

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE BLOK ZİNCİR
TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARI: TARIMSAL KALKINMA
KOOPERATİFLERİ ARAŞTIRMASI

Hasan PARÇA

TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARI: TARIMSAL KALKINMA KOOPERATİFLERİ ARAŞTIRMASI

Hasan PARÇA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent GÜLÇUBUK

Bu çalışma, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerine entegrasyonunu ele almıştır. Günümüzde artan gıda güvenliği, izlenebilirlik ve şeffaflık talepleri, tarım sektöründe yenilikçi çözümler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, araştırmada S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi örneği incelenerek, blok zincir tabanlı bir sistemin iç tedarik zinciri süreçlerine etkisi değerlendirilmiştir. Karma bir metodoloji kullanılan çalışmada, 25 kooperatif yöneticisi, ortağı ve çalışanıyla anketler gerçekleştirilmiş, derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca, kooperatifin tedarik zinciri süreçlerine yönelik blok zincir temelli bir sistem kurulmuş ve performansı detaylı şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, parametrik ve non-parametrik testlerle incelenmiş; katılımcıların teknolojiye yönelik algı profilleri K-means kümeleme analizi ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, eğitim düzeyinin teknoloji algısı üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu ($\eta^2=0.88$, $p<0.001$) ve 20-40 yaş grubunun bu sisteme daha yüksek adaptasyon gösterdiğini ($p<0.001$) ortaya koymaktadır.

Çalışma, tedarik zincirinde izlenebilirlik eksikliği ve yetersiz teknoloji kullanımının en büyük sorunlar arasında yer aldığını tespit etmiş; blok zincir tabanlı sistemin bu sorunlara etkin çözümler sunduğunu kanıtlamıştır. Elde edilen bulgular, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde dijital dönüşümün önemini vurgulamakta ve sektörde daha yaygın bir kullanımın önünü açmaktadır. Sonuçlar, başarılı bir tamamlama için yaşa özel eğitim programlarının ve teknolojik altyapı yatırımlarının önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de tarımsal kalkınma kooperatifleri bağlamında türünün ilk örneğidir ve hem yazılım geliştirme hem de tedarik zinciri için blok zinciri altyapısının kurulması açısından öncü bir uygulama sunmaktadır. Tarımsal kooperatiflerde dijital dönüşüm için bir yol haritası sunan bu çalışma, blok zinciri teknolojisinin tarım sektöründe uygulanabilirliğini göstermesi açısından eşsiz bir değer taşımaktadır. Ayrıca politika yapıcılara, kooperatif yöneticilerine ve teknoloji geliştiricilere rehberlik etmesi beklenmektedir.

Şubat 2025, 145 sayfa

Anahtar Kelimeler: Blok Zincir, Yenilikçi Teknolojiler, Tedarik Zinciri, Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri

ABSTRACT

PhD Thesis

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY APPLICATIONS IN IMPROVING OF SUPPLY CHAIN PROCESSES: AGRICULTURAL DEVELOPMENT COOPERATIVES RESEARCH

Hasan PARÇA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Economics

Supervisor: Prof. Dr. Bülent GÜLÇUBUK

This study examines the integration of blockchain technology into supply chain processes in agricultural development cooperatives. Today, increasing demands for food safety, traceability and transparency necessitate the development of innovative solutions in the agricultural sector. In this context, the study examines the case of S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Agricultural Development Cooperative and evaluates the impact of a blockchain-based system on internal supply chain processes. Using a mixed methodology, the study conducted surveys and in-depth interviews with 25 cooperative managers, members and employees. In addition, a blockchain-based system for the cooperative's supply chain processes was implemented and its performance was analyzed in detail. The data were analyzed using parametric and non-parametric tests, and K-means cluster analysis was used to determine the participants' perception profiles towards technology. The results of the study reveal that the level of education has a strong effect on the perception of technology ($\eta^2=0.88$, $p<0.001$) and that the 20-40 age group shows higher adaptation to this system ($p<0.001$).

The study found that lack of traceability and inadequate use of technology in the supply chain are among the biggest problems, and proved that the blockchain-based system offers effective solutions to these problems. The findings emphasize the importance of digital transformation in agricultural development cooperatives and pave the way for more widespread use in the sector. The results highlight the importance of age-specific training programs and investments in technological infrastructure for successful completion. This study is the first of its kind in the context of agricultural development cooperatives in Turkey and offers a pioneering application in terms of both software development and the establishment of blockchain infrastructure for the supply chain. By providing a roadmap for digital transformation in agricultural cooperatives, this study is uniquely valuable in demonstrating the applicability of blockchain technology in the agricultural sector. It is also expected to provide guidance to policy makers, cooperative managers and technology developers.

February 2025, 145 pages

Key Words: Blockchain, Innovative Technologies, Supply Chain, Agricultural Development Cooperatives

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar, sosyal ilişkilerimde ve fikri gelişimimde de katkıda bulunan danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Bülent GÜLÇUBUK'a (Ankara Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı), Tez İzleme Komite hocalarım; Sayın Prof. Dr. Yener ATASEVEN'e (Ankara Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı) ve Sayın Prof. Dr. Caner KOÇ'a (Ankara Üniversitesi Tarım Makineleri Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca internet teknolojileriyle ilgili her konuda bana destek olan Dr. Haluk TANRIKULU'na, bu çalışmanın hayata geçmesine olanak tanıyan S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'ne ve Yönetim Kurulu Başkanı Hurşit NALLI'ya, araştırma sürecinde sağladıkları destek ve iş birliği için içten teşekkürlerimi sunarım.

Çok değerli bir sektöre yönelik bakış açımı değiştiren Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü akademik personeline, bu çalışma sürecinde bana her zaman destek olan ve emeğini esirgemeyen sevgili Eşim Filiz PARÇA'ya, kızım Elif Deniz ve oğlum Barış Sinan'a en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Hasan PARÇA
Ankara, Şubat 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	2
1.2 Çalışmanın Sınırlılıkları	3
1.3 Çalışmanın Hipotezi.....	4
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	5
2.1 Materyal	5
2.2 Yöntem	7
2.2.1 Anket ve derinlemesine görüşmelerde kullanılan yöntem	7
2.2.2 Anket yolu ile toplanan verilerin analizinde kullanılan analiz yöntemleri.....	8
2.2.3 Blok zincir sistem mimarisi ve teknolojik altyapı da kullanılan yöntem ve araçlar	15
3. KAVRAMSAL TEMELLER.....	18
3.1 Kooperatif İlkeleri.....	19
3.2 Kooperatifçiliğin Mevcut Durumu	20
3.3 Kooperatiflerde Üretilen Ürünlerde Tedarik Zinciri	21
3.4 Kooperatiflerde Gelecekte Yeni Projeler İçin Tedarik Zincirinin Güçlendirilme Araçları	24
3.5 Tedarik zincirlerinde teknoloji ve gelişim	26
3.6 Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Uygulamaları.....	29
3.6.1 Elektronik veri değişimi.....	30
3.6.2 Radyo frekanslı tanıma (RFID)	31
3.6.3 Depo yönetim sistemi.....	31
3.6.4 Taşımacılık yönetim sistemi	31
3.6.5 Envanter yönetim sistemi	32

3.6.6 Kurumsal kaynak planlama	32
3.6.7 Karar destek sistemleri.....	33
3.6.8 İnternet servisleri	33
3.7 Blok Zincir Sistemlerinin Temelleri, Altyapısı ve Uygulamaları	34
3.8 Blok Zincirinin Teknik Detayları	37
3.9 Blok Zincirin Tedarik Zincirlerinde Kullanımı	46
3.9.1 İzlenebilirlik ve görünürlük geliştirmeleri.....	49
3.9.2 Bilgilere erişimde kolaylık.....	50
3.9.3 Talep yönetiminin iyileştirilmesi.....	51
3.9.4 Sahtekarlıklarla mücadele	52
3.9.5 Süreç otomasyonu	52
3.10 Blok zincir Teknolojisinin Gıda Güvenliği ve Güvencesinde Tedarik Zincirine Etkisi	55
3.11 Kalkınma Plan ve Stratejilerinde Blok Zincir Teknolojisinin Yeri ve Önemi.....	59
3.12 Dünya Geneline Kooperatiflerde Blok Zinciri ve Tedarik Zinciri Uygulamaları.....	60
4. LİTERATÜR ÖZETİ	65
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	74
5.1 Araştırma Alanının Tanıtımı	74
5.2 Sosyo-ekonomik Yapı.....	77
5.2.1 Yaş durumu	77
5.2.2 Eğitim durumu	77
5.2.3 Blok zincir teknolojisi algı düzeyinin eğitim seviyesine göre analizi.....	80
5.3 Katılımcıların Blok Zincir Algı Düzeyleri	81
5.3.1 Yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeyleri analizi.....	81
5.3.2 Eğitim düzeyine göre blok zincir algı düzeyleri	85
5.3.3 Yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre blok zincir algı düzeyleri.....	86
5.3.4 Yaş grupları ve blok zincir teknolojisi endişeleri ilişkisi.....	89
5.3.5 Blok zincir teknolojisi algı düzeyleri ve ilişkili faktörler analizi	92
5.4 Tedarik Zinciri Süreçleri Analizleri.....	93
5.4.1 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorlukların analizi.....	93
5.4.2 Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanları analiz sonuçları	94
5.4.3 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorlukların demografik ilişkileri.....	97

5.5 Blok Zincir Teknolojisinin Tarımsal Tedarik Zincirinde Kullanımı ve Algısı.....	98
5.6 Sistem Mimarisi ve Teknolojik Altyapı	100
5.6.1 Web3 entegrasyonu ve temel bileşenler	102
5.6.2 Güvenlik protokolleri ve veri doğrulama	103
5.6.3 Veri işleme ve blok zincir entegrasyonu süreci	104
5.6.4 Blok zincir tabanlı süt ve süt ürünleri tedarik zinciri önerisi.....	113
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR	130
ÖZGEÇMİŞ.....	145



SİMGELER DİZİNİ

°C Santigrat derece

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANOVA	Analysis Of Variance (Varyans Analizi)
AR-GE	Araştırma Geliştirme
BT	Bilişim Teknolojileri
CRM	Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
CSRF	Cross-Site Request Forgery (Siteler Arası İstek Sahteciliği)
DAO	Decentralized Autonomous Organization (Merkeziyetsiz Otonom Organizasyon)
DEFİ	Decentralized Finance (Merkeziyetsiz Finans)
EDI	Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
HACCP	Hazard Analysis And Critical Control Points (Tehlike Analizi Ve Kritik Kontrol Noktaları)
HSD	Honestly Significant Difference (Gerçekten Önemli Fark Testi)
HTTP	Hyper-Text Transfer Protocol (Köprü Metni Aktarım Protokolü)
ICA	International Cooperative Alliance Dünya Kooperatifler Birliği
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IOT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISO 22000	Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi
NFT	Non-Fungible Token (Değiştirilemez Özel Güvenlik Kodu)
PBFT	Practical Byzantine Fault Tolerance (Bizans Hata Toleransı)
QR	Quick Response (Hızlı Yanıt)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı İle Tanımlama)
SCM	Supply Chain Management (Tedarik Zinciri Yönetimi)
SHA	Secure Hash Algorithm (Güvenli Özetleme Algoritması)
SQL	Structured Query Language (Yapılandırılmış Veri tabanı Sorgu Dili)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kooperatif ilkeleri.....	19
Şekil 3.2 Dünya’da 300 büyük kooperatifin sektörel dağılımı	20
Şekil 3.3 Genel tedarik zinciri.....	23
Şekil 3.4 Klasik bir tedarik zinciri	24
Şekil 3.5 Teknoloji ve gelişim süreçleri.....	26
Şekil 3.6 Blok zincir genel gösterimi.....	35
Şekil 3.7 Merkle ağacı (Merkle 1987’den değiştirilerek alınmıştır).....	39
Şekil 3.8 Temel blok zincir yapısı.....	40
Şekil 3.9 Veri ağ yapıları (Usta ve Doğantekin 2019).....	41
Şekil 3.10 Blok özeti ve merkle ağacının yapısı	43
Şekil 3.11 Blok zincirde basit blok yapısı.....	44
Şekil 3.12 Blok zincirde blok yapısı	45
Şekil 3.13 Tedarik zincirinde blok zincirinin özellikleri ve uygulama alanları.....	48
Şekil 3.14 Dimitra’s Connected Coffee uygulaması görünümü	63
Şekil 5.1 Çalışmaya katılanların teknoloji kullanım düzeylerine göre dağılımı.....	78
Şekil 5.2 Yaş grupları ve teknoloji bilgi düzeyi ilişkisi	79
Şekil 5.3 Yaş ve blok zincir algı düzeyi ilişkisi	80
Şekil 5.4 Blok zincir teknolojisi algı düzeyleri K-means kümeleme.....	91
Şekil 5.5 Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanları	96
Şekil 5.6 Tedarik yönetim sistemi görüntüsü.....	101
Şekil 5.7 Tedarik sistemi akış süreci.....	104
Şekil 5.8 Verilerin JSON formatında yapılandırılması	107
Şekil 5.9 Blockchain_data veri tabanı tablosunu gösteren veri yapısı.....	108
Şekil 5.10 Blockchain_data veri tabanı tablosunu gösteren veri yapısı.....	109
Şekil 5.11 Blok zincir doğrulaması sistem görünümü	111
Şekil 5.12 Tedarik akışı kontrol sayfası.....	112
Şekil 5.13 Blok zincir kayıt akış diyagramı	113
Şekil 5.14 Süt tedarik zinciri kayıt akış diyagramı	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 SHA-256 algoritmasında verilerin güvenli özetlenmiş örneği	38
Çizelge 5.1 Blok zinciri teknolojisi hakkındaki algı düzeyinin eğitim seviyesine göre farklılaşmasına ilişkin ANOVA testi sonuçları.....	81
Çizelge 5.2 Katılımcıların yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeylerine ilişkin istatistikler	82
Çizelge 5.3 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yaş gruplarına göre ANOVA sonuçları.....	83
Çizelge 5.4 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yaş gruplarına göre Tukey HSD testi sonuçları	83
Çizelge 5.5 Katılımcıların eğitim düzeyine göre blok zincir algı düzeyleri	85
Çizelge 5.6 Katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre blok zincir algı düzeylerine ilişkin istatistikler	87
Çizelge 5.7 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre Tukey HSD testi sonuçları.....	87
Çizelge 5.8 Yaş grupları ve blok zincir teknolojisi endişeleri çapraz tablosu	89
Çizelge 5.9 Ki-kare test sonuçları	90
Çizelge 5.10 K-means kümeleme analizi sonuçları	91
Çizelge 5.11 Tedarik zinciri için endişe faktörleri arasındaki Spearman korelasyon katsayıları.....	93
Çizelge 5.12 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorluklar.....	94
Çizelge 5.13 Öncelik alanları için Wilcoxon işaretli sıralar Post-hoc test sonuçları	95
Çizelge 5.14 Öncelik alanlarının ortalama sıra ve istatistikleri	95
Çizelge 5.15 Tedarik zinciri zorluklarının yaş gruplarına göre dağılımı	97
Çizelge 5.16 Blockchain_data veri tabanı tablosunun sadeleştirilmiş içerik örneği.....	110

1. GİRİŞ

Küreselleşme, artan rekabet ve dijital dönüşüm, tedarik zinciri yönetiminde yeni bir dönemin kapılarını aralamaktadır. Gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği, şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenilirlik gibi kriterler, özellikle tarımsal kalkınma kooperatiflerinin karşı karşıya olduğu temel zorluklar arasında yer almaktadır. Küresel çapta yaşanan gıda krizleri ve tüketici beklentilerindeki değişimler, gıda güvenliği güvencesini sağlama gerekliliğini her zamankinden daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, teknolojik yenilikler, yalnızca bu zorlukların üstesinden gelmekle kalmayıp, aynı zamanda tarımsal kooperatiflerin etkinliğini artırmak, güvenilir gıda üretimini sağlamak ve ekonomik katkılarını güçlendirmek için de fırsatlar sunmaktadır.

Blok zincir teknolojisi, sağladığı değiştirilemez ve şeffaf veri altyapısıyla, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin tedarik zinciri süreçlerinde devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Bu teknoloji, üretimden tüketime kadar her adımda gıda ürünlerinin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Örneğin, blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemleri, tarım ürünlerinin kalite yönetiminde tam şeffaflık ve güvenilirlik sunarak gıda güvenliğini artırabilir (Yi et al. 2021). Bu sistemler, aynı zamanda veri manipülasyonunu önleyerek güvenilirliği güçlendirebilir ve tüm tedarik zinciri boyunca ortak denetim sağlayabilir.

Blok zincir teknolojisinin bir diğer önemli faydası, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin ekonomik performansını artırma potansiyelidir. Akıllı sözleşmeler gibi özellikler, ödeme sistemlerini otomatikleştirerek süreçleri hızlandırabilir ve üretici ile tüketici arasındaki güveni pekiştirebilir (Kim ve Laskowski 2017).

Özellikle soya fasulyesi gibi ürünlerin tedarik zincirinde blok zincir teknolojisinin kullanımı, izlenebilirlik ve şeffaflık konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Ethereum blok zinciri ve akıllı sözleşmeler kullanılarak geliştirilen çözümler, ürünün kaynağından tüketiciye kadar olan tüm süreci güvenilir bir şekilde takip edebilir ve merkezi otoritelere olan bağımlılığı azaltabilir (Salah et al. 2019).

Tarım sektöründe yenilikçi teknolojilerin kullanımı, yalnızca üretim ve pazarlama süreçlerinde değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik adaletin sağlanmasında ve gıda güvenliğinin teminat altına alınmasında da hayati bir rol oynamaktadır. Blok zincir teknolojisi ile entegre edilmiş bir tedarik zinciri sistemi, kooperatif ortaklarının ürünlerinin katma değerini artırabilir, yerel ekonomileri güçlendirebilir ve tüketici güvenini pekiştirebilir. Bu çalışma, tarımsal kalkınma kooperatifleri için yenilikçi, sürdürülebilir ve güvenilir bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliği ve bu teknolojinin şeffaflık, izlenebilirlik ve katılımcı yönetim üzerindeki etkileri incelenmektedir. Bu kapsamda, S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nde kooperatifin iç işleyişine yönelik bir blok zincir sistemi kurulmuş ve bu sistemin özellikle doku kültürü üretim süreçlerindeki tedarik zinciri entegrasyonu ele alınmıştır. Ayrıca, kooperatif bünyesinde ortaklar ve çalışanlar olmak üzere 25 kişiyle yüz yüze anket yapılmış, kooperatifin mevcut durumunu ve teknolojik yeniliklere uyumunu değerlendirmek için Tarım ve Orman Bakanlığı Ödemiş İlçe Müdürü ve kooperatif başkanı ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışma, kooperatifin tedarik zinciri süreçleri ve kırsal kalkınmadaki rolünü ele alarak, blok zincir teknolojisinin bu süreçlerdeki uygulanabilirliğini ve etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Blok zincir tabanlı bir sistemle, kooperatiflerin iç işleyiş süreçlerinin şeffaf hale getirilmesi, doku üretim laboratuvarı faaliyetleri gibi kritik alanları da kapsayacak şekilde akıllı sözleşmelerle kayıt altına almayı hedeflenmektedir.

Bu bağlamda, blok zincir teknolojisinin sunduğu şeffaflık ve güvenilirlik özellikleri, tarımsal üretim süreçlerinde izlenebilirliği artırarak hastalıklardan arındırılmış ve sürdürülebilir bir üretim altyapısının oluşturulmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Çalışma, bu potansiyeli değerlendirerek tarım sektörüne yenilikçi çözümler sunmayı hedeflemektedir.

Tarımsal kalkınma kooperatifleri hem üreticilerin ekonomik refahını artırmada hem de sürdürülebilir tarımsal üretim sistemlerinin oluşturulmasında kritik bir role sahiptir. Ancak, bu kooperatifler şeffaflık, izlenebilirlik ve etkin yönetim gibi alanlarda çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Blok zincir teknolojisi, dağıtık ve güvenilir yapısı sayesinde bu zorlukların üstesinden gelmek için önemli bir araçtır. Özellikle gıda güvenliğinin sağlanması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve kooperatiflerin pazardaki rekabet gücünün artırılması açısından blok zincir uygulamaları büyük bir potansiyele sahiptir.

Bu çalışmanın önemi, Türkiye’de tarımsal kalkınma kooperatiflerinin karşılaştığı sorunlara yenilikçi bir çözüm sunmasının yanı sıra, blok zincir teknolojisinin tarım sektöründe uygulanabilirliğini ortaya koyarak hem ulusal hem de uluslararası düzeyde örnek bir model oluşturma kapasitesine dayanır. Ayrıca, bu çalışma ile elde edilen bulgular, karar vericilere ve kooperatiflere yol gösterici bir rehber niteliği taşıyacaktır.

1.2 Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, Türkiye’de tarımsal kalkınma kooperatifleri bağlamında bir ilk olma niteliği taşıması nedeniyle belirli sınırlılıklara sahiptir. Tarım ekonomisi alanında blok zincir yazılım temelli bir araştırmanın daha önce gerçekleştirilmemiş olması, çalışmanın mevcut literatürde doğrudan karşılaştırılabilir örneklerle desteklenmesini zorlaştırmıştır. Ayrıca, blok zincir teknolojisinin tarımsal kalkınma kooperatifleri için yeni bir uygulama alanı olması sebebiyle, farklı kooperatiflerle eş zamanlı olarak yürütülebilecek karşılaştırmalı bir çalışma yapılamamıştır.

Bunun yanı sıra, araştırmada gerekli anket çalışmalarının uygulanabileceği yeterli büyüklükte bir popülasyonun bulunmasında zorluklar yaşanmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen sistemin başarı testlerinin uzun vadeli sonuçlarını gözlemlemek için yeterli sürenin bulunmaması da araştırmanın sınırlılıkları arasında yer almaktadır.

1.3 Çalışmanın Hipotezi

Bu bölümde, istatistiksel testler gerçekleştirilmeden önce, konuya ilişkin daha önce yapılan çalışmaların bulgularına dayanarak oluşturulan araştırma hipotezleri sunulmaktadır. Temel araştırma hipotezleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Eğitim düzeyi ile yenilikçi teknoloji yaklaşımı arasında anlamlı bir ilişki vardır.
2. Yaş grupları ile blok zincir teknolojisine yönelik endişeler arasında anlamlı bir ilişki vardır.
3. Yaş grupları ile blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır.
4. Eğitim düzeyi ile blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır.
5. En az iki yenilikçi teknoloji yaklaşımı grubu arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır.

2. MATERİYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışma, kooperatiflerin tedarik zinciri süreçleri ile kırsal kalkınmadaki işlevlerini analiz ederek, bu süreçlerde blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliğini ve potansiyel etkilerini değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda, doku kültürü laboratuvar faaliyetlerini de içeren bir analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırma, özellikle hastalıktan arı fidan üretimi üzerinde yoğunlaşarak, blok zincir tabanlı sistemin fidan üretim süreçlerinde şeffaflık ve güvenilirlik sağlamadaki potansiyelini incelemektedir. Sağlıklı fidan üretimi, yalnızca tarımsal verimliliği artırmakla kalmayıp, bahçelerin hastalıklardan korunmasında da kritik bir rol oynamaktadır.

Çalışmanın pilot uygulaması için ülkemizin önde gelen kooperatiflerinden biri olan Bademli ile çalışılmıştır. Bademli Kooperatifi, Türkiye'deki fidancılık sektöründe lider konumda bulunması ve yüksek üretim kapasitesi ile çalışmanın amaçlarına uygun bir örnek teşkil etmektedir. Yıllık 20 milyon fidan üretimi, kooperatifin sektördeki önemi ve etkisini ortaya koyarken, AR-GE çalışmaları ve yenilikçi tarım teknolojilerine olan adaptasyonu, blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerin uygulanabilirliğini değerlendirmek için ideal bir saha sunmaktadır. Kooperatifin sertifikalı fidan üretimi ve dünya pazarlarına yönelik faaliyetleri, bu çalışmanın sektörel ve ulusal düzeyde önemli bir etki oluşturmalarını sağlamaktadır. S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nde gerçekleştirilmiş olan analizler ve sistem entegrasyonu temel materyali oluşturmaktadır. 383 ortağı ve 153 çalışanıyla kooperatif, Türkiye tarımında önemli bir yere sahiptir. Çalışma kapsamında, kooperatifin doku kültürü laboratuvar faaliyetlerine blok zincir tabanlı bir sistem entegre edilmiş ve bu sistemin kooperatif iç işleyiş süreçlerine etkileri değerlendirilmiştir (Anonim 2024d).

Veri analizi sürecinde, hesaplamaların doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini sağlamak amacıyla Python programlama dili tercih edilmiştir. Python 3.9 sürümü kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, bilimsel hesaplama ve istatistiksel analiz için özel olarak tasarlanmış üç temel kütüphaneden yararlanılmıştır.

NumPy, yüksek performanslı matematiksel hesaplamalar için kullanılan temel kütüphanedir. Özellikle çok boyutlu diziler ve matrisler üzerinde hızlı işlem yapma kabiliyeti sunar. Ortalama, standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiklerin hesaplanmasında kullanılmıştır.

SciPy.stats, ileri düzey istatistiksel analizler için özelleşmiş bir kütüphanedir. ANOVA, normallik testleri ve post-hoc analizler gibi istatistiksel testlerin gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır. Güven aralıkları ve etki büyüklüğü hesaplamalarında faydalanılmıştır.

Pandas, veri manipülasyonu ve analizi için tasarlanmış bir kütüphanedir. Verilerin düzenlenmesi, filtrelenmesi ve özetlenmesi işlemlerinde kullanılmıştır. Karmaşık veri setlerinin etkili bir şekilde işlenmesini sağlamıştır.

Bu kütüphaneler, açık kaynak kodlu olmaları, geniş bir kullanıcı topluluğuna sahip olmaları ve sürekli güncellenmelerinin yanı sıra, hesaplamaların şeffaflığı ve tekrar edilebilirliği açısından tercih edilmiştir. Analizlerin Python ile gerçekleştirilmesi, sonuçların güvenilirliğini artırmış ve insan kaynaklı hesaplama hatalarını minimize etmiştir.

Çalışmada birincil veriler, kooperatif yöneticileri, çalışanları ve ortakları ile yapılan anketler ve derinlemesine görüşmeler sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca, Tarım ve Orman Bakanlığı Ödemiş İlçe Müdürü ve kooperatif başkanı ile yapılan birebir görüşmeler, kooperatifin mevcut durumunu ve blok zincir uygulamasının getirdiği değişiklikleri anlamaya yönelik kritik bilgiler sağlamıştır. Bu bilgiler, blok zincir sisteminin şeffaflık, güvenilirlik ve izlenebilirlik üzerindeki etkilerini ortaya koymada önemli bir kaynak oluşturmuştur.

İkincil materyal olarak literatür çalışmaları, daha önce yapılmış çalışmalar ve sektörle ilgili raporlar kullanılmıştır. Bununla birlikte geliştirilen blok zincir sisteminde daha önce yapılmış uygulamalar dikkate alınmıştır. Bu kaynaklar, kooperatifin faaliyetleri, teknoloji kullanım düzeyi ve pazarlama stratejilerinin yanı sıra blok zincir teknolojisinin

tarımsal kalkınma kooperatiflerindeki potansiyel uygulamaları hakkında derinlemesine bilgi sağlamıştır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Anket ve derinlemesine görüşmelerde kullanılan yöntem

Bu kapsamda, S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nde kooperatifin iç işleyişine yönelik bir blok zincir sistemi kurulmuş ve bu sistemin özellikle doku kültürü üretim süreçlerindeki tedarik zinciri entegrasyonu ele alınmıştır. Çalışmada hem nitel hem de nicel araştırma yöntemleri kullanılarak kapsamlı bir veri toplama süreci gerçekleştirilmiştir.

Nicel araştırma kapsamında, kooperatif bünyesinde bulunan yönetim, kooperatife en fazla ürün veren ortaklar, pazarlama sisteminde bulunan ortak ve çalışanlardan oluşan ve kooperatif tedarik sistemine hakim 25 kişiyle yüz yüze anket uygulanmıştır. Bu anketler, kooperatif ortakları ve çalışanlarının mevcut durumlarını, sistemin uygulanabilirliğine dair görüşlerini ve teknolojik yeniliklere adaptasyonlarını değerlendirmeye yönelik yapılandırılmış sorulardan oluşmuştur. Nicel yöntem sayesinde, katılımcıların teknolojik sistemler hakkındaki algıları ve blok zincir sisteminin tedarik zincirine olası etkileri sayısal verilerle analiz edilmiştir.

Nitel araştırma yöntemi ise derinlemesine görüşmeler yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler, Tarım ve Orman Bakanlığı Ödemiş İlçe Müdürü ve kooperatif başkanı ile yapılmış olup, anket kullanılmadan yapılandırılmamış bir formatta gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle, kooperatifin mevcut işleyişi, blok zincir sisteminin etkileri ve gelecekteki potansiyel kullanım alanlarına dair detaylı ve bağlamsal bilgiler elde edilmiştir. Bu çok yönlü araştırma yöntemi, kooperatifin teknolojik yeniliklere adaptasyonunu hem bireysel hem de kurumsal düzeyde kapsamlı bir şekilde değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Nitel ve nicel veriler birlikte ele alınarak, blok zincir tabanlı sistemin

kooperatifin iç süreçlerine ve doku kültürü üretim faaliyetlerine olan etkileri bütüncül bir şekilde analiz edilmiştir.

2.2.2 Anket yolu ile toplanan verilerin analizinde kullanılan analiz yöntemleri

Anketlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, öncelikle bir plan hazırlanmış ve veriler bu plana uygun şekilde bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu adım, verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için kritik bir aşamadır.

Araştırmada, örnekleme dayalı istatistiksel yöntemler kullanılarak hipotezin geçerli olup olmadığını belirlemek için istatistiksel hipotez testleri uygulanmıştır. Bu süreçte sıfır hipotezinin (H_0) doğru olduğu varsayımıyla hareket edilmiş ve bu hipotezin reddedilme kriterleri tanımlanmıştır. İstatistiksel anlamlılık, sıfır hipotezi doğru olduğunda yanlışlıkla reddedilme olasılığı olan "anlamlılık düzeyi" (α) ile değerlendirilir. Bu araştırmada $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyi benimsenmiş ve hesaplanan p-değerleri bu seviyeye göre yorumlanmıştır. Eğer $p \leq \alpha$ ise sıfır hipotezi reddedilmiş ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir; aksi durumda sıfır hipotezi reddedilmemiştir (Kwak 2023).

P-değerinin bu denli sık kullanımı, istatistiksel analizlerin p-değerine indirgenmesiyle ilgili tartışmaları beraberinde getirmiştir. Özellikle Ronald Fisher tarafından önerilen 0.05 seviyesinin tarihsel bir standart olduğu, ancak bu sınırın rastlantısal belirlenmesi ve farklı bağlamlarda eleştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Cowles ve Davis 1982). Bununla birlikte, p-değerinin yanıltıcı olabileceği ve diğer ölçütlerle desteklenerek değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Trafimow et al. 2017). Ayrıca, istatistiksel testlerin sonuçlarının yalnızca p-değerine değil, güven aralıkları ve etki büyüklüğü gibi diğer göstergelere de dayanması gerektiği vurgulanmaktadır (Tsushima 2022).

Ki-Kare testi, verilerin belirli bir dağılıma uygun olup olmadığını test etmek ya da iki ya da daha fazla kategorik değişkenin bağımsız olup olmadığını değerlendirmek için uygulanır. Örneğin, bir çalışmada cinsiyet ile tercih edilen ürün türü arasında bir ilişki

olup olmadığı araştırılmak isteniyorsa, bu ilişkiyi analiz etmek için Ki-Kare testi uygulanabilir. Test sonucunda elde edilen Ki-Kare istatistiği, verilerdeki gözlenen dağılım ile beklenen dağılım arasındaki uyumsuzluğun büyüklüğünü gösterir. Bu değerin anlamlılık düzeyi (p-değeri) ile karşılaştırılması, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirler (Pearson 1900).

Testin uygulanabilmesi için her bir gözlem grubunun yeterli sayıda frekans içermesi (genellikle her hücredeki beklenen frekansın 5'ten büyük olması) gerekmektedir. Eğer p-değeri, belirlenen anlamlılık düzeyinden küçükse (örneğin, $p < 0.05$), değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılır; aksi takdirde, değişkenler bağımsızdır denir (Pearson 1900). Bu test, sosyal bilimlerden biyolojiye kadar pek çok alanda değişkenler arası ilişkilerin keşfi ve doğrulanması için güçlü bir araçtır. Katılımcıların eğitim düzeyleri ile yenilikçi teknoloji yaklaşımları arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığını belirlemek için ki-kare bağımsızlık testi uygulanmıştır.

Analiz öncesinde, ki-kare testinin temel varsayımları olan gözlenen frekansların yeterliliği ve veri uygunluğu kontrol edilmiştir. Bu yöntemle, farklı eğitim düzeylerine sahip katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımlarındaki dağılımlarının istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gösterip göstermediği incelenmiştir.

Katılımcıların yaş grupları ile blok zincir teknolojisine yönelik endişeleri arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığını incelemek amacıyla ki-kare bağımsızlık testi uygulanmıştır.

Analizden önce, ki-kare testinin varsayımlarını sağlamak için gözlenen frekansların yeterliliği kontrol edilmiştir. Bu analiz, farklı yaş gruplarının blok zincir teknolojisi hakkında hissettikleri endişelerin birbirinden farklı olup olmadığını istatistiksel olarak değerlendirmiştir.

Bu çalışmalar, eğitim seviyesi ve yaş gibi demografik faktörlerin teknoloji adaptasyonu üzerindeki etkilerini anlamayı amaçlamaktadır. Test sonuçları, eğitim ve yaş gruplarının

teknolojiye bakış açısı ve yenilikçi teknolojilerin benimsenmesi üzerindeki belirgin etkilerini ortaya koymuştur. İki den fazla bağımsız grup arasındaki farklılıkları analiz etmek için **Kruskal-Wallis testi** kullanılmıştır. Bu test, verilerin normal dağılım varsayımını karşılamaması nedeniyle ANOVA'nın parametrik olmayan alternatifi olarak seçilmiştir. Bu test aracılığıyla, blok zincir algı düzeylerinin eğitim ve yaş gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği belirlenmeye çalışılmıştır. Kruskal-Wallis testi, parametrik olmayan bir yöntem olup, üç veya daha fazla bağımsız grup arasında medyan değerlerin anlamlı bir fark gösterip göstermediğini test etmek için kullanılır. Verilerin normal dağılım göstermemesi veya varyansların homojen olmaması durumunda tercih edilir. Bu test, verileri sıralayarak gruplar arasındaki farklılıkları analiz eder ve hipotez testi sonucunda p-değeri üreterek farkın anlamlılığını değerlendirir (Kruskal ve Wallis 1952).

Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde **Spearman korelasyon** analizi tercih edilmiştir. Bu testin seçilmesinin nedeni, verilerin normal dağılım göstermemesi ve Pearson korelasyonunun varsayımlarını karşılamamasıdır. Spearman korelasyon analizi ile tedarik zinciri için endişe faktörleri arasındaki ilişkilerin yönü ve gücü belirlenmeye çalışılmıştır. Spearman korelasyon analizi ise, iki sürekli değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü ölçmek için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Bu analiz, değişkenlerin sıralamalarına dayandığından, verilerin normal dağılıma uymadığı durumlarda veya uç değerlerin etkisinin minimize edilmek istendiği durumlarda etkilidir. Korelasyon katsayısı (r_{sr_srs}) -1 ile +1 arasında bir değer alır; pozitif bir değer değişkenler arasında pozitif bir ilişkiyi, negatif bir değer ise ters bir ilişkiyi gösterir. Katsayının büyüklüğü, ilişkinin gücünü belirtirken, p-değeri ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirir (Spearman 1904). Katılımcıların eğitim düzeylerine göre blok zincir algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için, verilerin normal dağılıma uygunluğunu kontrol amacıyla Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır.

Levene testi, varyans homojenliği (homoscedasticity) varsayımını test etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu test, özellikle ANOVA gibi parametrik testlerin temel varsayımlarından biri olan gruplar arası varyansların eşit olup olmadığını

değerlendirmek için uygulanmıştır. Levene testi sonuçları, karşılaştırılan grupların varyanslarının istatistiksel olarak benzer olup olmadığını belirleyerek, kullanılacak analiz yönteminin seçiminde (parametrik veya parametrik olmayan testler) yol gösterici olmuştur. Levene testi, gruplar arası varyans eşitliğini (homojenliği) test etmek için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir ve özellikle parametrik testlerin (örneğin, ANOVA) uygulanmasından önce varyansların eşit olup olmadığını değerlendirmek amacıyla tercih edilmiştir. Bu test, gruplar arasındaki varyans farkını ölçerek hipotez testi yapar ve varyansların eşit olduğu ($H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_k$) varsayımını test eder. Levene testi, veri normal dağılıma uymasa bile güvenilir sonuçlar sunar ve hem parametrik hem de non-parametrik veri setlerinde uygulanabilir. Bu dayanıklılık ve esneklik özellikleri, testi çok gruplu analizlerde yaygın bir araç haline getirmiştir (Brown ve Forsythe, 1974; Levene 1960).

Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), üç veya daha fazla bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu analiz yöntemi, özellikle farklı gruplar arasında karşılaştırma yapılması gerektiğinde, gruplar arasındaki değişkenlik ile gruplar içindeki değişkenlik arasındaki oranı değerlendirerek anlamlı sonuçlar sunar. ANOVA, yalnızca tek bir bağımsız değişkenin etkisini analiz ettiği için "tek yönlü" olarak adlandırılır ve bu özelliği, karmaşık deney tasarımlarında bile basit bir şekilde uygulanabilir hale getirir (Cochran 1954).

ANOVA'nın en önemli avantajlarından biri, gruplar arasında yapılan çoklu karşılaştırmaların, birden fazla t-testi uygulanması durumunda ortaya çıkabilecek hata oranını artırmadan gerçekleştirilmesine olanak tanımasıdır. Bu yöntem, araştırmacıların yalnızca gruplar arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını belirlemekle kalmayıp, aynı zamanda bu farkların hangi gruplar arasında bulunduğunu da tespit etmelerine imkan sağlar. Ancak, ANOVA'nın doğru sonuçlar verebilmesi için bazı varsayımların karşılanması gerekmektedir. Örneğin, gruplar normal dağılım göstermeli ve varyanslar homojen olmalıdır. Bu koşullar sağlandığında, ANOVA, bilimsel araştırmalarda gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak anlamlandırmada oldukça etkili bir araçtır (Cochran, 1954). Çalışmada farklı yaş gruplarına, eğitim düzeylerine ve yenilikçi

teknoloji yaklaşımlarına göre blok zincir teknolojisine yönelik algı düzeyleri arasındaki anlamlı farklılıklar, ANOVA kullanılarak ve temel varsayımlar (normal dağılım ve varyans homojenliği) doğrulandıktan sonra istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımlarına göre blok zincir algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve analizden önce Shapiro-Wilk testi ile normal dağılım varsayımı ve Levene testi ile varyans homojenliği varsayımı kontrol edilmiştir. Bu analizler, gruplar arası karşılaştırmalar yaparak, farklı yaş, eğitim ve yenilikçi teknoloji yaklaşımları gibi değişkenlerin blok zincir algısı üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak değerlendirmek için gerçekleştirilmiştir.

Post-hoc Tukey HSD (Honestly Significant Difference) testi, ANOVA sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunduğunda, bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için kullanılan çoklu karşılaştırma yöntemlerinden biridir. Test, gruplar arasında ortalamaların farklarını değerlendirir ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını kontrol eder. Tukey HSD testi, tüm olası çiftler arasında karşılaştırmalar yaparak, çiftler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için bir güven aralığı sağlar. Bu yöntem, özellikle eşit örneklem büyüklüğüne sahip gruplarda ve varyans homojenliği varsayımı altında etkili sonuçlar sunar. Elde edilen p-değerine göre, gruplar arasındaki anlamlı farklar raporlanır. Tukey HSD, çok sayıda karşılaştırma yapıldığında oluşabilecek hata oranlarını kontrol ettiği için araştırmacılar tarafından yaygın olarak tercih edilir (Tukey 1949; Abdi ve Williams 2010).

Blok zincir teknolojisine yönelik algı düzeyleri arasındaki anlamlı farklılıkların hangi gruplar arasında bulunduğunu belirlemek amacıyla, post-hoc Tukey HSD testi uygulanmıştır. Bu yöntem, farklı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmesi durumunda, bu farkın spesifik olarak hangi gruplar arasında olduğunu detaylandırmak için kullanılmaktadır. Eğitim düzeyleri arasında yapılan analizlerde, farklı eğitim gruplarının blok zincir algı düzeylerini karşılaştırmak için Tukey HSD testi sonuçlarına başvurulmuştur.

Benzer şekilde, yaş grupları ve yenilikçi teknoloji yaklaşımlarına göre blok zincir algı düzeylerindeki farklılıkların hangi gruplar arasında bulunduğunu belirlemek için de **Tukey HSD** testi uygulanmıştır. Bu test, ANOVA ile elde edilen genel farklılık sonuçlarını daha ayrıntılı bir şekilde incelemek ve anlamlı farklılıkların kaynağını belirlemek için kullanılmıştır.

Fisher's Exact Test, özellikle küçük örneklem büyüklüğüne sahip iki kategorik değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılan bir istatistiksel testtir. Bu yöntem, gözlemlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farklılıkların tesadüfi olup olmadığını belirlemek için uygulanır. Fisher's Exact Test, özellikle 2x2'lik kontenjan tablolarında etkili sonuçlar sunar ve büyük örneklemle çalışılan ki-kare testine bir alternatif olarak kabul edilir. Testin temel avantajı, örneklem büyüklüğüne ve hücre frekanslarının dağılımına duyarlı olmadan kesin sonuçlar sağlamasıdır. p-değeri hesaplanarak, gözlemlenen dağılımın null hipotezi destekleyip desteklemediği değerlendirilir. Fisher's Exact Test, tıp, biyoloji ve sosyal bilimler gibi alanlarda, özellikle düşük frekanslı olayların analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Fisher, 1922; Agresti, 2012). Yaş gruplarına göre bireylerin blok zincir teknolojisine ilişkin endişelerini değerlendirmek amacıyla çapraz tablo analizleri yapılmıştır. Bu yöntem, yaş grupları ile blok zincir teknolojisi endişeleri arasındaki potansiyel bağıntıyı doğru bir şekilde analiz etmeyi sağlamıştır.

K-means kümeleme analizi, katılımcıların blok zincir teknolojisine yönelik algı ve endişe düzeylerine göre benzer özelliklere sahip grupları belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bu analiz yöntemi, çok sayıda değişkeni içeren karmaşık veri setinde doğal grupların ortaya çıkarılmasını sağlamıştır. Böylece, benzer algı ve endişe düzeylerine sahip katılımcılar aynı kümelerde toplanarak, çalışmaya katılanların blok zincir teknolojisine yönelik tutumlarının daha iyi anlaşılması ve bu gruplara özgü stratejilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. K-means kümeleme analizi, veri noktalarını homojen alt gruplara ayırmak için kullanılan, merkez-temelli bir kümeleme yöntemidir. Bu algoritma, önceden belirlenen k küme sayısına göre, her bir veri noktasını en yakın küme merkezine atar ve bu merkezleri iteratif olarak güncelleyerek kümelerin homojenliğini maksimize eder. K-means, büyük veri setlerinde hızlı ve etkili sonuçlar

vermesi nedeniyle sıkça tercih edilir. Ancak, bu yöntemin performansı, başlangıç merkezlerinin seçimine ve k değerinin doğru belirlenmesine bağlıdır. Bu noktada, kümelerin uyumunu ve sayısını değerlendirmek için **Silhouette analizi** kullanılır. Silhouette analizi, bir veri noktasının kendi kümesine olan yakınlığı ile diğer kümelere olan uzaklığı karşılaştırarak bir uyum skoru ($-1-1-1$ ile $+1+1+1$ arasında) hesaplar. Bu skor, k değerini optimize etmek ve doğru küme sayısını belirlemek için önemli bir araçtır. K-means ve Silhouette analizi bir arada kullanıldığında hem doğru kümeleme hem de uygun küme sayısının belirlenmesi sağlanır (Lloyd 1982; Rousseeuw 1987). Katılımcıların blok zincir teknolojisine yönelik tutumlarını ve teknoloji kullanımlarını daha iyi anlamak ve gruplandırmak amacıyla K-means kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu yöntemle, katılımcılar arasında benzer tutum ve kullanım özelliklerine sahip alt grupların (kümelerin) belirlenmesi hedeflenmiştir. Optimal küme sayısını belirlemek için Silhouette analizi kullanılmıştır.

Wilcoxon işaretli sıralar testi, verilerin normal dağılım göstermediği veya örneklem büyüklüğünün küçük olduğu durumlarda tercih edilir. Testin null hipotezi ($H_0H_0H_0$), iki grup arasındaki medyan farkının sıfır olduğunu ifade eder. Elde edilen p -değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Eğer p -değeri 0.05'ten küçükse, null hipotez reddedilir ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılır. Bu test, medyan odaklı analizlerde güvenilir bir seçenek olarak sosyal bilimler, psikoloji ve tıp gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılır (Wilcoxon 1945). Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanları arasındaki farkların değerlendirilmesi amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Bu test, bağımlı örneklem gruplarında (eşleşmiş çiftlerde) medyanlar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılmıştır. Veriler, katılımcıların yenilikçi teknolojiye yönelik önceliklerini ve tedarik zinciri iyileştirme alanlarına verdikleri önemi sıralama veya derecelendirme yoluyla ifade ettiği puanlamalardan elde edilmiştir. Wilcoxon işaretli sıralar testi, parametrik varsayımların sağlanmadığı durumlarda kullanılabilirliği nedeniyle tercih edilmiştir.

Detaylı analiz yapılmasının temel nedenlerinden biri, elde edilen teknoloji kullanım düzeyleri ve blok zincir algı düzeylerinin eğitim ve yaş gruplarına göre farklılık gösterdiğine dair bulguları desteklemek ve bu farklılıkları çeşitli yöntemlerle doğrulamaktır. Farklı analiz tekniklerinin kullanımı, aynı verilerden elde edilen sonuçların tutarlılığını değerlendirmek ve bulguların güvenilirliğini artırmak amacı taşımaktadır. Bu bağlamda, çeşitli istatistiksel yöntemler ve anket soruları üzerinden elde edilen veriler, eğitim ve yaş gruplarına bağlı olarak algı düzeylerindeki ayrımların daha net bir şekilde ortaya konmasına olanak sağlamış ve sonuçların geçerliliğini güçlendirmiştir.

2.2.3 Blok zincir sistem mimarisi ve teknolojik altyapı da kullanılan yöntem ve araçlar

Bu çalışmada geliştirilen sistem, çeşitli katmanlardan oluşan entegre bir yapıya sahip olup, modern internet teknolojileri ile blok zincir altyapısını birleştiren yenilikçi bir mimari tasarımına sahiptir. Sistemin temel bileşenleri, veri yönetimi, güvenlik, kullanıcı etkileşimi ve blok zincir entegrasyonu gibi farklı işlevsel alanları kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu çalışma ile tarımsal üretimin daha sürdürülebilir, izlenebilir ve verimli hale getirilmesi hedeflenmiş, aynı zamanda tedarik zincirinin güçlendirilmesiyle yerel tarım ekonomisinin gelişimine ve gıda güvenliğinin artırılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Sistem, farklı işlevsel alanları kapsayan entegre bir yapıya sahiptir ve şu amaçlara yönelik olarak yapılandırılmıştır:

Veri Yönetimi: Tarımsal üretimden kaynaklanan verilerin düzenli, güvenilir ve izlenebilir bir şekilde saklanması sağlayarak, üretim süreçlerinin optimize edilmesine katkı sunar.

Güvenlik: Verilerin şifrelenerek saklanması ve kullanıcı oturumlarının doğrulanması sayesinde, hem sistemin hem de tarımsal verilerin dış tehditlere karşı korunmasını hedefler.

Kullanıcı etkileşimi: Kooperatif ortaklarının ve diğer paydaşların sisteme kolay erişim sağlayarak süreçleri hızlı ve etkili bir şekilde yönetebilmesine olanak tanır.

Blok zincir entegrasyonu: Tedarik zincirindeki her işlemin blok zincir üzerinde değiştirilemez bir şekilde kaydedilmesi ile tarımsal ürünlerin kaynağından tüketiciye kadar olan süreçte şeffaflık ve güven sağlar.

Blok zincir sistem mimarisi ve teknolojik altyapının oluşturulmasında, farklı işlevleri destekleyen internet geliştirme teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmıştır. Sistemin temelinde yer alan internet geliştirme teknolojileri arasında sunucu taraflı işlemler için PHP (Welling and Thomson, 2016), veri tabanı yönetimi için MySQL (DuBois, 2019), ve kullanıcı deneyimini zenginleştiren etkileşimli kullanıcı arayüzleri için JavaScript (Haverbeke, 2018) bulunmaktadır.

PHP, açık kaynaklı ve dinamik internet uygulamalarının geliştirilmesinde sıklıkla tercih edilen bir programlama dilidir. MySQL, ilişkisel bir veri tabanı yönetim sistemi olarak sistem bünyesindeki verilerin saklanması ve güvenli bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. JavaScript ise istemci tarafında çalışan, dinamik içerik üretimi ve kullanıcı etkileşimlerini destekleyen bir programlama dilidir.

Blok zincir ile internet uygulamaları arasındaki etkileşimi sağlamak için ve merkeziyetsizlik, şeffaflık ve verilerin korunması amacıyla Web3 teknolojisi kullanılmış olup, bu entegrasyon (Antonopoulos ve Wood 2021) önerdiği mimari prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Blok zincir altyapısında düşük işlem maliyetleri ve yüksek ölçeklenebilirlik özellikleri nedeniyle Polygon ağı tercih edilmiştir. Polygon ağı, ölçeklenebilirlik bir blok zincir ağıdır. İşlem hızını artırmak ve maliyetleri düşürmek amacıyla geliştirilmiştir (Zhou et al. 2020). Geliştirme ve test süreçlerinde ise gerçek kripto para gerektirmeyen bir test ağı kullanılarak, güvenli ve düşük maliyetli işlem senaryoları oluşturulmuştur (Chauhan et al. 2018).

Sistemin güvenlik mekanizmaları, yaygın internet saldırılarına karşı güçlü bir koruma sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu mekanizmalar arasında, internet siteleri arası istek sahteciliği (CSRF) koruması ve veri tabanı güvenliği için kullanılan SQL enjeksiyon önleme teknikleri yer almaktadır (Rocchetto et al. 2014). Veri tabanını dış tehditlere karşı güvence altına almak amacıyla çeşitli güvenlik yöntemleri uygulanmış ve bu yöntemlerin etkinliği literatürde de vurgulanmıştır (Thomas et al. 2009). Ayrıca, Castillo ve arkadaşlarının (2019) önerilerine uygun olarak, internet üzerinden gelen veriler dikkatli bir şekilde işlenmiş; böylece verilerin doğruluğu korunurken, dış kaynaklı tehlikelere karşı sistem güvence altına alınmıştır.

Sistemin doğrulama mekanizmalarında QR kod teknolojisi kullanılmıştır. Bu teknoloji, iki boyutlu barkod yapısıyla hızlı veri erişimi ve doğrulama imkanı sunmaktadır. Ayrıca kullanılan modüllerle, blok zincir ağı ile güvenli iletişimi ve optimize edilmiş işlem yönetimini sağlamaktadır.

Sistemin işlem yönetimi katmanı, blok zincir üzerinde işlemlerin sorunsuz bir şekilde oluşturulması ve yönetilmesi için gerekli unsurları içermektedir. Bu katmanda kullanılan fonksiyon, işlemleri sıralamak, maliyetleri hesaplamak ve doğru ağ üzerinde gerçekleştirmek için önemli bir rol oynar. (Kumar et al. 2022; Chen et al. 2019).

Kullanılan blok zincir sistem mimari ve teknolojik altyapı, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik, izlenebilirlik ve verimliliğin artırılması amacıyla tasarlanmıştır. Blok zincir altyapısı, tedarik zincirinde şeffaflığı ve güvenilirliği sağlamak için kullanılmıştır. Veri yönetimi ve güvenlik sistemleri, gıda güvenliğini güçlendirmek, tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek ve tarımsal üretimde hataları en aza indirmek amacıyla yapılandırılmıştır.

3. KAVRAMSAL TEMELLER

Kooperatif, bireylerin ortak ekonomik, sosyal ve kültürel amaçları doğrultusunda bir araya gelerek, beraber iş yapmalarını sağlama biçimidir. Kooperatif ile bireyler tek başına yapamayacakları veya birlikte yapmalarında yarar bulunan işleri en iyi bir biçimde ve maliyet fiyatına yapabilmektedirler (Mülayim 2013).

Uluslararası Kooperatifler Birliği'ne göre ise kooperatif “Ortak ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaç ve istekleri, müşterek sahip olunan ve demokratik olarak kontrol edilen bir işletme yoluyla karşılamak üzere, gönüllü olarak bir araya gelen insanların kurup işlettiği, özerk bir teşkilattır” (Mülayim 2013).

Kooperatif üzerine yapılmış tüm tanımların ortak noktası, kooperatif ortaklarının ihtiyaçlarını karşılamak üzere ekonomik ve sosyal refah seviyelerini yükseltmeyi amaçlamalarıdır. (Mülayim 2013, ICA 2022).

Kooperatif kavramı, Kooperatifler ve ortakları tarafından, benimsenen temel ilke ve değerlere bağlı kalarak yıllar içinde önemli ölçüde gelişmiştir. 1995 yılında Kooperatifler Birliği. Gönüllülük, demokrasi ve ortak sosyal, kültürel ve ekonomik ihtiyaçlara dayanan bu ilkelerin kökenleri, 1844'te İngiltere'nin Rochdale kentinde kurulan ilk modern kooperatife kadar uzanmaktadır Rochdale öncüleri, adil ve başarılı kooperatif işletmeleri yürütmek için temel yapıları ve ilkeleri oluşturmuşlardır (ICA 1995).

Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, kooperatiflerde tedarik zincirinin de önemli ölçüde ilerlediğini görmekteyiz. Blok zincir teknolojisinin yükselişi, işbirlikçi ekonomiler için yeni olanaklar sunarak kooperatiflerin ve tedarik zincirlerinin işleyişini dönüştürme potansiyeli taşımaktadır. Bu teknoloji, demokratik karar alma süreçleri ve eşler arası güvene dayalı topluluklar oluşturma imkânı sağlamaktadır (Solicitors 2019). Blok zincirin sunduğu dışarıdan müdahaleye karşı korumalı işlem defteri, açıklık,

şeffaflık ve hesap verebilirlik gibi kooperatif ilkeleriyle uyumlu bir yapı oluşturmaktadır (Crosby et al. 2016; Folkinshteyn ve Lennon 2016; Korpela et al. 2017)

3.1 Kooperatif İlkeleri

İngiltere’de bir kasabada olan Rochdale’de kurulan kooperatiflerin 1844 yılında benimsediği genel prensipler Dünya Kooperatifler Birliği (ICA) tarafından genelleştirilerek kooperatifçilik ilkeleri olarak benimsendi. Bu ilkeler (Şekil 3.1):

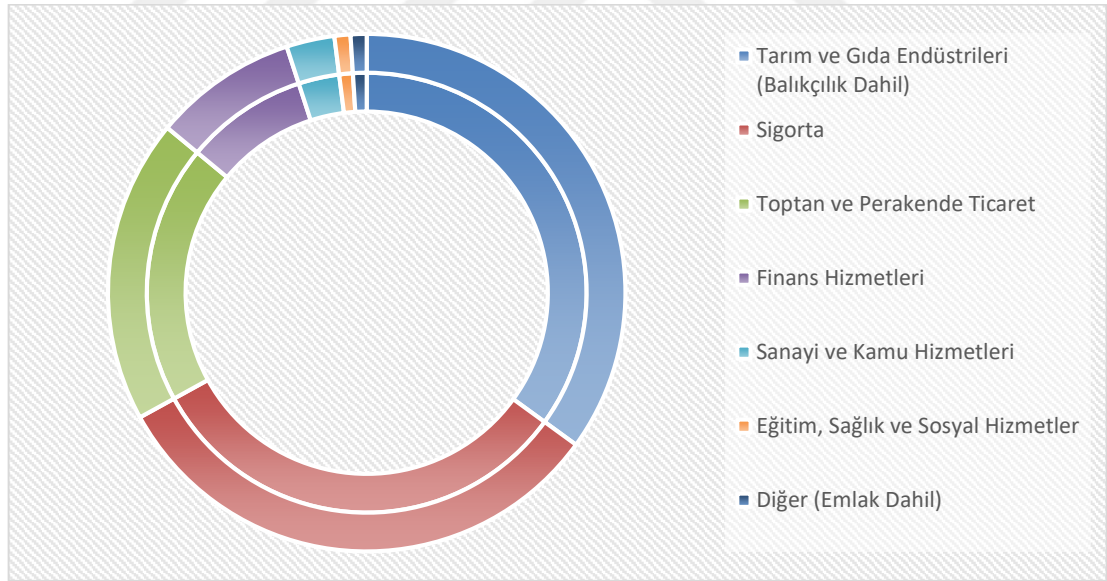


Şekil 3.1 Kooperatif ilkeleri (ICA 2024)

3.2 Kooperatifçiliğin Mevcut Durumu

Yeryüzündeki insanların en az % 12'si yeryüzündeki 3 milyon kooperatifin herhangi birinin işbirlikçisidir. Kooperatifler, dünya genelinde 280 milyon kişiye, diğer bir deyişle dünya istihdam edilen nüfusunun %10'una iş veya iş imkanı sağlayarak, sürdürülebilir ekonomik büyümeye ve istikrarlı, kaliteli istihdama katkıda bulunmaktadır. En büyük üç yüz kooperatif veya ortak, toplumun gelişmesi için ihtiyaç duyduğu hizmetleri ve altyapıyı sağlarken 2,4 trilyon ABD doları ciro üretmektedirler.

ICA (2023) tarafından yapılan çalışmada 2021 yılı itibari ile işlem hacmi ve üye sayısı unsurları ile kategorize edilmiş 300 büyük kooperatif incelendiğinde; sigortacılık (32%), tarım ve gıda endüstrileri (35 %), toptan ve perakende satış işletmeleri (19%), finansal kurumlar (9 %), sağlık, eğitim ve sosyal yardım (3%) olarak dağılım göstermektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Dünya’da 300 büyük kooperatifin sektörel dağılımı (ICA 2023).

Kooperatifçilik, çoğunlukla kapitalist ekonomik sistemin egemen olduğu gelişmiş ülkelerde önemli bir ekonomik güç olarak kendini göstermiştir. ABD, İngiltere,

İspanya, İtalya, Almanya ve Baltık ülkeleri, kooperatifçilik alanında öncü konumda bulunan ülkeler arasında yer almaktadır (ICA, 2024).

Kooperatifçilik, tarımsal üretimi sürdürme, tarımsal gelirleri artırma ve kırsal yaşamı canlı tutma konularında birçok ülkede başarılı bir araç olmuştur. Kooperatifler, ulusal ekonomiye katkı sağlamakla birlikte, katılımcı demokrasiyi güçlendirmekte, kırsal kalkınmaya ve işsizliğin azaltılmasına önemli katkılarda bulunmaktadır. Bu bağlamda, güçlü kooperatifler, kırsal alanlarda ekonomik refahın ve sosyal canlılığın artırılmasında politikaların belirlenmesinde etkin bir rol oynamaktadır (Gülçubuk, 2022).

Türkiye’de ise kooperatifler, büyük ölçüde tarım sektöründe faaliyet göstermektedir. Türkiye'deki kooperatifçiliğin kökeni, 1863 yılında kurulan ve günümüzdeki tarım kredi kooperatiflerine benzer yapıda olan Memleket Sandıkları'na dayanmaktadır. Kooperatifçilik alanındaki ilk önemli gelişmeler ise, Atatürk'ün önderliğinde Cumhuriyet Dönemi’nde, 1920 ila 1938 yılları arasında yaşanmıştır (Anonim 2021).

Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO) 2018 raporuna göre, Türkiye'de 7.422.994 ortağa sahip 53.259 kooperatif bulunmaktadır ve bu kooperatifler 30 farklı türde faaliyet göstermektedir. Bu kooperatiflerin faaliyet alanlarına göre Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı veya Çevre ve Şehircilik Bakanlığı gibi farklı bakanlıkların görev alanına girdiği belirlenmiştir (ILO, 2018).

3.3 Kooperatiflerde Üretilen Ürünlerde Tedarik Zinciri

Küresel lojistik sektöründe artan rekabet ve küreselleşmenin etkileri, lojistik hizmet sağlayıcılarını, paydaş gruplarından kaynaklanan yeni baskılarla karşı karşıya bırakmakta; aynı zamanda müşteri taleplerinin çeşitliliği ve sürdürülebilirlik gereklilikleri gibi alanlarda yeni mevzuatların gündeme gelmesine neden olmaktadır (Çech ve Lenort 2021; Hennelly et al. 2019). Küreselleşme, dijital dönüşüm ve müşteri bilgi tabanındaki son gelişmeler dikkate alındığında, tedarik zinciri yönetimi, geçmiş

yıllara kıyasla daha karmaşık ve zorlu bir görev haline gelmiştir (Dumitrascu et al. 2020)

Endüstri profesyonelleri, mevcut tedarik zinciri süreçlerini dijitalleşme ve Endüstri 4.0'ın etkilediği yönetsel sorunlara yönelik çözümler geliştirme çabası içindedir (Çech ve Lenort, 2021; Hennelly et al. 2019; Dumitrascu et al. 2020). Bu bağlamda, akademisyenler ve uygulayıcılar, tedarik zinciri performansının gerçek zamanlı olarak ölçülmesi, izlenmesi ve optimize edilmesinin, şirketlerin sürekli artan baskılarla daha etkin bir şekilde başa çıkmalarına yardımcı olabileceğinin farkındadır (Yadav et al. 2020).

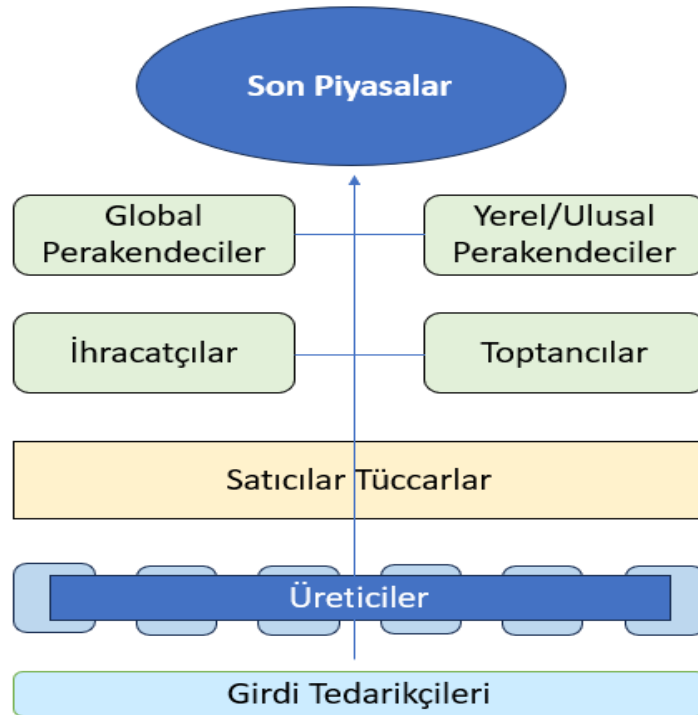
Tedarik zincirinde yer alan küçük aktörlerin, özellikle kooperatiflerin, daha büyük firmalara tedarikçi olmaları, tedarik zincirlerinde rekabet etmeleri ve daha yüksek değerli pazarlara erişim sağlamaları genellikle zorlaşmaktadır. Büyük firmalar, tedarik zincirlerindeki pazarlık güçlerini sıklıkla kullanabilmekteyken, küçük aktörler ise başkaları tarafından alınan kararları takip etmek zorunda kalmaktadır. Çoğu durumda, bir alıcı tarafından belirlenen fiyatlar veya ürün gereksinimlerinin dışında bir seçeneğe sahip olmamaktadırlar (Lai ve Cheng 2009).

Bir tedarik zinciri, bir ürün veya hizmetin üretim aşamasından nihai tüketiciye teslimine ve hatta nihai bertarafına kadar olan tüm süreçleri kapsar. Bu süreçler, tasarım, üretim, pazarlama, dağıtım ve geri dönüşüm gibi çeşitli aşamaları içerir. Tedarik zincirinin faaliyetleri, tek bir firma içinde gerçekleştirilebileceği gibi, farklı firmalar arasında da bölünebilir. Ayrıca, bu faaliyetler, tek bir coğrafi konumda yoğunlaşabileceği gibi, geniş bir coğrafi alana da yayılabilir (Lai ve Cheng 2009).

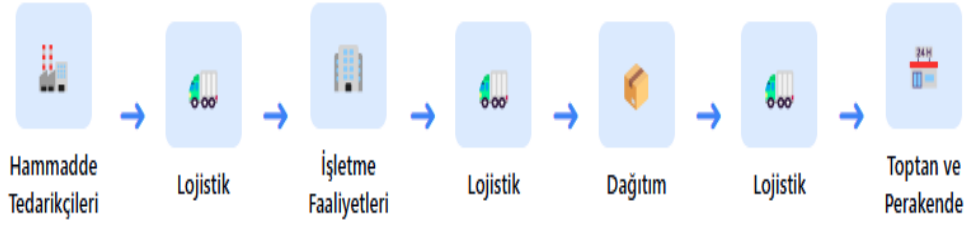
Tedarik zincirinin etkin bir şekilde entegrasyonu için, tedarik zincirinde yer alan tüm aktörler arasında bilgi paylaşımının sağlanması gereklidir. Bu, ortak tahmin, planlama ve ikmal süreçlerinin koordine edilmesini içerir. Ayrıca, tedarik zinciri üyeleri arasında görev dağılımı, karar yetkisi ve kaynak dağılımının gözden geçirilerek yüksek değer yaratacak şekilde yeniden düzenlenmesi önemlidir; bu bağlamda dış kaynak kullanımından da faydalanılabilir. Etkin bir entegrasyon için, uygun iletişim

kanallarının seçilmesi ve bu sayede etkili bir iletişimin sağlanması, üyelerin performansının belirlenmiş kriterler doğrultusunda sürekli olarak ölçülmesi ve teşviklerin işbirliğini artıracak şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Çech ve Lenort, 2021; Hennelly et al. 2019; Dumitrascu et al. 2020).

Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de görüldüğü gibi, işlem yapanlar/tüccarlar ile üreticiler arasında çeşitli ticaret bağlantıları bulunan genel bir tedarik zinciri gösterilmektedir. Aracı tüccarlar, tedarik zincirinde kritik bir rol oynamaktadır ve genellikle küçük üreticilere kıyasla daha iyi piyasa bilgilerine ve daha fazla mali kaynağa sahiptirler. Tüccarlar, küçük üreticilerle birebir ilişkiler kurarak, pazarlık güçlerini bu üreticiler üzerinde baskı uygulamak amacıyla kullanabilirler; bu durum, daha düşük fiyat talepleri gibi sonuçlar doğurabilir. Tedarik zincirindeki bu asimetrik pazarlık gücü, küçük üreticilerin gelirlerini azaltabilir ve dolayısıyla onların işletme kapasitelerini geliştirme fırsatlarını sınırlayabilir. Üreticiler, genellikle piyasa koşulları ve süreçleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarından, haksız muamele görme riski taşımaktadır (ILO 2011; Çancı ve Erdal 2013).



Şekil 3.3 Genel tedarik zinciri (Çancı ve Erdal 2013)



Şekil 3.4 Klasik bir tedarik zinciri (Çancı ve Erdal 2013)

Kooperatifler, yerel üreticilerin ürünlerini pazara ulaştırma ve tedarik zinciri oluşturma süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Uriri Çiftçiler Kooperatifi Derneği'nin Kenya'daki soya fasulyesi üretimi örneği, çiftçilere eğitim, tohum, gübre ve kredi desteği sağlayarak üretim kapasitesini artırmış ve bu ürünlerin yerel ve uluslararası pazarlara erişimini kolaylaştırmıştır (ILO 2011). Benzer şekilde, Hatay Defne Kadın Kooperatifi, yerel kadın girişimcileri destekleyerek gıda ürünlerinin pazarlanabilirliğini artırmış ve süpermarketler gibi çeşitli satış kanalları aracılığıyla ürünlerin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamıştır (Anonim 2024a). Bu örnekler, kooperatiflerin tedarik zinciri yönetimindeki etkinliğinin, yerel üreticilerin gelirlerini artırmada ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamada ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

3.4 Kooperatiflerde Gelecekte Yeni Projeler İçin Tedarik Zincirinin Güçlendirilme Araçları

Kooperatif altyapısı yalnızca üretimle sınırlı kalmaz, aynı zamanda tedarik zinciri yönetimiyle de yakından ilgilidir. Tedarik zinciri faaliyetleri, bir işletmenin rekabet avantajını oluşturan temel unsurlardır ve her bir faaliyet, bir şirketin maliyet yapısını ve pazardaki konumunu belirler. Tedarik zincirinde gerçekleştirilen her bir adım, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamada ve farklılaşma stratejilerini uygulamada kritik rol oynar. Rakiplerin tedarik zincirlerinin karşılaştırılması, bu avantajları belirleyen farklılıkları ortaya çıkarır ve kooperatiflerin rekabet gücünü artırmada önemli bir faktör haline gelir (Porter 1985).

Tedarik zinciri, sadece üretimde kullanılan hammaddelerin veya ürünlerin temin edilmesi, satın alınması ve satılması olarak ele alınmamalıdır. Tedarik zinciri, bir firmanın faaliyetlerinde kullanılan girdilerin edinme sürecini kapsar ve bu girdiler, firmanın değer yaratma süreçlerinde kritik bir rol oynar. Hammaddeler, sarf malzemele-ri, makine ve ekipman gibi girdiler, tedarik zincirinin bir parçasıdır ve bu girdiler, firmanın birincil veya destek faaliyetlerinde kullanılır. Örneğin, laboratuvar malzemele-ri veya bağımsız test hizmetleri, teknolojik gelişmede gerekli olan girdilerdir; benzer şekilde, muhasebe hizmetleri, firmanın genel altyapısında kullanılan bir girdidir. Tedarik süreci, satıcılarla yapılan anlaşmalar, yeterlilik gereksinimleri ve bilgi sistemleri gibi çeşitli teknolojik unsurları içerir ve bu unsurlar, firmanın tedarik zinci-riindeki etkinliğini ve verimliliğini doğrudan etkiler (Porter 1985).

Tedarik zinciri, mal ve hizmetleri tedarikçilerden nihai müşterilere ulaştıran karmaşık bir organizasyonlar, insanlar, teknolojiler, faaliyetler ve kaynaklar ağıdır. Ekonominin önemli bir bileşeni olarak tedarik zinciri, şirketlerin verimli bir şekilde mal ve hizmet üretmelerine olanak tanır, maliyetleri düşük tutmalarını ve talebi karşılamalarını sağlar. Tedarik zinciri, bir yönetim sistemi olarak değerlendirilebilir ve bu bağlamda, “yukarı ve aşağı bağlantılar yoluyla, nihai tüketicinin elinde ürün ve hizmet şeklinde değer üreten farklı süreç ve faaliyetlerde yer alan organizasyonlar ağı” olarak kabul edilir (Christopher, 2005). Ağın faaliyet yapısı ve organizasyon genişliği, kullanılan tedarik zinciri yönetimi ile doğrudan ilişkilidir (Ganeshan et al. 2000).

Tedarik zinciri yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için beş temel sürecin dikkate alınması önemlidir: planlama, uygulama, bilgi teknolojisi, örgütler arası yapı ve ölçüm (Sağbaş 2015). Planlama, tedarik zinciri yönetiminin temelini oluşturur ve operasyonlara rehberlik edecek politikaların belirlenmesiyle başlar. Bu politikalar, müşteri taleplerini karşılarken şirketin karlılığını sürdürmesini sağlar. Planlama süreci ayrıca, şirketlerin mevcut uygulamalarını değerlendirmelerine ve gerekirse tedarik zincirini yeniden yapılandırmalarına olanak tanır (Başkol 2011).

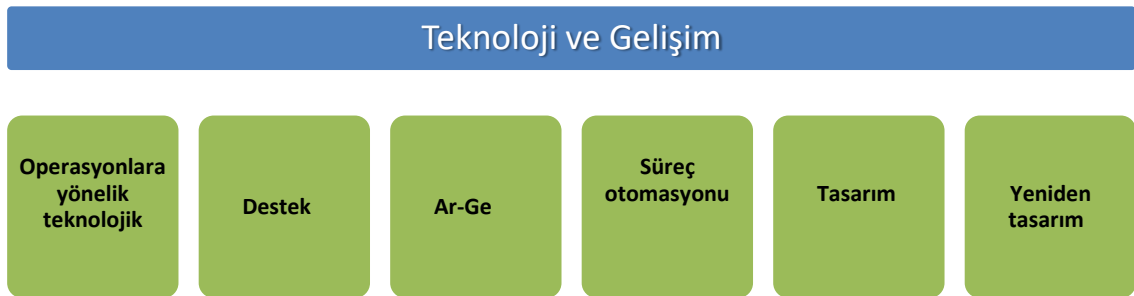
Literatürde, tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasına yönelik iki ana yaklaşım bulunmaktadır: biri bilgi teknolojileri sistemlerinin uygulanmasına, diğeri ise entegre

bir sistemin geliştirilmesine odaklanır. Bu süreç, mevcut yazılım araçlarının kullanımını, özelleştirilmiş çözümlerin oluşturulmasını, mevcut sistemlerin entegrasyonunu ve yeni araçların geliştirilmesini içerebilir (Sağbaş 2015).

Tedarik zinciri yönetiminin temel amacı, birden fazla işletme ve organizasyonun tek bir bütün olarak ele alınması ve kaynakların ortak kullanımı sayesinde başarı elde edilmesidir. Literatürde bu amacın ilk adımı, maliyetleri azaltarak üreticilerin karşılaştırmalı maliyet avantajı elde etmelerini sağlamak ve ucuz girdi faktörlerine odaklanmaktır. Bu sayede üreticiler, tedarik zinciri faaliyetlerini yoğunlaştırarak ölçek ekonomilerinden fayda sağlayabilirler. İkinci amaç ise, müşteri hizmet seviyesini artırmaktır; bu, üreticilerin müşterilere özel ve farklılaştırılmış ürün seçenekleri sunmalarını ve ürünlerin olabildiğince hızlı bir şekilde teslim edilmesini gerektirir (Porter 1985).

3.5 Tedarik zincirlerinde teknoloji ve gelişim

Her değer eylemi, ister teknik bilgi ister uygulama olsun, belirli bir teknolojiyi içerir. Çoğu kooperatif veya işletme, belge hazırlama ve taşımadan ürünlerin kendisinde kullanılanlara kadar çok çeşitli teknolojilerden yararlanır. Ayrıca, bu değer eylemleri genellikle çeşitli bilimsel alanları birleştiren farklı alt teknolojileri içerir. Örneğin, işleme süreci metalurji, elektronik ve mekanik gibi disiplinleri kapsar (Porter 1985). Bu, teknolojinin sadece bir araç değil, aynı zamanda farklı bilimsel ve teknik bilgi alanlarının entegrasyonu ile değer yaratmada kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Teknoloji ve gelişim süreçleri (Porter 1985)

Tedarik zincirlerinde teknoloji kullanımı, tedarik zinciri entegrasyonunun sağlanması ve operasyonların verimliliğinin artırılması için çok önemlidir. Teknoloji, tedarik zinciri süreçleri arasında bilgi akışını hızlandırarak üretim ve lojistik faaliyetlerinin koordine edilmesinde hayati bir rol oynar ve bu da şirketler arasında daha güçlü bir işbirliğini teşvik eder. Örneğin, bilgi teknolojisi (BT) tedarik zincirindeki ortaklar arasında etkin bir iletişim platformu görevi görerek veri alışverişini ve karar alma süreçlerini hızlandırır. Bu hızlanma ve gelişmiş koordinasyon sadece tedarik zinciri içindeki entegrasyonu kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda tedarik zinciri ortaklarının birbirleriyle senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayarak genel performansı önemli ölçüde artırır (Neubert vd. 2004).

Dahası, teknolojinin, özellikle de BT'nin tedarik zincirlerinde etkin kullanımı, üretim ve lojistik kararlarının daha iyi koordine edilmesine yol açarak tedarik zinciri performansının artmasına neden olur. Bu entegrasyon, özellikle gelişmiş BT sistemleri aracılığıyla sağlandığında, tedarik zinciri boyunca daha yüksek üretkenliğe, daha iyi müşteri hizmetlerine ve rekabet avantajına katkıda bulunur (Siau ve Tian 2004). Ayrıca, tedarik zinciri teknolojisinin stratejik olarak uygulanması yalnızca operasyonel verimlilikle ilgili değil, aynı zamanda gerçek zamanlı karar verme ve süreç optimizasyonu sağlayarak uzun vadeli rekabet avantajlarını teşvik etmekle de ilgilidir (Neubert vd. 2004).

Bu nedenle, tedarik zincirlerinde teknolojinin benimsenmesi ve entegrasyonu, modern iş dünyasında başarının anahtarı olarak giderek daha fazla kabul görmekte ve kuruluşların sürekli gelişen küresel pazarda çevik ve rekabetçi kalmasını sağlamaktadır (Chen et al. 2010).

Bilgi sistemleri, şirketleri müşterilerine ve tedarikçilerine bağlayan çok önemli araçlardır ve modern iş operasyonlarının bel kemiği olarak hizmet ederler. Bilgi teknolojisi (BT) altyapısı tipik olarak iki ana bileşene ayrılır: teknik altyapı ve insan altyapısı. Saklanması ve erişilmesi gereken bilginin türüne bağlı olarak, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri, Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) sistemleri ve Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM) sistemleri dahil olmak üzere çeşitli bilgi sistemleri

kullanılmaktadır (Patterson vd. 2004). Tedarikçilerin tedarik zincirine etkin bir şekilde entegre edilmesi, verimlilik ve üretim artışı ile doğru orantılıdır ve rekabet avantajı elde etmek için kritik bir faktördür (Atrek et al. 2014).

Pazar ve tedarik zinciri entegrasyonu, güçlü iş ilişkileri geliştirmek için gereklidir. Pazar odaklılık, gelişmeyi teşvik eden ve firmalar arasında yakın ilişkiler kurarak birbirlerinden öğrenmelerini sağlayan bir ortam yaratmayı içerir. Güçlü müşteri ilişkilerine sahip şirketler genellikle sadece ürün tedarik etmek ve sevk etmek yerine tedarik zinciri görevlerinin koordinasyonuna ve entegrasyonuna odaklanan entegre stratejilere sahiptir. Tepkisel olarak çalışan envanter tabanlı tedarik zincirlerinin aksine, entegre tedarik zincirleri bilgi odaklıdır ve müşteri ihtiyaçlarının anında yorumlanmasına ve yanıtlanmasına odaklanır. Bu, anında sorun çözmeye olanak tanıyan çevrimiçi, gerçek zamanlı veri paylaşımı ile kolaylaştırılır (Atrek et al. 2014).

Küresel ekonomide, çok sayıda teknoloji ürün ve hizmetler hakkında bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Bunlar arasında Elektronik Veri Değişimi (EDI), İnternet, ERP sistemleri, Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) ve Tedarik Zinciri Yönetimi/ Çizelgeleme (SCM / SCP) sistemleri bulunmaktadır. Her teknolojinin güçlü ve zayıf yönleri vardır; örneğin, EDI veri alışverişi için verimli olsa da, önemli ölçüde manuel çaba gerektirirken, RFID etiketlerinin uygulanması kolay olsa da, önemli sermaye yatırımı gerektirir. Bu nedenle, şirketler benimsemeden önce her bir teknolojinin artılarını ve eksilerini dikkatle değerlendirmelidir (Özdemir, 2004). Bilgi teknolojisi kapasiteleri ve bilgi paylaşımı lojistik entegrasyon için çok önemlidir ve özellikle uzun vadeli tedarikçi ilişkilerinde performansı önemli ölçüde etkiler (Prajogo ve Olhager 2012).

Çevresel değişikliklere hızlı bir şekilde uyum sağlama yeteneği olarak tanımlanan çeviklik, rekabetçiliğin sürdürülmesinde bir diğer kritik faktördür. Çevik şirketler müşteri taleplerindeki ve piyasa koşullarındaki değişikliklere hızla uyum sağlayabilir. BT'nin entegrasyonu ve optimum kullanımı, bilgi işleme ve karar verme hızını artırarak bir şirketin çevikliğini önemli ölçüde artırır ve böylece rekabet avantajını korur. BT geliştikçe ve daha maliyetli hale geldikçe, şirketler ileriye planlamalı, uygun bütçeler

ayırmalı ve en iyi yatırım getirisini elde etmek için teknolojik araçlarının güncel olmasını sağlamalıdır (Wagner ve Silveira-Camargos 2012). Araştırmalar, BT kullanımı ile kurumsal çeviklik arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ve iş performansında önemli iyileşmeler sağladığını göstermektedir (Swafford vd. 2008).

Bilgi teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminin (SCM) vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Sanal iş toplulukları, elektronik bilgi değişim sistemleri ve internet, BT'nin belirsizliği azaltarak ve ürün teslimat performansını iyileştirerek tedarik zincirlerinin etkinliğini artırma yollarından sadece birkaçıdır (Gunasekaran ve Ngai 2004). Ayrıca BT, rutin süreçleri otomatikleştirerek ve yöneticilerin stratejik konulara odaklanmasını sağlayarak iş operasyonlarında devrim yaratmıştır (Ross 2015).

Bilgisayarlar, internet ve yazılım uygulamaları gibi bilgi teknolojisi araçları bilginin işlenmesi, depolanması ve iletilmesi için gereklidir. Bu araçlar küresel bir iletişim ağının oluşturulmasını kolaylaştırarak işletmelerin daha verimli ve etkin bir şekilde faaliyet göstermesine olanak sağlamıştır (Akar ve Kayahan 2007). Bununla birlikte, BT yatırımları verimliliği artırabilirken, otomatik olarak üretim kazanımlarını garanti etmezler; iş performansı üzerindeki etki dikkatle değerlendirilmelidir (Hu ve Quan 2005).

3.6 Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Uygulamaları

Son yıllarda, şirketler küresel ekonomide rekabet edebilmek için iş modellerini yeniden yapılandırmaları gerektiğini fark etmişlerdir. Tedarik zincirleri giderek karmaşıklaşırken, paydaşlar arasında şeffaflık ve işbirliği talebi artmıştır. Küreselleşme ve yeni pazarların ortaya çıkışı, işletmelerin işbirliği yapmanın ve organizasyonel sınırları aşmanın yeni yollarını keşfetmelerini gerektirmiştir. Bilgi ve iletişim teknolojileri, dönüşüm süreçlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu teknolojiler, çevrenin analiz edilmesi ve bilgilerin paylaşılması amacıyla kullanılan çeşitli araçları içerir. Sistem performansını iyileştirmek ve süreçleri optimize etmek için bu teknolojilerin entegre edilmesi gereklidir (Keil et al. 2001). Tedarik zincirinde yaygın olarak kullanılan bilgi teknolojileri arasında elektronik veri değişimi (EDI), internet,

kurumsal kaynak planlaması (ERP), tedarik zinciri yönetimi yazılımları ve radyo frekansı tanımlama (RFID) bulunmaktadır.

3.6.1 Elektronik veri değişimi

Elektronik Veri Değişimi (EDI), farklı bilgisayar sistemlerinin birbirleriyle iletişim kurabilmesi için geliştirilen bir sistemdir (Turban et al. 2018). Şirketler, dosyaları hızlı ve verimli bir şekilde paylaşma ihtiyacı nedeniyle bu tür bir yönetime yönelmişlerdir. Ancak dosya aktarımı sırasında oluşabilecek hatalar, alıcı tarafın dosyayı doğru bir şekilde anlamasını engelleyebiliyordu. Bu sorunu çözmek amacıyla, şirketler dosyalar için standart bir format üzerinde anlaşmak zorunda kalmışlardır. Bu standart format, Elektronik Veri Değişimi (EDI) olarak adlandırılmıştır (Turban et al. 2018).

EDI'nin geliştirilmesindeki ilk adım, gerekli özelliklerin belirlenmesiydi. Daha sonra, bu özellikler temel alınarak standart bir format oluşturuldu (Beck ve Weitzel 2005). Yazılım geliştiricileri, bu formatın bilgisayarlar tarafından anlaşılmasını sağlayacak programlar yazarak sistemin işleyişine katkıda bulundular. Son aşamada, geliştirilen programlar test edilerek istenilen sonuçların elde edilmesi sağlandı. Planlandığı gibi işlediği takdirde, bilgisayarlar arasındaki iletişim sorunsuz gerçekleşiyordu. Ancak, bu her zaman istenilen başarıya ulaşılamamıştır. Bunun başlıca nedenlerinden biri, bazı şirketlerin bilgilerini paylaşma konusunda isteksiz olmalarıydı. Ayrıca, bazı firmalar EDI hizmeti sağlayan şirketlerin sunduğu çözümler için ödeme yapmayı reddetmişlerdir. Bu durum, EDI'nin yaygınlaşma hızını yavaşlatmıştır (Beck ve Weitzel 2005).

1990'lı yıllarda ise EDI'nin yerini XML (Genişletilebilir İşaretleme Dili) almıştır. XML, bilgisayarlar arasında bilgi paylaşımını sağlayan standart bir dil olarak kabul edilmiştir. XML'in en büyük avantajı, anlaşılması için herhangi bir özel yazılım gerektirmemesidir. Ayrıca, XML, EDI'ye kıyasla daha kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir bir yapıya sahiptir (Harold ve Means 2004).

3.6.2 Radyo frekanslı tanıma (RFID)

Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID), radyo dalgalarını kullanarak nesnelerin otomatik olarak tanınmasını sağlayan bir teknolojidir. RFID etiketleri, lojistik, üretim, perakende ve sağlık gibi çeşitli sektörlerde, ürünlerin takibini ve izlenmesini sağlayan Elektronik Ürün Kodları içerir. Bu teknoloji, özellikle tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynar ve envanter yönetiminden güvenlik uygulamalarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örneğin, RFID sistemleri ürünlerin izlenmesi, hasta takibi ve akıllı kart uygulamaları gibi çeşitli alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır (OECD 2008). Ancak, bazı firmalar RFID çözümlerinin maliyetini karşılamakta isteksizdir ve bu durum teknolojinin yaygınlaşmasını sınırlamaktadır (Zhu et al. 2012).

3.6.3 Depo yönetim sistemi

"Dahili Toplama" ve "Dahili Yerleştirme" cihazları, depo ve üretim alanlarına erişim sağlar. Bu sistemler, envanterdeki ürünlerin izlenmesine ve hangi ürünlerin mevcut olduğunun görülmesine olanak tanır. Depo yönetim sistemlerinin başarılı bir şekilde entegrasyonu, firmalara depolama maliyetlerinin azaltılması ve stok yönetiminde hızlı geri dönüş sağlama imkânı sunarak sermaye artışı sağlar (Anđelković ve Radosavljević 2018).

3.6.4 Taşımacılık yönetim sistemi

Taşımacılık Yönetim Sistemi (TMS), lojistik operasyonlarının verimli bir şekilde yönetilmesini sağlayan kapsamlı bir yazılım sistemidir. TMS, dağıtım süreçlerinin optimize edilmesi, nakliye sürelerinin kısaltılması ve maliyetlerin düşürülmesine yönelik çözümler sunar. Bu sistem, yükleme planlaması, rota optimizasyonu, araç ve sürücü yönetimi gibi işlevlerle taşıma süreçlerini senkronize eder. Ayrıca, TMS sayesinde taşıma süreçleri boyunca iş akışları takip edilebilir, yükleme ve teslimat programları düzenlenebilir ve müşteri taleplerine hızlı geri dönüş sağlanabilir. Sistem, operasyonların gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanır ve raporlama fonksiyonları ile karar destek süreçlerine katkı sağlar. Taşımacılık yönetim sistemleri, müşteri

memnuniyetini artırırken aynı zamanda iş gücü ve maliyetlerin optimizasyonunu da sağlar (Griffis ve Goldsby 2007).

3.6.5 Envanter yönetim sistemi

Envanter yönetim sistemlerinin üç aşaması bulunmaktadır (Bronack 2012):

- Kazanç
- Yeniden Düzenleme
- Son verme

Kazanç Prosedürü, kazanç ve giderlerinizi takip edilmesini sağlar. Ayrıca hangi ürünleri satıldığı ve diğer kullanıcılara ne borçlu olduğu da görülebilir. Tedarik zincirinde bulunan paydaşlardan birine geri ödeme yapılması gerekiyorsa, borçlu olunan tutarı ve neden geri ödeme alınması gerektiği sisteme tanımlanabilmektedir. Böylelikle ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalarda bu işlemler rahatlıkla takip edilebilir. Tüm adımları tamamladığında, eski ürün esas sahibin bütçesinden silinmektedir ve yeni sahibinin bütçesine eklenmektedir. Son verme prosedürü ise ürünün envanterden çıkmasının ardından sistemden silinmesi ile ilgilidir. Ürün sahibinin bütçesi bu değişimden sonra güncellenmektedir.

3.6.6 Kurumsal kaynak planlama

Kısa adı ERP olarak bilinen ve günümüzde işletmelerde son derece önemli bir yere sahip olan kurumsal kaynak planlaması, En genel şekliyle ERP, bir kurumda süregelen tüm bilgi akışının bütünleşmesini sağlayan ticarî yazılım paketleridir (Rajagopal 2002). İşletmeler, veri aktarımı yoluyla birbirleri arasında gerçek zamanlı bağlantılar kurabilirler. Bu, gerekli bilgileri hızlı ve verimli bir şekilde paylaşmalarını ve alışverişinde bulunmalarını sağlar. Yöneticiler, aylık raporları beklemek zorunda kalmadan gerçek zamanlı iş bilgilerini kendi bilgisayarlarından görüntüleyebilir ve diğer aylık raporlarla karşılaştırabilir. İş süreçleri gerçek zamanlı olarak izlenebilir ve yönetilebilir, bu da işletme organizasyonu için herhangi bir anda neler olduğuna dair görünürlük sağlar (Davenport 2000). ERP sistemleri, organizasyonlarda tutarlılık,

doğruluk ve verimliliği sağlamak için farklı departmanlara ait bilgileri yönetir ve entegre eder (Mabert vd. 2001; Levine 1999).

3.6.7 Karar destek sistemleri

Karar destek sistemleri (KDS), karar vericilere kapsamlı, doğru ve zamanında bilgi sağlayan araçlardır. Bağımsız bir uygulama olarak kullanılabilir veya diğer yazılımlarla entegre edilebilir. KDS, karmaşık veri ortamlarında gezinmeyi kolaylaştırarak en iyi kararların verilmesine yardımcı olur. Finans, sağlık, eğitim, üretim ve perakende gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılır. Bu sistemler, yapılandırılmış verilerle çalışmak için OLAP teknolojilerini kullanarak verilerin analiz edilmesine olanak tanır. Veri ambarları ve elektronik tablolar, KDS'nin örneklerindendir; ancak KDS'nin mutlaka veri ambarı içermesi gerekmez (Hersh 1999; Bitterer 2007).

3.6.8 İnternet servisleri

Şirketler arasındaki etkili iletişim, ürün ve hizmetler hakkında bilgi paylaşımını kolaylaştırdığı için büyük önem taşır. Farklı sistemler arasında iletişimi sağlayan platformlar, bu sürecin daha verimli gerçekleşmesine olanak tanır. Elektronik veri değişimi (EDI) ve internet servisleri gibi yöntemler bu tür iletişimi destekler. Her iki yöntem de avantajlar sunarken, internet servisleri daha esnek ve etkili bir çözüm olarak öne çıkar. İnternet servisleri, kullanılan yazılım türü ne olursa olsun, sistemlerin birbirleriyle uyum içinde iletişim kurmasını sağlar. Bu, farklı yazılımlar kullanan sistemlerin bile sorunsuz bir şekilde veri alışverişinde bulunabileceği anlamına gelir. İnternet servisleri aracılığıyla bir ERP sistemi, hem diğer kuruluşların bilgi sistemleriyle hem de aynı kuruluş içindeki farklı amaçlara hizmet eden sistemlerle entegre olabilir. Bu esnek yapı sayesinde, sistemler platformdan bağımsız olarak birbirleriyle kolayca haberleşebilir (Özdemir 2004; Sağbaş 2015).

3.7 Blok Zincir Sistemlerinin Temelleri, Altyapısı ve Uygulamaları

Blok zinciri, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan dijital bilgilerin güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilmesini sağlayan dağıtık bir veri tabanı olarak tanımlanır. Her blok, önceki bloğun şifreleme özeti (hash), bir zaman damgası ve işlem verilerini içerir. Bloklar bu şekilde birbirine zincirlenerek verilerin manipüle edilmesini neredeyse imkânsız hale getirir ve güvenilir bir kayıt sistemi oluşturur (Crosby et al. 2016).

Blok zincir teknolojisinin temelleri, Stuart Haber ve Wakefield Scott Stornetta'nın 1991'de dijital belgelerin değiştirilmesini önlemek için geliştirdikleri kriptografik zaman damgası sistemine dayanır (Haber ve Stornetta 1991). Bu sistem, belgelerin güvenli bir şekilde ne zaman oluşturulduğunu doğrulamak amacıyla kriptografik özetler kullanır ve ileri veya geri tarihleme yapılmasını engeller (Haber ve Stornetta 1991).

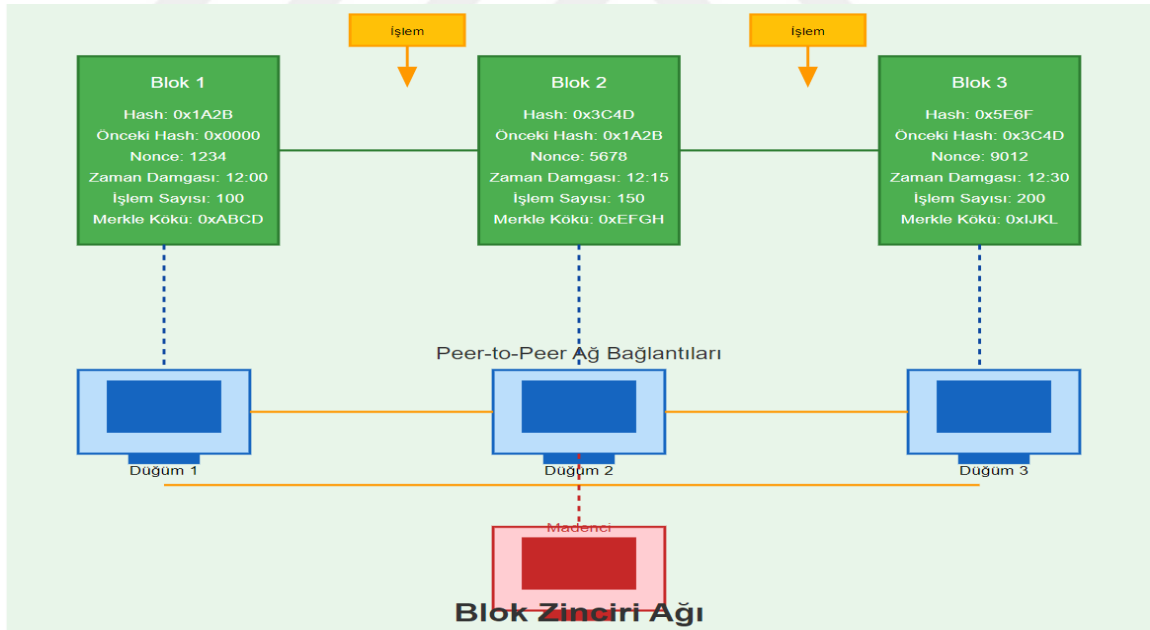
Blok zinciri kavramı, 1998'de Wei Dai'nin merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymayan kriptografik para fikrini ortaya atmasıyla daha da gelişti (Soni 2020). Ancak, bu teknolojinin gerçek anlamda dönüm noktası, Satoshi Nakamoto'nun 2008'de yayımladığı makalede blok zinciriyle birlikte Bitcoin'i tanıtmalarıyla yaşandı (Nakamoto 2008). Bu adım, blok zincirinin ilk defa bir kripto para birimi doğrulama mekanizması olarak kullanılmasını sağladı ve bu alan hızla büyümeye başladı (Nofer et al. 2017).

Blok zincir teknolojisinin temel amacı, merkezi otoriteleri ortadan kaldırarak işlemleri güvenli, şeffaf ve aracısız bir şekilde gerçekleştirmektir (Yli-Huumo et al. 2016). Bunun yanında, iş modellerini optimize etmek, dijital tedarik zinciri entegrasyonu sağlamak ve işlem hızını artırmak için de kullanılmaktadır (Crosby et al. 2016; Folkinshteyn ve Lennon 2016; Korpela et al. 2017).

Blok zinciri, birçok bilgisayarda işlemleri kaydeden dağıtılmış bir dijital defter olarak tanımlanabilir. Her kullanıcı, şimdiye kadar gerçekleşmiş tüm işlemleri içeren bir bloklar zincirinin bir kopyasını tutar. Bir işlem gerçekleştiğinde, her katılımcı bunu defterine ekler ve ardından işlem bloğuna kriptografik bir imza ekler. Bu imza,

kaydedilen bilgilerin sonradan değiştirilememesini sağlar. Bloklar, kriptografi aracılığıyla birbirine bağlanarak bir zincir oluşturur. Ağdaki düğümlerin dürüst çoğunluğunun var olduğu sürece, zincir güvenli ve bozulmaz bir şekilde korunur (Nakamoto 2008; Xu et al. 2018; Crosby et al. 2016).

Sistemin teorik altyapısını oluşturan Nakamoto (2008), *Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi* başlıklı makalesinde, güvenilir üçüncü taraflara ihtiyaç duymadan iki tarafın doğrudan işlem yapmasını sağlayan bir elektronik ödeme sistemi önerdi. Bu sistem, kriptografik kanıta dayanarak işlem güvenliği sağlar ve tersine çevrilmesi hesaplama açısından imkânsız işlemlerle dolandırıcılığı önler. Nakamoto çift harcama sorununu çözmek için eşler arası dağıtılmış bir zaman damgası sunucusu kullanarak işlemlerin kronolojik sırasını doğrulayan bir mekanizma sunmuştur. Sistem, dürüst düğümlerin işbirliği yapan saldırgan düğümlerden daha fazla işlem gücüne sahip olduğu sürece güvenli kalır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Blok zincir genel gösterimi (Zhao ve ark. 2019'dan değiştirilerek alınmıştır)

Nakamoto'nun 2008 yılında yazdığı bu makale aynı zamanda Bitcoin'in *whitepaper*'ı olarak da bilinmektedir. *Whitepaper*, belirli bir ürün, hizmet veya teknolojiyi tanıtmak ve potansiyel müşterileri bu konuda bilgilendirmek için kullanılan bir tür teknik

dokümandır. Bu belgeler, yazarın ya da şirketin konu üzerindeki uzmanlığını gösterir ve bir soruna sunduğu çözümün diğerlerinden daha uygun olduğunu kanıtlar (Anonim 2024c).

Blok zincir sistemi, her blokta birden fazla işlemin kaydedildiği ve bir blok eklendikten sonra değiştirilemeyecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu sistem, bilgi işlem gücünü sağlayan kullanıcı ağı tarafından korunur ve bu katkılar kripto para ödülleriyle teşvik edilir (Baboshkin et al. 2022).

Bitcoin kullanıcıları, bilgisayarlarındaki dijital cüzdanlarda saklanan anahtarları kullanarak para biriminin sahiplik haklarına sahip olurlar. Değer, bir anahtarın sahipliğinin farklı bir sahibine aktarılmasıyla transfer edilir ve bir işlemin kilidini açmak ve imzalamak için anahtar kullanılarak harcanabilir (Jabbar et al. 2022). Blok zincirlerin ana avantajı, güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymadan birden fazla tarafın işbirliği yapmasına ve bilgi paylaşmasına izin vermesidir. Tüm katılımcılar, her bir işlemi bağımsız olarak doğrulamalı ve defterin doğru bir kopyasını bulundurmalıdır (Nakamoto 2008, Bellare et al. 2009).

Blok zincir teknolojisinin önemli dönüm noktalarından biri, "Ethereum" ağının kullanıma başlamasıdır. Ethereum ile blok zincir, sadece parasal havale sistemlerinden, belirli koşullar karşılandığında otomatik olarak yürütülen kodlar olan "**Akıllı Sözleşmeler**" aracılığıyla güvenilir ve merkeziyetsiz veri saklama şekline evrilmiştir (Habib et al. 2022).

Ethereum, Vitalik Buterin tarafından geliştirilen halka açık bir blok zinciri platformudur (Buterin, 2013). Katılımcı düğümlerde akıllı sözleşmeleri yürüten Ethereum Sanal Makinesi adlı bir sanal makineye sahiptir (Buterin, 2014). Bu sözleşmeler, Solidity programlama diliyle yazılır. Ethereum, tek bir otorite tarafından kontrol edilmeyen ve bu nedenle daha güvenli olan merkeziyetsiz uygulamaların oluşturulmasını ve dağıtılmasını sağlar (Buterin 2014).

Ayrıca, Ethereum, geleneksel finansal hizmetlerin (borç verme, borç alma, ticaret) blok zincir üzerinde gerçekleştirilmesini sağlayan Merkezi Olmayan Finans (DeFi) uygulamaları için önemli bir platformdur (Buterin 2013). Bu sayede Finansal Hizmetler, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan, daha verimli ve güvenli bir şekilde sunulabilir.

3.8 Blok Zincirinin Teknik Detayları

Kriptoloji, genel anlamda şifreleme bilimi olarak tanımlanırken (Kahn 1996), kriptografinin bu alanın bir alt dalı olduğu ve verilerin güvenliğini sağlamak amacıyla şifreleme yöntemlerini kapsadığı bilinmektedir (Menezes et al. 1997). Şifreleme işlemi, veri setlerini belirli kurallara göre görünüşte rastgele bir forma dönüştürerek, yalnızca ilgili anahtara sahip olanların orijinal veriye ulaşabilmesini sağlar (Stallings 2005). Bu sayede, şifrelenmiş veri kötü niyetli kişiler tarafından ele geçirilse dahi, verinin aslına dönüştürülmesi mümkün olmaz.

Güvenli özetleme (Secure Hashing) tekniği ise, bir veriyi belirli bir algoritma kullanarak matematiksel işlemler sonucunda daha küçük, sabit boyutlu bir özet oluşturma işlemidir (NIST 2015). Bu teknikle ilgili önemli özellikler şunlardır:

- Aynı veri her zaman aynı özet sonucu üretir.
- Özet bilgidenden orijinal veriye geri dönülemez, yani tek yönlüdür. Kaynak veriye geri dönmenin tek yolu, tüm olası veri kombinasyonlarını işleyip üretilen özetlerle karşılaştırmaktır.
- Güvenli özetleme işlemleri hızlıdır.
- Küçük değişiklikler bile tamamen farklı özetler üretir, buna çığ etkisi denir (Xiong et al. 2016a).

Güvenli Özetleme algoritmaları, verinin büyüklüğünden bağımsız olarak sabit boyutta bir özet üretir. Örneğin, SHA-1 algoritması 160 bit uzunluğunda özetler üretirken, SHA-256 algoritmasında bu uzunluk 256 bittir (NIST 2015). Farklı veri setlerinin aynı özet değerini üretmesi teorik olarak mümkün olsa da, SHA-256 gibi algoritmaların 256

bitlik bir değere sahip olması nedeniyle bu durum son derece düşük bir olasılık taşır (Xiong et al. 2016a). Çizelge 1.1’de, bir SHA-256 algoritması ile yapılan veri şifreleme işlemi örneklendirilmiştir.

Çizelge 3.1 SHA-256 algoritmasında verilerin güvenli özetlenmiş örneği

Örnek Veri	SHA-256 Karşılığı (Utf-8 lower case)
Hasan Parça	5dda5ad9662c3bcc6f72fc56a437e361e794b5db19ab2ab05ae63150f7e5542a
Hasan PARÇA	609630350f213ced3f26fbedc74f3d5510941851694b77a3431cd7ae3a729fac

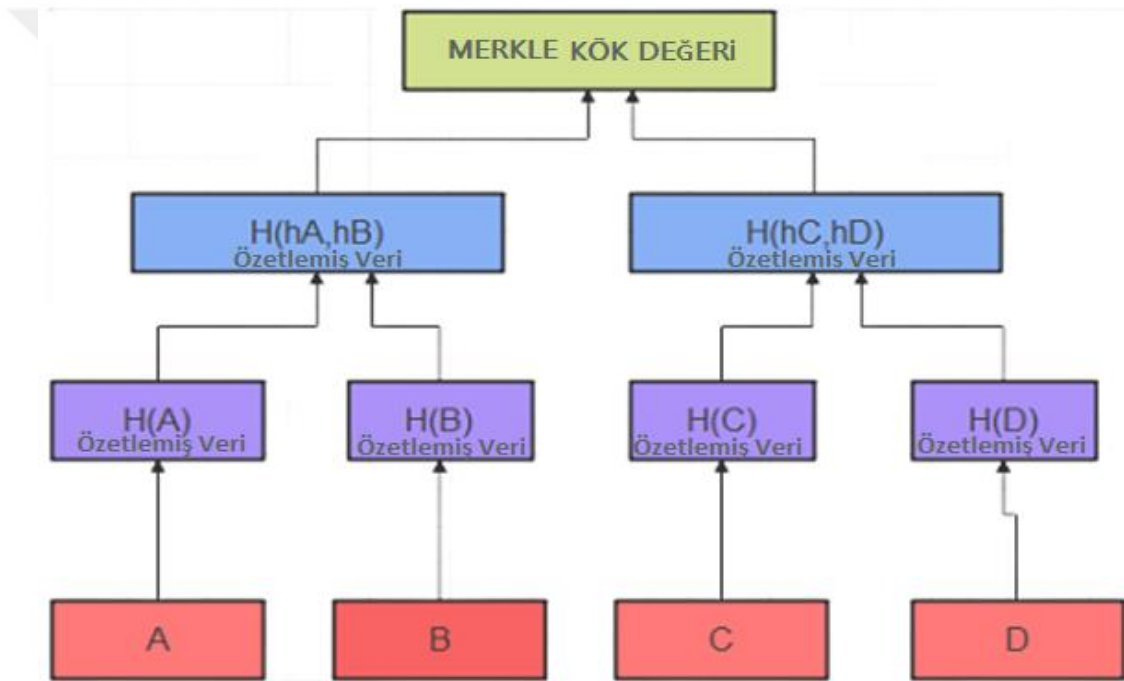
Merkle ağacı, büyük veri kümelerinin depolanması ve doğrulanması için etkili bir yöntem sunan önemli bir veri yapısıdır (Merkle 1987). Bu yapı, blok zincir teknolojisinde özellikle veri bütünlüğünü sağlama amacıyla yaygın olarak kullanılır. Merkle ağacının yapısında, yaprak düğümleri bir blok zinciri işleminin özet değerini taşırken, yaprak olmayan düğümler alt düğümlerinin şifrelenmiş özet değerlerini içerir (Merkle 1987). Ağacın kökü olan Merkle kökü, tüm işlemlerin özet değerlerini temsil eden bir üst düzey özet değeridir. Bu kök, bir bloktaki tüm işlemlerin doğruluğunu temsil eden bir taahhüt değeri olarak işlev görür ve bu nedenle bir "vektör taahhüdü" olarak da adlandırılabilir.

Merkle ağacının yaprak düğümleri toplu olarak mesajı taşır ve bu vektör taahhüdünün açılımı, ağaç boyunca her bir kardeş düğümün özet değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilir (Merkle 1980; Merkle 1987; Rajashekar ve Sundaram 2022). Bu süreç, veri bütünlüğünü hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulamayı mümkün kılar.

Blok zincirlerinde, Merkle ağacı veri tutarlılığını ve doğruluğunu doğrulamak için önemli bir yöntem sunar. Merkle ağacı aracılığıyla oluşturulan özet değerler, blok zinciri verilerinin değiştirilmediğini ve güvenilir olduğunu ispatlar. Bu kanıt, veri manipülasyonlarına karşı güçlü bir savunma mekanizmasıdır ve böylece blok zinciri

verilerine duyulan güveni artırır. Nakamoto'nun (2008) Bitcoin beyaz kitabında bahsettiği gibi, bu yöntem sayesinde blok zincir sistemleri merkezi otoritelere ihtiyaç duymaksızın güvenilirlik sağlar. Ayrıca Crosby ve arkadaşlarının (2016) belirttiği gibi, Merkle ağaçları blok zincirlerinde verilerin doğrulanması ve bütünlüğünün korunmasında kilit rol oynar.

Şekil 3.7'de, Merkle ağacının nasıl oluşturulduğu ve verileri nasıl doğruladığı adım adım gösterilmektedir. Bu yapı, büyük veri kümelerinin işlenmesinde hem verimlilik sağlar hem de kriptografik güvence sunar (Merkle 1987).

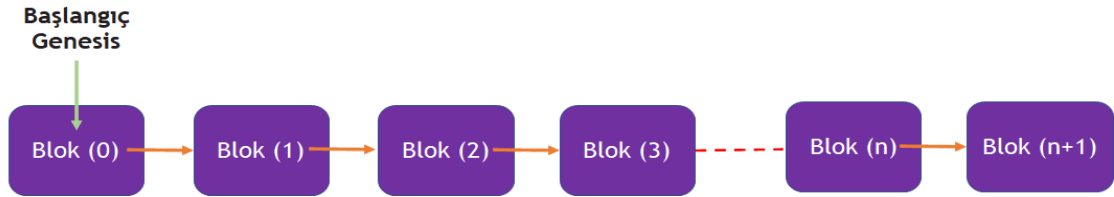


Şekil 3.7 Merkle ağacı (Merkle 1987'den değiştirilerek alınmıştır)

Merkle Ağacı, veri doğrulama süreçlerinde etkin bir çözüm sunan, şifrelenmiş özet fonksiyonlarına dayalı bir veri yapısıdır. Bu yapıda, hA ve hB , A ve B düğümlerinin şifrelenmiş özet fonksiyonlarını temsil ederken, $h(hA, hB)$ ise A ve B düğümlerinin birleşik şifrelenmiş özet değerini ifade eder. A, B, C ve D düğümleri, Merkle ağacının yaprak düğümlerini oluşturur. Her bir yaprak düğüm, bir veri parçasının matematiksel şifrelenmiş özetini içerir ve birleştirilen her iki yaprak bu şekilde ağacın köküne ulaşır. Bu kök, ağacın tüm veri kümesini temsil eden bir taahhüt değeridir.

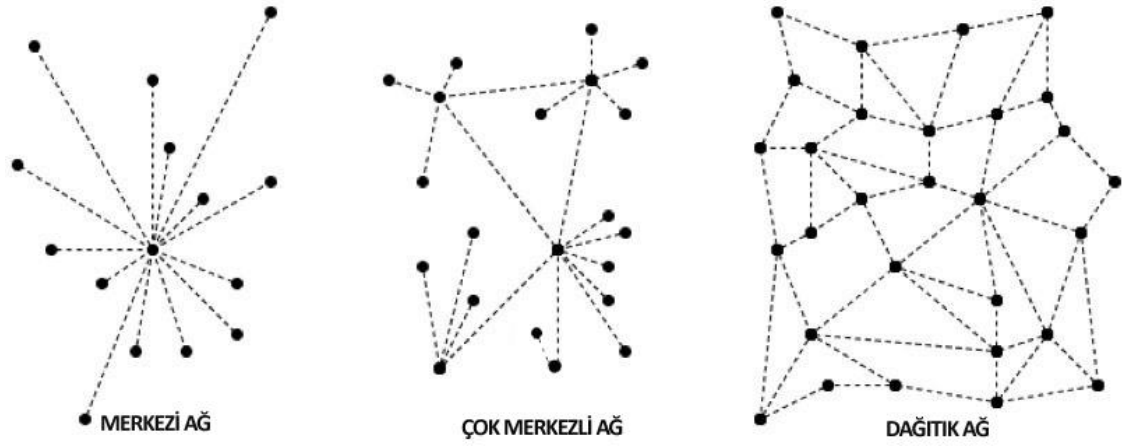
Blok zinciri ise, birbirine bağılı bloklardan oluşan bir veri yapısıdır. Her bir blok, kendisinden önceki bloğun şifrelenmiş özet değerini içererek zincirleme bir yapı oluşturur. Bu zincir, verilerin kronolojik sıraya göre düzenlenmesini ve doğrulanmasını sağlar. Bir blok zincirinin ilk bloğu olan *genesis* (başlangıç) bloğu, o blok zincirinin oluşturulma amacı, kuralları ve diğer temel bilgileri saklar (Şekil 3.8). Başlangıç bloğu, blok zincirinin güvenilirliğini sağlayan temel yapı taşıdır (Nakamoto 2008; Usta ve Doğantekin 2019; Chiap et al. 2019).

Blok zincirinde her bir blok, içindeki işlemlerle birlikte şifrelenmiş özet değeri taşır. Bu değer, önceki blokların değeriyle birleşerek zincirin sürekliliğini ve güvenliğini sağlar. Bu sayede blok zincirinde veri bütünlüğü korunur ve geriye dönük veri müdahalesi yapılması imkansız hale gelir. Merkle ağacı ise blok içerisindeki işlemlerin hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulanmasına imkan tanıyarak, blok zinciri yapısının güvenlik ve verimlilik açısından temel bir bileşeni haline gelir (Usta ve Doğantekin 2019).



Şekil 3.8 Temel blok zincir yapısı (Usta ve Doğantekin 2019)

Dağıtık ağ yapısı, blok zincir teknolojisinin temel özelliklerinden biridir ve verilerin merkezi bir yapı yerine ağdaki tüm katılımcılar tarafından paylaşılan, dağıtık bir ortamda saklanmasını sağlar. Bu yapı, merkezi ya da çok merkezli veri ağlarının aksine, verilerin açık bir ağ yapısı üzerinde tüm makinelere eşit olarak yayılmasını mümkün kılar. Verilerin bu şekilde dağıtık olarak saklanması, herhangi bir merkezi otoriteye veya aracılara ihtiyaç duyulmadan güvenilir bir sistem oluşturulmasını sağlar. Bu, maliyetlerin düşürülmesine ve merkezi bir aracıya duyulan güvenin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Veri ağ yapıları (Usta ve Doğantekin 2019)

Dağıtık yapının en büyük avantajlarından biri, sistemde tekil bir kırılma noktası olmamasıdır. Bu özellik, ağın hem daha dayanıklı hem de güvenli olmasını sağlar. Merkezi bir sunucuya ya da veri merkezine yapılan saldırılar genellikle sistemi tamamen etkisiz hale getirebilirken, blok zincir yapısında verilerin birçok farklı noktada saklanması, sistemin tamamının güvenlik ihlaline ya da çökmesini büyük ölçüde zorlaştırır (Nakamoto 2008).

Ayrıca, dağıtık ağ yapısı sayesinde verilerin bütünlüğü, sistemdeki tüm katılımcılar arasında doğrulanabilir. Bu durum, herhangi bir katılımcının sistemi etkilemesini etmesini önler ve verilerin güvenliğini artırır. Sistemdeki tüm düğümlerin aynı verilere sahip olması, blok zincir teknolojisinin en önemli güvenlik unsurlarından birini oluşturur (Xu et al. 2018).

Blok zincir teknolojisi, veri işlemlerini ve dijital etkileşimleri güvenli ve değiştirilemez hale getiren bir dağıtık veri tabanı sistemi sunar. Bu özellik, sistemi kesintilere karşı dayanıklı ve güvenilir kılar (Nakamoto 2008). Blok zinciri teknolojisi henüz ticari sektörde geniş çapta kullanılmaya başlamamış olsa da, birçok işletme bu teknolojinin potansiyel kullanım alanlarını araştırmaya değer bulmaktadır (Yavuz 2019). Bitcoin, merkezi otoritelere güvenmek yerine, elektronik işlemlerin dağıtılmasını önererek blok zinciri teknolojisinin temel uygulamalarından biri olarak öne çıkar (Nakamoto 2008). Blok zinciri, dağıtık bir veri tabanı veya genel bir defterde paylaşılan tüm işlemleri ve

dijital olayları içeren bir sistemdir (Kaur et al. 2018). Bu sistemde, katılımcıların çoğunluğu her işlemin geçerliliği konusunda mutabakata varmalıdır. Bir kez blok zincirine kaydedilen veriler asla silinemez ve her işlem bağımsız olarak doğrulanabilir (Bouachir et al. 2020). Güvenlik yaklaşımı, bloklardaki bilgileri gizli tutmaktan ziyade, bu bilgilerin tespit edilmeden değiştirilemeyeceğini garanti altına almayı amaçlar. Bunu sağlamak için şifrelenmiş özet fonksiyonları ve zaman damgası gibi teknikler kullanılır (Usta ve Doğantekin 2019; Narayan et al. 2016).

Bloklar, temel olarak iki ana bileşene sahiptir. Bir blok, blok başlığı adı verilen bir veri yapısında saklanan verileri içerir. Blok başlığı, bloğun içinde yer alan verilerin bütünlüğünü sağlamak amacıyla bu verilerin özetini barındırır. Tipik olarak bir blok başlığı şu bilgileri içerir (Usta ve Doğantekin 2019; Narayan et al. 2016):

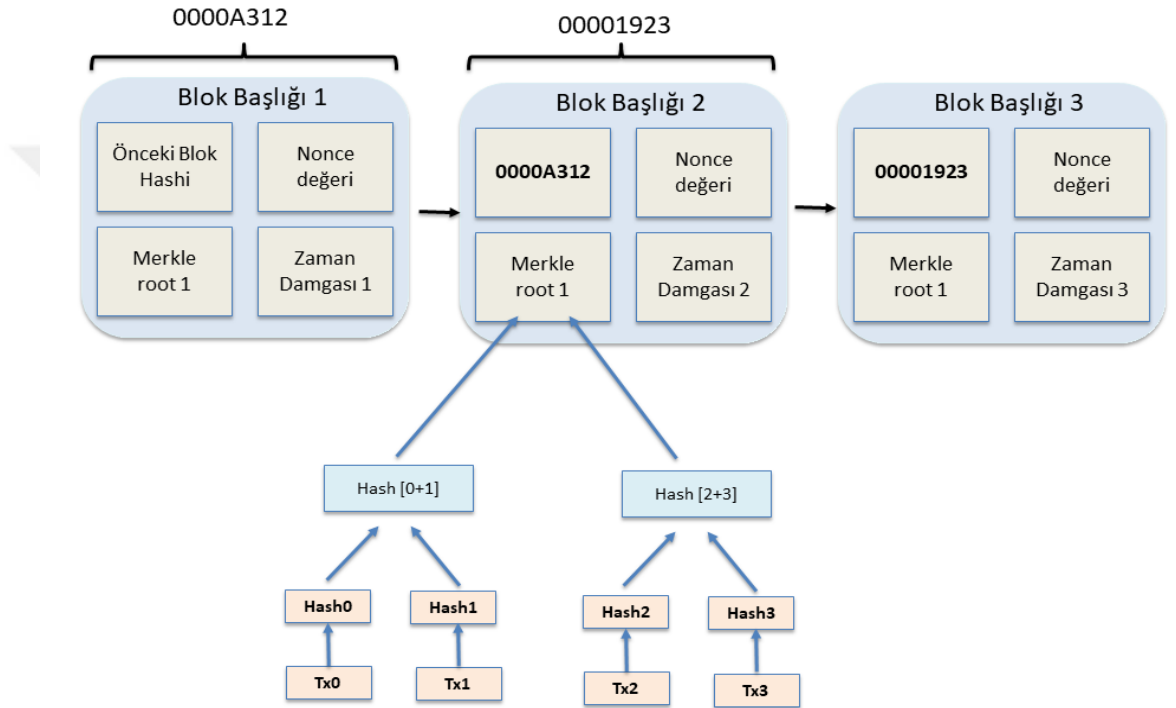
- Önceki bloğun özet değeri
- Blok içindeki işlemlerin özet değeri (Merkle kökü)
- Zaman damgası
- Blok zorluk seviyesi (madencilik süreçlerinde kullanılır)
- Rastgele değerler (nonce)

Bu bilgiler, blok zincirinin güvenliğini ve veri bütünlüğünü sağlar.

Bir blok zinciri ağındaki her blok, önceki bloğun özet değerini içerir, bu da blok zincirinin temel güvenlik özelliklerinden birini oluşturur. Bu özet değeri, blok zincirindeki önceki bloğun özetini temsil eder ve yeni bir blok oluşturulduğunda, bu özet değeri yeni bloğun başlığına eklenir. Böylece, her blok bir önceki bloğun özetini içerdiğinden, bloklar arasında güçlü bir bağlantı sağlanır.

Blok başlığındaki **Merkle kök değeri**, bloktaki tüm verilerin kriptografik bir özetini temsil eder ve bu, verilerin tek bir özet değeriyle doğrulanmasını sağlar. Bu Merkle kökü, blokta yer alan işlemlerin hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulanmasına olanak tanır. Aynı zamanda, bloğun oluşturulduğu zamanı gösteren bir **zaman damgası** eklenir, bu da işlemlerin kronolojik sıraya göre izlenmesini mümkün kılar.

Özetle, bir blok zincirinde her blok başlığı, önceki bloğun özet değeri, bloktaki verilerin Merkle kökü ve bloğun oluşturulduğu zamanın zaman damgası gibi temel bilgileri içerir. Bu yapı, blok zinciri ağında yer alan verilerin bütünlüğünü korur. Herhangi bir bloktaki verilerde yapılacak bir değişiklik, zincirdeki sonraki tüm blokların değerlerini etkiler (Dai et al. 2018). Bu, verilerin manipüle edilmesini zorlaştırır ve herhangi bir değişikliğin anında fark edilmesini sağlar (Şekil 3.10).

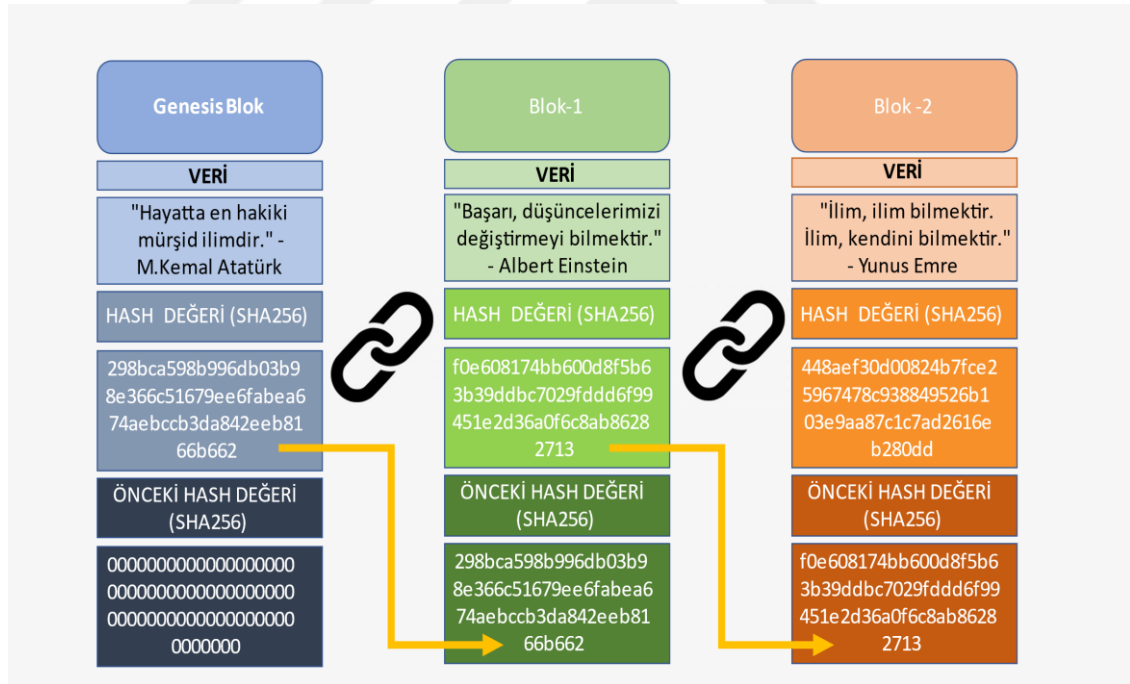


Şekil 3.10 Blok özeti ve Merkle ağacının yapısı (Chen et al. 2019'dan değiştirilerek alınmıştır)

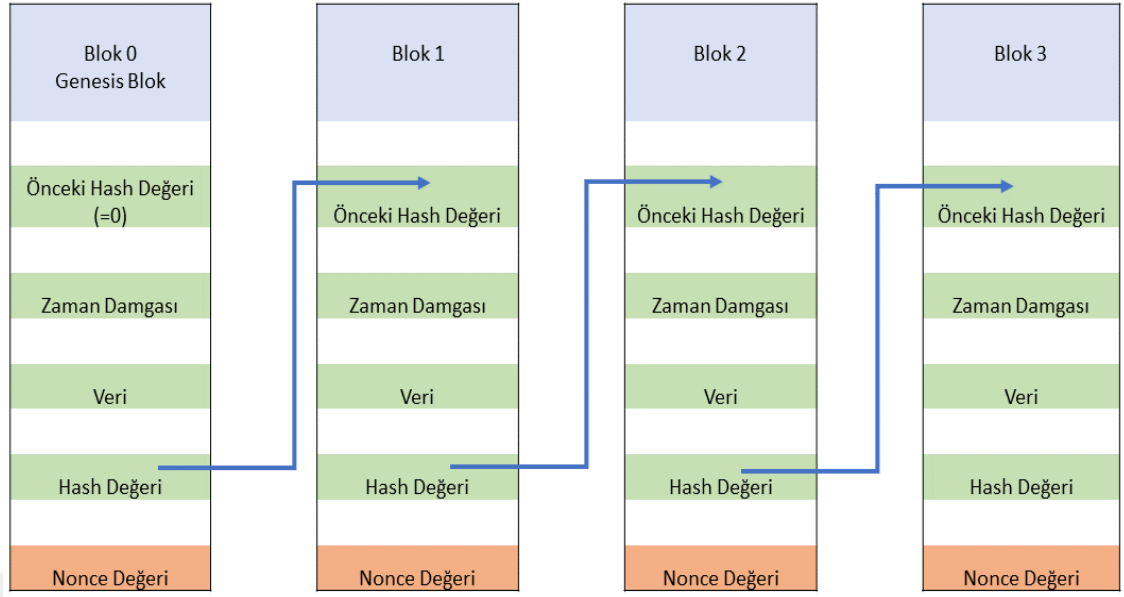
Bu mekanizma, blok zincirindeki her işlemin güvenli ve şeffaf bir şekilde doğrulanmasını sağlayarak, verilerin güvenilirliğini ve bütünlüğünü garanti altına alır. Bu nedenle, blok zinciri yapısında herhangi bir veri değişikliği, zincirin tamamında izlenebilir hale gelir ve sistemin güvenliği sağlanır. Blok zincir yapısında, kötü niyetli bir kullanıcının hedeflediği bir blokta değişiklik yapabilmesi için yalnızca o bloğun değil, aynı zamanda ondan sonra gelen tüm blokların da değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun nedeni, her bloğun bir önceki bloğun özet değerini içererek bir zincir oluşturmasıdır. Bir bloktaki herhangi bir veri değişikliği, o bloğun özet değerini değiştirir ve bu değişiklik,

zincirdeki sonraki tüm blokların özet değerlerini etkileyecektir. Bu zincirleme yapı sayesinde, bir bloğun özelliklerini değiştirmek, zincirin bütünlüğünü bozar. Bu tür bir saldırının başarılı olabilmesi için, kötü niyetli kullanıcının değişiklik yaptığı bloğu ve o bloktan sonra gelen tüm blokları yeniden hesaplayarak yeniden oluşturmaları gerekmektedir. Teorik olarak bu işlem, blok üretiminin sürekliliği ve blok üretim yöntemleri nedeniyle hesaplama maliyetinin uygun olmasıyla mümkün olabilir. Ancak, pratikte bunu gerçekleştirmek son derece zordur. Blok zincir ağlarının dağıtık yapısı ve blok üretim süreçlerinin karmaşıklığı nedeniyle, saldırganın bu süreci tamamlaması hem büyük bir hesaplama gücü hem de zaman gerektirir (Nakamoto 2008; Dai et al. 2018). Blok zincirinin doğası gereği, bu tür bir saldırıyı gerçekleştirmek, özellikle büyük ve güvenli bir ağda, normal koşullarda imkansızdır (Şekil 3.11, Şekil 3.12).

Bu güvenlik özelliği, blok zinciri sistemlerinin merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlayan en önemli faktörlerden biridir.



Şekil 3.11 Blok zincirde basit blok yapısı



Şekil 3.12 Blok zincirde blok yapısı (Chen et al. 2019'dan değiştirilerek alınmıştır)

Dağıtılmış bir mimaride, her bloğun tüm düğümlerde (makinelere olarak da adlandırılır) tutarlı bir durumda olması için, bu düğümlerin sisteme eklenen her yeni blok için bir fikir birliği yaklaşımına bağlı kalması gerekir. Blok zincir platformları, düğümler arasında bu mutabakatı sağlamak için farklı çözümler sunar.

Blok zincir teknolojisinde mutabakat sağlamak için çeşitli çözümler kullanılmaktadır. Bunların başında **İş İspatı (Proof of Work)** gelir. Bu yöntemde, blok oluşturulması için çözümü zor ancak doğrulaması kolay bir matematiksel problem çözülür. Şifrelenmiş özet fonksiyonlarının öngörülemez yapısı nedeniyle uygun bir değer bulmak için çok sayıda deneme yapılması gerekir. Bitcoin'de bu süreç, yüksek enerji tüketimi gerektiren madencilik faaliyetleri ile gerçekleştirilir ve blok başlığı tekrar tekrar özetlenerek geçerli bir blok üretilir (Nakamoto 2008; Drescher, 2018).

Diğer bir çözüm ise **Hisse İspatı (Proof of Stake)**'tir. Bu yöntemde, blok oluşturma hakkı, ağdaki kullanıcıların sahip olduğu kripto para miktarına göre belirlenir. Pay sahipliği bloğu oluşturacak makineyi seçmekte kullanılır ve kripto paraların "yaşı" gibi ek faktörlerle süreç dengelenir. Bu yöntem, daha az enerji tüketimi ile daha verimli bir mutabakat sağlamayı hedefler (Ganesh et al. 2019; Alyaseen, 2019).

Bir diğ er yaygın mutabakat yöntemi ise **Bizans Hata Toleransı (PBFT)**'dir. Bu yöntemde, ağıdaki doğrulamacılar birbirlerine işlemleri gönderir ve belirli bir çoğunluk tarafından onaylanmış işlemler geçerli kabul edilir. PBFT, daha çok özel blok zincir ağlarında kullanılır ve katılımcıların birbirleriyle sürekli iletişimde olmasını gerektirir (Malkhi ve Reiter 1998; Castro ve Liskov 2002).

İklim değişikliği ve karbon ayak izi açısından blok zincir mutabakat yöntemleri arasında seçim yapmak önemlidir, çünkü farklı yöntemler enerji tüketimi ve çevresel etki açısından büyük farklılıklar göstermektedir. İş İspatı (Proof of Work) gibi mekanizmalar, özellikle Bitcoin gibi popüler kripto para birimlerinde yüksek enerji tüketimi ile bilinir. Bu enerji tüketimi, genellikle fosil yakıtlardan elde edilen elektrikle karşılanır ve önemli bir karbon ayak izine neden olur (Nakamoto 2008; Drescher 2018).

Buna karşılık, Hisse İspatı (Proof of Stake) ve Bizans Hata Toleransı (PBFT) gibi mekanizmalar daha az enerji tüketimi gerektirir. Hisse İspatı, enerji yoğun hesaplamaları ortadan kaldırarak daha  evre dostu bir alternatif sunar (Ganesh et al. 2019; Alyaseen, 2019). Özel blok zincirlerde kullanılan PBFT ise enerji tüketimini optimize etmenin yanı sıra yüksek iletişim gereksinimleri nedeniyle daha sınırlı bir kullanım alanına sahiptir (Malkhi ve Reiter 1998; Castro ve Liskov 2002).

Bu bağlamda, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunmak için blok zincir projelerinde enerji verimliliği yüksek mekanizmaları tercih etmek kritik bir adımdır. Ayrıca mutabakat algoritması enerji kullanımı dışında, işlem hızı ve merkeziyetsizlik gibi farklı önceliklere göre değerlendirilir. Diğer mutabakat yöntemleri arasında Proof of Elapsed Time, Proof of Burn ve Proof of Authority gibi çözümler de mevcuttur (Azbeg et al. 2021).

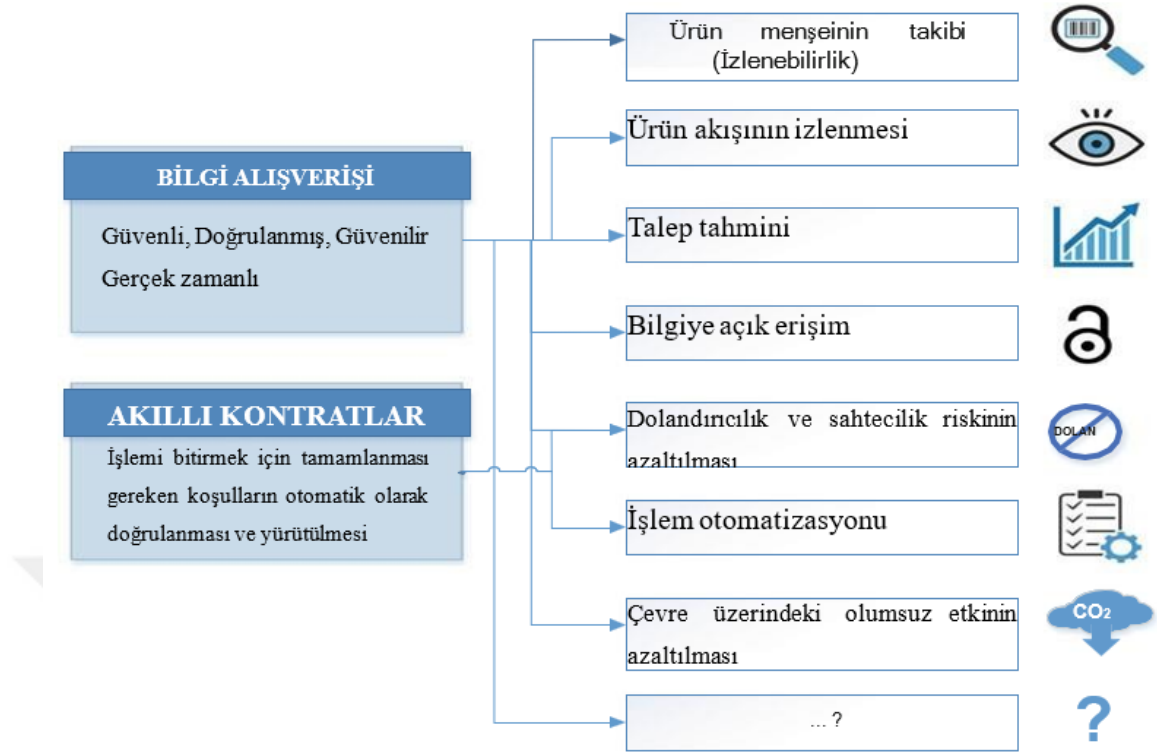
3.9 Blok Zincirin Tedarik Zincirlerinde Kullanımı

Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirlerinde ve tedarik ağlarında kullanımı, akademik alanda hala görece yeni bir araştırma konusudur. İlk bilimsel çalışmalar 2016

yılında Web of Science ve Scopus veritabanlarında yer almış ve 2017 yılı itibarıyla bu alandaki çalışmalar kayda değer bir artış göstermiştir (Joshi et al. 2018). Web of Science Core Collection, Scopus, EBSCOhost ve Google Scholar gibi popüler akademik veritabanlarında yapılan incelemeler, blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirleriyle entegre kullanımının hâlâ sınırlı sayıda araştırma tarafından ele alındığını göstermektedir (Dujak ve Sajter 2019).

Blok zinciri, halen gelişim aşamasında olan bir teknoloji olmasına rağmen, lojistik ve tedarik zincirlerinde potansiyel kullanım alanlarına sahiptir. Ancak, bu teknolojinin kullanımı çoğunlukla özel sektör ve kamu kuruluşları, endüstri birlikleri ile üniversitelerin blok zinciri laboratuvarları tarafından yürütülen pilot projelerle sınırlı kalmaktadır. Özellikle dağıtık defter teknolojileri, tedarik zincirleri bağlamında büyük bir ilgi uyandırmaktadır. Örneğin, ABD hükümeti blok zinciri kullanımını teşvik etmek amacıyla açık kaynaklı bir araç geliştirmiş, Çin Lojistik ve Satın Alma Federasyonu ise bu teknoloji için standartlar oluşturmak üzere bir komite kurmuştur (Chen et al. 2018; Mougayar 2016).

Blok zincirinin tedarik zincirlerine entegrasyonu için öne çıkan iki ana özellik bulunmaktadır. Birincisi, tüm ağ üyeleri arasında güvenli ve gerçek zamanlı bilgi paylaşımını sağlamasıdır. Blok zinciri aracılığıyla, doğrulanmış ve güvenilir veriler, tedarik zincirindeki tüm tarafların erişimine sunulabilir. İkinci olarak, blok zincir üzerinde çalışan akıllı sözleşmeler sayesinde belirli şartların otomatik olarak doğrulanması ve önceden tanımlanmış işlemlerin otomatik olarak gerçekleştirilmesi mümkün hale gelmektedir (Strilets 2022).



Şekil 3.13 Tedarik zincirinde blok zincirinin özellikleri ve uygulama alanları (Dujak ve Sajter, 2019)

Blok zinciri teknolojisi, güvenli ve doğrulanmış bilgi alışverişini sağlaması ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla otomatik işlem yürütme kapasitesiyle lojistik ve tedarik zincirlerindeki uygulamaların gelişimine önemli katkılar sunmaktadır. Bu teknoloji, özellikle ürün menşe takibi, ürün akışının izlenmesi, talep tahmin doğruluğunun artırılması, sahtecilik ve dolandırıcılığın önlenmesi, bilgiye açık erişim ve çevresel etkilerin azaltılması gibi kritik alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 3.13). Blok zincirinin bu uygulama alanları, genellikle tedarik zinciri yönetiminin temel hedefleri doğrultusunda bir araya getirilmekte ve eş zamanlı olarak kullanılmaktadır.

Hackius ve Petersen (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, blok zincirinin 152 firmada lojistik ve tedarik zincirindeki kullanımı araştırılmıştır. Sonuçlar, şirketlerin blok zincirine kaynak ayırma konusunda tereddüt yaşadığını ortaya koysa da, teknoloji evrak işlerinin kolaylaştırılması, sahte ürünlerin tanımlanması, ürün menşe takibi ve Nesnelerin İnterneti'nin entegrasyonu gibi alanlarda önemli faydalar sağlamaktadır.

Özellikle evrak işlemlerinin hızlandırılması en büyük avantaj olarak öne çıkmaktadır (Joshi et al. 2018).

Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirlerinde kullanımı, veri güvenliği, sahtecilik önleme, işlem verimliliği ve maliyetlerin azaltılması gibi birçok avantaj sunar. Küresel çapta blok zinciri uygulamaları arasında ürün ve tedarik akışının izlenmesi, akıllı sözleşmelerle işlemlerin otomasyonu ve çevresel etkilerin azaltılması gibi örnekler yer almaktadır (Dujak ve Sajter 2019).

3.9.1 İzlenebilirlik ve görünürlük geliştirmeleri

Blok zincir teknolojisi, lojistik ve tedarik zincirlerinde izlenebilirlik ve görünürlük açısından önemli yenilikler sunmaktadır. En yaygın uygulama alanı, ürünlerin menşei ve nakliye rotasını doğrulamak, tedarik zinciri boyunca güvenilir bilgi sağlamaktır. Bu sayede, müşteriler ürünlerinin gerçekten organik olup olmadığından, üretim koşullarına kadar pek çok bilgiye güvenle ulaşabilir. Blok zincirinin sunduğu bu şeffaflık, işletmeler için önemli bir rekabet avantajı sağlar ve müşterilerin süreçlerini optimize etmelerine olanak tanır (Dujak ve Sajter 2019).

RFID ve Nesnelerin İnterneti (IoT) ile entegre edilen blok zinciri, ürünlerin takibini daha güvenli ve hızlı hale getirmektedir. RFID etiketleri sayesinde ürünlerin menşei, taşındığı yerler ve çevresel koşulları gibi bilgiler kolayca kaydedilip takip edilebilir. Blok zinciri, bu bilgilerin güvenilir şekilde saklanması ve değiştirilemezliğini sağlar (Krdzalic 2021). Örneğin, Walmart ve IBM'in iş birliğiyle mango ürünlerinin izlenmesi, blok zinciri sayesinde iki saniyeden daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir (Sammeta ve Parthiban 2022).

Blok zinciri teknolojisi, sadece büyük şirketlerin değil, aynı zamanda daha küçük ölçekli firmaların da kullanımına uygundur. Örneğin, gıda sektöründe bulunan Cargill firması, tüketicilerin hindi eti ürünlerinin kökenini takip etmelerini sağlamak için bu teknolojiyi test etmektedir. Provenance gibi girişimler ise, ürün izlenebilirliği için blok

zinciri destekli yazılımlar geliştirerek tüketicilere QR kodları ya da RFID etiketleri ile ürünün menşei ve işleme süreci gibi bilgilere ulaşma imkânı sunmaktadır (Agrawal et al. 2022; Guo ve Yu 2022). Bu teknolojiler, ürün kalitesini ve güvenilirliğini artırarak, marka bağlılığını güçlendirme potansiyeline sahiptir (Tripoli ve Schmidhuber 2018; Gerdan vd. 2020).

3.9.2 Bilgilere erişimde kolaylık

Blok zincirinde bilgilerin açıklık derecesi, kullanılan blok zincirinin türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bilgiler, kamuya tamamen açık olabileceği gibi, yalnızca sınırlı sayıdaki katılımcı tarafından erişilebilir de olabilir. Tedarik zincirindeki bilgilerin blok zinciri aracılığıyla paylaşılması, evrak işlerini kolaylaştırma, doğrudan iletişim ihtiyacını azaltma ve müşterilere daha fazla şeffaflık sağlama gibi birçok avantaj sunmaktadır (Nakamoto 2008; Xu et al. 2018).

Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde açık verilerin avantajları, özellikle taşımacılık sektöründe önem kazanmaktadır. IBM ve Maersk gibi şirketler, kargo takibi ve uluslararası ticaretin dijitalleştirilmesi için blok zinciri çözümleri geliştirmektedir. Örneğin, Haziran 2016'da Microsoft, DuPont, Dow Chemical ve diğer ortaklar, konteyner taşımacılığı verilerini paydaşlar ve tedarik zinciri üyeleriyle paylaşmayı hedefleyen bir proje başlatmıştır. Bu projeyle sigorta maliyetlerinde önemli bir düşüş sağlanmıştır (Dave et al. 2019). Blok zinciri teknolojisi, gerçek zamanlı veri sağlayarak sevkiyat gecikmelerini azaltmakta ve dolandırıcılığı önlemektedir. Marine Transport International'a göre, blok zinciri kullanımı konteyner başına 300 \$ tasarruf sağlamakta olup, bu yıllık küresel sevkiyatlarda büyük tasarruflara yol açabilecektir (Salem et al. 2022; Hayes 2019).

Blok zinciri teknolojisinin tedarik zincirlerine çevresel açıdan da faydaları bulunmaktadır. Kâğıt tabanlı belgeleri azaltarak çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirir. Ayrıca, ürünlerin karbon ayak izinin takip edilmesine ve geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesine olanak tanır, bu da çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder.

Ürünlerle ilgili verilere açık erişim, tüketicilerin güvenini artırarak tedarik zincirindeki şeffaflığı güçlendirebilir (Saber et al. 2018; Parmentola et al. 2022).

3.9.3 Talep yönetiminin iyileştirilmesi

Talep yönetimi, tedarik zincirini daha etkin ve verimli bir şekilde yönetmenin temel unsurlarından biri olarak kabul edilir. Bu süreç, yalnızca talep tahminleri üzerine odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda arz ve talep dengesini sağlamak için kullanılan araçları da içerir. Talep yönetimi, tedarik zinciri üyeleri arasında koordinasyon ve entegrasyon gerektiren bir süreç olup, arzın verimli bir şekilde gerçekleşmesini ve tedarik zincirinin genel kârlılığını artırmayı hedefler (Lambert ve Cooper 2000; Chopra ve Meindl 2001; Kaur et al. 2018).

Tedarik ağındaki talep yönetiminin başarısı, şeffaf ve güvenli bilgi paylaşımına dayanır. İş birliğinin yetersiz olduğu durumlarda, bilgi kaybı, değişim veya yetkisiz erişim riski oluşabilir. Bu da "türetilmiş talepler" olarak adlandırılan, tedarik zincirindeki taleplerin tahminine dayalı yanlış kararlar alınmasına neden olabilir. Bu tür hatalı tahminler, "bullwhip etkisi" ile tedarik zincirinde gereksiz envanter birikimine ve finansal yüklerin artmasına yol açar (Gill et al. 2019; Wang ve Disney 2016). Blok zinciri teknolojisi, bu sorunlara çözüm sunarak, güvenli ve değiştirilemez bilgi alışverişi sağlayan bir platform sunar. Tedarik zincirindeki güven eksikliğini gidermek amacıyla, blok zinciri aracılığıyla yapılan bilgi alışverişi, doğru ve güvenilir talep tahminlerine olanak tanır, böylece koordinasyon ve entegrasyonu iyileştirir (Notaro 2022; Dujak ve Sajter 2019).

Blok zinciri, güven kavramını kökten değiştirmektedir. Bu merkeziyetsiz yapıda güven, bireylerden ya da kuruluşlardan ziyade sistemin kendisinde yer alır ve herhangi bir müdahale ya da yetkisiz değişiklik yapılmadan güvenli bilgi alışverişini sağlar (Ramadoss 2022). Güvenilirlik modelleri ise bu ekosistemde faaliyet gösteren işletmeler arasındaki ilişkileri değerlendirmek için geliştirilmektedir (Shobanadevi et al. 2022). Blok zinciri ayrıca, müşterilerin tedarik zincirinde aktif katılımcılar haline gelmesine olanak tanıyarak, onların ihtiyaç ve görüşlerini gerçek zamanlı olarak geri bildirmelerini

sağlar. Bu geri bildirimler, daha doğru talep tahminlerinin yapılmasını ve üretim ile perakende sektörlerinde yenilikçi gelişmelere olanak tanır (Dujak ve Sajter 2019).

3.9.4 Sahtekarlıklarla mücadele

Blok zincir teknolojisi, verilere açık erişimin yanı sıra menşe ve kaynağın doğrulanmasını sağladığı için dolandırıcılık ve sahte ürünlerle mücadelede güçlü bir araç olma potansiyeline sahiptir. Bu özellik özellikle ilaç ve lüks mücevherat sektörlerinde benimsenmiştir (de Boissieu et al. 2021).

İlaç tedarik zincirinde, farklı aktörler (hammadde tedarikçileri, tıbbi kurumlar, üreticiler, depolama tesisleri, toptancılar, lojistik şirketleri, perakendeciler ve hastalar gibi) arasında birçok alışveriş noktası bulunmaktadır. Blok zinciri, ilaçların hareketine görünürlük sağlayarak ve sorun olması durumunda hızlı bir şekilde yanıt verilmesini kolaylaştırarak karmaşık tedarik zincirinin yönetilmesine yardımcı olabilir (Abu-Elezz et al. 2020).

3.9.5 Süreç otomasyonu

Akıllı sözleşmeler, blok zinciri teknolojisinin sunduğu imkanlar sayesinde tedarik zincirleri ve lojistik gibi alanlarda işlemleri otomatikleştiren bir yapıdır. Bu sözleşmeler, üçüncü taraflara (örneğin, bankalar, avukatlar, komisyoncular) ihtiyaç duymadan işlemleri daha hızlı, maliyetsiz ve hatasız bir şekilde gerçekleştirme olanağı sunar. Kuralların dijital kod olarak blok zincirine kaydedilmesi, bu işlemlerin güvenli olmasını sağlar. Ancak, akıllı sözleşmelerin işleyebilmesi için, katılımcı tarafların kurallar üzerinde mutabakata varması gerekmektedir, çünkü bu kurallar yalnızca ortak anlaşmalar temelinde değiştirilebilir. Akıllı sözleşmeler lojistik ve tedarik ağlarında henüz yaygın olarak kullanılmasa da, bu teknolojinin uzun vadede önemli bir rol oynaması beklenmektedir (Law 2017; Duan et al. 2020; Härting et al. 2020).

Bu alandaki bazı örneklere bakıldığında, finans sektöründeki R3 konsorsiyumu, blok zinciri tabanlı çözümler geliştirmek için çalışmakta ve uluslararası ticaretin finansmanını kolaylaştırmayı hedeflemektedir (R3 2023). Walmart ise ürün hareketini izlemek ve gıda israfını azaltmak için blok zinciri teknolojisini kullanarak tedarik zincirini daha şeffaf hale getirmiştir (Walmart 2021). Benzer şekilde, Maersk, blok zincirini kullanarak sevkiyatları daha verimli şekilde takip etmekte ve gümrük işlemlerinde dolandırıcılığı azaltmaktadır (Maersk 2021). Provenance ise moda ve gıda sektörlerinde ürün izlenebilirliğini sağlayarak tüketici güvenini artırmak için blok zinciri tabanlı bir platform sunmaktadır (Provenance 2016).

Blok zincir teknolojisi, modern tedarik zinciri yönetiminde devrim yaratma potansiyeline sahip, yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Geleneksel sistemlerin karşılaştığı şeffaflık eksikliği, maliyet baskıları, operasyonel aksaklıklar ve güvenlik açıkları gibi sorunlara karşı etkili çözümler geliştiren bu teknoloji, tedarik zincirinin tüm aşamalarında etkinlik ve sürdürülebilirlik sağlamaktadır. Şeffaflık ve takip edilebilirlikten maliyet tasarrufuna, verimlilik artışından kayıp ve dolandırıcılığın azaltılmasına kadar uzanan bu faydalar, hem işletmelere hem de tüketicilere değer katmaktadır. Aşağıda, blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerinde sağladığı bu somut faydalar detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

- **Şeffaflık ve Takip Edilebilirlik:** Blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri işlemlerini güvenli ve değiştirilemez bir şekilde kayıt altına alarak üretimden tüketiciye kadar süreçlerin şeffaf bir şekilde izlenmesine olanak tanır. Bu özellik, özellikle gıda tedarik zincirlerinde ürünlerin kaynağından nihai tüketiciye kadar izlenebilirliğini sağlar ve süreçlerde sahtecilik veya yanlış bilgi paylaşımını büyük ölçüde önler. Örneğin, blok zincir uygulamaları sayesinde sahtecilik ve ürün güvenliği sorunlarının büyük ölçüde azaltılabileceği ortaya konulmuştur (Caro et al. 2018). Bu durum, gıda güvenliği standartlarını geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda tüketici güvenini de artırır.
- **Maliyet Azaltımı:** Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirlerinde aracılardan ortadan kaldırılması ve süreçlerin otomasyonu sayesinde önemli maliyet avantajları sağlar. Özellikle taşıma ve depolama süreçlerinin optimizasyonu,

operasyonel verimliliği artırarak bu maliyetlerde %20'ye kadar düşüş sağlayabilir (Saber et al. 2018). Bu durum, işletmelerin hem maliyetlerini azaltmasına hem de kaynaklarını daha etkin kullanmasına olanak tanır. Maliyet azaltımı aynı zamanda daha rekabetçi fiyatlandırma stratejileri için fırsat yaratır.

- **Verimlilik ve Hız:** Akıllı sözleşmelerin kullanımı, tedarik zincirlerinde manuel müdahaleyi en aza indirerek teslimat sürelerini önemli ölçüde kısaltabilir ve süreçlerin hatasız bir şekilde işlenmesini sağlayabilir. Örneğin, akıllı sözleşmeler sayesinde sipariş doğrulama ve ödeme süreçleri otomatikleşerek teslimat sürelerinde belirgin bir azalma sağlanmıştır. Ayrıca, bu teknolojinin teslim doğrulama işlemlerinin güvenilirliğini artırdığı ve süreçlerin genel performansını iyileştirdiği belirtilmektedir (Madhwal et al. 2022). Bu da müşterilere daha hızlı hizmet sunulmasını sağlar.
- **Stok Kayıplarında Azalma:** Blockchain ve IoT cihazlarının entegre edilmesi, tedarik zinciri boyunca envanter kayıplarını minimuma indirir. Gerçek zamanlı izleme ve otomatik uyarı sistemleri, kayıp ve israfın tespit edilmesini kolaylaştırır. Yapılan çalışmalar, bu teknolojilerin envanter kayıplarını %30 oranında azalttığını ve toplam envanter kayıp oranını %5'ten %3.5'e düşürdüğünü göstermiştir (Dunn ve Smyth, 2024). Bu, hem maddi kayıpları azaltır hem de kaynakların daha etkili kullanılmasını sağlar.
- **Dolandırıcılık Tespitinde İyileşme:** Blok zincir teknolojisi ve makine öğrenimi algoritmalarının birleştirilmesi, tedarik zincirlerinde dolandırıcılık tespit kapasitesini önemli ölçüde artırır. Dolandırıcılık faaliyetlerinin %25 oranında daha etkin bir şekilde tespit edilmesi, sistemdeki güvenliği artırır ve operasyonel riskleri azaltır (Dunn ve Smyth, 2024). Bu durum, özellikle yüksek değerli ürünlerin korumasında kritik bir avantaj sağlar.
- **Güvenlik ve Sahteciliğin Önlenmesi:** Blok zincir, verilerin değiştirilmesini veya manipüle edilmesini önleyen sağlam bir yapı sunar. Bu sayede, sahte ürünlerin tedarik zincirine girişini büyük ölçüde önleyerek hem marka değerini korur hem de tüketicilere orijinal ürünler sunar. Örneğin, lüks ürünlerin tedarik zincirlerinde sahte ürün oranının %90 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Fan et al. 2020). Bu, özellikle lüks ürün sektörü gibi yüksek riskli alanlarda büyük bir güvenlik avantajı sağlar.

3.10 Blok zincir Teknolojisinin Gıda Güvenliği ve Güvencesinde Tedarik Zincirine Etkisi

Dünyanın sınırlı kaynakları ve insan ihtiyaçlarının sınırsız olması, giderek artan dünya nüfusu ile birlikte sağlıklı ve güvenilir gıda teminini daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle teknolojinin gelişmesi ve buna bağlı olarak gıda fiyatlarının yükselmesi, gıda üreticileri arasındaki rekabetin artmasına yol açmıştır. Ekonomik baskılar nedeniyle bazı firmaların taklit ve tağşişe başvurmaları, gıda güvenliğinde ciddi tehditler oluşturmaktadır (Türkmen ve Ataseven 2020). Bu bağlamda, blok zincir teknolojisi, tedarik zincirinde sahtecilik ve riskleri önleme noktasında önemli bir çözüm sunmaktadır. Blok zincir'in sunduğu merkeziyetsiz, şeffaf ve değiştirilemez veri yapısı, gıda güvenliğini artırmak, sahtecilik vakalarını önlemek ve tüketicilerin güvenliğini sağlamak için etkili bir yöntem olarak dikkat çekmektedir.

Tedarik zincirinde izlenebilirlik, ürünlerin kaynağından itibaren tüm süreçlerin şeffaf bir şekilde takip edilmesi anlamına gelir. Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirindeki her adımda ürünlerin üretim, depolama ve dağıtım aşamalarını kayıt altına alarak bu bilgilerin değiştirilemez bir şekilde saklanmasını sağlar. Bu durum, gıda güvenliğini tehdit eden sahtecilik ve gıda kaynaklı hastalıkların önüne geçilmesi açısından büyük bir avantaj sunar. Örneğin, blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemleri, tüketicilerin satın aldıkları gıdanın hangi çiftlikte üretildiğini, nasıl işlendiğini ve hangi koşullarda taşındığını görmesine olanak tanır. Bununla beraber verilerin blok zincirin kendi doğası itibari ile dağıtılmış ve merkeziyetsiz olması bu avantajı daha da kuvvetlendirmektedir. Walmart gibi büyük şirketlerin tedarik zincirlerini şeffaf hale getirmek için blok zincir çözümleri kullandığı bilinmektedir. Bu şeffaflık, gıdaların güvenliği konusunda tüketicilerde güven oluştururken, tedarik zincirinde olası aksaklıkların veya ihlallerin hızlı bir şekilde tespit edilmesine olanak tanır. Özellikle akıllı kontratlar ile tedarik zinciri boyunca belirli güvenlik standartlarının karşılanmadığı durumlarda işlemler otomatik olarak durdurulabilir (Abbas et al. 2023).

Blok zincir'in tedarik zincirinde sunduğu en büyük avantajlardan biri veri güvenliği ve sahteciliği önlemeye yönelik özellikleridir. Gıda sektöründe sahte ürünlerin tedarik

zincirine sızması ve bu ürünlerin tüketiciye ulaşması, halk sağlığını tehdit eden bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Blok zincir, her bir işlem bloğunu kriptografik olarak zincirleyerek, tedarik zincirindeki tüm verilerin dağıtılmış şekilde güvenli bir şekilde saklanmasını ve değiştirilmez olmasını sağlar. Bu, sahteciliğin önlenmesine ve ürünlerin orijinalliğinin doğrulanmasına yardımcı olur. Örneğin, blok zincir tabanlı sistemlerle et ürünlerinin kaynağı, hangi koşullarda işlendiği ve hangi standartlara uygun olduğu hızlı bir şekilde doğrulanabilir (Singh et al. 2020; Gerdan vd. 2020).

Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirinin her aşamasında verimliliği artırarak gıda israfını azaltmada önemli bir rol oynar. Özellikle, gıdaların üretim aşamasından tüketiciye ulaşana kadar olan süreçte her adımın kaydedilmesi ve izlenebilmesi, ürünlerin son kullanma tarihine yakın olanların daha hızlı bir şekilde piyasaya sürülmesini sağlar. Bu durum, gıda israfını azaltırken, tedarik zincirindeki verimliliği de artırır. Ayrıca, blok zincir sayesinde stok yönetimi daha etkili bir şekilde yapılabilir ve tedarik zincirinde gereksiz gecikmelerin önüne geçilir (Kamilaris et al. 2019).

Blok zincir teknolojisi, gıda güvenliği risklerinin önlenmesinde ve yönetiminde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Özellikle bozuk ürünlerin hızlı bir şekilde geri çağırılması, HACCP ve ISO 22000 gibi uluslararası gıda güvenliği standartlarıyla uyum sağlanması ve gıda kaynaklı hastalıkların erken tespiti için etkili bir çözüm sunmaktadır. HACCP (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları), gıda üretim süreçlerinde potansiyel tehlikelerin belirlenmesi ve kontrolüne odaklanırken, ISO 22000, gıda tedarik zincirinin tüm aşamalarında gıda güvenliğini sağlamaya yönelik kapsamlı bir yönetim sistemi sunar. ISO 22000, HACCP prensiplerini içermekle birlikte, tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında etkin iletişim ve koordinasyonu teşvik eder. Bu özellikleriyle ISO 22000, kuruluşların gıda güvenliği yönetim sistemlerini diğer yönetim sistemleriyle entegre etmelerine olanak tanır ve bu sayede daha geniş kapsamlı bir gıda güvenliği yaklaşımı sunar. Her iki sistem de gıda güvenliği risklerini minimize etmek ve gıda zincirinde güveni artırmak için kritik öneme sahiptir (Vertacert 2023).

Blok zincir teknolojisi, tedarik zincirindeki her adımı şeffaf ve değiştirilemez şekilde kayıt altına alarak, ürünlerin kaynağından tüketiciye kadar izlenebilirliğini sağlamaktadır. Ayrıca, akıllı kontratlar sayesinde, standartları karşılamayan üretim süreçleri otomatik olarak durdurulabilir ve bu da sahtecilik ile taşıyıcı vakalarını önlemeye yardımcı olur. Bu teknoloji, gıda kaynaklı hastalıkların yayılmasını engellemek için tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında bilgi paylaşımını optimize eder (Xu et al. 2020).

2019 yılının sonlarında COVID-19'un hızla yayılarak küresel bir salgına dönüşmesiyle birlikte Wuhan, Çin, salgının merkezi haline gelmiştir (Zhang ve ark. 2020). Wuhan hükümeti, salgını kontrol altına alabilmek için şehirdeki trafik hareketliliğini önemli ölçüde kısıtlayan hızlı ve etkili tedbirler almıştır. Bu çabalar sonucunda salgın kontrol altına alınmıştır. Ancak, 12 Haziran 2020'de Pekin'deki Xinfadi Pazarı'nda çalışan bazı personelin COVID-19'a yakalandığı tespit edilmiştir. Yapılan detaylı araştırmalar, enfekte olan kişilerin somon balığına maruz kaldığını ortaya koymuştur (Xu et al. 2020).

Bu süreçte, somon balığı satın alan tüketicilere ilişkin tüm bilgiler bir blok zincir sistemi üzerinde kaydedilmiştir. Bu sistem sayesinde, enfekte bireylerin izini sürmek ve hızlı bir şekilde tespit etmek mümkün olmuştur. Xinfadi Pazarı örneğinde olduğu gibi, blok zincir teknolojisi, salgınla mücadelede zamanında müdahale sağlamak adına hükümet tarafından etkin bir şekilde kullanılmıştır (Xu et al. 2020).

Blok zincir teknolojisi, gıda tedarik zincirindeki adil dağıtım ve kırsal bölgelerde gıdaya erişimin artırılması açısından kritik bir rol oynayabilir. Merkeziyetsiz yapısı sayesinde, blok zincir, küçük ölçekli üreticiler ile büyük pazarlara doğrudan bağlantı kurulmasını mümkün kılarak kırsal ekonomiyi canlandırabilir. Geleneksel tedarik zincirlerinde yaşanan aracı maliyetleri ve adaletsizlikleri ortadan kaldırarak, üreticilerin ürünlerini daha uygun fiyatlarla satabilmelerine olanak sağlar. Ayrıca, blok zincirle geliştirilen izlenebilirlik sistemleri sayesinde, tüketiciler ürünlerin üretildiği yer ve koşullarla ilgili daha fazla bilgi edinerek bilinçli kararlar alabilir. Bu özellikler, özellikle kırsal

bölgelerdeki gıda üreticilerinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir gelir modellerinin desteklenmesi açısından önemlidir (Feng et al. 2020).

İklim değişikliğine adaptasyon konusunda, blok zincir teknolojisi çevresel verilerin toplanması ve analiz edilmesi için etkili bir araç sunar. Çiftçilerin tarımsal süreçlerinde iklim değişikliğine dayanıklılık kazanmaları için sulama, enerji tüketimi ve mahsul rotasyonu gibi alanlarda karar alma süreçlerini optimize edebilir. Blok zincir tabanlı platformlar, hava durumu, toprak verimliliği ve su kaynakları gibi kritik bilgileri çiftçilere gerçek zamanlı sunarak, daha sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik eder. Ayrıca, akıllı kontratlar ile çevre dostu üretim standartlarına uyum sağlamayan süreçler engellenebilir ve bu, çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sunar (Duan et al. 2020). Bu özellikler, hem iklim değişikliği ile mücadelede hem de gıda üretiminin sürdürülebilirliğinde önemli bir teknoloji olan blok zincirin etkinliğini artırmaktadır.

Blok zincir, gıda israfının azaltılmasında da önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Tedarik zincirinde ürünlerin her adımını şeffaf bir şekilde izleyebilme yeteneği, son kullanma tarihine yaklaşan ürünlerin hızlı bir şekilde yeniden yönlendirilmesini sağlar. Özellikle, perakende ve depolama süreçlerinde oluşan gecikmelerin önüne geçerek, hem ekonomik kayıpları hem de çevresel yükü azaltabilir. Bunun yanı sıra, blok zincir tabanlı stok yönetim sistemleri sayesinde, gıdaların doğru zamanda doğru yerlere dağıtılması sağlanarak israf minimize edilebilir. Kamilaris et al. (2019) tarafından belirtildiği üzere, bu tür teknolojiler, yalnızca gıda israfını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında verimliliği ve koordinasyonu artırır. Bu bağlamda blok zincir, tarımsal üretim ve tüketim süreçlerinin daha sorumlu ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Blok zincir teknolojisi, dijital sertifikasyon ve tüketiciye bilgi sağlama süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Ürünlerin kaynağı, işlenme aşamaları ve dağıtım bilgilerini kayıt altına alarak, QR kod gibi araçlarla tüketicilere doğrudan erişim imkanı sunar. Bu yaklaşım, ürünlerin orijinalliğinin doğrulanmasını kolaylaştırırken sahtecilik ve tağşişin önlenmesine katkı sağlar. Ek olarak, yapay zeka ile blok zincir entegrasyonu, tedarik zincirindeki verilerin analizi yoluyla sahte ürünlerin hızlı bir şekilde tespit

edilmesini mümkün kılar. Yapay zeka algoritmaları, blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemlerindeki veri anomalilerini belirleyerek, sahtecilik ve standart dışı ürünleri önceden tahmin edebilir ve doğrulama süreçlerini otomatikleştirebilir (Kamilaris et al. 2019; Feng et al. 2020). Bu yenilikçi çözümler, yalnızca tüketici güvenini artırmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir gıda tedarik zincirlerinin oluşturulmasına da katkı sağlar.

Blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinde yaygın bir şekilde benimsenebilmesi için karşılaşılması gereken bazı zorluklar bulunmaktadır. İlk olarak, blok zincir'in etkin bir şekilde uygulanabilmesi için güçlü bir dijital altyapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu teknolojinin uygulanması için gereken altyapı henüz tam olarak oluşturulmamıştır. Bu durum, gıda tedarik zincirlerinde blok zincir tabanlı sistemlerin yaygınlaşmasını zorlaştıran bir engeldir (Wang et al. 2020). Ayrıca, blok zincir teknolojisinin yüksek maliyetleri, özellikle küçük ölçekli tedarikçiler için bir engel teşkil etmektedir. Yüksek donanım ve yazılım maliyetleri, küçük üreticilerin blok zincir teknolojisini tedarik zincirlerinde uygulamasını zorlaştıran faktörlerden biridir. Bunun yanı sıra, blok zincir tabanlı tedarik zinciri sistemlerinin uygulanması için yasal düzenlemelere ve politikaların güncellenmesine ihtiyaç vardır (Hong et al. 2021).

Sonuç olarak, blok zincir teknolojisi, gıda tedarik zincirlerinde güvenlik, şeffaflık ve izlenebilirlik sağlayarak önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, teknolojinin tam anlamıyla benimsenebilmesi için dijital altyapı eksikliklerinin giderilmesi ve yasal düzenlemelerin oluşturulması gerekmektedir. Tüm bu zorluklara rağmen, blok zincir, gıda tedarik zincirlerinde güvenliği ve verimliliği artırmak için büyük bir potansiyele sahiptir.

3.11 Kalkınma Plan ve Stratejilerinde Blok Zincir Teknolojisinin Yeri ve Önemi

Türkiye'nin gelecek planlamasında önemli yer tutan kalkınma planları dünyadaki güncel gelişmeler, çerçeve ve beklentilere göre sürekli güncellenmektedir. Bu çalışmanın yapıldığı döneme ait olan On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) kapsamında (Anonim 2023), blok zincir teknolojisinin kullanımının çeşitli alanlarda genişlemesi ve dijital dönüşüm süreçlerinde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Dijital dönüşüm

bağlamında, dağıtık verilerin daha güvenli ve şeffaf bir şekilde sunulmasını sağlayan blok zincir teknolojisinin, özellikle veri koruma alanında yaygınlaşması öngörülmektedir. Teknolojinin ilerlemesi ve iletişim araçlarının hızlanması ile, mali piyasalarda sağlanan verimlilik artışının dijitalleşme süreci ve finansal teknoloji (fintek) şirketlerinin iş yapış şekillerindeki değişikliklerle güçlenmesi beklenmektedir. Özellikle, blok zincir teknolojisine dayalı dijital paraların, merkez bankaları tarafından kullanımının giderek yaygınlaşacağı vurgulanmaktadır. Ayrıca, küresel teknoloji eğilimleri içinde, yeşil ve dijital dönüşümü destekleyen öncül teknolojiler arasında blok zincir de önemli bir yer tutmaktadır. Yapay zekâ, nesnelerin interneti, büyük veri, 5G ve 6G, üç boyutlu baskı, robotik, insansız hava araçları gibi teknolojilerle birlikte, blok zincir teknolojisi de dijital dönüşümün temel unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bununla beraber, blok zincir teknolojisinin tarım sektörü ile doğrudan bir ilişki kurulmamıştır. Kurulan bağlantı yeşil dönüşüm ile dolaylı şekilde olmuştur.

IV. Ulusal kırsal kalkınma stratejisi belgesinde dijital dönüşüm konuları ele alınmış fakat bu konular içerisinde blok zincire değinilmemiştir.

3.12 Dünya Geneline Kooperatiflerde Blok Zinciri ve Tedarik Zinciri Uygulamaları

Blok zincir teknolojisi, kooperatifler ve tedarik zincirleri için son yıllarda büyük bir yenilik kaynağı haline gelmiştir. Merkezi olmayan yapısı, güvenilirlik, şeffaflık ve verimlilik gibi unsurları artırarak kooperatiflerin daha etkin bir şekilde faaliyet göstermesini sağlamaktadır. Özellikle tedarik zincirlerinde kullanılan blok zincir çözümleri, ürünlerin üretimden nihai tüketiciye kadar olan yolculuğunun takip edilmesini kolaylaştırmakta ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojinin sağladığı avantajlar sayesinde platform kooperatifleri, ortaklar arası iş birliğini ve yönetişimi güçlendirmekte, küresel gıda kooperatiflerinden yerel hizmet kooperatiflerine kadar geniş bir yelpazede örnekler sunmaktadır.

Platform kooperatifleri, blok zincir teknolojisinin sunduğu yeniliklerden faydalanarak çeşitli sektörlerde başarıya ulaşmış modeller ortaya koymaktadır. Örneğin, Birleşik

Krallık merkezli Stroudco, çiftçilere ürünlerini çevrimiçi olarak satma olanağı sağlamak ve küresel gıda kooperatiflerinin bir parçası olan Açık Gıda Ağı ile iş birliği içinde faaliyet göstermektedir (Davila 2021). Bu tarz girişimler, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirindeki önemini de gözler önüne sermektedir. Platform kooperatifleri, güvenilirlik ve karar alma süreçlerindeki verimliliği artırmak için blok zincir teknolojisinden yararlanmakta ve bu alanda yenilikçi çözümler sunmaktadır (Dufva 2016).

Müşterekler yönetişimi üzerine yapılan araştırmalar, blok zincirin kooperatiflerde merkezi olmayan, üye tabanlı yönetim modellerinin uygulanmasında büyük bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Poux 2022). Müşterekler, bireylerin veya grupların ortaklaşa sahip olduğu, kullandığı ve yönettiği sosyal veya ekonomik değeri olan kaynaklardır. Bu kaynaklar, bireysel sahipliğin yeterli olmadığı durumlarda, paydaşlar tarafından birlikte yönetilmekte ve ortak bir şekilde kullanılmaktadır (Bollier 2008). Blok zincir teknolojisinin tedarik zincirine uygulanması, sürdürülebilirlik ve şeffaflık gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Örneğin, Provenance adlı blok zincir tabanlı yazılım çözümü, Co-op Group tarafından ürünlerin sürdürülebilirliğini doğrulamak amacıyla kullanılmakta, müşterilere ürünlerin menşei ve kalitesi hakkında ayrıntılı bilgiler sağlamaktadır (Solicitors 2019).

Benzer bir şekilde, Tony's Chocolonely, Accenture ile iş birliği yaparak geliştirdiği blok zincir prototipi sayesinde Fildişi Sahili'ndeki tedarik zincirinde şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırmayı hedeflemektedir (Rosencrance 2020). Bunun yanı sıra, Almanya merkezli çevrimiçi pazar yeri Fairmondo, ABD'nin Denver şehrinde yerel taksiciler tarafından yönetilen Green Taxi Cooperative ve küçük ölçekli gündelik hizmet sağlayıcılarını bir araya getiren Loconomics gibi platformlar da bu teknolojiye dayalı yenilikçi iş modelleri geliştirmektedir. Kanada merkezli Stocksy United, stok fotoğraf ve video hizmetleri sunarken, gelirlerinin büyük bir kısmını ortaklarına dağıtmaktadır. Blok zincir teknolojisini kullanarak sanatçılara yüksek ödeme sağlayan Resonate müzik akış platformu da bu alanda dikkate değer bir örnektir (Kurtuluş 2022).

Bir blok zincir geliştirme kooperatifi olan dOrg, Amerika Birleşik Devletleri yasalarına göre yasal olarak kurulan ilk Merkezi Olmayan Otonom Organizasyon (DAO) olma özelliğine sahiptir. Kooperatif, Vermont eyaletinde Blok Zincir Tabanlı Sınırlı Sorumluluk Şirketi olarak dOrg LLC'yi kurmuş ve bunu Ethereum blok zincirindeki DAO'suna bağlamıştır. Bu yasal yapı, diğer DAO'lar için bir model oluşturarak yasal statü kazanmaları ve geleneksel iş uygulamalarına entegrasyon yollarını göstermektedir. dOrg'un DAO'su, merkeziyetsiz bir yönetim modeli üzerine kurulmuştur ve bu yapı, yazılım geliştirme ve kooperatif yapılarında blok zincirin etkili bir şekilde nasıl kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Cyr 2019; Peaster 2019; Boddy 2019).

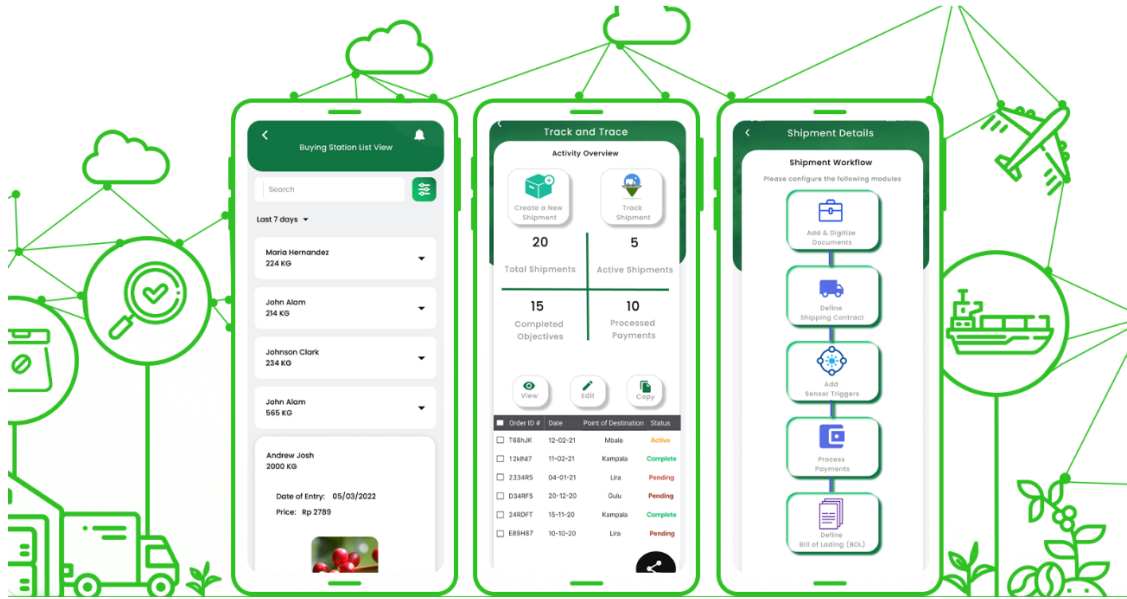
Dünyanın en büyük gıda üreticilerinden biri olan Nestlé, tedarik zincirindeki aşamaları izlemek amacıyla blok zincir teknolojisini kullanma kararı almıştır. Bu kapsamda, OpenSC firması ile iş birliği yaparak IBM Food Trust ile bir dağıtık defter teknolojisi ortaklığı kurmuştur. Nestlé, bu teknolojiyi üretimin farklı aşamalarında test edecek ve sistemin ölçeklenebilirliğini ve uyumluluğunu değerlendirecektir. Pilot uygulama döneminde ürünlerin fabrikadan market raflarına kadar olan yolculuğu, mobil uygulamalar ve internet servisleri aracılığıyla gerçek zamanlı olarak izlenebilecektir (Günen 2019). IBM Food Trust, ürünlerin tedarik zincirindeki verilerini IBM'in blok zincir teknolojisi ve bulut hizmetleri aracılığıyla izlemekte ve saklamaktadır. Bu sistem, tüketicilere ürünlerin kökeni, üreticilerin bilgileri ve kalite standartları hakkında detaylı bilgi sunarak şeffaflık sağlamaktadır. Ayrıca, bu platform gıda israfını azaltmayı ve üreticilerin verilerini güvenli bir şekilde paylaşmalarını amaçlamaktadır (IBM 2024).

İspanya'daki 2.000'den fazla çiftçiden oluşan Conde de Benalúa kooperatifi de IBM Food Trust sistemini kullanarak ürün izlenebilirliğini ve özgünlüğünü artırmak amacıyla blok zincir teknolojisini benimsemiştir. Bu uygulama, zeytinyağı üretiminin her aşamasını izleyerek tüketicilere ürünlerin menşei ve kalitesi hakkında şeffaf bilgi sunmakta ve paydaşlar arasında güvenin önemli ölçüde artmasını sağlamaktadır (IBM 2020).

Migros da blok zincir teknolojisini tedarik süreçlerinde kullanmaya başlamıştır. Migros, Obase ve Microsoft'un iş birliğiyle bu teknolojiyi mobil uygulamaları üzerinden hayata

geçirerek, MB logosu taşıyan meyve ve sebzelerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Ürünlerin kare kodları taranarak kalite kontrol ve tedarik bilgilerine ulaşılabilir. Blok zincir teknolojisi, Migros'un dijital dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamaktadır ve tedarik zincirinde şeffaflığı ve güvenilirliği artırmayı hedeflemektedir (Anonim 2020).

Endonezya'da kahve üreticisi kooperatifi Solok Radjo, küresel tarım teknolojisi firması Dimitra ile iş birliği yaparak blok zincir teknolojisinden faydalanmaktadır. Connected Farmer ve Connected Coffee gibi uygulamalar (Şekil 3.14) sayesinde veri toplama, kalite kontrol ve paketlenme süreçlerini iyileştiren bu teknoloji, küçük ölçekli çiftçilerin sertifikasyon ve ihracat gerekliliklerini yerine getirmelerine yardımcı olmaktadır. Solok Radjo'nun Dimitra ile olan iş birliği, çevre dostu tarım yöntemlerinin benimsenmesine katkı sağlamakta ve yerel çiftçilerin verimliliklerini artırmalarına olanak tanımaktadır (Hooper, 2023).



Şekil 3.14 Dimitra's Connected Coffee uygulaması görünümü (Anonim 2025)

Arkansas merkezli Grass Roots Farmers' Cooperative, tedarik zincirinde şeffaflığı ve izlenebilirliği artırmak amacıyla, San Francisco merkezli tedarikçi Golden State Meat Company ve Birleşik Krallık blok zincir girişimi Provenance ile işbirliği yaparak blok zincir teknolojisini benimsemiştir. Bu teknoloji, kümes hayvanlarının sevkیاتlarını

izlemek ve tüketicilere ürünlerin kökeni ve üretim sürecinde yer alan kişiler hakkında bilgi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Grass Roots, blok zincir teknolojisi sayesinde tedarik zincirinin her aşamasını belgeleyerek ürünlerin kalitesi ve sürdürülebilirliği konusunda güvence verebilmektedir (Zhao 2020). Bu teknolojinin yeşil kimlik bilgilerini doğrulamak için kullanılması, çevresel ve sosyal etkileri şeffaf bir şekilde iletmek isteyen kooperatifler için özellikle faydalıdır (Solicitors 2019).



4. LİTERATÜR ÖZETİ

Satoshi Nakamoto (2008) “Bitcoin: Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi” başlıklı makalesi, dijital para birimi Bitcoin'in arkasındaki blok zincir teknolojisini tanıtmaktadır. Bu çalışma, eşler arası işlemleri merkezi bir otoriteye veya güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymadan gerçekleştirebilmek için kriptografik bir sistem kullanmayı öne sürmüştür. Blok zincir, her bir işlemin dijital bir deftere kaydedildiği ve bu defterin düğümler arasında dağıtıldığı bir sistemdir. Nakamoto'nun yeniliği, çift harcama sorununu çözmek için işlemleri kriptografik olarak doğrulayan zaman damgası sunucularını kullanarak kronolojik olarak düzenlemek olmuştur. Bitcoin ağı, merkezi olmayan, güvenli ve geri alınamaz bir işlem yapısına sahiptir ve işlemler geri döndürülemez hale getirildiğinde, şeffaflık sağlanmaktadır. Bu çalışma, finansal sistemleri ve dijital para birimlerinin geleceğini köklü bir şekilde değiştirmiş ve blok zincirin daha geniş uygulamaları için de kapıyı aralamıştır.

Crosby ve ekibinin (2016) “BlockChain technology: beyond bitcoin” çalışmasında, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerine getirdiği devrimsel yenilikleri ele almaktadır. Çalışma, blok zincirinin verileri şeffaf, güvenli ve değiştirilemez bir şekilde yönetme potansiyelini incelerken, Merkle ağaçları gibi kriptografik yapıların veri doğrulama süreçlerinde oynadığı rolü vurgulamaktadır. Özellikle tedarik zincirlerinde, bu teknolojinin sahtecilik ve verilerin manipülasyonunu önleme konusunda kritik avantajlar sunduğu belirtilmektedir. Blok zincirinin tedarik zincirlerine getirdiği en önemli yeniliklerden biri, işlem süreçlerinde şeffaflık sağlaması ve bu sayede süreçlerde maliyetleri azaltarak hız kazandırmasıdır. Ek olarak, verilerin blok zinciri üzerinde kayıt altına alınması, her aşamada izlenebilirlik sağlayarak işletmelere ve tüketicilere güven sunar. Bu sayede, sahte ürünlerin tanımlanması ve ürünlerin kaynaklarına dair doğrulamanın yapılması kolaylaşır. Çalışma, özellikle finansal sektör dışında da blok zincirin birçok alanda potansiyel kullanımını vurgulamaktadır.

Xu ve arkadaşlarının (2018) “Efficient public blockchain client for lightweight users” isimli çalışması, genel blok zincirlerinde büyüyen işlem defterlerinin (ledger) depolama gereksinimlerinin artması sorununu ele almaktadır. Özellikle hafif kullanıcılar (örneğin,

IoT cihazları ve akıllı telefonlar) için bu artan veri yükünün yönetilmesi zor hale gelmektedir. Mevcut çözümlerin ya yetersiz depolama azaltması sunduğu (örneğin, basit ödeme doğrulaması) ya da güçlü güvenlik varsayımlarına dayandığı (örneğin, güvenilir sunucular kullanımı) belirtilmektedir. Xu ve arkadaşları bu sorunu çözmek için, blok zincirlerin daha hafif kullanıcılar tarafından verimli bir şekilde doğrulanmasını sağlayan bir protokol olan EPBC (Efficient Public Blockchain Verification Protocol) geliştirmişlerdir. EPBC, blok zincir boyutundan bağımsız olarak hafif kullanıcıların sadece küçük bir veri parçasını saklamasını gerektirir. Protokolün performansı ve güvenliği analiz edilmiş ve deneysel sonuçlar EPBC'nin hafif kullanıcılar için pratik olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma, blok zincirlerin verimli bir şekilde yönetilmesi için önemli bir adım olarak değerlendirilebilir ve blok zincir teknolojisinin daha geniş uygulamalarda kullanımı için altyapı sağlamaktadır.

Yli-Huumo ve arkadaşlarının (2016) “Where is current research on blockchain technology? a systematic review” isimli çalışmalarında, blok zincir teknolojisinin teknik perspektiften incelenmesi amacıyla sistematik bir haritalama çalışması yapmıştır. Çalışma, blok zincir teknolojisinin Bitcoin kripto para birimiyle ilişkilendirildiğini ve merkezi olmayan bir ortamda anonimlik, güvenlik, gizlilik ve şeffaflık sağladığını belirtmektedir. Ancak, bu özellikler teknolojinin çeşitli teknik zorluklar ve sınırlamalarla karşı karşıya kalmasına da neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, mevcut blok zincir teknolojisi araştırmalarının durumunu değerlendirmek ve bu teknolojiye dair araştırma konularını sistematik bir şekilde haritalamaktır. Ekonomik, hukuk, iş dünyası ve düzenleme perspektifleri dışarıda bırakılarak sadece teknik perspektif ele alınmıştır. 2013 ile 2015 yılları arasında yapılan araştırmaların analiz edildiği çalışmada, blok zincir teknolojisinin güvenlik ve gizlilik sorunlarına odaklanıldığı, ancak ölçeklenebilirlik, performans ve gecikme gibi önemli sorunların hala çözülmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Çalışma sonucunda şu önerilerde bulunulmuştur:

- Blok zincir teknolojisinin karşılaştığı sorunlar üzerine daha fazla çalışma yapılmalı ve bu zorluklara yönelik çözümler önerilmelidir.
- Ölçeklenebilirlik sorunlarına daha fazla odaklanılmalı, özellikle performans ve gecikme konuları ele alınmalıdır.
- Blok zincirin Bitcoin dışındaki uygulamaları, örneğin akıllı sözleşmeler, mülkiyet lisanslama ve oylama sistemleri üzerinde daha fazla araştırma yapılmalıdır.
- Önerilen çözümlerin etkinliğini nesnel değerlendirme kriterleri ile test eden daha fazla çalışma yapılmalıdır.

Bu çalışmanın temel katkısı, blok zincir teknolojisinin mevcut durumunu teknik bir perspektiften ele alması ve gelecekteki araştırmalar için yön gösterici öneriler sunmasıdır.

Mülayim (2013) “Kooperatifçilik Güncellenmiş ve yenilenmiş yedinci baskı” kitabında kooperatiflerin ekonomik ve sosyal kalkınmadaki rolünü derinlemesine incelemektedir. Çalışma, kooperatiflerin uluslararası düzeyde nasıl yapılandığını ve kooperatiflerin ekonomik sürdürülebilirliği sağlama yollarını ele alırken, kooperatiflerin tedarik zincirinde oynadığı kritik role dikkat çekmektedir. Mülayim, kooperatiflerin, yerel üreticilerin ürünlerini pazara ulaştırma sürecinde etkin rol oynadığını ve bu yapıların sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, çalışma, kooperatiflerin yalnızca ekonomik bir yapı olmadığını, aynı zamanda sosyal ve kültürel amaçlarla da hareket eden yapılar olduğunu belirtmektedir. (Mülayim, 2013).

Vitalik Buterin’in (2013) Ethereum platformunu tanıttığı “Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform” blok zincir üzerine yapılan girişimlerde “whitepaper” olarak adlandırılan sistem tanıtım yazısında, blok zincir teknolojisinin yalnızca dijital para birimlerinin ötesine geçerek akıllı sözleşmeler aracılığıyla çok daha geniş bir kullanım alanına sahip olabileceğini ortaya koymaktadır. Ethereum, merkezi olmayan ve otonom bir platform olarak akıllı sözleşmelerin uygulamaya konmasına olanak tanımaktadır. Akıllı sözleşmeler, belirli olaylara dayalı olarak

alışan, zerk, doğrulanabilir ve şeffaf yapılar olup, programlanabilir finans ve toplum inşa etme potansiyeline sahiptir.

Buterin, Ethereum'un sunduğu bu akıllı sözleşmelerin kullanıcıların blok zinciri üzerinde kendi kişiselleştirilmiş kod mantığını uygulamalarına olanak tanıdığını açıklamaktadır. Bu teknoloji, kullanıcılar arasında güven gereksinimini azaltarak işlem maliyetlerini düşürmekte ve güvenliği artırmaktadır. Akıllı sözleşmeler, özellikle dijital demeler, finansal varlık yönetimi, çok imzalı sözleşmeler, bulut bilişim, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve paylaşım ekonomisi gibi alanlarda geniş uygulama olanaklarına sahiptir. Buterin'in çalışması, blok zincir teknolojisinin programlanabilirlik ve otonomi sağlama kapasitesinin altını çizmekte ve gelecekteki potansiyel kullanım alanları hakkında öngörülerde bulunmaktadır.

Bu alışma, blok zincir teknolojisinin finansal işlemler ve diğer çeşitli sektörlerde nasıl devrim yaratabileceğine dair önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Bellare ve arkadaşları (2009) "Security proofs for identity-based identification and signature schemes" isimli çalışmalarında blok zincir teknolojisinin temelini oluşturan şifrelenmiş zet fonksiyonları ve dijital imzaların veri güvenliği üzerindeki kritik rolünü incelemiştir. zet fonksiyonları verilerin küçük sabit boyutlu özetlerini oluşturarak, veri bütünlüğünün korunmasını sağlar. Bu yöntem, özellikle tedarik zincirleri gibi büyük veri kümelerinin yönetildiği ortamlarda, verilerin doğrulanabilirliğini artırır. Dijital imzalar ise veri güvenliğini sağlamak için kullanılır ve bir işlemin doğruluğunu garanti eder. Bellare'nin çalışması, bu kriptografik yöntemlerin, özellikle kooperatiflerde ve tedarik zincirlerinde veri bütünlüğünü ve güvenliğini sağlamada kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Porter'in (1985) rekabet avantajı yaratma stratejilerini ele aldığı "Competitive advantage: creating and sustaining superior performance" isimli klasik çalışması, tedarik zincirlerinin bir firmanın değer yaratma süreçlerine nasıl katkıda bulunduğunu kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Çalışma, tedarik zinciri yönetiminin, maliyet avantajı sağlama ve ürün farklılaştırma stratejileri açısından nasıl kritik olduğunu göstermektedir. Por-

ter'a göre, rekabet avantajı sağlamada tedarik zincirindeki her bir aşamanın etkin yönetimi önemlidir ve kooperatifler de bu stratejilerden faydalanarak etkinliklerini artırırlar. Tedarik zincirinde yer alan her bir adım, firmanın genel maliyet yapısını ve pazardaki konumunu doğrudan etkiler.

Davila J. (2021) "Decentralisation at work: Cooperatives on the blockchain" isimli makalede, merkeziyetçiliği azaltmaya yönelik tarihsel ve teknolojik süreçleri ele almakta ve özellikle blok zinciri teknolojisinin kooperatifler üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Yazar, blok zincirinin ortaya çıkışıyla birlikte, ekonomik faaliyetlerde daha fazla merkeziyetsizlik sağlama olanaklarının araştırıldığını belirtmektedir. Özellikle pandemi döneminde, merkeziyetçi ekonomik sistemlerin sınırları daha fazla sorgulanmaya başlanmış, çalışan sahipliği ve kooperatiflerin bir alternatif olduğu fikri güçlenmiştir.

Kooperatifler, çalışanların yönetimde söz sahibi olduğu ve daha adil bir gelir dağılımı sağladığı ekonomik örgütlenmeler olarak tanımlanır. Blok zinciri teknolojisi, kooperatiflerin veri güvenliği, şeffaflık ve karar alma süreçlerinde merkezi otoritelere duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak, kooperatiflerin dijital çağda daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Bu teknoloji, kooperatiflerin işleyişine katılımı artırırken, aynı zamanda çalışanlar ve kullanıcılar arasında güven tesis eder.

Davila'nın çalışmasında öne çıkan noktalar:

- Blok zincir, kooperatiflerin yönetim ve karar alma süreçlerini daha şeffaf hale getirme potansiyeline sahiptir.
- Dijital platform kooperatiflerinin, merkezi platformlara alternatif oluşturabileceği ve çalışanlara daha fazla hak tanıyabileceği vurgulanmıştır.
- Pandemi sonrası, iş dünyasında kooperatif yapılarının daha yaygın hale gelmesi ve bu süreçte blok zincir teknolojisinin kilit bir rol oynaması beklenmektedir.

Yazar, blok zincir tabanlı kooperatif modellerinin, çalışan sahipliğini güçlendirerek ve adil ücret dağılımı sağlayarak ekonomik sistemde köklü değişiklikler yaratabileceğini savunmaktadır.

Lai ve Cheng (2016) “Just-in-Time logistics” isimli kitaplarında yazarlar, tedarik zinciri yönetiminde küçük aktörlerin, özellikle kooperatiflerin, karşılaştığı zorlukları ele almaktadır. Lai ve Cheng (2016), büyük firmaların sahip olduğu pazarlık gücünün, tedarik zincirindeki dinamikleri küçük aktörler için dezavantajlı hale getirdiğini vurgulamaktadır. Küçük aktörlerin daha büyük firmalarla rekabet etme ve yüksek değerli pazarlara erişim sağlama noktasında sık sık büyük zorluklarla karşı karşıya kaldıkları belirtilmektedir. Büyük firmalar tedarik zincirindeki pozisyonlarını kullanarak fiyatlar ve ürün gereksinimleri gibi konularda kararlar alırken, küçük aktörler genellikle bu kararları takip etmek zorunda kalmaktadır. Bu bağlamda, tedarik zinciri entegrasyonu, özellikle işbirliği ve ağ oluşturma'nın önemini vurgulamaktadır. JIT (Just-in-Time) lojistiği, stok yönetimi ve tedarikçi ilişkilerini optimize etmeye yönelik önemli bir yaklaşım olarak öne çıkar. Ancak, küçük aktörlerin JIT uygulamalarını benimsemesinin bazı zorlukları içerdiği belirtilmiştir. Lai ve Cheng, bu zorlukların üstesinden gelmek için niş pazarlara odaklanma, teknoloji adaptasyonu ve işbirliği modellerinin geliştirilmesi gibi stratejiler önermektedir.

Kamilaris ve arkadaşları (2019) tarafından hazırlanan "The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains" başlıklı çalışma, tarım ve gıda tedarik zincirlerinde blok zincir teknolojisinin yükselişi ve potansiyel uygulamalarını incelemektedir. Yazarlar, blok zincir'in şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenlik gibi temel faydalar sunduğunu vurgulamaktadır. Tarımsal üretimden gıda güvenliğine kadar olan süreçlerde veri güvenliği ve doğruluk problemlerine karşı blok zincir çözümlerini tartışan çalışma, bu teknolojinin çiftçiler, distribütörler ve tüketiciler arasında güveni artırabileceğini belirtmektedir.

Blok zincir 'in gıda tedarik zincirlerinde izlenebilirlik ve şeffaflığı iyileştireceği, böylelikle tüketicilerin ürüne dair bilgi edinimini artıracak sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, tarımsal verimliliği artırmak için blok zincir 'in dijital çiftlikler ve akıllı sözleşmelerle entegrasyon potansiyeli değerlendirilmiştir. Gıda güvenliği, sahteciliğin önlenmesi ve sürdürülebilirlik gibi konular üzerinde blok zincir 'in rolü de önemli bir başlık olarak öne çıkmıştır. Ancak, teknoloji henüz geniş çapta benimsenmemiş olup, uygulamaların

yaygınlaşması için düzenleyici çerçevelerin ve standartların geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Gülçubuk (2022) “Türkiye’nin kooperatif politikası(-Zlığı) – Iı: dünyadan farklılığımız” çalışmasında, kooperatiflerin günümüzde ekonomik krizler ve gelir adaletsizliklerinin arttığı bir dünyada, sosyal ve ekonomik istikrarı destekleyecek çözümler olarak öne çıktığı vurgulanmaktadır. Zengin-yoksul, kent-kır ve kuzey-güney arasındaki dengesizliklerin artmasıyla birlikte, kooperatiflerin kalkınma süreçlerindeki rolü daha da önemli hale gelmiştir. 2012 yılında Birleşmiş Milletler tarafından "Uluslararası Kooperatifler Yılı" ilan edilmesi, kooperatiflerin küresel düzeyde yoksullukla mücadele, kır-kent farklılıklarının azaltılması ve ekonomik dengenin sağlanmasında kritik bir kalkınma aracı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, uluslararası kuruluşlar kooperatiflerin güçlenmesi, mevzuat desteği sağlanması ve kamu-özel sektör iş birliğinin geliştirilmesi için çeşitli adımlar atmaktadır. Kooperatifler, tarım üreticilerinin yaşam koşullarını iyileştirmekle kalmayıp, Fildişi Sahilleri, Benin, Japonya ve Finlandiya gibi birçok ülkede istihdam sağlama, gıda güvenliğini destekleme ve finansal yapıyı güçlendirme gibi somut faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, kooperatiflerde kadın katılımının artmasıyla kırsal kalkınmanın desteklenmesi, kadınların gelir yaratma ve istihdam geliştirme gibi alanlarda önemli roller üstlenmesine olanak tanımaktadır. Türkiye’de ise kooperatifçilik, Gülçubuk’un belirttiği gibi, küresel örneklerin aksine, yönetim süreçlerine katılımın sınırlı olması ve örgütlü yapıların yeterince güçlü olmaması nedeniyle yeterince gelişmemiştir. Bu nedenle, Türkiye’nin kooperatifçilikte dünya genelindeki başarılı örneklerden geride kaldığı ve kooperatiflerin kalkınma aracı olarak etkin bir şekilde kullanılabilmesi için daha güçlü örgütlenme ve katılımın sağlanması gerektiği anlaşılmaktadır.

Gerdan ve arkadaşları (2020) “Gıda ürünlerinin izlenebilirliğinde blok zinciri teknolojisinin kullanımı” derleme çalışmalarında, günümüzün en önemli sorunlarından biri olan gıda güvenliği ve gıda tağışışını önleme bağlamında blok zincir teknolojisinin potansiyel katkılarını ele almıştır. Blok zincir teknolojisinin verilerin şeffaf ve değiştirilemez yapısı, dış etkenlere karşı dayanıklılığı gibi özellikleriyle gıda güvenliği alanında önemli bir araç olarak öne çıktığı belirtilmiştir. Blok zincirin finans sektöründeki yaygın kullanımının yanı sıra, gıda güvenliği ve tedarik zinciri takibi için de uygulanabilirliği

vurgulanmaktadır. Blok zincir teknolojisi sayesinde, bir tarımsal ürünün üretim aşamasından tüketiciye ulaştığı noktaya kadar olan tüm süreç sanal ve şeffaf bir şekilde kriptolu olarak izlenebilmekte; ayrıca bu teknolojinin güvenli ödeme işlemlerinde de kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Bu çalışmada, blok zincir kavramının yanı sıra, gıda güvenliği uygulamaları, gıda ve tarım sektöründeki güncel eğilimler, blok zincir teknolojisinin mimarisi ve patent durumları incelenmiştir. Araştırmada, blok zincir geliştirme platformlarının JavaScript, C++, Solidity ve Simplicity gibi programlama dillerinin yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca, blok zincir teknolojisiyle ilişkili mobil ve veri madenciliği uygulamalarını destekleyen birçok program hakkında da bilgiler sunulmuştur. Sonuç olarak, blok zincir teknolojisinin tarımsal ürünlerin izlenebilirliği, güvenliği ve şeffaflığı açısından üretici, tüketici ve aracılar için büyük fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Türkmen ve Ataseven (2020) “Avrupa Birliği sürecinde Ankara’da faaliyet gösteren dairelerin gıda hijyeni ve güvenliğine yönelik tutumlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma” isimli çalışmalarında Ankara’da faaliyet gösteren süt işletmelerinin AB sürecinde gıda hijyeni ve güvenliğine yönelik tutumlarını inceleyen çalışmalarında, Avrupa Birliği’nin gıda güvenliği politikasının insan sağlığını ve tüketici çıkarlarını korumak ve iç pazarın etkin işleyişini sağlamak için şekillendirildiğini belirtmişlerdir. AB’nin çiftlikten çatala uzanan süreçte hayvan sağlığı, refahı ve bitki sağlığını da kapsayan kapsamlı bir gıda güvenliği yaklaşımı benimsediğini vurgulamışlardır. Türkiye’nin bu süreçte, “Gıda Güvenliği, Veterinerlik ve Bitki Sağlığı” başlığı altında AB mevzuatına uyum sağlaması gerektiği ifade edilmektedir. Bu bağlamda uyum sağlanması gereken önemli alt sektörlerden biri olarak süt sektörü öne çıkmaktadır.

Çalışmanın amacı, süt ve süt ürünleri üreten gıda işletmelerinin uyması gereken temel hijyen kuralları hakkında bilgi sunmak ve bu işletmelerin yetkililerinin AB hijyen standartları ve gıda güvenliği konusundaki tutumlarını incelemektir. Araştırmanın ana materyalini, Ankara’da faaliyet gösteren ve 30 beygir gücünden fazla ekipmana sahip veya 10’den fazla personel çalıştıran süt işletmelerine yönelik yapılan anket sonuçları oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, işletme yetkililerinin

%66,7'sinin AB mevzuatı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı ve işletmelerin %60'ının Türkiye'de yürürlükte olan süt ve süt ürünlerine yönelik özel hijyen kuralları hakkında eksik bilgiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, yüksek riskli ürün grupları içinde yer alan süt ve süt ürünleri üreten gıda işletmelerinin, üretim aşamasında sorumlu oldukları hijyen gerekliliklerini tam olarak yerine getirmedeği sonucuna varılmıştır.

İncelenen kaynaklar ışığında, literatürde blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerindeki kullanımına yönelik çalışmalarda çeşitli eksiklikler ve araştırma boşlukları olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, kooperatifler gibi kolektif yapıların blok zincir teknolojisine adaptasyonu ve bu teknolojinin tarımsal tedarik zincirlerine özel uygulamaları yeterince incelenmemiştir. Literatürde, teknolojinin potansiyel faydaları vurgulanmakla birlikte, farklı demografik grupların teknolojiye adaptasyon süreci, sistem entegrasyonunun saha düzeyindeki etkileri ve bu sistemlerin uygulanabilirliği üzerine kapsamlı analizler sınırlıdır. Ayrıca, Türkiye bağlamında tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir tabanlı çözümlerin etkinliği ve yerel ihtiyaçlara uyumu üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Bu anlamda bu çalışma bir ilk olma özelliğine sahiptir.

Bu tez çalışması, söz konusu boşlukları doldurmayı hedeflemektedir. Araştırma, blok zincir tabanlı bir sistemin S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi örneğinde tedarik zinciri süreçlerine entegrasyonunu detaylı bir şekilde ele almakta ve teknolojinin izlenebilirlik, şeffaflık ve veri güvenliği konularında sağladığı somut iyileştirmeleri ortaya koymaktadır. Ayrıca, farklı demografik grupların teknoloji algıları ve adaptasyon başarıları analiz edilerek, bu süreçlerin başarılı bir şekilde yönetilmesine yönelik yaşa ve eğitime dayalı stratejik öneriler sunulmaktadır. Bu yönüyle çalışma, literatürdeki boşlukları doldurmanın yanı sıra, blok zincir teknolojisinin tarım sektöründe uygulanabilirliğine dair özgün bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Ödemiş, Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi'nde, İzmir iline bağlı bir ilçedir. İlçenin İzmir il merkezine uzaklığı 113 km'dir ve denizden yüksekliği 123 metredir. Ödemiş'in en yüksek noktası Bozdağlar'dır ve bu dağların zirvesi 2.157 metreye ulaşır. İlçenin yüzölçümü 1.082,6 km²'dir. Ödemiş, İzmir ilinin Bergama'dan sonra en geniş yüzölçümüne sahip ikinci ilçesidir. 2020 yılı verilerine göre, Ödemiş'in nüfusu 133.679'dur. Coğrafi konum olarak, ilçenin doğusunda Beydağ, batısında Bayındır ve Tire ilçeleri, kuzeyinde Manisa'nın Turgutlu ve Salihli ilçeleri, güneyinde ise Aydın ilinin Sultanhisar, Köşk ve Efeler ilçeleri yer alır. İlçe, Küçük Menderes Nehri'nin geçtiği verimli ovalık alanlara sahiptir ve bölgenin başlıca geçim kaynağı tarımdır (Anonim 2024b).

İklim ve Bitki Örtüsü: Ödemiş, Akdeniz ikliminin etkisi altında olup, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlıdır. İlçede ortalama sıcaklık Ocak ayında 7,2°C, Temmuz ayında ise 27,3°C'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 16,6°C'dir ve yıllık yağış miktarı 628 mm civarındadır. Ödemiş'in bitki örtüsü genellikle makidir. Dağlık bölgelerde meşe, kestane, menengiç ve kızılçam ağaçları yetişirken, ovalarda ceviz, incir, kavak, fıstıkçanı, turunçgiller ve zeytin ağaçları öne çıkar. Ayrıca, ilçede fidancılık ve süs bitkileri yetiştiriciliği oldukça gelişmiştir (Anonim 2024e).

Tarımsal Yapı ve Ekonomi: Ödemiş'in ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalıdır ve ilçe yüzölçümünün yaklaşık %36'sı tarım arazisidir. Bölgede tarım oldukça gelişmiş olup, bir yılda üç kez ürün alınabilen verimli topraklara sahiptir. Patates, incir, zeytin, karpuz, susam, kestane, tütün, üzüm ve yaş sebzeler, ilçenin başlıca tarım ürünlerindedir. Özellikle Bademli yöresi, meyve fidanı yetiştiriciliği ve kiraz üretimi alanında Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. İlçede fidancılık ve süs bitkileri üretimi de oldukça yaygın olup, yerel ekonomiye ciddi katkılar sağlamaktadır (Anonim 2024e).

Kırsal Kalkınma ve Ticaret: Ödemiş, büyük metropol illere olan yakınlığı ve liman ile havalimanlarına ulaşım kolaylığı sayesinde tarım ve ticarete önemli avantajlara sahiptir. İlçede yetiştirilen ürünler ulusal ve uluslararası pazarlarda talep görmektedir. Bu özellikleri ile Ödemiş, tarımsal üretim ve ticarete ciddi bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, yerel halkın geçim kaynakları arasında hayvancılık da önemli bir yer tutar; 2023 yılı itibarıyla ilçede 200.282 büyükbaş, 55.827 küçükbaş ve 818.530 kanatlı hayvan bulunmaktadır (Anonim 2024e).

S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Bilgiler S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifinden alınarak yazılmıştır (Anonim 2024d). Kooperatif 1968 yılında İzmir'in Ödemiş ilçesinde, Bademli beldesinde kurulmuştur. Kooperatif, bölge üreticilerini bir çatı altında toplamak, üretim süreçlerini desteklemek ve ürünlerin pazarlanmasına katkıda bulunmak amacıyla faaliyete geçmiştir. Günümüzde kooperatif, 383 ortak ve 153 kadrolu çalışanıyla faaliyet göstermekte olup, tarımsal üretim ve pazarlamada önemli bir rol üstlenmektedir. Kooperatifin yönetimi 7 kişilik bir yönetim kurulu tarafından sağlanmaktadır.

Kooperatif, tarımsal üretimde dünya standartlarında kabul gören yönetim sistemlerini benimsemiştir. ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi ve ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi sertifikalarına sahiptir. Bu kapsamda, kooperatif gıda güvenliğine ve kalite standartlarına büyük önem vermekte ve ortaklarının ürettiği ürünleri bu standartlara uygun olarak üretip pazarlamaktadır.

Ana Faaliyet Alanları: Kooperatifin ana faaliyet alanı, meyve fidanı üretimidir. 20 milyona yakın meyve fidanı üretimi gerçekleştiren kooperatif, hem yurtiçi hem de yurtdışı pazarlar için standart ve sertifikalı fidan üretimi yapmaktadır. Ayrıca kooperatif, fidancılık alanında AR-GE çalışmaları yapmakta, yeni meyve çeşitleri geliştirmekte ve bu çeşitleri ulusal ve uluslararası pazarlara sunmaktadır. Yerel meyve çeşitlerinin ıslahı ve yeni çeşitlerin tescil çalışmaları da kooperatifin odaklandığı önemli projeler arasında yer almaktadır.

Kooperatifin faaliyet alanları arasında dış mekân süs bitkisi üretimi, süt ve süt ürünleri üretimi, zeytinyağı üretimi ve yaş meyve-sebze depolama, tasnif ve ambalajlama hizmetleri de bulunmaktadır. Kooperatif, ortaklarının ürettiği dış mekân süs bitkilerini, süt ürünlerini ve zeytinleri işleyerek, bunları yerli ve yabancı pazarlarda satışa sunmaktadır.

Bu özellikleriyle, Ödemiş Bademli Kooperatifi bölgesel tarım ekonomisine büyük katkı sağlamakta ve kooperatif modeliyle üreticiye güçlü bir destek sunmaktadır. Bu kapsamda yapılan tarımsal üretim, AR-GE faaliyetleri ve yenilikçi üretim teknikleri ile kooperatif, hem ulusal hem de uluslararası pazarda önemli bir aktör haline gelmiştir.

Kooperatifin Önemi: Kooperatif, özellikle tarımsal kalkınma ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasında öncü rol oynamaktadır. Bölgedeki üreticilerin ürünlerini daha verimli ve kaliteli hale getirirken, kooperatifin sertifikalı fidan üretimi ve AR-GE çalışmaları, tarımsal inovasyonu teşvik etmekte ve tarımsal ürünlerin dünya pazarlarında rekabet gücünü artırmaktadır.

Kooperatifin bu yapısı, tez kapsamında araştırılacak olan kooperatif modelinin tarımsal üretimdeki önemi ve inovasyon potansiyelinin bir örneği olarak değerlendirilmiştir. Özellikle blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerin bu tür kooperatif yapıları içinde nasıl entegre edilebileceği ve tedarik zinciri süreçlerinin nasıl iyileştirilebileceği üzerine yapılacak araştırmalar için önemli bir saha sunmaktadır.

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen "Tarımsal Amaçlı Örgütlerin Derecelendirilmesi" programı çerçevesinde, S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, en yüksek puanı elde ederek Türkiye genelinde birinci derece tarımsal örgüt belgesini almaya layık görülmüştür. Bu başarı, kooperatifin sektördeki lider konumunu ve etkinliğini açısından önemli ortaya koymaktadır (Anonim 2024f).

S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nde, tedarik zinciri süreçlerinin iyileştirilmesinde blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliğini değeren-

dirmek amacıyla kooperatif ortakları, çalışanları ve yönetim kadrosu incelenmiştir. Bu bağlamda, kooperatifin işleyişinde ankete cevap vermek isteyen 25 katılımcı ile yüz yüze anket yapılmıştır. Anket çalışmasında, katılımcıların yaşları, eğitim seviyeleri, kooperatifteki görevleri, teknolojiye bakış açıları, dijital sistemleri kullanabilme becerileri ve kooperatif süreçlerine katkıları gibi demografik ve mesleki özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, blok zincir teknolojisinin kooperatifin tedarik zinciri süreçlerinde yaratabileceği potansiyel etkiler bu bölümde ele alınmıştır.

5.2 Sosyo-ekonomik Yapı

Araştırmaya katılan S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatif ortakları ve çalışanlarına ait önemli konulardan biri sosyo-ekonomik yapıdır. Kooperatifin davranış ve tutumlarının belirlenmesi araştırmanın önemli konularından biridir. Bu kapsamda araştırmada araştırmaya katılanların yaş, cinsiyet dağılımı, eğitim durumu araştırılmıştır.

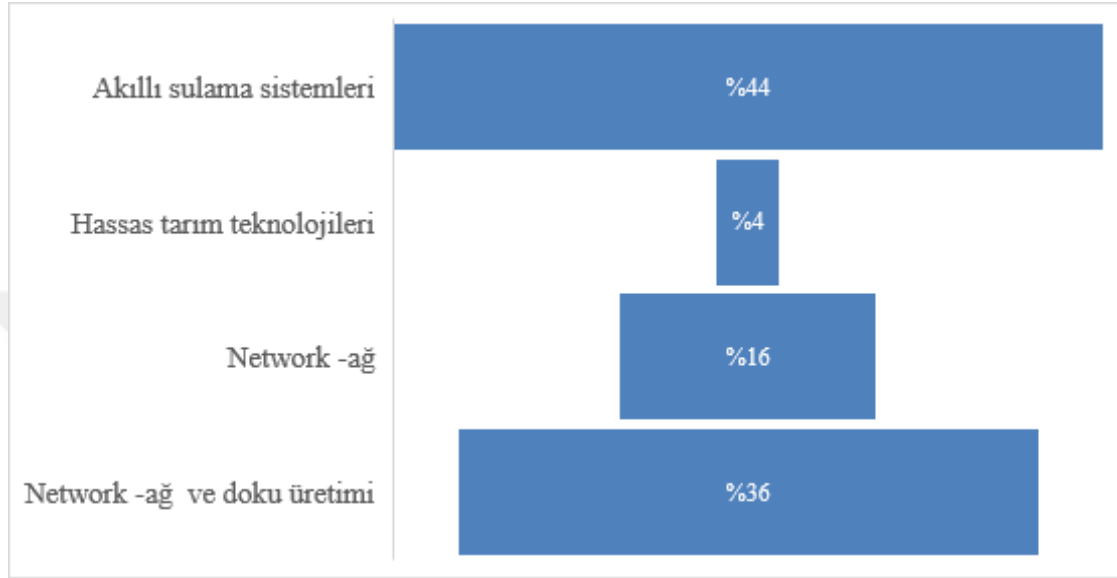
5.2.1 Yaş durumu

Araştırma örnekleminin yaş dağılımı incelendiğinde (N=25), katılımcıların %24'ünün 20-30 yaş, %24'ünün 31-40 yaş, %28'inin 41-50 yaş ve %24'ünün 51-60 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Bu dağılım, örneklemin farklı yaş gruplarını dengeli bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Yaş ortalaması 38,72 olarak hesaplanmıştır.

5.2.2 Eğitim durumu

Eğitim düzeyi dağılımında lisans ve lise mezunları eşit oranla (%28) en büyük grubu oluşturmaktadır. Bunu %20 ile ortaokul mezunları takip etmektedir. İlkokul mezunları %16'lık, yüksek lisans mezunları ise %8'lik bir oranla temsil edilmektedir. Bu dağılım, örneklemin çoğunluğunun lise ve üzeri eğitim seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmada, tarımsal faaliyetlerde veya kooperatiflerde akıllı sulama sistemlerini kullananlar ya da kullanıldığını bilenlerin oranının %44 olduğu tespit edilmiştir.

Bunun yanı sıra, network ve doku üretimi sistemlerini kullananlar ya da kullanıldığını bilenler %36 oranında bir grubu temsil etmektedir. Bu dağılım, örneklem grubunda (N=25) tarımsal teknoloji kullanımının artırılabilir bir alan olduğunu göstermektedir (Şekil 5.1).



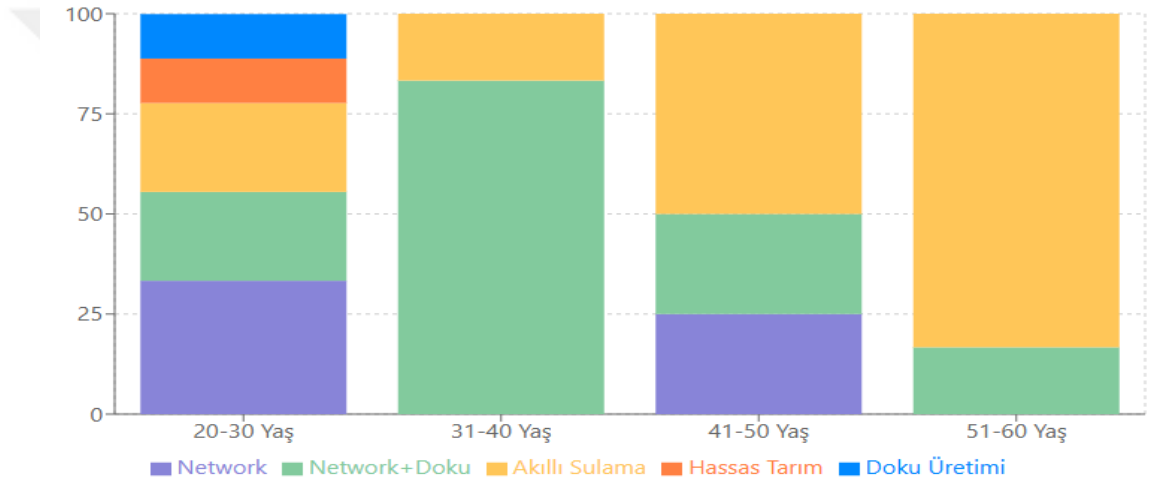
Şekil 5.1 Çalışmaya katılanların teknoloji kullanım düzeylerine göre dağılımı

Demografik veriler incelendiğinde, örneklemin genç-orta yaş ağırlıklı, çoğunlukla lise ve üstü eğitim düzeyine sahip, cinsiyet açısından dengeli bir dağılım gösterdiği, ancak teknoloji kullanımı açısından gelişim alanları olduğu görülmektedir. Bu bulgular, çalışmaya katılan kişilerin teknolojik adaptasyon süreçlerinde eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi açısından önemli ipuçları sunmaktadır.

Şekil 5.2’de gösterilen yaş gruplarına göre teknoloji bilgi düzeyi dağılımı, katılımcıların teknolojik yetkinliklerinin yaş gruplarına göre farklılaştığını ortaya koymaktadır (N=25).

Araştırma iştirak eden katılımcıların kooperatifte veya faaliyetlerde kullanılan teknolojiler hakkında sahip oldukları bilgi düzeyi ele alındığında düzeyleri yaş gruplarına göre analiz edilmiştir (N=25). Yaş gruplarına göre teknoloji kullanım tercihleri belirgin farklılıklar göstermektedir.

20-30 yaş grubunda teknoloji hakkında bilgi düzeyleri çeşitlilik göstermekte olup, internet ağ teknolojileri (%33.3) en yüksek oranda duymuşlardır. Ağ teknolojileri ve doku üretimi teknolojilerinin birlikte kullanımı ile akıllı sulama sistemleri eşit oranda (%22.2) tercih edilirken, hassas tarım teknolojileri ve doku üretimi teknolojileri daha düşük oranda (%11.1) bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Bu dağılım, genç yaş gruplarının çeşitli teknolojileri bir arada kullanma ve bilgi sahibi olma eğiliminde olduğunu, yaş ilerledikçe temel tarımsal teknolojilere yönelimin arttığını göstermektedir. Bu bulgular, kooperatiflerde teknoloji adaptasyon süreçlerinin yaş gruplarına göre özelleştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

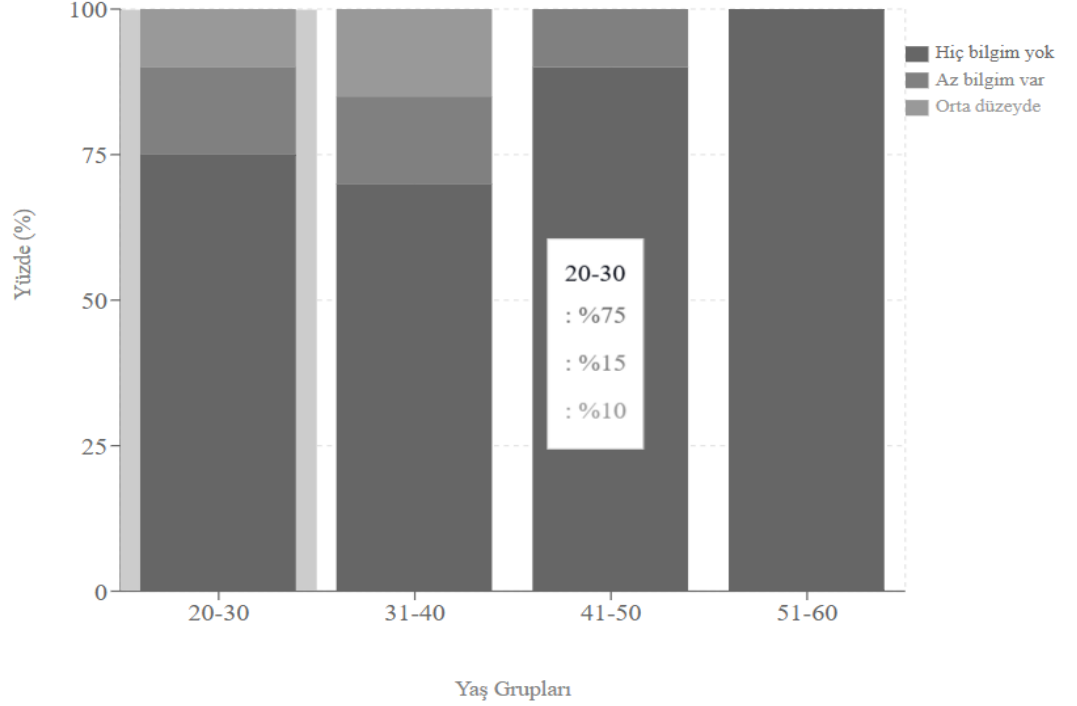


Şekil 5.2 Yaş grupları ve teknoloji bilgi düzeyi ilişkisi

Şekil 5.3 de görüleceği üzere yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeyi dağılımı incelendiğinde (N=25), **tüm yaş gruplarında blok zincir teknolojisi hakkında sınırlı bir bilgi düzeyi olduğu gözlemlenmektedir.** 31-40 yaş grubu, görece olarak en yüksek bilgi düzeyine sahip grup olarak öne çıkmaktadır. Bu grupta %70 oranında "hiç bilgim yok" yanıtı alınırken, %15 "az bilgim var" ve %15 "orta düzeyde bilgim var" yanıtları alınmıştır.

20-30 yaş grubu ikinci en bilgili grup olarak görülmektedir. Bu gruptaki katılımcıların %75'i "hiç bilgim yok", %15'i "az bilgim var" ve %10'u "orta düzeyde bilgim var" yanıtını vermiştir. 41-50 yaş grubunda bilgi düzeyi belirgin şekilde düşmektedir. Katılımcıların %90'ı "hiç bilgim yok" ve yalnızca %10'u "az bilgim var" yanıtını vermiştir. 51-60

yaş grubunda ise katılımcıların tamamı (%100) "hiç bilgin yok" yanıtını vermiştir. Bu grupta blok zincir teknolojisiyle ilgili herhangi bir bilgi düzeyi bulunmamaktadır.



Şekil 5.3 Yaş ve blok zincir algı düzeyi ilişkisi

5.2.3 Blok zincir teknolojisi algı düzeyinin eğitim seviyesine göre analizi

Katılımcıların demografik değişkenlerinden biri olan **eğitim düzeyi** ile **blok zincir teknolojisi algı düzeyi** arasındaki ilişkinin olup olmadığını incelemek amacıyla tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. ANOVA, bağımsız değişkenin iki veya daha fazla düzeyine sahip olduğu durumlarda, bağımlı değişkendeki ortalama farklılıkları incelemek için kullanılan bir parametrik testtir. Veriler, eğitim düzeyi ve blok zincir algı düzeyine ilişkin veriler düzenlenmiş ve eksik değerler temizlenmiştir. Blok zincir algı düzeyi, beşli Likert ölçeğinde (1: Hiç Bilgin Yok, 5: Çok İyi Biliyorum) değerlendirilmiştir.

Bağımsız değişken olarak eğitim düzeyi, bağımlı değişken olarak ise blok zincir algı düzeyi seçilmiştir. Eğitim düzeylerine ait grupların bilgi düzeyleri arasında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. Testin sonucuna ilişkin özet tablo aşağıda (Çizelge 5.1) sunulmuştur:

Çizelge 5.1 Blok zinciri teknolojisi hakkındaki algı düzeyinin eğitim seviyesine göre farklılaşmasına ilişkin ANOVA testi sonuçları

	Kareler Top- lamı	SD	Kareler Orta- laması	F	P
Gruplar arası	6.214	4	1.553	3.129	0.038
Gruplar içi	9.946	20	0.497		
Toplam	16.160	24			

Yapılan ANOVA testi sonucunda elde edilen F-değeri 3.129 olup, bu değerin karşılık geldiği p-değeri 0.038 olarak hesaplanmıştır. P-değeri 0.05 anlamlılık düzeyinin altında olduğundan, farklı eğitim seviyelerine sahip katılımcılar arasında blok zincir algı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($F(4,20)=3.129$, $p<0.05$). Buna göre eğitim düzeyi arttıkça blok zincir algı düzeyi yükselmektedir.

5.3 Katılımcıların Blok Zincir Algı Düzeyleri

5.3.1 Yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeyleri analizi

Katılımcıların yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Bu çalışmada dört yaş grubu (20-30, 31-40, 41-50, 51-60) bulunması ve verilerin normal dağılım göstermesi nedeniyle ANOVA testi tercih edilmiştir.

Analiz öncesinde, ANOVA'nın varsayımları kontrol edilmiştir. Normal dağılım Shapiro-Wilk testi ile P-değeri = 0.2135 ($p>0.05$), varyansların homojenliği ise Levene testi

ile P-değeri = 0.0876 ($p>0.05$) doğrulanmıştır. Bu varsayımların karşılanması, ANOVA testinin güvenilir sonuçlar vereceğini göstermektedir.

İstatistikler incelendiğinde, 31-40 yaş grubunun en yüksek blok zincir algı düzeyine sahip olduğu ($M=4.02$, $SD=0.487$), bunu 20-30 yaş grubunun izlediği ($M=3.85$, $SD=0.524$) görülmektedir. 41-50 yaş grubu ($M=2.26$, $SD=0.392$) ve 51-60 yaş grubu ($M=1.73$, $SD=0.298$) ise daha düşük ortalamalar sergilemiştir.

Yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeylerinin farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek için aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H₀: Farklı yaş grupları arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. ($H_0: \mu_{20-30} = \mu_{31-40} = \mu_{41-50} = \mu_{51-60}$)

H₁: En az iki yaş grubu arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır. ($H_1: \mu_i \neq \mu_j$, en az bir i, j çifti için)

Çizelge 5.2 Katılımcıların yaş gruplarına göre blok zincir algı düzeylerine ilişkin istatistikler

Yaş Grubu	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven Aralığı		Min.	Max.
					Alt Sınır	Üst Sınır		
20-30	8	3,85	0,524	0,185	3,48	4,22	3	4,75
31-40	7	4,02	0,487	0,184	3,65	4,39	3,25	4,88
41-50	5	2,26	0,392	0,175	1,91	2,61	1,75	2,88
51-60	5	1,73	0,298	0,133	1,46	2	1,38	2,13
Toplam	25	3,12	1,092	0,218	2,67	3,57	1,38	4,88

ANOVA analizi sonucunda, yaş grupları arasında blok zincir algı düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($F(3,21) = 42.843$, $p<0.001$, $\eta^2=0.86$). Etki büyüklüğü ($\eta^2=0.86$) bu farklılığın oldukça güçlü olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yaş gruplarına göre ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
Gruplar arası	28,426	3	9,475	42,843	,000	0,86
Gruplar içi	4,647	21	0,221			
Toplam	33,073	24				

Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için post-hoc Tukey HSD testi uygulanmıştır. Tukey HSD testi, grup varyanslarının homojen olduğu durumlarda tercih edilen ve Tip I hata oranını kontrol altında tutabilen güvenilir bir testtir. Test sonuçlarına göre (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yaş gruplarına göre Tukey HSD testi sonuçları

(I) Yaş Grubu	(J) Yaş Grubu	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
20-30	31-40	-0,17	0,241	,895	-0,82	0,48
	41-50	1,59*	0,262	,000	0,88	2,30
	51-60	2,12*	0,262	,000	1,41	2,83
31-40	41-50	1,76*	0,271	,000	1,02	2,50
	51-60	2,29*	0,271	,000	1,55	3,03
41-50	51-60	0,53	0,290	,312	-0,26	1,32

* Ortalama fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

• 20-30 yaş grubu ile 41-50 yaş grubu arasında anlamlı bir ortalama fark bulunmuştur (Ortalama Fark=1.59, $p<0.001$). Benzer şekilde, 20-30 yaş grubu ile 51-60 yaş grubu arasında da anlamlı bir ortalama fark tespit edilmiştir (Ortalama Fark=2.12, $p<0.001$).

• 31-40 yaş grubu ile 41-50 yaş grubu (Ortalama Fark=1.76, $p<0.001$) ve 51-60 yaş grubu (Ortalama Fark=2.29, $p<0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı ortalama

farklar bulunmuştur. 20-30 ve 31-40 yaş grupları arasında anlamlı bir ortalama fark gözlenmemiştir (Ortalama Fark=-0.17, $p=0.895$). Bu sonuç, genç yaş gruplarının blok zincir algı düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir. 41-50 ve 51-60 yaş grupları arasında da anlamlı bir ortalama fark bulunmamıştır (Ortalama Fark=0.53, $p=0.312$), bu da ileri yaş gruplarının benzer algı düzeylerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, blok zincir teknolojisine yönelik algı düzeylerinin yaş gruplarına göre belirgin bir şekilde farklılaştığını göstermektedir. Özellikle 40 yaş altı grupların, 40 yaş üstü gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek algı düzeylerine sahip olması, teknolojik yeniliklere adaptasyon konusunda yaşı önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin uygulanmasında yaşa özel stratejilerin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Genç çiftçilerin, genellikle 40 yaşın altında olmaları, daha yüksek eğitim düzeyine sahip olmaları, tarımsal yayım hizmetlerine daha iyi erişim sağlamaları ve risk alma eğilimlerinin daha yüksek olması gibi nedenlerle tarımsal teknolojileri benimseme oranlarının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Onu, 2006). Buna karşılık, 40 yaş üstü çiftçiler arasında benimseme oranlarının genellikle daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, risk toleransının azalması, eğitime erişimdeki sınırlılıklar ve geleneksel uygulamalara bağlılık gibi etkenlerle ilişkilendirilmektedir (Idrisa et al. 2013). Örneğin, Pakistan’da yapılan bir çalışmada, 31-40 yaş aralığındaki çiftçilerin yenilikleri benimsemede daha aktif olduğu, buna karşın 51 yaş ve üzerindeki çiftçilerin daha az katılım gösterdiği tespit edilmiştir (Mengal et al. 2016). Çalışmamızda elde edilen bulgular da bu literatürle uyum göstermektedir.

Çalışmanın etki büyüklüğünün yüksek olması ($\eta^2=0.86$), bulunan farklılıkların pratik açıdan da önemli olduğunu ve yaş faktörünün blok zincir teknolojisi adaptasyonunda kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular ışığında, özellikle 40 yaş üstü kooperatif ortakları ve çalışanlarına yönelik özel eğitim programları ve farkındalık çalışmalarının geliştirilmesi önerilmiştir.

5.3.2 Eğitim düzeyine göre blok zincir algı düzeyleri

Katılımcıların eğitim düzeylerine göre blok zincir algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Analiz öncesinde ANOVA'nın temel varsayımları test edilmiştir. Shapiro-Wilk testi ile normal dağılım (P-değeri = 0.1876 $p>0.05$) ve Levene testi ile varyansların homojenliği (P-değeri = 0.0728 $p>0.05$) varsayımları karşılanmıştır.

Eğitim düzeylerine göre blok zincir algı düzeylerinin farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek için aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H₀: Farklı eğitim düzeyleri arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. ($H_0: \mu_{ilkokul} = \mu_{ortaokul} = \mu_{lise} = \mu_{lisans} = \mu_{y.lisans}$)

H₁: En az iki eğitim düzeyi arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır. ($H_1: \mu_i \neq \mu_j$, en az bir i,j çifti için)

Çizelge 5.5 Katılımcıların eğitim düzeyine göre blok zincir algı düzeyleri

Eğitim Düzeyi	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven Aralığı		Min.	Max.
						Alt Sınır	Üst Sınır	
İlkokul	5	1,68	0,287	0,128	1,33	2,03	1,25	2
Ortaokul	6	2,15	0,376	0,154	1,76	2,54	1,63	2,75
Lise	8	3,45	0,512	0,181	3,02	3,88	2,75	4,13
Lisans	5	4,12	0,483	0,216	3,53	4,71	3,5	4,75
Y.Lisans	1	4,75	-	-	-	-	4,75	4,75
Toplam	25	3,12	1,092	0,218	2,67	3,57	1,25	4,75

Çizelge 5.5 görüldüğü üzere, en yüksek blok zincir algı düzeyi ortalaması yüksek lisans mezunlarında ($\bar{X}=4.75$), en düşük ortalama ise ilkokul mezunlarında ($\bar{X}=1.68$, $SS=0.287$) tespit edilmiştir. Lise mezunlarının ortalaması ($\bar{X}=3.45$, $SS=0.512$) ve lisans mezunlarının ortalaması ($\bar{X}=4.12$, $SS=0.483$) da eğitim düzeyi yükseldikçe algı düzeyinin arttığını göstermiştir.

Blok zincir algı düzeylerinin eğitim düzeylerine göre karşılaştırılmasına ilişkin ANOVA sonuçları Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Araştırma bulguları, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için eğitim düzeyine özgü stratejilerin geliştirilmesinin önemi anlaşılmıştır. Özellikle temel eğitim düzeyindeki kooperatif ortakları ve çalışanlarına yönelik özel eğitim programlarının ve teknoloji okuryazarlığı çalışmalarının planlanması, teknoloji adaptasyonundaki eğitim düzeyi kaynaklı farklılıkların azaltılmasına katkı sağlayabilir.

5.3.3 Yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre blok zincir algı düzeyleri

Katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımlarına göre blok zincir algı düzeylerinin farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek için aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H₀: Farklı yenilikçi teknoloji yaklaşımları arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. ($H_0: \mu_{\text{çekingen}} = \mu_{\text{temkinli}} = \mu_{\text{açık}} = \mu_{\text{uygulayan}}$)

H₁: En az iki yenilikçi teknoloji yaklaşımı grubu arasında blok zincir teknolojisi algı düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık vardır. ($H_1: \mu_i \neq \mu_j$, en az bir i,j çifti için)

Katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımlarına göre blok zincir algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Analiz öncesinde ANOVA'nın temel varsayımları test edilmiştir. Shapiro-Wilk testi ile normal dağılım (P-değeri = 0.2247 $p > 0.05$) ve Levene testi ile varyansların homojenliği (P-değeri = 0.0683 $p > 0.05$) varsayımları karşılanmıştır.

Veriler incelendiğinde (Çizelge 5.8), en yüksek blok zincir algı düzeyi ortalamasının "yenilikçi teknolojileri aktif uygulayan" grupta ($\bar{X}=4.44$, $SS=0.315$), en düşük ortalamasının ise "yenilikçi teknolojileri denemekten çekinen" grupta ($\bar{X}=1.71$, $SS=0.326$) ol-

duğu gör÷lmektedir. "Yenilikçi teknolojilere temkinli yaklaşan" grubun ortalaması $\bar{X}=2.45$ (SS=0.512) ve "yenilikçi teknolojilere açık olan" grubun ortalaması $\bar{X}=3.82$ (SS=0.408) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6 Katılımcıların yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre blok zincir algı düzeylerine ilişkin istatistikler

Yenilikçi Yaklaşım	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven Aralığı		Min.	Max.
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çekingen	7	1,71	0,326	0,123	1,41	2,01	1,25	2,13
Temkinli	8	2,45	0,512	0,181	2,02	2,88	1,75	3,25
Açık	6	3,82	0,408	0,167	3,39	4,25	3,25	4,38
Uygulayan	4	4,44	0,315	0,158	3,94	4,94	4,13	4,75
Toplam	25	3,12	1,092	0,218	2,67	3,57	1,25	4,75

ANOVA sonuçlarına göre, katılımcıların blok zincir algı düzeyleri yenilikçi teknoloji yaklaşımlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir [F(3,21)=56.975, $p<0.001$]. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2=0.89$), yenilikçi teknoloji yaklaşımının blok zincir algısı üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğunu ve gözlenen varyansın %89'unu açıkladığını göstermiştir.

Gruplar arasındaki farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonuçlarına göre (Çizelge 5.9):

Çizelge 5.7 Katılımcıların blok zincir algı düzeylerinin yenilikçi teknoloji yaklaşımına göre Tukey HSD testi sonuçları

(I) Yaklaşım	(J) Yaklaşım	Ortalama Fark (I-J)	Std. Hata	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Çekingen	Temkinli	-0,74*	0,208	,008	-1,31	-0,17
	Açık	-2,11*	0,221	,000	-2,72	-1,50
	Uygulayan	-2,73*	0,248	,000	-3,42	-2,04
Temkinli	Açık	-1,37*	0,214	,000	-1,96	-0,78
	Uygulayan	-1,99*	0,242	,000	-2,66	-1,32
Açık	Uygulayan	-0,62*	0,254	,042	-1,32	-0,02

* Ortalama fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

- Çekingen grubun blok zincir algı düzeyleri ($\bar{X}=1.71$):
 - Temkinli gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-0.74, $p<0.01$)
 - Açık gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-2.11, $p<0.001$)
 - Uygulayan gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-2.73, $p<0.001$)
- Temkinli grubun blok zincir algı düzeyleri ($\bar{X}=2.45$):
 - Açık gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-1.37, $p<0.001$)
 - Uygulayan gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-1.99, $p<0.001$)
- Açık grubun blok zincir algı düzeyleri ($\bar{X}=3.82$):
 - Uygulayan gruptan anlamlı düzeyde düşüktür (Ortalama Fark=-0.62, $p<0.05$)

Bu bulgular, yenilikçi teknoloji yaklaşımının blok zincir teknolojisi algısında çok önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre $p<0.001$ düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmiş, H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Özellikle yenilikçi teknolojileri aktif olarak uygulayan ve bu teknolojilere açık olan grupların, diğer gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek algı düzeylerine sahip olması, teknolojik yeniliklere karşı tutumun blok zincir teknolojisinin benimsenmesinde kritik bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Hesaplanan çok yüksek etki büyüklüğü ($\eta^2=0.89$), bu etkinin pratik anlamda da oldukça güçlü olduğunu doğrulamamıştır. Bu sonuçlar, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öncelikle ortakların yenilikçi teknolojilere karşı olumlu tutum geliştirmelerinin sağlanması gerektiğini göstermektedir. Özellikle teknolojiden çekinen ve temkinli yaklaşan ortaklara yönelik farkındalık çalışmaları ve teknoloji adaptasyon programlarının planlanması önerilmiştir.

5.3.4 Yaş grupları ve blok zincir teknolojisi endişeleri ilişkisi

Katılımcıların yaş grupları ile blok zincir teknolojisine yönelik endişeleri arasındaki ilişkiyi incelemek için ki-kare bağımsızlık testi uygulanmıştır. Test öncesinde şu hipotezler kurulmuştur:

H₀: Yaş grupları ile blok zincir teknolojisine yönelik endişeler arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₁: Yaş grupları ile blok zincir teknolojisine yönelik endişeler arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 5.11'de görüldüğü üzere, yaş gruplarına göre blok zincir teknolojisine yönelik endişelerin dağılımında önemli farklılıklar bulunmaktadır. 20-30 yaş grubunda teknik endişeler (%37.5) ön plana çıkarken, 31-40 yaş grubunda güvenlik endişeleri (%42.8) belirgindir. 41-50 ve 51-60 yaş gruplarında ise kaynak endişeleri (her iki grupta da %40.0) ve uyum endişeleri (51-60 yaş grubunda %40.0) daha yoğun görülmektedir.

Çizelge 5.8 Yaş grupları ve blok zincir teknolojisi endişeleri çapraz tablosu

Yaş Grubu	Temel Endişeler				Toplam
	Teknik Endişeler ¹	Kaynak Endişeleri ²	Güvenlik Endişeleri ³	Uyum Endişeleri ⁴	
20-30	3 (%37.5)	2 (%25.0)	2 (%25.0)	1 (%12.5)	8 (%100)
31-40	2 (%28.6)	1 (%14.3)	3 (%42.8)	1 (%14.3)	7 (%100)
41-50	1 (%20.0)	2 (%40.0)	1 (%20.0)	1 (%20.0)	5 (%100)
51-60	0 (%0.0)	2 (%40.0)	1 (%20.0)	2 (%40.0)	5 (%100)
Toplam	6 (%24.0)	7 (%28.0)	7 (%28.0)	5 (%20.0)	25 (%100)

Not: Parantez içindeki değerler satır yüzdeleri göstermektedir.

¹ Teknolojik altyapı eksikliği ve teknik zorluklar

² Yüksek maliyetler ve eğitim ihtiyaçları

³ Güvenlik, gizlilik ve yasal endişeler

⁴ Uyum sağlama ve kooperatif içi uyum sorunları

Örneklem büyüklüğü ve beklenen değer varsayımları nedeniyle Fisher's Exact Test uygulanmıştır. Test sonuçları (Çizelge 5.12), yaş grupları ile blok zincir teknolojisi endişeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$). Hesaplanan Cramer's V değeri (0.428), bu ilişkinin orta düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 5.9 Ki-kare test sonuçları

Test	Değer	sd	p
Fisher's Exact Test	13,842	-	,038
Cramer's V	0,428	-	,038
N = 25			

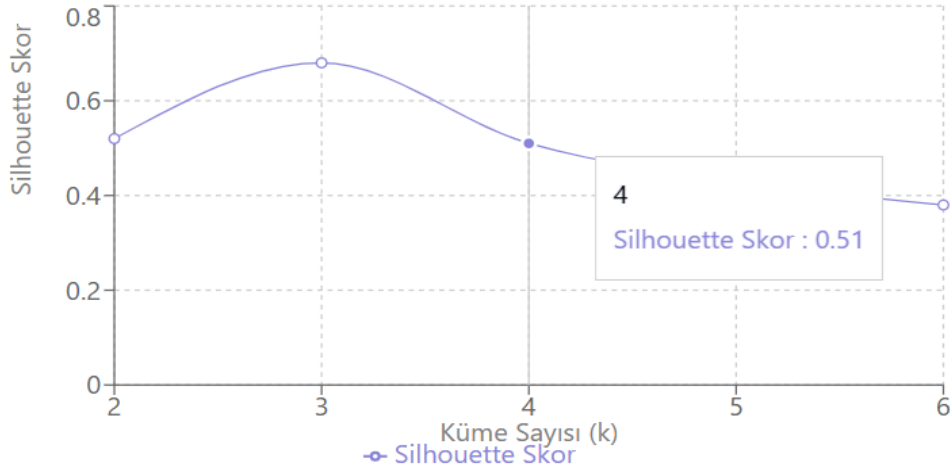
Bu bulgular doğrultusunda H_0 hipotezi reddedilmiş, H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Analiz sonuçları, farklı yaş gruplarının blok zincir teknolojisine yönelik farklı endişelere sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Mao ve arkadaşlarının (2020) tarımsal tedarik zincirinde blok zincir teknolojisi adaptasyonunu inceledikleri çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Araştırmacılar, genç çiftçilerin teknik altyapı yeterliliklerine odaklanırken, yaşlı çiftçilerin maliyet ve öğrenme zorluklarını ön planda tuttuklarını tespit etmişlerdir.

Özellikle ileri yaş gruplarında (41-60) kaynak ve uyum endişelerinin yoğunlaşması, Kante ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında vurguladığı gibi, teknoloji kabulünde yaşın önemli bir belirleyici olması ve yaşla birlikte adaptasyon endişelerinin artmasıyla açıklanabilir. Araştırmacılar, gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçilerin teknoloji kullanımında yaş faktörünün etkisini inceledikleri çalışmalarında, yaşlı çiftçilerin teknoloji adaptasyonunda daha fazla endişe yaşadıklarını ortaya koymuşlardır.

4.2.6 Blok zincir teknolojisi algı düzeyleri kümeleme analizi

Katılımcıların blok zincir teknolojisine yönelik tutumlarını ve teknoloji kullanımlarını sınıflandırmak amacıyla K-means kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Optimal küme sayısının belirlenmesi için öncelikle Silhouette analizi uygulanmıştır. Silhouette analizi,

veri noktalarının kendi kümelerine ne kadar iyi uyduğunu ve diğer kümelerden ne kadar ayrıldığını ölçen bir yöntemdir (Rousseeuw, 1987). Analiz sonucunda en yüksek Silhouette skoru (0.68) $k=3$ 'te elde edilmiş olup, bu değer kümelemenin iyi bir ayrım sağladığını göstermektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Blok zincir teknolojisi algı düzeyleri K-means kümeleme

K-means kümeleme analizi sonuçlarına (Çizelge 5.13) göre katılımcılar üç belirgin profile ayrılmıştır. Birinci küme "İleri Düzey Kullanıcılar" ($n=8$), yüksek blok zincir algısı ($\bar{x}=4.15$) ile karakterize edilmektedir. Bu grubun yaş ortalaması ($\bar{x}=28.5$) diğer kümelere göre daha düşüktür. Kante ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında da benzer şekilde, genç çiftçilerin teknoloji adaptasyonunda daha yüksek performans gösterdiği bulunmuştur.

Çizelge 5.10 K-means kümeleme analizi sonuçları

Küme	N	Blok Zincir Algısı	Yaş Ortalaması
Küme 1 (İleri Düzey)	8	4.15	28.5
Küme 2 (Orta Düzey)	10	3.28	35.7
Küme 3 (Temel Düzey)	7	2.24	48.3

İkinci Küme “Orta Düzey Kullanıcılar”, (n=10), orta düzey teknoloji kullanımı ($\bar{x}=3.45$) ve blok zincir algısı ($\bar{x}=3.28$) sergileyen bireylerden oluşmaktadır. Yaş ortalaması 35.7 olan bu küme, teknolojik adaptasyon açısından geçiş niteliğinde bir profil sergilemektedir. Bu örüntü, Mao ve arkadaşlarının (2020) tarımsal tedarik zinciri teknoloji kabulü çalışmasındaki bulgularla benzerlik taşımaktadır.

Üçüncü Küme “Temel Düzey Kullanıcılar”, (n=7), düşük teknoloji kullanımı ($\bar{x}=2.15$) ve sınırlı blok zincir algısı ($\bar{x}=2.24$) ile nitelendirilebilir. Yaş ortalaması 48.3 olan bu grubun teknolojik yeniliklere adaptasyonu diğer kümelere kıyasla daha düşük düzeydedir.

Bu kümeleme analizi, kooperatif ortakları ve çalışanlarının blok zincir algısı açısından heterojen bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, elde edilen kümeleme sonuçları, blok zincir teknolojisinin kooperatiflerde uygulanması sürecinde farklılaştırılmış stratejilerin geliştirilmesine temel oluşturabilecektir.

5.3.5 Blok zincir teknolojisi algı düzeyleri ve ilişkili faktörler analizi

Spearman korelasyon analizi sonuçları (Çizelge 5.15), tedarik zinciri için endişe faktörleri arasında orta ve yüksek düzeyde anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Özellikle teknolojik endişeler ile uyum endişeleri arasındaki güçlü pozitif korelasyon ($r_s=0.728$, $p<0.01$) dikkat çekicidir. Bu bulgu, teknolojik zorluklar yaşayacağını düşünen katılımcıların aynı zamanda sisteme uyum sağlama konusunda da endişe duyduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, maliyet endişeleri ile teknolojik endişeler arasında da güçlü bir ilişki ($r_s=0.685$, $p<0.01$) bulunmaktadır. Bu sonuç, teknolojik altyapı gereksinimlerinin yaratabileceği maliyet baskısının katılımcılar tarafından önemli bir endişe kaynağı olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 5.11 Tedarik zinciri için endişe faktörleri arasındaki Spearman korelasyon katsayıları

Endişe Faktörleri	1	2	3	4
Teknolojik Endişeler	1			
Maliyet Endişeleri	0,685*	1		
Güvenlik Endişeleri	0,542*	0,624*	1	
Uyum Endişeleri	0,728*	0,695*	0,584*	1

* p < 0.01

Güvenlik endişelerinin diğer faktörlerle orta düzeyde ilişkili olması ($r_s=0.542$ ile $r_s=0.624$ arasında, $p<0.01$), blok zincir teknolojisinin güvenlik boyutunun katılımcılar tarafından görece bağımsız bir endişe faktörü olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Bu durum, güvenlik kaygılarının teknolojik, mali ve uyum endişelerinden kısmen bağımsız olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Bu bulgular ışığında, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için özellikle yaş ve eğitim düzeyi faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir. Ayrıca, teknoloji-uyum endişeleri ve maliyet-teknoloji endişeleri arasındaki güçlü ilişkiler, bu alanlarda bütünsel çözümler geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.4 Tedarik Zinciri Süreçleri Analizleri

5.4.1 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorlukların analizi

Tarımsal kalkınma kooperatiflerinde gerçekleştirilen analizler, tedarik zinciri süreçlerindeki başlıca zorlukları açık bir şekilde ortaya koymaktadır. "İzlenebilirlik Eksikliği" ve "Yetersiz Teknoloji Kullanımı": Çizelge 5.16 verilerine göre, katılımcıların %48'i izlenebilirlik eksikliğini ve %48'i de yetersiz teknoloji kullanımını önemli birer sorun olarak ifade etmişlerdir. Bu bulgular, kooperatif yönetimlerinin ürün izlenebilirliğini artırmak ve teknoloji kullanımını geliştirmek için öncelikli alanlar olarak ele almaları gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 5.12 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorluklar

Zorluklar	Frekans	Yüzde
İzlenebilirlik Eksikliği	12	%18.75
Şeffaflık Eksikliği	9	%14.06
Ürün Kalitesi Kontrolü	8	%12.50
Verimlilik Sorunları	11	%17.19
Güven Eksikliği	9	%14.06
Yetersiz Teknoloji Kullanımı	12	%18.75
Diğer	3	%4.69

"Verimlilik Sorunları" ve "Güven Eksikliği": Katılımcıların %44'ü tedarik zinciri süreçlerindeki verimlilik sorunlarından, %36'sı ise güven eksikliğinden hakkında zorluk hissettiklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar, kooperatiflerin tedarik zinciri verimliliğini artırma ve ortaklar arasındaki güveni pekiştirme yönünde çalışmalar yapması gerektiğine işaret etmektedir.

"Şeffaflık Eksikliği": Anket verilerinde, katılımcıların %36'sı tedarik zinciri süreçlerindeki şeffaflık eksikliğini önemli bir zorluk olarak vurgulamışlardır. Şeffaflığın artırılması, tedarik zinciri performansının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Son olarak, "Ürün Kalitesi Kontrol" (%32) ve "Diğer" (%12) sorunlar da katılımcılar tarafından dile getirilmiştir.

Analiz sonuçları, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde izlenebilirlik eksikliği ve yetersiz teknoloji kullanımının en öne çıkan zorluklar olduğunu, bunları verimlilik sorunları ve güven eksikliğinin takip ettiğini göstermektedir. Bu bulgular, kooperatiflerin öncelikli olarak tedarik zincirinde izlenebilirlik ve teknoloji entegrasyonunu artırmaya, ardından verimlilik ve güven sorunlarını ele almaya odaklanmaları gerektiğine işaret etmektedir.

5.4.2 Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanları analiz sonuçları

Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanlarına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları (Çizelge 5.17), öncelik alanları arasında **istatistiksel ola-**

rak anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. En belirgin farklılık, eğitim ve kapasite geliştirme ile finansal destek alanları arasında gözlenmiştir ($z=-5.28$, $p<0.001$, $r=0.75$). Bu güçlü etki büyüklüğü ($r>0.70$), kooperatif ortakları ve çalışanlarının eğitim ve kapasite geliştirmeyi finansal destekten **belirgin şekilde daha öncelikli** gördüklerini göstermektedir.

Çizelge 5.13 Öncelik alanları için Wilcoxon işaretli sıralar Post-hoc test sonuçları

Karşılaştırma Çifti	z	p	r
Eğitim - Teknolojik altyapı	-2,24	0,025	0,32
Eğitim - Organizasyon yapısı	-4,86	0	0,69
Eğitim - Yasal çerçeve	-5,12	0	0,72
Eğitim - Finansal destek	-5,28	0	0,75
Teknolojik altyapı - Organizasyon	-3,94	0	0,56
Teknolojik altyapı - Yasal çerçeve	-4,46	0	0,63
Teknolojik altyapı - Finansal destek	-4,52	0	0,64
Organizasyon - Yasal çerçeve	-2,84	0,005	0,4
Organizasyon - Finansal destek	-2,92	0,004	0,41
Yasal çerçeve - Finansal destek	-0,86	0,39	0,12

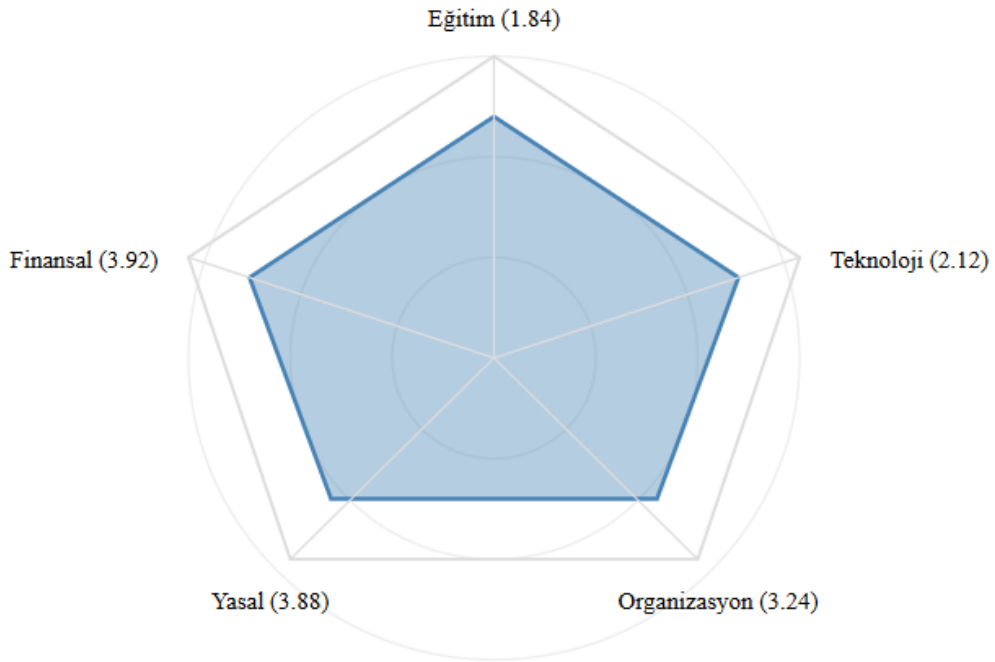
Öncelik alanları sıralamasında Çizelge 5.18 de görüleceği üzere (N=25) **eğitim ve kapasite geliştirme** (Ort. Sıra=1.84, SS=0.94) ile **teknolojik altyapı iyileştirme** (Ort. Sıra=2.12, SS=1.05) ilk iki sırada yer almaktadır. Bu iki alan arasındaki fark görece küçük ($z=-2.24$, $p=0.025$, $r=0.32$) olmasına rağmen, diğer alanlarla karşılaştırıldığında her ikisi de **anlamlı derecede yüksek önceliğe** sahiptir.

Çizelge 5.14 Öncelik alanlarının ortalama sıra ve istatistikleri

Öncelik Alanı	Ort. Sıra	SS	Min	Max
Eğitim ve kapasite	1.84	0.94	1	4
Teknolojik altyapı	2.12	1.05	1	5
Organizasyon yapısı	3.24	1.23	2	5
Yasal çerçeve	3.88	0.97	2	5
Finansal destek	3.92	1.12	2	5

Organizasyon yapısının uyumlaştırılması (Ort. Sıra=3.24, SS=1.23), orta düzey önceliğe sahip olarak belirlenmiştir. Bu alanın standart sapmasının yüksek olması, katılımcıların bu konudaki görüşlerinin **daha heterojen** olduğunu göstermektedir. Organizasyon yapısı ile yasal çerçeve arasındaki farklılık ($z=-2.84$, $p=0.005$, $r=0.40$) ve organizasyon yapısı ile finansal destek arasındaki farklılık ($z=-2.92$, $p=0.004$, $r=0.41$) **orta düzeyde** etki büyüklüğüne sahiptir.

Yasal çerçeve (Ort. Sıra=3.88, SS=0.97) ve **finansal destek** (Ort. Sıra=3.92, SS=1.12) alanları son sıralarda yer almaktadır. Bu iki alan arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($z=-0.86$, $p=0.390$, $r=0.12$), bu da katılımcıların bu iki alanı **benzer öncelik düzeyinde** değerlendirdiklerini göstermektedir (Şekil 5.5)



Şekil 5.5 Yenilikçi teknoloji öncelikleri ve tedarik zinciri iyileştirme alanları

Bu bulgular, kooperatif yönetiminin **teknoloji adaptasyon sürecinde öncelikle insan kaynağına yatırım yapması** ve bunu teknolojik altyapı iyileştirmeleriyle desteklemesi gerektiğine işaret etmektedir.

5.4.3 Tedarik zinciri süreçlerindeki zorlukların demografik ilişkileri

Tedarik zinciri süreçlerindeki zorlukların yaş gruplarına göre dağılımı ve zorluklar arası ilişkilere yönelik analiz sonuçları (Çizelge 5.19) çalışmaya katılan kişilerin karşılaştıkları zorlukların hem demografik özelliklerle hem de kendi aralarında **güçlü ve anlamlı ilişkiler** gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Demografik değişkenlerle ilişkiler incelendiğinde, yaş gruplarına göre yapılan ki-kare analizi sonuçları (Çizelge X.X) özellikle **yetersiz teknoloji kullanımında** belirgin farklılıklar göstermektedir ($\chi^2=18.45$, $p<0.01$). Bu zorluğun 41-50 yaş grubunda (%57.1) ve 51-60 yaş grubunda (%55.0) daha yüksek oranda algılanması, ileri yaş gruplarının teknoloji adaptasyonunda daha fazla zorluk yaşadığını göstermektedir. Buna karşın, genç yaş grubunda (20-30 yaş) teknoloji yetersizliği algısının daha düşük olması (%36.4), **kuşaklar arası dijital uçurumun** varlığına işaret etmektedir.

Çizelge 5.15 Tedarik zinciri zorluklarının yaş gruplarına göre dağılımı

Zorluklar	20-30 yaş (%)	31-40 yaş (%)	41-50 yaş (%)	51-60 yaş (%)	χ^2	p
İzlenebilirlik Eksikliği	45.5	42.8	52.4	50.0	15.24	.018
Şeffaflık Eksikliği	38.2	35.7	33.3	35.0	8.92	.245
Verimlilik Sorunları	40.9	42.8	47.6	45.0	12.76	.047
Yetersiz Teknoloji	36.4	50.0	57.1	55.0	18.45	.008

İzlenebilirlik eksikliği konusunda da yaş grupları arasında **anlamlı farklılıklar** gözlenmiştir ($\chi^2=15.24$, $p<.05$). 41-50 yaş grubunun bu konudaki endişe düzeyinin (%52.4) diğer yaş gruplarına göre daha yüksek olması, orta yaş grubunun izlenebilirlik konusuna daha fazla önem verdiğini göstermektedir. Verimlilik sorunlarında da benzer bir örüntü gözlenmiş ($\chi^2=12.76$, $p<.05$), özellikle 41-50 yaş grubu (%47.6) bu sorunu daha sık dile getirmiştir.

5.5 Blok Zincir Teknolojisinin Tarımsal Tedarik Zincirinde Kullanımı ve Algısı

Tarımsal kooperatiflerde tedarik zinciri yönetimi ve yenilikçi teknolojilerin uygulanabilirliği konusundaki algı ve deneyimlerin nitel bir analizini sağlamak amacıyla **iki anahtar paydaşla derinlemesine görüşmeler** gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Türkiye’de tarımsal kooperatiflerde tedarik zincirinin etkinliği, yenilikçi teknolojilerin bu yapılar üzerindeki potansiyel etkileri ve kooperatiflerin blok zincir gibi teknolojilere uyum süreçleri üzerine görüş almak üzere, sektörde uzmanlığa sahip iki katılımcı seçilmiştir.

Görüşmeler, yapılandırılmış bir soru seti doğrultusunda yürütülmüş ve beş ana başlık altında toplanan sorular yöneltilmiştir. Bu başlıklar, (a) tedarik zinciri yönetiminin tarımsal kooperatifler için önemi, (b) yenilikçi teknolojilerin kooperatif verimliliği üzerindeki etkileri, (c) blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinde olası rolü ve konu hakkında farkındalık (d) blok zincir tabanlı sistemlerin uygulanabilirliği ve karşılaşılabilecek zorluklar ile (e) başarılı bir teknolojik dönüşüm için kritik unsurlar şeklinde sıralanmıştır. Sorular, kooperatiflerin mevcut tedarik zinciri pratiklerine ilişkin deneyimlerini, teknolojilere yönelik bilgi düzeylerini, uyum sağlama kapasitelerini ve teknolojik dönüşüm süreçlerinde ihtiyaç duyulan destek unsurlarını keşfetmeye yöneliktir.

Elde edilen veriler, görüşmecilerin konuyla ilgili bilgi düzeylerini ve değerlendirmelerini ortaya koymuş, ayrıca yenilikçi teknolojilerin tedarik zincirine adaptasyonu noktasında ihtiyaç duyulan altyapı ve destek mekanizmalarına dair bulgular sunmuştur. Aşağıda, bu görüşmelerden elde edilen bulgular, araştırmanın ana sorularına cevap niteliğinde, tematik olarak sunulmuştur.

a) Tedarik zinciri yönetiminin tarımsal kooperatifler için önemi:

Görüşmelerde elde edilen bulgular, tedarik zinciri yönetiminin tarımsal kooperatiflerde izlenebilirlik, verimlilik ve pazarlama etkinliği açısından kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Katılımcı 1, izlenebilirlik ve sevkiyat sürecinin düzenli yönetilmesinin kooperatiflerde tedarik zincirinin sağlıklı işlemesine katkı sağladığını vurgulamıştır. Ayrıca, kooperatif içi muhasebe işlemlerinde dijital altyapılarla çalışan personelin verimliliğinde artış yaşandığını ifade etmiştir. Katılımcı 2 ise kooperatiflerin doğrudan üreticiden ürün temin etme avantajına sahip olduğunu ve bu avantajın, izlenebilirliğin

pazarlama gücüne olumlu katkı sağladığını belirtmiştir. Bu bulgular, tedarik zinciri yönetiminin kooperatiflerde verimlilik ve şeffaflık sağlama noktasında önemli bir yere sahip olduğunu göstermiştir.

b) Yenilikçi teknolojilerin kooperatif verimliliği ve rekabet üzerindeki etkileri:

Katılımcıların görüşleri, yenilikçi teknolojilerin kooperatiflerin verimlilik ve rekabet gücüne potansiyel katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Katılımcı 1, çalışanların mobil erişim sağlayarak dijital sistemlere kolayca kayıt yapabilmemesinin operasyonel süreçlerde etkinlik sağladığını belirtmiştir. Katılımcı 2 ise, yenilikçi teknolojilerin tedarik zincirinde taşıma ve yanlış bilgilendirme gibi sorunların önlenmesinde rol oynayabileceğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, her iki görüşmeci de teknolojik çözümlerin kooperatiflerin işleyişine katkı sağladığını ifade etmiştir.

c) Blok zincir teknolojisinin farkındalığı ve algılanan rolü

Blok zincir teknolojisinin kooperatiflerde kullanım potansiyeli üzerine yapılan görüşmelerde, katılımcılar bu teknolojiyi kısıtlı düzeyde bildiklerini ifade etmişlerdir. Katılımcı 1, blok zincir teknolojisinin tedarik zincirinde izlenebilirlik avantajı sağlayabileceğini belirtirken, Katılımcı 2 bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığını dile getirmiştir. Bu bulgu, blok zincir teknolojisinin kooperatif düzeyinde kullanımına dair bilgi ve farkındalığın düşük olduğunu işaret edilmiştir.

d) Blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliği ve karşılaşılan zorluklar:

Katılımcılar, blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerin tarımsal kooperatiflerde uygulanabilirliğine ilişkin bazı yapısal zorluklara dikkat çekmişlerdir. Katılımcı 1, blok zincir uygulamalarının işlem maliyetlerinin yüksekliği ve teknik karmaşıklığının başlıca engeller olduğunu belirtmiştir. Katılımcı 2 ise kooperatiflerin teknik altyapı ve nitelikli personel eksikliği nedeniyle bu tür teknolojilere adaptasyonda zorluk yaşayabileceğini ifade etmiştir. Bu bulgular, kooperatiflerin blok zincir tabanlı sistemlere adaptasyonunun kolaylaştırılması için eğitim ve altyapı desteğine ihtiyaç duyduğunu ortaya koymuştur.

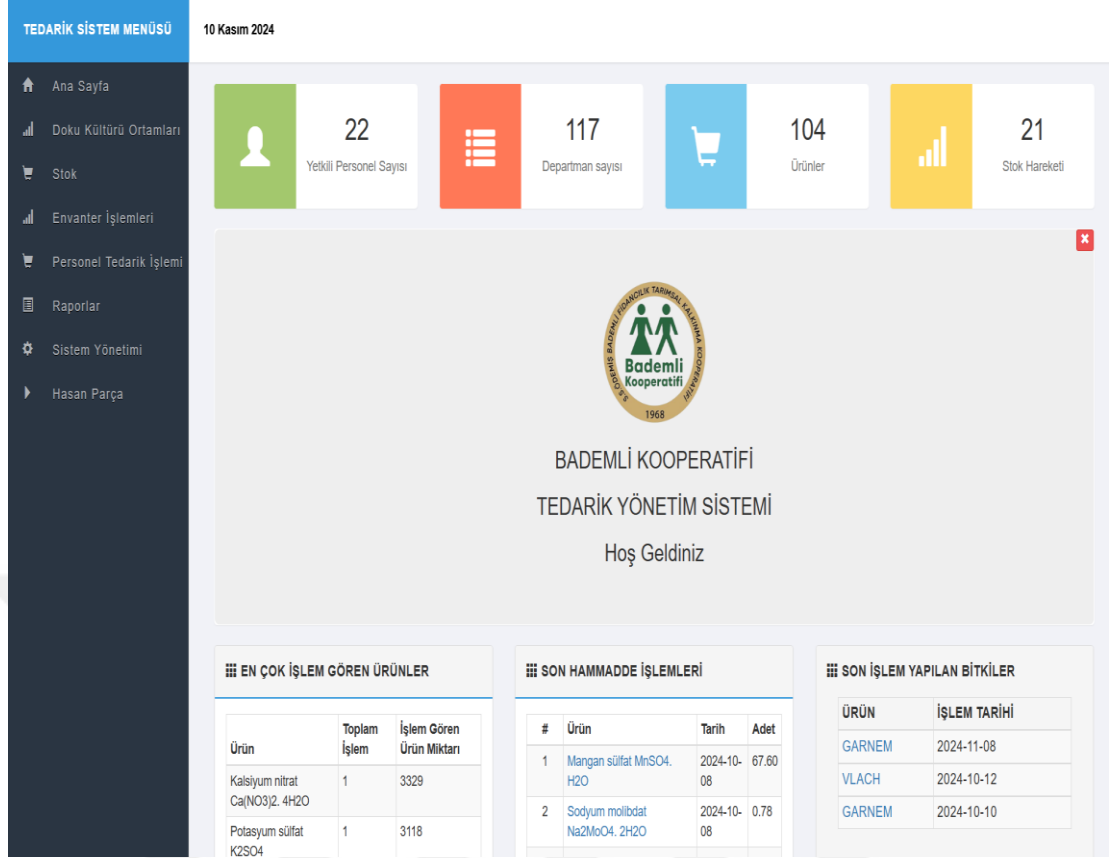
e) Yenilikçi teknolojilerin başarılı uygulaması için kritik faktörler:

Katılımcılar, kooperatiflerin yenilikçi teknolojilere geçiş sürecinde teknik bilgiye sahip personelin varlığının ve uygulamalı tanıtımların başarıyı artırdığı görüşündedir. Katılımcı 1, bu tür teknolojik geçişlerde uygulamalı tanıtım süreçlerinin kooperatif personelinin adaptasyonuna olumlu katkı sağladığını ifade etmiştir. Katılımcı 2 ise kooperatiflerde yeterli düzeyde teknik personelin bulunmadığını ve dijital kayıt sistemlerinin zorunlu hale getirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu bulgu, yenilikçi teknolojilerin tarımsal kooperatiflerde etkin kullanımı için teknik bilgiye sahip personel, eğitim ve yasal düzenlemelerin öncelikli olarak ele alınması gerektiğine işaret etmiştir.

Görüşmelerin sonucu olarak, tedarik zinciri yönetiminin tarımsal kooperatiflerde izlenebilirlik, verimlilik ve pazarlama etkinliğini artırmada kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir. Yenilikçi teknolojilerin, özellikle blok zincir tabanlı çözümlerin, kooperatiflerde operasyonel süreçleri iyileştirme potansiyeli taşıdığı, ancak farkındalık eksikliği, teknik altyapı yetersizlikleri ve işlem maliyetlerinin uygulamayı sınırladığı belirlenmiştir. Katılımcılar, bu teknolojilerin etkin adaptasyonu için eğitim, teknik destek ve uygulamalı tanıtımların önemini vurgulamış, dijitalleşme sürecinde nitelikli personel eksikliğinin giderilmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

5.6 Sistem Mimarisi ve Teknolojik Altyapı

Bu çalışmada, S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi 'nin doku kültürü üretim ünitesinde gerçekleştirilen iç tedarik süreçlerinin güvenliği ve izlenebilirliğini sağlamak amacıyla blok zincir teknolojisi tabanlı yenilikçi bir sistem geliştirilmiştir (Şekil 5.6). Kooperatif yönetimi, doku üretimi gibi ekonomik ve stratejik açıdan önemli bir bölüm için, kooperatifin ihtiyaçlarına özel olarak tasarlanmış bu blok zincir tabanlı tedarik yönetim sistemini kullanacaklarını açıklamıştır. Doku kültürü laboratuvarında gerçekleştirilen hassas üretim süreçlerinin kayıt altına alınması, verilerin değiştirilemez şekilde saklanması ve süreçlerin izlenebilirliğinin sağlanması, üretim kalitesi ve standardizasyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye tarımı için hastalıklardan arı fidanların kullanılması, gıda güvencesi ve gıda güvenliği açısından da kritik bir öneme sahiptir.



Şekil 5.6 Tedarik yönetim sistemi görüntüsü

Geliştirilen sistem, modern internet teknolojileri ile blok zincir altyapısını entegre eden melez bir yapıya sahiptir. Sistemin ön yüzü (frontend) HTML metin tabanlı bir işaretleme dili ve CSS stil tanımlama dili, arka yüzünde (Backend) PHP programlama dili kullanılarak oluşturulmuş, veri tabanı olarak MySQL server kullanılmıştır. Kullanıcı deneyimini zenginleştirmek için JavaScript teknolojileri kullanılmıştır. Blok zincir altyapısı olarak, düşük işlem maliyetleri ve yüksek performansı nedeniyle Polygon ağının Amoy test ortamı seçilmiştir. Web3 teknolojisi ile blok zincir entegrasyonu sağlanarak, laboratuvar verilerinin güvenli ve değiştirilemez şekilde kaydedilmesi mümkün kılınmıştır.

Sistemin güvenlik altyapısı çok katmanlı bir yaklaşımla tasarlanmıştır:

- Kullanıcı kimlik doğrulama ve yetkilendirme sistemi
- Siteler arası istek sahteciliği (CSRF) koruması

- Veri tabanı saldırı önleme mekanizmaları
- Web3 tabanlı şifreleme güvenlik protokolleri
- Veri bütünlüğü kontrolü ve doğrulama mekanizmaları

Gerçekleştirilen her işlem için benzersiz bir tanımlayıcı oluşturulmakta ve bu işlemler blok zincir üzerinde özet değerleri ile kayıt altına alınmaktadır. Sistemin performans ve güvenlik testleri gerçek üretim ortamında gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlar detaylı şekilde analiz edilmiştir. Test sürecinde özellikle şu kriterler değerlendirilmiştir:

- Veri kayıt ve doğrulama hızı
- Sistem yanıt süreleri
- Blok zincir işlem maliyetleri
- Veri bütünlüğü ve tutarlılığı
- Kullanıcı arayüzü kullanılabilirliği

Bu çalışma, tarımsal kooperatiflerde iç tedarik süreçlerinin dijital dönüşümü ve blok zincir teknolojisinin pratik uygulaması açısından özgün bir örnek teşkil etmektedir. Geliştirilen sistem, geleneksel veri tabanı sistemleri ile modern blok zincir teknolojisinin avantajlarını birleştirerek, tarımsal üretimde veri güvenliği ve izlenebilirlik sorunlarına yenilikçi bir çözüm sunmuştur.

5.6.1 Web3 entegrasyonu ve temel bileşenler

S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi'nin tedarik zinciri içerisinde bulunan Doku kültürü laboratuvarı için geliştirilen sistem, PHP internet uygulaması ile Polygon blok zincir ağının entegrasyonunu içeren mimari üzerine inşa edilmiştir. Buterin (2013) tarafından önerilen Web3 mimarisi, merkezi olmayan uygulamaların geliştirilmesinde temel bir yaklaşım değişikliği sunmaktadır. Web3, internetin merkeziyetsiz bir evrimi olarak tanımlanabilir. Web3'ün temel hedefi, daha şeffaf, güvenli ve adil bir dijital deneyim sunmaktır. Bu doğrultuda, Web3 teknolojisi, tarımsal tedarik

zincirinde şeffaflık, güvenlik ve verimlilik sağlayarak üretimden tüketiciye uzanan süreçte daha sürdürülebilir ve izlenebilir bir yapı oluşturur.

Salah ve arkadaşları (2019), blok zincir tabanlı sistemlerde Web3 entegrasyonunun önemini vurgulayarak, özellikle tarımsal tedarik zincirlerinde izlenebilirliğin artırılmasında bu teknolojinin kritik rolüne dikkat çekmişlerdir. Bu bağlamda, sistemimizin temel bileşenleri şu şekilde yapılandırılmıştır:

1. **Blok zincir Entegrasyonu:** Antonopoulos ve Wood (2018) tarafından detaylandırılan Ethereum protokolü prensipleri doğrultusunda, Web3.php kütüphanesi kullanılarak blok zincir ile güvenli iletişim sağlanmıştır.
2. **Akıllı sözleşme işlemleri:** Guo ve arkadaşlarının (2021) önerdiği optimizasyon yöntemleri benimsenerek, akıllı sözleşme işlemlerinin verimli yönetimi gerçekleştirilmiştir.
3. **QR Kod Tabanlı Mobil Doğrulama:** Chow ve arkadaşları (2016) tarafından önerilen mobil doğrulama sistemleri referans alınarak, QR kod teknolojisi ile hızlı ve güvenilir işlem doğrulama mekanizması geliştirilmiştir.

5.6.2 Güvenlik protokolleri ve veri doğrulama

Sistemin güvenlik altyapısı, Nakamoto'nun (2008) önerdiği temel blok zincir güvenlik prensipleri üzerine inşa edilmiştir. Çok katmanlı güvenlik modeli aşağıdaki protokoller entegre edilmiştir:

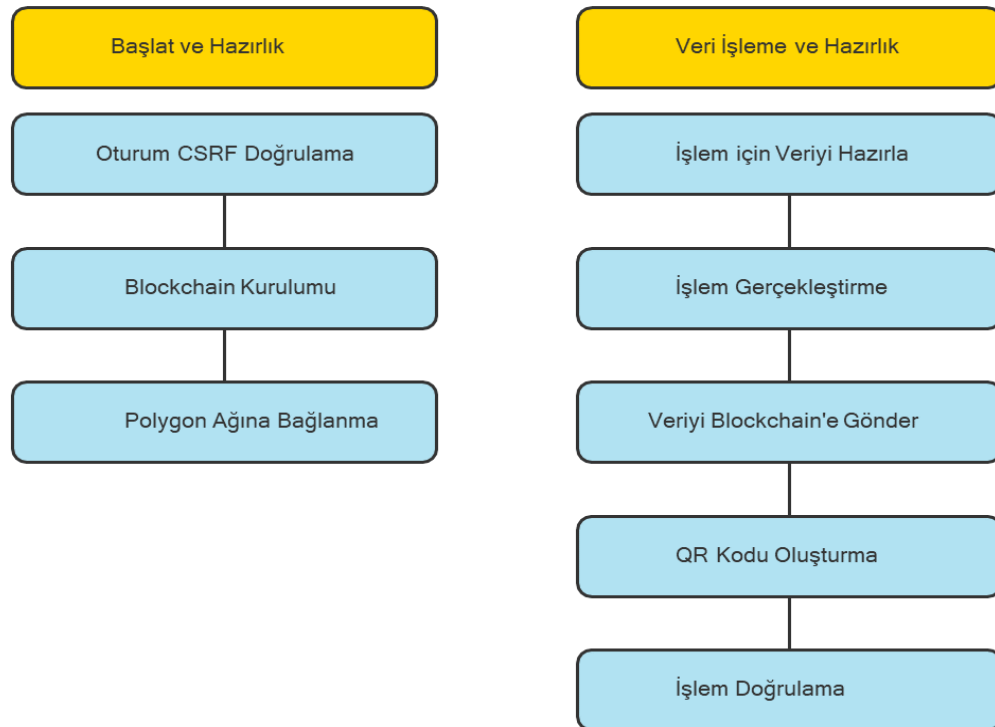
- **Oturum Güvenliği ve İstek Koruması:** Modern internet uygulamalarında, kullanıcıların oturumlarının güvenliği ve dışarıdan gelebilecek kötü niyetli isteklerin engellenmesi için koruma yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler, güvenilirlik sağlamak ve kullanıcıların bilgilerini korumak amacıyla Rocchetto ve arkadaşlarının (2014) önerdiği yöntemler doğrultusunda geliştirilmiştir.
- **Veri tabanı Güvenliği ve Koruma Yöntemleri:** Veri tabanını dış tehditlere karşı korumak amacıyla özel güvenlik yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemler,

veri tabanına yönelik kötü niyetli girişimleri engellemeyi amaçlayan Wassermann ve Su (2007) çalışmasın da önerilen uluslararası güvenlik prensiplerine dayanmaktadır.

- **Web3 Veri Bütünlüğü:** Sistemde kullanılan merkeziyetsiz özet veri doğrulama mekanizmaları, Zheng ve arkadaşlarının (2020) blok zincir tabanlı veri doğrulama protokolleri referans alınarak geliştirilmiştir.

5.6.3 Veri işleme ve blok zincir entegrasyonu süreci

Geliştirilen blok zincir tabanlı uygulamalarda kullanılan çeşitli bileşenler ve güvenlik adımları, mevcut araştırmalardan esinlenerek ve güvenlik protokolleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Bu adımlar, kullanıcı verilerinin güvenliği ve verilerin blok zincir üzerindeki doğruluğunun sağlanması açısından önem taşır. İlgili akış süreci Şekil 5.7 sunulmaktadır:



Şekil 5.7 Tedarik sistemi akış süreci

i) Sistem hazırlık bölümü

Sistemin başlatılması ve hazırlanması sırasında, blok zincirin etkili ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli altyapı oluşturulmuştur. Bu süreçte, Web3 teknolojisinin temel prensipleri uygulanarak gerekli kütüphaneler sisteme entegre edilmiştir. Özellikle, sistemin Polygon ağı ile güvenli bir bağlantı kurması için gerekli ayarlar yapılmıştır. Kullanıcı oturumlarının doğruluğunu sağlamak ve yetkisiz erişimleri engellemek için ek güvenlik önlemleri de alınmıştır. Bu yaklaşım, sistemin hem güvenliğini hem de verimliliğini artırmayı hedeflemektedir.

a) Oturum ve siteler arası istek sahteciliğine karşı doğrulama: Kullanıcıların oturumlarını güvenli tutmak için oturum başlatma ve isteklerin güvenliğini sağlama adımları uygulanmıştır. Her form gönderiminde özel bir güvenlik kodu (token) oluşturulmakta ve bu kod doğrulanarak isteklerin güvenliği kontrol edilmektedir. Bu yöntem, özellikle internet uygulamalarında, dışarıdan gelebilecek kötü niyetli istekleri engellemek için oldukça önemlidir. Bu şekilde, kullanıcılar yalnızca kendi onayladıkları işlemleri güvenle gerçekleştirebilir. Bonneau ve arkadaşları (2020), internet uygulamalarında özel bir güvenlik kodu tabanlı güvenliğin önemini vurgulamış ve sistemin her form gönderiminde CSRF koruması sağladığını belirtmişlerdir.

b) Blok zincir kurulumu: Blok zincir sisteminin kurulumu sırasında, farklı bölümleri düzenli ve kolayca yönetilebilir bir yapıya kavuşturmak için modüler bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu yapı, sistemin daha etkili çalışmasını ve bileşenlerin birbiriyle uyumlu şekilde çalışmasını sağlar. Sistemi oluşturan temel bileşenler şu şekilde açıklanabilir.

- **Otomatik Yükleme Sistemi:** Sistemde kullanılan tüm ek yazılımlar ve araçlar otomatik olarak yüklenir ve yönetilir. Bu sayede ihtiyaç duyulan araçlar kolayca devreye alınır ve düzenli bir şekilde çalıştırılır.
- **Blok Zincir Yönetim Aracı:** Blok zincirle bağlantı kurmak, işlemleri yönetmek ve akıllı sözleşmeleri çalıştırmak için kullanılan bir araçtır. Bu sistem, verilerin güvenilir bir şekilde işlenmesini ve blok zincir ağıyla uyumlu şekilde iletişim kurulmasını sağlar.

- **Güvenli Bağlantı Sağlayıcı:** Blok zincir ağına güvenli bir bağlantı kurulmasını sağlar. Bu bağlantı, internet üzerinden veri alışverişini güvenli hale getirerek bilgilerinizin şifrelenmiş bir şekilde iletilmesini sağlar.
- **İstek Yönetim Sistemi:** Blok zincir ağına yapılan tüm istekleri düzenler ve kontrol eder. İsteklerin sıraya alınmasını, zaman aşımı kontrolünü ve gerektiğinde yeniden deneme işlemlerini yönetir.
- **Yardımcı İşlevler:** Sistem içinde kullanılan özel işlemleri kolaylaştırır. Örneğin, veri formatlarının dönüştürülmesi, farklı birimlerin hesaplanması gibi işlemleri yapar.
- **İşlem Yönetim Aracı:** Blok zincir üzerindeki işlemlerin oluşturulmasını, düzenlenmesini ve güvenli bir şekilde imzalanmasını sağlar. Ayrıca, işlemlerin maliyetini optimize ederek daha verimli bir kullanım sunar.

Bu modüler yapı sayesinde blok zincir sistemi hem güvenli hem de kolay yönetilebilir bir şekilde çalışır.

c) Polygon Amoy testnet ağına bağlanma

Polygon Amoy test ağı, blok zincir uygulamalarını gerçek para kullanmadan test etmek için özel olarak tasarlanmış bir ortamdır. Gerçek Polygon ağının tüm özelliklerini taşır ancak işlemler, gerçek para yerine ücretsiz test paralarıyla gerçekleştirilir. Geliştirilen sistemde bu test ağı tercih edilmiştir. Bunun nedenleri şunlardır:

- Gerçek Polygon ağında işlemler ücret gerektirirken, test ağında işlemler neredeyse ücretsizdir.
- Sistem, kooperatif tarafından hâlâ test aşamasında olduğundan, bu ağ finansal riskleri ortadan kaldırır.
- Yaklaşık 2 saniyelik blok oluşturma süresiyle işlemlerin hızlıca onaylanmasını sağlar ve tarımsal veri kayıt sisteminin gerçek zamanlı çalışması test edilebilir.
- Gerçek veri yapılarını test etmeye imkan tanırken, olası hataların ekonomik kayıplara yol açmasını engeller.

Sistemin bu test ağına bağlanması için öncelikle ağın bağlantı adresi belirlenir ve bu adres üzerinden bağlantı kurulur. Doğru ağa bağlanıldığını doğrulamak için test ağına özgü bir kimlik kodu kullanılır.

ii) Veri işleme ve hazırlık

a) İşlem için veriyi hazırlama: Kullanıcı verilerinin blok zincire aktarılmadan önce doğru ve güvenli bir şekilde işlenmesi büyük önem taşır. Bu süreçte, veriler güvenilir bir yapıya dönüştürülerek saldırılara karşı korunur ve ardından blok zincirin anlayabileceği bir format olan JSON formatına dönüştürülmüştür. Bu yöntem, veri doğruluğunu ve güvenliğini sağlamak için Wood (2021) tarafından önerilen protokollere dayanır.

Öncelikle, kullanıcıdan gelen bilgiler temizlenerek sistemin olası tehditlere karşı korunması sağlanır. Daha sonra bu bilgiler, blok zincirle uyumlu olacak şekilde JSON formatında düzenlenir (Şekil 5.8).

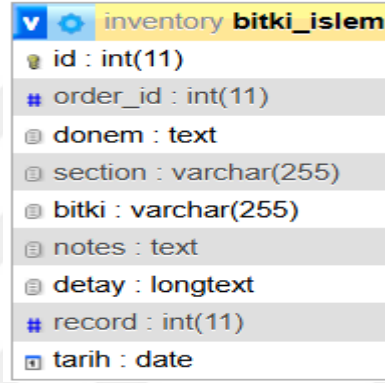
```
{
  "Personel": "isim",
  "İşlem no": "order_id",
  "Bitki adı": "bitki_adi",
  "Dönem": "donem",
  "Tarih": "tarih",
  "timestamp": "unix_timestamp"}
```

Şekil 5.8 Verilerin JSON formatında yapılandırılması

b) İşlem gerçekleştirme: Blok zincir üzerinde veri gönderim işlemi sırasında, Nakamoto'nun (2008) temel blok zincir prensipleri doğrultusunda veriler şifrelenmiş olarak özetlenmiş ve işlem oluşturulmuştur. Bu adım, işlemin blok zincir üzerinde değiştirilemez bir kayıt olarak saklanması sağlar. Veri tabanı yapısı, verilerin düzenli ve güvenli bir şekilde saklanması sağlamak amacıyla yapılandırılmıştır. Bu yapı, verilerin etkin şekilde yönetilmesi ve izlenebilirlik sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Veri tabanında bulunan **bitki_islem** ve **blockchain_data** veri tabanı tabloları (Şekil 5.9 ve Şekil 5.10), sistemin izlenebilirlik ve güvenilirlik kapasitesini

artıran temel bileşenlerdir. Veri tabanı, her veri türünü farklı tablolar içinde saklayarak ilişkili veriler arasında bağ kurmakta ve verilerin kolayca erişilebilir olmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, veri tabanı tasarımı etkin veri yönetimi ve yüksek performans amacıyla optimize edilmiştir.

bitki_islem veri tabanı tablosu: **bitki_islem** veri tabanı tablosu, tarımsal işlemlere dair bilgilerin düzenli bir şekilde saklanması ve takibi için tasarlanmıştır. Bu tabloda yer alan **order_id**, **section**, **bitki** ve **detay** gibi alanlar, her işlemin ayrıntılı ve izlenebilir bir kaydını tutar (Şekil 5.9).



inventory bitki_islem	
id	int(11)
order_id	int(11)
donem	text
section	varchar(255)
bitki	varchar(255)
notes	text
detay	longtext
record	int(11)
tarih	date

Şekil 5.9 Blockchain_data veri tabanı tablosunu gösteren veri yapısı

Özellikle **order_id** alanı, her işlemi benzersiz bir sipariş numarasıyla ilişkilendirerek işlemlerin geçmişe yönelik takip edilmesini sağlar. Aynı zamanda **section** ve **detay** gibi alanlar, işlemin yapıldığı aşama ve detaylarına dair bilgiler sunarak, her işlem için kapsamlı bir kayıt oluşturur. Tarımsal üretimde gerçekleştirilen her işlemin bu şekilde kayıt altına alınması, tedarik zinciri süreçlerinde izlenebilirliği ve verimliliği artırır. Bu, verinin bütünlüğünü sağlamak açısından son derece önemlidir.

blockchain_data Tablosu: **blockchain_data** tablosu (Şekil 5.5), veri tabanındaki kayıtların blok zincir'e güvenli bir şekilde taşınmasını sağlayan verilerin saklandığı alandır. Bu tabloda **transaction_hash**, **nonce**, **to_address** ve **timestamp** gibi alanlar bulunur. Bu alanlar, her blok zincir işleminin doğrulanabilir ve değiştirilemez bir şekilde kaydedilmesine olanak tanır.

inventory	blockchain_data
id	int(11)
transaction_hash	varchar(255)
nonce	varchar(255)
gas_price	varchar(255)
gas_limit	varchar(255)
value	varchar(255)
to_address	varchar(255)
hashed_data	varchar(255)
timestamp	datetime
record	int(11)
user_id	int(11)
data	longtext

Şekil 5.10 Blockchain_data veri tabanı tablosunu gösteren veri yapısı

transaction_hash alanı, her işlem için benzersiz bir kimlik olarak kullanılan şifrelenmiş özet değerini içerir. Bu değer, veri tabanında bulunan veri ile blok zincirde saklanan veriyi doğrulamak için kullanılır ve herhangi bir değişiklik durumunda hızlı bir şekilde veri bütünlüğünü kontrol etme imkânı sağlar. Böylelikle işlemlerin değiştirilemez olmasına yardımcı olur.

Blok zincir'in değiştirilemezlik özelliği sayesinde, sadeleştirilmiş **blockchain_data** tablosunda (Çizelge 5.20) tutulan her veri, sistemin izlenebilirliğini ve güvenilirliğini destekler. Böylece sistem, tarımsal verilerin kaynağından tüketiciye kadar güvenli bir şekilde izlenmesini sağlar.

Çizelge 5.16 Blockchain_data veri tabanı tablosunun sadeleştirilmiş içerik örneği

İd	transaction_hash	nonce	to_address	hashed_data	timestamp	data
184	0xa454f02d4b1cd d3a8e69ea965663 5ed61b562bf5647 802415e70c3ec08 67076c	0x19d	0x847d9C376 B275b78ea14 8154e52a09Ef 6F2D23DF	0xae05b9b7a95 aabe- ea355212d686b b81cc8bc25669 40bd63e165eb6 f8a7e61541	25.08.202 4 22:38	{ "Perso- nel": "Esra", "İşlem no": "3", "Bitki adi": "VlachRegia", " Bö- lüm": "Fire", "Bosala n kava- noz": "1", "Dolan kavanoz": "1", "tepe kesim": "5", "Tekrar dolan kana- noz": "6", "Notlar": " Açıkla- ma", "Tarih": "2024- 08- 25", "id": 109, "Son Güncelleme": "2024- 08-25" }

c) Verilerin blok zincirine kaydı

Blok zincir üzerinde işlem göndermek için bir fonksiyon kullanılmıştır. Bu fonksiyon ile işlemin hangi sırayla yapılacağı belirlenmiş ve işlemle ilgili tüm bilgiler bir araya getirilmiştir. Bu bilgiler arasında, işlemin kime gönderileceği, ne kadar enerjiye ihtiyaç duyacağı, işlem için gereken ücret ve işlemin bağlı olduğu blok zincir ağı gibi detaylar yer almıştır. Daha sonra, işlemin güvenliği sağlamak için özel bir şifreyle imzalanarak sisteme gönderilmektedir

d) QR Kodu Oluşturma

İşlemlerin doğrulanmasını kolaylaştırmak için blok zincir tabanlı tedarik zinciri işlemleriyle ilgili QR kodlar oluşturulmuştur. İşlemlerin doğrulama bağlantıları dinamik olarak hazırlanmış, bu bağlantılar bir QR koda dönüştürülmüş ve görsel formatta kaydedilmiştir. Oluşturulan QR kodlar, kullanıcıların tarayıcı veya mobil cihazlarını kullanarak ilgili işlem sayfasına kolayca ulaşmasını sağlamaktadır. Bu yöntem, işlemlerin hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulanmasını mümkün kılmaktadır.

e) İşlem Doğrulama

Çift katmanlı veri doğrulama yaklaşımı uygulanarak, şifrelenmiş özet değerleri blockchain_data isimli veri tabanı tablosunda saklanması sağlanmıştır.

Veri Doğrulama ve İzleme: İzlenebilirlik protokolleri doğrultusunda her işlem için bir doğrulama mekanizması geliştirilmiştir. Bu mekanizma, kullanıcıların işlem detaylarını hızlı ve güvenilir bir şekilde doğrulamalarını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Kullanıcı dostu bir deneyim sunmak için sayfa tasarımı, doğrulama sürecini daha anlaşılır kılacak şekilde hazırlanmıştır (Şekil 5.11). Böylece, kullanıcılar ilgili işlemlerin güvenilirliğini kolayca inceleyebilmekte ve sistemle daha etkili bir şekilde etkileşime girebilmektedir.



Şekil 5.11 Blok zincir doğrulaması sistem görünümü

Sistem kayıt ve doğrulamalardan sonra yapılan işlemler ayrı bir internet sayfasında tedarik akış şeklinde tarih sırlaması ile gösterilmektedir (Şekil 5.12).

☐ TEDARİK İŞLEM NO: #3

Aktarma Aşaması

2024-08-29

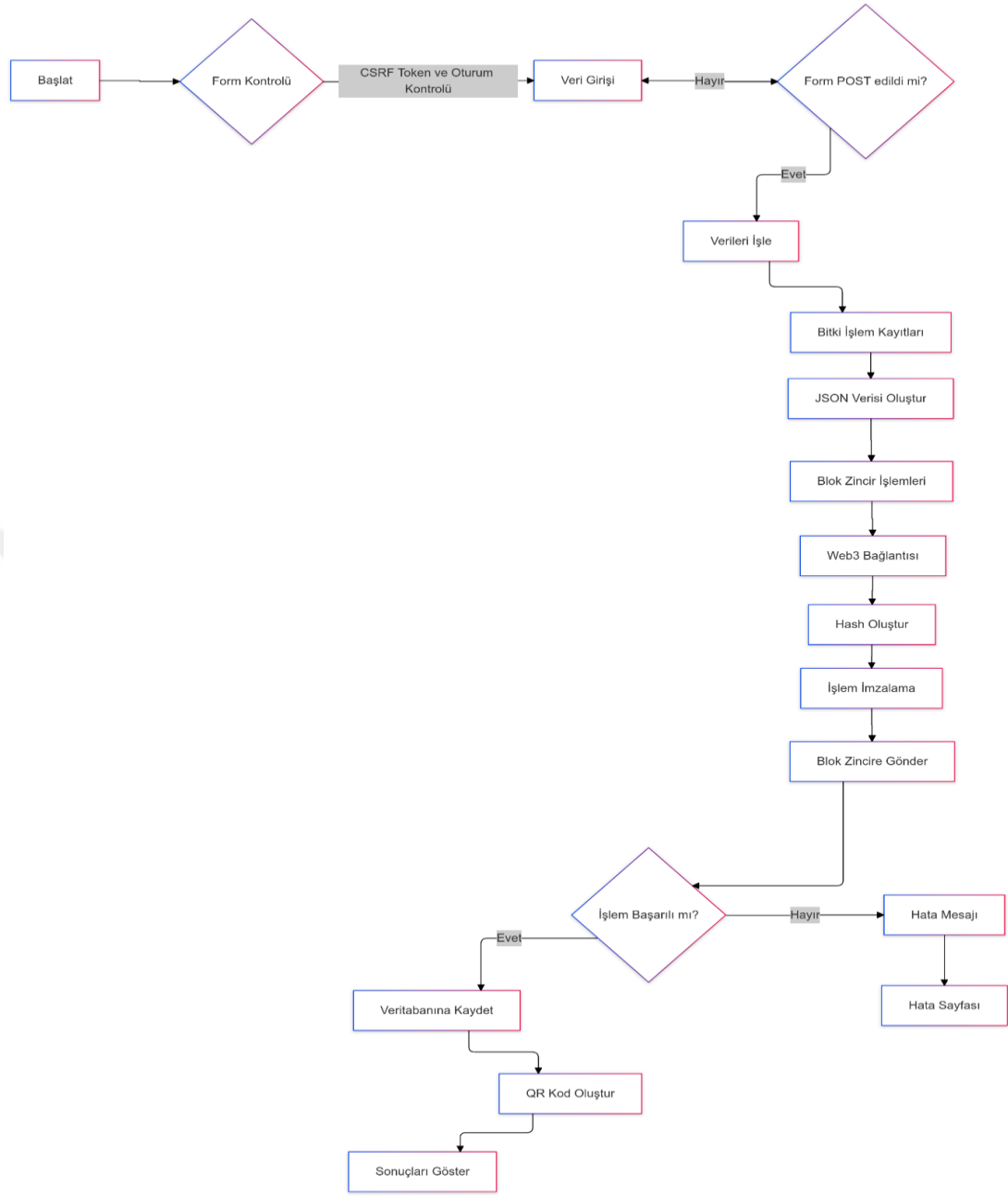
		Boşalan Kavanoz	Dolan Kavanoz	Tepe Kesim	Toplam Dolan Kavanoz			
Id	Personel					Durum	Notlar	Blockchain Verileri
119	Sema	2	2	2	4		Açıklama	0xc37d459b434c85d03dd7bd2b3667569462fe2281fe3bb1baa4299e210f464cb
120	Sema	2	2	3	5	Düzenlenen	Açıklama	0xc1f729fe71f58ae882ace42a2010c40f69d4d4cf6e393a1f52c5012009cd8e 0xabed8ed1e80d726c417d02efddca55a3edf9e54dd1cd8034d58e59b9a2269bf
121	Esra	2	2	2	4		Açıklama	0xc1f729fe71f58ae882ace42a2010c40f69d4d4cf6e393a1f52c5012009cd8e
122	Sema	2	2	2	4	Düzenlenen	Açıklama	0x42675063b7b024ac897660a9a75e8f0dbd3bf5f7e007b4bb62724c7cf01cc667
125	Dilek	1	1	1	2	Düzenlenen	Açıklama	0xf1bced3eb062894ec97395f75bc35e2e40af33c7360b85b91c2be3049b39e41c 0xd01b7dec9160e8625ae4a9e247dc9a94c547f308ef93bd8fb65e6cd6f6fa1b56
126	Dilek	1	1	1	2	Düzenlenen	Açıklama	0x0eed155d3add95feb20872d951c91ed4ae4380f6ca96da4bf9589e9e5c41b5 0xb37ce2f1f58890e06e50ef7ef47f4beee81728bc7f7253a09e481e157434

2024-08-28

id	Personel	Boşalan Kavanoz	Dolan Kavanoz	Tepe Kesim	Toplam Dolan Kavanoz	Durum	Notlar	Blockchain Verileri
124	Dilek	1	1	1	2		Açıklama	0x9703569d0842f084b3c4e8f6839243bd959e76aeaa0d5c4cb1e4d8b1988136a

Şekil 5.12 Tedarik akışı kontrol sayfası

Genel olarak ele alındığında sistemin blok zincir veri doğrulama ve kayıt akış şeması Şekil 5.13 de gösterilmiştir.



Şekil 5.13 Blok zincir kayıt akış diyagramı

5.6.4 Blok zincir tabanlı süt ve süt ürünleri tedarik zinciri önerisi

Araştırma kapsamında oku üretimi tedarik sistemi üzerine odaklanılmıştır. Bunun yanı sıra, süt ve süt ürünleri üretim süreçlerini kapsayan bir blok zincir tabanlı tedarik zinciri modeli, literatürdeki yaklaşımları desteklemek ve teorik bir katkı sunmak amacıyla tasarlanmıştır. Model, S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi

özelinde uygulanabilirliği tartışılarak, genel bağlamda gıda güvenliği ve izlenebilirlik üzerine odaklanmaktadır. Aşağıdaki akış diyagramına uygun şekilde bir sistem tasarlanabilir. Bu sistem, üretimden son tüketiciye kadar olan tüm süreçlerde izlenebilirlik, şeffaflık ve veri güvenliği sağlamayı hedeflerken, gıda güvenliği ve gıda güvencesine yönelik stratejik faydalar sunmayı amaçlamaktadır. Her aşamada toplanan verilerin blok zincire kaydedilmesi sayesinde, süreçler gerçek zamanlı olarak takip edilebilir ve gelecekteki iyileştirmeler için güçlü bir veri altyapısı oluşturulabilir.

Süt Üretimi ve Toplama: Süt, üreticiler tarafından sağılır ve her süt tankının sıcaklık, protein, yağ oranı gibi kalite ölçümleri yapılır. Bu veriler blok zincire kaydedilir ve süt kalitesinin üretim aşamasından itibaren izlenmesi sağlanır. Her bir üreticinin üretim miktarları ve kalite göstergeleri kayıt altına alınarak, kaynak güvenilirliği sağlanır.

Süt Toplama ve Taşıma:Toplanan süt, soğutmalı tankerlere aktarılır ve taşıma sürecinde sıcaklık, süre ve rota bilgileri blok zincirde kayıt altına alınır. Bu süreç, süt kalitesinin korunması için kritik öneme sahiptir. Sistem, taşıma sırasında herhangi bir sıcaklık sapması veya gecikmeyi anında tespit ederek kalite kaybını önleyebilir.

Süt İşleme Tesisi:Süt işleme tesisine ulaştığında giriş kontrolünden geçirilir ve kalite test sonuçları (örneğin, mikrobiyolojik analizler) blok zincire kaydedilir. Tesiste süt, pastörizasyon, homojenizasyon gibi işleme aşamalarından geçirilir. Her bir işlem adımı detaylı bir şekilde kaydedilerek hem yasal düzenlemelerle uyum sağlanır hem de ürün kalitesine dair şeffaflık artırılır.

Ürün Üretimi:İşlenen süt, yoğurt, peynir, tereyağı gibi çeşitli süt ürünlerine dönüştürülür. Üretim aşamalarında kullanılan hammaddeler, süreç parametreleri (örneğin, üretim sıcaklıkları, kullanılan katkı maddeleri) ve parti bilgileri blok zincire kaydedilir.

Her bir süt ürünü için şu bilgiler blok zincir sistemiyle izlenebilir hale gelir:

-Üretim tarihi ve parti numarası

-Kullanılan hammaddelerin detayları ve kaynak bilgisi

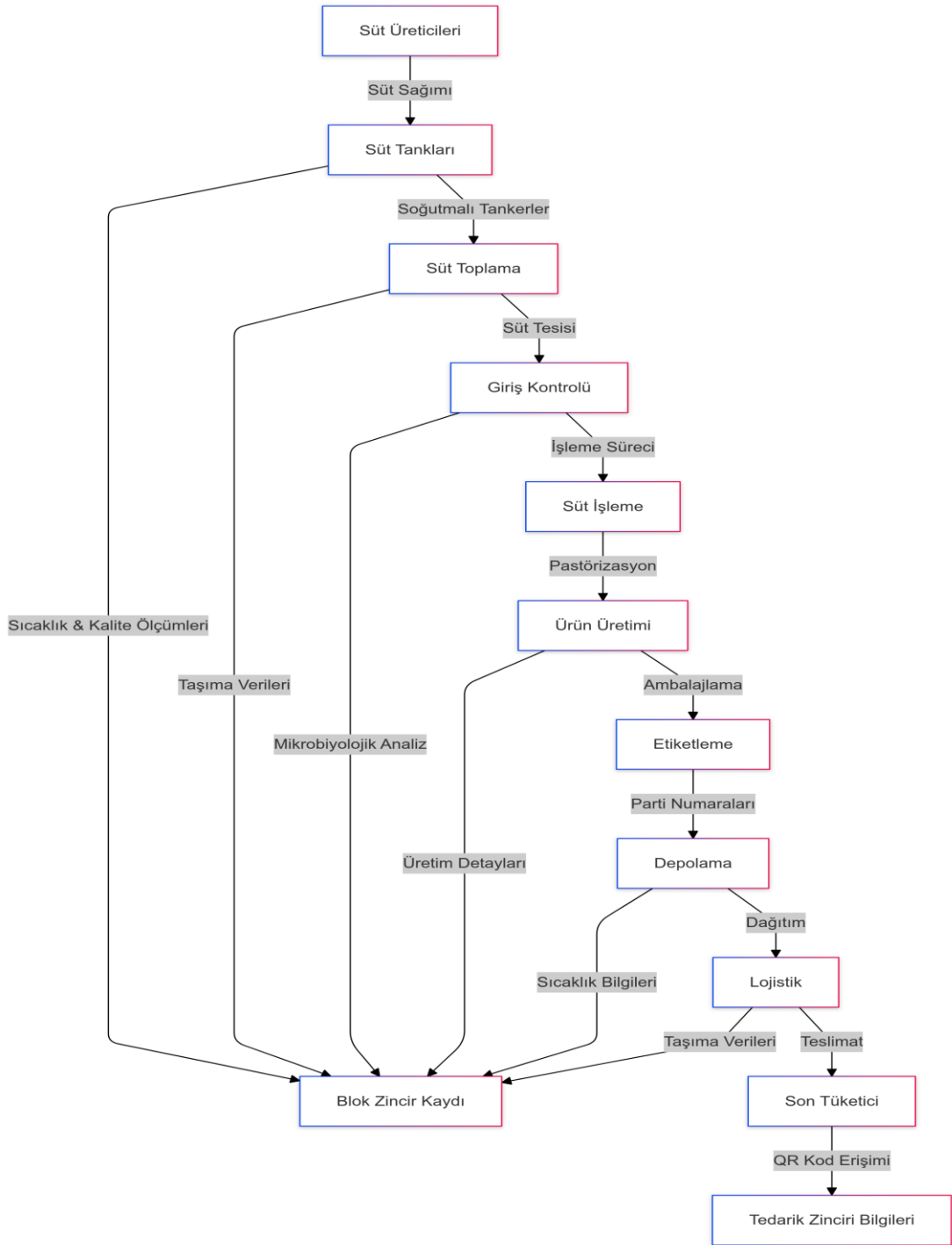
- Üretim sırasında yapılan kalite kontrollerinin sonuçları
- Üretim ortamına ilişkin hijyen ve sıcaklık bilgileri

Ambalajlama ve Depolama: Üretilen süt ürünleri ambalajlanır ve her ürünün üzerine, içeriği ve üretim bilgilerini içeren bir QR kod eklenir. Depolama koşulları (sıcaklık, nem oranı, depolama süresi) blok zincire kaydedilir. Bu veriler, ürünlerin tüketim öncesi tüm süreçlerde kalite standartlarını karşıladığını garanti eder.

Dağıtım ve Lojistik: Ambalajlanan ürünler, marketler veya müşterilere ulaştırılmak üzere dağıtım ağına dahil edilir. Taşıma sırasında sıcaklık, rota ve teslimat bilgileri blok zincire kaydedilir. Bu sistem, herhangi bir lojistik hatanın hızlıca tespit edilmesine ve müdahale edilmesine olanak tanır.

Son Tüketicie Ulaşma: Tüketiciler, ürün ambalajında bulunan QR kodu tarayarak, üretimden dağıtımına kadar olan tüm süreçlerin detaylarına erişebilir. Bu sistem, tüketicilere güvenilir ve şeffaf bilgi sunarak ürünlere olan güveni artırır. Aynı zamanda, üreticilerin ürün kalitesine ilişkin sorumluluğunu artırarak uzun vadeli tüketici memnuniyetini sağlar.

Blok zincir tabanlı bu model, her aşamada yapılan veri kaydı sayesinde gıda güvenliği standartlarının sağlanmasını destekler. Ürünlerin üretim, taşıma ve depolama aşamalarında herhangi bir aksama olduğunda sistem tarafından erken uyarı mekanizması devreye girer. Ayrıca, kayıtlı verilerden elde edilecek analiz raporları, üretim süreçlerinin optimize edilmesine ve gıda güvencesi açısından sürdürülebilir politikalar geliştirilmesine olanak tanır. Bu sistem, sadece mevcut sorunları çözmekle kalmaz, aynı zamanda tarımsal üretimde yenilikçi bir yaklaşım sunar. İlgili modelin akış diyagramı Şekil 5.14 de gösterilmiştir.



Şekil 5.14 Süt tedarik zinciri kayıt akış diyagramı

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojisine yönelik algının demografik ve teknolojik faktörlerle ilişkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, katılımcıların blok zincir teknolojisi algılarının özellikle eğitim düzeyi, yaş ve teknoloji kullanım düzeyi ile yüksek bir korelasyon gösterdiğini saptamıştır.

Demografik Faktörler ve Teknoloji İlişkisi:Eğitim düzeyinin, blok zincir teknolojisine yönelik algıyı etkileyen belirgin bir faktör olduğu anlaşılmaktadır. Analiz sonuçları, yükseköğretim mezunlarının teknolojiye daha olumlu baktığını ve blok zincir gibi yenilikçi teknolojilere daha yüksek uyum sağladığını göstermektedir (ANOVA, $p<0.001$). Özellikle, ilkökul mezunları daha düşük algı düzeyine sahipken, lisans ve üzeri eğitim alan bireylerin algı düzeyleri anlamlı ölçüde daha yüksektir. Bu durum, teknolojik yeniliklerin benimsenmesinde eğitimin kritik bir rol oynadığını kanıtlamaktadır.

Yaş gruplarına göre blok zincir algısında da önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Genç katılımcılar (20-30 ve 31-40 yaş) daha olumlu bir bakış açısına sahipken, ileri yaş gruplarındaki bireyler (41-50 ve 51-60 yaş) nispeten daha düşük bir algı düzeyi sergilemektedir (ANOVA, $p<0.001$). Bu sonuç, teknolojiyle daha iç içe olan genç kuşakların yeni teknolojilere adaptasyonunun ilerleyen yaş gruplarına göre daha kolay olduğunu göstermektedir.

Teknoloji Kullanım Düzeyi ve Blok Zincir Algısı:Blok zincir teknolojisine yönelik algı, teknoloji kullanım düzeyi ile de yüksek bir ilişki içindedir. Yüksek teknoloji kullanıcılarının blok zincir algısı anlamlı derecede daha yüksektir. Bu durum, teknolojik yetkinliğin blok zincir gibi yeni teknolojilerin benimsenmesinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Düşük teknoloji kullanıcılarının algı düzeylerinin sınırlı olması, kooperatiflerde teknoloji eğitimine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Bununla beraber, sınırlı sayıda kişinin bu teknolojilerle ilgilenmesi, eğitim ve altyapı maliyetlerini azaltarak başlangıç aşamasında daha hızlı ve maliyet etkin bir adaptasyon süreci sağlayabilir. Bu durum, kaynakların daha odaklı ve verimli bir şekilde kullanıl-

masına imkan tanıyabilir. Az sayıda uzman kişinin liderlik etmesi, süreçlerin daha kontrollü ve disiplinli bir şekilde ilerlemesine katkı sunabilir. Ancak, bu avantajların sürdürülebilirliğini sağlamak ve teknolojinin yaygın bir şekilde benimsenmesini teşvik etmek adına uzun vadede bilinçlendirme, eğitim ve kapasite geliştirme programlarına ağırlık verilmesi önemli olacaktır. Böylece, hem mevcut kaynakların etkin kullanımı hem de daha geniş bir katılımıla teknolojinin kooperatif performansına olumlu etkisi artırılabilir.

Tarımsal teknolojilerin ve yenilikçi uygulamaların benimsenmesi için gençlere yönelik kapsamlı bir strateji geliştirilmesi kritik bir gerekliliktir. Genç nüfusun teknolojiye adaptasyon yeteneği ve yeniliklere açık olması göz önünde bulundurularak, bu gruba özel eğitim ve farkındalık programları tasarlanmalıdır. Özellikle tarımsal teknolojilerle ilgili uygulamalı eğitimler, teknolojiyle iç içe olan gençlerin üretim süreçlerine aktif olarak katılmalarını teşvik edebilir. Ayrıca, gençlerin girişimcilik becerilerini geliştirecek teşvik programları ve hibe destekleri sunularak, yenilikçi tarım projelerinde liderlik rolü üstlenmeleri sağlanabilir. Dijital tarım uygulamalarının benimsenmesi sürecinde, gençlerin blok zincir, yapay zeka ve IoT (Nesnelerin İnterneti) gibi teknolojilerle tanışmaları ve bu alanlarda uzmanlaşmaları için fırsatlar yaratılmalıdır. Bu kapsamda, gençlerin teknoloji odaklı tarımsal faaliyetlere katılımını artırmak, sadece tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini güçlendirmekle kalmayacak, aynı zamanda kırsal kalkınma ve genç istihdamı için de önemli katkılar sağlayacaktır. Sonuç olarak, blok zincir tabanlı tedarik zincirleri, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin ekonomik verimliliğini artırırken, üretim süreçlerinde izlenebilirlik, şeffaflık ve sürdürülebilirlik gibi önemli kazanımlar sunmaktadır. Bu dönüşümün başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi için kooperatiflerin finansal destek mekanizmalarından faydalanmaları, tarımsal üretim süreçlerine uygun teknolojiler geliştirmeleri ve eğitim ile farkındalık çalışmalarına öncelik vermeleri gerekmektedir. Bu adımlar, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin kırsal ekonomide daha güçlü bir rol üstlenmesini ve yenilikçi tarımsal uygulamaların yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

Tedarik Zinciri Zorlukları ve Çözüm Potansiyeli: Tedarik zinciri süreçlerinde karşılaşılan zorluklar incelendiğinde, katılımcılar izlenebilirlik eksikliği ve yetersiz teknoloji kullanımını önemli sorunlar arasında değerlendirmektedir. Verimlilik sorunları

(%18,75) ve yetersiz teknoloji kullanımı (%14,06) bu zorlukların başında gelmektedir. Bu bulgular, katılımcıların ürün akışı ve dağıtımında şeffaflık sağlanamaması ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle sorunlar yaşandığını düşündüğünü ortaya koymaktadır.

Yenilikçi Teknoloji Öncelikleri:Araştırma kapsamında incelenen yenilikçi teknoloji öncelikleri, kooperatiflerin teknolojik dönüşüm sürecinde izlemeleri gereken yol haritasına ışık tutmaktadır. Katılımcılar, yenilikçi teknolojilerin uygulanmasında en yüksek önceliği eğitim ve kapasite geliştirmeye vermişlerdir (Ort. Sıra = 1.84). Bunu teknolojik altyapı iyileştirme (Ort. Sıra = 2.12) takip ederken, finansal destek ve teşvikler en düşük önceliğe sahiptir. Bu bulgular, ankete katılanların kooperatifte teknolojik dönüşümde mali konulardan ziyade, bilgi ve altyapı gelişimine odaklandıklarını göstermektedir.

Mevcut Durum ve İhtiyaçlar:Dünya genelinde yaklaşık 3 milyon kooperatif faaliyet göstermekte olup, bu kooperatiflerin %35'i tarım ve gıda endüstrilerinde yoğunlaşmaktadır. Türkiye özelinde ise 53.000 den fazla kooperatif aktif olarak çalışmakta ve büyük çoğunluğu tarım sektöründe faaliyet göstermektedir. Bu geniş yapılar ağı, özellikle kırsal ekonominin desteklenmesi ve yerel üretimin teşvik edilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Ancak, kooperatiflerin mevcut işleyişlerini sürdürülebilir kılmaları ve artan küresel rekabet karşısında güçlü kalabilmeleri için dijital dönüşüm ve teknolojik adaptasyon süreçlerine uyum sağlamaları kritik bir ihtiyaç haline gelmiştir. Dijital dönüşüm, kooperatiflerin verimliliklerini artırmalarına, şeffaflık sağlamalarına ve sürdürülebilir bir iş modeli oluşturmalarına katkı sunabilecek bir fırsat olarak öne çıkmaktadır.

Teknolojik Altyapı Gereksinimleri:Araştırma bulguları, kooperatiflerin blok zincir gibi yenilikçi teknolojileri başarılı bir şekilde entegre edebilmeleri için çeşitli altyapısal gereksinimlere sahip olmaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu gereksinimler, dijital dönüşüm sürecinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi açısından önemli bir temel oluşturmaktadır. Kooperatiflerin bu altyapıyı oluşturmaları, yeni teknolojilere adaptasyon süreçlerinde başarı sağlamalarına ve dijital çözümleri etkin kullanmalarına olanak tanıyacaktır. Öne çıkan başlıca gereksinimler şunlardır:

- **Güçlü Dijital Altyapı ve Veri Yönetim Sistemi:** Blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için, kooperatiflerin veri yönetimini kapsayan güçlü bir dijital altyapıya sahip olması gerekmektedir. Verinin güvenli saklanması, işlenmesi ve yönetilmesi; ürünlerin tedarik zinciri boyunca izlenebilirliği ve şeffaflığın sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.
- **Güvenli ve Hızlı İnternet Bağlantısı:** Dijital dönüşüm sürecinde en temel unsurlardan biri güvenli ve kesintisiz bir internet erişimidir. Kooperatiflerin kırsal bölgelerde yoğunlaşması, bazı altyapı eksikliklerini beraberinde getirebilir; bu nedenle yüksek hızlı ve güvenli bir internet bağlantısı, blok zincir tabanlı sistemlerin kesintisiz çalışmasını sağlayarak veri paylaşımını güvence altına alacaktır.
- **Donanım ve Yazılım Gereksinimleri:** Dijital dönüşüm için gereken donanım ve yazılım altyapısının, kooperatiflerin faaliyet alanlarına uygun şekilde sağlanması gerekmektedir. Blok zincir tabanlı izlenebilirlik ve veri güvenliği sistemlerinin sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için güncel donanımlar ve ihtiyaç duyulan yazılım araçları sağlanmalı, sistemlerin sürekli olarak güncel tutulması için bakım ve destek süreçleri ihmal edilmemelidir.
- **Veri Güvenliği ve Kriptografi Altyapısı:** Dijital dönüşüm sürecinde güvenliğin sağlanması, kooperatiflerin verilerini koruma ve güvenlik risklerini en aza indirme açısından büyük önem taşır. Özellikle blok zincir teknolojisinin şeffaf ve izlenebilir yapısı, veri güvenliği önlemleri alınmadığında risk oluşturabilir. Bu nedenle kooperatiflerin, kriptografi gibi güvenlik teknolojilerine dayalı bir altyapıya sahip olmaları, veri bütünlüğünün korunması ve kooperatif ortakları ve çalışanların güveninin sağlanması açısından gereklidir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen nitel gözlemler, tarımsal kooperatiflerin tedarik zinciri yönetiminde yenilikçi teknolojilerin potansiyel etkilerini ve blok zincir teknolojisinin uygulanabilirliğine dair mevcut algıları kapsamlı bir şekilde ortaya koymuştur. Bulgular, tarımsal kooperatiflerde tedarik zinciri yönetiminin izlenebilirlik, verimlilik ve pazarlama açısından kritik önem taşıdığını ve yenilikçi teknolojilerin bu alanlarda operasyonel avantajlar sağladığını göstermektedir. Ancak blok zincir teknolojisine yönelik farkındalığın düşük olduğu ve uygulama aşamasında maliyet, teknik altyapı eksikliği ve personel eğitimi gibi önemli engeller bulunduğu gözlemlenmiştir. Kooperatiflerin yeni-

likçi teknolojilerden tam anlamıyla faydalanabilmesi için özellikle teknik bilgiye sahip personelin varlığı, altyapı geliştirme ve uygulamalı eğitim süreçlerinin desteklenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, yenilikçi teknolojilerin tarımsal kooperatiflerde etkin bir şekilde kullanılabilmesi, uyum sağlama süreçlerinde güçlü bir destek mekanizmasının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Blok zincir teknolojisinde verilerin merkeziyetsiz ve dağınık yapıda depolanması önemli maliyet unsurları ortaya çıkarmaktadır. Özellikle her işlem için gerekli olan "gas fee" ödemeleri, sistemin tasarımının optimize edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum, blok zincir teknolojisinin önemli dezavantajlarından birini teşkil etmektedir. Geleneksel sistemlerden farklı olan bu altyapının işlem maliyetleri, teknolojinin kooperatifler tarafından yaygın kullanımını kısıtlayan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Blok zincir teknolojisinin benimsenmesi sürecinde öne çıkan endişelerin giderilebilmesi için, hedefe yönelik ve kapsamlı stratejilerin geliştirilmesi gereklidir. Öncelikle, **teknolojik endişelerin** azaltılması adına eğitim programları düzenlenerek katılımcılara blok zincir sistemlerinin işleyişi, kullanım kolaylığı ve teknik detayları hakkında bilgi verilmelidir. Bu süreçte, pratik uygulamaları içeren eğitimler, teknolojiye adaptasyonu hızlandırabilir. **Maliyet endişeleri**, devlet teşvikleri, hibe programları ve kooperatif içi finansal destek mekanizmaları ile hafifletilebilir. Özellikle, başlangıç aşamasında sistemlerin küçük ölçekli pilot projelerle test edilmesi, maliyetlerin kontrol altında tutulmasını sağlayabilir. **Uyum endişelerinin** giderilmesi için, blok zincir sistemlerinin kullanıcı dostu arayüzlere sahip olması ve bireylerin aşamalı bir şekilde adaptasyonunu destekleyen rehberlik hizmetleri sunulması önemlidir. **Güvenlik endişeleri** ise, kriptografi ve siber güvenlik önlemleri ile desteklenen sağlam bir altyapı oluşturularak azaltılabilir. Katılımcılara, blok zincir sistemlerinin güvenlik özellikleri (örneğin, verilerin değiştirilemezliği ve merkeziyetsiz yapısı) hakkında bilgilendirme yapılmalı ve bu özelliklerin riskleri nasıl minimize ettiği açıklanmalıdır. Bu tür bütünsel yaklaşımlar, blok zincir teknolojisine yönelik endişeleri azaltarak tarımsal kalkınma kooperatiflerinde başarılı bir adaptasyon sürecini destekleyebilir.

Anket ile katılımcılara yapılan nicel gözlemlerde nitel gözlemleri desteklemektedir. Buradan hareketle dijital dönüşüm sürecinde bu altyapı gereksinimlerinin karşılanması, kooperatiflerin tarımsal ve gıda sektöründe rekabet avantajı elde etmesine ve uzun vadeli başarı sağlamasına katkı sağlayacaktır. Teknolojik altyapının güçlü bir şekilde inşa edilmesiyle, kooperatifler dijital çağa uygun bir yapıya kavuşarak, sürdürülebilir ve yenilikçi bir işletme modeline dönüşme potansiyeline sahip olacaktır.

Araştırma bulguları ışığında, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde blok zincir teknolojinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Eğitim ve kapasite geliştirme sürecinde, kooperatif ortakları ve çalışanlarının yaşa özgü ihtiyaçlarına hitap edecek özel eğitim programlarının tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, özellikle ileri yaş gruplarının yeni teknolojilere adaptasyonunu kolaylaştırmak amacıyla, içerikler daha basit hale getirilerek uygulanabilir bir öğrenme yöntemi benimsenmelidir. Katılımcılara pratik bilgiler sunarak blok zincir teknolojisine dair kavrayışlarını artıracak uygulamalı öğrenme tekniklerinin kullanımı önerilmektedir.
- Eğitim sürecinin sürdürülebilir olması için sürekli eğitim ve destek mekanizmalarının oluşturulması önemlidir. Bu destek yapısı, katılımcıların öğrendiklerini uygularken karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olacak ve bilgi seviyelerini düzenli olarak güncellemelerini sağlayacaktır. Ayrıca, kuşaklar arası bilgi transferini teşvik eden ve genç ortakların teknoloji konusundaki bilgi ve deneyimlerini daha ileri yaştaki ortaklarla paylaşmalarına olanak tanıyan programlar geliştirilmelidir. Bu yaklaşımla, kooperatif ortakları ve çalışanları arasındaki bilgi paylaşımı ve dayanışma güçlendirilerek, yeni teknolojilerin daha geniş bir üye kitlesi tarafından benimsenmesi desteklenebilir.
- Teknolojik altyapının iyileştirilmesi sürecinde, kooperatiflerin ihtiyaçlarına uygun bir kademeli teknoloji entegrasyonu stratejisi izlenmesi gerekmektedir. Bu strateji, ortakların mevcut teknolojiye uyum sağlayarak daha karmaşık sistemlere geçiş yapmalarını kolaylaştıracak bir yapı sunacaktır. Kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilmesi, özellikle teknolojiye hakimiyeti düşük olan ortakların, sis-

temleri daha rahat kullanabilmelerine olanak tanıyacak ve blok zincir teknolojisine olan adaptasyonlarını hızlandıracaktır.

Kooperatiflerin şeffaflık ve güvenilirlik sorunlarını çözmek amacıyla, blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemlerinin kurulması önerilmektedir. Bu sistemler, tedarik zincirindeki her aşamayı takip edebilir hale getirerek ürünlerin kaynağından son kullanıcıya kadar olan yolculuğunu şeffaf bir şekilde gözlemlemeyi mümkün kılacaktır. Aynı zamanda, veri güvenliği standartlarına uygun olarak tasarlanmış bu altyapı ile gerçek zamanlı takip imkânları sağlanarak bilgi akışı güvence altına alınacak ve kooperatif ortakları ve çalışanlar arasında güven oluşturulacaktır. Bu iyileştirmeler, teknolojinin kooperatifler tarafından daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak verimliliği artıracaktır.

Blok zincir teknolojilerinde kurulacak sistem altyapılarında kullanılan mutabakat mekanizmalarının seçiminde enerji tüketimi ve karbon ayak izi gibi çevresel faktörlerin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. İş İspatı (Proof of Work) mekanizması, yüksek enerji tüketimiyle çevre üzerinde olumsuz bir etkiye yol açarken, Hisse İspatı (Proof of Stake) ve Bizans Hata Toleransı (PBFT) gibi alternatifler daha sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Bu alternatif mekanizmalar, enerji tüketimini minimize ederek iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunabilecek yenilikçi yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Blok zincir projelerinin gelecekte çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine daha fazla öncelik vermesi, bu teknolojilerin toplum ve gezegen için daha faydalı hale gelmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, enerji verimliliği ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesi, hem teknolojik ilerleme hem de çevresel sorumluluk açısından kritik bir gerekliliktir.

Organizasyonel düzenlemeler kapsamında, kooperatif yapısının teknoloji odaklı olarak yeniden tasarlanması önem arz etmektedir. Bu yapı değişikliği, kooperatifin dijital dönüşüm sürecini destekleyecek ve yenilikçi teknolojilerin benimsenmesini hızlandıracaktır. İş süreçlerinin dijitalleştirilmesi, operasyonel verimliliği artırarak kooperatif ortakları ve çalışanların günlük iş akışlarında daha etkin olmalarını sağlayacaktır. Dijital sistemlerin entegrasyonu ile, tedarik zincirinden yönetim süreçlerine kadar birçok alanda daha hızlı ve şeffaf bir işleyiş sağlanabilecektir.

Ayrıca, kooperatif içinde etkin bir iletişim stratejisinin geliştirilmesi, ortaklar arasında bilgi paylaşımını kolaylaştırarak kuşaklar arası bilgi transferini de destekleyecektir. Bu süreçte düzenli geri bildirim mekanizmalarının kurulması, ortakların deneyimlerini paylaşmalarını sağlayacak ve sistemlerin sürekli olarak iyileştirilmesine katkı sunacaktır. Geri bildirimlerin düzenli olarak değerlendirilmesi, ihtiyaçların daha iyi anlaşılmasını ve süreçlerin ortaklardan gelen öneriler doğrultusunda gelişmesini sağlayarak kooperatif yapısının dinamik ve uyumlu kalmasını temin edecektir.

Yasal ve düzenleyici çerçevenin güçlendirilmesi, kooperatiflerin blok zincir teknolojisini güvenle kullanabilmeleri için kritik bir unsurdur. Bu bağlamda, veri güvenliğine yönelik kapsamlı politikaların oluşturulması gerekmektedir. Bu politikalar, tüm dijital verilerin korunmasını sağlayarak ortakların güvenliğini kazanacak ve kooperatifin bilgi güvenliği standartlarını yükseltecektir.

Aynı zamanda, kişisel verilerin korunması hususunda, kooperatif yapısında gerekli düzenlemeler yapılmalı ve veri yönetimi süreçleri yasal mevzuata tam uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır. Ortakların kişisel bilgilerinin güvence altına alınması, kooperatifin güvenilirliğini artırarak teknolojiye adaptasyonu teşvik edecektir.

Düzenli denetim mekanizmalarının kurulması, sistemin işleyişinin sürekli olarak gözden geçirilmesine olanak tanıyacak ve olası güvenlik açıklarının hızla tespit edilmesini sağlayacaktır. Bu denetimler, kooperatifin yasal uyumluluğunu korurken aynı zamanda operasyonel verimliliğini artıracaktır. Son olarak, uyum süreçlerinin titizlikle planlanması ve ortakların bu süreçlere adaptasyonlarının sağlanması, kooperatifin dijital dönüşümde uzun vadeli başarı sağlamasına katkıda bulunacaktır.

Sürdürülebilirlik ve izleme sürecinde, kooperatiflerin dijital dönüşüm hedeflerine ulaşabilmesi için güçlü bir performans takip sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu sistem, kooperatif faaliyetlerinin ve blok zincir uygulamalarının etkinliğini düzenli olarak ölçmeyi sağlayarak başarı kriterlerine dayalı bir değerlendirme imkanı sunacaktır. Performans izleme sayesinde, kooperatifler gelişim süreçlerini daha sağlıklı bir şekilde yönetebilecektir.

Sürekli iyileştirme yaklaşımının benimsenmesi, sistemlerin güncel ve verimli kalmasını sağlamak için kritik bir stratejidir. Bu yaklaşım kapsamında, kooperatif ortaklarından ve çalışanlardan alınan geri bildirimler düzenli olarak değerlendirilmeli, böylece süreçlerin günlük işleyişe uygun hale gelmesi için yenilikçi çözümler geliştirilmelidir. Geri bildirimlere dayalı olarak, iyileştirme alanlarının belirlenmesi ve bu alanlarda gerekli düzenlemelerin yapılması, kooperatifin uzun vadeli başarıya ulaşmasında önemli rol oynayacaktır. Bu sürdürülebilir yaklaşım, kooperatiflerin değişen teknolojiye uyum sağlamasını kolaylaştırırken, aynı zamanda ortak memnuniyetini ve operasyonel verimliliği artıracaktır.

Kooperatiflerin blok zincir teknolojisini benimseyerek dijital dönüşüm süreçlerini güçlendirmesi, tarımsal kalkınma kooperatifleri için hem ekonomik hem de operasyonel açıdan önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu dönüşüm, izlenebilirlik ve şeffaflık sağlarken, üretim süreçlerinin daha verimli ve güvenilir bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyacaktır. Ancak, bu sürecin sürdürülebilir bir şekilde hayata geçirilebilmesi için öncelikle ekonomik maliyetlerin kontrol altına alınması gerekmektedir. Tarımsal uygulamalarda kullanılacak blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemleri, başlangıç aşamasında yalnızca kritik süreçlere entegre edilerek kaynakların etkin kullanımı sağlanabilecektir. Aynı zamanda, devlet teşvikleri ve hibe programları gibi finansal destek mekanizmaları, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin bu teknolojilere adaptasyon sürecini hızlandırabilecektir.

Blok zincir sistemleri, tarımsal kooperatiflerin denetim süreçlerinde de önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle ürünlerin tarladan sofraya kadar izlenebilirliğini sağlayan veri kayıtları, kooperatiflerin üretim süreçlerini gerçek zamanlı olarak takip etmelerine olanak tanımaktadır. Tarımsal üretimde sıkça karşılaşılan ürün kayıpları ve kalite sorunları, bu sistemler aracılığıyla hızlı bir şekilde tespit edilerek önlenilecektir. Bunun yanında, değiştirilemez veri kayıtları, kooperatiflerin denetim standartlarını yükselterek, üretim süreçlerinde şeffaflığı ve kooperatif ortakları arasında güveni sağlayacaktır. Kooperatif ortaklarına düzenli verilecek eğitim ve farkındalık çalışmaları, blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerin etkin kullanım ve benimsenmesini kolaylaştıracaktır.

Mevcut eksikliklerin giderilmesi ve blok zincir teknolojisinin tarımsal kooperatiflerde yaygınlaştırılması için iş birliği ağlarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Tarımsal kalkınma kooperatifleri arasında bilgi paylaşımını kolaylaştıracak platformların oluşturulması, yenilikçi uygulamaların hızla benimsenmesine katkı sunabilecektir. Kırsal bölgelerde internet erişimi gibi temel altyapı eksikliklerinin giderilmesi, özellikle tarımsal üretim yapan kooperatiflerin bu teknolojilere uyum sağlaması açısından önemlidir. Kamu ve özel sektör ortaklıkları aracılığıyla kırsal dijital altyapının güçlendirilmesi hem tarımsal üretimin verimliliğini hem de kırsal kalkınmayı destekleyecektir.

Aracıların ortadan kaldırılması ve süreçlerin otomasyonu sayesinde taşıma ve depolama maliyetlerinde belirgin düşüşler olacaktır. Akıllı sözleşmelerin entegrasyonu, teslimat sürelerini kısaltarak süreçleri hızlandırırken, gerçek zamanlı izleme ve otomatik uyarı sistemleri kayıp oranlarını önemli ölçüde azaltabilecektir. Dolandırıcılık tespitinde daha etkin bir yapı sunan blok zincir, özellikle yüksek değerli ürünlerin güvenliğini sağlamak için kritik bir araçtır. Sahte ürünlerin tedarik zincirine girişini engelleyerek, kooperatiflerin marka güvenilirliğini artırarak ve tüketicilere kaliteli ürünler sunmalarını sağlayacaktır. Bu tür teknolojik yaklaşımlar, tarımsal kalkınma kooperatiflerinin verimliliğini artırırken, bölgesel ekonomik kalkınmayı destekleme potansiyeline sahiptir.

Blok zincir teknolojisi, tarımsal kalkınma kooperatiflerinde dijital dönüşüm süreçlerinin hızlandırılmasında ve gıda tedarik zincirinin şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenilirlik hedeflerine ulaşılmasında kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu teknoloji, HACCP ve ISO 22000 gibi uluslararası standartlarla uyum sağlayarak gıda güvenliği risklerinin önlenmesi ve yönetiminde etkili çözümler sunma özelliğine sahiptir. Ayrıca, kırsal bölgelerde gıdaya erişimin artırılması, gıda israfının azaltılması ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesine imkan tanımaktadır. Dijital sertifikasyon, akıllı kontratlar ve yapay zeka entegrasyonu gibi ileri teknolojilerle birleştiğinde, blok zincir yalnızca kooperatiflerin rekabet gücünü artırmakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal üretimde sürdürülebilir kalkınmayı da destekleyecektir. Bu bağlamda, blok zincirin benimsenmesi hem kooperatif yapısının modernleşmesi hem de ülke tarımının uzun vadeli başarısı için stratejik bir gereklilik haline gelmiştir.

Blok zincir tabanlı izlenebilirlik sistemleri sayesinde kooperatiflerin veya işletmelerin üretim süreçlerinin kayıt altında olması, gıda ürünlerinde sıkça karşılaşılan kalite sorunlarının ve olası hataların erken tespitine imkan sağlamaktadır. Örneğin blok zincir sayesinde bozuk veya standartlara uygun olmayan bir ürünün hangi aşamada sorun yaşadığı tespit edilerek gerekli müdahaleler hızla yapılabilir. Bu sistem, gıda güvenliğini artırırken, aynı zamanda olası ürün geri çağırma süreçlerini daha etkin ve hızlı hale getirecektir. Ayrıca, küresel ölçekte artan nüfus ve değişen tüketici taleplerine cevap verebilmek için gıda tedarik zincirinin daha verimli hale getirilmesi kritik öneme sahiptir. Blok zincir tabanlı sistemler, ürünlerin tüketiciye ulaşma süreçlerini optimize ederek, israfın azaltılmasına ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının teşvik edilmesine olanak tanımaktadır.

Yerelden küresele uzanan dinamik karar alma süreçleri, politika yapıcılarının güvenilir veri yönetimi ve hızlı müdahale mekanizmaları geliştirmesine olanak tanıyacak, böylece tarım sektöründe sürdürülebilirlik, rekabet gücü ve kriz yönetimi konusunda daha etkili stratejiler oluşturulabilecektir. Kooperatifler, artan şeffaflık ve izlenebilirlik sayesinde üretimden pazarlamaya kadar tüm süreçlerde daha verimli ve güvenilir hale gelecek, bu da onlara hem yerel hem de uluslararası pazarlarda rekabet avantajı sağlayacaktır. Ayrıca, teknolojik altyapılarını güçlendirerek inovasyon kapasitelerini artırmaları teşvik edilecektir. Tüketiciler ise, akıllı kontratlar ve güvenilir ürün etiketlemesi sayesinde ürünlerin kaynağından tüketiciye kadar izlenebilirlik sağlayarak, gıda güvenliği ve kalite standartları konusunda yüksek düzeyde güvence elde edebileceklerdir. Bu da bilinçli tercihler yapmalarını ve özellikle niş ürünlerde pazarlamada istenilen bir unsur olan marka bağlılıklarının artmasını sağlayabilecektir.

Bununla birlikte, On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) kapsamında Türkiye'nin kırsal kalkınma ve tarımsal kalkınma planlamasında **blok zincir teknolojisinin doğrudan ele alınmadığı görülmektedir**. Tarım sektörü açısından büyük bir potansiyel barındıran bu teknolojinin, **gıda güvenliği ve güvencesi ile bağlantısının kurulmamış olması önemli bir eksiklik olarak öne çıkmaktadır**. Aynı şekilde 2024 ile 2028 yıllarını kapsayan IV. Ulusal kırsal kalkınma stratejisi belgesinde blok zincir konusuna hiçbir şekilde değinilmemiştir. Bu durumun temel nedenlerinden biri, kalkınma planları ve strateji belge-

lerini hazırlayan çalışma gruplarında blok zincir gibi ileri teknolojilerin yeterli şekilde değerlendirilmemesidir. Uzun vadede bu teknolojinin etkin şekilde benimsenebilmesi için, kırsal kalkınma politikalarında blok zincirin rolünün açıkça tanımlanması, uzmanlık kapasitesinin artırılması ve uygulama alanlarının genişletilmesi gerekmektedir.

Ayrıca, teknolojinin ilerleme hızı tarım ekonomisi alanındaki akademik çalışmaların yazılım temelli yaklaşımlara yönelmesi, araştırmacıların mevcut teknolojileri değerlendirmek yerine kendi yazılım ve algoritmalarını geliştirmeleri sayesinde hem akademik hem de kırsal düzeyde hızla dönüşen teknolojiye uyum sağlanmasının kaçınılmaz olduğunu ortaya koymuştur. **Tarım ekonomisi eğitim içeriklerinde yazılım ve algoritma odaklı müfredatın daha etkin şekilde kullanılması, bu hızlı dönüşüm sürecinde vazgeçilmez bir gereklilik haline gelmiştir.** Kırsal kalkınma çalışmalarında dijital dönüşüm unsurlarının bütüncül olarak değerlendirilmesi, alan dışı teknoloji uzmanlarının da yer aldığı multidisipliner ekiplerin oluşturulmasıyla desteklendiğinde, kooperatifler, politika yapıcılar ve tüketicilerin beklentilerine uygun, somut ve uygulanabilir yol haritalarının geliştirilmesi mümkün hale gelecektir.

Bu çalışma, tarım sektöründe blok zincir tabanlı bir modelin uygulanabilirliğini ortaya koyarak, Türkiye’de kırsal kalkınma politikalarında teknoloji entegrasyonuna yönelik yeni bir perspektif sunmaktadır. Türkiye’de bu özellikleri ile bir ilk niteliğinde öne çıkmaktadır.

Son söz olarak, dijital dönüşüm yolculuğunda atılacak stratejik adımlar, tarımsal kalkınma kooperatiflerini geleceğe taşıyacak sağlam temelleri oluşturacaktır. Blok zincir teknolojisinin başarılı bir şekilde entegrasyonu için, eğitim ve kapasite geliştirme çalışmalarına öncelik verilmesi, ortakların dijital yetkinliklerinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye tarımının küresel rekabet ortamında sürdürülebilir ve yenilikçi bir yapıya kavuşabilmesi için, yalnızca teknolojik altyapının güçlendirilmesi değil, üretimden pazarlamaya kadar tüm süreçlerin dijital entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu kapsamlı dönüşüm, sadece kooperatifler özelinde değil Tüm Türkiye tarımının modernizasyonunu ve verimlilik artışını destekleyerek, yerel üreticilerden uluslararası pazarlara uzanan güçlü bir ekosistem oluşturabilecektir. Bu çalışma, tarım sektö-

ründe ürün kalitesinin korunmasını, marka güvenilirliğinin artırılmasını ve ortak sertifikasyon programlarıyla bu güvenin pekiştirilmesini sağlamayı hedeflemektedir. Blok zincir teknolojisinin sunduğu imkanlar sayesinde sektörde şeffaf, sürdürülebilir ve rekabetçi bir ekonomik yapı oluşturulabilecek, böylece tarımsal üretim süreçlerinde köklü bir modernleşme süreci desteklenebilecektir. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin kırsal kalkınma politikalarında blok zincir tabanlı çözümlerin somut katkılar sunduğunu ve bu katkıların, tarımın geleceğine yön veren entegre ve sürdürülebilir bir modelin oluşturulmasında kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Abbas, H., Hussain, M., Zahid, S., & Ahmed, R. 2023. Enhancing Food Security: A Blockchain-Enabled Traceability Framework to Mitigate Stockpiling of Food Commodities. 2023 International Conference on IT and Industrial Technologies (ICIT), 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICIT59216.2023.10335828>.
- Abdi, H., & Williams, L. J. 2010. Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test. In N. J. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of Research Design* (pp. 1-5). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Abu-Elezz, I., Hassan, A., Nazeemudeen, A., Househ, M., & Abd-Alrazaq, A. 2020. The benefits and threats of Blockchain technology in healthcare: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104246. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104246>.
- Agrawal, D., Minocha, S., Namasudra, S., & Gandomi, A. H. 2022. A robust drug recall supply chain management system using hyperledger Blockchain ecosystem. *Computers in Biology and Medicine*, 140, 105100.
- Agresti, A. 2012. *Categorical data analysis* (Vol. 792). John Wiley & Sons.
- Akar E. Ve Kayahan C. 2007. *Elektronik Ticaret Ve Elektronik İş*, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul
- Alyaseen, I. F. T. 2019. Consensus algorithms Blockchain: A comparative study. *International Journal on Perceptive and Cognitive Computing*, 5(2), 66-71. DOI: <https://doi.org/10.31436/ijpcc.v5i2.103>
- Anđelković, A., & Radosavljević, M. 2018. Improving order-picking process through implementation of warehouse management system. , 23, 3-10. <https://doi.org/10.5937/STRAMAN1801003A>.
- Anonim 2020 Blockchain Migros'ta devreye girdi Erişim Tarihi 01.07.2024 Erişim Adresi <https://www.migroskurumsal.com/medya/bizden-haberler/migros-ticaret-as-icra-baskani-ozgur-tort-blockchainr-migrosta-devreye-girdi-814>
- Anonim 2021. Türkiye'de Kooperatifcilik Erişim Adresi: <https://ticaret.gov.tr/kooperatifcilik/bilgi-bankasi/kooperatifler-hakkinda/turkiyede-kooperatifcilik> Erişim Tarihi: 01.10.2024
- Anonim 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) Erişim adresi: <https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/> Erişim Tarihi: 10.01.2025
- Anonim 2024a. Erişim Adresi :<https://www.facebook.com/groups/564571090324522/> Erişim Tarihi: 24.09.2024
- Anonim, 2024b Ödemiş Kaymakamlığı Resmi Web Sitesi. Erişim Adresi: <http://www.odemis.gov.tr/>
- Anonim 2024c Writing a White Paper. <https://writingcenter.uagc.edu/writing-white-paper>
- Anonim. 2024d. S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Kooperatif Raporu. S.S. Ödemiş Bademli Fidancılık Tarımsal Kalkınma Kooperatifi.

- Anonim, 2024e. Ödemiş Ticaret Borsası Resmi Web Sitesi. <https://www.otb.org.tr/odemis-hakkinda.html>
- Anonim, 2024f. *Tarımsal Amaçlı Örgütlerin Derecelendirilmesi*. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Duyuru/532/Tarimsal-Amacli-Orgutlerin-Derecelendirilmesi>. Erişim Tarihi 09.12.2024
- Anonim, 2025. Dimitra's Connected Coffee Uygulaması ekran görüntüsü Erişim Adresi: <https://dimitra.io/connected-coffee/> Erişim Tarihi:10.01.2025
- Antonopoulos, A. M., & Wood, G. 2018. Mastering Ethereum: Building smart contracts and DApps. O'Reilly Media.
- Atrek, Y., Marcone, M., Gregori, G., Temperini, V., & Moscatelli, L. 2014. Relationship Quality in Supply Chain Management: A Dyad Perspective. *Ege Academic Review*, 14, 371-381. <https://doi.org/10.21121/EAB.2014318024>.
- Azbeğ, K., Ouchetto, O., Jai Andaloussi, S., Fetjah, L. 2021. An Overview of Blockchain Consensus Algorithms: Comparison, Challenges and Future Directions. In: Saeed, F., Al-Hadhrami, T., Mohammed, F., Mohammed, E. (eds) *Advances on Smart and Soft Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1188. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6048-4_31
- Baboshkin, P.; Mikhaylov, A.; Shaikh, Z.A. 2022. Sustainable Cryptocurrency Growth Impossible? Impact of Network Power Demand on Bitcoin Price. *Financ. Zhurnal Financ. J.* 2022, 116–130. Available online: <https://ideas.repec.org/a/fru/finjrn/220308p116-130.html> (Erişim: 01.02. 2023).
- Başkol, M. 2011. Bir Rekabet Aracı Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji ve Yaklaşımlar, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 3(5): 13-27.
- Beck, R., & Weitzel, T. 2005. Some Economics of Vertical Standards: Integrating SMEs in EDI Supply Chains. *Electron. Mark.*, 15, 313-322. <https://doi.org/10.1080/10196780500302781>.
- Bellare, M., Namprempre, C., & Neven, G. 2009. Security proofs for identity-based identification and signature schemes. *Journal of Cryptology*, 22(1), 1-61.
- Bitterer, A. 2007. Business Intelligence Summit 2007. Boston MA.
- Boddy M. 2019. DOrg LLC purports to be first legally valid DAO under US law. DOrg LLC. <https://cointelegraph.com/news/dorg-llc-purports-to-be-first-legally-valid-dao-under-us-law>
- Bollier, D. 2002. Silent theft: The private plunder of our common wealth. Routledge. ISBN-13 : 978-0415944823
- Bonneau, J., Herley, C., Van Oorschot, P. C., & Stajano, F. 2020. The Quest to Replace Passwords: A Framework for Comparative Evaluation of Web Authentication Schemes. *ACM Computing Surveys*, 52(5), 1-33.
- Bouachir, O., Aloqaily, M., Tseng, L., & Boukerche, A. 2020. Blockchain and fog computing for cyberphysical systems: The case of smart industry. *Computer*, 53(9), 36-45. <https://doi.org/10.1109/MC.2020.2996212>

- Boyd, S., & Keromytis, A. 2004. SQLrand: Preventing SQL Injection Attacks., 292-302. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24852-1_21.
- Bronack, T. 2011. Inventory Management System. Standards and Procedures Manual, 1-37
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. 1974. Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69(346), 364–367. <https://doi.org/10.2307/2285659>
- Buterin, V. 2013. Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform. Retrieved from <https://ethereum.org/greeter>
- Buterin, V. 2014. A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. Ethereum White Paper, 3(37), 2-36.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. 2018. Blockchain-based traceability in agri-food supply chain management: A practical implementation. *2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IoT Tuscany)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021>
- Castillo, R., Caliwag, J., Pagaduan, R., & Nagua, A. 2019. Prevention of SQL Injection Attacks to Login Page of a Website Application using Prepared Statement Technique. *Proceedings of the 2nd International Conference on Information Science and Systems*. <https://doi.org/10.1145/3322645.3322704>.
- Castro, M., & Liskov, B. 2002. Practical Byzantine fault tolerance. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, 20(4), 398-461 <https://doi.org/10.1145/571637.571640>
- Chauhan, A., Malviya, O., Verma, M., & Mor, T. 2018. Blockchain and Scalability. *2018 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C)*, 122-128. <https://doi.org/10.1109/QRS-C.2018.00034>.
- Chen, H., Papazafeiropoulou, A., & Dwivedi, Y. K. 2010. Maturity of supply chain integration within small- and medium-sized enterprises: Lessons from the Taiwan IT manufacturing sector. *International Journal of Management and Enterprise Development (IJMED)*, Vol. 9, No. 4, 2010 <https://doi.org/10.1504/IJMED.2010.037562>.
- Chen, W., Xu, Z., Shi, S., Zhao, Y., & Zhao, J. 2018. A survey of Blockchain applications in different domains. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Blockchain Technology and Application* (pp. 17-21). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICBTA.2018.8694902>
- Chen, Y.-C., Chou, Y.-P., & Chou, Y.-C. 2019. An Image Authentication Scheme Using Merkle Tree Mechanisms. *Future Internet*, 11(7), 149. <https://doi.org/10.3390/fi11070149>
- Chen, Y., Martínez, J.-F., Castillejo, P., & López, L. 2019. A bilinear map pairing based authentication scheme for smart grid communications: PAuth. *IEEE Access*, 7, 22633–22643. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2898376>
- Chiap, G., Ranalli, J., Bianchi, R. 2019. Blockchain Tecnologia e applicazioni per il business. ISBN:978-88-203-9007-5, 2019, 1-121.

- Chopra, S., & Meindl, P. 2001. Strategy, planning, and operation. Supply Chain Management, 13-17.
- Chow, Y.-W., Susilo, W., Yang, G., & Au, M. 2016. Authentication and Transaction Verification Using QR Codes with a Mobile Device. In Proceedings of the International Conference on Information Security (pp. 437-451). doi:10.1007/978-3-319-49148-6_36.
- Christopher, M. (2005). Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks, Prentice Hall Press, London.
- Cochran, W.G. 1954 The Combination of Estimates from Different Experiments. Biometrics, 10, 101-129. <https://doi.org/10.2307/3001666>
- Cowles, M., & Davis, C. 1982. On the Origins of the .05 Level of Statistical Significance. American Psychologist, 37, 553-558. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.5.553>.
- Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. 2016. Blockchain technology: Beyond bitcoin. Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical Report. Erişim Adresi <http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf> Erişim Tarihi 01.08.2024
- Cyr T. 2019. dOrg launches first limited liability DAO. Gravel & Shea PC. <https://gravelshea.com/2019/06/dorg-launches-first-limited-liability-dao/>
- Çancı, M., ve Erdal, M. 2013, "Lojistik Yönetimi", (Genişletilmiş 4. B.). İstanbul: Utikad Yayınları.
- Čech, M., & Lenort, R. 2021. Modelling of financial resource allocation for increasing the supply chain resilience using Markov chains. Acta Logistica, 8(2), 141-151. <https://doi.org/10.22306/al.v8i2.213>
- Dai, W., Deng, J., Wang, Q., Cui, C., Zou, D., & Jin, H. 2018. SBLWT: A Secure Blockchain Lightweight Wallet Based on Trustzone. IEEE Access, 6, 40638-40648. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2856864>
- Dave, D., Parikh, S., Patel, R., & Doshi, N. 2019. A survey on blockchain technology and its proposed solutions. Procedia Computer Science, 160, 740-745. doi: 10.1016/j.procs.2019.10.200
- Davenport, T.H. 2000. Mission Critical: Realizing The Promise of Enterprise Systems, Harvard Business School Press, Boston MA.
- Davila J. 2021. Decentralisation at work: Cooperatives on the Blockchain. dGen Blog. <https://dgen.org/decentralisation-at-work-cooperatives-on-the-Blockchain/>
- de Boissieu, Kondrateva, G., Baudier, P., & Ammi, C. 2021. The use of Blockchain in the luxury industry: Supply chains and the traceability of goods. Journal of Enterprise Information Management, 34(5), 1318-1338. <https://doi.org/10.1108/JEIM-11-2020-0471>
- Dimitra 2024 Erişim adresi <https://dimitra.io/connected-coffee/> Erişim Tarihi 18.11.224
- Drescher, D. 2018. Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. Springer.

- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S., & Li, Z. 2020. A content-analysis based literature review in Blockchain adoption within food supply chain. *International journal of environmental research and public health*, 17(5), 1784.
- DuBois, P. 2013. MySQL. Addison-Wesley. <https://books.google.com.tr/books?id=PNBtMQEACAAJ>
- Dufva M. (2016). Platform cooperatives. Erişim Tarihi 10.07.2024, Erişim adresi: <https://platformvaluenow.aalto.fi/signals/platform-cooperatives-2/index.html> Erişim Tarihi:06.01.2025
- Dujak, D., & Sajter, D. 2019. Blockchain Applications in Supply Chain. In *Blockchain Applications in Supply Chain* (pp. 21-43). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91668-2_2
- Dumitrascu, O., Dumitrascu, M., & Dobrota, D. 2020. Performance Evaluation for a Sustainable Supply Chain Management System in the Automotive Industry Using Artificial Intelligence. *Processes*, 8(11), 1-20. <https://doi.org/10.3390/pr8111384>
- Dunn, R., & Smyth, M. 2024. Blockchain-Based Solutions for Reducing Inventory Shrinkage and Fraud. *International Journal of Mechanical and Electrical Engineering*. <https://doi.org/10.62051/ijmee.v3n1.03>.
- Erdal, M., ve Elitaş, C. (2014). Tedarik Zinciri Yönetimi. Beta Yayınları
- Fisher, R. A. 1922. On the interpretation of χ^2 from contingency tables, and the calculation of P. *Journal of the Royal Statistical Society*, 85(1), 87–94. <https://doi.org/10.2307/2340521>
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. 2020. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
- Folkinshteyn, D. and Lennon, M. 2016 Braving Bitcoin: A Technology Acceptance Model (TAM) Analysis. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 18, 220-249. <https://doi.org/10.1080/15228053.2016.1275242>
- Ganesh, C., Orlandi, C., & Tschudi, D. 2019. Proof-of-stake protocols for privacy-aware Blockchains. In *Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques* (pp. 690-719). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-17653-2_23
- Ganeshan, R., Jack, E., Magazine M. J. and Stephens, P.A. 2000. Taxonomic Review of Supply Chain Management Research, QAOM Department The University of Cincinnati.
- Geng, W., Liu, L., Zhao, J., Kang, X., & Wang, W. 2024. Digital technologies adoption and economic benefits in agriculture: A mixed-methods approach. *Sustainability*, 16(11), 4431. <https://doi.org/10.3390/su16114431>
- Gerdan, D., Koç, C., & Vatandaş, M. 2020. Gıda Ürünlerinin İzlenebilirliğinde Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(2), 8-14.

- Gill, S. S., Tuli, S., Xu, M., Singh, I., Singh, K. V., Lindsay, D., Tuli, S., Smirnova, D., Singh, M., Jain, U., & et al. 2019. Transformative effects of IoT, Blockchain and Artificial Intelligence on cloud computing: Evolution, vision, trends and open challenges. *Internet of Things*, 8, 100118.
- Günen, E. 2019. Nestle Blockchain Tabanlı Tedarik Zinciri Projesini Başlattı. Erişim Tarihi 01.07.2024 Erişim Adresi: <https://fintechtime.com/2019/07/nestle-blockchain-tabanlı-tedarik-zinciri-projesini-baslatti/>
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. 2004. Information systems in supply chain integration and management. *Eur. J. Oper. Res.*, 159, 269-295. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.016>.
- Griffis, S., & Goldsby, T. 2007. Transportation management systems: an exploration of progress and future prospects.. *Journal of Transportation Management*, 18, 14. <https://doi.org/10.22237/JOTM/1175385780>.
- Guo, J., Jiang, Z., Li, L., & Bian, J. 2021. Mathematical Modeling of Transaction Latency on Ethereum. 2021 IEEE International Conference on Joint Cloud Computing (JCC), 34-37. doi:10.1109/JCC53141.2021.00017.
- Gülçubuk, B. 2022. Türkiye'nin kooperatif politikası(-zlığı) – II: Dünyadan farklılığımız. *Gazete Durum*. <https://www.gazetedurum.com.tr/yazar/Bulent-Gulcubuk/turkiye-nin-kooperatif-politikasi-zligi-%E2%80%93-ii-dunyadan-farklilikimiz-18323>
- Haber S., W.S. Stornetta, 1991 "How to time-stamp a digital document," In *Journal of Cryptology*, vol 3, no 2, pages 99-111, doi : 10.1007/BF00196791 . ISSN 1432-1378 . S2CID 14363020 .
- Habib, G.; Sharma, S.; Ibrahim, S.; Ahmad, I.; Qureshi, S.; Ishfaq, M. 2022 Blockchain Technology: Benefits, Challenges, Applications, and Integration of Blockchain Technology with Cloud Computing. *Future Internet* 2022, 14, 341. <https://doi.org/10.3390/fi14110341>
- Hackius, N., ve Petersen, M. 2017. Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat, In *Proceedings (8-13)*. Hamburg International Conference of Logistics (HICL), 112-13 October, Hamburg.
- Harold, E. R., and Means, W. S. 2004. XML in a Nutshell. O'Reilly Media.
- Härting, R.-C., Sprengel, A., Wottle, K., Rettenmaier, J. 2020. Potentials of Blockchain Technologies in Supply Chain Management - A Conceptual Model. *Procedia Computer Science*, 176, 1950-1959. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.334>.
- Haverbeke, M. 2018. Eloquent javascript: A modern introduction to programming. No Starch Press. ISBN: 9781593279509.
- Hayes, A. 2019. The socio-technological lives of bitcoin. *Theory Cult. Soc.* 2019, 36, 49–72.
- Hennelly, P. A., Srail, J. S., Graham, G., & Fosso Wamba, S. 2019. Rethinking supply chains in the age of digitalization. *Production Planning & Control*, 31(2-3), 93-95. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631469>

- Hersh, M.A. 1999, Sustainable Decision Making : The Role of Decision Support Systems. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part C: Applications and Reviews, Vol. 29, No.3, August 1999. Houlihan, J.B. (1985), “International Supply Chain Management”, International Journal of Physical Distribution and Materials Management, 15(1): .22-38.
- Hong, W., Mao, J., Wu, L., & Pu, X. 2021. Public cognition of the application of blockchain in food safety management—Data from China’s Zhihu platform. Journal of Cleaner Production, 303, 127044. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127044>.
- Hooper, A. 2023. From farm to cup: How blockchain is used in the coffee supply chain. Cointelegraph. Retrieved from <https://cointelegraph.com/news/from-farm-to-cup-how-blockchain-is-used-in-the-coffee-supply-chain>
- Hu, Q., & Quan, J. 2005. Evaluating the impact of IT investments on productivity: A causal analysis at industry level. International Journal of Information Management, 25(1), 39-53.
- IBM 2020 IBM Food Trust Delivers Traceability, Quality Assurance to Major Olive Oil Brands with Blockchain Erişim adresi: <https://newsroom.ibm.com/2020-11-11-IBM-Food-Trust-Delivers-Traceability-Quality-Assurance-to-Major-Olive-Oil-Brands-with-Blockchain> Erişim Tarihi :01.10.2024
- IBM 2024 IBM Food Trust Erişim Adresi: <https://www.ibm.com/docs/tr/food-trust?topic=overview> Erişim Tarihi :02.10.2024
- ICA 1995 Review of International Co-operation, Vol. 88 Switzerland: International Co-operative Alliance.
- ICA 2022. The 2019 World Cooperative Monitor, erişim adresi <https://www.ica.coop/en> tarih:17.07.2022 Anonim 2022 <http://www.platformkoop.org/> Erişim Tarihi: 01.10.2024
- ICA 2023 World Cooperative Monitor 2023 <https://monitor.coop/en/media/library/research-and-reviews-world-cooperative-monitor/world-cooperative-monitor-2023> Erişim Tarihi 01.10.2024
- ICA 2024. The 2019 World Cooperative Monitor, erişim adresi <https://www.ica.coop/en> tarih:17.09.2024
- Idrisa, Y., Ogunbameru, B., & Shehu, H. 2013. Use of Information and Communication Technology (ICT) among Extension Workers in Borno State, Nigeria. *The Journal of Agricultural Extension*, 17, 69-77. <https://doi.org/10.4314/JAE.V17I1.7>.
- ILO 2011 Value Chain Development Briefing paper 2:
- ILO 2018. KOOPERATİF İSTATİSTİKLERİ ODAK NOKTASI: TÜRKİYE https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---coop/documents/publication/wcms_615734.pdf. ISBN 1-84542-916-8
- Jabbar, R.; Dhib, E.; ben Said, A.; Krichen, M.; Fetais, N.; Zaidan, E.; Barkaoui, K. 2022. Blockchain Technology for Intelligent Transportation Systems: A Systematic Literature Review. IEEE Access 2022, 10, 20995–21031.

- Joshi, A. P., Han, M., & Wang, Y. 2018. A survey on security and privacy issues of Blockchain technology. *Mathematical Foundations of Computing*, 1(1), 121-147. <https://doi.org/10.3934/mfc.2018008>
- Kahn, D. 1996. *The Codebreakers: The Comprehensive History of Secret Communication from Ancient Times to the Internet*. New York, NY: Scribner.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. 2020. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. 2019. The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. *ArXiv*, abs/1908.07391. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>.
- Kante, M., Oboko, R., & Chepken, C. 2019. Influence of perception and quality of ICT-based agricultural input information on use of ICTs by farmers in developing countries: Case of Sikasso in Mali. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 83(9), 1–21. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2017.tb00617.x>
- Kaur, H.; Alam, M.A.; Jameel, R.; Mourya, A.K.; Chang, V. 2018. A proposed solution and future direction for Blockchain-based heterogeneous medicare data in cloud environment. *J. Med. Syst.* 2018, 42, 156.
- Keil, T., Eloranta, E., Holmström, J., Järvenpää, E., Takala, M., Autio, E., & Hawk, D. 2001. Information and communication technology driven business transformation---a call for research. *Computers in Industry*, 44, 263-282. [https://doi.org/10.1016/S0166-3615\(01\)00074-4](https://doi.org/10.1016/S0166-3615(01)00074-4).
- Kim, H., & Laskowski, M. 2017. Agriculture on the Blockchain: Sustainable Solutions for Food, Farmers, and Financing. *Energy Engineering (Energy) eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3028164>.
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. 2017. Digital supply chain transformation toward blockchain integration (In Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences). USA: Hawaii.
- Krdzalic, Y. 2021. Blockchain explained: The complete guide [2018 update—part 2]. Erişim: 10.02.2023, Erişim Adresi: <https://www.trentonsystems.com/blog/Blockchain-explained-the-complete-guide-part-2>
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583–621. <https://doi.org/10.2307/2280779>
- Kumar, R. L., Khan, F., Kadry, S., & Rho, S. 2022. A survey on blockchain for industrial internet of things. *Alexandria Engineering Journal*, 61(8), 6001-6022.
- Kurtuluş, Ö. 2022. Sosyal ve dayanışma ekonomisinin dijital hali: Platform kooperatifçiliği. Erişim Tarihi 01.07.2024 Erişim Adresi: <https://ozgurkurtulus.com.tr/platform-kooperatifciligi-2/>
- Kwak, S. 2023. Are Only p-Values Less Than 0.05 Significant? A p-Value Greater Than 0.05 Is Also Significant!. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*, 12, 89 - 95. <https://doi.org/10.12997/jla.2023.12.2.89>.

- Lai, K.-H., & Cheng, T.C.E. 2009. Just-in-Time Logistics (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315590875>
- Lambert, D.M. and Cooper, M.C. 2000. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83. [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00113-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00113-3)
- Law, A. 2017. Smart contracts and their application in supply chain management (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Levene, H. 1960. Robust tests for equality of variances. *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, 278–292.
- Levine, S. 1999. “The ABCs of ERP”, *America’s Network*, 103(13), s.54, <http://trial.epnet.com> (10.12.2000).
- Li, Fanghua & Zang, Dungang & Chandio, Abbas & Yang, Dongmei & Yuansheng, Jiang. (2023). Farmers' adoption of digital technology and agricultural entrepreneurial willingness: Evidence from China. *Technology in Society*. 73. 102253. [10.1016/j.techsoc.2023.102253](https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102253).
- Lloyd, S. P. 1982. Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory*, 28(2), 129–137. <https://doi.org/10.1109/TIT.1982.1056489>
- Mabert, V.M., Soni A., ve Venkataramanan, M.A. 2000. Enterprise Resource Planning Survey Of USA Manufacturing Firms, *Production And Inventory Management Journal*, 41(2), ss.52–58.
- Madhwal, Y., Borbon-Galvez, Y., Etemadi, N., Yanovich, Y., & Creazza, A. 2022. Proof of Delivery Smart Contract for Performance Measurements. *IEEE Access*, PP, 1-1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3185634>.
- Maersk. 2021. How Blockchain technology is beefing up supply chain visibility. <https://www.maersk.com/news/articles/2021/07/27/how-Blockchain-technology-is-beefing-up>
- Malkhi, D., Reiter, M. 1998. Byzantine quorum systems. *Distrib Comput* 11, 203–213 (1998). <https://doi.org/10.1007/s004460050050>
- Mao, D., Wang, F., Hao, Z., & Li, H. 2018. Credit evaluation system based on blockchain for multiple stakeholders in the food supply chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1627. doi: [10.3390/ijerph15081627](https://doi.org/10.3390/ijerph15081627).
- Menezes, A., van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. 1997. *Handbook of Applied Cryptography*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Mengal, A., Habib, S., Baloch, F., & Siddiqui, A. 2016. An innovative approach of public and private extension services regarding diffusion and adoption of agricultural technology in Balochistan, Pakistan: A conceptual framework.
- Merkle R.C., 1980. "Protocols for public key cryptosystems," *Proc. 1980 Symposium on Security and Privacy içinde*, IEEE Computer Society, sayfa 122-133, Nisan 1980.
- Merkle, R. C. 1987. A digital signature based on a conventional encryption function. *Advances in Cryptology—CRYPTO’87*, 369-378.

- Mougayar, W. 2016. The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Mülayim Z. 2013. Kooperatifçilik Güncellenmiş ve yenilenmiş yedinci baskı, Ankara
- Nakamoto S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Cryptography Mailing List. Bitcoin White Paper. Erişim Adresi: Bitcoin.org. Erişim Tarihi:01.09.2024
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. 2016. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press.
- Neubert, G., Ouzrout, Y., & Bouras, A. 2004. Collaboration and integration through information technologies in supply chains. Int. J. Technol. Manag., 28, 259-273. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2004.005065>.
- NIST 2015. Secure Hash Standard (SHS).National Institute of Standards and Technology Retrieved from <https://csrc.nist.gov/> DOI:<http://dx.doi.org/10.6028/NIST.FIPS.180-4>
- Nofer, M., P. Gomber, O. Hinz ve D. Schiereck. 2017. "Blockchain." Business & Information Systems Engineering 59 (3): 183-187.
- OECD 2008. Radio Frequency Identification (RFID): A focus on information security and privacy. OECD Publishing.
- Onu, D. 2006. Analysis of the factors influencing farmers' adoption of alley farming technology under intensified agriculture in Imo State, Nigeria; using a qualitative choice model. *South African Journal of Agricultural Extension*, 35, 158-175.
- Özdemir, A.İ. 2004 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23: 87-96.
- Parmentola, A., Petrillo, A., Tutore, I., & De Felice, F. 2022. Is Blockchain able to enhance environmental sustainability? A systematic review and research agenda from the perspective of Sustainable Development Goals (SDGs). *Business Strategy and the Environment*, 31(1), 194-217. DOI: 10.1002/bse.2882
- Pearson, K. 1900. The chi-square test of independence. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 187, 253-318. <https://doi.org/10.2139/ssrn.199> (Atıf: Pearson, 1900)
- Peaster W. 2019. Blockchain developers dOrg create first legally registered DAO. Erişim Adresi: [https:// https://blockonomi.com/dorg-create-first-legally-registered-dao/](https://blockonomi.com/dorg-create-first-legally-registered-dao/) Erişim Tarihi:06.01.2025
- Porter, M.E. 1985. "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance", New York: The Free Press, 1985.
- Poux P. 2022. What Are Blockchain-Based Platform Cooperatives?? Platform Cooperativism Consortium. <https://platform.coop/blog/what-are-blockchain-based-platform-cooperatives/>
- Prajogo, D., & Olhager, J. 2012. Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics in-

- tegration. *International Journal of Production Economics*, 135, 514-522. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2011.09.001>.
- Provenance. 2016. From shore to plate: Tracking tuna on the Blockchain. Erişim Adresi <https://www.provenance.org/tracking-tuna-on-the-Blockchain> Erişim Tarihi:01.10.2024
- R3. 2023. IS shaping the future of regulated markets. Innovate today to prepare for tomorrow's digital economy. Erişim Adresi <https://www.r3.com/> Erişim Tarihi 21.11.2024
- Rajagopal, R. 2002. An Innovation Diffusion View Of Implementation Of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems And Development
- Rajashekar MB, Sundaram SM 2022. Dynamic Attribute Tree for the Data Encryption and Third Party Auditing for Cloud Storage. *Indian Journal of Science and Technology* 15(17): 798-805. <https://doi.org/10.17485/IJST/v15i17.2413>
- Ramadoss, R. 2022. Blockchain technology: An overview. *IEEE Potentials*, 41, 6–12.
- Rocchetto, M., Ochoa, M., & Dashti, M. 2014. Model-Based Detection of CSRF. , 30-43. https://doi.org/10.1007/978-3-642-55415-5_3.
- Rosencrance L. 2020. 7 real-life Blockchain in the supply chain use cases and examples. TechTarget.<https://www.techtarget.com/searcherp/feature/7-real-life-Blockchain-in-the-supply-chain-use-cases-and-examples>
- Ross, D. 2015. Information Technology and Supply Chain Management. . https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7578-2_15.
- Rousseeuw, P. J. 1987. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20(1), 53–65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- 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. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- Sağbaş M. 2015. Tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri, çeviklik ve entegrasyonun operasyonel ve finansal performansa etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., & Omar, M. 2019. Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain. *IEEE Access*, 7, 73295-73305. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918000>.
- Salem, H., Mazzara, M., Saleh, H., Husami, R., & Hattab, S. M. 2022. Development of a Blockchain-Based Ad Listing Application. In *Advanced Information Networking and Applications: Proceedings of the 36th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2022)*, Volume 1 (pp. 37-45). Cham: Springer International Publishing.
- Sammata, N., & Parthiban, L. 2022. Hyperledger Blockchain-enabled secure medical record management with deep learning-based diagnosis model. *Complex Intelligence Systems*, 8, 625–640.

- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Shobanadevi, A., Tharewal, S., Soni, M., Kumar, D. D., Khan, I. R., & Kumar, P. 2022. Novel identity management system using smart Blockchain technology. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13, 496-505. DOI: 10.1007/s13198-021-01494-0
- Siau, K., & Tian, Y. 2004. Supply Chains Integration: Architecture and Enabling Technologies. *Journal of Computer Information Systems*, 44, 67 - 72. <https://doi.org/10.1080/08874417.2004.11647583>.
- Singh, A., Kumar, V., Ravi, A., & Chatterjee, K. 2020. Ensuring Food Safety Through Blockchain. , 745-755. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5341-7_56.
- Solicitors A. 2021. Blockchain – the catalyst for a cooperative economy? Co-operatives UK. <https://www.uk.coop/blog/blockchain-catalyst-cooperative-economy>
- Soni, N. 2020. An Analysis of Cryptocurrency and Their Functioning. PSN: Exchange Rates & Currency (International) (Topic). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3683771>.
- Spearman, C. 1904. The Proof and Measurement of Association between Two Things. *America Journal of Psychology*, 15, 72-101.
- Stallings, W. 2005. *Cryptography and Network Security Principles and Practices*, Fourth Edition, Print ISBN-10: 0-13-187316-4, Publisher: Prentice Hall, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ 07458
- Strilets, B. 2022. Current state and prospects for the legal regulation of cryptocurrencies in the European Union. *Actual Problems of Law*, 70-76.
- Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. 2008. Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. *International Journal of Production Economics*, 116(2008), 288–297.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: blueprint for a new economy*. O'Reilly Media, Inc.
- Thomas, S., Williams, L., & Xie, T. 2009. On automated prepared statement generation to remove SQL injection vulnerabilities. *Inf. Softw. Technol.*, 51, 589-598. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2008.08.002>.
- Trafimow, D., Amrhein, V., Areshenkoff, C., Barrera-Causil, C., Beh, E., Bilgiç, Y., Bono, R., Bradley, M., Briggs, W., Cepeda-Freyre, H., Chaigneau, S., Ciocca, D., Correa, J., Cousineau, D., Boer, M., Dhar, S., Dolgov, I., Gómez-Benito, J., Grendár, M., Grice, J., Guerrero-Gimenez, M., Gutiérrez, A., Huedo-Medina, T., Jaffe, K., Janyan, A., Karimnezhad, A., Korner-Nievergelt, F., Kosugi, K., Lachmair, M., Ledesma, R., Limongi, R., Liuzza, M., Lombardo, R., Marks, M., Meinschmidt, G., Nalborczyk, L., Nguyen, H., Ospina, R., Perezgonzalez, J., Pfister, R., Rahona, J., Rodriguez-Medina, D., Romão, X., Ruiz-Fernández, S., Suarez, I., Tegethoff, M., Tejo, M., Schoot, R., Vankov, I., Velasco-Forero, S., Wang, T., Yamada, Y., Zoppino, F., & Marmolejo-Ramos, F. 2018. Manipulating the Alpha Level Cannot Cure Significance Testing. *Frontiers in Psychology, Sec. Quantitative Psychology and Measurement Volume 9* – 2018 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00699>

- Tripoli, M., & Schmidhuber, J. 2018. Emerging opportunities for the application of Blockchain in the agri-food industry. FAO and ICTSD: Rome and Geneva. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Tsushima, E. 2022. Interpreting Results from Statistical Hypothesis Testing: Understanding the Appropriate P-value.. *Physical therapy research*, 25 2, 49-55 . <https://doi.org/10.1298/ptr.r0019>.
- Tukey, J. W. 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5(2), 99–114. <https://doi.org/10.2307/3001913>
- Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. 2018. Information technology for management: On-demand strategies for performance, growth, and sustainability. Wiley.
- Türkmen, S., & Ataseven, Y., 2020. Research On Determination Of Attitudes Of Dairy Establishments Operating In Ankara On Food Hygiene And Safety In European Union Process. *Journal Of Environmental Protection And Ecology* , Vol.21, No.1, 241-249.
- Usta, A., & Doğantekin, S. 2019. Blockchain 101v2. Erişim Adresi: https://bkm.com.tr/wp-content/uploads/2019/08/15082019_kitap.pdf Erişim Tarihi 01.10.2024
- Van Dijk, G., Sergaki, P., & Baourakis, G. 2019. The cooperative enterprise. *Cooperative Management*.
- Vertacert. 2023. Gıda Standartları Karşılaştırma: ISO 22000 ve HACCP, FSSC 22000. Retrieved from <https://www.vertacert.com/iso-22000-haccp-fssc-22000-arasindaki-farklar>
- Wagner, S., & Silveira-Camargos, V. 2012. Managing risks in just-in-sequence supply networks: Exploratory evidence from automakers. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 59(1), 52–64.
- Walmart. 2021. Blockchain in the food supply chain - What does the future look like? Retrieved from https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the-food-supply-chain.html
- Wang, J., Wang, X., Tian, Y., Wang, Y., Niu, J., & Kwan, O. 2023. Parallel training: An ACP-based training framework for iterative learning in uncertain driving spaces. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 8(4), 2832-2841.
- Wang, X., & Disney, S. M. 2016. The Bullwhip Effect: Progress, Trends and Directions. *European Journal of Operational Research*, 250(3), 691-701. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.022>. License: CC BY 4.0. Project: bullwhip.
- Wang, Y., & Yang, Y. 2020. Research on Agricultural Food Safety Based on Blockchain Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1606. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1606/1/012013>.
- Wassermann, G., & Su, Z. 2007. Sound and precise analysis of web applications for injection vulnerabilities. *Proceedings of the ACM SIGSOFT Symposium on Foundations of Software Engineering*, 32-41. doi:10.1145/1250734.1250739

- Welling, L., & Thomson, L. 2016. PHP and MySQL web development (5th ed.). Addison-Wesley.
- Wilcoxon, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80–83. <https://doi.org/10.2307/3001968>
- Wood, G. 2021. Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger. *Ethereum Yellow Paper*, 151, 1-39.
- Xiong H., Qin Z., Vasilakos A., 2016. *Introduction to Certificateless Cryptography*, CRC Press, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9781315372693>
- Xiong, Hang & Wang, Puqing & Zhu, Yueji. 2016. Diffusion on Social Networks: Survey Data from Rural Villages in Central China. *Data in Brief*. 7. 10.1016/j.dib.2016.02.081.
- Xu, L., Chen, L., Gao, Z., Xu, S., & Shi, W. 2018. Efficient public Blockchain client for lightweight users. In *SERIAL '17 Proceedings of the 1st Workshop on Scalable and Resilient Infrastructures for Distributed Ledgers*. Las Vegas, NV, USA.
- Xu, Y., Li, X., Zeng, X., Cao, J., & Jiang, W. 2020. Application of blockchain technology in food safety control: Current trends and future prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1858752>
- Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. 2020. A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of Industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120112>
- Yavuz, M. 2019. Ekonomide dijital dönüşüm: Blok zincir teknolojisi ve uygulama alanları üzerine bir inceleme . *Finans ekonomi ve sosyal araştırmalar dergisi* , 4 (1) , 15-29 . Doi: 10.29106/fesa.498053
- Yi, W., Huang, X., Yin, H., & Dai, S. 2021. Blockchain-based approach to achieve credible traceability of agricultural product transactions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1864. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1864/1/012115>.
- Yli-Huomo, J., D. Ko, S. Choi, S. Park, and K. Smolander. 2016. “Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review” *PLOS ONE* 11 (10): e0163477.
- Zhang, J., M. Litvinova, Y. Liang, Y. Wang, W. Wang, S. Zhao, Q. Wu, S. Merler, C. Viboud, A. Vespignani, et al. 2020. Changes in contact patterns shape the dynamics of the COVID-19 outbreak in China. *Science (New York, N.Y.)* 368 (6498):1481–6. doi: 10.1126/science.abb8001.
- Zhao, S., Li, S. ve Yao, Y. 2019. Blockchain Enabled Industrial Internet of Things Technology. in *IEEE Transactions on Computational Social Systems*. (pp. 1-12). doi: 10.1109/TCSS.2019.2924054.
- Zhao W. 2020. Arkansas farming cooperative trials Blockchain to track crops. *TechTarget*. <https://www.coindesk.com/markets/2017/08/03/arkansas-farming-cooperative-trials-Blockchain-to-track-chicken-shipments/>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. 2020. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Gene-*

ration Computer Systems, 105, 475-491. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019>

Zhou, Q., Huang, H., Zheng, Z., & Bian, J. 2020. Solutions to Scalability of Blockchain: A Survey. IEEE Access, 8, 16440-16455. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2967218>.

Zhu, X., Mukhopadhyay, S., & Kurata, H. 2012. A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. Journal of Engineering and Technology, 29, 152-167. <https://doi.org/10.1016/J.JENGTECMAN.2011.09.011>.

