

## Tedarik Zinciri Yönetiminde Lojistik ve Dağıtım Ağının Etki Seviyelerinin Belirlenmesi ve Tedarikçi Seçimi Optimizasyonu için AHP ve Matematik Programlama Modelini İçeren Yeni Bir Yaklaşım\*

*A New Approach Involving AHP and Mathematical Programming Model for Determination of Effect Levels of Logistics and Distribution Network, and Supplier Selection Optimization in Supply Chain Management\**

Merve GÜLTEPE<sup>1</sup> , Ebru YILMAZ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı  
2019 Yılı Mezun, Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

### Öz

Bu çalışmada, ilk olarak, analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağı açısından etkisi olan kriterlerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu değerlendirme neticesinde sisteme etkisi en çok olan ana kriter ve alt kriterler belirlenmektedir. Değerlendirme neticesinde hız ana kriteri ele alınmaktadır. Daha sonra, hız kriteri ve dolayısıyla alt kriterleri de kullanılarak bir matematik programlama modeli geliştirilmektedir. Geliştirilen bu modelin çözümünde GAMS optimizasyon yazılımı kullanılmaktadır. Bu çalışmada, geliştirilen bir tedarikçi seçim probleminde, etki eden alt kriterler ve geliştirilen matematik programlama modeli kullanılarak optimum tedarikçi seçimi sağlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik zinciri, Lojistik, Dağıtım ağı, AHP, Matematik programlama modeli

### Abstract

In this study, first, using analytical hierarchy process (AHP) method, the criteria that have an impact on supply chain management in terms of logistics and distribution network are evaluated. As a result of this evaluation, the main criteria and sub-criteria that have the most important impact on the system are determined. As a result of the evaluation, the speed main criterion is examined. Then, a mathematical programming model is developed using the speed criterion and hence also its sub-criteria. GAMS optimization software is used for the solution of the developed model. In this study, the optimum supplier selection is ensured using the selected sub-criteria and the developed mathematical programming model in a developed supplier selection problem.

**Keywords:** Supply chain, Logistics, Distribution network, AHP, Mathematical programming model

## I. GİRİŞ

Tedarik zinciri kavramı tedarikçi, imalatçı, dağıtıcı gibi çeşitli öğeleri bulunduran bir ağ olup hammadde aşamasından ürünlerin nihai tüketicilere ulaşana kadarki tüm süreçlerdeki ürünlerin ve bilginin akışını yöneten bir sistem şeklinde ifade edilebilir. Tedarik zinciri yönetimi kavramı ise tedarikçi, üretici, müşteri zincirinde yer alan malzeme ve bilgi akışı gibi durumları yönetmek şeklinde belirtilebilir. Tedarik zinciri yönetiminde amaç, işletmelerin üretim kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın artırılması ve tüketiciler ile tedarikçiler arasındaki ilişkilerin iyileştirilmesiyle birlikte işletmenin performansının geliştirilmesidir [1].

Ürünlerin üretildiği yerden alınıp stok yerlerinde tutulması, ürünlerin istenilen yerlere istenilen dağıtım ağı vasıtasıyla ulaştırılması ve bütün bu sürecin planlı, verimli ve hızlı olarak yapılabilmesi lojistik kavramı olarak ifade edilebilmektedir. Bir lojistik faaliyeti, ulaştırmayı, ulaştırma öncesinde işletmeler arasındaki bilgi aktarımı, iletişim kanalları ve ulaştırma sonrasındaki depolama işlemlerini içermektedir [2]. Lojistik yönetimi süreci tedarik

\* Bu çalışma, Dr. Öğr. Üyesi Ebru YILMAZ danışmanlığında Merve GÜLTEPE'nin Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında 2019 Yılında Tamamladığı "Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP Ve Matematik Programlama Modeli Kullanılarak Lojistik Ve Dağıtım Ağının Etki Seviyelerinin Belirlenmesi Ve Tedarikçi Seçimi Optimizasyonu [Determination Of Effect Levels Of Logistics And Distribution Network, And Supplier Selection Optimization By Using AHP And Mathematical Programming Model In Supply Chain Management]" İsimli Yüksek Lisans Tezi tabanlıdır.

zinciri yönetiminin önemli bir parçası olup tedarik zinciri yönetimi sürecinin etkinliğinin lojistik ile de belirlenebileceği diğer bir ifade ile lojistik yönetimi sürecine bağlı olduğu belirtilebilir ve tedarik zinciri yönetimine ve lojistik yönetimine dair uygulamalar, değer yaratan faaliyetler olarak tanımlanabilir ve böylece işletmeler için rekabet gücü kazandırma gibi faktörler açısından büyük önem sağlarlar [3].

Bir tedarik zincirini meydana getirenler genellikle tedarikçiler, üreticiler ve dağıtıcılarıdır. Böylece, performans değerlendirmesini oluşturan unsurlar tedarik performansı, üretim performansı ve dağıtım performansı şeklinde üç başlıkta toplanabilir [4]. Genellikle dağıtım kanalı, ürünlerin ve hizmetin pazarlaması için işletme içindeki birimler ve acente, toptancı, perakendeci gibi işletme dışındaki aracı ya da aracısız kuruluşlar tarafından meydana getirilen bir yapıdır [5]. Dağıtım performansı da bir tedarik zinciri için önemli faktörlerden birisidir. Tedarik edilen ürünlerin üretimi gerçekleştirildikten sonra alıcıya ulaştırılması amacıyla uygun dağıtım ağı belirlenerek uygun lojistik aracılığıyla da dağıtım sağlanmalıdır.

Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi, karar verme problemlerini çözmeye yönelik geliştirilmiş çok kriterli bir karar verme metodudur ve belirlenen kistaslara göre birden daha fazla sayıda seçeneğin önem dereceleri bazında sıralanmasını sağlamaktadır [6]. Bu çalışmada ilk olarak tedarik zinciri yönetimi için lojistik ve dağıtım ağını etkileyen ana kriterler ve bu kriterlerin alt kriterleri belirlenip bu kriterlerin AHP yöntemine göre Super Decisions programında değerlendirmeleri ve önem derecelerine göre sıralanmaları sunulmaktadır.

İlgili literatürden bazı çalışmalar aşağıda yer almaktadır: Vasiliauskas vd. [7], çalışmalarında, dağıtım kanallarının çok kriterli değerlendirmesini temel alarak otomobil dağıtım ağlarının gelişimini analiz etmektedirler. Çalışmalarında, çok kriterli değerlendirmenin dağıtım kanallarının seçimi için uygun olduğunu ve dağıtım kanallarındaki bütünlük kompleks bir değerlendirme sonuçlarının verimli bir yönetimin ve yüksek kaliteli bir dağıtım ağının geliştirilmesini sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Daugherty [8], çalışmasında, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi alanlarındaki çalışmaları incelemektedir ve gelecek çalışmalar için öneriler sunmaktadır. Bu çalışmada önceki literatürün incelenmesi ile araştırma konularının kronolojik olarak sıralanmasının sağlanmasının ve bilgi tabanına katkı sağlayan önemli alanların belirlenmesinin amaçlandığı ifade edilmektedir. Islam vd. [9], çalışmalarında, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde yer alan ilke ve yöntemlere bir giriş sunmaktadırlar ve konuya dair terimleri açıklamaktadırlar. Ayrıca, çalışmalarında, sürdürülebilirlik kavramı da dikkate alınmakta olup ulaştırma ve lojistikle ilgili olan problemler için matematik formülasyon da sunulmaktadır. Matsui [10], çalışmasında, çift kanallı tedarik zincirleri kullanan bir

üretici için optimum bir şekilde ürün dağıtım stratejisini incelemektedir. Çalışmada, fiyat rekabetiyle karşılaşan bir üretici için simetrik bir dağıtım stratejisinin mutlak olarak optimal olmadığı da belirtilmektedir. Liu vd. [11], çalışmalarında, iki rakip fonksiyonel lojistik servis sağlayıcısını da içeren lojistik servis tedarik zincirinin sipariş dağılımını incelemektedirler. Jia vd. [12], çalışmalarında, bir üretici ve bir lojistik servis sağlayıcısından meydana gelen bir servis tedarik zincirinde, bir çevrimiçi doğrudan kanal aracılığı ile satılan ürünler için fiyatlandırma ve pazara sunma süresi konularını içeren çok aşamalı bir problem ile ilgilenmektedirler. Akyüz vd. [13], çalışmalarında, mobilya sanayi alanında yer alan bir firma için en uygun tedarikçinin belirlenmesi konusu ile ilgilenmektedirler. İnceledikleri bu problem için çalışmalarında AHP yöntemi kullanılmaktadır. Onat ve Kaçtıoğlu [14], çalışmalarında, perakende sektöründe depolama faaliyetleri ile ilgilenen bir işletme için tedarikçi seçimi ile ilgili bir uygulama sunmaktadırlar. Çalışmalarında bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmaktadır. Akın Vargeloğlu vd. [15], çalışmalarında, tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi konusu için sezgisel bulanık kümelerle dayalı olan ve nicel ve nitel değerlendirmeleri içeren bir yaklaşım sunulmaktadır. Çalışmalarında önerilen yaklaşım, inşaat sektöründeki bir işletme için tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesinde uygulanmaktadır. Çelik ve Çağıl [16], çalışmalarında, tarım araçları üreten bir firma için tedarikçi seçimi konusunu incelemektedirler. Çalışmalarında bulanık AHP, bütünlük bulanık DEMATEL-bulanık TOPSIS ve bütünlük bulanık AHP-bulanık MOORA yöntemleri kullanılarak tedarikçilerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Erbyık vd. [17], çalışmalarında, otomotiv endüstrisinde yer alan üç tedarikçinin performans değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak en etkin tedarikçilerin sıralanmasının belirlenmesi ile ilgilenmektedirler. Çalışmalarında tedarikçi seçimi yöntemi olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan Electre yöntemi kullanılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle tedarik zinciri yönetimi için lojistik ve dağıtım ağını etkileyen ana kriterler ve bu kriterlere dair alt kriterler belirlenmektedir. Bu kriterlerin AHP yöntemi ile Super Decisions programı kullanılarak değerlendirilmeleri ve dolayısıyla önem derecelerine göre sıralanmaları yapılmaktadır. Bu değerlendirme neticesinde sistem üzerinde etkisi en çok olan ana kriterin hız olduğu görülmektedir. Daha sonra, optimum tedarikçi seçimi için hız kriterinin alt kriterlerinden sağlanan sonuçlar ve ayrıca çeşitli kısıtlar dikkate alınarak bir matematik programlama modeli geliştirilmektedir. Çalışmada sunulan bu yaklaşımın uygulaması, geliştirilen bir tedarikçi seçim problemi ve ilgili duyarlılık analizi ile gösterilmektedir.

## II. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada ilk olarak tedarik zinciri yönetimindeki lojistik ve dağıtım ağlarını etkileyen faktörler belirlenerek bu faktörlerin Super Decisions programı kullanılarak AHP yöntemi ile önem derecesine göre sıralanması sağlanmaktadır. Bu çalışmada dikkate alınan kriterler Tablo 1’de görülmektedir.

**Tablo 1.** Tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağları üzerinde etkisi olan kriterler

Ana kriterler	Alt kriterler
Kalite	Ürün kalitesi
	Üretim kalitesi
	Hizmet kalitesi
	Lojistik ve dağıtım ağı kalitesi
	Hatasız ürün/hizmet oranı
Hız	İşletme talebine olan dönüş hızı
	Teslimat hızı [18]
	Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı
	Bilgi ve ürün akış hızı (diğer bir ifade ile ürünün konumu ve durumu hakkındaki bilgi akış hızı)
İletişim	Müşterilerle olan iletişim [19]
	Tedarikçilerle olan iletişim
	İşletme içi iletişim [19]
İşletmenin müşteri ile olan ilişkileri [20]	Müşteri ile olan etkileşim [19]
	Müşteri ilişkilerinde güvenilirlik [20]
Tedarikçi	Çözüm odaklı yaklaşım
	İlgili prosedür, mevzuatlara uyum/gerekli dokümantasyonların tamamlanması
	Teknik yeterlilik
	Önceki dönemlerdeki hizmet/servis performansı
	Satış şekilleri
	Aksiyon alma esnekliği
	Yenilikleri takip edebilme
	İşbirliğine yatkınlık
	Güvenilirlik [20]
	Yeni teknoloji ve dijitalleşmeye yatkınlık
Yeni ürün sunabilme [20]	
Lojistik	İstenen şartların göz önünde bulundurulması
	İlgili prosedür, mevzuatlara uyum/gerekli dokümantasyonların tamamlanması
	Doğru lojistik sisteminin seçilmesi

	Lojistik takip sistemi
Dağıtım ağı / kanalı	Esneklik
	Optimum dağıtım ağının / kanalının kullanılması
	İstenen şartların göz önünde bulundurulması
	Takip sistemi
Maliyet	Birim maliyet [20]
	Lojistik ve dağıtım ağının toplam maliyeti
	Ödeme kolaylığı [20]
	Sektörel fiyat koşullarına uyum [20]
Teknoloji	Teknolojiyi takip
	Lojistik takip sistemi
	Dijitalleşme / inovatif yapıya sahip olma
İşletme konumu [18]	Tedarikçiye olan uzaklık
	Müşteriye olan uzaklık
	Hinterland (art bölge)
İşletmenin tecrübesi [18]	Pazar tecrübesi
	Şirket yönetme tecrübesi
Performans	Üretim performansı
	Kalite performansı
	Dağıtım performansı
	Tedarik performansı
	Teslim performansı [20]

Tablo 1’de belirtilen bu kriterler için genel olarak aşağıdakiler ifade edilebilir:

Tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağları açısından etken olan kriterlerden birisi kalitedir. Ürün kalitesi ve hizmet kalitesinde sağlanan iyileştirmeler sayesinde tedarik zinciri akışı daha hızlı ilerleyebilmektedir ve kalitesizlik nedeniyle olabilecek dönüşler minimum seviyeye indirilebilir. Üretimde kalitenin sağlanması diğer bir ifade ile süreç boyu kalitenin sağlanması ile final üründe kalitesizlikle karşılaşma durumu azalabilmektedir. Lojistik ve dağıtım ağı açısından ürün ya da hizmetin nihai alıcıya ulaştırılmasına kadar geçen süreçteki akışın kaliteli olması müşterilerle olumlu ilişkiler kurulmasına, beklentilerin optimum seviyede karşılanmasına ve dağıtım ya da lojistikten kaynaklanan hataların minimum seviyede kalmasına imkân sağlayabilmektedir. Kaliteli ürün/hizmet sayesinde hata oranı azaltılarak tedarik zincirinde meydana gelebilecek kopmalar engellenmiş olacaktır.

Hız kriteri de tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağları üzerinde etkisi olan kriterlerden birisidir. Müşterilerin memnuniyeti; Tablo 1’de de görüldüğü

gibi, teslimat hızına [18], işletmenin isteklere dönüş hızına, bilgi akışının hızlı olmasına, teslimat sonrasındaki destek hızına bağlı olduğundan hız; tedarik zincirindeki en etkili halkadan birisidir. Müşteriler için işletmelerin taleplerine tedarikçilerin dönüş hızı önemli bir kriterdir çünkü işletme içindeki planlar, taleplere dönüşlere göre şekillendirildiğinden dönüş hızı da bu açıdan etkindir. Ayrıca, yapılan dönüşlere göre verilen siparişlerin teslimat hızı [18] planları aksatmamalıdır. İşletmelere dolayısıyla da müşterilere belirtilen teslimat zamanındaki sapmalar minimize edilerek tedarik zinciri akışı sağlanabilmektedir. Teslimat sonrasında oluşabilen problemlere tedarikçi firmaların dönüş hızı da müşteri memnuniyetini sağlamada önemli olabilmektedir. Ürün ya da hizmette teslimat sonrasındaki sorunların hızlı bir şekilde çözülmesi tedarikçi prestiji ve işletmenin müşteriler tarafından tercih edilebilirliği açısından önemlidir. İşletmeler hizmet hızı planlarını aksatmayan, çözüm odaklı yaklaşan ve ürün ya da hizmetin durumu ile ilgili bilgileri aktarmada hızlı olan tedarikçi firmalara yönelebilmektedir.

Tedarik zincirinde etkin iletişim sayesinde müşterilerin talepleri doğru bir şekilde anlaşılıp karşılanmış olacaktır. Tedarikçilerle iletişim sağlıklı olarak kurulduğunda talepler tedarikçilere doğru iletilecektir. Bu şekilde iletişim eksikliği nedeniyle oluşabilecek hatalar elimine edilerek zincirin halkaları bozulmadan sistem akışı sürdürülmüş olacaktır. İşletmedeki iletişimin ve bilgi akışının doğru olarak sağlanması bölümler arası bilgi eksikliklerini azaltmış olacaktır. Dursun ve Gürsev [19]'in çalışmasında da müşterilerle olan iletişim ve işletme içi iletişim kriterleri sunulmaktadır.

Alkan vd. [20]'nin çalışmasında da yer aldığı gibi tedarik zinciri yönetimindeki ana ölçütlerden birisi de müşteri ilişkileridir. Tablo 1'de de görüldüğü gibi bu ana kriterin alt kriterleri olarak müşteri ile olan etkileşim [19] ve müşteri ilişkilerinde güvenilirlik [20] dikkate alınmaktadır. Böylelikle, bu kriterler dikkate alınarak tedarik zincirinde akışın daha sağlıklı ve hızlı ilerlemesine, müşteri memnuniyetinin sağlanmasına, tedarik zinciri halkalarının daha güçlü olmasına olanak sağlanabilmektedir.

Bir diğer ana kriter olarak tedarikçi kriteri dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada tedarikçi başlığı içerisinde de Tablo 1'de de görüldüğü gibi birçok alt kriter detaylıca ele alınmaktadır. Tedarik zinciri sürecinde oluşabilecek sorunlarda, tedarikçinin çözüm odaklı yaklaşımı zincirde aksamalar olmamasına, sürecin sağlıklı bir şekilde ilerlemesine ve oluşabilecek gecikmelerin minimum seviyeye indirilmesine imkân sağlayacaktır. Ürün ya da hizmette gerekli olan dokümantasyonların oluşturulması, işin gerektirmiş olduğu prosedürlere ve mevzuatlara uyulması ve mevzuatların takip edilmesi tedarikçilerin tercih edilebilirliğini arttırabilmektedir. Ürün ya da hizmetin

gerektirdiği teknik yeterliliği bulduran tedarikçiler karşılaşılan sorunlarda daha hızlı aksiyon alabilmektedir ve böylece müşterilerin taleplerine daha doğru cevaplar verilebilmektedir ve tedarik zincirinde karşılaşılabilecek aksaklıklar azaltılabilmektedir. Tedarik zincirinde, lojistik ve dağıtım ağında iyi olan tedarikçilerin seçilebilmesi açısından tedarikçi firmaların önceki dönemlere dair performansları incelenerek bu firmaların ön değerlendirilmesi yapılabilir. Tedarikçilerin satış teknikleri tedarikçi seçimi açısından etkili olabilmektedir. Tedarikçilerin yenilikleri takip edebilmesi, pazarda tutunabilmesini ve böylelikle zincirin bir halkası olarak kalmasını sağlayabilmektedir. Tedarikçilerin tedarik zincirinde karşılaşılabilen sorunlarda işbirliğine yatkın olmaları ve çözüm bulmadaki hızları, akışın hızlı ve sağlıklı olmasına imkan sağlayabilmektedir. Alkan vd. [20]'nin çalışmasında belirtilen güvenilirlik ve yeni ürün sunabilme kriterleri, bu çalışmada tedarikçi ana kriterinin alt kriterleri içerisinde yer almaktadır. Tedarikçilerin güvenilir tutumları ile zincirin halkalarının ilişkilerinde karşılaşılabilecek belirsizlikler daha az olabilmektedir. Teknoloji ve dijitalleşmeye yatkın olan, yenilikleri ve teknolojiyi takip eden ve bu yenilikleri ürünlerine hızlı bir şekilde yansıtan tedarikçiler pazarda rakiplerine göre önde olabilmektedir ve böylece tercih edilmede fark yaratabilirler.

Bu çalışmada dikkate alınan diğer bir ana kriter lojistik kriteridir. Taşınacak ürünün özellikleri, taşıma esnasında dikkat edilmesi gereken durumlar ve müşteri talepleri göz önünde bulundurularak uygun lojistik türünün seçilmesi gerekebilmektedir. Seçilen lojistik türü için taşımada uyulması gereken kurallar ve mevzuatın gerektirdikleri göz önünde bulundurulmalıdır ve böylelikle seçilen lojistik türü ile taşınması sağlanan ürün güvenli bir şekilde müşteriye ulaştırılır. Doğru lojistik sisteminin seçilmesi sayesinde tedarik zincirinde aksama olmadan ürünlerin ilk üreticiden nihai alıcıya ulaştırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca, lojistik takip sistemi ile gönderi takibi kolaylaşır ve müşteriye bilgi aktarımı sağlanarak müşteri ve tedarikçi arasındaki iletişim doğru bir şekilde sağlanır.

Dağıtım ağı diğer bir ana kriter olarak ele alınmaktadır. Müşteri taleplerinin ve isteklerinin göz önünde bulundurularak tedarikçilerin istenen zamanda, istenen şekilde ürün ya da hizmetin teslimatını sağlayabilmeleri, müşteri memnuniyetinin oluşması açısından önemlidir. Optimum dağıtım ağının seçilmesiyle tedarik zincirinde en verimli, en hızlı, minimum maliyetli dağıtımın ve teslimatın gerçekleşmesi sağlanabilmektedir. Müşteri taleplerine göre gerektiğinde dağıtım ağında değişikliklerin gerçekleştirilmesi diğer bir ifade ile isteklere göre tedarikçilerin esnek olması alt kriter olarak dikkate alınmaktadır. Dağıtım ağı ana kriteri içerisindeki alt kriterlerden birisi ise dağıtım ağının izlenebilirliği diğer

bir ifade ile bir takip sistemini bulundurmasıdır. Böylelikle, müşterilere doğru bir şekilde anlık bilgiler sunulabilmektedir.

Bu çalışmada maliyet kriteri ana kriter olarak dikkate alınmaktadır. Alt kriterlerden birim maliyet, ödeme kolaylığı ve sektörel fiyat koşullarına uyum kriterleri Alkan vd.[20]'nin çalışmalarında da yer almaktadır. Birim olarak maliyet lojistik ve dağıtım ağında işletmelerin tercih edilebilirliği açısından etkili olabilmektedir. Ayrıca hem birim olarak hem de lojistik ve dağıtım ağının toplam olarak maliyeti göz önünde bulundurularak lojistik ve dağıtım ağı seçilebilmektedir. Bunlara ilaveten, müşterilerin ödeme konusunda kolaylıklar sağlayan firmaları tercih ettiği görülebilmektedir.

Bu çalışmada teknoloji ana kriteri içerisinde teknolojiyi takip, lojistik takip sistemi, dijitalleşme / inovatif yapıya sahip olma alt kriterleri ele alınmaktadır. Teknoloji takip edilerek lojistik ve dağıtım ağı açısından daha teknolojik yöntemler kullanılabilir. Böylelikle hem müşteri talepleri teknolojik yöntemler ile daha hızlı bir şekilde karşılanabilmektedir hem de zincirde yer alan rakiplere karşı avantaj sağlanabilmektedir. Daha teknolojik bir lojistik takip sistemini bulduran işletme müşterilere rakiplerine göre daha hızlı ve daha doğru bilgiler sunabilmektedir ve akıştaki aksaklıklar daha hızlı fark edilerek düzeltici faaliyetler daha hızlı uygulanabilmektedir. Teknolojik gelişmelerinin yakından izlenip uygulanması, işletmelerin tedarik zincirinde tercih edilebilirliği açısından önemli olabilmektedir.

İşletmeler doğru yerde konumlandırılarak sundukları hizmet daha verimli ve etkin olabilmektedir [18]. Çünkü, konum, hammaddeye ve son alıcıya yakınlık, teslim süresi gibi konular açısından önem teşkil edebilmektedir. Tedarikçi ve müşteriye yakın olan işletmeler taşıma süresi ve dolayısıyla taşıma maliyeti gibi konularda avantaj sağlayabilmektedir. Liman ya da merkezi geçişi içeren hinterland (art bölgeye) yakınlık sayesinde ithalat ve ihracatta avantaj sağlanabilmektedir ve tedarik zincirinde yurt dışında da müşteri bağlantıları elde edilebilmektedir.

İşletme tecrübesi Eren ve Gür [18]'ün çalışmasında da yer almaktadır ve tecrübe de tedarik zincirinde ve lojistik ve dağıtım ağının seçilmesinde etkili olan kriterlerdendir. Pazar tecrübesine sahip olan ve pazardaki gelişmeleri takip eden firmalar pazarın gerektirdiklerine hakim olmaları nedeniyle pazarda biliniyor durumdadırlar. İlaveten, pazar tecrübesi olmayıp sektörde yeni olan ancak başka alanlarda bilinirliği bulunan firmalar diğer alanlardaki tecrübelerine ve şirket yönetme tecrübelerine dayanarak bu tecrübelerini lojistik ve dağıtım ağında da göstererek rakiplerine göre önde olabilirler.

Tablo 1'de de görüldüğü gibi bu çalışmada ele alınan ana kriterlerden birisi de performans kriteridir. Performans ana kriteri içerisinde yer alan alt kriterler arasında birbirleriyle de bağlantılı olabilmektedir. Teslim performansı Alkan vd. [20]'nin çalışmasında da bulunmaktadır. Üst seviyede bir üretim performansı ürünün kalite performansını da etkileyebilmektedir. Böylelikle ürün ya da hizmetin tedarik performansı da istenen düzeyde olabilmektedir. Tedarik edilen ürünler için sağlanan dağıtım ağının performansı ve hatasız ilerleyebilmesi ürün ya da hizmetin teslim durumunu da etkileyebilmektedir. Bu performans kriterlerinin istenen koşullarda ve üst seviyede sağlanabilmesi zincir performansını da optimum düzeyde tutabilir.

**Tablo 2.** Ana kriterlerin ağırlık değerleri

Tutarlılık için oran: 0,09958	
Ana kriterler	Super Decisions programına göre ana kriterlerin ağırlık çıktıları
Kalite	0,07835
Hız	0,25921
İletişim	0,04282
İşletmenin müşteri ile olan ilişkileri [20]	0,03656
Tedarikçi	0,13707
Lojistik	0,11802
Dağıtım ağı/kanalı	0,14933
Maliyet	0,03577
Teknoloji	0,01020
İşletme konumu [18]	0,05926
İşletmenin tecrübesi [18]	0,03525
Performans	0,03814

Tablo 1'de sunulan ana kriterler ve alt kriterler Super Decisions programında puanlandırılmıştır. Böylelikle, Super Decisions programından elde edilen çıktıya göre ana kriterlerin ağırlıklı değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Bu tabloda, ağırlık çıktılarının sonuçları yuvarlama yapılmadan virgülden sonra birkaç rakam alınarak ifade edilmektedir. Tablo 2'de de görüldüğü üzere programdan elde edilen sonuçlara göre hız kriteri 0,25921 ağırlık ile tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağlarını en çok etkileyen ana kriterdir. Hız kriterinin alt kriterleri ise Tablo 1'de de belirttiği gibi işletme talebine olan dönüş hızı, teslimat hızı [18], teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı, bilgi ve ürün akış hızı (diğer bir ifade ile ürünün konumu ve durumu hakkındaki bilgi akış hızı) şeklindedir. Çalışmada hız ana kriteri üzerinden matematik programlama modeli geliştirilmiş olup GAMS optimizasyon programı kullanılarak bu geliştirilen model çözülmüştür. Ele alınan problemde hız kriterinin alt kriterlerine göre bir firmanın tedarikçi seçmek istediği kabul edilmekte olup bu problemin amacı ise minimum tedarik süresidir. Bu problemle ilgili olarak diğer tanımlamalar ise aşağıda yer almaktadır:

İndisler:

$i = 1, \dots, I$  ( $I$ : toplam alt kriter sayısı)  
 $n = 3$

Parametreler:

$a$ : Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızının alacağı maksimum değer belirlenmesinde kullanılan katsayı  
 $b$ : Teslimat hızının [18] maksimum değerini belirlemek için işletme talebine eklenecek süre (saat)  
 $c$ : Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı için atanan minimum değer (saat)  
 $d$ : Talebe dönüş yapıp teslim edilmesi için gereken maksimum süre (saat)  
 $e$ : Bilgi ve ürün akış hızının hedeflenen minimum değerini hesaplamak için kullanılan katsayı  
 $f$ : Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızının hedeflenen maksimum değerini hesaplamak için kullanılan katsayı

Yukarıda parametrelerde belirtilen bu değerler pozitif ve tamsayı değerlerdir.

Karar Değişkenleri:

$x_i$ : Hız kriterinin alt kriterleri;

$x_1$ : İşletme talebine olan dönüş hızı

$x_2$ : Teslimat hızı [18]

$x_3$ : Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı

$x_4$ : Bilgi ve ürün akış hızı

$k_i$ : Alt kriterlerin Super Decisions program çıktısına göre ağırlıkları;

$k_1$ : İşletme talebine olan dönüş hızının ağırlığı

$k_2$ : Teslimat hızının [18] ağırlığı

$k_3$ : Teslimat sonrasında sunulan hizmet hızının ağırlığı

$k_4$ : Bilgi ve ürün akış hızının ağırlığı

Amaç Fonksiyonu:

Bu problemin amacı Super Decisions programı ile ulaşılan kriterlerin ağırlıkları da dikkate alınarak en uygun amaç fonksiyon değerine sahip olan tedarikçinin belirlenmesidir. Diğer bir ifade ile, bu problemde minimum tedarik süresinin sağlanması amaçlanmaktadır. Problemin amaç fonksiyonu ( $Z$ ), Eşitlik (1) ile aşağıda görüldüğü gibi ifade edilmektedir:

$$\text{Min}(Z) = k_1 * x_1 + k_2 * x_2 + k_3 * x_3 + k_4 * x_4 \quad (1)$$

Kısıt Denklemleri:

Eşitlik (2) 'de teslimat sonrasında sunulan hizmetin, talebe olan dönüş hızının belli bir katsayı ( $a$ ) ile çarpımından fazla olmaması ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile bu Eşitlik ile teslimat sonrasında sunulan hizmet ile talebe olan dönüş hızı arasında en fazla  $a$  kadar bir oran olması gerektiği belirtilmektedir.

$$x_3 \leq a * x_1 \quad (2)$$

Eşitlik (3) ise teslimat hızının [18] maksimum değerinin talebe olan dönüş hızına eklenen  $b$  değerine bağlı olduğunu göstermektedir.

$$x_2 \leq x_1 + b \quad (3)$$

Eşitlik (4) teslimat sonrasında sunulan hizmetin hızına minimum bir değer atamaktadır. Talebe dönüş yapıp teslim edilmesi için gereken maksimum sürenin  $d$  olması gerektiği ise Eşitlik (5) ile ifade edilmektedir.

$$x_3 \geq c \quad (4)$$

$$x_1 + x_2 \leq d \quad (5)$$

Eşitlik (6) ile bilgi ve ürün akış hızının tüm süreç düşünülerek değerlendirilmesi sağlanmakta olup böylelikle bilgi ve ürün akış hızının diğer üç alt kriterin ortalamasından küçük ya da eşit olması gerektiği kısıtı gösterilmektedir.

$$x_4 \leq \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (6)$$

Eşitlik (7) ile bilgi ve ürün akış hızına minimum değer atanmakta olup talebe olan dönüş hızının  $e$  ile oranından büyük ya da eşit olması sağlanmaktadır.

$$x_4 \geq \frac{x_1}{e} \quad (7)$$

Eşitlik (8) ile de teslimat sonrasında sunulan hizmetin hızı için bir maksimum değer belirtilmektedir.

$$x_3 \leq \frac{x_2}{f} \quad (8)$$

Eşitlik (9)'da  $x_i$  değişkenlerinin 0'dan büyük ya da eşit olduğu belirtilmektedir.

$$x_i \geq 0, \quad \forall i, \quad i = 1, \dots, 4 \quad (9)$$

Materyal ve Metot Bölümü için daha fazla bilgiye Gültepe [21]'den ulaşılabilir.

### III. BULGULAR

Tüm alt kriterlere Super Decisions programında değerler atanmış olup bu değerler ve alt kriterlerin değerlendirme sonuçları (ağırlıkları) ifade edilmektedir. Hız kriteri tüm ana kriterler içinde en yüksek ağırlığa sahip olduğundan bu çalışmada bu kriterin alt kriterlerinin değerlendirilmesi sunulmakta olup Tablo 3'te görülmektedir.

**Tablo 3.** Hız kriterine ait alt kriterlerin ağırlık değerleri

Tutarlılık için oran: 0,04417	
Hız kriterine ait alt kriterlerin ağırlık ifadeleri	Super Decisions programına göre hız kriterine ait alt kriterlerin ağırlık değerleri
$k_1$	0,10638
$k_2$	0,64847
$k_3$	0,05483
$k_4$	0,19032

Daha önce tanımlanan parametre değerleri ise şu şekilde varsayılmaktadır  $a=4$ ,  $b=36$  saat,  $c=8$  saat,  $d=60$  saat,  $e=2$  ve  $f=2$  şeklindedir.

İncelenen problemin amacı kriter ağırlıkları da göz önünde bulundurularak minimum tedarik süresine sahip tedarikçinin belirlenmesidir. Bu problem GAMS optimizasyon programında yazılıp çözülmektedir ve sağlanan optimum sonuca göre, tedarikçilerden beklenen süreler Tablo 4'te yer almaktadır.

**Tablo 4.** Optimum süre değerleri

Karar değişkenleri	Değeri (saat)
$x_1$	2
$x_2$	16
$x_3$	8
$x_4$	1

Z amaç fonksiyonu  $x_i$  değerlerinin Super Decisions programında hesaplanan  $k_i$  değerleriyle çarpımından bulunan değerlerin toplamı olarak hesaplanmaktadır ve bu örnek problemde optimum amaç fonksiyon değeri 11,217 saat olarak elde edilmektedir. Tablo 5'te bu örnek problemde tedarikçilerin mevcut durumdaki süreleri ve toplam ağırlıklı amaç fonksiyon değerleri yer almaktadır. Amaç fonksiyonunda toplam sürecin minimum olması gerektiğinden bu süreci optimum

amaç fonksiyon değeri olan 11,217 saatten daha kısa sürede tamamlayabilen dört tedarikçi olduğu Tablo 5'te görülebilmektedir. Bunlar, T3, T7, T8 ve T10 tedarikçileridir. Diğer 6 tedarikçinin amaç fonksiyon değeri optimal değerden daha yüksek olduğundan bu tedarikçiler (T1, T2, T4, T5, T6 ve T9) değerlendirilmede elenir.

GAMS optimizasyon programından elde edilen optimum sonuca göre değerlendirmeye kalan bu dört tedarikçi için  $x_i$  değerleri açısından firma önceliği hangi kriterle göre olacaksa değerlendirme de o şekilde yapılabilir. Örneğin, Tablo 5'e bakıldığında tedarikçi T8'nin hedef değerler açısından tüm şartları sağladığı diğer bir ifade ile hedef değerlere eşit ya da daha küçük sürelerle sahip olduğu görülür. Tedarikçi T3'ün amaç fonksiyon değeri optimum amaç fonksiyon değerinden daha küçük olmakla beraber  $x_1$  ve  $x_4$  değerleri Tablo 4'te yer alan optimum süre değerlerinden daha yüksektir. T7 tedarikçisinin  $x_3$  ve  $x_4$  değerleri optimal olan  $x_3$  ve  $x_4$  değerlerinden daha yüksektir ama amaç fonksiyon değeri diğer tedarikçilerinkinden daha düşüktür. T10 tedarikçisi ise sadece  $x_1$  değişkeni açısından optimal değerden daha yüksek bir değere sahiptir. Böylece, bu dört tedarikçiden hangisinin seçilebileceğine dair karar verme sırasında hem bu tedarikçilerin amaç fonksiyon değerlerine göre hem de alt kriterlerin değerlerine göre karar verilmesinin daha doğru bir sonuç sağlayabileceği düşünülmektedir.

**Tablo 5.** Tedarikçi değerleri

Tedarikçi firmalar	$x_i$ değerleri				Amaç fonksiyon değeri (saat)
	$x_1$ (saat)	$x_2$ (saat)	$x_3$ (saat)	$x_4$ (saat)	
T1	3	15	13	5	11,711
T2	5	19	8	0,75	13,434
T3	4	13	7	3	9,810
T4	2	18	5	0,5	12,255
T5	6	15	11	4	11,730
T6	1	17	7	1	11,705
T7	2	11	9	1,5	8,125
T8	1,5	16	6	0,75	11,007
T9	4	20	7	0,5	13,874
T10	4	12	8	1	8,836

### 3.1. Duyarlılık Analizi

Bu bölümde teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı için atanan minimum değeri belirten  $c$  değeri ile bir duyarlılık analizi yapılarak  $c$  parametresindeki değişikliğin amaç fonksiyon değerini ve tedarikçi değerlendirilmesini nasıl etkilediği incelenmektedir. Tablo 6'da  $c$  değerindeki değişiklik neticesinde kriterlerin ve amaç fonksiyonun değerleri yer almaktadır. Tablo 6'da görüldüğü gibi  $c$  değerinin artması ile amaç fonksiyonun değerinde artış meydana gelmektedir.

$c$  değerindeki değişimin amaç fonksiyon değerinde değişikliğe neden olmasından dolayı Tablo 7'de de görüldüğü gibi tercih edilen tedarikçilerde de değişiklikler olabilmektedir. Tablo 7,  $c$  değerinin artması neticesinde tercih edilebilecek tedarikçi sayısının arttığını da göstermektedir. Örneğin,  $c$  değeri 4 veya 5 olduğunda uygun tedarikçi bulunmamaktadır, ancak  $c$  değeri 10, 11 veya 12 ise tüm tedarikçilerin uygun olduğu görülebilmektedir.

**Tablo 6.** *c* değerindeki değişikliğin kriterler ve amaç fonksiyon değerlerine etkisi

<i>c</i> değeri	$x_1$ (saat)	$x_2$ (saat)	$x_3$ (saat)	$x_4$ (saat)	Amaç fonksiyon değeri (saat)
4	1	8	4	0,5	5,609
5	1,25	10	5	0,625	7,011
6	1,5	12	6	0,75	8,413
7	1,75	14	7	0,875	9,815
8	2	16	8	1	11,217
9	2,25	18	9	1,125	12,619
10	2,5	20	10	1,25	14,022
11	2,75	22	11	1,375	15,424
12	3	24	12	1,5	16,826

**Tablo 7.** Tedarikçilerin değerlendirilmesi

Tedarikçi	Tedarikçiye ait amaç fonksiyon değeri	<i>c</i> parametresinin değeri									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Amaç fonksiyonun değeri									
		5,609	7,011	8,413	9,815	11,217	12,619	14,022	15,424	16,826	
T1	11,711						√	√	√	√	
T2	13,434							√	√	√	
T3	9,810				√	√	√	√	√	√	
T4	12,255						√	√	√	√	
T5	11,730						√	√	√	√	
T6	11,705						√	√	√	√	
T7	8,125			√	√	√	√	√	√	√	
T8	11,007					√	√	√	√	√	
T9	13,874							√	√	√	
T10	8,836				√	√	√	√	√	√	

#### IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada öncelikle tedarik zinciri yönetiminde lojistik ve dağıtım ağını etkileyen ana kriterler ve bu kriterlerin kırılımı olan alt kriterler belirlenmekte olup toplamda 12 adet ana kriter ve 50 adet alt kriter dikkate alınmaktadır. AHP yöntemi ile Super Decisions programı üzerinde kriterlerin değerlendirmeleri ve dolayısıyla önem derecelerine göre sıralanmaları yapılmaktadır. Bu değerlendirme neticesinde sistem üzerinde en çok etkisi olan, sistemi en çok etkileyen ana kriterin hız olduğu görülmektedir. Daha sonra, hız kriterinin alt kriterlerinden sağlanan sonuçlar da kullanılarak ve ayrıca, çeşitli kısıtlar da dikkate alınarak optimum tedarikçi seçimi için bir matematik programlama modeli geliştirilmektedir. Geliştirilen matematik programlama modelinin amaç fonksiyon denklemi ile minimum tedarik süresinin sağlanması amaçlanmaktadır. Geliştirilen bu matematik programlama modelinin çözümü için GAMS optimizasyon programı kullanılmaktadır. Çalışmada geliştirilen yaklaşımın uygulanmasının gösterilebilmesi açısından geliştirilen bir örnek problemin değerlendirilmesi neticesinde 10 tedarikçi

içerisinden 4 tedarikçinin optimal amaç fonksiyon değerine göre uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca, duyarlılık analizi ile teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı için atanan minimum değerdeki değişikliğin kriterlerin ve amaç fonksiyonun değerlerini etkilediği görülmektedir. İlaveten teslimat sonrasında sunulan hizmet hızı için atanan minimum değerdeki değişimin amaç fonksiyon değerinde değişikliğe neden olmasından dolayı seçilebilecek tedarikçilerin de değişebileceği duyarlılık analizi ile sunulmaktadır.

Bu çalışmanın devamı niteliğinde yapılabileceklere öneriler ise şu şekildedir: Bu çalışmada dikkate alınan ve AHP yöntemi ile Super Decisions programında değerlendirilen ana kriterlere ve alt kriterlere ilaveler yapılarak bu kriterler daha da detaylandırılabilir. İncelenen problem için geliştirilen matematik programlama modeline farklı kısıtlar ya da farklı kriterler ilave edilerek çalışmanın kapsamı genişletilebilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca, bu çalışmanın uygulaması bir gerçek firma değerleri dikkate alınarak gerçek tedarikçilerin değerlendirilmesi olarak yapılabilir.



**KAYNAKLAR**

- [1] Paksoy, T. (2005). Tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu: malzeme ihtiyaç kısıtı altında stratejik bir üretim-dağıtım modeli. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 435-454.
- [2] Erkan, B. (2014). Türkiye’de lojistik sektörü ve rekabet gücü. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 1(1), 44-65.
- [3] Kayabaşı, A., & Özdemir, A. (2008). Üretim işletmelerinde lojistik yönetimi faaliyetlerinde performans yönetimine bakış: beklenti-fayda farkı analizi uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 195-209.
- [4] Akman, G., & Alkan, A. (2006). Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: otomotiv yan sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- [5] Eroğlu, A.H., Kambir, H., & Eker, N. (2008). Endüstriyel işletmelerin dağıtım kanalı seçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 95-110.
- [6] Sivrikaya, B.T., & Ünal, E. (2018). AHP grup karar verme yöntemi ile bilgi işlem çalışanlarının yetkinlik temelli performanslarının değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17. ÜİK Özel Sayısı, 501-514.
- [7] Vasiliauskas, A.V., Vilkelis, A., Zinkevičiūtė, V., & Batarliene, N. (2010). Development of automobile distribution networks on the basis of multi-criteria evaluation of distribution channels. *Transport*, 25(4), 361-367.
- [8] Daugherty, P.J. (2011). Review of logistics and supply chain relationship literature and suggested research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41 (1), 16-31.
- [9] Islam, D.M.Z., Meier, J.F., Aditjandra, P.T., Zunder, T.H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, 41(1), 3-16.
- [10] Matsui, K. (2016). Asymmetric product distribution between symmetric manufacturers using dual-channel supply chains. *European Journal of Operational Research*, 248(2), 646-657.
- [11] Liu, W., Wang, D., Shen, X., Yan, X., & Wei, W. (2018). The impacts of distributional and peer-induced fairness concerns on the decision-making of order allocation in logistics service supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 116, 102-122.
- [12] Jia, J., Chen, S., & Li, Z. (2019). Dynamic pricing and time-to-market strategy in a service supply chain with online direct channels. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 901-913.
- [13] Akyüz, K.C., Tugay, T., Perçin, S., & Yıldırım, İ. (2020). Analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile mobilya sanayi sektöründe en uygun tedarikçi seçimine yönelik bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 29, 1-22.
- [14] Onat, A., & Kaçtıoğlu, S. (2020). Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi: perakende sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(37), 65-79.
- [15] Akin Vargeloğlu, A., Başkır, M.B., & Gamgam, H. (2021). Ekonomik göstergelere dayalı tedarikçi seçimi için sezgisel bulanık yaklaşım. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 1017-1037.
- [16] Çelik, F., & Çağlı, G. (2021). Bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile tedarikçi seçimi; bir traktör fabrikası örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi DEÜ FMD*, 23(68), 607-619.
- [17] Erbiyık, H., Alkan Kabakçı, G., & Erdil, A. (2021). Electre yöntemi ile otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi: yeşil tedarikçi seçimi uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Özel Sayı 2021 (ARACONF) Özel Sayı 24, 421-429.
- [18] Eren, T., & Gür, S. (2017). Online alışveriş siteleri için AHP ve TOPSIS yöntemleri ile 3PL firma seçimi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 819-834.
- [19] Dursun, T., & Gürsev, S. (2016). Pazarlamada dağıtım kanalları yönetimi ve lojistik merkezlerin gelişiminde kümeleme yaklaşımı. *Öneri Dergisi*, 12(45), 555-568.
- [20] Alkan, A., Kasımoğlu, H.Ç., Çelik, C., & Aladağ, Z. (2017). AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile lastik üreticisi bir firma için tedarikçi seçimi [Supplier selection for a tire company with AHP and PROMETHEE methods]. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi [Sakarya University Journal of Science]*, 21(2), 261-269.
- [21] Gültepe, M. (2019). Tedarik zinciri yönetiminde AHP ve matematik programlama modeli kullanılarak lojistik ve dağıtım ağının etki seviyelerinin belirlenmesi ve tedarikçi seçimi optimizasyonu [Determination of effect levels of logistics and distribution network, and supplier selection optimization by using AHP and mathematical programming model in supply chain management]. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, 93 sayfa.