

Blokszincir Entegre Tedarik Zincirlerinde Performans Kriterlerinin AHP Yöntemiyle Önem Sıralaması¹

Serkan GENÇ², Hilmi YÜKSEL³

Özet

Bu çalışma, blokszincir entegre tedarik zincirlerinde performans kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle ağırlıklandırılmasını ele almaktadır. Çalışmada, blokszincir entegre tedarik zinciri yöneticilerinin ve akademisyenlerinin performans kriterlerine verdikleri önem derecelerini belirlemek amaçlanmıştır. Beş uzman görüşü alınarak, SCOR modeline dayalı olarak belirlenen on performans kriteri değerlendirilmiş ve ağırlıklandırılmıştır. Bulgular, güvenilirlik ve mükemmel sipariş karşılama kriterlerinin en yüksek önceliğe sahip olduğunu, bunu maliyet yönetimi ve yanıt verebilirlik kriterlerinin takip ettiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, tedarik zinciri yöneticilerine performans kriterlerinin önceliklendirilmesi ve yönetilmesi konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Blokszincir, Tedarik Zinciri Yönetimi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), SCOR Modeli
Jel Kodu: M11, C44, L20

Importance Ranking of Performance Criteria in Blockchain Integrated Supply Chains Using The AHP Method

Abstract

This study addresses the weighting of performance criteria in blockchain integrated supply chains with the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The study aimed to determine the degree of importance that blockchain integrated supply chain managers and academicians attach to performance criteria. Ten performance criteria determined based on the SCOR model were evaluated and weighted by taking five expert opinions. The findings show that reliability and perfect order fulfillment criteria are the highest priority, followed by cost management and responsiveness criteria. These results provide important information to supply chain managers on prioritizing and managing performance criteria.

Keywords: Blockchain, Supply Chain Management, Analytical Hierarchy Process (AHP), SCOR Model
Jel Codes: M11, C44, L20

¹ Birinci yazarın doktora tezinden türetilmiştir.

ATIF ÖNERİSİ (APA): Genç, S., Yüksel, H. (2024). Blokszincir Entegre Tedarik Zincirlerinde Performans Kriterlerinin AHP Yöntemiyle Önem Sıralaması. *İzmir Yönetim Dergisi*, 5(2), 35-54. Doi: 10.56203/iyd.1502735

² Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Buca / İZMİR, **EMAIL:** serkan.genc@deu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9520-8466

³ Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Buca / İZMİR, **EMAIL:** hilmi.yuksel@deu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9723-3526

1. GİRİŞ

Blokszincir teknolojisi, 2008 yılında Bitcoin'le birlikte ortaya çıkmış ve zamanla farklı sektörlerde uygulama alanları incelenmeye başlamıştır. İncelenen uygulama alanlarından biri de tedarik zinciri yönetimidir. Genel görüş blokszincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde devrim yaratabilecek potansiyele sahip olduğudur.

Tedarik zinciri yönetimi, bir ürünün veya hizmetin ham maddeden nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen süreçlerin tümünü kapsamaktadır. Bu süreçler arasında tedarik, üretim, depolama, dağıtım ve müşteri hizmetleri bulunmaktadır (Lambert ve Cooper, 2000). Tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları arasında maliyetlerin düşürülmesi, süreçlerin verimliliğinin artırılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması yer almaktadır (Christopher, 2016). Ancak, tedarik zincirleri karmaşık ve dinamik yapıları nedeniyle birçok zorlukla karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorluklar arasında tedarik zinciri boyunca izlenebilirlik, veri güvenliği ve operasyonel verimlilik önemli yer tutmaktadır (Gunasekaran vd., 2004).

Blokszincir teknolojisi, tedarik zincirlerinde özellikle, şeffaflık ve izlenebilirliği artırarak, ürünlerin kaynağından nihai tüketiciye kadar olan süreçlerin güvenli bir şekilde takip edilmesini sağlayabilmektedir (Kshetri, 2018). Blokszincirin bu özelliği, özellikle gıda ve ilaç gibi sahteciliğe karşı hassas ürünlerin tedarik zincirlerinde büyük önem taşımaktadır (Tian, 2017).

Blokszincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde kullanılmasının bir diğer önemli faydası, operasyonel verimliliği artırmasıdır. Blokszincir tabanlı sistemler, tedarik zinciri boyunca işlemlerin otomatikleştirilmesini ve veri akışının hızlandırılmasını sağlamaktadır. İşlemlerin otomatikleştirilmesi ve veri akışının hızlanması, tedarik zinciri süreçlerinin daha hızlı ve maliyet etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır (Saberli vd., 2019). Ayrıca, blokszincir teknolojisi, tedarik zinciri

paydaşları arasında güveni artırarak, daha güçlü iş birliklerinin kurulmasını teşvik etmektedir (Queiroz vd., 2019).

Çalışmanın amacı, blokszincir entegre tedarik zincirlerinde yöneticilerin tedarik zinciri performans kriterlerine bakış açılarını ve en çok hangi kriterlere önem verdiklerini ortaya çıkarmaktır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde makalede kullanılan temel kavramlar detaylandırılacaktır.

2.1. Blokszincir Kavramı

Blokszincir kavramı Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında yazılan "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system" isimli makaleyle birlikte ortaya çıkmıştır. Makalenin temel amacı Bitcoin'i anlatmak olsa da makalede Bitcoin'in arkasındaki teknoloji olan blokszincirin işleyişi üzerinde de durulmuştur. Bu makalede Bitcoin anlatılmış olsa da sistemin nasıl çalıştığı, faydaları, merkeziyetsiz oluşu gibi arkasındaki teknolojiler üzerinde de durulmuştur.

Risius ve Spohrer (2017)'ye göre blokszincir teknolojisi, "ağ bağlantılı aktörler arasındaki işlemlerin tutarlı, değişmez, doğrusal olay günlüğünü kriptografik olarak yakalamak ve depolamak için tamamen dağıtılmış bir sistemi ifade etmektedir. Bu sistem işlevsel olarak bir ağ içindeki tüm işlemlerde yer alan taraflarca mutabakatla tutulan, güncellenen ve doğrulanan dağıtılmış bir deftere benzerdir. Böyle bir ağda, blokszincir teknolojisi şeffaflığı güçlendirmekte ve tüm işlem geçmişinin geçerliliği konusunda nihai, sistem çapında fikir birliğini garanti etmektedir."

Blokszincir, dijital verilerin güvenli, şeffaf ve değiştirilemez bir şekilde saklanmasını sağlayan dağıtık bir defter teknolojisidir. Bu teknoloji, merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan işlemlerin güvenli bir şekilde kaydedilmesini ve doğrulanmasını mümkün kılmaktadır (Yli-Huumo vd., 2016).

Blokszincir, her biri bir önceki bloğun kriptografik özetini içeren bloklardan oluşmaktadır. Bu yapısal özellik, blokların zincir şeklinde oluşturulmasını sağlamakta ve verilerin değiştirilmesini zorlaştırmaktadır. Blokszincir teknolojisinin bu değiştirilemezlik özelliği, özellikle finansal işlemler ve veri bütünlüğü gerektiren diğer uygulamalar için büyük avantajlar sunmaktadır (Narayanan vd., 2016). Blokszincirdeki her bir blok, zaman damgası ve işlem verilerini içermektedir. Bloklardaki zaman damgası işlemlerin kronolojik olarak sıralanmasını ve izlenebilirliğini sağlamaktadır (Swan, 2015).

Blokszincir teknolojisinin önemli bir avantajı, merkeziyetsizliktir. Geleneksel veri tabanı sistemleri genellikle merkezi bir otorite tarafından kontrol edilirken, blokszincir ağları dağıtık yapıda çalışmaktadır. Merkeziyetsizlik tek bir başarısızlık noktasının olmaması ve ağın daha güvenli olması anlamına gelmektedir (Crosby vd., 2016).

Blokszincir, kriptografi ile güvence altına alınmıştır. Her işlem, özel ve açık anahtar kriptografisi kullanılarak imzalanmaktadır. Bu, yalnızca işlemi başlatan kişinin işlemi yetkilendirebileceği ve işlemin doğruluğunun ağdaki diğer katılımcılar tarafından doğrulanabileceği anlamına gelmektedir (Gervais vd., 2016). Kriptografik güvenlik, blokszincirin temel güvenlik unsurlarından biridir ve ağın bütünlüğünü korumaktadır.

Blokszincir teknolojisi, çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Finans sektörü, blokszincir teknolojisini ilk benimseyen sektörlerden biri olmuştur, çünkü blokszincir, güvenli ve hızlı para transferleri yapmayı mümkün kılmaktadır (Guo ve Liang, 2016). Blokszincir ayrıca, akıllı kontratlar (smart contracts) aracılığıyla otomatikleştirilmiş ve kendiliğinden yürütülen anlaşmalar oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Szabo, 1997). Akıllı kontratlar, taraflar arasındaki anlaşmaların şartlarını kodlayan ve bu şartlar yerine getirildiğinde otomatik olarak yürütülen dijital sözleşmelerdir (Buterin, 2014).

2.2. Tedarik Zinciri Kavramı

Tedarik zinciri kavramı, değişen ve hızla gelişen teknolojilerle birlikte işletmeler için rekabet avantajı sağlamanın en önemli faktörlerinden biri haline gelmiştir. Özellikle geçtiğimiz yüzyılda yaşanan hızlı değişimler, tedarik zincirinin önemini daha da belirgin hale getirmiştir. 1980'li yıllarda kavramsal olarak ortaya çıkan tedarik zinciri, 1990'lı yıllarda işletmeler için önemli bir konu haline gelmiştir (Saunders, 1997). Küreselleşme, dünya çapında bütünleşmeyi ifade etmektedir ve küreselleşme ile ülkeler arasındaki iletişim, kültür ve ekonomi tek bir sistemde birleşmiştir (Mooney, 2018). Bu gelişmeler işletmeler açısından, dünyanın her yerindeki tüketicilerin hızlı iletişim ve taleplerine hızla yanıt verebilme ihtiyacını doğurmuştur. İşletmeler, bu değişim sürecine uyum sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek için tedarik zinciri süreçlerine odaklanmaya yönelmiştir.

Literatür incelendiğinde Lee ve Billington (1992) tedarik zincirini, malzemeleri tedarik eden, bunları yarı mamul veya nihai ürüne dönüştüren ve ardından nihai ürünleri lojistik hizmetleri aracılığıyla son kullanıcıya ulaştıran fabrika ağlarından oluşan bir yapı olarak tanımlamaktadır. Christopher (2000) ise tedarik zincirini tanımlarken bu tanıma ek olarak zincirdeki bütün işletmelerin ortaklığı ve iş birliğinden bahsetmektedir. Chopra ve Meindl (2017) tedarik zincirini tanımlarken ürün, bilgi ve para akışına da değinmiş, Nozari ve Szmelter (2019) bu tanımlara iade akışını da dahil etmiştir. Literatürdeki tanımlara göre tedarik zincirini, malzemeleri tedarik eden, bunları yarı mamul veya nihai ürüne dönüştüren, nihai ürünleri lojistik hizmetlerle son kullanıcıya ulaştıran, ürün, bilgi, para ve iade akışlarını içeren, zincirdeki tüm işletmelerin ortaklığı ve iş birliği ile çalışan bir fabrika ağları yapısıdır şeklinde tanımlamak mümkündür.

Tedarik zinciri, birçok farklı aşamadan oluşmakta ve bu aşamalar arasında koordinasyon gerektirmektedir. İlk aşama,

ham madde tedarikidir. Bu aşamada, gerekli malzemelerin güvenilir tedarikçilerden temin edilmesi ve bu malzemelerin kalite ve maliyet açısından uygun olması sağlanmaktadır (Chen ve Paulraj, 2004). İkinci aşama, üretimdir. Üretim sürecinde, ham maddeler işlenerek nihai ürünler üretilmektedir. Bu aşamada, üretim süreçlerinin verimliliği, kalite kontrolü ve maliyet yönetimi önemli rol oynamaktadır (Stevenson, 2018).

Üretimden sonra, ürünler depolanmaktadır. Depolama süreci, ürünlerin güvenli bir şekilde saklanmasını ve gerektiğinde hızlı bir şekilde erişilebilir olmasını sağlamaktadır. Depolama, aynı zamanda stok yönetimi ve envanter kontrolü gibi önemli işlevleri de içermektedir (Silver vd., 1998). Ürünlerin dağıtımı, tedarik zincirinin bir sonraki aşamasıdır. Bu aşama, ürünlerin depolardan perakendecilere veya doğrudan tüketicilere ulaştırılmasını kapsamaktadır. Lojistik ve nakliye, bu sürecin kritik bileşenleridir (Ballou, 2007).

Son aşama, nihai tüketiciye teslimattır. Bu aşamada, ürünlerin müşterilere zamanında ve istenilen kalitede ulaştırılması sağlanmaktadır. Müşteri memnuniyeti, tedarik zincirinin başarısını belirleyen önemli bir faktördür. Müşteri geri bildirimleri ve talepleri, tedarik zincirinin sürekli iyileştirilmesi için önemli bir veri kaynağıdır (Mentzer vd., 2001).

Tedarik zinciri yönetiminin başarılı olması için, tüm bu aşamalar arasında etkili bir iletişim ve koordinasyon sağlanması gerekmektedir. Zincirde koordinasyon sağlanması malzeme, bilgi ve finansal akışlarının entegre edilmesiyle gerçekleştirilebilmektedir. Tedarik zinciri yönetiminin başarılı bir şekilde yapılabilmesi için, tedarikçilerin, üreticilerin, lojistik sağlayıcıların ve perakendecilerin iş birliği içinde olmaları kritik öneme sahiptir (Frohlich ve Westbrook, 2001).

2.3. Tedarik Zincirinde Blokzincir

Tedarik zincirinde blokzincir kullanımıyla ilgili akademik çalışmalar 2016 yılından itibaren yapılmaya başlanmıştır. İlk çalışmalar

kavramsal çerçeveler sunmaya yöneliktir. Günümüzde ise özellikle büyük firmaların da tedarik zincirlerinde blokzincir kullanmaya başlamış olmalarıyla birlikte uygulamaya yönelik çalışmalar ağırlıklı olarak yapılmaktadır.

Tedarik zincirinde blokzincir teknolojisinin kullanımı, izlenebilirlik, güvenlik ve verimlilik gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Blokzincir, tedarik zincirindeki her bir işlemin güvenli bir şekilde kaydedilmesini ve takip edilmesini sağlamaktadır. Özellikle gıda ve ilaç gibi hassas ürünlerin tedarik zincirinde blokzincirin kullanımı, ürünlerin doğruluğunu ve güvenliğini artırabilmektedir (Kamble vd., 2020).

Blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde kullanılması, ürünlerin kaynağından nihai tüketiciye kadar olan yolculuğunun şeffaf ve güvenli bir şekilde izlenmesini sağlamaktadır. Blokzincirin sağladığı şeffaflık, sahte ürünlerin tedarik zincirine girmesini önlemekte ve tüketici güvenini artırmaktadır (Kshetri, 2018). Örneğin, gıda tedarik zincirlerinde blokzincir kullanımı, ürünlerin kaynağını doğrulamak ve kontaminasyonu izlemek için kullanılabilir (Tian, 2017).

Blokzincir teknolojisi, tedarik zincirindeki verimliliği artırabilmekte ve araçların rolünü azaltabilmektedir. Akıllı kontratlar (smart contracts), tedarik zincirinde otomatikleştirilmiş ve kendiliğinden yürütülen işlemler oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Szabo, 1997). Akıllı kontratlar, taraflar arasındaki anlaşmaların şartlarını kodlayan ve bu şartlar yerine getirildiğinde otomatik olarak yürütülen dijital sözleşmelerdir (Buterin, 2014). Akıllı kontratlar sayesinde tedarik zincirindeki işlemlerin hızı artabilmekte ve maliyetler azalabilmektedir.

Blokzincir teknolojisinin tedarik zincirine entegrasyonu, veri güvenliğini ve bütünlüğünü artırmaktadır. Her işlem, özel ve açık anahtar kriptografisi kullanılarak imzalanır ve bu, yalnızca işlemi başlatan kişinin işlemi yetkilendirebileceği ve işlemin doğruluğunun ağdaki diğer katılımcılar tarafından

doğrulanabileceği anlamına gelmektedir (Gervais vd., 2016). Kriptografik güvenlik, blokzincirin temel güvenlik unsurlarından biridir ve ağın bütünlüğünü korumaktadır.

Sonuç olarak, blokzincir teknolojisi, veri güvenliği, şeffaflık ve merkeziyetsizlik konularında önemli avantajlar sunan bir yeniliktir. Teknolojinin potansiyel uygulamaları geniş ve çeşitlidir, ancak başarılı bir şekilde benimsenmesi için bazı teknik ve düzenleyici zorlukların aşılması gerekmektedir (Pilkington, 2016). Blokzincirin sunduğu teknolojiler, tedarik zincirinin işleyişini kökten dönüştürebilecek potansiyele sahiptir.

2.4. Tedarik Zinciri Performans Kriterleri

Tedarik zinciri performans kriterleri, tedarik zinciri operasyonlarının etkinliğini ve verimliliğini değerlendirmek için çeşitli ölçütleri kapsamaktadır. Bu kriterler tedarikçi performansı, teslimat performansı, müşteri hizmetleri, envanter yönetimi, lojistik maliyetleri, sürdürülebilirlik, esneklik ve dayanıklılık gibi hususları içermektedir (Gunasekaran vd, 2001). Tedarik zinciri yönetimi alanında performans kriterlerinin zincire uygun bir şekilde tespit edilmesi, tedarik zinciri katılımcılarının kolektif ve bireysel performanslarının doğru değerlendirilmesinde oldukça önemli bir role sahiptir.

Literatürde tedarik zinciri performansını ölçmeye yönelik olarak farklı kriterler bulunmaktadır. Beamon (1999) çalışmasında performans kriterlerini nitel ve nicel ölçütler olarak iki başlıkta incelemektedir. DeToni ve Tonchia (2001) çalışmalarında performans kriterlerini maliyet ölçütleri ve maliyetle ilgili olmayan ölçütler olarak ikiye ayırmaktadır. Kaplan ve Norton (1993) çalışmalarında işletmelerin stratejik amaçlarını performans kriterlerine dönüştüren bir sistem olarak dengeli puan kartını önermişlerdir. Gunasekaran vd. (2001), gerçekleştirdikleri literatür taraması sonucunda tedarik zinciri performansını değerlendirmek için altı farklı

kategoride performans kriteri belirlemiştir. Bu kategoriler, planlanmış siparişleri değerlendirmek için kriterler, tedarik zincirinin üyeleri arasındaki işbirliğine ilişkin kriterler, üretim düzeyindeki kriterler, dağıtımla ilişkili kriterler, müşteri hizmeti ve tatminine ilişkin kriterler ve tedarik zincirinin finans ve lojistik maliyetine ilişkin kriterlerden oluşmaktadır. Dahinine vd. (2024), tedarik zincirindeki her bir katılımcının performansının kapsamlı bir değerlendirmesini mümkün kılan ölçütlerin oluşturulması ve uygulanması ihtiyacının altını çizmektedir. Performans ölçümüne yönelik bu bütünsel yaklaşım, işletmelerin tüm tedarik zinciri ağı genelinde güçlü, zayıf yönleri ve iyileştirilecek alanları belirlemesine olanak tanıyarak operasyonel verimliliğin ve etkinliğin artmasına yol açmaktadır.

Tedarik Zinciri Konseyi tarafından 1996 yılında ortaya konan SCOR modeli tedarik zinciri performansının ölçülmesi ve yönetilmesi için küresel olarak kabul görmüş bir çerçevedir. Spesifik olarak; süreç öğelerini, ölçümleri, en iyi uygulamaları ve bir tedarik zincirinin yürütülmesiyle ilişkili özellikleri benzersiz bir formatta birbirine bağlayan bir modeldir. SCOR modelinde performans kriterleri üç düzeye ayrılmaktadır. Literatür incelendiğinde kriterler genel olarak ilk iki düzeyde incelenmiştir.

SCOR modeline göre tedarik zincirinde kullanılan ilk iki düzey performans kriterleri şunları içermektedir (APICS, 2019):

- **Güvenilirlik:** Tedarik zincirinin müşteri beklentilerini karşılama tutarlılığını ölçmektedir. Bu kategori, ürünlerin doğru, zamanında ve eksiksiz teslim edilmesini kapsamaktadır.
 - **Mükemmel Sipariş Karşılama:** Müşteri siparişlerinin zamanında, doğru miktarda, eksiksiz ve hasarsız teslim edilme oranını ölçmektedir.
- **Yanıt Verebilirlik:** Tedarik zincirinin müşteri taleplerine ve değişen pazar

koşullarına hızlı yanıt verme yeteneğini ölçmektedir.

- **Sipariş Gerçekleştirme Çevrim Süresi:** Siparişin alınmasından müşteriye teslim edilmesine kadar geçen süreyi ölçmektedir.
- **Çeviklik:** Tedarik zincirinin ani ve beklenmedik değişimlere adapte olabilmeye yeteneğini ölçmektedir. Pazar dalgalanmalarına ve müşteri ihtiyaçlarına hızlı yanıt verebilme kapasitesini içermektedir.
 - **Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği:** Tedarik zincirinin belirli bir süre içinde üretim veya teslimat kapasitelerini artırabilme yeteneğidir.
 - **Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği:** Tedarik zincirinin talep azalması durumunda maliyetleri minimize ederek hızlı bir şekilde uyum sağlayabilme kapasitesidir.
 - **Toplam Risk Değeri:** Tedarik zincirinin finansal ve operasyonel risklere karşı duyarlılığını ölçmektedir.
- **Maliyet:** Tedarik zinciri operasyonlarıyla ilgili tüm maliyetlerin yönetimini kapsamaktadır.
 - **Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri:** Tedarik zinciri boyunca gerçekleşen tüm operasyonel maliyetleri kapsamaktadır. Bu maliyetler planlama, kaynak, üretim, teslimat ve iade süreçlerini içermektedir.
 - **Satılan Malın Maliyeti:** Üretilen ve satılan malların üretim maliyetlerini kapsamaktadır.

- **Varlık Yönetimi Verimliliği:** Tedarik zincirinde kullanılan varlıkların etkin ve verimli yönetimini kapsamaktadır.

- **Nakitten Nakite Çevrim Süresi:** Nakit çıkışından (malzeme ödemeleri gibi) nakit girişine (müşterilerden tahsilatlar gibi) kadar geçen süreyi ölçmektedir.
- **Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi:** İşletmenin tedarik zinciri sabit varlıklarına yatırılan sermayesinden elde ettiği getiriyi ölçmektedir.
- **İşletme Sermayesi Getirisi:** İşletme sermayesinin kullanımının ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Tüketilen sermaye miktarı üzerinden elde edilen kar oranını ölçmektedir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Blokszincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde kullanılması üzerine yapılan çalışmalar, blokszincirin tedarik zincirinde ortaya çıkarabileceği değerlere dair birçok bakış açısı sunmaktadır. Blokszincir tedarik zincirinde özellikle şeffaflığı ve güvenliği artırmak, sahte ürünleri engellemek ve zincirin verimliliğini artırmak için kullanılabilir (Saberi vd, 2019).

Tedarik zincirlerinde blokszincir kullanımının izlenebilirlik ve şeffaflık sağlamak için büyük bir potansiyeli bulunmaktadır. Tian (2017), çalışmada blokszincirin gıda tedarik zincirinde izlenebilirliği artırmak için nasıl kullanılabilirliğini incelemiştir. Blokszincir tabanlı bir sistemin, gıda güvenliğini artırmak için etkili bir araç olduğunu ve ürünlerin kaynağından tüketiciye kadar olan yolculuğunun şeffaf bir şekilde izlenmesini sağladığını belirtmiştir.

Kamble vd. (2020), blokszincir teknolojisinin tarım tedarik zincirinde izlenebilirliği nasıl

artırabileceğini incelemişlerdir. Çalışmaları, blokzincir tabanlı izlenebilirlik sistemlerinin, çiftçilerin ve tüketicilerin tedarik zinciri boyunca ürünlerin yolculuğunu izlemelerine olanak tanıdığını ve bu sistemlerin, tarım ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini artırdığını göstermektedir.

Queiroz vd. (2019), blokzincir ve tedarik zinciri yönetimi arasındaki ilişkiyi sistematik bir şekilde incelemişlerdir. Çalışmaları, blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri yönetiminde şeffaflık, güvenlik ve verimlilik gibi birçok avantaj sağladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri süreçlerini optimize etme ve maliyetleri azaltma potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, teknolojinin benimsenmesi ve uygulanması sırasında karşılaşılan zorluklara da dikkat çekmişlerdir.

Janssen vd. (2020), blokzincirin sahte ürünlerin tedarik zincirine girmesini önlemek için nasıl kullanılabileceğini incelemişlerdir. Çalışmaları, blokzincir tabanlı izlenebilirlik ve doğrulama sistemlerinin, ürünlerin kaynağını ve bütünlüğünü doğrulamak için etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Doğrulama sistemleri özellikle ilaç, lüks tüketim malları ve elektronik gibi sahte ürünlerin yaygın olduğu sektörlerde büyük önem taşımaktadır.

Blokzincir teknolojisinin tedarik zincirindeki verimliliği artırma potansiyeli, birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Saberi vd. (2019), blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde verimliliği artırmak için nasıl kullanılabileceğini araştırmışlardır. Çalışmaları, blokzincir tabanlı akıllı kontratların, tedarik zinciri süreçlerini otomatikleştirme ve operasyonel maliyetleri azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Blokzincir teknolojisinin tedarik zincirinde veri güvenliğini ve bütünlüğünü artırma potansiyeli de önemli bir araştırma konusu olmuştur. Gervais vd. (2016), blokzincirin veri güvenliği ve bütünlüğünü sağlamak için nasıl kullanılabileceğini incelemişlerdir. Çalışmaları, blokzincirin kriptografik güvenlik

özelliklerinin, tedarik zincirindeki verilerin güvenliğini ve bütünlüğünü korumak için etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Tedarik zinciri performans ölçüm kriterleri üzerine yapılan çalışmalar, genel olarak kriterleri ortaya çıkarmaya yöneliktir.

Kaplan ve Norton (1992) tarafından geliştirilen Dengeli Skor Kartı, tedarik zinciri performansını dört farklı perspektiften değerlendirmektedir: finansal, müşteri, iç süreçler ve öğrenme ve büyüme. Bu model, işletmelerin kısa vadeli finansal başarılarından daha geniş bir performans perspektifine geçiş yapmalarını sağlamaktadır.

Beamon (1999) tedarik zinciri performansını üç ana kategori altında değerlendirmektedir: maliyet, kalite ve teslimat. Çalışmada, maliyet ve kalite ölçümlerinin nasıl entegre edilebileceği ve teslimat sürelerinin müşteri memnuniyeti üzerindeki etkileri detaylandırılmaktadır.

Gunasekaran vd. (2001) bir tedarik zinciri içerisinde farklı seviyelerdeki performans ölçümlerini değerlendirmek için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Çalışma, tedarik zinciri performansının değerlendirilmesine yönelik yapılandırılmış bir yaklaşım sağlayan stratejik, taktiksel ve operasyonel performans ölçümlerine odaklanmaktadır.

Chae (2009), çalışmasında endüstri perspektifinden tedarik zinciri yönetimi için temel performans göstergelerinin (KPI'lar) geliştirilmesine odaklanmaktadır. Performans ölçümüne pratik bir yaklaşımın önemini vurgulamakta ve kısa bir dizi temel KPI'nın kapsamlı bir listeden daha etkili olduğunu öne sürmektedir.

Israel vd. (2023), tedarik zinciri performansının hem finansal hem de finansal olmayan ölçümlerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, tedarik zinciri etkinliğini değerlendirmede kullanılan ölçümlere kapsamlı bir bakış açısı sağlamışlardır. Çalışmada, tedarik zinciri alanındaki performans değerlendirmesinin çeşitli boyutları ele alınmakta ve kuruluşların tedarik

zinciri operasyonlarını değerlendirmek için kullanabileceği kritik göstergeler üzerinde durulmaktadır.

4. YÖNTEM

Analitik hiyerarşi süreci, karar vericilere değişen derecelerde öznellik içeren karmaşık kararlarla başa çıkma araçlarını sağlamak için 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Amacı, "uygulanması son derece karmaşık sistemlerin çalışmasını bile, uygun şekilde tanımlanmış bileşenlerin bir dizi ikili karşılaştırmasına indirgeyen" bir yöntem sunmaktır (Saaty, 1980).

Karar problemlerinin çözümünde karmaşık soyut modelleme yaklaşımlarının benimsenmemesi, matematiksel olarak daha basit, anlaşılması ve uygulanması daha kolay bir yöntemin geliştirilmesine yol açmıştır. AHP birçok probleme uygulanabilen bir yöntemdir. Yöntemin en yaygın uygulamalarından biri de çok sayıda karar kriterinin olduğu karar problemlerine yöneliktir. AHP, karar kriterlerini uygun şekilde ağırlıklandırmak ve sıralamak için kullanılabilir (Basmacı, 2022).

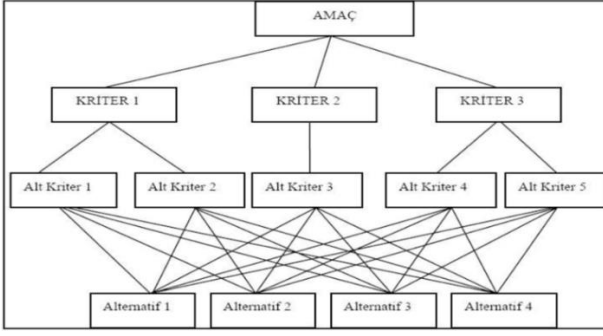
Yöntemi kullanmak için uygulayıcının, önce karakteristikler veya nitelikler, sonra da özelliklere göre varlıklar arasında bir dizi ikili karşılaştırma yapması gerekmektedir. Nitelikler objektif ise, karşılaştırmalar tam olarak hesaplanabilmektedir. Kısmen veya tamamen subjektif olmaları durumunda karşılaştırmalar birden dokuza kadar olan bir ölçek esas alınarak yapılmaktadır. Bu ölçekte bir, iki özelliğin veya varlığın eşit derecede arzu edilir olduğunu gösterirken dokuz, ezici tercihi belirtmektedir. Ölçeğin tamamı Tablo 1'de verilmiştir (Saaty, 1980).

Tablo 1: AHP Yönteminin İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faaliyet amaca eşit derecede katkıda bulunur
3	Birinin Diğerine Zayıf Üstünlüğü	Deneyim ve yargı bir faaliyeti diğerine hafifçe tercih eder
5	Temel veya Güçlü Üstünlük	Deneyim ve yargı bir faaliyeti diğerine güçlü bir şekilde tercih eder
7	Çok Güçlü veya Kanıtlanmış Üstünlük	Bir faaliyet diğerine çok güçlü bir şekilde tercih edilir, uygulamada baskınlığı gösterilmiştir
9	Mutlak Üstünlük	Bir faaliyeti diğerine tercih etme kanıtı en yüksek düzeydedir
2, 4, 6, 8	Ara Değerler	Uzlaşma gerektiğinde komşu ölçek değişkenleri arasında

Kaynak: Saaty, 1980.

AHP yönteminde çok kriterli karar verme probleminin yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: AHP Yönteminin Genel Hiyerarşik Yapısı

AHP'nin uygulama adımları şu şekildedir:

Adım 1: Sorun tanımlama ve hedef belirleme. Karar problemi açıkça ifade edilir ve karar verme sürecinin amacı belirlenir (Saaty, 1980).

Adım 2: Hiyerarşik yapıyı oluşturma. Karar problemi, her biri bağımsız olarak analiz edilebilecek, daha kolay anlaşılabilen alt problemlerden oluşan bir hiyerarşiye ayrılır. Hiyerarşinin en üst seviyesi karar probleminin amacıdır; bir sonraki seviye, amaca katkıda bulunan kriterlerden oluşmaktadır; sonraki seviyeler alt kriterlerdir, en alt düzey ise alternatifleri içermektedir (Saaty, 1990).

Adım 3: İkili karşılaştırma matrislerini oluşturma. Hiyerarşinin her düzeyi için, o düzeydeki öğeleri karşılaştıran ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Matris her bir öğe çiftinin ana kriterlerine göre göreceli önemi hakkında yargılarda bulunmayı içermektedir (Saaty, 2008). Denklem 1'deki her bir kriterin amaca katkısı açısından göreceli önemi, uzman görüşlerine göre ikili karşılaştırma yapılarak belirlenmektedir. Bu adımda ikili karşılaştırmalar için Saaty tarafından geliştirilen ve Tablo 1'de verilen önem ölçeği kullanılmalıdır. Matrisin boyutu $n \times n$ 'dir (Saaty, 1990).

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 4: Ağırlıkları hesaplama. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra Denklem 2 kullanılarak ilgili matristeki her bir öğenin diğer öğelere göre önemini belirten özvektörü hesaplanır. Matrisin boyutu $n \times 1$ 'dir. Kriterlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için $w = [w_i]_{n \times 1}$ sütun vektörleri hesaplanır. w sütun vektörü, Denklem 3'te verilen b_{ij} değerlerinin oluşturduğu matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasıdır (Saaty, 1990).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$w_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 5: Tutarlılığı Kontrol Etme. İkili karşılaştırma matrislerindeki kararların tutarlılığı değerlendirilir. Bu Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanarak yapılır. CR 0,10'dan küçük veya ona eşitse tutarsızlık düzeyi kabul edilebilirdir. Daha büyükse yargılar revize edilmelidir (Saaty ve Vargas, 1991). CR hesaplamasında kullanılması gereken rassallık indeksi (RI) değerleri hiyerarşide kullanılan kriter sayısına göre Tablo X'deki değerlerden elde edilmektedir. **CR** değerini hesaplamak için öncelikle A matrisinin en büyük özvektörünün (λ_{max}) Denklem 5'teki gibi hesaplanması gerekir.

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (4)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (5)$$

$$i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Tutarlılık oranının hesaplanması için gereken diğer bir değer ise rastgelelik indeksidir (**RI**). Sabit sayılardan oluşan ve n değerinin fonksiyonu olarak belirlenen **RI** değerlerine sahip veriler Tablo 2'de verilmiştir (Lin vd., 2008). Buna göre **CR** değerinin hesaplanması Denklem 6'da verilmiştir (Saaty, 1990).

Tablo 2: Rastgelelik İndeksi (RI) Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,6	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5

$$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1) \times RI} \quad (6)$$

Adım 6: Ağırlıkları Birleştirme. Karar alternatiflerinin genel önceliklerini belirlemek için sonuçlar sentezlenir. Alternatifler için bir dizi genel puan üretmek amacıyla hiyerarşinin çeşitli düzeylerinden gelen ağırlıkların birleştirilmesi gerekmektedir (Forman ve Gass, 2001). Önceki adımlarda yapılan hesaplamalar tüm hiyerarşik yapı için tekrarlanır. Bu adımda hiyerarşik yapıdaki n kriterin her biri tarafından oluşturulan $m \times 1$ büyük üstünlük sütun vektörleri $m \times n$ boyutlu DW karar matrisinde birleştirilir. Sonuç vektörü R , DW matrisinin Denklem 8'deki gibi W vektörü ile çarpılmasıyla elde edilir (Saaty, 1990).

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (7)$$

$$R = DW \times W \quad (8)$$

$$i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 7: Karar vermek. Genel puanlara göre en yüksek önceliğe sahip alternatif en iyi karar olarak seçilir (Saaty, 2000).

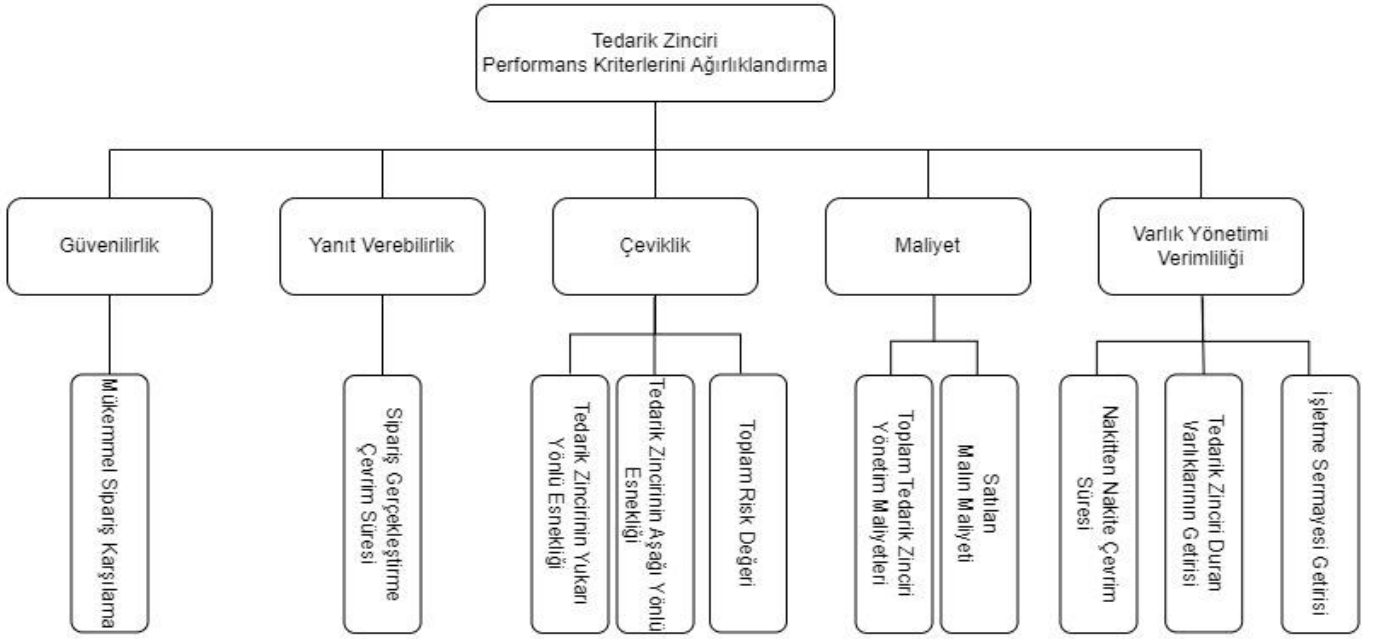
5. UYGULAMA

Çalışmada en çok kullanılan çok kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Modeli (AHP) kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılma sebebi az sayıda uzman görüşü olmasına

rağmen başarılı sonuç vermesidir. Karar kriterlerinin ağırlıklandırılmasında en fazla kullanılan yöntem olmasına ek olarak anlaşılması ve uygulanması diğer yöntemlere göre daha kolaydır.

Çalışmada tedarik zincirlerine blokzincir entegre edilmiş beş yöneticinin hangi tedarik zinciri performans kriterlerine daha çok önem verdiklerini anlamak için görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan 1-9 ölçeğinde ikili karşılaştırma yapmaları istenmiştir. Çalışmada literatür araştırması sonucu sıkça karşılaşılan ve referans bir performans ölçüm metodu olduğu için SCOR metodunun kriterleri kullanılmıştır (Prakash vd., 2013; Georgise vd., 2013; Hammadi vd., 2018; Delipinar ve Kocaoglu, 2016; Ntabe vd., 2015; Ricardianto vd., 2022; Huang vd. 2005). Problemin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de görülebilir.

Çalışmada 3'ü tedarik zincirinde blokzincir uygulaması bulunan işletme yöneticileri ve 2'si de blokzincir ve tedarik zinciri alanında çalışan akademisyenden oluşan 5 uzmanın görüşleri alınarak 10 performans kriteri ağırlıklandırılmıştır. Karar probleminin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de görülmektedir. Karar probleminin hiyerarşik yapısı oluşturulduktan sonra AHP yönteminin ikinci adımı karar matrislerinin oluşturulmasıdır. Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6, görüşleri alınan uzmanların Tablo 1'deki ölçeğe göre yaptıkları ikili karşılaştırmaları özetlemektedir.



Şekil 2: Hiyerarşik Yapı

Tablo 3: Kriterlerin İkili Karşılaştırması

Uzman No:	Güvenilirlik						Yanıt Verebilirlik							
	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.		
Güvenilirlik	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0	5,0	3,0	4,0	1,0	3,2		
Yanıt Verebilirlik	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
Çeviklik	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4		
Maliyet	0,3	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	7,0	3,0	2,0	5,0	0,5	2,5		
Varlık Yönetimi Verimliliği	0,3	1,0	1,0	1,0	0,5	0,7	7,0	3,0	3,0	5,0	0,5	2,8		
	Toplam						2,7	Toplam						9,9

Tablo 4: Çeviklik Probleminin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması

Uzman No:	Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği						Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği						Toplam Risk Değeri								
	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.			
Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	4,0	2,0	5,0	0,3	2,0	5,0	7,0	3,0	0,3	3,0	2,5			
Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği	0,3	0,3	0,5	0,2	4,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	2,0	0,1	8,0	1,8			
Toplam Risk Değeri	0,2	0,1	0,3	3,0	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	7,0	0,1	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			
	Toplam						1,9	Toplam						3,5	Toplam						5,3

Tablo 5: Maliyet Probleminin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması

Uzman No:	Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri						Satılan Malın Maliyeti							
	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.		
Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,3		
Satılan Malın Maliyeti	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
	Toplam						1,3	Toplam						4,3

Tablo 6: Varlık Yönetimi Verimliliği Probleminin Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması

Uzman No:	Nakitden Nakite Çevrim Süresi						Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi						İşletme Sermayesi Getirisi								
	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.	1	2	3	4	5	G.O.			
Nakitden Nakite Çevrim Süresi	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,1	2,0	3,0	5,0	1,0	0,3	0,2	3,0	0,5	3,0	0,8			
Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi	5,0	7,0	0,5	0,3	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	2,0	0,2	0,3	1,0			
İşletme Sermayesi Getirisi	3,0	5,0	0,3	2,0	0,3	1,3	0,3	0,3	0,5	5,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			
	Toplam						3,3	Toplam						2,9	Toplam						2,8

Alternatif ve kriterlerin değerlendirilmesinde deneyim, bilgi ve yargılarından yararlanmak için uzmanlardan oluşan bir gruptan grup kararı alınırken, grup üyeleri konu üzerinde fikir birliğine varabilir ya da fikirleri birbirinden farklıysa, farklı fikirleri geometrik ortalamayla birleştirilebilir. Çalışmada görüşleri alınan 5

uzmanın görüşleri geometrik ortalamaya kullanılarak bağdaştırılmıştır (Saaty ve Shang, 2007).

Geometrik ortalamayla birleştirme sonuçları Tablo 3-4-5 ve 6'nın G.O. kolonunda gösterilmiştir.

Tablo 7: Kriterlerin Ağırlıkları

	Güvenilirlik	Yanıt Verebilirlik	Çeviklik	Maliyet	Varlık Yönetimi Verimliliği	Kriter Ağırlıkları
Güvenilirlik	0,369	0,327	0,357	0,438	0,322	0,362
Yanıt Verebilirlik	0,114	0,101	0,157	0,092	0,082	0,109
Çeviklik	0,065	0,040	0,063	0,062	0,075	0,061
Maliyet	0,195	0,255	0,235	0,232	0,297	0,243
Varlık Yönetimi Verimliliği	0,258	0,277	0,188	0,176	0,225	0,225
	Toplam					1

Tablo 8: Çeviklik Probleminin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

	Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği	Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği	Toplam Risk Değeri	Kriter Ağırlıkları
Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği	0,526	0,559	0,476	0,520
Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği	0,266	0,283	0,336	0,295
Toplam Risk Değeri	0,207	0,158	0,188	0,184
	Toplam			1,000

Tablo 9: Maliyet Probleminin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

	Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri	Satılan Malın Maliyeti	Kriter Ağırlıkları
Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri	0,769	0,769	0,769
Satılan Malın Maliyeti	0,231	0,231	0,231
	Toplam		1,000

Tablo 10: Varlık Yönetimi Verimliliği Probleminin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

	Nakitten Nakite Çevrim Süresi	Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi	İşletme Sermayesi Getirisi	Kriter Ağırlıkları
Nakitten Nakite Çevrim Süresi	0,303	0,331	0,278	0,304
Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi	0,312	0,341	0,367	0,340
İşletme Sermayesi Getirisi	0,385	0,329	0,354	0,356
	Toplam			1,000

Karar vericilerin uzman görüşlerinin karşılaştırılması için karar matrislerindeki göreceli karşılaştırmaların 0 ile 1 arasında değer alması gerekmektedir. Bu amaçla karar

matrisleri normalize edilmiştir ve Tablo 7'de kriterlerin ağırlıkları ve Tablo 8, 9, 10'da alt kriterlerin yerel ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 11: Tutarlılık Oranları (CR)

	Lambda		
Güvenilirlik	5,083515	Karşılaştırma Sayısı	5
Yanıt Verebilirlik	5,054976	Lambda Max	5,074473
Çeviklik	5,052973	CI	0,018618
Maliyet	5,088048	RI	1,12
Varlık Yönetimi Verimliliği	5,09285	CR	0,016623
Toplam	25,37236		
Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği	3,018812	Karşılaştırma Sayısı	3
Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği	3,011154	Lambda Max	3,01217
Toplam Risk Değeri	3,006544	CI	0,006085
Toplam	9,03651	RI	0,58
		CR	0,010491
Nakitten Nakite Çevrim Süresi	3,006161	Karşılaştırma Sayısı	3
Tedarik Zinciri Duran Varlıkların Getirisi	3,00686	Lambda Max	3,006751
İşletme Sermayesi Getirisi	3,007233	CI	0,003376
Toplam	9,020254	RI	0,58
		CR	0,00582
Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri	2	Karşılaştırma Sayısı	2
Satılan Malın Maliyeti	2	Lambda Max	2
Toplam	4	CI	0
		RI	0
		CR	0

AHP yönteminde elde edilen ağırlıkların yorumlanabilir olabilmesi için karar vericiler tarafından oluşturulan tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması gerekmektedir. Bu amaçla Tablo 2'deki Rastgelelik İndeksi (RI) değerlerinden faydalanılarak her bir ikili

karşılaştırma matrisi için CR değeri hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 11'de sunulmuştur. Tablo 11 incelendiğinde tüm ikili karşılaştırma matrisleri için hesaplanan CR değerinin $CR < 0,1$ koşulunu karşıladığı ve yorumlanabilir olduğu görülebilmektedir.

Tablo 12: Kriterlerin Yerel Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriter Ağırlıkları		Alt Kriterlerin Yerel Ağırlıkları		Alt Kriterin Ağırlığı	Sıralama
Güvenilirlik	0,362	Mükemmel Sipariş Karşılama	1,000	0,362	1
Yanıt Verebilirlik	0,109	Sipariş Gerçekleştirme Çevrim Süresi	1,000	0,109	3
Çeviklik	0,061	Tedarik Zincirinin Yukarı Yönlü Esnekliği	0,520	0,032	8
		Tedarik Zincirinin Aşağı Yönlü Esnekliği	0,295	0,018	9
		Toplam Risk Değeri	0,184	0,011	10
Maliyet	0,243	Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyetleri	0,769	0,187	2
		Satılan Malın Maliyeti	0,231	0,056	7
Varlık Yönetimi Verimliliği	0,225	Nakitten Nakite Çevrim Süresi	0,304	0,068	6
		Tedarik Zinciri Duran Varlıklarının Getirisi	0,340	0,076	5
		İşletme Sermayesi Getirisi	0,356	0,080	4
Toplam				1,000	

Hiyerarşik yapının bütünleştirildiği ve nihai sonuçların elde edildiği bu aşamada kriter

ağırlıklarıyla bu kritere ait alt kriterlerin yerel ağırlıkları çarpılarak alt kriterlerin ağırlıkları

hesaplanarak sıralamaları belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 12'de gösterilmiştir. Kriterlerin en yüksek ağırlığı en önemli performans

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, blokzincir entegre tedarik zincirlerinde performans kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle ağırlıklandırılmasını ele almıştır. Elde edilen bulgular, tedarik zinciri yöneticilerinin ve akademisyenlerinin performans kriterlerine verdiği önem derecelerini göstermektedir.

Güvenilirlik kriterinin alt kriteri olan mükemmel sipariş karşılama, tedarik zincirinde en yüksek önceliğe sahip performans kriteri olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, müşteri siparişlerinin zamanında, doğru miktarda, eksiksiz ve hasarsız teslim edilmesinin kritik önem taşıdığını göstermektedir.

İkinci derecede önemli kriter olarak toplam tedarik zinciri yönetim maliyetleri belirlenmiştir. Bu kriter, tedarik zincirinin operasyonel maliyetlerini azaltma üzerine odaklanmaktadır. Burada uzmanların etkin maliyet yönetiminin tedarik zincirinin rekabet avantajını artırdığını düşündüklerini söylemek mümkündür.

Yanıt verebilirlik, üçüncü derecede önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. Tedarik zincirinin değişen pazar koşullarına ve müşteri

taleplerine hızlı yanıt verebilme yeteneği, adaptasyon kapasitesini yansıtmaktadır.

Tedarik Zincirinin Yukarı ve Aşağı Yönlü Esnekliği, orta düzeyde önem verilen kriterler arasında yer almıştır. Bu kriterler, tedarik zincirinin hem talep artışlarına hızlı bir şekilde uyum sağlama kapasitesini hem de talep düşüşlerine maliyetleri minimize ederek uyum sağlama yeteneğini ifade etmektedir.

Toplam Risk Değeri, tedarik zincirinin finansal ve operasyonel risklere karşı duyarlılığını ölçen bu kriter, düşük önceliğe sahip olmasına rağmen, tedarik zincirinin dayanıklılığı ve

kriterini belirtirken, kriterlerin en düşük ağırlığı en az önemli performans kriterini göstermektedir.

uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından kritik bir faktör olarak görülmektedir.

Genel olarak sonuçlar incelendiğinde uzmanların tedarik zincirinin yüksek performans göstermesini maliyetten daha çok müşteri memnuniyetine bağladığı görülebilmektedir. Bu durum da blokzincir teknolojisinin avantajları göz önüne alındığında tedarik zincirine entegrasyonu yüksek yatırım gerektirmesine rağmen neden tercih edilebileceğini kanıtlar niteliktedir.

Tedarik zinciri yöneticileri, müşteri memnuniyetini ve tedarik zinciri başarısını artırmak için mükemmel sipariş karşılama kriterine öncelik vermelidir. Sipariş karşılama süreçlerinde iyileştirmeler yaparak teslimat doğruluğunu ve zamanlamasını optimize etmek tedarik zincirinin başarısında oldukça önemli bir faktördür.

Operasyonel maliyetleri azaltma ve varlıkların etkin kullanımını sağlama konularında stratejiler geliştirilmelidir. Bu, tedarik zincirinin rekabet avantajını artırmada ve maliyet etkinliğini sağlamada önemli bir rol oynayacaktır.

Tedarik zincirinin esnekliğini artırmak ve değişen pazar koşullarına hızlı yanıt verebilme yeteneğini geliştirmek için süreçler optimize edilmelidir. Bu, tedarik zincirinin adaptasyon kapasitesini artırarak müşteri taleplerine hızlı ve etkili yanıtlar verilmesini sağlayacaktır.

Tedarik zincirinin yukarı ve aşağı yönlü esnekliğini artırmak, talep değişimlerine karşı daha hazırlıklı olmayı sağlayacaktır. Ayrıca, finansal ve operasyonel risklerin yönetimi için risk değerlendirme ve yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

Literatür incelendiğinde bu konuda daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır ve çalışma bu yönüyle oldukça değerlidir. Çalışmanın sonuçları, tedarik zinciri yöneticilerine ve akademisyenlere, blokzincir

entegre tedarik zincirlerinde performans kriterlerinin önceliklendirilmesi ve yönetilmesi konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Blokzincir teknolojisinin sağladığı avantajlarının tam anlamıyla

kullanılabilmesi için bu performans kriterlerine verilen önem derecelerine göre stratejiler geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Apics .org .SCOR 12.0 Quick Reference Guide,. Retrieved,11 OCTOBER 2019 AST. <http://www.apics.org/docs/defaultsource/sco-r-p-toolkits/apics-scc-scor-quick-reference-guide.pdf>.

Ballou, R. H., & Srivastava, S. K. (2007). *Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. Pearson Education India.

Basmacı, G. (2022). Prioritizing Challenges in AI Applications in Healthcare: Multi-Criteria Decision Making Approach. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(1), 194-206.

Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International journal of operations & production management*, 19(3), 275-292.

Buterin, V. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. *white paper*, 3(37), 2-1.

Chae, B. K. (2009). Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. *Supply chain management: an international journal*, 14(6), 422-428.

Chen, I. J., & Paulraj, A. (2004). Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. *Journal of operations management*, 22(2), 119-150.

Chopra, S., & Meindl, P. (2015). *Supply chain management: strategy. Planning and Operation*, (5th Global ed), Pearson.

Christopher, M. (2000). The agile supply chain: competing in volatile markets. *Industrial marketing management*, 29(1), 37-44.

Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management: Logistics & Supply Chain Management*. Pearson UK.

Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied innovation*, 2(6-10), 71.

Dahinine, B., Laghouag, A., Bensahel, W., Alsolamy, M., & Guendouz, T. (2024). Evaluating Performance Measurement Metrics for Lean and Agile Supply Chain Strategies in Large Enterprises. *Sustainability*, 16(6), 2586.

De Toni, A., & Tonchia, S. (2001). Performance measurement systems-models, characteristics and measures. *International journal of operations & production management*, 21(1/2), 46-71.

Delipinar, G. E., & Kocaoglu, B. (2016). Using SCOR model to gain competitive advantage: A Literature review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 229, 398-406.

Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The analytic hierarchy process—an exposition. *Operations research*, 49(4), 469-486.

Frohlich, M. T., & Westbrook, R. (2001). Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. *Journal of operations management*, 19(2), 185-200.

Georgise, F. B., Thoben, K. D., & Seifert, M. (2012). Adapting the SCOR model to suit the different scenarios: a literature review & research agenda. *International Journal of Business and Management*, 7(6), 2.

- Gervais, A., Karame, G. O., Capkun, V., & Capkun, S. (2014). Is bitcoin a decentralized currency?. *IEEE security & privacy*, 12(3), 54-60.
- Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., & Capkun, S. (2016, October). On the security and performance of proof of work blockchains. In *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC conference on computer and communications security* (pp. 3-16).
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International journal of production economics*, 87(3), 333-347.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & Tirtiroglu, E. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International journal of operations & production Management*, 21(1/2), 71-87.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial innovation*, 2, 1-12.
- Hammadi, L., de Cursi, E. S., Barbu, V. S., Ouahman, A. A., & Ibourk, A. (2018). A SCOR model for customs supply chain process design. *World Customs Journal*, 12(2).
- Huang, S. H., Sheoran, S. K., & Keskar, H. (2005). Computer-assisted supply chain configuration based on supply chain operations reference (SCOR) model. *Computers & industrial engineering*, 48(2), 377-394.
- Israel, B., Mahuwi, L., & Mwenda, B. (2023). A review on financial and non-financial measures of supply chain performance. *International Journal of Production Management and Engineering*, 11(1), 17-29.
- Janssen, M., Weerakkody, V., Ismagilova, E., Sivarajah, U., & Irani, Z. (2020). A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. *International journal of information management*, 50, 302-309.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, 52, 101967.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard: measures that drive performance.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of information management*, 39, 80-89.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, 29(1), 65-83.
- Lee, H. L., & Billington, C. (1992). Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan management review*, 33(3), 65-73.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- Mooney, C. (2018). *Globalization Why We Care About Faraway Events*. Nomad Press.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies.
- Nozari, H., & Szmelter, A. (Eds.). (2018). *Global supply chains in the pharmaceutical industry*. IGI Global.
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. In *Research handbook on digital transformations* (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing.
- Prakash, S., Sandeep Gunjan, S., & Rathore, A. (2013, October). Supply Chain Operations Reference (SCOR) model: an overview and a structured literature review of its application. In *International Conference on Smart Technologies for Mechanical Engineering* (pp. 1-20).

- Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2020). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply chain management: An international journal*, 25(2), 241-254.
- Ricardianto, P., Barata, F., Mardiyani, S., Setiawan, E., Subagyo, H., Saribanon, E., & Endri, E. (2022). Supply chain management evaluation in the oil and industry natural gas using SCOR model. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(3), 797-806.
- Risius, M., & Spohrer, K. (2017). A blockchain research framework: What we (don't) know, where we go from here, and how we will get there. *Business & information systems engineering*, 59, 385-409.
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076.
- Saaty, T. L. (1990). *Multicriteria decision making: the analytic hierarchy process: planning, priority setting resource allocation*.
- Saaty, T. L. (2001). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process* (Vol. 6). RWS publications.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L., & Shang, J. S. (2007). Group decision-making: Head-count versus intensity of preference. *Socio-Economic Planning Sciences*, 41(1), 22-37.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1991). Prediction, projection and forecasting: applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games and sports.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International journal of production research*, 57(7), 2117-2135.
- Saunders, M. (1997). Strategic purchasing and supply chain management. (*No Title*).
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling* (Vol. 3, p. 30). New York: Wiley.
- Stevenson, W. J., Hojati, M., Cao, J., Mottaghi, H., & Bakhtiari, B. (2007). *Operations management*. McGraw-Hill Irwin.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. "O'Reilly Media, Inc."
- Szabo, N. (1997). The idea of smart contracts. *Nick Szabo's papers and concise tutorials*, 6(1), 199.
- Tian, F. (2017, June). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In *2017 International conference on service systems and service management* (pp. 1-6). IEEE.
- Tian, F. (2017, June). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In *2017 International conference on service systems and service management* (pp. 1-6). IEEE.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology?—a systematic review. *PloS one*, 11(10), e0163477.