bir sistem haline dönüştürmektedir. Bu durum tarımsal gıdaların nihai tüketiciler pazarına ulaşmaya kadar üretim, işleme ve dağıtım aşamalarını etkilemektedir. Bozulabilir gıda maddelerinin talebi ve arzı bir ülke veya bölge ile sınırlı olmayıp dünyanın her yerine rekabetçi bir fiyatla gönderilebilir. Bu, satıcıları ve alıcıları yenilik yapmaya

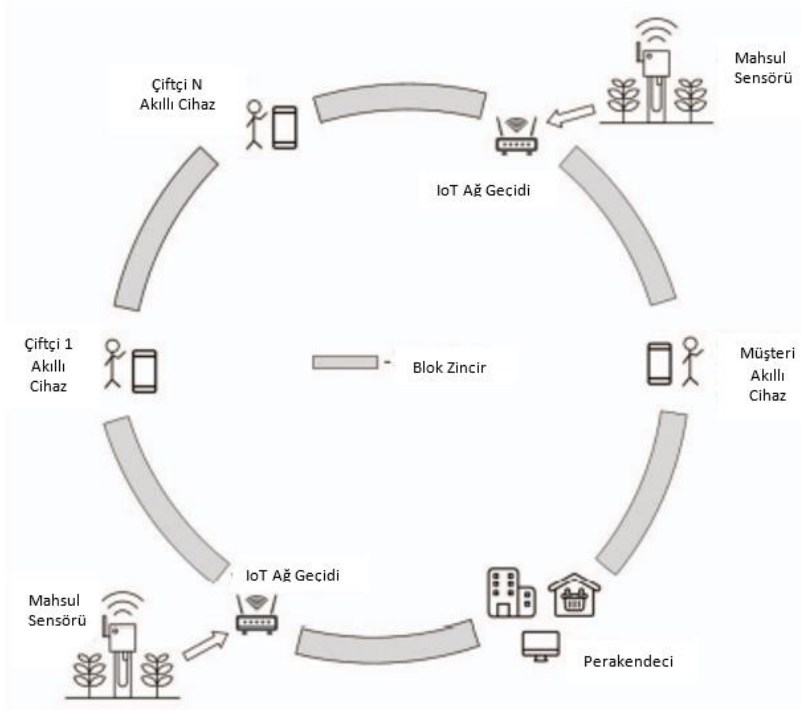
ve teknolojideki gelişmelere uyum sağlamaya zorlar. Satıcılar tüketicilerin taleplerini karşılamak ve ayrıca hükümetlerin kural ve düzenlemelerine uymak zorundadırlar. Tarımsal gıda tedarik zinciri, üreticilerin ve tüketicilerin dünya çapında pazarlara erişmeleri için önemli bir rol oynamakta ve ayrıca kırsal toplulukların ve hizmet kalitesinin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır (Nalay, Raut, Narkhede, Priyadarshinee, Panchal ve Gedam, 2021; Dhawale, Tejashri, Shradha ve Suryavanshi, 2020).

Tarım endüstrisinde nesnelerin interneti teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte akıllı tarım yöntemlerinde büyük bir artış yaşanmıştır. Tarımsal gıda üretiminde hasat, depolama, toprak verimliliğinin korunması ve diğer tüm bitkisel üretim faktörlerinin otomasyonu için fiziksel cihazlar veya sensör tabanlı sistemler kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti cihazları su pompaları, akıllı sprinkler ve kullanılan diğer tarım ekipmanlarını uzaktan kontrol etmeye yardımcı olmaktadır (Zhen-Yuan, 2019). Bu ekipmanların herhangi bir elektronik mobil cihaz aracılığıyla kontrol edilmesi, uzaktan çiftçiliği mümkün hale getirmektedir (Mistry, Tanwar, Tyagi ve Kumar, 2019). Uzaktan çiftçiliği mümkün kılan internet ve birbirine bağlı sensörlü cihazlar tarafından çok fazla miktarda veri üretilmektedir. Üretilen bu verilerin analizi ise çok büyük depolama ve hesaplamayı gerektirmektedir. Bununla birlikte sistemdeki ekonomik kararları destekleyecek olan geleceğe yönelik tahminler için nesnelerin interneti tek başına yetersiz bir teknolojidir. Nesnelerin internetiyle birlikte gelişmiş yapay zekâ teknolojisinin de kullanılması, optimize edilmiş tarımsal gıda üretiminde hassas tarım yapılabilmesini mümkün kılar. Böylece yabancı otların, zararlıların ve hastalıkların erken tespiti sağlanabilir (Corallo, Paiano, Guido, Pandurino, Latino ve Menegoli, 2018).

Geleneksel sistemde bu teknolojilerin pratik uygulamaları, altyapı ve kaynak eksikliği nedeniyle sınırlıdır. Ayrıca geleneksel tarımsal gıda tedarik zinciri sisteminde çiftçiler ve distribütörler gibi çeşitli paydaşlar arasında güven eksikliği bulunmaktadır. Bunların yanı sıra geleneksel sistemlerde dağıtık defter yapısı bulunmadığından tarımsal gıdanın ham üründen bitmiş ürüne yolculuğunun şeffaf olarak izlenebilirliği mümkün değildir. Tarımsal gıda ürünlerinin izlenebilirliğinin yanı sıra çiftçiden son tüketiciye kadar her bir paydaş için mutlak gerçek bilginin mevcut olmaması nedeniyle şeffaflıkla ilgili sorular da gündeme gelmektedir. Geleneksel yaklaşımda sistemde depolanan herhangi bir dijital veri kolayca değiştirilebilir ve bu da sistemin güvenilirliğini azaltır. Tüm gıda zinciri endüstrisi boyunca gıda israfı da endişe verici bir diğer faktördür. 2020 yılında yapılan bir araştırma, küresel olarak yaklaşık 1,3 milyar ton gıdanın israf edildiğini göstermektedir (GFW, 2020). Bu konuların yanı sıra finans ve hizmet kalitesi (QoS) de birçok çiftçi için endişe verici bir faktördür. Çiftçiler tarımsal gıda hammaddesi için peşin ödeme yapmak zorundadırlar ve bu da kaliteyi çiftçinin elindeki parayla sınırlamaktadır. Bu nedenle geleneksel sistemdeki bu boşluklar tarımsal gıda

üretiminde blok zincir teknolojisinin uygulanmasıyla giderilebilir (Ye, Cao ve Chen, 2020).

Akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeli, geleneksel merkezi tedarik zinciri modellerindeki sorunlara dijital kayıt yönetimi ve ürün gözetim takibi ile çözüm sağlamayı içermektedir. Akıllı tarımsal gıda tedarik zinciri modeli; (1) Ürün meşei ve kalite tanımlaması; (2) Tedarik zincirindeki her bir faaliyetin izlenmesi ve kaydedilmesi; (3) Tek bir arıza noktasını ortadan kaldırmak için ürünleri ve tedarik zinciriyle ilgili ayrıntıları merkezi olmayan bir sistem aracılığıyla paylaşmak için ortak bir platform geliştirmek üzere üç temel unsur içermektedir (Sheel ve Noth, 2019). Aşağıdaki şekilde çiftçi dostu akıllı tedarik zinciri yapısının nasıl çalıştığı ve sistemin paydaşları görülmektedir:



Şekil 6: Çiftçi Dostu Akıllı Tedarik Zinciri Yapısı

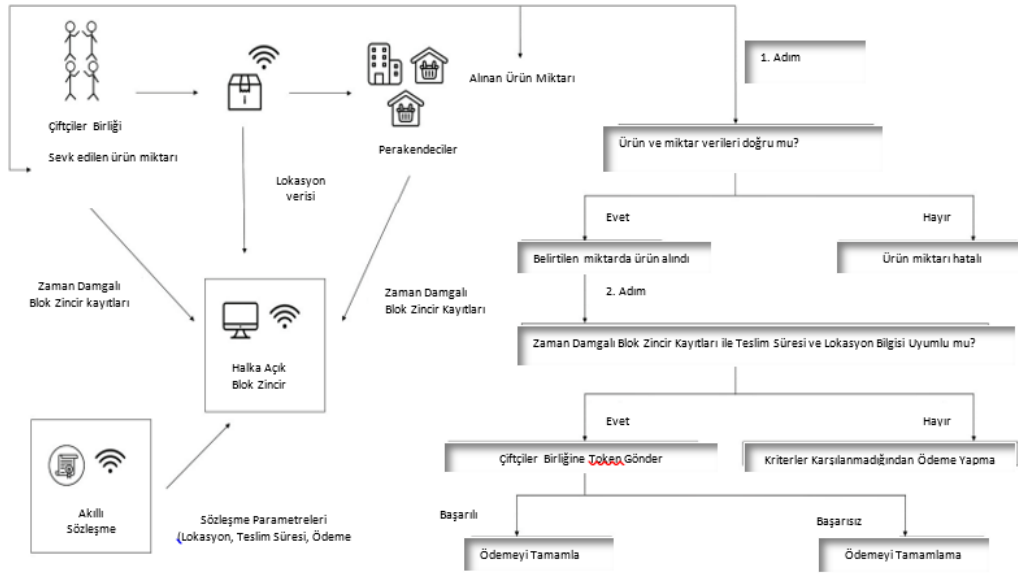
Kaynak: Jaswitha, Kumar, Sai Kumar, Lohisatsya, Sir Nilay, Sai Praveen, Bhaskara ve Pradhan, 2021

Şekil 6'da yer alan modelin üç ana paydaşı bulunmaktadır: Çiftçiler Birliği, Perakendeciler ve Tüketiciler. Bu paydaşlar blok zincir teknolojisiyle birbirlerine bağlıdır. Çiftçiler birliği akıllı sensörler aracılığıyla mahsullerinin ayrıntılarını blok zincirine kaydeder. Perakendeciler ürünlerini blok zincir aracılığıyla satın alır ve bu da ödemenin hemen tamamlanmasını sağlar. Perakendeciler blok zincir ve nesnelerin interneti teknolojilerini kullanarak kendi yerinde üretilen her ürün paketini etiketler. Bu sistem tüketicilerin ürünü ve tedarik zinciri ayrıntılarını gerçek zamanlı bir ortamda izlemelerine yardımcı olur. Akıllı tedarik zinciri

sisteminde her çiftçi, çiftçiler birliğine kayıtlıdır ve çiftçiler ile tarımsal ürün ayrıntıları özel bir blok zincir ağında muhafaza edilir. Şekil 6'da yer alan tüm paydaşlar eşdüzeyle bir ağ üzerinden birbirlerine bağlanır ve veriler bir ağ geçidi aracılığıyla blok zincirine aktarılır. Akıllı tedarik zinciri sisteminde şeffaflık için ana blok zinciri ağında yalnızca meta bilgiler paylaşılmaktadır. Özel blok zinciri ağı, hükümet ve tüm çiftçi birlikleri tarafından işbirliği içinde izlenir ve kontrol edilir. Bu mekanizma, yetkisiz kişilerin ve aracılarn tedarik zincirine katılmasını engeller (Jaswitha vd., 2021).

Akıllı tedarik zinciri modeli, genel blok zinciri veritabanı ile iletişim kurmak için basit bir web uygulaması arayüzü (API) sağlayarak, nihai tüketicilerin ürün ayrıntılarını izleyebilmelerine olanak tanır. Bu modelde akıllı sözleşmeler, tedarik zinciri aktörlerinin ve müşterilerin ürünün kaynağını doğrulamalarına olanak tanır. Nihai tüketiciler veya müşteriler tarafından menşeye noktasından satın alınan ürün aracılığıyla akıllı sözleşme, akıllı sensörler tarafından oluşturulan blok zincir defterlerinden girdi kabul eder. Sensörler, çiftçilerin tarım uygulamalarını ve ürün özelliklerini kendi tarım alanlarından paylaşabilecekleri şekilde ve tedarik zinciri gereksinimlerine göre yerleştirilir. Ekinlerde kullanılan çeşitli herbisitlerin ve gübrelerin kullanımını izlemek için akıllı sensörler toprağın içine ve üstüne kurulur. Böylece, tedarik zinciri daha şeffaf ve verimli hale gelir. Sensörler ürünün tazeliğini iletmek ve takip etmek için merkeze yerleştirilir. Son olarak müşteri tarafından aynı platform üzerinden bilgilerin takibi ve faturanın ödenmesi için bir web arayüzü kullanılır. Çiftçiler bu yöntemi, ürünlerinin devlet, tüccarlar veya nihai kullanıcılar tarafından satın alınmadan önce kalite ve miktara göre minimum ve maksimum fiyat değer aralığına dayalı olarak satış değerini belirlemek için kullanabilirler (Gatteschi, Lamberti, Demartini, Pranteda ve Santamaria, 2018).

Akıllı sözleşmeler, çiftçi birlikleri ve hükümet tarafından farklı kaliteleredeki mahsuller ve mallar için fiyatlandırma ayrıntılarını belirlemek üzere kullanılır. Bir çiftçinin mahsulü veya ürünü, kriterlerden birini karşılayıp karşılamama durumuna göre ya akıllı sözleşme fiyatı üzerinden alınır ya da iptal edilebilir. İzleme akıllı sözleşmesi, tedarik zincirinin paydaşlarının önceden belirlenmiş belirli koşullar yerine getirildiği sürece, ürünün nakliyesini takip etmelerine ve günlük sevkiyatlar tamamlandığında "token" şeklinde ödeme yapabilmelerine imkan tanır. İzleme akıllı sözleşmesinin biri, "token"ları yönetmek diğeri ise gönderileri yönetmek olmak üzere iki bileşeni vardır. Akıllı sözleşme, bir anlaşma başlatıldıktan sonra hem satıcının hem de alıcının sorumluluğunu korumak amacıyla üzerinde anlaşıldığı önceden hazırlanmış birkaç kriter belirler. Sevkiyat sürecinin her aşaması Şekil 7'de görüldüğü gibi blok zincirine kaydedilir (Jaswitha vd., 2021).



Şekil 7: İzleme Akıllı Sözleşmesinin Akış Süreci

Kaynak: Jaswitha vd., 2021

Kargonun her ayağındaki akıllı sensörler akıllı sözleşmeye konum verileri sağlar. Paket alındıktan sonra, bitcoin ile yapılan ödemenin otomatik olarak tamamlanıp tamamlanmadığını belirlemek için ilk ve son gönderim detayları kontrol edilir. Gönderinin doğrulanması ve gönderi için ödeme Şekil 7’deki işlem adımlarına göre yapılır. Çiftçi birliğinden mağazaya sevkiyatın sözleşme şartları yönetici tarafından belirlenir. Satıcı paketi gönderdiğinde veriler blok zincirine kaydedilir. Alıcı, paketi aldığı anda akıllı sensörleri kullanarak bilgileri blok zincirine girer. Sevkiyat süreci boyunca ürünlerden herhangi biri kaybolursa ya da sehven yanlış miktar girilirse, örneğin alıcı tarafından bildirilen miktar, satıcı tarafından kaydedilen miktarla eşleşmediğinde sistem uyarı verir. Tedarik zincirinin tüm perakendecileri ve tüm paydaşlarının itibarını takip etmek için üçüncü bir sözleşme önerilmiştir. Bu akıllı sözleşme perakendecinin doğrulanmış tüm gerekli ayrıntılarını alır ve blok zincirine yüklenir. Sözleşme ayrıca itibar puanının kaydını tutar. İtibar puanı, başarılı gönderilerin toplam gönderi sayısına oranlanmasıyla hesaplanır (Jaswitha vd., 2021; Patel, Shukla, Tanwar ve Singh, 2020). Aşağıdaki bölümde blok zincir destekli akıllı sözleşmelere dayalı tarımsal gıda tedarik zinciri modelinin faydalarına ilişkin ayrıntılı bilgi yer almaktadır.

6.1. Blok Zincir Destekli Akıllı Sözleşmelere Dayanan Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri Modelinin Sağladığı Yararlar

Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik: Yapılan kayıtların değişmezliği modele şeffaflık sağlamaktadır. Kamu ve özel blok zincirlerindeki bloklar sayesinde tedarik zincirindeki her işlem şeffaf ve hesap verilebilirdir. Ayrıca, tedarik zincirinde insan

müdahalesine gerek bırakmayan otonom akıllı sözleşmeler her aşamada şeffaflık sağlar. Blok zincirindeki kayıtların değiştirilemezliği, hesap verebilirlik için değişmez kayıt verilerinin incelenmesine izin vererek tedarik zinciri paydaşlarının herhangi bir anlaşmazlığı çözmelerinde yardımcı olur. Geleneksel sistemlerde kayıtların değiştirilebilir olması ve yetkisiz kişilerin değişiklikler için erişimlerine izin verilmesi şeffaflık ve hesap verebilirlik noktasında eksikliklere sahiptir (Demestichas, Peppes, Alexakis ve Adamopoulou, 2020).

Değişmezlik: Kaydedilen kayıtlar değiştirilemez özelliğindedir. Tedarik zincirindeki her işlemin hesap verebilirliği ve şeffaflığı, kamu ve özel blok zincirlerindeki bloklar tarafından garanti edilir. Tedarik zincirindeki gereksiz insan müdahalesini ortadan kaldıran otonom akıllı sözleşmeler her aşamada şeffaflık sağlar. Blok zincirinin değişmez kayıt verileri, tedarik zinciri paydaşlarına herhangi bir anlaşmazlığı çözmeye yardımcı olur. Geleneksel sistemlerde ise şeffaflık ve hesap verebilirlik konularında eksiklikler bulunmaktadır (Patel vd., 2021).

İzlenebilirlik: Önceki ve gelecekteki blokların hashleri blok zincirindeki her bloğa dahil edilerek izleme sürecini kolaylaştırır. Tedarik zinciri sistemi aracılığıyla blok zincirine yerleştirilen her kayda bir hash atanır. Geleneksel bir tedarik zinciri sistemi bu özellikten yoksundur ve bu da herhangi bir şeyi takip etmeyi zorlaştırır (Dhawale vd., 2020).

Kullanılabilirlik: Akıllı tedarik zinciri sistemi hata tolerans mekanizmasına sahip, merkezi olmayan dağıtık bir sistemdir. Blok zincir teknolojisinin dağıtık yapısı nedeniyle verilerin bir kopyası sistemdeki tüm kullanıcılara dağıtılmış ve her zaman kullanılabilir durumdadır. Sistemde yer alan akıllı sözleşmeler, herhangi bir yetkili kullanıcının herhangi bir zamanda ve hatasız olarak verilere erişmesine izin verir (Sheel ve Nath, 2019).

Geleneksel tedarik zinciri kayıt yönetimi modelleri dağıtık ortam yapısında kullanılmaya uygun değildir. Dağıtık ortam mimarisi, verilerin tüm paydaşlar arasında paylaşılmasının gerekli olduğu ve herhangi bir aracı olmadan birbirleriyle etkileşime girebilecekleri bir yapıdır. Normal bulut merkezli veya sunucu merkezli uygulamalar veri bulunamama sorunları yaratabilir. Otonom akıllı sözleşmeler, aracı kavramını ortadan kaldırmakta ve pazara doğrudan erişimi mümkün kılmaktadır. Blok zincir teknolojisi, varlıkların zaman damgalı işlemlerini değişmez bir şekilde depolayan, merkezi olmayan dağıtık bir defter sistemidir. Blok zincir teknolojisinin tarımsal gıda üretiminde uygulanması sistemde güveni, şeffaflığı ve güvenilirliği artırır (Bordel, Alcarriab, Martina ve Sanchez-Picota, 2018).

7. Sonuç

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization,, FAO)'nün verilerine göre, 2050 yılı itibarıyla dünya nüfusunun 9,7 milyar olması

beklenmektedir. Bu düzeyde bir nüfusun gıda talebinin karşılanabilmesi için küresel gıda üretiminin yaklaşık olarak %70 oranında artması gerekmektedir (FAO, 2022). Ancak temel gıda ürünlerinin üretim sürdürülebilirliğinin sağlanmasında üreticilerin diğer bir ifade ile çiftçilerin maruz kaldıkları girdi maliyetleri ve aracı etkisinin azaltılması önem taşımaktadır. Ülkemizde Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)'nın Temmuz 2022 yılı istihdam izleme verileri incelendiğinde 2021 yılı 1. Çeyrek döneminde 4570 olan çiftçi sayısının 2022 yılının aynı döneminde %4,6 oranında azalarak 4362 kişiye gerilediği söylenebilir. Kadın çiftçi sayısı aynı dönemler için %1,6 oranında gerileyerek 1766 kişiden 1738 kişiye erkek çiftçi sayısı ise %6,4 oranında gerileyerek 2803 kişiden 2623 kişiye düşmüştür (TEPAV İstihdam İzleme Bülteni, 2022). Ekonominin en önemli bileşenlerinden biri olan tarım sektöründe çalışan çiftçi sayısının her geçen gün azalması gelecek yıllarda güvenli gıdaya erişimi de tehlikeye düşürmektedir. İstihdam alanında tarım sektörünün cazibesini arttırmak, tarım sektöründe çalışan bireylerin yaşam kalitelerinin yükseltilmesi, emek-yoğun bir sektör olarak emeklerinin karşılıklarının alınmasıyla mümkündür. Türkiye Ziraat Odaları Birliği tarafından 27 Şubat 2023 tarihinde açıklanan gıda fiyatlarının tedarik zinciri boyunca değişen fiyat hareketleri incelendiğinde asıl üreticiler olan çiftçilerin yüksek girdi maliyetlerine karşılık ürünlerinin bedellerini son derece düşük fiyattan pazara sundukları görülmektedir. Örneğin çiftçiden 5 TL'ye alınan elma nihai tüketiciye markette %251,6 oranındaki fiyat artışıyla 17,58 TL'ye satılmaktadır. Tarımsal gıda tedarik zincirinde aracı etkisine sadece çiftçiler değil ürünü tüketen nihai tüketiciler de maruz kalmaktadırlar.

Gelecekte blok zincir teknolojisi, nesnelerin interneti, akıllı sözleşmeler ve akıllı sensörler gibi teknolojiler sayesinde daha yalın ve daha akıllı hale gelecek olan tedarik zinciri modelleri, mevcut tarımsal gıda tedarik zinciri modellerinde çiftçilerin ve dolayısıyla da nihai tüketicilerin yaşadıkları aracı etkisi mağduriyetini azaltabilir. Akıllı sözleşmelere dayalı blok zincir destekli akıllı tedarik zinciri modeli yapısı gereği sahip olduğu, şeffaflık, hesap verebilirlik, değişmezlik, izlenebilirlik ve kullanılabilirlik özellikleri, sistemin paydaşları olan çiftçiler, perakendeciler ve nihai kullanıcılar açısından geleceğin tedarik zinciri modeli olarak çok önemli potansiyeller barındırmaktadır.

Bu çalışmada 2021 yılında Jaswitha vd. tarafından önerilen blok zincir destekli akıllı tedarik zinciri modeli incelenmiş olup gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalar için bir farkındalık ve bakış açısı kazandırılması amaçlanmıştır. Önerilen model kapsamında çiftçilerin aracı etkisinden kurtarılması, tedarik zincirinde yer alan paydaşların fiyat avantajına sahip olmaları, tedarik zincirinde yer alan her bir işlemin kayıt altında tutulması, her bir kaydın paydaşlar tarafından takip edilebilmesi, çiftçilerin tarlalarındaki tüm faaliyetlerinin gözlemlenebilir olması, güvenli tarımın yanı sıra hem güvenli hem de ucuz gıdaya erişimin sağlanması gibi pek çok fayda ortaya çıkmaktadır.

Geleceğin teknolojisinin bugünden tartışılması, tarımsal gıda pazarına yönelik geliştirilecek stratejiler ve yapılacak yatırımlarda blok zincir teknolojileri, nesnelerin interneti, akıllı sözleşmeler gibi geleceğin teknolojilerine yönelik kararların alınması açısından da önem taşımaktadır. Çalışma, belirtilen bu konulara dikkat çekmeyi, farkındalık oluşturmayı ve ülkemiz açısından geleceğin modern tarım faaliyetlerinde blok zincir teknolojisinin sağlayabileceği avantajlar hakkında ülkemizdeki karar vericiler ile politika üreticileri bilgilendirmeyi ve alacağı kararlara katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Kaynakça

- Aich S, Chakraborty S, Sain M, Lee H. ve Kim H. A.(2019). Review on benefits of IoT integrated blockchain based supply chain management implementations across different sectors with case study. *Proceedings of the 2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*. PyeongChang, South Korea; February 17,138-141; IEEE.
- Bordel SB, Alcarriab R, Martina D. ve Sánchez-Picota L.(2018) Trust provision in the Internet of Things using transversal blockchain networks. *Intell Autom Soft Computer*, 4177 1. <https://doi.org/10.31209/2018.100000052>.
- Buterin, V. (2019). The Meaning of Decentralization. <https://medium.com/@VitalikButerin/themeanig-of-decentralization-a0c92b76a274>
- Casey, M. ve Hounsom, N. (2017). A New Game Changer For The Media Industry?. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ZA/Documents/Technology-Media-Telecommunications/ZA_Pov_Blockchain_Media_250817.Pdf
- Casey, M. J. ve Wong, P. (2019). Global Supply Chains Are About to Get Better, Thanks to Blockchain. *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2017/03/global-supply-chains-are-about-to-get-better-thanks-to-blockchain>
- Chen, S., Liu, X., Yan, J., Hu, G., ve Shi, Y. (2020). Processes, benefits, and challenges for adoption of blockchain technologies in food supply chains: A thematic analysis. *Information Systems and e-Business Management*. <https://doi.org/10.1007/s10257-020-00467-3>
- Corallo, A.; Paiano, R.; Guido, A.L.; Pandurino, A.; Latino, M.E. ve Menegoli, M. (2018). Intelligent Monitoring Internet of Things Based System for Agri-food Value Chain Traceability and Transparency: A Framework Proposed. *In Proceedings of the 2018 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and*

Structural Monitoring Systems (EESMS), Salerno, Italy, 21–22 June, pp. 1–6.

Demestichas, K., Peppes, N., Alexakis, T. ve Adamopoulou, E. (2021). Blockchain in Agriculture Traceability Systems: A Review. *Applied Sciences*, 10(12), 1-22.

Dhawale, A., Tejashri, D., Shradha, L. ve Suryavanshi, P.M.(2020). Traceability of Agricultural Food Products in Supply Chain Through Blockchain. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research-JETIR*, 7(4), 841-844.

Dickson, B. (2016). Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain. *TechCrunch*, <https://techcrunch.com/2016/11/24/blockchain-has-the-potential-torevolutionize-the-supply-chain/>

Gatteschi, V., Lamberti, F., Demartini, C., Pranteda, C. ve Santamaria, V. (2018). Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough? *Future Internet*, 10(20), 2-16, doi:10.3390/fi10020020

Ismagilova, E., Hughes, L., Dwivedi, Y. ve Raman, K.R. (2019). Smart Cities: Advances In Research—An Information Systems Perspective. *International Journal Of Information Management*, 47, 88–100.

Jain, D., Dash, M. K., Kumar, A. ve Luthra, S. (2021). How is Blockchain Used In Marketing: A Review and Research Agenda. *International Journal Of Information Management Data Insights*, 1, 1-12.

Jaswitha, R.G., Sai Kumar, H., Lohisatsya, T., Sri Nilay, V., Sai Praveen, K., Bhaskara, S. E. ve Pradhan, A.K. (2021). *IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES)*.

Kamilaris, A., Fonts, A., Prenafetabold, F., X. (2019). The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. *Elsevier Trends in Food Science &Technology*, 91.

Malik, S., Dedeoglu, V., Kanhere, S. ve Jurdak, R. (2019). TrustChain: Trust Management in Blockchain and IoT Supported Supply Chains. 10.1109/Blockchain.2019.00032

Mistry I, Tanwar S, Tyagi S ve Kumar N.(2019). Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: a systematic review, solutions, and challenges. *Mech Syst Signal Process*, 135, 1–21.
<https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2019.106382>.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin.Org*, 1–9.

- Nalay, K., Raut, R.D., Narkhede, B.E., Priyadarshinee, P., Panchal, G.B. ve Gedam, V.V. (2021). Antecedents for Blockchain Technology-Enabled Sustainable Agriculture Supply Chain. *Annals of Operations Research*, 6 December, <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04423-3> (Erişim Tarihi:02/08/2022).
- Patel, N., Shukla, A., Tanwar, S. ve Singh, D. (2020). KRanTi: Blockchain-Based Farmer's Credit Scheme for Agriculture-Food Supply Chain. *Emerging Telecommunications Technologies*, 32(4), 1-16.
- Prause, G. (2019). Smart Contracts for Smart Supply Chains. *IFAC PapersOnLine*, 52(13), 2501-2506.
- Risius, M. ve Spohrer, K. (2017). A Blockchain Research Framework: What We (Don't) Know, Where We Go From Here, and How We Will Get There. *Business and Information Systems Engineering*, 59(6), 385–409.
- Sheel, A. ve Nath, V. (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. *Management Research Review*, 42(12), 1353–1374.
- Smart Contracts Alliance, "Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond," *Chamber of Digital Commerce, White Paper*, Dec. 2016.
- Szabo, N.(1994). Smart Contracts.
<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>
(Erişim Tarihi: 30/07/2022)
- Szabo, N. (1996). Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets.
[http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/nformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart contracts 2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/nformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart%20contracts%202.html).
(Erişim Tarihi: 30/07/2022).
- Tian, F. (2017). A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things, *IEEE International Conference on Service Management*.
- Tye, Erin. (2016). Smart Contracts Alliance, Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond. *Chamber of Digital Commerce, White Paper*, Dec. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2016/12/06/1061682/0/en/Chamber-of-Digital-Commerce-Releases-Smart-Contracts-White-Paper.html> (Erişim Tarihi: 31/07/2022).

Ye C, Cao W. ve Chen S.(2020), Security challenges of blockchain in Internet of things: systematic literature review. *Trans Emerging Telecommunication Technology*, 4177. <https://doi.org/10.1002/ett.4177>

Zhen-Yuan D. (2019). Personal data security and supervision in the age of large data. *Intell Autom Soft Computer*, 25(4):847-853. <https://doi.org/10.31209/2019.100000088>.

İnternet Kaynakları

“Introduction to smart contracts” (2022) <https://ethereum.org/en/smart-contracts/> updated: 25 Temmuz 2022, (Erişim Tarihi: 20/07/2022).

Blockchain in supply chain market; 2020.
<https://www.marketresearchfuture.com/reports/blockchain-supply-chain-market-6702/> (Erişim Tarihi: 22/07/2022)

Food and Agricultural Organization (FAO), 2022 <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/en/> (Erişim Tarihi: 22/07/2022).

Global Food Waste (GFW), 2020 <https://cubii.co/en/34957-global-food-waste-statistics-2020/> (Erişim Tarihi: 02/08/2022).

<https://telegra.ph/Blockchain-in-Supply-Chain-Market--Share-Growth-Trends-Covid-19-Impact-And-Forecast-2020--2027-08-04>

TEPAV, İstihdam İzleme Bülteni Temmuz 2022
https://www.tepav.org.tr/upload/files/1658124658-5.TEPAV_Istihdam_Izleme_Bulteni_Nisan_2022.pdf (Erişim Tarihi: 01/08/2022).

TZOB (2023). Şubat Ayı Üretici Market Fiyatları ve Girdi Fiyatları.
<http://www.tzob.org.tr/basin-odasi/haberler/subat-uretici-market-aylik-yillik-girdi-fiyatlari> (Erişim Tarihi: 10/03/2023).

Etik Beyanı: Yazarlar, bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu beyan etmektedir. Bilimsel etik konuları ile ilgili aksi bir durumun tespiti halinde tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına ait olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

Discussing the Future Supply Chain Model from the Today: Farmer-Friendly Blockchain Supported Smart Agri-Food Supply Chain Model

Extended Abstract

1. Introduction

Human life is food-oriented, and human societies have established settlement on land where food can be produced. The food and agricultural industry worldwide is a major employment area. The agricultural industry consists of various sectors and various partners that farmers, businesses, wholesalers, intermediaries, distributors and consumers (Malik, Dedeoğlu, Kanhere and Jurdak, 2019). Agriculture is affected by many variables such as weather, seed quality, farming style, humidity, soil type and water. The very much of variables number makes it difficult and complex to monitor and maintain product quality without an appropriate management system. In addition, since the agricultural product market is based on a market economy, the supply chain has become increasingly complex over time (Casey and Wong, 2019). Today, within the scope of developments in the field of information technology, it may be possible to establish a farmer-centered supply chain management system by using blockchain and internet of things Technologies (Malik, Dedeoğlu, Kanhere and Jurdak, 2019). The study aims to discuss and raise awareness about the blockchain-supported smart agricultural food supply chain model as an alternative to the traditional agricultural food supply chain model. Thus, it is desired to draw attention to the advantages that blockchain technology can provide in the modern agricultural activities of the future for our country.

2. Methodology

In the study, first of all, the concepts of blockchain technology and smart contract were examined. Then, the studies in the literature on the blockchain supported smart agricultural food supply chain were analyzed with the help of the Vosviewer program. Finally, in 2021 the farmer-oriented supply chain model proposed by Jaswitha et al. was evaluated.

3. Findings

Studies in the literature on integrating blockchain into the agricultural food supply chain model were examined using the Web of Science database. It has been determined that there are a total of 219 studies on this subject between the years 2017-2022. In 219 studies published between 2017-2022, co-occurrence analysis was carried out on the most used keywords by the authors. It was determined that there were 606 keywords in 219 articles and 56 keywords that were found together at least 3 times. It is seen that the concept of agricultural food supply chain is very closely related to the keywords that of blockchain, ethereum, food traceability, smart agriculture, smart farming, smart contract and supply chain management among 56 keywords. It has been determined that there are scientific publications in 70 countries on the concept of agricultural food supply chain with blockchain support and at least two publications on this subject in 43 countries. The top ten countries with the highest number of publications in the blockchain-supported agricultural food supply chain are the People's Republic of China (68 units), India (36 units), Italy (30 units), England (25 units), America (23 units) Türkiye (13 units), Pakistan (13 units), Australia (12 units), Spain (12 units), Saudi Arabia (11 units). Among these countries, the first three countries with the strongest broadcasting relations with other countries are the People's Republic of China, India and Saudi Arabia. It can be said that academic studies on the blockchain-supported agricultural food supply chain model have continued to increase in the last five years, and one study in 2017 increased to 82 in 2021 and 58 in the first six months of 2022. Creating awareness on this issue and improving the

level of consciousness will help countries to develop agricultural food supply chain systems with a focus on farmers and final consumers.

4. Conclusions

According to the data from the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), the world population is expected to be 9.7 billion by 2050. In order to meet the food demand of such a population, global food production must increase by approximately 70% (<https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/en/>). However, it is important to reduce the input costs and intermediary effects that producers are exposed to, in other words, farmers, in ensuring the production sustainability of basic food products. Supply chain models, which will become leaner and smarter in the future thanks to technologies such as blockchain technology, the internet of things, smart contracts and smart sensors, can reduce the victimization of the intermediary effect of farmers and therefore final consumers in current agricultural food supply chain models. Based on smart contracts, the Blockchain-supported smart supply chain model has very important potential as a future supply chain model for farmers, retailers and end users, who are the stakeholders of the system, due to its transparency, accountability, immutability, traceability and usability features. In this study, in 2021 the blockchain supported smart supply chain model proposed by Jaswitha et al. was examined and it was aimed to gain awareness and perspective for future studies on this subject. Within the scope of the proposed model; there are many benefits such as

- Saving the farmers from the intermediary effect,
- Stakeholders in the supply chain have a price advantage,
- Keeping records of every single transaction in the supply chain,
- Each record can be followed by the stakeholders,
- All activities of farmers in their fields are observable,
- Providing access to both safe and cheap food as well as safe agriculture

Discussing the technology of the future today is also important in terms of strategies to be developed for the agricultural food market and making decisions for future technologies such as blockchain technologies, internet of things, and smart contracts in investments to be made. The study aims to draw attention to these issues, create awareness and It aims to inform the decision-makers in our country about the advantages of blockchain technology in the modern agricultural activities of the future for our country.