

LOJİSTİK DERGİSİ

Basılı ISSN: 2564-7245 Elektronik ISSN: 2630-5704
www.lojistikdersisi.org Yıl 18 • Sayı 53 • Haziran 2021

LOJİSTİK DERNEĞİ'NİN (LODER) RESMİ YAYIN ORGANI

TARIM-GIDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN SCOR
MODELİNİN UYGULANMASI

AKILLI ŞEHİRLERDE ULAŞIM VE KENTİÇİ
HAREKETLİLİĞE DAİR BİR DEĞERLENDİRME

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN
KÜRESEL BULANIK VIKOR TEMELLİ BİR KARAR
VERME YAKLAŞIMI

TÜRKİYE'DEKİ LOJİSTİK KÖYLERİN
PERFORMANSLARININ GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ
YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

LODER adına sahibi

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (LODER Yönetim Kurulu Başkanı)

Editör

Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN (LODER Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı)

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Birdoğan BAKİ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Adil BAYKASOĞLU (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN (Galatasaray Üniversitesi)

Dr. Öğretim Üyesi Haluk Recai CEZAYİRLİOĞLU (Esenyurt Üniversitesi)

Prof. Dr. Orhan FEYZİOĞLU (Galatasaray Üniversitesi)

Prof. Dr. Elif KONGAR (Bridgeport Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ (Maltepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Okan TUNA (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Prof. Dr. Umut Rifat TUZKAYA (Yıldız Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Füsun ÜLENGİN (Sabancı Üniversitesi)

Yayın Türü

Yerel Süreli Yayın

Yılda İki Sayı (Haziran - Aralık)

Basılı ISSN: 2564-7245

Elektronik ISSN: 2630-5704

Yayın Adresi

Lojistik Derneği, Bostan Sokak No:15, 5. ve 6. Kat, Louis Vuitton Orjin Binası,

Teşvikiye Nişantaşı İstanbul 34367 Türkiye

Telefon: 0536 379 80 80

Faks No: 0216 553 80 31

www.lojistikdergisi.org

Lojistik Derneği'nin (LODER'in) yayını olan Lojistik Dergisi,
hakemli bir bilimsel araştırma dergisidir.

Bilimsel makale gönderimi ile ilgili gerekli bilgilere

<https://lojistikdergisi.org/makale-gonder> adresinden ulaşabilirsiniz.

Değerli Okuyucular,

Dergimizin bu sayısında araştırma türünde dört makale yer almaktadır.

Sayın Sinem Savaş ve Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, makalelerinde, seçili tarımsal ve tarıma bağlı işletmelerin tedarik zinciri süreçlerini SCOR modeli performans göstergeleri ile yeniden ele alarak; tarım-gıda tedarik zinciri alanındaki SCOR model uygulamaları için rehber bir çalışma oluşturmuşlardır. Çalışmada, bir tarım işletmesinin, tarıma bağlı bir sanayi işletmesinin ve bir market zincirinin tedarik zinciri süreçleri SCOR modeli ile tasarlanmıştır. Ele alınan her üç işletme için SCOR modelinin temel performans göstergelerinin birinci seviye metrikleri üzerinden bir SCORcard oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Arş. Gör. Nurullah Taş ve Prof. Dr. Bülent Sezen, akıllı şehirler ve akıllı ulaşım sistemleri kapsamında kentiçi hareketliliğin incelenmesine odaklanmışlardır. Çalışmada, akıllı şehirlerdeki hareketlilik, birden çok endeks üzerinden değerlendirilmiş; yurtdışında yaşam kalitesi yüksek şehirler ile Türkiye'den İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa şehirlerinde bütüncül bir gelişmişlik durumunun günlük hayat düzeyine etkisi incelenmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Sezin Güteryüz, makalesinde, sürdürülebilir tedarikçi seçimi probleminin analitik yöntemlerle değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, çalışmanın ilk aşamasında yapılan literatür taraması ve uzman görüşleri ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi kriterleri belirlenmiş ve değerlendirme modeli geliştirilmiş; ikinci aşamasında Küresel Bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak Bartın'da faaliyet gösteren bir plastik boru üretim işletmesinde önerilen model uygulanmıştır.

Dr. Öğretim Üyesi Mehri Banu Erdem, makalesinde, Türkiye'de faaliyette olan lojistik merkezlerinin performanslarının değerlendirilmesini amaçlamış ve yöntem olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden olan gri ilişkisel analiz yöntemini kullanmıştır. Türkiye'de aktif olarak faaliyet gösteren yedi adet lojistik köyün performansının analizinin yapıldığı araştırmada, kriterlerin ağırlıklarının eşit ve farklı olduğu iki durum değerlendirilmiştir.

Makalelerin yazarlarına ve makalelerin değerlendirilme sürecinde kıymetli zamanlarını ayırarak destek veren hakemlere teşekkür ederiz.

Dergimizin tüm okuyuculara yararlı olmasını ve ilgili araştırmacıların bilimsel çalışmalarına katkı sağlamasını dileriz.

Saygılar.

Prof.Dr. Gülçin Büyüközkan
Lojistik Dergisi Editörü

İÇİNDEKİLER

TARIM-GIDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN SCOR MODELİNİN UYGULANMASI

[Araştırma Makalesi]

Sinem SAVAŞ, Mehmet TANYAŞ

1

AKILLI ŞEHİRLERDE ULAŞIM VE KENTİÇİ HAREKETLİLİĞE DAİR BİR DEĞERLENDİRME

[Araştırma Makalesi]

Nurullah TAŞ, Bülent SEZEN

19

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN KÜRESEL BULANIK VIKOR TEMELLİ BİR KARAR VERME YAKLAŞIMI

[Araştırma Makalesi]

Sezin GÜLERYÜZ

30

TÜRKİYE'DEKİ LOJİSTİK KÖYLERİN PERFORMANSLARININ GRI İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

[Araştırma Makalesi]

Mehri Banu ERDEM

43

TARIM-GIDA TEDARİK ZİNCİRİ İÇİN SCOR MODELİNİN UYGULANMASI

Sinem SAVAŞ¹, Mehmet TANYAŞ²

¹Maltepe Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, 191122205@st.maltepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1113-6419

²Maltepe Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İstanbul, mehmettanyas@maltepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8934-3787

ÖZET

Ülke nüfusunun temel besin maddelerini karşılaması, endüstriyel sektörler için hammadde girdisi sağlaması, milli gelire doğrudan ve dolaylı katkısı nedeniyle tarım sektörünün verimliliği ve sürdürülebilirliği oldukça önemlidir. Türkiye'deki çok aşamalı ve düşük koordinasyonlu tarım-gıda tedarik zinciri, nihai tüketiciye ulaşan gıda ürünlerinin kalitesini düşürmekte ve gıda fiyatlarına enflasyonist bir zemin hazırlamaktadır. Öte yandan, tarladan sofraya ulaşıncaya kadar olan süreçte, tarıma bağlı gıda ürünleri ciddi kayıplara uğramaktadır. %40'a varan ürün kayıpları, ihracatı ve beraberindeki ekonomik gelir kalemlerini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, tarım-gıda tedarik zincirinin yeniden analiz edilmesinin, ekonomik refah için stratejik gerekliliğini ortaya koymaktadır. Farklı endüstri alanlarında uygulanabilen ve tedarikçilerden tüketicilere kadar tüm piyasa etkileşim faaliyetlerini kapsayan Tedarik Zinciri Operasyonları Referans (SCOR) Modeli, tedarik zincirini bir bütün olarak değerlendirerek, süreçlerin standart bir metodoloji ile yeniden yapılandırılmasına olanak sağlar. Tedarik Zinciri Konseyi tarafından, 1996 yılında geliştirilen SCOR Modeli, tedarik zinciri yapısındaki karmaşıklığı giderir. Yalın entegrasyon içerisinde süreçsel iyileşmeyi sağlayarak, toplam performansın artırılmasını amaçlar. Çalışmada, seçili tarımsal ve tarıma bağlı sektörlerin süreçleri üzerinde yapılan örnek uygulama ile tarım-gıda tedarik zincirinin sorunlarının çözümünde SCOR Modelinin; fizibilitesi yüksek, referans bir kaynak oluşturması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Performans Değerlendirmesi, SCOR Modeli, Tarım-Gıda Tedarik Zinciri.

THE APPLICATION OF THE SCOR MODEL FOR AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN

ABSTRACT

The productivity and sustainability of the agriculture sector is crucially important for meeting the basic nutrients of the country's population, providing the raw material input for industrial sectors and direct or indirect contribution to national income. Multi-stage and poorly coordinated agri-food supply chain in Turkey lowers the quality of the food product that reaches to the final customer and also prepares an inflationary basis for food prices. On the other hand, in the process from the field to the table, food products related to agriculture suffer serious losses. Product losses up to 40% affect exports and accompanying economic income items negatively. This situation reveals the strategic necessity of re-analyzing the agri-food supply chain for economic welfare. The Supply Chain Operations Reference Model (SCOR), which can be applied in different industrial areas and covers all market interaction activities from suppliers to consumers, allows the processes to be restructured with a standard methodology by evaluating the supply chain processes as a whole. The SCOR Model, developed by the Supply Chain Council in 1996, eliminates the complexity in the supply chain structure. It aims to increase total performance by providing process improvement within lean integration. In the study, SCOR Model can be used in solving the problems of the agri-food supply chain with the sample application made on the processes of the selected agricultural and agricultural sectors; It is aimed to create a reference resource with high feasibility.

Keywords: Agri-Food Supply Chain, Performance Evaluation, SCOR Model.

Yayın Künyesi: S.Savaş, M.Tanyaş, "Tarım-Gıda Tedarik Zinciri için SCOR Modelinin Uygulanması", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 53, Sayfa 1-18, Haziran 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 12.02.2021 / Kabul: 18.05.2021

Article History: Received: 12.02.2021 / Accepted: 18.05.2021

1. GİRİŞ

Sosyo-ekonomik dengenin korunması ve ekonomik istikrarın sağlanması adına önemli bir faktör olan tarımsal üretim, ülkelerin gelişmişlik düzeyine bakılmaksızın stratejik karar ve yönetim süreçlerini gerektirir. Tarımsal üretimin genellikle kabul görmüş iki boyutu vardır. Bunlar, tarımın bütün dünyada çevre koşullarına olan bağlılığını tanımlayan evrensel boyut ve üretim güçleri ile ilişkilerinin oluşturduğu, üretim tarzına bağlı olan kurumsal boyut olarak sıralanır. Evrensel boyut, kişilerin belirli bir seviyeden sonra müdahale şansının olmadığı boyuttur (URL2). Tarım sektöründe risk ve belirsizliklerin fazla olması, iklim değişikliklerinin etkisi, girdi maliyetlerinin yüksek olması ve dolayısıyla tarımsal gelirin azalması gibi nedenlerle tarım sektöründen diğer sektörlere geçiş hızlandırmaktadır (URL4).

Tarımsal üretimin diğer parametresi olan kurumsal boyut ise; ölçek ve üretim tarzı ile şekillenir. Tarım işletmelerinde yönetim stratejilerinin oluşturulması, yatırımların artırılması, kırsal alanlarda gerekli sosyal ve fiziki altyapının tamamlanması, yenilikçi teknolojilerin tanıtılması, üretimin modernleştirilmesi, kârlı ve rekabetçi üretim organizasyonunun kurulması ve doğal kaynakların rasyonel kullanımının sağlanması beklenmektedir (URL2).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO); dünya nüfusunun 2050 yılına kadar %30 artacağını ve beraberinde üretim ihtiyacının 8,4 milyar tondan, 13,5 milyar tona çıkacağını belirtmektedir. Dünya Ekonomik Forumu'nun (WEF) 2017 tarihli raporunda, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9,8 milyarı aşacağı öngörülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) tahminlerine göre ise; 2050 yılında, Türkiye nüfusu 105 milyon seviyelerine yaklaşacaktır. Bu doğrultuda, 2020 yılındaki küresel çaptaki gıda talebinin, mevcut talebe göre %70 daha fazla olması beklentiler arasındadır. Öte yandan Türkiye'de ve dünyada, kırsaldan kente nüfus hareketliliğinin artması, tarım-gıda taleplerinin karşılanmasını güçleştirmektedir. Beklentiler doğrultusunda, 2050 yılındaki tarım olanakları; tarımsal arazilerin azalması, su ve enerji kaynaklarına erişim için rekabetin artması, iklim değişikliği gibi sorunlarla daha zorlu bir yapıda

olacaktır. Sadece son 50 yıl incelendiğinde; tarım alanındaki gelişmeler, su ve gübre kullanım araçlarının yaygınlaşması, zirai ilaçların artışı ile tarımsal üretim 3 katına ulaşırken; su kaynaklarının kirlenmesine ve tüketilmesine, ormanların üçte birinin kaybına, biyoçeşitliliğin azalmasına, bitki ve hayvanlardaki hastalıkların yayılmasına neden olmuştur. Mevcut yapısıyla bozulmuş olan üretim sürecini, tabandan başlayarak istenen düzeye çıkarabilmek için tarım-gıda entegrasyonunda önemli değişiklikler yapmak gerekmektedir. Bu gelişmeler, sürdürülebilir tarım ve gıdaya geçişin tek çıkış noktası olduğunu göstermektedir (URL5). Öte yandan COVID-19 salgını, ekonomik faaliyetler üzerinde büyük bir etki yaparak; ekonomileri bilinen dengelerden uzaklaştırmıştır. Tüm dünyayı ciddi şekilde etkileyen salgın, küresel çapta tarım- gıda tedarik zincirlerinde kesintilere neden olmuştur (Gray 2020). Belirsizliklerin ve risklerin arttığı salgın dönemi, ülkeleri yerel ve küresel bazda önlemler almaya zorlamıştır. Bu süreçte, çeşitli ürünlere getirilen ihracat kısıtlamaları ve ülkelerin kendi kendilerine yetebilme çabası, tarımsal üretimin önemini bir kez daha göstermiştir.

Kaynakların daimi kullanımı doğrultusunda; üretimin devamlılığı sağlanarak, çeşitliliğin ve verimliliğin artırılmasını amaçlayan sürdürülebilirlik kavramı ile sürdürülebilir gıda ve sürdürülebilir tarımsal tedarik zinciri günümüzde daha fazla alan bulmaya başlamıştır. Sürdürülebilir tedarik zinciri, zincirin mevcut yapısına çeşitli dinamik yeteneklerin kazandırılması ile oluşur ve bu yetenekler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Beske, 2014):

- **Bilgi yönetimi:** Tarımsal tedarik zincirinin kalitesine ilişkin mevcut bilgiyi değerlendirme veya tedarik zinciri taraflarının sahip olduğu bilgiye erişim, anlama ve edinim olanaklarının geliştirilmesi yoluyla süreçlerin daha ileri seviyeye gidebilme yeteneğidir.
- **Tedarik Zinciri Ortak Gelişimi:** Tedarik zinciri, entegrasyon içerisindeki tüm ortakların gelişimiyle güçlenir. Bilgi paylaşımı, genel performansın iyileştirilmesi, program geliştirme ile eğitim gibi kanallarla işbirliğinin ötesine geçmek önemlidir.

• **Birlikte Gelişim:** Hem ürün hem de süreç geliştirme esnasında, tüm üyelerin amaçlarına ve vizyonlarına uygun, yeni yetenekler geliştirme ve uygulama becerisini temsil eder.

• **Dönüşümlü Tedarik Zinciri Kontrolü:** İşlevsellik yönünden tedarik zincirinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, zincir boyunca gösterge ve tedbir araçları kullanılarak, yönetim stratejilerinin sürekli olarak geliştirilmesidir. Öte yandan; lokasyonel ve tedarik zinciri boyunca şeffaflığı iyileştirmek üzere bilgi toplama, değerlendirme, iletişimi artırma, genel performansın izlenmesi ve kontrolünü içermektedir.

• **Tedarik Zincirinin Yeniden Kavramsallaştırılması:** Sürdürülebilir tedarik zincirleri geleneksel tedarik zincirlerinden farklı planlanmalı ve yeniden tasarlanabilmelidir.

Yerel bazda inceleyecek olursak; Türkiye'deki tarım-gıda tedarik zincirinin sürdürülebilirliği; temelde nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması açısından, daha geniş çerçevede ülke ekonomisi ve ülke refahı açısından oldukça önemlidir. Mevcut tarım-gıda tedarik zincirinin büyük çoğunluğunu oluşturan yaş meyve-sebze ürünleri, 'üretici - toplayıcı - komisyoncu (üretim yerinde) - nakliyeci-toptancı komisyoncu (tüketim yerinde) - depo (bekletilecek ise) -- perakendeci - tüketici'den oluşan uzun bir dağıtım kanalına sahiptir. Bu uzun süreç, hem kaybı ve beraberinde maliyetleri arttırmakta, hem de ürün kalitesini düşürmektedir (URL3). Üretim aşamasından itibaren başlayan sorunlar, tüketiciye ulaşan gıda fiyatlarının yükselmesine neden olmakta ve Tüketici Fiyatları Endeksini (TÜFE) etkilemektedir. Oluşan enflasyonist yapı, alım gücünü düşürmekte ve ekonomik refahı olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle zincir boyunca süreçler yeniden değerlendirilerek; Türkiye'deki tarım-gıda tedarik zincirine, sürdürülebilir dinamik yeteneklerin kazandırılması gereklidir.

Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli (SCOR), birçok farklı endüstride uygulanabilirliği yüksek bir ölçüm metodu sağlamaktadır. SCOR modeli, aşamalı olarak, entegrasyonda yer alan tüm faaliyetlerin isimlendirilmesini amaçlar. Bu sayede sistem içerisindeki görünürlüğün artırılmasına,

kayıpların azaltılmasına ve maliyetlerin düşürülmesine olanak sağlar. Dünya çapında birçok kuruluş tarafından uygulanmakta olan SCOR modeli, işlevselliği ile ön plana çıkmaktadır. Söz konusu çalışmada; seçili tarımsal ve tarıma bağlı işletmelerin, tedarik zinciri süreçleri, SCOR modeli performans göstergeleri ile yeniden ele alınarak; tarım-gıda tedarik zinciri alanındaki SCOR model uygulamaları için rehber bir çalışma oluşturması amaçlanmıştır.

Tarım-gıda tedarik zinciri ve SCOR modeli kavramları aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

Tarım-Gıda Tedarik Zinciri: Çiftçilik (yani mahsul üretimi için arazi ekimi), işletme/üretim, test etme, paketleme, depolama, nakliye, dağıtım ve pazarlama gibi faaliyetler de dahil olmak üzere 'tarladan sofraya' sürecine dahil olan faaliyetler dizisi olarak tanımlanır (Tsolakis, vd., 2014).

SCOR Modeli: Tedarik Zinciri Operasyonları Referans (SCOR) modeli, bir müşterinin talebini karşılamının tüm aşamalarıyla ilişkili iş faaliyetlerini açıklar. Model; planlama, tedarik, üretim, dağıtım, iade ve etkinleştirmeden oluşan altı ana yönetim süreci etrafında organize edilmiştir (URL1, 2017a).

Çalışmanın ilk bölümünde, konu ile ilgili literatür araştırmalarına yer verilirken; ikinci bölümde Türkiye'deki mevcut tarım-gıda değer zinciri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, SCOR referans modeli süreçleri, performans göstergeleri ve uygulama alanları açıklanmıştır. Dördüncü ve beşinci bölümde ise tarımsal ve tarıma bağlı 3 farklı işletmenin, tedarik zincirleri üzerinde, SCOR modeli uygulaması realize edilirken; işletmelerin ve toplam tedarik zincirinin performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Son olarak altıncı bölümde, sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Science of Direct, Web Of Science, Google Scholar, Scopus ve YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanları 2010-2020 yılları için "agri-food supply chain management, agricultural logistics, agricultural supply chain, food supply chain, agricultural supply chain, SCOR model applications, tarım ürünleri

tedarik zinciri, tarım ve gıda lojistiği, tarımda sürdürülebilirlik” kavramları ile taranmıştır. Literatür taramasında, tarım-gıda tedarik zinciri ve SCOR modelinin anahtar kelimeler arasında yer almasına dikkat edilmiştir. Bulunan 55 çalışma (makale, tez, rapor ve konferans bildirimleri), SCOR modelinin tarım-gıda tedarik zincirinde uygulama örneklerini içeren 17 alt gruba indirgenmiş ve Tablo 1’de özetlenmiştir.

Literatür araştırması sonucunda, SCOR modelinin tarımsal alandaki örneklerinin kısıtlı olduğu görülmüştür. Öte yandan, yakın tarihli olarak çalışmaların ivme kazandığı söylenebilir. Araştırmalar sonucunda, bu alandaki en kapsamlı

çalışmalardan biri Hossain ve Jahan (Hossain ve Jahan, 2015a) tarafından gerçekleştirilen ve Bangladeş’te pirinç tedarik zincirinin SCOR modeli ile incelenmesini içeren çalışmadır. Fakat çalışma, SCOR modelinin altı temel sürecinin (planlama, tedarik, üretim, dağıtım, iade ve etkinleştirme) tamamını kapsamaması nedeniyle yetersizdir. Söz konusu araştırma, SCOR modelinin; tarım işletmesi, tarıma bağlı işletme ve market zincirinden oluşan üç farklı tedarik zincirinde, 1.2. ve 3. seviye süreç seviyeleri ile modelize edilmesi, hipotetik olarak temel performans göstergeleri ile değerlendirilmesi ve toplam tedarik zincirinin performansının ölçülmesini içerdiği için farklılık arz etmektedir.

Tablo 1a: Literatür Araştırması

No	Yazar(lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Özet
1	(Zhao vd. 2020)	Bilgi yönetim mekanizmalarının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisinin tarımsal gıda endüstrisinde ampirik göstergeleri.	SCOR Modeli, Denge Scor Kartı (BSC)	Bilgi yönetim mekanizmalarının (KGM) tarım gıda tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisinin SCOR modelinin de yer aldığı karma yöntem araştırma tasarımı ile incelenmesi.
2	(Martini 2020)	Endonezya'nın, Riau ve Jambi illerinde palmye yağı endüstrisinin tedarik zinciri performansını yönetmek için SCOR tabanlı bilgi modellemesi çalışması.	SCOR Modeli, Süreç Yönetim Modeli (BPM), Hızlı uygulama geliştirme (RAD)	Araştırma Endonezya'daki palmye yağı tarım endüstrisinin iki büyük ilinden, Jambi ve Riau illerinden elde edilen gerçek dünya verilerini kullanarak coğrafi konuma dayalı hızlı bir karşılaştırma, çiftçi, tüccar ve palmye yağı fabrikasının farklı kullanıcı seviyelerinde sorgulanmaya hazır bir model oluşturulmasını amaçlamaktadır.
3	(Kamble vd. 2019)	Veriye dayalı tarım tedarik zincirinde sürdürülebilir performansa ulaşmak üzerine inceleme ve uygulama çalışması.	SCOR Modeli	Araştırmada tedarik zinciri süreçlerinin analitik düzeyini (açıklayıcı, öngörücü ve kuralcı), elde edilen sürdürülebilir hedeflerini (sosyal, çevresel ve ekonomik), aynı şekilde dağıtılan zincir kaynakları ile verilerin toplandığı tedarik yapısı incelenmiştir. İncelemenin sonuçlarına dayanarak, tarımsal gıda tedarik zincirinde yer alan uygulayıcılar için, tedarik zinciri görünürlüğünü ve tedarik zinciri kaynaklarını veri analitiği yeteneğini geliştirmek ve sürdürülebilir performansa ulaşmak için ana itici güç olarak tanımlayan bir uygulama çerçevesi önerilmektedir.
4	(Hiranphaet, 2019)	Tayland Nakhon Pathom bölgesinde ahududu ürünün kamu imalat teşebbüsü denemesi.	SCOR Modeli	Nakhon Pathom'daki Ahududu tedarik zinciri yönetiminin durumunun yerel bilgelik ve yeterlilik ekonomisi felsefesiyle bütünleştirerek SCOR Model Yönetim Süreci ile yeniden değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 1b: Literatür Araştırması

No	Yazar(lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Özet
5	(Ramos vd. 2018)	Peru'da Yaban Mersini Tedarik Zinciri süreçleri planlama, entegrasyon ve uygulama çalışmaları.	SCOR Modeli	Çiftçiler ve tedarikçilerden alınan bilgiler doğrultusunda yapılan analizlerde iyileştirme önermeleri yapılarak, uzun vadede küçük şirketlerin büyümesini desteklemek amaçlanmıştır. Bilgi toplama sürecinde SCOR modeline dayalı süreçlerden yararlanılmıştır.
6	(Moazzam, 2018)	Tarım gıda tedarik zinciri performansının ve riskinin Yeni Zelanda süt ürünleri üzerine yapılan vaka çalışması aracılığıyla ölçülmesi.	Vaka Çalışması, SCOR Modeli	Yeni Zelanda süt ürünleri endüstrisinde faaliyet gösteren 50 çiftçi ve 10 süt ürünleri şirketinden oluşan bir vaka çalışması ile tedarik zinciri performans ölçümünde SCOR modelinin metriklerinden yararlanılmaktadır.
7	(Peña-Orozco ve Rivera, 2017)	Meyvecilik tedarik zinciri yönetiminin ölçümü için seçilen skor metriklerinin duyarlılık analizi.	SCOR Modeli ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemi	Meyve yetiştiren küçük işletmelerin tedarik zinciri yönetim düzeyini ölçmek için SCOR modelinin ölçütleri üzerinde gerçekleştirilen duyarlılık analizi kullanılmıştır.
8	(Ferreira ve Arantes, 2016)	Tarımsal Gıda sektöründe tedarik zinciri performansını değerlendirmek üzerine öneri çalışması.	AHP Yöntemi, SCOR Modeli	Şirketlerin tedarik zinciri performansı göstergelerinin toplanması için doğrusal toplama tekniği ile SCOR modeli performans ölçümlerinden faydalanılmaktadır.
9	(Phong ve Nhu, 2016)	Vietnam Dong Thap bölgesinde tarım ürünleri tedarik zinciri tasarımı.	AHP Yöntemi, SCOR Modeli	Araştırmada yaş meyve-sebze ürünleri için kurulan lojistik sistem toptan satış piyasasında; lojistik sistem için zincir yapısı konfigürasyonu ile ürün akış modeli ve SCOR modeline göre iş parçacığı diyagramı oluşturulmuştur.
10	(Nesti, 2016)	Hindistan cevizi yağının tedarik zinciri performans ölçümü için model tasarımı.	SCOR Modeli	Araştırmada SCOR modeli ile hindistan cevizi yağı tedarik zinciri sistemi üzerinde performans ölçümü yapılmıştır.
11	(León-Bravo vd. 2016)	Geleneksel ve yeni ürünler için sürdürülebilir tedarik zinciri inovasyonu.	SCOR Modeli	Araştırma küçük ve orta ölçekli iki işletmedeki et üretim yöntemlerinin sürdürülebilirliğini artırmak için inovasyon stratejisini araştırmaktadır.
12	(Hossain ve Jahan, 2015b)	Bangladeş'te pirinç tedarik zincirinin kamu ve özel sektör aktörlerinin etkili entegrasyonunu planlamak için SCOR modelleme çerçevesi aracılığıyla incelenmesi.	SCOR Modeli	Pirinç tedarik zincirinin genel yapısı SCOR modeli çerçevesinde haritalanmaktadır. Süreçte, çeşitli tedarik zinciri bağlantılarının ve aktörlerinin göreceli güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiş ve tedarik zinciri aktörlerinin (hem kamu hem de özel) etkili entegrasyonu için boşluklar ve eksik bağlantılar işaretlenmiştir. Bulgulara dayanarak, entegre bir tedarik zinciri modeli çerçevesi önerilmektedir.

Tablo 1c: Literatür Araştırması

No	Yazar(lar) ve Tarih	Ele Alınan Problem	Çözüm Yöntemi	Özet
13	(Sutopo vd. 2015)	Palm yağı endüstrisinin SCOR modeline göre değerlendirilmesi.	Vaka Çalışması, SCOR Modeli	Araştırma hurma yağı endüstrisindeki tedarik zincirinin performans koşullarının SCOR modeline göre yukarıdan aşağıya doğru değerlendirmeyi amaçlamaktadır.
14	(Weerabahu ve Nanayakkara, 2015)	Sri Lanka'daki pirinç tedarik zincirinin temel başarı faktörlerinin operasyonel strateji ile ilişkilendirilmesi.	SCOR Modeli	Pirinç tedarik zincirinin operasyonel stratejisindeki doğrulama süreci için SCOR modelinin belirli metrikleri ve en iyi uygulamaları kullanılmıştır.
15	(Lestari vd. 2013)	Palm yağı rafinerisinde tedarik zinciri analizi tasarımı üzerine bir çalışma.	Vaka Çalışması	Çalışma yazılım süreç sihirbazını kullanarak palmye yağı rafinerileri üzerinde SCOR Modeli tabanlı vaka çalışmasının uygulama metodolojisini sunmayı amaçlamaktadır.
16	(Moazzam vd. 2012)	Tarımsal Gıda Tedarik Zinciri ağlarının kavramsal bir çerçevede kıyaslanması	SCOR Modeli	Araştırma Pakistan ve Yeni Zelanda'daki süt üretim tedarik zincirlerinin performansını ve en iyi uygulamalarını karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda tarım-gıda tedarik zincirinin özel ihtiyaçlarına uygun SCOR modeline dayalı kavramsal bir çerçeve önerilmiştir.
17	(Verdouw vd. 2010)	Talep odaklı meyve endüstrisi tedarik zinciri süreçlerinde referans model çalışması.	SCOR Modeli, Vaka Çalışması	Dört Avrupa ülkesinde, gerçekleştirilen vaka çalışmasında, talebe dayalı meyve tedarik zincirlerinde iş süreçlerinin tasarlanması için bir referans model sunmaktadır.

3. TARIM-GIDA DEĞER ZİNCİRİ

Değer zinciri, bir ürünün veya hizmetin kavram aşamasından başlayıp, çeşitli seviyelerdeki üretimi ve nihai tüketiciye ulaştırılması ile kullanımdan kaldırılmasına kadarki sürecini ifade etmektedir. Değer zinciri analizi, firma temelli analize imkan tanımakta ve sektör analizlerinin zayıf yönünün giderilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu analiz, birbiri ile bağlantılı olan zincir halkalarının ve dinamik akışların daha kolay bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu yönüyle değer zinciri analizi, daha az gelişmiş ülkeleri ve üreticileri içine alırken, yeni üreticiler için de birçok açıdan yararlı/çözüm odaklı bir analiz sunmaktadır. Sonuç olarak değer zinciri analizi, ulusal ekonomi içerisindeki kaynakların etkili olarak toplanmasını sağlayan politika çevresinin anlaşılmasında,

analitik bir araç olarak yarar sağlamaktadır (Kaplinsky ve Morris, 2001).

Türkiye'deki tarım gıda değer zinciri yapısı; tedarikçiler, üreticiler, tüccarlar, gıda şirketleri, perakendeciler ve sektörle ilgili diğer firmaları (ilaç, kozmetik vb.) da içinde bulunduran, çok aşamalı bir entegrasyondan oluşmaktadır. Şekil 1. üzerinde özetlenen bu karmaşık yapı, tarımsal tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmakta ve sektörel alanda aşağıda detayları verilen birçok problemi beraberinde getirmektedir (Tümenbatur, 2019):

- Ülkemizde, değeri yılda yaklaşık 80 milyar lirayı bulan, ortalama 50 milyon ton yaş meyve ve sebze üretilmekte ancak bu ürünler tarladan sofraya ulaşıncaya kadar önemli kayıplara uğramaktadır. Kayıplar: hasat sırasında %4-12, ürünlerin pazara

veya hale taşınması sırasında %2-8, pazara hazırlık aşamasında %5-15, depolama sürecinde %3- 10 ve tüketici aşamasında %1-5 olmak üzere %15-50 arasındadır. Öte yandan, uygun nitelikler sağlanmadığı için ihracata kabul edilmeyen ürünlerden kaynaklanan kayıplar vardır. Nihai olarak, sektördeki kayıt dışılıktan kaynaklanan mali kayıplar söz konusudur.

- Sektörün ticaret kuralları net değildir, komisyoncu ve tüccar ağırlıklı bir ticaret yapısı vardır. Lojistik süreçler konsolidasyona ve planlamaya uygun değildir.

- Tarım sektöründe uygulanabilir, planlanabilir ve uluslararası rekabet odaklı, yıllık üretim – tüketim dengesini gözetken, ürün bazlı üretim planlarından oluşan, tarım master planı mevcut değildir.

- Tarım sektöründe üretim, çok parçalı olup küçük üreticiler mevcuttur. Lokasyona göre değişmekle beraber, ortalama tarla büyüklükleri 5 dekar, kişi

başına arazi 15 dönüm ve bir kişide 2-3 tarla payı olup; bu büyüklükteki arazilerle verimli ve ekonomik tarım yapmak mümkün değildir.

- Zincirde hijyen ve gıda güvenliği yeterince sağlanamamaktadır; kalite güvence çalışmaları etkin değildir.

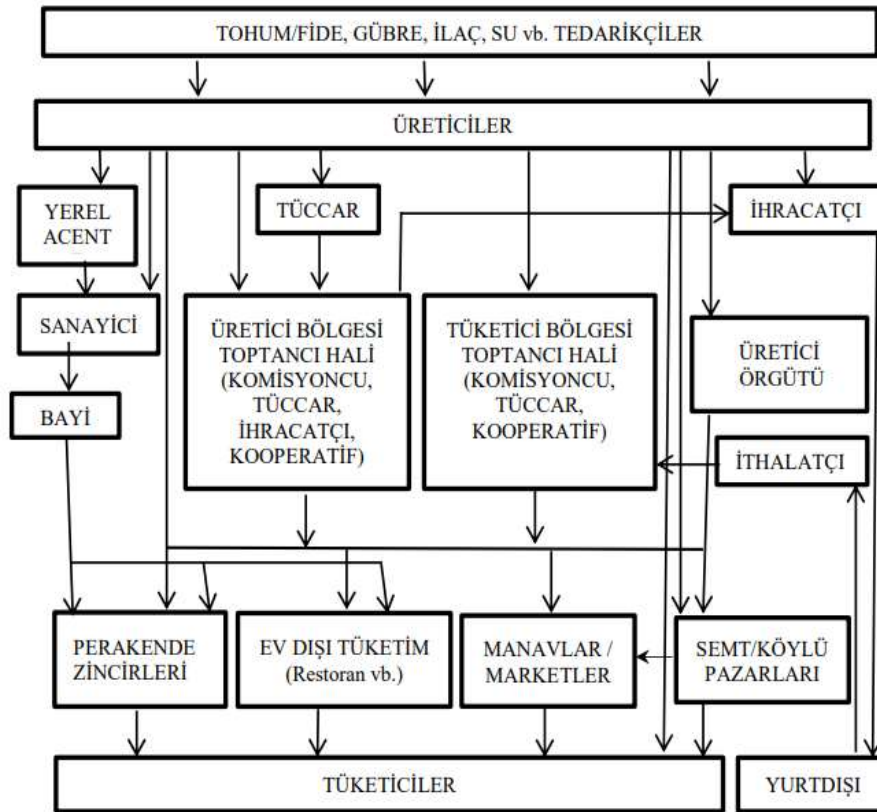
- Üreticiden tüketiciye teslim edilen ürünlerin süreleri uzayabilmektedir.

- Ürünlerin görünürlüğü/ izlenebilirliği, istenen düzeyde değildir.

- Soğuk zincir lojistiği gelişmemiştir. Ambalaj, ürün ve araç standartları yetersizdir.

- Sektördeki eğitim ve kurumsallaşma düzeyi düşüktür.

- Ürüne, bölgeye, mevsimsel etkilere ve ihtiyaca özel bütünleştirilmiş lojistik hizmetler yoktur.



Şekil 1: Yaş Meyve-Sebze Tedarik Zinciri (URL6)

4. SCOR MODELİ

SCOR Modeli, tedarik zincirini standartlaştırmak, süreç gelişiminde altyapı oluşturmak, zincirin iletişim ve bilişim sistemlerini değerlendirmek, rekabetçi üstünlük sağlamak amacıyla geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Model, işletmelerin mevcut durumlarını analiz etmelerini sağlarken; kıyaslama, süreçsel iyileştirme, yeniden yapılandırma fonksiyonları ile de gelişmelerine hizmet eder.

Uygulama; insan kaynakları, depolama, stok, satınalma/tedarik, dağıtım, taşımacılık, sipariş, risk ve bilgi yönetimi, tersine lojistik, iş süreçleri analizi, iş süreçleri iyileştirme, sürdürülebilir tedarik zinciri, satış, müşteri destek, elleçleme, yeni ürün geliştirme, imalat ve ürün yaşam döngüsü gibi birçok alanda kullanılmaktadır (URL1). SCOR modeli, tedarikçiden müşteriye kadar uzanan entegrasyon içerisinde, ekipman, yazılım veya tüm malzeme (fiziksel malzeme ve hizmet) hareketlerini de dahil ederek ortak bir kullanım dili yaratır. Bu sayede, süreçlerin etkin ve verimli yönetimini kolaylaştıran, güçlü bir yönetim opsiyonu sunar.

SCOR modeli iş uygulamalarındaki değişikliklere uyum sağlamak amacıyla düzenli olarak güncellenmiştir (URL1). Son güncelleme ile 12. versiyonu kullanılan SCOR modeli; (sP) Planlama (Plan), (sS) Tedarik (Source), (sM) Üretim (Make), (sD) Dağıtım (Deliver), (sR) İade (Return) ve (sE) Etkinleştirme (Enable) olmak üzere 6 temel süreçten oluşmaktadır. Modelde yer alan ilk 3 seviye, işletmeler için zorunlu kılınmışken; 4. seviye itibari ile işletmenin kullanım tercihine bırakılmıştır.

4.1. SCOR Modeli Seviyeleri

4.1.1. Birinci Seviye (Süreç Tipleri): Planlama, tedarik, üretim, dağıtım, iade ve etkinleştirme süreçlerinin yer aldığı, modelin kapsamını oluşturan ve işletmenin rekabetçi performans hedeflerini tanımlayan seviyedir.

• **Planlama:** Tedarik zinciri içerisindeki, toplam talep

ve arzı dengelemek için işletme içi ve işletme dışı operasyonel bilgiler doğrultusunda yürütülen faaliyetlerdir.

• **Tedarik:** İşletmenin tedarikçileriyle, uzun dönemli ilişkilerin kurulması; bu doğrultuda fayda maksimizasyonunun sağlanması ve gerekli kaynakların temininin en iyi şekilde programlanmasıdır.

• **Üretim:** Tedarik zincirinin talebini, en doğru şekilde ve eş zamanlı olarak yakalayabilmek adına, hammaddelerin en verimli kanal ile nihai ürünlere dönüştürülmesi faaliyetleridir.

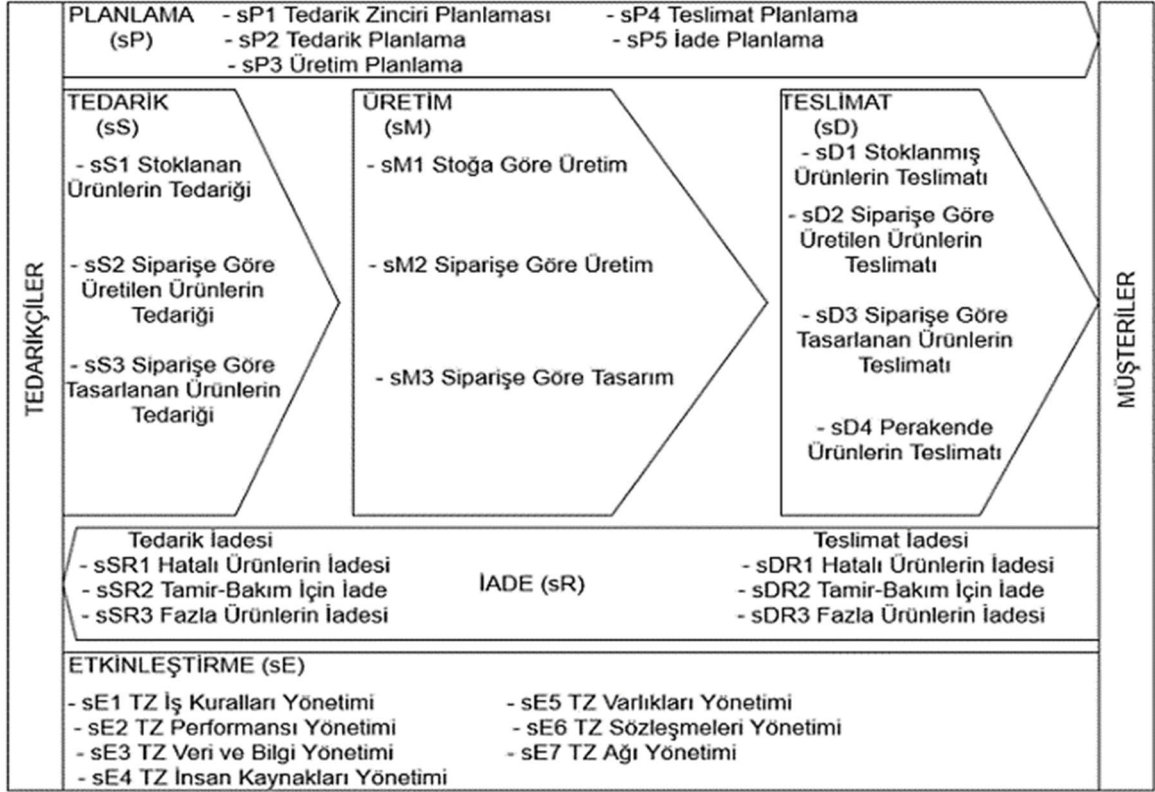
• **Dağıtım:** Temelde, ürünlerin nihai tüketiciye tesliminden oluşan; sipariş, talep, depo, taşıma, yükleme ve dağıtım yönetimi gibi işletmenin çeviklik yeteneğini de belirleyen kritik bağlantı operasyonlarının yapıldığı süreçtir.

• **İade:** Çeşitli sebepler nedeniyle (hatalı ürün, bakım onarım, değişim), müşterilerden gelen ürün iadesi veya tedarikçilere yapılan hammadde iadesi faaliyetleridir.

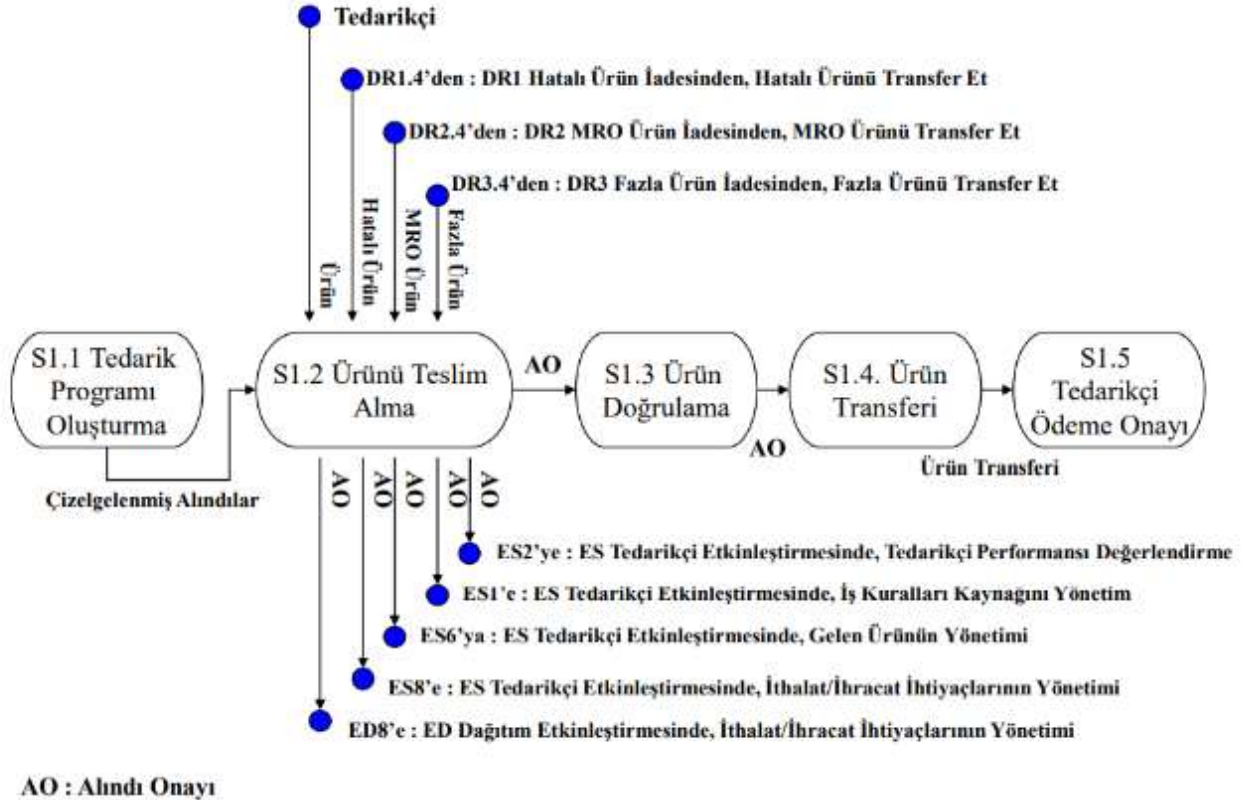
• **Etkinleştirme:** Planlama ve uygulama süreçleri için gerekli olan bilgi akışı, ilişkilerin sürdürülmesi, bakım ve kontrol faaliyetlerini içerir.

4.1.2. İkinci Seviye (Süreç Kategorileri): Seviye 1'de tanımlanan süreçlerin, alt hiyerarşik basamaklarına ayrılarak; zincirdeki tüm etkileşim faaliyetlerinin isimlendirilmesi ve bu sayede karmaşıklığının azaltılması metoduyla, yönetiminin kolaylaştırılmasını amaçlar. 2. Seviyede yer alan tüm süreçler Şekil 2'deki gibidir.

4.1.3. Üçüncü Seviye (Ayrıştırılmış Süreçler): Firmaların küresel pazar koşullarında, rekabetçi yeteneklerinin güçlendirilmesi adına iş süreçlerinin tanımlandığı, operasyonel ve stratejik uyumlarının sağlandığı ve sisteme yerleştirilecek olan uygulamaların karar verildiği seviyedir. Şekil 3'te tedarik sürecinin 2. Seviye ve 3. Seviye alt hiyerarşik basamaklarından birine örnek verilmiştir.



Şekil 2: SCOR Model 2. Seviye Süreçleri (URL1)



Şekil 3: SCOR Model 3. Seviye Süreçleri Örneği (URL1)

4.2. SCOR Modeli Performans Göstergeleri

İşletmelerin, rekabetçi pazarlarda hedeflediği seviyeye ulaşabilmesi adına, başarı düzeyinin ölçülebildiği metriklerdir. SCOR modelinde yer alan, temel performans nitelikleri (performance attributes); güvenilirlik (reliability), esneklik/ yanıt verebilirlik (responsiveness), çeviklik (agility), maliyet (costs) ve varlık yönetimi verimliliği (asset management efficiency) şeklinde beşe ayrılır. İlk üç özellik, müşteri odaklılık (dış odaklı) olarak kabul edilirken, son ikisi işletme içi (iç odaklı) odaklı olarak değerlendirilmektedir. Temel performans göstergeleri, 3 farklı seviyeden oluşan, alt hiyerarşik basamaklara ayrılır. 1. seviye göstergeler tedarik zinciri bileşenlerinin doğruluğunu gösteren, teşhis niteliğindeki metriklerdir. Bunlar, stratejik ölçüt veya temel performans göstergeleri (KPI) olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyedeki göstergeler işletmenin, sektörel alanda kıyaslama (benchmarking) yapmasına olanak sağlayarak, gerçekçi hedefler oluşturmasına yardımcı olur. 2. seviye göstergeler, 1. seviye performans göstergelerinde oluşan problemin kök nedenlerinin bulunmasını sağlar. 3. seviye göstergeler ise aynı işlevle, 2. seviyede oluşan bir performans farkının kök nedenlerini içerir (URL1).

1. seviye performans ölçümünde, 5 temel kategorik seviyenin alt hiyerarşik gruplarında toplam 10 farklı metrik yer almaktadır. Detayları ve ölçüm formülizasyonları aşağıdaki gibidir:

Güvenilirlik: Tedarik zincirinde, doğru ürünün doğru yere, doğru zamanda, doğru durumda, doğru kalitede, doğru dökümanla ulaştırılmasıdır. Mükemmel sipariş karşılama oranı göstergesi ile ölçülmektedir.

- Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı = (Tam, doğru ve zamanında teslim edilen sipariş sayısı - Hatalı evrak düzenlenmiş sipariş sayısı - Hasarlı sipariş sayısı)/Toplam sipariş sayısı

Çeviklik: Tedarik zincirindeki ürün veya hizmetlerin müşteriye ulaştırılma hızıdır. Teslimat performans oranı göstergesi ile ölçülmektedir.

- Teslimat Performansı Oranı = Zamanında sevk edilen müşteri siparişleri sayısı/Toplam müşteri siparişleri

Esneklik: Tedarik zincirinin, rekabet gücünü korumak veya arttırmak adına pazar koşullarındaki değişikliklere cevap verebilme çevikliğidir. Üst tedarik zinciri esnekliği, üst tedarik zinciri uygulanırlığı, alt tedarik zinciri uygulanırlığı metrikleri ile ölçülmektedir.

- Üst Tedarik Zinciri Esnekliği = Siparişin gerçekleşme süresi + Tedarik çevrim süresi
- Üst Tedarik Zinciri Uygulanırlığı = Üst esneklik - plan dışı %20'lik artışı karşılama süresi
- Alt Tedarik Zinciri Uygulanırlığı = Alt esneklik - 30 günde siparişlerin azalma %'si

Maliyet: Tedarik zincirini gerçekleştirmek üzere oluşan maliyetlerin bütünüdür. Toplam tedarik zinciri yönetim maliyeti ve satılan malın maliyeti göstergeleri ile ölçülmektedir.

Toplam Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti = Tedarik zincirine bağlı toplam finans, planlama, envanter taşıma, malzeme alımı ve sipariş yönetimi maliyetleri / Toplam gelir

- Satılan Malın Maliyeti = Başlangıç envanter değeri + Üretilmiş ürünlerin maliyeti - Bitmiş envanter değeri

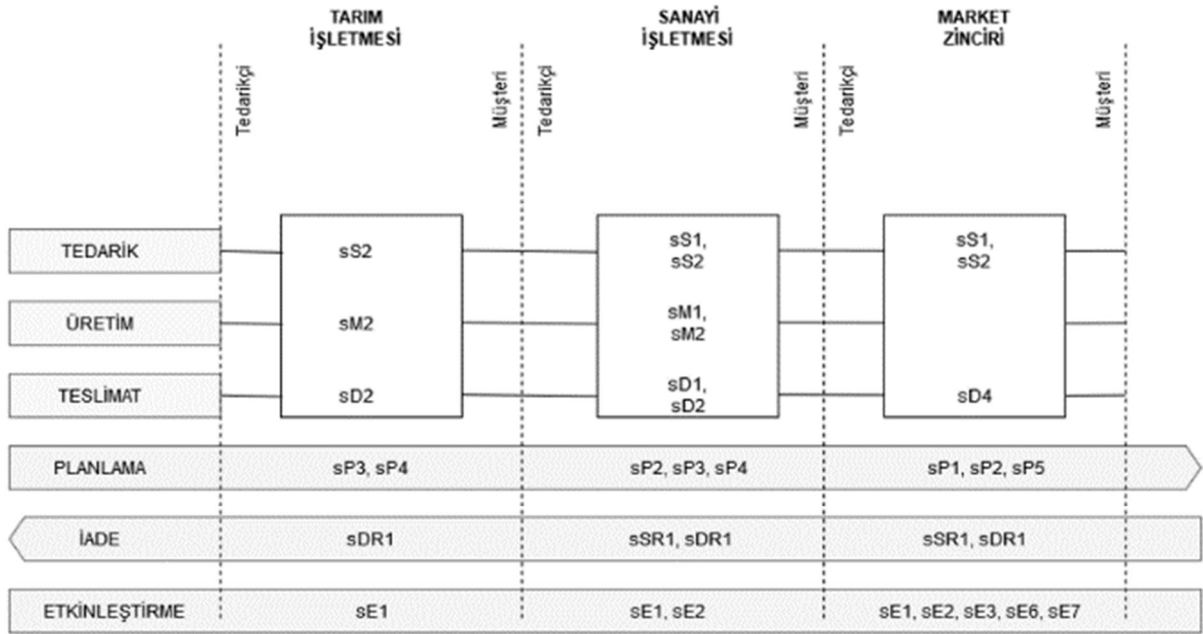
Varlık Yönetimi Etkinliği: Talebi karşılamak amacıyla organizasyonun varlıklarını (sabit varlıklar, işletme sermayesi) yönetme verimliliğidir. Nakit çevrim süresi, duran varlıkların geri dönüşü, işletme sermayesi geri dönüşü performans göstergelerinden oluşmaktadır.

- Nakit Çevrim Süresi= Stok gün sayısı + Yapılacak satış tahsilatlarının vadesi - Satılma borçlarını ödeme süresi
- Duran Varlıkların Geri Dönüşü= Tedarik Zinciri Geliri (TL) - Toplam Tedarik Zinciri Maliyeti (TL) / Tedarik Zinciri Sabit Varlıkları (TL)
- İşletme Sermayesi Geri Dönüşü= Duran varlık geliri / Net toplam varlıklar

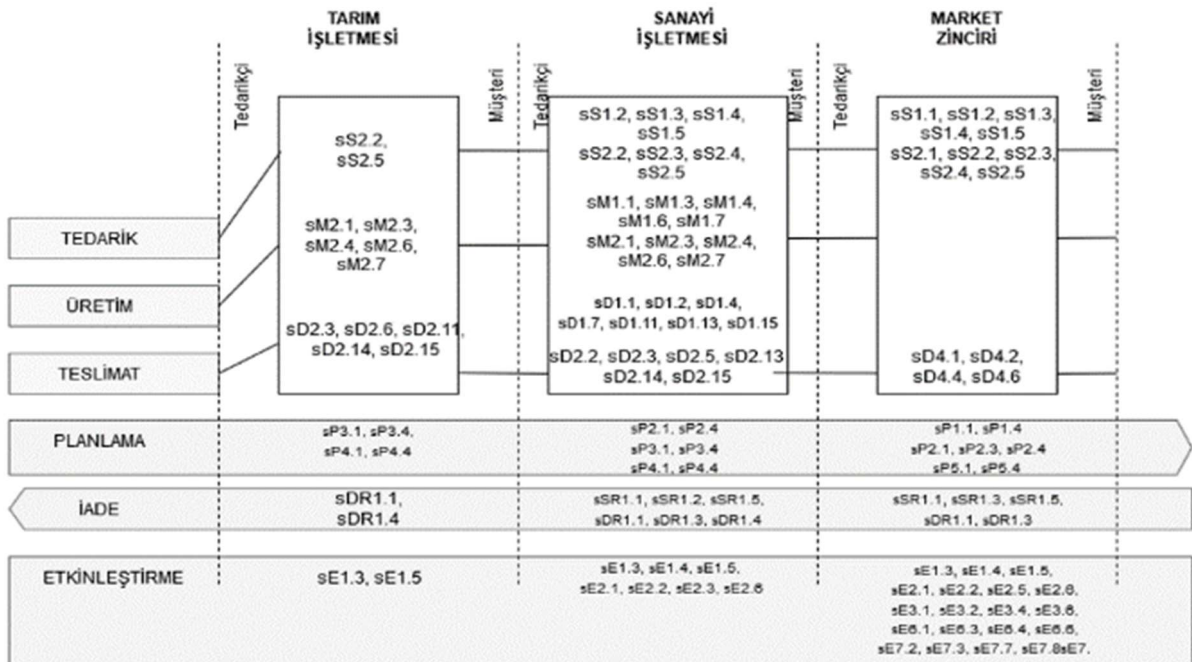
5. TARIM-GIDA DEĞER ZİNCİRİNDE SCOR MODELİ UYGULANMASI

Çalışmada, domates üreten bir tarım işletmesinin, salça üretimi yapan bir sanayi işletmesinin ve bir zincir marketin tedarik zincirleri SCOR modeli ile hipotetik olarak yeniden yapılandırılmıştır. İşletmeler farklı sektör grupları içerisinde yer aldığı için, süreçlerin seçiminde organizasyon ihtiyaçları

göz önünde bulundurulmuştur. Her üç işletme için, tedarikçiden nihai tüketiciye kadar olan faaliyet etkileşimleri, SCOR modeli süreçlerini kodları ile isimlendirilmiştir. Uygulama, modelin kapsamını oluşturan birinci seviye süreçlerinin (tedarik, üretim, teslimat, planlama, iade ve etkinleştirme) bütünü altında gerçekleştirilirken, 2. ve 3. Seviye süreçleri Şekil 4 ve Şekil 5'teki gibi modelize edilmiştir.



Şekil 4: Tarım, Sanayi ve Market Zinciri İşletmelerinde SCOR Modeli 2. Seviye Süreçler



Şekil 5: Tarım, Sanayi ve Market Zinciri İşletmelerinde SCOR Modeli 3. Seviye Süreçler

6. TARIM-GIDA DEĞER ZİNCİRİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ

SCOR modeli uygulamalarında, işletmelerin performans yönetiminde, performans göstergelerini içeren SCORcardlardan yararlanılmaktadır. Bu doğrultuda, çalışılan firmaya ve kıyaslama yapılacak olan aynı sektör grubundaki firmalara ait, 1. seviye performans göstergesinde yer alan; mükemmel sipariş karşılama oranı, teslimat performans oranı, üst tedarik zinciri esnekliği, üst tedarik zinciri uygulanırlığı, alt tedarik zinciri uygulanırlığı, toplam tedarik zinciri yönetim maliyeti ve satılan malın maliyeti, nakit çevrim süresi, duran varlıkların geri dönüşü, işletme sermayesi geri dönüşü göstergelerine ait gerekli bilgilerin toplanması gerekmektedir. Elde edilen bilgiler, SCORcardın ilgili alanlarına işlenir ve benchmarking (kıyaslama) için parite, avantaj ve üst değer oranları hesaplanır.

SCORcard tablosunda yer alan parite değeri, avantaj değeri ve üst değer aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

- **Parite değeri:** Karşılaştırma yapılacak işletmelerin, ilgili metriklerdeki değerlerinin median (ortanca) değeri olarak hesaplanır.
- **Avantaj değeri:** Karşılaştırma yapılacak işletmelerin, ilgili metriklerdeki değerlerinin %70'inci değeri olarak hesaplanır.
- **Üst değer:** Karşılaştırma yapılacak işletmelerin, ilgili metriklerdeki değerlerinin %90'ıncı değeri olarak hesaplanır.

Performans değerlendirme kıstası ise şu şekilde belirlenmektedir: metriklerin ölçümü doğrultusunda, işletmenin bulunan gerçek değeri, parite değerinden küçük ise kötü; parite değeri ile

Tablo 2: Tarım İşletmesi SCORcard

		Performans Ölçütleri	Firmaya Ait Değer	Parite Değer	Avantaj Değer	Üst Değer	Firmanın Sektördeki Durumu
Dışsal	Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı	42%	47%	62%	68%	Kötü
		Çeviklik	Teslimat Performansı Oranı	78%	77%	86%	97%
	Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği	50	58	36	32	Orta
		Üst Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	68	74	60	57	Orta
		Alt Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	19%	23%	40%	45%	Orta
İçsel	Maliyet	Toplam Tedarik Zinciri Yönetimi Maliyeti	4,50%	5%	2,50%	1,80%	Orta
		Satılan Malın Maliyeti	47%	46%	35%	30%	Kötü
	Varlık Yönetimi Etkinliği	Nakit Çevrim Süresi	78	67	54	45	Kötü
		Duran Varlıkların Geri Dönüşü	0,94	0,87	1,02	1,13	Orta
		İşletme Sermayesi Geri Dönüşü	8%	7%	10%	14%	Orta

Tablo 3: Gıda İşletmesi SCORcard

		Performans Ölçütleri	Firmaya Ait Değer	Parite Değer	Avantaj Değer	Üst Değer	Firmanın Sektördeki Durumu
Dışsal	Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı	78%	74%	85%	89%	Orta
		Çeviklik	Teslimat Performansı Oranı	87%	77%	86%	97%
	Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği	35	45	29	11	Orta
		Üst Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	75	70	54	45	Kötü
		Alt Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	41%	30%	42%	48%	Orta
İçsel	Maliyet	Toplam Tedarik Zinciri Yönetimi Maliyeti	9%	11%	9%	8%	İyi
		Satılan Malın Maliyeti	68%	71%	64%	48%	Orta
	Varlık Yönetimi Etkinliği	Nakit Çevrim Süresi	60	124	105	62	Çok İyi
		Duran Varlıkların Geri Dönüşü	1,24	0,97	1,23	1,39	İyi
		İşletme Sermayesi Geri Dönüşü	14%	12%	16%	21%	Orta

Tablo 4: Zincir Market İşletmesi SCORcard

		Performans Ölçütleri	Firmaya Ait Değer	Parite Değer	Avantaj Değer	Üst Değer	Firmanın Sektördeki Durumu
Dışsal	Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı	94%	85%	93%	96%	İyi
	Çeviklik	Teslimat Performansı Oranı	94%	90%	94%	97%	İyi
	Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği	3	4	3	2	İyi
		Üst Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	7	9	6	4	Orta
		Alt Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	28%	24%	29%	32%	Orta
İçsel	Maliyet	Toplam Tedarik Zinciri Yönetimi Maliyeti	19%	27%	22%	17%	İyi
		Satılan Malın Maliyeti	67%	70%	63%	57%	Orta
	Varlık Yönetimi Etkinliği	Nakit Çevrim Süresi	61	62	60	56	Orta
		Duran Varlıkların Geri Dönüşü	0,86	0,87	1,04	1,23	Kötü
		İşletme Sermayesi Geri Dönüşü	25%	23%	26%	31%	Orta

avantaj değeri arasındaysa orta; avantaj değer ile üst değer arasındaysa iyi; üst değere eşit ve üst değerden fazla ise performans göstergesi çok iyi olarak nitelendirilir. Çalışmanın bir diğer amacı olan performans ölçümünde, SCOR modelinin performans göstergelerinden faydalanılarak her üç işletme için hipotetik SCORcardlar aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

Tablo 2, 3 ve 4'te oluşturulan SCORcardlarda, firmalara ait değerler ile sektörden elde edildiği varsayılan parite, avantaj ve üst değer karşılaştırılarak, işletmenin kendi sektörü içerisindeki durumu ortaya konulmuştur. Örneğin; Tarım işletmesinin dışsal (müşteri odaklı) performans göstergelerinde, çeviklik ve esneklik orta seviyedeysen, güvenilirlik metriği sektörün genel durumuna göre kötü olarak sonuçlanmış.

Bu durumda işletmenin öncelikli hedefleri arasında, mükemmel sipariş karşılama oranında alacağı önlemler ile güvenilirlik düzeyinde iyileşme sağlamak olmalıdır. SCORcardlar işletmeler için, hedeflerin daha gerçekçi ve öncelikli olarak belirlenmesi konusunda yol gösterici olmaktadır.

Son aşamada, tedarik zincirinin toplam performans ölçümüne yer verilmiştir. Toplam tedarik zinciri performans ölçümü, entegrasyonun bütün olarak ele alınmasını sağlarken, aynı zamanda entegrasyon içerisinde yer alan işletmelerin süreç yönetimlerinin özdeğerlendirmelerine imkan verir. Ancak, performans ölçüm sistemlerinin

tasarımında, göz önünde bulundurulması gereken ilk husus, tedarik zincirinin etkinliğini ve etkenliğini belirleyecek uygun ölçütlerin kullanılmasıdır.

Tedarik zincirinin performansının değerlendirilmesi için nitel (müşteri memnuniyeti, esneklik, bilgi ve malzeme akış entegrasyonu, etkili risk yönetimi, tedarikçi performansı) ve nicel (maliyete dayalı, müşteri sorumluluğuna dayalı) olarak çok sayıda performans ölçütü bulunmakla birlikte; tüm ölçütlerin ortak özelliği, sürekli gelişmeyi desteklemesi ve son müşteri memnuniyetini gözetmesidir.

Maliyete dayalı ölçütlerin, sıklıkla kullanılan metodlarından biri olan Ekonomik Katma Değer Yöntemi (EVA), en yalın tanımı ile bir firmanın yatırımları aracılığıyla meydana getirdiği, vergi sonrası nakit akımı ile firmada kullanılan sermayeye yüklenen maliyet arasındaki farktır. Tedarik zinciri yönetiminde EVA uygulaması; süreç değişikliklerinin, işletmelerin değerinde nasıl bir etkiye neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca EVA, tedarik zinciri içerisindeki, zincir üyelerinin yarattıkları katma değerlerin ölçülmesinde kullanılabilir.

EVA'nın hesaplanmasında kullanılan temel eşitlikler aşağıdaki gibidir (Ercan vd., 2003):

EVA= NOPLAT – (Yatırılan Sermaye xWACC)

EVA=(ROIC – WACC) x Yatırılan Sermaye

Burada;

NOPLAT= Düzeltmiş Vergiler Düşüldükten Sonraki Net Faaliyet Karı'nı (Net Operating Profit Less Adjusted Taxes)

ROIC= Yatırılan Sermaye Üzerinden Sağlanan Getiriyi (Return on Invested Capital)

WACC= Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti'ni (Weighted Average Cost of Capital) ifade etmektedir.

Uygulamada, üç işletmeye ait SCORcardlar bütünsel bir çerçevede ele alınarak, Tablo 5'teki gibi tek bir tablo üzerinde birleştirilmiştir. Ekonomik Katma Değer yönteminde olduğu gibi, zincir içerisinde yaratılan toplam katma değer, aşağıdaki hesaplamalar ile işletme düzeyinde dağıtılmıştır.

Bu veriler kullanılarak, her bir işletmenin zincir içerisindeki ağırlıklı oranları hesaplanmıştır. Son olarak, ağırlıklı oranlar ile her bir işletmenin performans değerlendirme sonuçları çarpılmış ve zincirin toplam performans değeri hesaplanmıştır. Zincir boyunca yaratılan toplam katma değer, 100 milyon TL olduğu ve tarım işletmesi için 20 milyon TL, sanayi işletmesi için 70 milyon TL, market zinciri için 10 milyon TL olarak paylaşıldığı varsayılmıştır. Bu durumda işletmelerin, bütün tedarik zinciri içerisindeki ağırlık oranları:

Tarım işletmesi için ekonomik katma değer ağırlık oranı: $20/100 = 0,2$

Tablo 5: Toplam Tedarik Zinciri Performans Ölçümü

		Performans Ölçütleri	Tarım İşletme sine Ait Değer	Tarım İşletme sine Ağırlık Oranı	Sanayi İşletme sine Ait Değer	Sanayi İşletme sine Ağırlık Oranı	Zincir Market İşletme sine Ait Değer	Zincir Market Ağırlık Oranı	Tedarik Zincirin in Toplam Değeri	Parite Değer	Avantaj Değer	Üst Değer	Tedarik Zincirinin Sektörel Durumu
Dışsal	Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı	42%	0,2	78%	0,7	94%	0,1	72,40%	64%	73%	78%	Orta
	Çeviklik	Teslimat Performansı Oranı	78%	0,2	87%	0,7	94%	0,1	85,90%	70%	84%	91%	İyi
	Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği	50	0,2	35	0,7	3	0,1	34,8	32	21	10	Kötü
		Üst Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	68	0,2	75	0,7	7	0,1	66,8	63	48	36	Kötü
		Alt Tedarik Zinciri Uygulanırlığı	19%	0,2	41%	0,7	28%	0,1	35,30%	29%	39%	44%	Orta
İçsel	Maliyet	Toplam Tedarik Zinciri Yönetimi Maliyeti	4,50%	0,2	9	0,7	19	0,1	9,10%	14%	10%	6%	İyi
		Satılan Malın Maliyeti	47%	0,2	68%	0,7	67%	0,1	63,70%	70%	62%	51%	Orta
	Varlık Yönetimi Etkinliği	Nakit Çevrim Süresi	78	0,2	60	0,7	61	0,1	63,7	56	45	30	Kötü
		Duran Varlıkların Geri Dönüşü	0,94	0,2	1,24	0,7	0,86	0,1	1,14	1,22	1,45	1,64	Kötü
		İşletme Sermayesi Geri Dönüşü	8%	0,2	14%	0,7	25%	0,1	13,90%	12%	17%	25%	Orta

Sanayi işletmesi için ekonomik katma değer ağırlık oranı: $70/100=0,7$

Zincir market işletmesi için ekonomik katma değer ağırlık oranı: $10/100= 0,1$ şeklinde olacaktır.

Bilgiler ışığında elde edilen toplam tedarik zinciri performans değerleri, aşağıdaki gibi tek bir tablo üzerinde (Tablo 5) birleştirilmiştir.

Tablo 5'te toplam tedarik zincirinin SCORcard'ında, firmalardan gelen değerler ile hipotetik olarak oluşturulan parite, alt ve üst değerler karşılaştırılarak, zincirin sektör içerisindeki durumu incelenmiştir. Örneğin; toplam tedarik zincirinin, esneklik göstergelerinde kötü ve orta sonuçlar elde edilmiştir ve bu noktada yapılabilecek iyileştirmeler zincirin genelinde önemli bir etkiye sahip olacaktır.

Sanayi işletmesinin ağırlık oranı 0,7 ile en yüksek düzeyde olduğu için, esneklik göstergelerinde belirleyici konumdadır. Sanayi işletmesinin kendi özelinde alacağı tedbirler ve varsa Tarım ve Market zinciri işletmelerinden alınabilecek destekler ile zincirin bu zayıf noktasında güçlendirme yapmak öncelikli hedefler arasında yer alacaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

SCOR modeli, başlangıç noktası olarak, işletmelerin mevcut durumlarını analiz etmelerini sağlarken; değişim mühendisliği (BPR), kıyaslama (benchmarking), en iyi uygulama analizi ve konunun temeli olarak süreç referans modeli fonksiyonlarının birleşimi ile işletmenin gelişimi için bir yol haritası oluşturur.

SCOR modeli, dünya genelinde birçok işletme tarafından birbirinden farklı sektörlerde kullanılmış ve teslimat performansı, envanter seviyesi, toplam zincir maliyeti gibi konularda iyileşme saptanmıştır. Fakat modelin tarım alanında uygulama örneklerinin az olması önemli bir kısıt oluşturmaktadır.

Çalışma süresince tarım işletmesi, tarıma bağlı sanayi işletmesi ve bir market zincirinin tedarik zinciri süreçleri SCOR modeli ile tasarlanmıştır. İşletmelerin sektörel ihtiyaçlarına uygun süreç

kategori seçilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan yeni sistem içerisinde; SCOR modelinin, işletmelerin tedarik zincirleri içerisindeki risklerini daha kolay belirlemesine ve zincir boyunca zayıf noktalarının güçlendirilmesi için süreçlerin izlenebilirliğinin artırılmasına olanak sağlayan yapısı gösterilmiştir. Öte yandan, ele alınan her üç işletme için SCOR modelinin temel performans göstergelerinin 1. seviye metrikleri üzerinden varsayımsal bir SCORcard oluşturulmuştur. Bu sayede işletmelerin, sektörel alandaki konumlarını veya toplam tedarik zincirlerini kıyaslama (benchmarking) yaparak, daha gerçekçi hedefler oluşturabileceği vurgulanmıştır. Çalışma, SCOR modelinin tarım-gıda sektöründe, tabandan son tüketiciye ulaşıncaya kadar olan tedarik zincirinin her aşamasında uygulanabilir olduğunu, aşamalı olarak ve en yalın örnekleriyle açıklamakta olduğu için önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki mevcut tarım-gıda tedarik zincirinin problematik yapısına fizibilitesi yüksek bir çözüm alternatifini sunulmaktadır.

SCOR modeli aracılığıyla, tarımsal tedarik zincirine sürdürülebilir bir altyapı kazandırılabilir. Gelecek literatür çalışmalarında, yerel bazda tarım-gıda tedarik zincirinde SCOR modeli uygulamalarına daha fazla yer verilerek, bu alanda bilgi edinimi ve pratikte kullanım oranı artırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Beske, P. L. (2014). "Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature". *International Journal of Production Economics*, pp. 152, 131-143.
- [2] Council, S. C. (2008). "Supply Chain Operations Reference model". Overview of SCOR model version 9.0, Washington DC and Amsterdam, pp. 1-24.
- [3] Dabbene, F., Gay, P., Tortia, C. (2014). "Traceability issues in food supply chain management: A review". *Biosystems Engineering*, 120, pp. 65-80.
- [4] Ercan, M.K., (2003), Değere Dayalı Yönetim ve Entellektüel Sermaye, 1. Baskı, Gazi kitapevi, Ankara.
- [5] Ferreira, L. M., Arantes, A. (2016). "Proposal of a Framework to Assess the Supply Chain Performance in the Agri-food Sector". In ICORES, pp. 401-406.

- [6] Gray, R. S. (2020). "Agriculture, transportation, and the COVID-19 crisis". *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 68(2), pp. 239-243.
- [7] Hiranphaet, A. (2019). "Supply Chain Management of Community Enterprise Manufacturing Riceberry in Nakhon Pathom Province". In *International Academic Multidisciplinary Research Conference*, Vienna .
- [8] Hossain, M., Jahan, R. (2015). "Assessing Bangladesh rice supply chain through SCOR modelling frame for planning effective integration of public and private actors". *International Journal of Automation and Logistics*, 1(4), pp. 320-342.
- [9] Hu, J., Zhang, X., Moga, L. M., Neculita, M. (2013). "Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system". *Food Control*, 30(1), pp. 341-353.
- [10] Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Gawankar, S. A. (2019). "Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications". *International Journal of Production Economics*, 219, pp. 179-194.
- [11] Kaplinsky, R., Morris, M. (2001). *A handbook for value chain research* (Vol. 113). Ottawa: Idrc.
- [12] León-Bravo, V., Caniato, F. F., Moretto, A., Cagliano, R. (2016). "Innovation for Sustainable Supply Chains for Traditional and New Products". *Organizing for Sustainable Effectiveness*, Emerald Group, pp. 31-57.
- [13] Lestari, F., Ismail, K., Hamid, A. B., Sutopo, W. (2013). "Designing supply chain analysis tool using SCOR model (Case study in palm oil refinery)". *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*.
- [14] Martini, S. (2020). "SCOR-Based Information Modeling for Managing Supply Chain Performance of Palm Oil Industry at Riau and Jambi Provinces, Indonesia". *International Journal of Supply Chain Management*, 9(5), pp. 75-89.
- [15] Meilizar, Nesti, L., Thaha, P. (2016). "The Design of Models for Coconut Oil Supply Chain System Performance Measurement" *International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA)*.
- [16] Moazzam, M. A. (2018). "Measuring agri-food supply chain performance and risk through a new analytical framework: a case study of New Zealand dairy". *Production Planning and Control*, 29(15), pp. 1258-1274.
- [17] Moazzam, M. G. (2012). "Benchmarking agri-food supply chain networks: a conceptual framework". In *World Business Capability Congress* , pp. 1-12.
- [18] Nesti, L. (2016). *The Design of Models for Coconut Oil Supply Chain System Performance Measurement*. . In *2016 International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA)*, pp. 1-6.
- [19] Peña-Orozco, D. L. (2017). "Sensitivity analysis of the scor metrics selected for the measurement of the management of a fruit-growing supply chain". *Dyna*, 84(203), pp. 306-315.
- [20] Phong, H. T., Nhu, M. N. (2016). *Design Supply Chain for Agricultural Products of Vietnam a Case Study: Supply Chain for Tangerine in DONG THAP province*.
- [21] Ramos, E., Espichan, K., Rodriguez, K., L. W., Wu, Z. (2018). "Blueberry supply chain in Peru: planning, integration and execution". *International Journal of Supply Chain Management*, 7(2), pp. 1-12.
- [22] Soto-Silva, W. E., Nadal-Roig, E., González-Araya, M. C., Pla-Aragones, L. M. (2016). "Operational research models applied to the fresh fruit supply chain". *European Journal of Operational Research*, 251(2), pp. 345-355.
- [23] Sutopo, W., Maryanie, D. I., Yuniaristanto, N. A. (2015). "Evaluation of valuable chain in palm oil industry based on SCOR model: a case study". *International Journal of Logistics Systems and Management*, 21(2), 229-241.
- [24] Tan, Y., Cai, Z., Qi, H. (2010). *A Process-Based Performance Analysis for Closed-Loop Agriculture Supply Chain*. *International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application*.
- [25] Tanyaş, M. (2015). *Tarım, Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği*. *LODER Lojistik Dergisi*, 34.
- [26] Tsolakis, N. K., Keramydas, C. A., Toka, A. K., Aidonis, D. A., Iakovou., and E.T. (2014). "Agrifood Supply Chain Management: A Comprehensive Hierarchical Decisionmaking Framework and a Critical Taxonomy.". *Biosystems Engineering*, 120, pp. 47-64.
- [27] Tümenbatur, A. (2019), "Tarım-gıda bütünlük tedarik zinciri tasarımı: domates ürünü uygulaması" *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Bölümü, Doktora tezi, İstanbul*.

[28] Velychko, O. (2015). "Logistical system Fortschrittzahlen in the management of the supply chain of a multi-functional grain cooperative". *Economics and Sociology*, 8(1), 127-146.

[29] Verdouw, C. N., Beulens, A. J., Trienekens, J. H., and Wolfert, J. (2010). "Process modelling in demand-driven supply chains: A reference model for the fruit industry". *Computers and Electronics in Agriculture*, 73(2), pp. 174-187.

[30] Weerabahu, W. M., Nanayakkara, L. D. (2015). "Linking key success factors of rice supply chain with the operational strategy in Sri Lanka: An analytical framework". *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*, 1(2), pp. 49-56.

[31] Wolfert, J., Verdouw, C., Verloop, C., Beulens, A. J. (2010). "Organizing information integration in agri-food—A method based on a service-oriented architecture and living lab approach". *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(2), pp. 389-405.

[32] Zhao, G., Hormazabal, J. H., Elgueta, S., Manzur, J. P., Liu, S., Chen, H., Chen, X. (2020). "The impact of knowledge governance mechanisms on supply chain performance: empirical evidence from the agri-food industry". *Production Planning and Control*, pp. 1-24.

[33] Zhou, H., Benton, W. C., Schilling, D. A., Milligan, G. W. (2011). "Supply Chain Integration and the SCOR Model".

Journal of Business Logistics, 32(4), pp. 332-344.

[34] URL 1, APICS. (2017). Supply Chain Operations Reference Model, <http://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf?sfvrsn=2>

[35] URL 2, FAO. (2015), The State of Food and Agriculture, <http://www.fao.org/3/i4910e/i4910e.pdf>

[36] URL 3, Tanyaş, A. T. (2020, Mart). Sürdürülebilir gıda bağlamında tarım ve gıda sektörünün analizi. Retrieved from file:///C:/Users/mehme/Downloads/tarim-ve-gida-lojistikinde-iyilestirmeler%20(13).pdf

[37] URL 4, (2016). TİM, Türkiye İhracatçılar Meclisi Tarım Raporu, Küreselleşen Dünyada Tarım-Gıda İlişkileri, Dış Ticareti ve Politikaları, http://www.bogazliyantb.org.tr/raporlar/TIMTarimRaporu_2017.pdf

[38] URL 5, SKDturkiye.org. (2018, 10 2), Sürdürülebilir Tarım İlkeleri, http://www.skdturkiye.org/files/yayin/surdurulebilir-tarim-ilkeleri-iyi-uygulamalar-rehberi_4_3.pdf

[39] URL 6, TÜSİAD. (2020), Tanyaş M., Aktaş A., Tarım ve Gıda Lojistiğinde İyileştirmeler, file:///C:/Users/mehme/Downloads/tarim-ve-gida-lojistikinde-iyilestirmeler%20(14).pdf *Dergisi*, 15(4), ss. 1143-1165.

Sinem SAVAŞ



Sinem Savaş, İstanbul Ticaret Üniversitesi-Uluslararası Ticaret bölümünden 2015 yılında derece ile mezun olmuştur ve lisans öğreniminin son dönemini King Sigismund Bussines School (Budapeşte)'da tamamlamıştır. Kariyerine İstanbul Ticaret Odası'nın çeşitli projelerinde yer alarak başlayan Savaş, son olarak Kuehne Nagel Uluslararası Nakliyat şirketinde, ithalat&ihracat operasyon sorumlusu olarak görev almıştır. Maltepe Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi programında yüksek lisans öğrenimine devam eden Savaş, Tarım-Gıda Tedarik Zincirine SCOR Modelinin uygulanması üzerine tez çalışmasını yürütmektedir. İlgili alanları olan konular şunlardır: tarım ve şehir lojistiği, tedarik zinciri, uluslararası ticaret.

Prof.Dr. Mehmet TANYAŞ



1954 yılında Eskişehir’de doğdu. 1982 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Sanayi Mühendisliği Bölümünden Doktora derecesi aldı. 1983 yılından 2006 yılına kadar İ.T.Ü Endüstri Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyesi, 2006-2010 yılları arası Okan Üniversitesinde Uluslararası Lojistik Bölüm Başkanı olarak çalıştı. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Mühendislik Yönetimi isimli Tezsiz Yüksek Lisans Programı ve İTÜ Sürekli Eğitim Merkezi Lojistik ve Tedarik Zinciri Yöneticiliği Sertifika Programı Kurucu Koordinatörlüklerini yaptı. Halen Maltepe Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölüm Başkanlığı görevini yürütmektedir. 2001 yılında Lojistik Derneğinin (LODER) Kurucu Başkanlığını yaptı ve halen Yönetim Kurulu Başkanıdır. Uzmanlık alanları, Stok ve Depo Yönetimi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi olup, bu konularda birçok kurum ve kuruluşa proje ve danışmanlık hizmetleri verdi. Çok sayıda ulusal ve uluslararası yayını olup, birçok kuruluşa eğitim verdi.

AKILLI ŞEHİRLERDE ULAŞIM VE KENTİÇİ HAREKETLİLİĞE DAİR BİR DEĞERLENDİRME

Nurullah TAŞ¹, Bülent SEZEN²

¹Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Kocaeli, nurullahtas@gtu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6221-0204

²Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Kocaeli, bsezen@gtu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7485-3194

ÖZET

Günümüzde insanlar, şehirlerde yaşamayı daha fazla tercih etmektedirler. Şehirler ise, artan bu insan kalabalığı ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere teknolojik bir dönüşüm yaşayarak Akıllı Şehirler halini almaktadır. Akıllı Şehirlerde, teknoloji birçok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır ve bu alanlardan birisi de ulaşımdır. Çalışmada, Akıllı Şehirler ve Akıllı Ulaşım Sistemleri ile kentiçi hareketliliğin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada, IESE Cities in Motion Index (CIMI) puanları üzerinden Akıllı şehirlerin genel sıralaması ile Hareketlilik ve Ulaşım sıralaması değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; en yüksek CIMI puanına, Londra sahipken; Hareketlilik ve Ulaşım sıralamasında ise Şangay ilk sıradadır. Şehir içi ulaşımında dakikada ortalama en fazla mesafe İzmir'de alınmaktadır. New York'ta 1 lt benzin fiyatı ise 0,72 birim para ile diğer şehirlere kıyasla en düşük tutardadır. Yıllık üretilen tahmini CO₂ (kg/ yolcu) en fazla İstanbul'dadır ve bunun telafisi için gerekli ağaç sayısı (kişi başı) 84,6 adettir. Reykjavik'ta, iş ve okul ulaşımı amaçlı araba kullanımı % 70,31'dir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Kentiçi Hareketlilik, Ulaşım Endeksi, Ulaşım Maliyeti.

AN EVALUATION ON TRANSPORT AND URBAN MOBILITY IN SMART CITIES

ABSTRACT

The Nowadays, people prefer to live in cities more. Cities are transforming into Smart Cities by experiencing a technological transformation in order to meet this increasing crowd of people and their needs. Technology is used extensively in many areas in Smart Cities, and one of these areas is transportation. In the study, it is aimed to examine urban mobility with Smart Cities and Intelligent Transportation Systems. In addition, in the study, the general ranking of Smart cities and Mobility and Transportation rankings were evaluated based on IESE Cities in Motion Index (CIMI) scores. As a result; while London has the highest CIMI score; Shanghai ranks first in the Mobility and Transport ranking. In urban transportation, the maximum distance per minute is taken in İzmir. The price of 1 liter of gasoline in New York is the lowest compared to other cities with 0.72 unit money. Annual estimated CO₂ (kg / passenger) is at most in Istanbul and the number of trees (per person) required to compensate for this is 84.6. In Reykjavik, the use of cars for business and school transportation is 70.31%.

Keywords: Smart City, Intelligent Transportation Systems, Urban Mobility, Transportation Index, Transportation Cost.

Yayın Künyesi: N.Taş, B.Sezen, "Akıllı Şehirlerde Ulaşım ve Kentiçi Hareketliliğe Dair Bir Değerlendirme", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 53, Sayfa 19-29, Haziran 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 23.12.2020 / Kabul: 24.05.2021
Article History: Received: 23.12.2020 / Accepted: 24.05.2021

1. GİRİŞ

Şehirlerde yaşayanların oranı, 20. yüzyılda Dünya nüfusunun sadece yüzde 13'ü iken, bu oranın 21. yüzyıl ortalarında yüzde 70'e çıkacağı beklenmektedir (URL1, 2009). Ayrıca, önceki yüzyılda dünyada nüfusu 1 milyondan fazla olan şehir sayısı 20'den az iken, bugün ise bu sayı 450'dir ve bu sayının gelecekte daha da artacağı öngörülmektedir (Dirks ve Keeling, 2009). Şehirlerde yaşayan insan nüfusunun artması ve teknoloji odaklı gelişmeler sonucunda, insanların beklenti ve tercihleri değişmektedir. Bu değişim ise, yaşam alanlarının yeniden dizayn edilmesini gerekli kılmaktadır. Dördüncü Endüstri devrimi ile dijital dönüşümünü gerçekleştiren dünyamız, daha etkin ve şehir problemlerine daha teknolojik çözümler üreten yaşam alanları haline gelmektedir. Akıllı binalar, akıllı fabrikalar, akıllı çevre ve akıllı ulaşım gibi sistemlere sahip olan geleceğin bu akıllı şehirleri ise, bugünkü dijitalleşme ile inşa edilmektedir.

Şehirler, operasyonel süreçleri ve gelişmelerinin odağı olan bir dizi farklı sisteme dayanmaktadır. Bu sistemler; insanlar, iş, ulaşım, iletişim, su ve enerjidir. Bu sistemlerin etkinlik ve verimlilikteki başarısı, ilgili şehre dair çalışma sistemi ve hedeflerini yakalamadaki performansını gösterir. Bu sistemlerin tek başına olduğu kadar bir bütün olarak da ele alınması önemlidir; zira şehirler, sürdürülebilirliklerine dair bu temel altyapılarında bütün olarak değerlendirilmelerini zorunlu kılan birtakım güçlüklerle yüz yüzedir. Günümüzde kentler, karşılaşılabilecek zorluklarla mücadele etmek, sürdürülebilir bir ortam oluşturmak ve olası fırsatları değerlendirmek için daha akıllı olmalıdır (Dirks ve Keeling, 2009).

Şehirleşme ve yolcu ile yük hareketliliği; yaşam alanlarını yoğunluk, güvenlik, yaşam kalitesi ve çevresel konularda etkilemektedir (European Commission, 2019). Günümüz şehirlerinde, yolcuların ve yüklerin aynı araç ve altyapıyı eş zamanlı kullanmasından dolayı, etkin bir operasyon başarı için güçlü bir şehir yönetimi ve ekonomik koordinasyon gerekmektedir (Monios, 2019). İlgili koordinasyon ise, yolcu ve yük hareketliliğindeki entegrasyon nedeniyle, aynı politikaların uygulanması ile sağlanabilir

(European Commission, 2019). Öte yandan, gerek yolcu gerekse de yük taşımacılığı açısından daha sürdürülebilir bir ulaşım sistemi, aynı zamanda düşük zararlı emisyon salınımı açısından da önem taşımaktadır (Monios, 2019).

Şehirlerde, nüfusun artması ile, kişi başına düşen GSYİH azalmakta, seyahat talebi ise artmaktadır. Bu talep iki şekilde karşılanabilir: Birincisi, toplu taşıma kullanımının tercih edilmesidir. Bu durumda trafik sıkışıklığı ve karbon hareketliliği azalacaktır. Diğer alternatifin tercih edilmesi durumunda ise, seyahat talebi özel araçlarla karşılanacaktır. Bu tercih, ekonomik gelişmişlikle doğru orantılıdır; fakat, bu durumda ise, yoğunluk ve havadaki zararlı emisyon sayısı artmaktadır. Öte yandan gelişmiş ekonomilerde, ulaşım altyapısına yapılan yatırımlar daha fazladır, böylece ulaşım arzı artmaktadır (Xu vd., 2012). Artan ulaşım arzı ise trafik yoğunluğunu etkilemektedir (Jin ve Rafferty, 2017). Atmosferdeki CO₂ artışları, araçların emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Trafik sıkışıklığı arttıkça CO₂ emisyon miktarı da artmaktadır (Liu vd., 2015). Nüfustaki hızlı artış ve büyük kentlere doğru olan göç, bu kentlerin yaşadığı birçok sorun açısından önem arz etmektedir. Lojistik hizmetlerine yönelik artan talebi daha etkin, güvenli ve çevre dostu bir şekilde karşılamak için bilgi teknolojilerine dayalı trafik yönetimi, güvenlik ve acil durum ve elektronik algılama sistemleri gibi çözümler bulunmaktadır (Büyüközkan ve Mukul, 2019).

Bu çalışmada, Akıllı Şehirlerin ve bileşenlerinin ne olduğu belirtilmiş olup; ayrıca, Şehir Lojistiği ve Akıllı Ulaşım Sistemleri hakkında bilgi verilmiştir. Öte yandan, IESE Cities in Motion Index (CIMI) puanları üzerinden genel sıralamadaki ilk 5 Akıllı Şehir ile Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasındaki ilk 5 Akıllı Şehir hakkında çeşitli endeks bilgileri paylaşılmıştır. Çalışmada, Türkiye'den CIMI analizinde sadece Ankara ve İstanbul illeri yer almaktadır, yalnız; hem çalışmanın Türkiye'deki kapsamını genişletmek hem de Ankara ve İstanbul'dan sonra en büyük insan kalabalıklarının yaşadığı yerler olması nedeniyle, İzmir ve Bursa illeri de kentiçi mobilite değerlendirmelerine dahil edilmiştir. Ayrıca çalışmada ilgili şehirlerin yaşam kalite endeksleri ve ulaşım maliyetleri incelenmiştir. Çalışmada, önceki çalışmalardan

farklı olarak, Akıllı Şehirlerdeki hareketlilik, birden çok endeks üzerinden değerlendirilmiş ve ilgili şehirlerde bütüncül bir gelişmişlik durumunun günlük hayat düzeyine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde akıllı ulaşım sistemleri ve şehir lojistiği incelemiştir. Üçüncü bölümde, akıllı şehirlerde ulaşım ve hareketlilik; dördüncü bölümde ise, kentiçi hareketlilik incelenmiştir. Son bölümde ise, değerlendirme ve sonuç kısmına yer verilmiştir.

2. AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ VE ŞEHİR LOJİSTİĞİ

Akıllı Şehirler, paydaşlarının birlikte çalışmasıyla, yenilikçi uygulamalar ve teknolojilerden yararlanan, bilgi ve uzmanlık neticesinde gelecekteki problem ve talepleri önceden tahmin ederek bunlara dair çözümler üreten ve daha refah ve sürdürülebilir olan şehirler olarak tanımlanabilir. Akıllı Şehir; Akıllı Ekonomi, Akıllı İnsan, Akıllı Yönetişim, Akıllı Yaşam, Akıllı Hareketlilik ve Akıllı Çevre gibi 6 temel bileşenden oluşan bir kavramdır. Bu bileşenlerden Akıllı Ulaşım; bilgi teknolojilerine dayanan bütüncül bir ulaşım sistemidir. Bu sistem; kara, deniz, hava, raylı sistem ve yayalar olarak bir veya daha fazla ulaşım modundan yararlanan, sürdürülebilir ve güvenli bir ulaşımı tanımlamaktadır (TC. ÇŞB., 2019). Öte yandan, Akıllı Şehirler kavramı; kaynaklardan daha etkin ve verimli yararlanılması, maliyet ve enerji tasarrufu sunan uygulamaların olması, yüksek yaşam kalitesinin varlığı, çevre kirliliği ve karbon salınımının az olması ile şehir planlamada katılımcılık ilkesinin etkili olması gibi ortak noktalarını içermektedir (Çetin ve Çiftçi, 2019).

Bir hizmet sektörü olan ulaşım, ülkelerin ekonomik gelişmesinde önemli bir yere sahiptir ve tüketim ile ekonomik, politik ve sosyal fonksiyonları olan üretim arasında bir bağlantı kurmaktadır (Erdoğan, 2016). Ulaşım, bir kentin makroformuna yön veren ve o şehri geliştiren bir olgudur. Şehirlerdeki ulaşım sistemleri; lastik tekerlekli, raylı sistemler ve deniz ulaşımı şeklinde gruplandırılabilir ve bu sistemlerden her biri özellikleri bakımından, kullanıcılar ve kent planlama süreçleri açısından büyük öneme sahiptir (Çelebi, 2016). Kentsel ulaşım sistemleri, sürdürülebilirlik ve kentsel yaşamı destekleme adına büyük bir öneme sahip olmakla

beraber; iyi yönetilemediği takdirde yoğunluk, fazla enerji tüketimi ve hava kirliliği gibi olumsuz dışsallıklara sebebiyet vermektedir (Kolak, 2015). Bu nedenle, etkin ve güvenli ulaşım sistemleri, Dünya ekonomisi ve günlük yaşam açısından her geçen gün daha bir önemli hale gelmektedir (Chen vd., 2015).

Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS); yolcu- kullanıcı- araç ve altyapı arasında karşılıklı bilgi aktarımının yanı sıra; gözlem, test, tahlil ve kontrol sistemlerinin etkin kullanılması; bir yerden ötekine seyahat sürelerinin kısaltılması; güvenli trafikte artış sağlanması; yol kapasitelerinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanımı neticesinde ekonomik fayda edinimiyle beraber; olumsuz çevresel etkilerin azaltılması olarak tanımlanmaktadır. AUS; otomotiv, ulaşım, sağlık, çevre, bilişim ve haberleşme gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Tektaş ve Tektaş, 2019). AUS, yoğunluğu ve kural ihlallerini azaltmak ve trafikteki düşük verimlilik sorununu çözmek için etkili bir yöntemdir (Berrone vd., 2019). Gelişmiş bir ulaşım sistemi ise, lojistik faaliyetlerin başarısıyla beraber hükümet ile işletmelerin rekabet gücünü arttırmaktadır (Taniguchi vd., 2001). AUS, Akıllı Şehirler açısından bir gösterge konumundadır (Chen vd., 2015).

Şehir Lojistiği, nüfus ve araç sayısı kaynaklı yaşanan ve ülkelerdeki rekabet gücünü azaltan problemleri, mevcut kaynakların entegrasyonu ile çözen bir kavramdır. Şehir Lojistiği bunu, Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS), Akıllı Ulaşım Sistemi (AUS) ve ilgili modelleme tekniklerinden yararlandığı bir yapıyla gerçekleştirir (Tseng vd., 2005). Bu yapı, şehirlere yenilikçi çözümler adına bir fırsat sunmaktadır (Taniguchi vd., 2001).

Akıllı şehirler, kentsel lojistik problemlerini bilgi teknolojilerinin yardımı ile çözüme kapasitesine sahip bir yaklaşımdır. Şehir Lojistiği ise, lojistiğin bir alt bölümü olmakla beraber; ulaşımın tasarlanması ve idaresi, rantabilite, çevrenin korunması, trafiğin azaltılması, güvenlik ve enerjinin optimum kullanımını amaçlamaktadır. Bu amaçlardan hareketle, şehir lojistiğinin üç ana dayanağının sürdürülebilirlik, hareketlilik ve yaşanabilirlik olduğu söylenebilmektedir

(Büyüközkan ve Mukul, 2019). Bu dayanaklar, akıllı şehirler açısından da önemlidir.

3. AKILLI ŞEHİRLERDE ULAŞIM VE HAREKETLİLİK

Ulaştırma sistemlerinin bir bütün olarak incelenmesi gerekliliği ile beraber yolcu ya da yük taşımacılığı için seçilecek olan ulaştırma sistemi; hızlı, ekonomik, güvenli ve ülke şartlarına uygun olmalıdır (Chen vd., 2015). Bir şehirdeki enerji tüketiminin ve CO₂ emisyonlarının ilk ana kaynağı inşaat sektörü iken ikinci ana kaynağı ise ulaşım sektörüdür ve Akıllı Şehirler, verimli ve yenilenebilir enerji ve sonucunda azalan CO₂ emisyon oranları ile yaşam kalitesini arttıran ve ekonomiyi iyileştiren şehirlerdir (Leviäkangas, 2013).

Akıllı Şehirler olarak adlandırılan geleceğin şehirleri, hareketlilik ve ulaşım alanında, hareketin kolaylaştırılması ve kamu hizmetlerine erişim gibi iki büyük probleme çözüm bulmak zorundadır. Hareketlilik ve ulaşım; yol yapısı, güzergah bilgisi, taşıt envanteri ve toplu taşımacılık açılarından kent sakinlerinin hayat kalitesini etkilemekle beraber sürdürülebilir şehircilik için de önem arz etmektedir (Çetin ve Çiftçi, 2019). Şehirlerin akıllılık seviyesini değerlendirmek ve yaşanan sorunlara dair etkili çözümler belirlemesine katkı sunmak amacıyla 174 şehirde; beşeri sermaye,

sosyal uyum, ekonomi, kamu yönetimi, çevre, hareketlilik ve ulaşım, şehir planlama, uluslararası erişim ve teknoloji olmak üzere dokuz kriter üzerinden IESE Cities in Motion Index (CIMI) isimli bir çalışma yapılmıştır. İlgili çalışma, değerlendirilen her bir şehrin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesini sağlamaktadır (Berrone vd., 2019). Tablo 1'de, CIMI çalışmasında 9 boyut üzerinden değerlendirilen akıllı şehirlerin puanlarına göre ilk 5'te yer alan şehirler, bu şehirlerin buldukları ülke ve kıtalar ile şehirlerin hareketlilik ve ulaşım boyutundaki sıralamaları verilmiştir (Berrone vd., 2019).

Tablo 1'de görüldüğü üzere, İngiltere'nin başkenti Londra, 100 CIMI puanı ile 1. sırada yer almaktadır. Londra'yı, sırasıyla New York, Amsterdam, Paris ve Reykjavik izlemektedir. Londra, CIMI puanları baz alındığında ilk sırada yer alırken, Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında 3. sırada yer almaktadır. Tablo 1 incelendiğinde, CIMI puanı üzerinden yapılan sıralamada ilk 5'te yer alan hiçbir şehir Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında ilk 2 sıralamada yer almamaktadır. Bununla birlikte, Reykjavik şehri 46. sıra gibi daha alt sıralarda yer almaktadır. İlk 5 sıralamasında yer alan şehirlerin 4 tanesi Avrupa kıtasında yer alırken 1 tanesi de Kuzey Amerika'da yer almaktadır.

Tablo 2'de, akıllı şehirlerin hareketlilik ve ulaşım

Tablo 1: İlk 5 Akıllı Şehir ve Bu Şehirlerin Hareketlilik ve Ulaşım Sıralaması

Hareketlilik ve Ulaşım Sıralaması	CIMI Sıralaması	CIMI Puanı	Şehir	Ülke	Kıta
3	1	100	Londra	İngiltere	Avrupa
5	2	94,63	New York	ABD	Kuzey Amerika
11	3	86,70	Amsterdam	Hollanda	Avrupa
4	4	86,23	Paris	Fransa	Avrupa
46	5	85,35	Reykjavik	İzlanda	Avrupa

Tablo 2: Hareketlilik ve Ulaşım Bazlı İlk 5 Akıllı Şehir

Hareketlilik ve Ulaşım Sıralaması	CIMI Sıralaması	CIMI Puanı	Şehir	Ülke	Kıta
1	59	61,78	Şangay	Çin	Asya
2	83	56,81	Pekin	Çin	Asya
3	1	100	Londra	İngiltere	Avrupa
4	4	86,23	Paris	Fransa	Avrupa
5	2	94,63	New York	ABD	Kuzey Amerika

sıralaması baz alınarak ilk 5'te yer alan şehirler ve bu şehirlerin CIMI puanları, CIMI puanlarına göre sıralamaları, buldukları ülke ve kıtalar verilmiştir (Berrone vd., 2019).

Tablo 2'de görüldüğü üzere; 61,78 CIMI puanı ile 174 şehir arasında 59. sırada yer alan Şangay, Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında ilk sırada yer almaktadır. Şangay'ı takiben yine Çin'de yer alan Pekin CIMI sıralaması 83 olmasına rağmen Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında 2.sırada yer almıştır. En akıllı şehir olan Londra, Hareketlilik ve Ulaşım açısından 3. sırada, Paris 4. sırada ve New York 5. sırada yer almaktadır. Tablodaki şehirlerin 2 tanesi Çin ve dolayısıyla Asya'da, 2 tanesi Avrupa'da ve 1 tanesi de Kuzey Amerika'da yer almaktadır.

Tablo 3: Ankara ve İstanbul'un CIMI ile Hareketlilik ve Ulaşım Bazlı Sıralamaları

Hareketlilik ve Ulaşım Sıralaması	CIMI Sıralaması	CIMI Puanı	Şehir	Ülke	Kıta
112	118	45,85	İstanbul	Türkiye	Avrupa
86	135	39,61	Ankara	Türkiye	Avrupa

Tablo 3'te, IESE çalışmasına Türkiye'den dahil edilen İstanbul ve Ankara illerine dair CIMI puanları, bu şehirlerin CIMI puanlarına göre sıralamaları ile Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamaları verilmiştir (Berrone vd., 2019).

Tablo 3'te görüldüğü üzere; 45,85 CIMI Puanı ile 118. sırada yer alan İstanbul, Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında 112. sırada, 39,61 CIMI Puanı ile 135. sırada yer alan Ankara ise, Hareketlilik ve Ulaşım Sıralamasında 86. sırada yer almaktadır.

İlk 3 tablo birlikte değerlendirildiğinde, ülkesel bazda gelişmişlik ile şehir hareketliliği ve ulaşım konusundaki gelişmişliğin, en azından ilk 2 sıra için, örtüşmediği ve genel olarak gelişmişlik seviyesi orta sıralarda olan şehirlerin şehir lojistiği açısından daha fazla gelişme gösterebildiği görülmüştür. İlk sıralardaki bu şehirlerin, yüksek nüfuslu bir ülkede olması, nüfus ile şehir hareketliliğinin paralel geliştiğini göstermektedir.

4. AKILLI ŞEHİRLERDE KENTİÇİ HAREKETLİLİK

Karmaşık taşıma sistemleri yenilikçi yönetim stratejilerini gerekli kılar. Bununla beraber; karayolu, demiryolu, su ve hava taşımacılığını içeren ve çok modlu taşıma sistemleri genellikle aynı altyapı üzerinden farklı yolcu ve yük sistemlerine bölünebilir (Leviäkangas, 2013). Bir şehirdeki ulaşım sistemi, tedarikten fiyatlandırmaya kadar karayolu ve toplu taşıma ağı ile deniz ve hava limanlarının tüm yönlerini içerir (Dirks ve Keeling, 2009). Metro istasyonlarının sayısı ve sistemin uzunluğu, hava yoluyla gelenlerin sayısı ve yüksek hızlı trenin olup olmadığı, şehirlerin hareketlilik gelişiminin derecesini gösterir. Yeterince gelişebilmiş şehirler, yeni ticari hava yollarının eklenmesini ve farklı ulaşım araçları kullanan yolcuların dolaşımını destekleyecektir (URL2).

Çalışmada, kullanıcıların ülkeler ve şehirler arasında bilgi paylaşmasına ve bu bilgileri karşılaştırmasına olanak tanıyan, işbirliğine dayalı bir çevrimiçi veritabanı olan Numbeo'daki bilgilerden yararlanarak, Akıllı Şehirlerdeki kent içi hareketliliğe dair değerlendirme yapılmıştır. Trafikte harcanan zaman, kat edilen mesafe, trafik kalitesi ve kişi başına düşen trafik için gerekli CO₂ oranı tahmini gibi bilgiler sağlayan Numbeo'daki trafik anketine, 3.045 şehirden toplam 32.117 kişi katılmıştır (URL2).

Tablo 4'te, Hareketlilik ve Ulaşım Sıralaması ile CIMI Sıralamasında ilk 5'te yer alan şehirler ile çalışmaya Türkiye'den dahil edilen Ankara ve İstanbul illerine dair zaman, verimsizlik, süre, CO₂ emisyon endeksleri ve trafik işe gidiş süresi seviyesine dair bilgiler yer almaktadır (URL2).

Tablo 4'te görüldüğü üzere, işe gidip gelme süresi en fazla İstanbul'da iken, arkasından sırasıyla Şangay, Pekin, Londra ve diğer şehirler gelmektedir. En az zaman Reykjavik'ta yer almaktadır. İşe gidip gelirkenki memnuniyetsizliği gösteren süre endeksi en yüksek Şangay'da, en düşük ise yine Reykjavik'tadır. Verimsizlik Endeksine göre, en verimsiz şehir İstanbul iken tablodaki en verimli şehir ise Reykjavik'tır. Trafik süresine göre en fazla CO₂ İstanbul'da, en az ise Londra'dadır. Tablo 2'de ilk sıralarda yer alan

Şangay ve Pekin'nin, bu tablodaki sıralamasının aksine; Tablo 4'te, yüksek bir trafik seviyesi ve zaman kaybına sahip olması, süre endeksi açısından ilk sıralarda yer alması ve şehir havasındaki yüksek emisyon oranları, Akıllı

endeksi, verimsizlik endeksi ve trafik endeksinde göre en fazla değerler İstanbul'da iken, en az değerler ise Bursa'dadır. En yüksek CİMI puanına sahip İstanbul'da, en fazla trafik problemi yaşanması, Akıllı Şehir olma düzeyi arttıkça

Tablo 4: Şehirlere Dair Çeşitli Endeks Bilgileri

	Zaman Endeksi (dk)	Trafik işe gidiş süresi seviyesi	Trafik Endeksi	Süre Endeksi	Verimsizlik Endeksi	CO ₂ Emisyon Endeksi
Şangay	48,50	Yüksek	197,16	5.381,22	234,64	3.598,03
Pekin	45,99	Yüksek	196,38	3.966,56	204,47	5.345,94
Londra	43,81	Orta	155,35	2.956,22	188,61	1.886,34
Paris	40,98	Orta	149,37	1.909,88	144,13	2.775,97
New York	43,13	Orta	163,91	2.677,94	190,40	3.050,43
Amsterdam	29,62	Düşük	98,84	93,62	175,06	2.145,21
Reykjavik	20,04	Çok Düşük	91,01	20,04	81,33	3.304,03
Ankara	36,90	Orta	149,64	875,53	152,93	5.010,92
İstanbul	52,98	Yüksek	249,56	8.621,11	260,18	7.674,37

Tablo 5: Türk Şehirlerine Dair Çeşitli Endeks Bilgileri

	Zaman Endeksi (dk)	Trafik işe gidiş süresi seviyesi	Trafik Endeksi	Süre Endeksi	Verimsizlik Endeksi	CO ₂ Emisyon Endeksi
Ankara	36,90	Orta	149,64	875,53	152,93	5.010,92
İstanbul	52,98	Yüksek	249,56	8.621,11	260,18	7.674,37
Bursa	33,30	Düşük	124,68	348,54	102,49	3.917,35
İzmir	39,46	Orta	157,10	1.464,18	192,28	4.291,84

kentiçi ulaşım ile şehir hareketliliği konusundaki gelişmişliğin farklılaştığını göstermektedir.

Tablo 5'te, çalışmada yer alan Ankara ve İstanbul ile aynı çalışmada değerlendirilmeye alınmayan ama bünyesinde büyük kalabalıkları barındıran Bursa ve İzmir şehirlerine dair de zaman, verimsizlik, süre, CO₂ emisyon endeksleri ve trafik işe gidiş süresi seviyesine dair bilgiler yer almaktadır (URL2).

Tablo 5'ten hareketle; işe gidip gelme süresi, işe gidip gelirkenki memnuniyetsizliği gösteren süre

Tablo 5'teki endekslere dair tanımlamalar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 4 ve Tablo 5'te değerlendirilen şehirlerde yaşayan vatandaşların işe ve okula giderken kullandıkları ana ulaşım araçlarına dair yüzdesel rakamlar Tablo 7'de gösterilmiştir. Tablo 7'de görüldüğü üzere, insanlar ya evden çalışmakta ya da yürüme, araba, bisiklet, motosiklet, otobüs/trolleybüs, tramvay ya da tren/ metro kullanarak işlerine gitmektedirler. İnsanlar Şangay'da, %6,15 oranda evden çalışırken, işe giderken en fazla tren/ metro kullanırken en az ise motosiklet ve

tramvay kullanmaktadır. Pekin'de, evden çalışma oranı %4,17 iken, en fazla araba kullanılırken en az motosiklet kullanılır. Londra, Paris ve New York'ta, en fazla tren/ metro kullanılmaktadır. Amsterdam'da, bisiklet; Reykjavik'te, araba; Ankara, İstanbul, İzmir ve Bursa'da ise işe ve okula ulaşımında en fazla araba kullanılmaktadır. İlgili şehirler arasında en fazla İzmir'de evden çalışılırken, insanlar en fazla New York'ta yürüyerek iş veya okula gitmektedirler. Araba kullanımı en fazla, Reykjavik'te; bisiklet kullanımı, Amsterdam'da; motosiklet kullanımı, Pekin'de; otobüs/ trolleybüs kullanımı İstanbul'da; tramvay

kullanımı, Amsterdam'da ve tren/metro kullanımı ise New York'tadır (URL2).

Tablo 7'den hareketle, CİMİ oranı yüksek olan şehirlerde, yürüme ve tren/ metro kullanımının da yüksek olması, emisyon oranlarındaki düşüklüğü açıklamaktadır. Öte yandan, şehir hareketliliği fazla olan Akıllı Şehirlerde ise, ulaşım olarak Araba tercih edilmesi ile yüksek emisyon değerleri görülmektedir.

Tablo 8'de, işe ve okula gidip gelirken dakikada ortalama kaç metre mesafe alındığı, yine işe ve

Tablo 6: Endeks Tanımlamaları

Trafik Endeksi	İşe gidip gelme, zaman tüketimi memnuniyetsizliği tahmini, trafikteki CO ₂ tüketimi tahmini ve trafik sistemindeki genel verimsizlikler nedeniyle trafikte tüketilen zamanın bileşik bir endeksidir.
Zaman Endeksi	İşe gidip gelmek için kaç dakika sürdüğünü hesaba katan zaman dizidir.
Süre Endeksi	Uzun işe gidip gelme süreleri nedeniyle oluşan bir memnuniyetsizlik tahminidir. İşe gidip gelme sürelerinin memnuniyetsizliğinin, tek yön işe gidip gelme süresinin 25 dakikadan uzun olduğu her dakika ile katlanarak arttığını varsayar.
Verimsizlik Endeksi	Trafikteki verimsizliklerin bir tahminidir. Yüksek verimsizliklerin nedeni genellikle insanların toplu taşıma kullanmak yerine veya uzun yolculuk süreleri yerine araba kullanmasıdır. Ölçek ekonomilerinde trafik bileşeni ölçümü olarak kullanılabilir.
CO₂ Emisyon Endeksi	Trafik süresine bağlı olarak CO ₂ tüketiminin bir tahminidir. Dönüş yolculuğu için ölçü birimi gramdır. Tek yönlü işe gidip gelme için gram cinsinden ortalama bir emisyon tahminini hesaplamak için bu değer ikiye bölünmelidir

Tablo 7: Şehirlerde İş ve Okul Ulaşımında Kullanılan Ana Ulaşım Araçları Yüzdeleri

	Evden Çalışma	Yürüme	Araba	Bisiklet	Motosiklet	Otobüs / Trolleybüs	Tramvay	Tren / Metro
Şangay	6,15	18,46	23,08	7,69	1,54	7,69	1,54	33,85
Pekin	4,17	15,28	33,33	8,33	4,17	12,50	1,39	20,83
Londra	5,96	19,57	10,21	11,91	1,70	8,51	0	42,13
Paris	5,60	15,20	18,4	10,4	3,20	7,20	1,60	38,40
New York	6,43	20,71	20,71	4,29	0	5	0	42,86
Amsterdam	4,49	15,73	15,73	43,82	1,12	2,25	3,37	13,48
Reykjavik	1,56	15,62	70,31	3,12	0	9,38	0	0
Ankara	2,11	13,38	61,27	0	0	16,90	0	6,34
İstanbul	6,26	9,17	48,32	0,45	3,36	24,83	0,67	6,94
Bursa	2,27	6,82	50	4,55	2,27	11,36	0	22,73
İzmir	9,09	10,91	36,36	5,45	1,82	20	0	16,36

Tablo 8: Ortalama Mesafe, Yıllık Üretilen CO₂, Gerekli Ağaç Sayısı

	Ortalama Mesafe (dk/metre)	Yıllık Üretilen Tahmini CO ₂ (kg/yolcu)	CO ₂ 'un Telifisi için Gerekli Ağaç Sayısı (kişi başı)
Şangay	362,47	863,53	39,67
Pekin	335,51	1.283,03	58,94
Londra	324,36	452,72	20,80
Paris	347,49	666,23	30,60
New York	366,80	732,10	33,63
Amsterdam	510,13	514,85	23,65
Reykjavik	533,93	792,97	36,42
Ankara	459,89	1.202,62	55,24
İstanbul	397,51	1.841,85	84,60
Bursa	443,84	940,16	13,19
İzmir	560,57	1.030,04	47,31

ortalama kaç metre mesafe alındığı, yine işe ve okula gidip gelirken yolcu başına yıllık üretilen tahmini CO₂ miktarı (kg) ve bu CO₂'nin telifisi için kişi başı gerekli olan ağaç sayısı gösterilmektedir (URL2).

Tablo 8'de görüldüğü üzere, işe ya da okula gidip gelirken dakikada ortalama en fazla mesafe İzmir'de, en az ise Londra'da alınmaktadır. Bu şehirlerde, işe ya da okula gidip gelirken yıllık olarak üretildiği tahmin edilen CO₂ (kg/yolcu) en

Tablo 9: Şehirlerin Yaşam Kalite Endeksleri ve Ulaşım Maliyetleri

	Yaşam Kalitesi Endeksi	Yaşam Kalitesi Seviyesi	Tek Yön Bilet (Yerel Ulaşım)	Aylık Geçiş (Normal Fiyat)	Taksi Başlangıç (Normal Tarife)	Taksi 1km (Normal Tarife)	Taksi 1saat Bekliyor (Normal Tarife)	Benzin (1 litre)	Volkswagen Golf 1,4 90 KW (veya eşdeğer yeni araba)	Toyota Corolla Sedan 1.6l 97kW Konfor (veya eşdeğeri yeni araba)
Şangay	89,01	Orta	4,00 ¥	200,00¥	14,00¥	3,00¥	36,00¥	6,84¥	150.000,00¥	149.450,00¥
Pekin	74,46	Orta	4,00¥	200,00¥	13,00¥	2,30¥	45,00¥	7,15¥	140.000,00¥	120.288,53¥
Londra	128,34	Yüksek	2,80£	150,00£	3,00£	1,89£	28,80£	1,25£	22.247,50£	22.669,38£
Paris	118,35	Yüksek	1,90€	75,00€	5,00€	1,50€	40,52€	1,56€	23.000,00€	26.603,85€
New York	138,16	Yüksek	2,75\$	127,00\$	3,50\$	1,86\$	35,00\$	0,72\$	22.000,00\$	21.205,73\$
Amsterdam	167,07	Çok Yüksek	3,20€	97,50€	5,00€	2,35€	43,97€	1,66€	25.505,00€	28.603,67€
Reykjavik	179,46	Çok Yüksek	480,00kr	12.800,00kr	690,00kr	350,50kr	7.920,00kr	225,04kr	3.790.000,00kr	4.290.434,78kr
Ankara	132,33	Yüksek	3,50TL	150,00TL	4,60TL	3,40TL	40,00TL	6,72TL	200.000,00TL	184.736,12TL
İstanbul	111,79	Yüksek	3,50TL	275,00TL	5,00TL	3,23TL	30,00TL	6,68TL	220.000,00TL	188.182,68TL
Bursa	156,59	Çok Yüksek	3,50TL	180,00TL	4,70TL	3,70TL	51,00TL	6,68TL	182.156,00TL	184.521,70TL
İzmir	140,86	Yüksek	3,56TL	156,00TL	4,47TL	3,70TL	40,61TL	6,74TL	200.000,00TL	169.172,60TL

fazla İstanbul'da, en az ise Londra'dadır. Üretilen bu CO₂'lerin telafisi için kişi başı 58,94 adet ile en fazla Pekin'de, yine kişi başı 13,19 adet ile ise en az Bursa'da ağaca ihtiyaç vardır. CIMI puanı arttıkça dakika bazlı alınan mesafe azalmaktadır. Bununla beraber, şehir hareketliliği yüksek; ama CIMI puanı kısmen daha düşük olan şehirlerde de alınan mesafe düşük seviyededir.

Tablo 9'da, şehirlerin yaşam kalitesi endeksi ve seviyesine, ulaşımda kullanılan tek yön ve aylık bilet fiyatlarına, taksi ücreti için başlangıç, km bazlı fiyat ve 1 saatlik bekleme durumundaki fiyat bilgisine, 1 lt benzin fiyatına ve Volkswagen ve Toyota marka 2 aracın fiyat kıyaslamasına yer verilmiştir (URL2).

Tablo 9'den hareketle, Reykjavik'ta yaşam kalitesinin 179,46 endeks puanıyla en yüksek; Pekin'de ise, 74,46 endeks puanıyla en düşük olduğu görülmektedir. Şangay ve Pekin'de, orta; Bursa, Amsterdam ve Reykjavik'da çok yüksek yaşam kalitesi seviyesinin olduğunu görülmektedir. Diğer şehirlerde ise, yaşam kalitesi seviyesi yüksek düzeydedir. Tek yön bilet fiyatı Paris'te, 1,90 €; Şangay ve Pekin'de ise, 4,00 ¥'dir. Aylık bilet ücreti Amsterdam'da, 97,5 €; New York'ta ise 127,00 \$'dir. Taksi ücreti başlangıç fiyatı İstanbul'da 5,00 TL; Reykjavik'ta ise 690,00 kr'dir. Taksi ile 1 km mesafe için alınan tutar; Bursa'da 3,70 TL; Şangay'da, 3,00 ¥'dir. Taksi'nin 1 saat bekleme için aldığı tutar; İzmir'de, 40,61 TL; Pekin'de, 45,00 ¥'dir. 1 lt benzin New York'ta, 0,72 \$; Ankara'da, 6,72 TL'dir. Volkswagen Golf marka veya muadili bir yeni araç Paris'te, 23.000,00 €; İstanbul'da, 220.000,00 TL'dir. Toyota Corolla marka veya muadili yeni bir araç ise, Amsterdam'da, 28.603,67 €; Reykjavik'ta ise 4.290.434,78 kr'dir. CIMI puanı ile, yaşam kalitesi paralellik göstermemektedir. Şehir hareketliliği yüksek olan şehirlerde, yaşam kalitesi daha düşük seviyededir. Yerel ulaşım açısından maliyet, yüksek Akıllı Şehirleşme düzeyine sahip şehirlerde daha düşüktür. Şehirlerin birim paralarından hareketle, akıllı şehirlerde taksi ile yolculuk yapmak daha hesaplıken, şehir hareketliliği yüksek şehirler daha maliyetlidir. Yüksek CIMI puanlı şehirlerde, araç sahibi olmak için, daha az birim para ödemek yeterlidir.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Günümüz şehirlerinde, yük ve yolcu taşımacılığı arasında artan entegrasyon, ancak etkili bir şehir ulaşım sistemi ve altyapısının kullanılmasıyla yönetilebilir (Monios, 2019). Bunun için de, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin göz önünde bulundurulduğu bir dizayna ihtiyaç vardır (DaSilva vd., 2015). Artan nüfus, trafik yoğunluğu, yaşanan zaman kaybı, verimsizlik ve CO₂ emisyonu yüksekliği gibi problemler, şehirlerin yaşam kalitesini düşürmekte ve sakinlerinin hoşnutsuzluğuna neden olmaktadır. Geleceğin şehirleri olan Akıllı Şehirler ise, bu problemlere karşı teknolojik gelişmelerden faydalanarak akılcı çözümler sunmaktadır.

Bu çalışmada, Akıllı Şehirde; yaşam kalitesi ve hayat pahalılığı, hava kalitesi, şehir içi hareketlilik ile yolcu ve yük taşımacılığı düzeyleri karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, genel kanının aksine, şehirlerin akıllılık düzeyinin artması ile trafikte yaşanan problemlerinin azalacağı görüşünden farklı olarak, daha yüksek puana sahip Akıllı Şehirlerde, daha fazla trafik sorunu olduğu neticesine varılmıştır. CIMI sıralaması yüksek olan şehirlerin Hareketlilik ve Ulaşım bazlı sıralamaları da genel olarak ön sıralarda yer aldığı, bu şehirlerde alternatif vasıta kullanımının arttığını ve bunun da hava kalitesi üzerinde olumlu etki yaptığı görülmüştür. Öte yandan, trafikte kaybedilen zamanın, şehrin akıllı olma düzeyi yükselse bile azalmadığı görülmüştür. Akıllı Şehirlerde, ekonomik gelişmişliğin fazla olduğu ve bu doğrultuda da hayat pahalılığının daha az olduğu dikkat çekmiştir. Bu durumun, ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde vatandaşların tüketim mallarına erişiminin kolay olması ve birim değer açısından ülke parasının satın alma gücünün yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira, hem ulaşım hem de araç alma konusunda, yüksek akıllı düzeydeki şehirler daha avantajlı konumdadır.

Trafik yoğunluğu ve dolayısıyla zaman kaybının önlenmesi için; toplu taşımanın teşvik edilmesi, bunun için yerel ve ulusal kampanyalarla vatandaşların farkındalığının artırılması ve daha ileri dönemler adına ülkesel bir ulaşım kültürü oluşturulması sağlanabilir. Yolcu ve yük

taşımacılığının aynı anda ve aynı araçlarla yapılabilmesinin sağlanması durumunda ise, ayrıca maddi kazanımlar elde edilebilir. Ulaşım arzının arttırılması suretiyle daha konforlu bir seyahat imkanı ve böylece özel taşıt kullanımının azaltılması sağlanıp, emisyon oranları düşürülebilir.

Çalışma, Türkiye dışındaki şehirler açısından, gerek genel CIMI sıralamasında gerekse de Hareketlilik ve Ulaşım sıralamasında yer alan ilk 5'şer Akıllı Şehir üzerinden yapılmıştır. Değerlendirmeye daha fazla şehir dahil edilmesi ile araştırmanın kapsamı genişletilebilir. Öte yandan, yaşam kalitesi; Kişi Başına Düşen Milli Gelir, eğitim ve barınma imkanları gibi faktörler göz ardı edilerek, sadece ulaşım ve kentiçi hareketlilik üzerinden incelenmiştir. Ayrıca, hava kirliliğini arttırıcı etkileri olan sanayi tesislerinin sayısı ve doğaya zararlı kozmetik madde kullanım düzeyi, değerlendirmelere dahil edilmemiştir.

KAYNAKLAR

[1] Berrone, P., Ricart J. E., Duch A., Carrasco C. (2019), "IESE Cities in Motion Index 2019", Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Spain.

[2] Büyüközkan, G., Mukul, E. (2019), "Evaluation of Smart City Logistics Solutions with Fuzzy MCDM Methods", Pamukkale Üniv. Müh. Bilim. Dergisi, 25(9), pp.1033-1040.

[3] Chen, C., Yang, X., Feng, Q. (2015), "Performance Comprehensive Assessment Method for Intelligent Transportation System of Shandong Province", 4th National Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (NCEECE 2015), 12-13 December 2015, China, pp.1650-1656.

[4] Çelebi, E. (2016), "Toplu Ulaşım Sistemlerindeki Değişikliklerin Şehirsel Arazi Kullanışları ile Olan Etkileşimlerinin İncelenmesi- İzmir Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Programı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

[5] Çetin, M., Çiftçi, Ç. (2019), "Literatüre Göre Dünya ve Ülkemizden Örneklerle Akıllı Kent Kavramının İrdelenmesi", Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(3), pp.134-143.

[6] DaSilva, A.N.R., DeAzevedo Filho, M.A.N., Macêdo, M.H., Sorratini, J.A., DaSilva, A.F., Lima, J.P., Pinheiro,

A.M.G.S. (2015), "A Comparative Evaluation of Mobility Conditions in Selected Cities of The Five Brazilian Regions", Transport Policy, 37, pp.147-156.

[7] Dirks S., Keeling M. (2009), "A Vision of Smarter Cities. How Cities can Lead The Way into A Prosperous and Sustainable Future", IBM Institute for Business Value, New York.

[8] Erdoğan, H. (2016), "Ulaşım Hizmetlerinin Ekonomik Kalkınma Üzerine Etkisi", İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1), pp.187-215.

[9] European Commission. (2019), "European Commission Transport in the European Union – Current Trends and Issues", European Commission, Directorate-General Mobility and Transport, Brussels.

[10] Kolak, O.I., (2015), "Design and Assessment of Transportation Systems with The Sustainability Perspective", Galatasaray Üniversitesi, Bilim ve Mühendislik Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Doktora Tezi, İstanbul.

[11] Jin, J., Rafferty P. (2017), "Does Congestion Negatively Affect Income Growth and Employment Growth?", Empirical Evidence from US Metropolitan Regions Transport Pol., 55, pp. 1-8.

[12] Leviäkangas, P. (2013), "Intelligent Transport Systems–Technological, Economic, System Performance and Market Views", International Journal Of Technology, 4(3), pp.288-298.

[13] Liu, S., Chen, S., Liang, X., Mao, B., Jia, S. (2015), "Analysis of Transport Policy Effect on CO₂ Emissions Based on System Dynamics", Adv. Mech. Eng., 7 (1), pp.323819-323819.

[14] Meeus, L., Delarue, E., Azevedo, I., Glachant, J., Leal, V., Fernandes, E.D.O. (2011), "Smart Cities Initiative: How to Foster a Quick Transition Towards Local Sustainable Energy Systems (Topic 2)", In Think Project, EU 7th Framework Programme, European University Institute, Florence.

[15] Monios, J. (2019), "Geographies of Governance in the Freight Transport Sector: The British Case", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 121, pp.295-308.

[16] Taniguchi, E., Thompson R.G., Yamada, T., Duin, R. (2001), In City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems, Pergamon, UK.

[17] TC.ÇŞB. (2019), "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı", T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

[18] Tektaş, M., Tektaş, N. (2019), "Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Uygulamalarının Sektörlere Göre Dağılımı", Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 2(1), pp.32-41.

[19] Tseng, Y., Yue, W.L., Taylor, M.A.P. (2005), "The Role of Transportation in Logistics Chain". East. Asia Soc. Transp. Stud., 5, pp.1657-1672.

[20] URL1. Huffpost (2020), Shining Cities on a Smarter Planet, http://www.huffingtonpost.com/sam-palmisano/shining-cities-on-smart_b_206702.html, 17.12.2020.

[21] URL2, Numbeo (2020), Endeks Bilgileri, <https://www.numbeo.com/cost-of-living/>, 17.12.2020.

[22] Xu, J., Yang, J., Yao L. (2012), "Transportation Structure Analysis Using SD-MOP in World Modern Garden City: A Case Study in China", Discrete Dynamics in Nature and Society, 3, pp 23.

Arş.Gör. Nurullah TAŞ



Nurullah Taş, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İşletme Bölümünü tamamlamıştır. Üniversite mezuniyeti sonrası, özel sektörde çeşitli firmalarda Pazarlama ve İnsan Kaynakları birimlerinde çalışmıştır. Hali hazırda ise, Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olup aynı zamanda doktora eğitimine devam etmektedir. Akıllı Şehirler, Endüstri 4.0, Üretim Yönetimi ve Pazarlama alanlarında çalışmalar yapmaktadır.

Prof.Dr. Bülent SEZEN



Bülent Sezen, Gebze Teknik Üniversitesi'nde Operasyon Yönetimi Profesörüdür. Doktora derecesini 2001 yılında Gebze Teknik Üniversitesi'nden Operasyon Yönetimi alanında almıştır. Araştırma alanları yalın üretim, lojistik, envanter yönetimi, inovasyon yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi üzerinedir. Araştırma çalışmaları Journal of Business Research, Industrial Marketing Management, Production Planning and Control, Total Quality Management, International Journal of Business and Industrial Marketing, Expert Systems with Application, Supply Chain Management ve çok sayıda Türkçe dergide yayınlanmıştır.

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN KÜRESEL BULANIK VIKOR TEMELLİ BİR KARAR VERME YAKLAŞIMI

Sezin GÜLERYÜZ

Bartın Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bartın,
sezinguleryuz@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9858-7115

ÖZET

Son yıllarda, şirketler sürdürülebilirlik konusunda çalışmakta ve bir dizi ticari fayda sağlamak için bu kavramı sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarıyla uygulamaya çalışmaktadırlar. Günümüzde, tedarikçilerin ürün performansının doğrudan belirleyicisi olması ve şirketlere yüksek oranlarda katma değer sağlaması gibi avantajları ele alındığında, tedarikçiler ve tedarik zincirleri şirketlerin başarısı için kritik önemi hale gelmektedir. Şirketlerin, sürdürülebilirlik perspektifi temel alan yaklaşımlar geliştirerek kendilerine rekabet avantajı sağlayabilecek ve şirket stratejilerine uygun sürdürülebilir tedarikçiler seçmesi gerekmektedir. Bu karar sürecinde yüksek belirsizlik, çelişen hedefler, çoklu çıkarlar ve perspektifler içermesi sebebiyle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden küresel bulanık VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (KB-VIKOR) metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın özgünlüğü, literatürde yeni olan bu yöntemin sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi için ilk kez gerçek bir vaka çalışmasıyla uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, Küresel bulanık kümeler, Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi, Tedarik Zinciri Yönetimi, VIKOR.

A DECISION MAKING APPROACH FOR SELECTING SUSTAINABLE SUPPLIER BASED ON SPHERICAL FUZZY VIKOR

ABSTRACT

In recent years, companies have been working on sustainability as a concept that focuses on, and have tried to apply this concept with its social, environmental and economic dimensions to generate a range of commercial benefits. Today, when the advantages of suppliers such as being the direct determinant of product performance and providing companies with high levels of added value are considered, suppliers and supply chains become critical for the success of companies. Companies should select sustainable suppliers that can provide them with competitive advantage and comply with company strategies by developing approaches based on a sustainability perspective. Since this selection is a decision process that includes high uncertainty, conflicting goals, multiple interests and perspectives, the spherical fuzzy VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (SF-VIKOR) method, one of the Multi Criteria Decision Making (MCDM) techniques, was used for the selection of the most suitable supplier. The originality of the study stems from the fact that this technique, which is new in the literature, was applied for the first time in a real case study for the sustainable supplier selection problem.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Spherical fuzzy sets, Sustainable Supplier Selection, Supply Chain Management, VIKOR.

Yayın Künyesi: S.Güleryüz, "Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi İçin Küresel Bulanık VIKOR Temelli Bir Karar Verme Yaklaşımı", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 53, Sayfa 30-42, Haziran 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 30.12.2020 / Kabul: 27.05.2021

Article History: Received: 30.12.2020 / Accepted: 27.05.2021

1. GİRİŞ

Son yüzyılda temelleri atılan ve önemli iş stratejilerinden biri olan Tedarik Zinciri (TZ), hammaddenin temininden, ürünlerin üretilmesine, üretilen ürünlerin perakendecilere ve nihai tüketicilere ulaştırılmasına kadar bir zincir boyunca uzanan tüm eylemleri kapsayan kavram olarak tanımlanmaktadır (Seçkin, 2019). Günümüz iş dünyasında, Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) hızla gelişmekte ve önemi hızla artan sürdürülebilir ve yeşil kavramlarıyla entegre edilmektedir. Geleneksel tedarik zincirinden farklı olarak yeni zincir yapısında amaç, sadece ürünü müşteriye ulaştırmak değil, aynı zamanda ürünlerin süreçteki hareketi boyunca ona değer sağlayacak her türlü faaliyeti ele alarak, zincirin etkin bir şekilde yönetiminin sağlanmasıdır. Sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri göz önünde bulundurması ile etkin TZY, işletmelere sürdürülebilir bir büyüme ve rekabet avantajı sağlar. Böylece, işletmelerin gelişimini ve büyümesini destekleyen Sürdürülebilir Tedarik Zinciri (STZ) yönetimi stratejisi en önemli başarı etkenlerinden biri olarak tanımlanabilir (Şişman, 2018).

Şirketler tanımladıkları kriterleri baz alarak tedarikçilerin performans verilerini elde eder ve bu veriler yardımıyla karar modelleri oluştururlar (Balıbaş, 2020). Temel amacı en uygun tedarikçiyi seçmek olan Sürdürülebilir tedarikçi seçimi (STS), gelişen teknolojiyle ve birlikte seçim yapılacak olan tedarikçi sayısındaki artışa bağlı olarak etkili bir tedarikçi seçim ve değerlendirme sürecine ihtiyaç duyar (Büyüközkan ve Çifçi, 2011). Literatürde STS için geliştirilen teknikler; Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Matematiksel programlama, Yapay zeka ve İstatistiksel modeller ana başlıklar olmak üzere bu yöntemlerin temel, bulanık ve hibrit formları olarak sunulmuştur (Luthra vd. 2017; Gören, 2018). Tedarikçi seçim probleminin pek çok bileşeni içeren yapısı ÇKKV problemi olarak ele alınmasına, karmaşıklık içeren durumu ve bu karmaşıklığın uygun çözümü ise konuya hakim uzmanlara gereksinim duymasına neden olur. Bununla birlikte, uzman değerlendirmeleri ve sunulan bilgi belirsiz bir nitelikte olduğundan en uygun çözüme karar vermek oldukça zordur. Bu belirsizliğin ve değerlendirmelerdeki kararsızlığın daha iyi temsil edilmesi için çalışmada Grup Karar Verme (GKV) ve

Küresel Bulanık Kümeler (KBK) kullanılması amaçlanmıştır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019a) Literatürdeki diğer bulanık küme uzantılarından farklı olarak, Pisagor bulanık kümelerde sağlanan daha büyük tanım alanı ve Nötrosifik kümelerdeki kararsızlığın tanımlanabilmesi gibi avantajları bir araya getiren KBK, ÇKKV yöntemlerinden VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) tekniğiyle entegre edilerek Küresel Bulanık VIKOR (KB-VIKOR) olarak adlandırılmıştır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019b). Uygulanan bu yöntemle, seçim yapılacak alternatifler arasında tek bir sonuç için karar vermenin zor olduğu durumlarda VIKOR tekniği kullanılarak uzlaşık bir çözüm (ideal çözüme yakın mümkün bir çözüm) bulunabilir. İlaveten, KBK tabanlı bu yaklaşımla uzmanların belirsiz değerlendirmelerinde daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesine ve karar süreci için esnek bir ortam oluşmasına imkan sağlar.

Bu çalışma, STS probleminin analitik yöntemlerle değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, ilk aşamada yapılan literatür taraması ve uzman görüşleri ile STS kriterleri belirlenmiş ve değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında STS problemi için ÇKKV metotları incelenmiş, VIKOR ve KBK kullanılarak Bartın'da faaliyet gösteren bir plastik boru üretim işletmesinde önerilen model uygulanmıştır. Çalışmanın literatüre katkısı, nispeten yeni olan KB-VIKOR tekniğinin STS problemi için ilk kez gerçek bir vaka çalışmasıyla uygulanarak benzer durumlarda olan karar vericilere rehberlik etmesi şeklinde özetlenebilir.

Makale planı şu şekilde düzenlenmiştir: STS ile ilgili çalışmalar ve önerilen değerlendirme modeli ile ilgili literatür taraması ikinci bölümde özetlenmiştir. Üçüncü bölümde kullanılan metodoloji sunulmuştur. Dördüncü bölümde uygulama adımları ve çıkarımlar verilmiştir. Sonuç ve öneriler bölümüyle de çalışma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi ve Önerilen Değerlendirme Kriterleri

Tedarik Zincirinin önemli bir halkasını oluşturan tedarikçiler, STZ faaliyetlerinin uygulanmasında ve

şirketlerin sosyal, çevresel ve ekonomik kazanımlar elde etmesinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda çoğalan sürdürülebilirlik bilinciyle pek çok tedarik zinciri uygulaması literatürde yerini almıştır (Hassini vd. 2012; Li vd. 2019; Xu vd. 2019).

Teknolojinin sürekli gelişmesi ve aralarından seçim yapılacak tedarikçi sayısında artış en uygun STS sürecini zorlaştırmaktadır. Şirketler, belirledikleri kriterler bazında tedarikçilerin performans verilerini dikkate alarak karar modelleri yardımıyla değerlendirme yapmaktadır. Birden fazla tedarikçi alternatifinin olması şirketler için bir çok avantaj oluşturabilir: Şirketler tedarikçiler arasındaki rekabetten faydalanarak fiyat avantajı sağlayabilirler; sadece tek bir tedarikçiye bağımlı olmamak ve beklenmeyen bir durum anında diğer tedarikçi ile iletişime geçebilmeye olanağı oluşabilir ve birden çok miktarda ve farklılıkta talebe kısa sürede dönüş yapma imkanı oluşabilir (Balıbaş, 2020).

Karar sürecinde geleneksel tedarikçi seçimi problemi teslimat, maliyet, ürünün kalitesi gibi ekonomik kriterleri dikkate alırken, STZ'de ekonomik kriterlere ek olarak çevresel ve sosyal kriterler de ele alınır (Gören, 2018; Li vd. 2019; Ecer ve Pamucar, 2020). Dolayısıyla sürdürülebilirlik tüm bu yönleri aynı anda ele almak için uygun bir seçenektir. Böylece, ürün zamanında teslim edilebilir, ürünün nakliye maliyeti ve ürün maliyeti azalır, kalitesi artar sonuç olarak firmanın ekonomik sosyal ve de çevresel performansında gelişme sağlanır (Gören, 2018). Bu süreçte uygun kriterlerin belirlenmesi uygun STS için oldukça önemlidir (Büyüközkan ve Çifçi, 2011).

Uygulamada STS için birçok farklı kriter sunulmuştur. Örneğin; Zimmer vd. (2016) literatürde dikkat çeken 30 TZY uygulamasını inceleyerek en çok dikkat çeken kriterleri belirlemişlerdir. Bunlar: ürün kalitesi, esneklik, fiyat, teslim süresi, lojistik maliyetlerdir. Mohammed vd. (2019) STS problemi için maliyet, kalite, çevresel yönetim gibi kriterleri içeren 10 adet kriterden oluşan bir model oluşturmuşlardır. Hendiani vd. (2020) STS için ekonomik sosyal ve de çevresel kriterleri içeren kapsamlı bir model geliştirmişlerdir. Rajesh (2020) çalışmasında 30

kriteri içeren bir model geliştirmiştir. Gahona-Flores (2021) çalışmasında bakır madeni işletmelerinde kullanılan 26 kriter içeren bir model geliştirmiştir.

İncelenen STS ile ilgili yazın ve işletmede çalışan uzmanların sundukları görüşler öncülüğünde bu çalışma için temel alınacak 7 ana kriter belirlenmiştir.

• **Ürünün fiyatı:** Şirketin ürünü satın almak istediği asgari fiyattır (Bai ve Sarkis, 2010; Büyüközkan ve Çifçi, 2011; Luthra vd. 2017; Gören, 2018; Hendiani vd. 2020; Rajesh vd. 2020; Stević vd. 2020).

• **Ürünün kalitesi:** Ürünün müşteri beklentilerini karşılama performansdır (Bai ve Sarkis, 2010; Govindan vd. 2013; Govindan vd. 2015; Luthra vd. 2017; Gören, 2018; Ecer ve Pamucar, 2020; Hendiani vd. 2020; Stević vd. 2020).

• **Tedarikçinin teknolojik ve finansal yeterliliği:** Tedarikçilerin şirket ihtiyaçlarını karşılama için gerekli teknolojik ve finansal kapasitesi (Luthra vd. 2017; Gören, 2018).

• **Tedarik süresi:** Ürünü zamanında teslim edebilme yetkinliğidir. Bu süre siparişin başladığı andan teslimat zamanına kadar olan süredir. Şirketler kısa teslim süreleri olan tedarikçilerle çalışmayı tercih ederler (Govindan vd. 2013; Luthra vd. 2017; Gören, 2018; Stević vd. 2020).

• **Teslimat ve servis:** Ürünün doğru teslim i ve ürünle ilgili hizmet verilmesini kapsar. Tedarikçinin siparişle ilgili davranışı şirketler açısından oldukça önemlidir (Bai ve Sarkis, 2010; Luthra vd. 2017; Gören, 2018; Hendiani vd. 2020).

• **Atık yönetimi:** Ürün ile ilgili minimum düzeyde kirliliğe sahip olma. Hammaddenin, israf edilmemesi ve ürünle ilgili kirliliği azaltıcı tedbirler alarak üretmek sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir (Govindan vd. 2013; Luthra vd. 2017; Ecer ve Pamucar, 2020; Hendiani vd. 2020; Stević vd. 2020).

• **İş güvenliği ve işçi sağlığı:** Çalışanların refah, sağlık ve güvenliğiyle ilgilidir. Sağlık ve güvenlik yönetim sistemiyle, organizasyonlar çalışanları için

riskleri en aza indirgeyebilme imkanı sağlayan güvenli çalışma alanları oluşturabilirler (Bai ve Sarkis, 2010; Govindan vd. 2013; Luthra vd. 2017; Gören, 2018; Mohammed vd. 2019; Ecer ve Pamucar, 2020; Hendiani vd. 2020; Stević vd. 2020).

2.2. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçiminde Kullanılan ÇKKV Teknikleri

Literatürde farklı alanlarda uygulanan çeşitli ÇKKV yöntemleri bulunmaktadır. Birden fazla disiplinin bir arada var olmasına ve karar vericilerin farklı boyutlarda değerlendirilmesine, ve en olası kararın bulunmasına olanak sağlar. Karar verme yöntemleri arasında, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Elimination and Choice Translating Reality English (ELECTRE), Technique for Order Preference to Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), ve Preference sıralama organizasyon metodu zenginleştirme değerlendirmesi (PROMETHEE) ve VIKOR literatürde en sık kullanılan yöntemlerdir (Miç ve Antmen, 2019). Çalışmada ele alınan VIKOR yöntemi, farklı kriterlere bağlı olarak değerlendirilen alternatifler arasından seçim yapılması ve alternatiflerin sıralanmasına imkan sağlayan kullanışlı bir tekniktir. Temeli ideal çözüme yakınlık ölçümüne dayanan, uzlaşık çözüm ve ortak kabul üzerine anlaşmayı ele alan yöntem 1998 yılında Opricovic tarafından sunulmuştur (Opricovic ve Tzeng, 2004).

Günlük hayatta karşılaşılan bazı durumlarda, crisp veriler uygulamaları modellemek için yetersiz olabilir. Tercihler de dahil olmak üzere insan, düşünce ve algılarındaki belirsizliğin kesin sayısal değerler olarak değerlendirmek oldukça zordur. Bu nedenle birbiriyle çelişen durumlar olduğunda veya karar vericilerin ölçüt değerlendirmelerinde oluşabilecek zorlukların üstesinden gelmeleri için bulanık kümeler faydalı yaklaşımlardır. Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonları tanımlanırken bir boyuttan üç boyutlu tanımlamaya doğru gidilir böylece crisp kümelere göre daha kapsamlı değerlendirmeler elde edilir. Çalışmada seçilen KBK, Pisagor bulanık kümelerde sağlanan daha büyük tanım alanı ve Nötrosifik kümelerdeki kararsızlığın diğerlerinden bağımsız olarak tanımlanabilmesi gibi avantajları bir araya getirir.

Literatürde klasik tedarikçi seçimi konusunda birçok çalışma olmasına rağmen STS nispeten daha az araştırılır bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Almasi vd. 2019). STS problemi pek çok bileşeni içeren yapısı ÇKKV problemi olarak ele alınmasına, karmaşıklık içeren durumu ve bu karmaşıklığın uygun çözümü ise konuya hakim uzmanlara gereksinim duymasına neden olur. STS problemlerinde oluşabilecek zorlukları aşmak ve problem için en doğru kararı verebilmede çeşitli ÇKKV teknikleri ve entegre yapıları literatürde sıklıkla yer alır.

Luthra vd. (2017) STS kararları için sürdürülebilirlik kriterlerini de dikkate alan AHP-VIKOR entegre modelini geliştirmiştir. Cheraghali pour ve Farsad (2018). BWM tekniği kullanarak STS problemini ele alan bir model geliştirmişlerdir Gören (2018) çalışmada, çevrimiçi bir perakendecide en iyi tedarikçinin seçimi için Fuzzy DEMATEL yöntemi ve Taguchi Loss fonksiyonunu kullanarak hybrid bir yaklaşım önermiştir. Awasthi vd. (2018) global sürdürülebilir tedarikçilerin analizi için AHP-VIKOR yaklaşımını kullanmıştır. Azimifard vd. (2018) çelik endüstrisinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi için hibrit bir AHP ve TOPSIS yöntemi önermiştir. Xu vd. (2019) AHPSort II ve yöntemiyle en uygun STS seçimini ve sıralamasını gerçekleştirmiştir. Mohammed vd. (2019) yaptıkları çalışmada bulanıklık durumunda, STS problemini çözmek için AHP ve TOPSIS teknikleri kullanmışlardır. Kannan vd. (2020), VIKOR ve BWM yöntemlerini kullanarak döngüsel tedarik zincirlerinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini uygulamışlardır. Ayrıntılı olarak STS problemini ÇKKV yaklaşımıyla inceleyen Schramm vd. (2020) çalışmalarında güncel literatür taraması oluşturmuşlardır. Zhang vd. (2021) üç fazlı entropi tabanlı VIKOR yöntemiyle ile en uygun tedarikçiyi seçerken oluşturdukları modelle yeşil ambalajlama ve yeşil etiketleme konusunda üretim sektöründen bir uygulama ele almışlardır. Literatürdeki öncü çalışmaların ve yazarların önemli katkılarından, araştırmacılar son zamanlarda ÇKKV ile KBK üzerine odaklanmaya başlamışlardır. Bu metodolojiler, Tablo 1'de özetlenmiş olup, farklı araştırma alanlarında uygulanmaya başlanmıştır.

Tablo 1: Literatürde KBK kullanılan çalışmalar ve onların entegre yaklaşımları

Kaynaklar	Kullanılan Teknikler	GKV	Çalışmanın amacı	Örnek olay/ Gerçek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019a)	KB-WASPAS, IF-TOPSIS	x	Endüstriyel robot seçimi	Örnek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019b)	KB-VIKOR, KB-TOPSIS	x	Depo yeri seçimi	Örnek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019c)	KB-TOPSIS, IF-TOPSIS	x	Tedarikçi seçimi	Örnek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019d)	KB-TOPSIS, Aralık değerler, KBK	x	3D yazıcı seçimi	Örnek olay
Balin (2020)	KB-TOPSIS, Aralık değerler	x	Askeri gemiler için stabilizasyon sistemi seçimi	Gerçek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2020a)	KB-AHP, Nötrosifik AHP	x	Rüzgar enerji santrali seçimi	Gerçek olay
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2020b)	KB-TOPSIS QFD	x	Delta robot teknoloji tasarım ve değerlendirme	Gerçek olay
Mathew vd. (2020)	KB - AHP KB- TOPSIS	x	İleri üretim teknolojileri seçimi	Örnek olay
Akram vd. (2021)	KB-VIKOR	x	Facebook'ta bir reklamın hedeflerinin sıralaması	Örnek olay
Doğan (2021)	KB - AHP		Şirketler için yeni bir teknoloji seçimi	Gerçek olay

Tablo 1'de verilenlere göre, KBK ve entegre yaklaşımlar henüz literatürde çok yenidir. Buna rağmen araştırmacılar çeşitli uygulama alanlarında ve farklı tekniklerle çalışmalarına devam etmektedir. Yukarıdaki bilgilere göre, yazarlar genellikle örnek olayı ele alarak seçim problemini modellemiş, gerçek uygulamada ise çalışmalar daha sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla literatürde gerçek uygulamalarda halen boşluk tamamlanmamıştır. Ayrıca tedarikçi seçimiyle ilgili tek çalışma olmasına rağmen, sürdürülebilirlik kavramını dikkate alan STS ve KBK ile ilgili çalışma yazında rastlanamamıştır. Çalışmanın, gerçek olay, KBK ve STS açısından literatürdeki boşluğu doldurması planlanmaktadır.

3. METODOLOJİ

Bu bölüm, çalışmada kullanılan metodolojiyi kısaca sunmaktadır. KBK ile ilgili girişin ardından metodoloji ve kullanılan ÇKKV yöntemlerinden

VIKOR ve GKV yaklaşımı ele alınmaktadır. Şekil 1'de yapı aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

3.1. Küresel Bulanık Kümeler

1965'de Lütüfi Zadeh tarafından literatüre tanıtılan bulanık kümeler teorisi (Zadeh, 1965) günümüze kadar birçok bulanık küme uzantısı ile genişletilmiştir. Literatürde bulanık kümelerin farklı uzantıları ÇÇKV problemleri de dahil olmak üzere sıkça kullanılmaktadır. KBK, Pisagor bulanık kümelerdeki daha büyük tanım alanı kullanılması ve nötrosifik kümelerdeki kararsızlığın da bağımsız olarak belirlenebilmesi temellerine dayanarak Pisagor ve Nötrosifik Bulanık kümelerin birleşimi olarak Kutlu Gündoğdu ve Kahraman tarafından önerilmiştir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019c). Üç boyutlu üyelik fonksiyonları olarak IFS (sezgisel bulanık kümeler), PFS (Pisagor bulanık kümeler) ve NS (nötrosifik kümeler) üyelik işlevlerini kullanır.

KBK, üç boyutlu kümelere genel bir bakış açısı sağlar.

Bir küresel bulanık küme set $\tilde{A}_S U$ evreninde aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\tilde{A}_S = \{u, (\mu_{\tilde{A}_S}(u), v_{\tilde{A}_S}(u), \pi_{\tilde{A}_S}(u)) | u \in U\} \quad (1)$$

$$\mu_{\tilde{A}_S}: U \rightarrow [0,1], v_{\tilde{A}_S}(u): U \rightarrow [0,1], \pi_{\tilde{A}_S}: U \rightarrow [0,1]$$

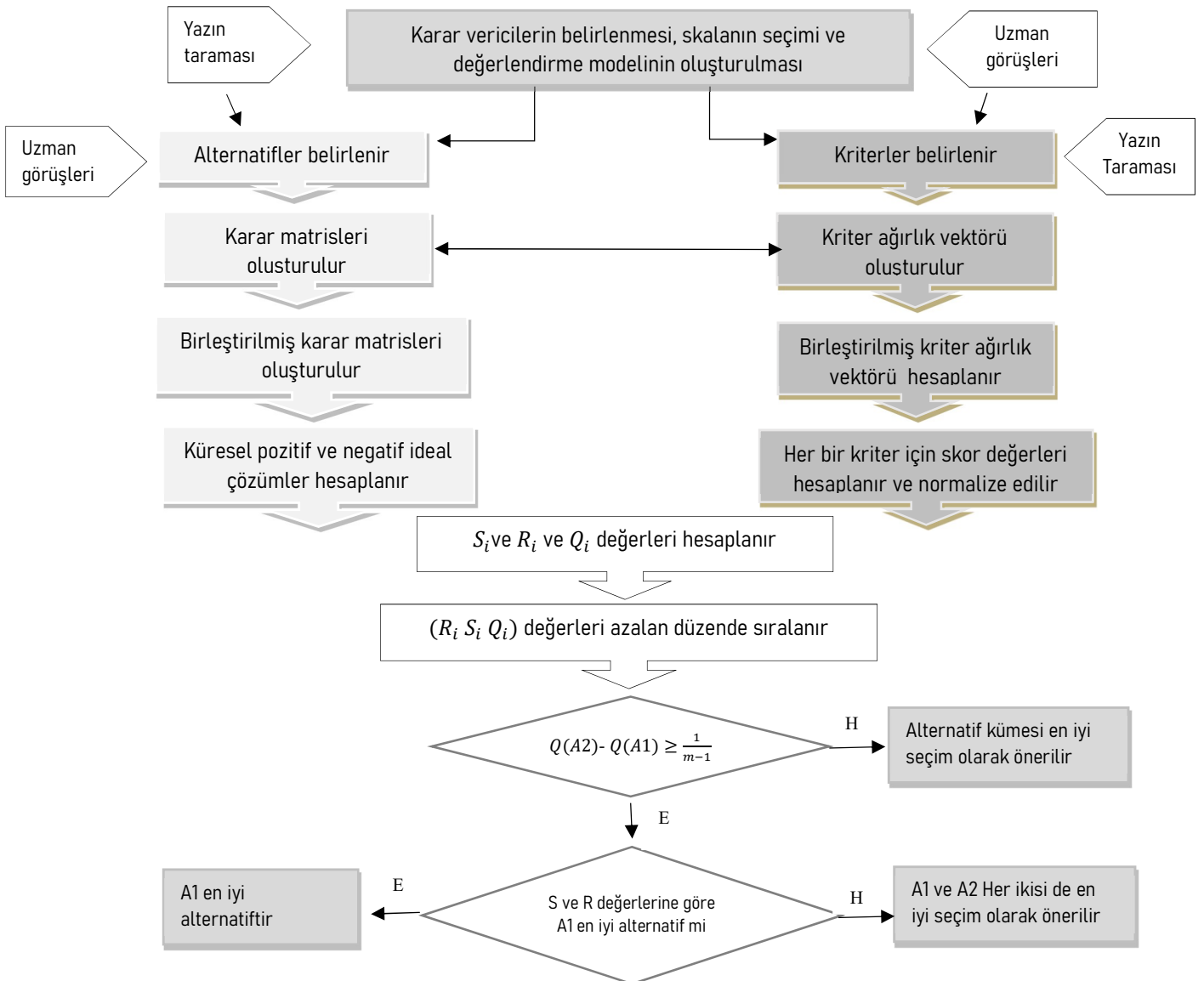
ve

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}_S}^2(u) + v_{\tilde{A}_S}^2(u) + \pi_{\tilde{A}_S}^2(u) \leq 1 \quad \forall u \in U \quad (2)$$

Her bir u için, $\mu_{\tilde{A}_S}(u)$, $v_{\tilde{A}_S}(u)$, $\pi_{\tilde{A}_S}(u)$ sırasıyla u'nun \tilde{A}_S 'ye üyelik, üyesizlik ve kararsızlık derecesi olarak

tanımlanır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019b). Yiğıştırma (aggregation) operatörü olarak aynı yazarlar tarafından tanımlanan Küresel Ağırlıklandırılmış Aritmetik Ortalama - Spherical Weighted Arithmetic Mean (SWAM) kullanılmıştır. $w = (w_1, w_2 \dots w_n)$; $w_i \in [0,1]$ $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ve tanımı aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned} SWAM_w(\tilde{A}_{S1}, \dots, \tilde{A}_{Sn}) &= w_1 \tilde{A}_{S1} + w_2 \tilde{A}_{S2} + \dots + w_n \tilde{A}_{Sn} \\ &= \left\{ \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_S}^2)^{w_i} \right]^{1/2}, \prod_{i=1}^n v_{\tilde{A}_S}^{w_i}, \left[\prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_S}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_S}^2 - \pi_{\tilde{A}_S}^2)^{w_i} \right]^{1/2} \right\} \end{aligned} \quad (3)$$



Şekil 1: Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi için çalışmada kullanılan KB-VIKOR yaklaşımı

3.2. Küresel Bulanık VIKOR (KB-VIKOR)

$x_i = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ ($m \geq 2$) kesikli küme olmak üzere m olası alternatif ve $C_j = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ sonlu kriter sayısını, $w_k = \{w_1, w_2 \dots w_n\}$ karar vericilere ait ağırlık vektörünü ifade etmektedir ve bu vektör $0 \leq w_j \leq 1$ arasında bir değer olarak $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ eşitliğini sağlamalıdır. Bu varsayımlara göre uygulama adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek değerlendirme modelinin oluşturulur. Daha sonra karar vericiler, kriter ve alternatiflerin değerlendirme matrislerini aşağıda Tablo 2'de verilen ölçek yardımıyla doldurur.

Tablo 2: Dilsel terimler ve karşılık gelen küresel bulanık sayılar (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019b)

Dilsel Terimler	Kısaltma	μ	v	π
Kesinlikle daha fazla önemli	AMI	0,9	0,1	0,1
Çok yüksek önemli	VHI	0,8	0,2	0,2
Yüksek önemli	HI	0,7	0,3	0,3
Biraz daha önemli	SMI	0,6	0,4	0,4
Eşit derecede önemli	EI	0,5	0,5	0,5
Biraz daha az önemli	SLI	0,4	0,6	0,4
Düşük önemli	LI	0,3	0,7	0,3
Çok düşük önemli	VLI	0,2	0,8	0,2
Kesinlikle düşük önemli	ALI	0,1	0,9	0,1

Adım 2: Eşitlik (3)'de verilen SWAM operatörü yardımıyla her bir karar vericinin değerlendirmesini tek bir yargı olarak birleştirilir. Karar vericilerin görüşlerine göre birleştirilmiş küresel bulanık karar matrisi oluşturulmalıdır. Alternatif X_i ($i = 1, 2, \dots, m$)'nin kriter C_j ($j = 1, 2, \dots, n$)'ye göre $C_j(\tilde{X}_i) = (\mu_{ij}, v_{ij}, \pi_{ij})$ ve $D = (C_j(\tilde{X}_i))_{m \times n}$ değerlendirme kriterleri bir küresel bulanık karar matrisi olarak belirtilir. Bir KBS içeren ÇKKV probleminde, karar matrisi $\tilde{D} = (C_j(\tilde{X}_i))_{m \times n}$ aşağıdaki eşitlik (4) yardımıyla oluşturulur.

$$\tilde{D} = (C_j(\tilde{X}_i))_{m \times n}$$

$$= \begin{pmatrix} \mu_{11}, v_{11}, \pi_{11} & \mu_{12}, v_{12}, \pi_{12} \dots & \mu_{1n}, v_{1n}, \pi_{1n} \\ \mu_{21}, v_{21}, \pi_{21} & \mu_{22}, v_{22}, \pi_{22} \dots & \mu_{2n}, v_{2n}, \pi_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{m1}, v_{m1}, \pi_{m1} & \mu_{m2}, v_{m2}, \pi_{m2} & \mu_{mn}, v_{mn}, \pi_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Adım 3: Eşitlik (5) yardımıyla ağırlıklandırılmış karar matrisinin bulanıklığı giderilir.

$$Score(C_j(\tilde{X}_i)) = (2\mu_{ij} - \pi_{ij})^2 - (v_{ij} - \pi_{ij})^2 \quad (5)$$

Adım 4: Karar vericiler tarafından oluşturulan karar kriterlerinin küresel bulanık dilsel değerlendirmeleri birleştirilir. Parçalı bulanık yaklaşım dikkate alınır ve Eşitlik (6) yardımıyla birleştirilmiş kriter ağırlıkları, skor fonksiyonu kullanılarak bulanıklığı giderilir.

$$w_j^s = (2\mu_{ij} - \pi_{ij})^2 - (v_{ij} - \pi_{ij})^2 \quad (6)$$

Sonrasında Eşitlik (7) yardımıyla birleştirilmiş kriter ağırlıkları normalize edilir.

$$\tilde{w}_j^s = \frac{w_j^s}{\sum_{j=1}^n w_j^s} \quad (7)$$

Adım 5: 3. Adımda elde edilen skor değerlerine göre, Küresel Bulanık Pozitif Ideal Çözüm (SF-PIS) ve Küresel Bulanık Negatif Ideal Çözüm (SF-NIS) belirlenir. SF-PIS için Eşitlik (8) yardımıyla karar matrisindeki maksimum skor bulunur. Crisp maksimum skorlara göre, karşılık gelen küresel bulanık sayılar Eşitlik (9) ile belirlenir.

$$X^* = \{C_j, \max_i < Score(C_j(X_i)) > | j = 1, 2, \dots, n\} \quad (8)$$

$$\tilde{X}^* = \{ \langle C_1, (\mu_1^*, v_1^*, \pi_1^*) \rangle, \langle C_2, (\mu_2^*, v_2^*, \pi_2^*) \rangle, \dots, \langle C_n, (\mu_n^*, v_n^*, \pi_n^*) \rangle \} \quad (9)$$

SF-NIS için karar matrisindeki minimum skorlar Eşitlik (10) yardımıyla hesaplanır. Crisp minimum skorlara göre karşılık gelen küresel bulanık sayılar Eşitlik (11) yardımıyla belirlenir.

$$X^- = \{C_j, \min_i < Score(C_j(X_i)) > | j = 1, 2, \dots, n\} \quad (10)$$

$$\tilde{X}^- = \{ \langle C_1, (\mu_1^-, v_1^-, \pi_1^-) \rangle, \langle C_2, (\mu_2^-, v_2^-, \pi_2^-) \rangle, \dots, \langle C_n, (\mu_n^-, v_n^-, \pi_n^-) \rangle \} \quad (11)$$

Adım 6: S_i ve R_i değerleri parçalı bulanık yaklaşıma göre Eşitlik (12) ve Eşitlik (13) yardımıyla hesaplanır. S_i alternatif i'nin en iyi değerden uzaklığını gösteren kesim değeri ve R_i alternatif i'nin en kötü değere uzaklığını gösteren kesim değeridir. Uzaklığın hesaplanmasında Öklidyen yaklaşım kullanılmıştır ve Eşitlik (14) ve Eşitlik (15)'de verilmiştir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j^S \cdot D = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j^S \cdot \frac{D(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}^*_j)}{D(\tilde{X}^-_j, \tilde{X}^*_j)} \quad (12)$$

$$R_i = \max_j (\tilde{w}_j^S \cdot D) = \max_j \left(\tilde{w}_j^S \cdot \frac{D(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}^*_j)}{D(\tilde{X}^-_j, \tilde{X}^*_j)} \right) \quad (13)$$

$$D_E(\tilde{X}_{ij}, \tilde{X}^*_j) = \sqrt{\left((\mu_{\tilde{X}_{ij}} - \mu_{\tilde{X}^*_j})^2 + (v_{\tilde{X}_{ij}} - v_{\tilde{X}^*_j})^2 + (\pi_{\tilde{X}_{ij}} - \pi_{\tilde{X}^*_j})^2 \right)} \quad (14)$$

$$D_E(\tilde{X}^-_j, \tilde{X}^*_j) = \sqrt{\left((\mu_{\tilde{X}^-_j} - \mu_{\tilde{X}^*_j})^2 + (v_{\tilde{X}^-_j} - v_{\tilde{X}^*_j})^2 + (\pi_{\tilde{X}^-_j} - \pi_{\tilde{X}^*_j})^2 \right)} \quad (15)$$

Adım 7: S^* , S^- , R^* , R^- ve Q_i değerleri Eşitlik (16) ve Eşitlik (17) yardımıyla hesaplanır.

$$S^* = \min_i S_i$$

$$S^- = \max_i S_i$$

$$R^* = \min_i R_i$$

$$R^- = \max_i R_i \quad (16)$$

$$Q_i = v \frac{(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (17)$$

S_i ve R_i indisleri sırasıyla maksimum çoğunluk kuralı ve minimum bireysel karşıt stratejinin reddi kuralıyla ilişkilidir. v maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığı olarak tanımlanır ve 0.5 olarak kabul edilir.

Adım 8: En iyi alternatifin seçilmesi: Sonuç olarak, minimum Q_i değerine sahip en iyi alternatif

belirlenir. Alternatif a' , Q_i (minimum) ile aşağıdaki iki koşul sağlanırsa en iyi olarak sıralanabilir.

C1: Kabul edilebilir avantaj;

$$Q(a'') - Q(a') \geq \frac{1}{m-1} \quad (18)$$

a'' sıralama listesinde ikinci sırada olan alternatif, m alternatif sayısını ifade eder. C2: Karar vermede kabul edilebilir istikrar. Alternatif a' , S ve R veya R 'de en iyi alternatif olarak sıralanmıştır.

4. UYGULAMA

Çalışmada önerilen yaklaşım, Bartın'da plastik sektöründe faaliyet gösteren YEPSA firmasının etkili STZ yapısı için en uygun sürdürülebilir tedarikçilerini seçmek ve onları değerlendirmek amacıyla uygulanmıştır. YEPSA, kurulduğu 1983 yılından bu yana, yüksek teknolojinin ışığında, PE boru, koruge boru ve ekleme parçaları gibi çeşitli ürünler üzerine üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Plastik sektöründe teknolojisi, kalitesi ve rekabetçiliği ile Türkiye'nin önde gelen firmalarından biri olan YEPSA, müşteri beklenti ve isteklerini hızlı ve eksiksiz karşılama politikasını benimsemiştir. Bu sebeple tüm faaliyetlerindeki tedarikçilerle iş ortaklığı karşılıklı kazan-kazan ilişkisini temeline dayanır. Üretim faaliyetleri ele alınırsa, ürünler için gerekli hammaddenin zamanında ve düşük maliyetle tedarik edilmesi firma için büyük önem taşımaktadır. Firma bunun için birçok farklı tedarikçiyi içine alan satın alma politikasını benimsemiştir. Uygulamada PE boru üretiminde gerekli olan plastik hammadde alımında en uygun sürdürülebilir tedarikçinin seçimi hedeflenmektedir. Karar sürecinde üç uzmandan (DM1, DM2 ve DM3) oluşan bir karar komitesi olası 5 tedarikçi açısından değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir. Ürünle ilgili tecrübeli üretim mühendisi (DM1); alanında dereceye sahip satın alma uzmanı (DM2) ve fabrika müdürünün de (DM3) olduğu bir grup karar verici değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir. Alternatiflerin isimleri gizli tutulmuş olup T1, T2, T3, T4, T5 olarak adlandırılmıştır.

Adım 1: Karar vericilerin belirlenmesi, skalanın seçimi ve değerlendirme modelinin oluşturulması: STZ seçim kriterleri kapsamlı literatür taraması ve

uzman görüşleriyle belirlenmiştir. C1: Ürünün alışı fiyatı, C2: Ürünün kalitesi, C3: Tedarikçinin teknolojik ve finansal yeterliliği, C4: Tedarik süresi, C5: Teslimat ve servis C6: Atık yönetimi, C7: İş güvenliği ve işçi sağlığı olmak üzere 7 kriter tanımlanıp ilgili model oluşturulmuştur.

Tablo 3: KB-VIKOR için DM1'in kullandığı dilsel veriler

Alternatifler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
T1	HI	VHI	HI	HI	EI	EI	LI
T2	SLI	LI	VHI	VLI	SMI	LI	EI
T3	VHI	AMI	HI	VHI	SLI	SMI	SLI
T4	SMI	HI	SMI	HI	LI	HI	SMI
T5	SMI	SMI	SMI	HI	HI	VLI	EI

Tablo 4: KB-VIKOR için DM2'nin kullandığı dilsel veriler

Alternatifler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
T1	HI	VHI	HI	HI	HI	EI	LI
T2	SLI	LI	SLI	VLI	SMI	LI	EI
T3	HI	VHI	SMI	VHI	HI	SMI	EI
T4	SMI	HI	SMI	HI	HI	HI	SMI
T5	SMI	SMI	SMI	HI	HI	VLI	EI

Tablo 5: KB-VIKOR için DM3'ün kullandığı dilsel veriler

Alternatifler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
T1	HI	VHI	HI	HI	EI	EI	LI
T2	SLI	LI	SLI	VLI	SMI	LI	EI
T3	SMI	HI	HI	SMI	HI	SMI	SLI
T4	SMI	HI	SMI	HI	HI	HI	SMI
T5	SMI	SMI	SMI	HI	HI	VLI	HI

Tablo 6: Birleştirilmiş karar matrisi

ALT	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7														
T1	0,7	0,3	0,3	0,8	0,2	0,2	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3
T2	0,4	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5
T3	0,7	0,3	0,3	0,8	0,2	0,2	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4
T4	0,6	0,4	0,4	0,7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,4	0,7	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,4
T5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,2	0,8	0,2	0,6	0,4	0,4

Çalışmada kullanılan skala Tablo 2'de bir önceki bölümde verilmiştir. Farklı deneyim seviyelerine sahip DM'lerin ağırlıkları sırasıyla 0,2, 0,3 ve 0,5'tir. DM'lerin alternatiflere ilişkin değerlendirmeleri Tablo 3, 4 ve 5'de gösterilmiştir.

Adım 2: Değerlendirmeler, DM'lerin ağırlıkları dikkate alınarak SWAM yardımıyla birleştirilir. Birleştirilmiş karar matrisi Tablo 6'da elde edilmiştir.

Adım 3-4: DM'lerin kriterlere ilişkin değerlendirmeleri Tablo 7'de verilmiştir. Sonrasında bu değerlendirmelere göre her bir kriterin SWAM operatörü yardımıyla oluşturulan birleştirilmiş kriter ağırlıkları Tablo 8 ile gösterilmiştir.

Tablo 7: Kriterlerin önem dereceleri

Kriter	DM1	DM2	DM3
C1	HI	EI	EI
C2	VHI	AMI	HI
C3	HI	VHI	VHI
C4	SLI	LI	EI
C5	HI	EI	EI
C6	VHI	AMI	HI
C7	HI	VHI	VHI

Tablo 8: Birleştirilmiş kriter ağırlıkları

Kriter	Kriter Ağırlıkları		
C1	(0,55	0,45	0,46)
C2	(0,80	0,20	0,21)
C3	(0,78	0,22	0,22)
C4	(0,43	0,57	0,44)
C5	(0,55	0,45	0,46)
C6	(0,80	0,20	0,21)
C7	(0,78	0,22	0,22)

Adım 5-6: Eşitlik 6 ve Eşitlik 7 yardımıyla kriter ağırlıkları bulanıklıktan kurtarılır. Bulanıklıktan kurtarılmış ve normalize edilmiş kriter ağırlıkları sırasıyla (0,05; 0,23; 0,21; 0,02; 0,05, 0,23;0,21) olarak hesaplanmış olup ve skor değerleri Tablo 9' da incelenebilir. En yüksek değerler pozitif ideal, en düşük değerler negatif ideal sonuçlardır (SF-PIS; SF-NIS) ve Tablo 6 yardımıyla bu değerler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 9: SWAM operatörüyle oluşturulmuş skor fonksiyonları

ALT	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
T1	1,21	1,96	1,21	1,21	0,51	0,25	-0,07
T2	0,12	-0,07	0,51	-0,32	0,64	-0,07	0,25
T3	1,08	1,83	1,04	1,31	1,01	0,64	0,17
T4	0,64	1,21	0,64	1,21	1,00	1,21	0,64
T5	0,64	0,64	0,64	1,21	1,21	-0,32	0,70

Adım 7- 8: S^*, S^-, R^*, R^- ve Q_i değerleri Eşitlik (16) ve Eşitlik (17) yardımıyla hesaplanır. $S^+ = 0,24$; $S^- = 0,81$; $R^+ = 0,05$, $R^- = 0,22$ olarak hesaplanmıştır ve diğer değerler Tablo 11'de verilmiştir. Burada farklı grup faydaları doğrultusunda hesaplanan Q_i değerleri gösterilmiştir.

Koşulların denetlenmesi Eşitlik (18) yardımıyla Tablo 11'de verilen değerler baz alınarak Tablo 12'de sıralama işlemi gerçekleşir. KB-VIKOR yöntemine göre her bir alternatif için Q değerleri hesaplandıktan sonra bu değerler baz alınarak alternatifler küçükten büyüğe sıralanır $T3 > T4 > T5 > T1$ elde edilir. Q değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif minimum Q değerlerine sahip alternatiflerden biridir. En uygun STS problemi için T3 tedarikçisi kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarının tümünü sağladığı için en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

Tablo 10: SF-PIS ve SF-NIS değerleri

	C1			C2			C3			C4			C5			C6			C7		
X^+	0,70	0,30	0,30	0,80	0,20	0,20	0,70	0,30	0,30	0,72	0,28	0,30	0,70	0,30	0,30	0,70	0,30	0,30	0,62	0,39	0,40
X^-	0,40	0,60	0,40	0,30	0,70	0,30	0,54	0,48	0,35	0,20	0,80	0,20	0,58	0,43	0,44	0,20	0,80	0,20	0,30	0,70	0,30

Tablo 11: Hesaplanan S_i, R_i ve Q_i değerleri

	S_i	R_i	Q_i ($v=0$)	Q_i ($v=0,25$)	Q_i ($v=0,5$)	Q_i ($v=0,75$)	Q_i ($v=1$)
T1	0,37	0,21	0,91	0,74	0,57	0,40	0,22
T2	0,82	0,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T3	0,25	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T4	0,25	0,16	0,59	0,45	0,30	0,15	0,01
T5	0,51	0,15	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46

Tablo 12: Sıralama sonuçları ve koşulların denetlenmesi

	Q_i ($v=0$)	Q_i ($v=0,25$)	Q_i ($v=0,5$)	Q_i ($v=0,75$)	Q_i ($v=1$)	S_i	R_i
T1	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00
T2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
T4	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00
T5	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	2,00
	Q_i ($v=0$)	Q_i ($v=0,25$)	Q_i ($v=0,5$)	Q_i ($v=0,75$)	Q_i ($v=1$)		
$Q(A2)$	0,53	0,45	0,30	0,15	0,01		
$Q(A1)$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
$Q(A2)-Q(A1)$	0,53	0,45	0,30	0,15	0,01		
DQ	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Koşul 1	Doğru	Doğru	Doğru	Yanlış	Yanlış		
Koşul 2	Doğru	Doğru	Doğru	Doğru	Doğru		

Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, analiz sayısal değerler üzerinden yapılsa da karar verici kriterleri sezgisel ağırlandırarak karar sürecine öznellik sağlamaktadır. Bu sebeple sonuçlar karar vericinin görüşünü yansıtan ve ideal derecesi değişebilen durumlar oluşturur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, STS probleminin analitik yöntemlerle değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, ilk aşamada yapılan yazın taraması ve uzman görüşleri ile STS kriterleri sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarına göre belirlenmiş ve değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ÇKKV metotları incelenmiş, yazında çok yeni olan KB-VIKOR yöntemiyle Bartın'da faaliyet gösteren plastik boru üretim işletmesi için sürdürülebilir tedarikçi seçiminde uygulanmıştır. İşletme, tedarikçilerinden müşterilerine kadar olan bütün süreçlerde tedarik zinciri faaliyetlerini geliştirmede ortaya sürdürülebilir hedefler koyma amacındadır. Ek olarak, ele alınan modelin STS probleminde belirsizliği de dikkate alarak uzun dönemde işletmeye proaktif kararlar vermesine yardımcı olması düşünülmektedir.

VIKOR yöntemi karmaşık sistemlerin çözümü için geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. VIKOR sadece sayısal değerler değil karar vericinin sezgilerine, tecrübelerine ve uzmanlığına dayanarak verdiği değerlendirmelerin, "sayısallaştırmak" ve "ağırlıklandırmak" aşamalarında sürece öznellik kazandırır ve uzlaşmacı çözümler oluşturur. Nihai sonuçların karar vericinin görüşlerini yansıttığı ve ideal durumların karar vericiye bağlı olduğu durumlarda belirlenen sonuçlar olduğu ifade edilebilir. Çalışmada kriter ağırlıkları ve alternatiflerin değerlendirmelerinde KBK kullanılmıştır. Bu yaklaşım pisagor ve nütrozofik bulanık kümelerin birleşimi olmakla birlikte, değerlendirmelerin daha geniş tanım alanında gösterimine olanak sağlar.

Literatürde yapılan çalışmalarda genellikle yazarlar örnek olayı ele alarak STS problemini modellemiş, gerçek uygulamada ise çalışmalar daha sınırlı kalmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada STZ incelenmiş ve gerçek

uygulamayla STS ve KBK kavramları ilk kez birlikte ele alınmıştır. Çalışmanın, gerçek olay, KBK ve STS açısından literatürdeki boşluğu doldurması planlanmaktadır.

Araştırma sürecinde karşılaşılan birtakım sınırlamalar bulunmaktadır. Bunlardan en önemli COVID19 sebebiyle yavaşlayan teslimatla, hammadde tedarikçisinde oluşan gecikmeler işletmede üretimi aksatmaktadır. Ayrıca, uzmanların değerlendirmeleri ve oluşabilecek sapmalar çalışmada dikkate alınmamıştır. Bu durumun etkisini ortadan kaldırabilmek ve gelecek çalışmalar için ya daha fazla uzmanın görüşünden faydalanmak gerekmekte ya da diğer ÇKKV yöntemlerinden küresel bulanık TOPSIS yöntemi ile karşılaştırmalı analiz yapılması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazar, endüstriyel uzmanlara ve YEPSA Genel Müdürü Sayın Gökçe Yelkenci'ye çalışmaya sağladıkları değerli katkılar için teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- [1] Akram, M., Kahraman, C., Zahid, K. (2021), "Group decision-making based on complex spherical fuzzy VIKOR approach", Knowledge-Based Systems, 216, 106793, pp. 1-22.
- [2] Almasi, M., Khoshfetrat, S., Rahiminezhad Galankashi, M. (2019), "Sustainable Supplier Selection and Order Allocation Under Risk and Inflation Condition", IEEE Transactions on Engineering Management, 68(3), pp. 823-837.
- [3] Awasthi, A., Govindan, K., Gold, S. (2018), "Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach", International Journal of Production Economics, 195, pp. 106-117.
- [4] Azimifard, A., Moosavirad, S. H., Ariafar, S. (2018), "Selecting sustainable supplier countries for Iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods", Resources Policy, 57, pp. 30-44.
- [5] Bai, C., Sarkis, J. (2010), "Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies", International Journal of Production Economics, 124(1), pp. 252-264.

- [6] Balin, A. (2020), "A novel fuzzy multi-criteria decision-making methodology based upon the spherical fuzzy sets for stabilizer selection of cruise ships", *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 71(3), pp. 1-11.
- [7] Balıbaş, B. (2020), " Çok kriterli karar verme yöntemleri ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi : katı atık işleme tesisinde uygulama", Karabük Üniversitesi, Lisansüstü eğitim enstitüsü, yüksek lisans tezi, Karabük.
- [8] Büyüközkan, G., Çifçi, G. (2011), "A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information", *Computers in Industry*, 62(2), pp. 164-174.
- [9] Cheraghalipour, A., Farsad, S. (2018), "A bi-objective sustainable supplier selection and order allocation considering quantity discounts under disruption risks: A case study in plastic industry", *Computers and Industrial Engineering*, 118, pp. 237-250.
- [10] Dogan, O. (2021), "Process Mining Technology Selection with Spherical Fuzzy AHP and Sensitivity Analysis", *Expert Systems with Applications*, 178, 114999, pp. 1-9.
- [11] Ecer, F., Pamucar, D. (2020), "Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model", *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981, pp. 1-37.
- [12] Gahona-Flores, O. (2021), "Selection criteria for sustainable suppliers in the supply chain of copper mining in Chile", *Ingenieria e Investigacion*, 41(2) In press.
- [13] Gören, H. G. (2018), "A decision framework for sustainable supplier selection and order allocation with lost sales", *Journal of Cleaner Production*, 183, pp. 1156-1169.
- [14] Govindan, K., Khodaverdi, R., Jafarian, A. (2013), "A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach", *Journal of Cleaner Production*, 47, pp. 345-354.
- [15] Govindan, K., Khodaverdi, R., Vafadarnikjoo, A. (2015), "Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain", *Expert Systems with Applications*, 42(20), pp. 7207-7220.
- [16] Hassini, E., Surti, C., Searcy, C. (2012), "A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics", *International Journal of Production Economics*, 140(1), pp. 69-82.
- [17] Hendiani, S., Mahmoudi, A., Liao, H. (2020), "A multi-stage multi-criteria hierarchical decision-making approach for sustainable supplier selection", *Applied Soft Computing Journal*, 94, 106456, pp. 1-19.
- [18] Kannan, D., Mina, H., Nosrati-Abarghoee, S., Khosrojerdi, G. (2020), "Sustainable circular supplier selection: A novel hybrid approach", *Science of the Total Environment*, 722, 137936, pp. 1-13.
- [19] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2019a), "Extension of WASPAS with spherical fuzzy sets", *Informatica (Netherlands)*, 30(2), pp. 269-292.
- [20] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2019b), "A novel VIKOR method using spherical fuzzy sets and its application to warehouse site selection", *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 37(1), pp. 1197-1211.
- [21] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2019c), "Spherical fuzzy sets and spherical fuzzy TOPSIS method", *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(1), pp. 337-352.
- [22] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2019d), "A novel fuzzy TOPSIS method using emerging interval-valued spherical fuzzy sets", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, pp. 307-323.
- [23] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2020a), "A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application", *Soft Computing*, 24(6), pp. 4607-4621.
- [24] Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2020b), "A novel spherical fuzzy QFD method and its application to the linear delta robot technology development", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 103348, pp. 1-12.
- [25] Li, J., Fang, H., Song, W. (2019), "Sustainable supplier selection based on SSCM practices: A rough cloud TOPSIS approach", *Journal of Cleaner Production*, 222, pp. 606-621.
- [26] Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., Garg, C. P. (2017), "An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains", *Journal of Cleaner Production*, 140, pp. 1686-1698.
- [27] Mathew, M., Chakraborty, R. K., Ryan, M. J. (2020), "A novel approach integrating AHP and TOPSIS under spherical fuzzy sets for advanced manufacturing system

selection", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 96, 103988, pp.1-13.

[28] Miç, P., Antmen, Z. F. (2019), "Sağlık Hizmeti Tesis Yerleşimi Probleminin Değerlendirilmesine Çok Kriterli Bulanık Bir Yaklaşım. *European Journal of Science and Technology*", 16, ss. 750-757.

[29] Mohammed, A., Harris, I., Govindan, K. (2019), "A hybrid MCDM-FMOO approach for sustainable supplier selection and order allocation", *International Journal of Production Economics*, 217, pp. 171-184.

[30] Opricovic, S., Tzeng, G. H. (2004), "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156(2), pp. 445-455.

[31] Rajesh, R. (2020), "Sustainable supply chains in the Indian context: An integrative decision-making model", *Technology in Society*, 61, 101230, pp. 1-13.

[32] Rajesh, R., Allaoui, H., Guo, Y., Choudhary, A., Bloemhof, J., Abdel-Basset, M., Diabat, A. (2020), "A novel multi-criteria decision framework for evaluating green supply chain management practices", *Journal of Cleaner Production*, 35, pp. 369-384.

[33] Schramm, V. B., Cabral, L. P. B., Schramm, F. (2020), "Approaches for supporting sustainable supplier selection - A literature review", *Journal of Cleaner Production*, 273, 123089, pp.1-8.

[34] Seçkin, F. (2019), "Tedarik Zinciri Yönetiminde ve Tedarikçi Seçiminde Sürdürülebilirlik Kavramının

Gelişimi", *AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*, 2(2), ss. 45-64.

[35] Şişman, B. (2018), "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Performansını Geliştirmede En Uygun Alternatif Faaliyetlerin Bulanık Topsis Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14 (Özel sayı), ss. 83-98.

[36] Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., Chatterjee, P. (2020), "Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COmpromise solution (MARCOS)", *Computers and Industrial Engineering*, 140, 106231, pp. 1-15.

[37] Xu, Z., Qin, J., Liu, J., Martínez, L. (2019), "Sustainable supplier selection based on AHPSort II in interval type-2 fuzzy environment", *Information Sciences*, 483, pp. 273-293.

[38] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), pp. 338-353.

[39] Zhang, J., Li, L., Zhang, J., Chen, L., Chen, G. (2021), "Private-label sustainable supplier selection using a fuzzy entropy-VIKOR-based approach", *Complex & Intelligent Systems*, <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00317-w>.

[40] Zimmer, K., Fröhling, M., Schultmann, F. (2016), "Sustainable supplier management - A review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development", *International Journal of Production Research*, 54(5), pp. 1412-1442.

Dr. Öğr. Üyesi Sezin GÜLERYÜZ



Sezin Güleryüz, Kadir Has Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Doktora derecesini Endüstri Mühendisliği alanında 2017 yılında Galatasaray Üniversitesi'nden almıştır. 2011-2017 yılları arasında Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde araştırma görevlisi olarak çalıştıktan sonra 2017 yılında Bartın Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümünde Doktor Öğretim Üyesi olarak görevine başlamış ve halen burada görevini sürdürmektedir. Çalışma alanları, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, Tedarik Zinciri Yönetimi, Sürdürülebilirlik ve Bulanık Kümelere'dir.

TÜRKİYE'DEKİ LOJİSTİK KÖYLERİN PERFORMANSLARININ GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehri Banu ERDEM

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu MYO, Lojistik Programı, Kahramanmaraş,
mbsunbul@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9763-3271

ÖZET

Günümüzde Lojistik köy, tüm lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde yer alan şirketlerin ve bu lojistik faaliyetlerle ilgili işlemlerin gerçekleştirildiği kurumların bir arada bulunduğu ve tüm taşıma modlarının optimum şekilde kullanılmasına olanak tanıyan merkezlerdir. Günümüz koşullarında dünyada küresel ticaretin gelişmesi ile birlikte lojistik köylerin kurulumu bir gereklilik haline gelmiştir. Türkiye üç tarafının denizlerle çevrili olması, kıtalar arası köprü görevi görmesi gibi coğrafi avantajları olan bir ülkedir. Bu nedenle lojistik köylerin verimli bir şekilde faaliyet göstermesinin sektörün gelişimine ve ekonomik büyümeye katkıları, göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu çalışmada Türkiye'de aktif olarak faaliyette olan lojistik köylerin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yöntem olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular sonucu kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durumda Uşak lojistik merkezi birinci, İstanbul (Halkalı) lojistik merkezi ikinci ve Kahramanmaraş son sırada yer almıştır. Ancak kriterlerin ağırlıklarının farklı olduğu durumda İstanbul (Halkalı) birinci, İzmit (Köseköy) ikinci ve Denizli (Kaklık) son sırada yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Gri İlişkisel Analiz, Lojistik Köy.

PERFORMANCE EVALUATION IN TURKISH FREIGHT VILLAGES WITH GREY RELATIONSHIP ANALYSIS

ABSTRACT

Freight villages are the centers where the companies involved in the realization of all logistics activities and the institutions where the transactions related to these logistics activities are carried out together and allow the optimum use of all transportation modes. In today's conditions, with the development of global trade in the world, the establishment of logistics villages has become a necessity. Turkey; It is a country that has geographical advantages such as being surrounded by seas on three sides and acting as a bridge between continents. For this reason, the efficient operation of freight village is so important that their contribution to the development of the sector and economic growth cannot be ignored. This study aimed to evaluate the performance of the freight village is actively operating in Turkey. Grey Relationship Analysis Method, which is one of the multi-criteria decision making techniques, was used as a method in the study. As a result of the findings obtained in this research, when the weights of the criteria are equal, Uşak logistics center is the first, Istanbul (Halkalı) logistics center is the second and Kahramanmaraş is the last. However, when the weights of the criteria are different, İstanbul (Halkalı) is the first, İzmit (Köseköy) is the second and Denizli (Kaklık) is the last.

Keywords: Multi Criteria Decision Making Methods, Grey Relationship Analysis Method, Freight Villages.

Yayın Künyesi: M.B. Erdem, "Türkiye'deki Lojistik Köylerin Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Lojistik Dergisi, Yıl 18, Sayı 53, Sayfa 43-55, Haziran 2021.

Makale Geçmişi: Geliş: 25.02.2021 / Kabul: 01.06.2021

Article History: Received: 25.02.2021 / Accepted: 01.06.2021

1. GİRİŞ

Ekonominin gelişmesi, sanayinin ilerlemesi, toplum ihtiyaçlarının karşılanabilmesi, tüm dünyada ticari olsun ya da olmasın hemen hemen bütün faaliyetlerin sorunsuz bir şekilde yürütülebilmesi için lojistik sistemler gereklilik haline gelmiştir. 21. yüzyılın önde gelen sektörlerinden bir tanesi de hiç kuşkusuz lojistik sektördür. Günümüzde tüketici istek ve ihtiyaçlarının sadece karşılanması değil, aynı zamanda nasıl karşılandığı da önemlidir. Bu noktada lojistiğin tanımında yer alan yedi doğru kendini göstermektedir. Buna göre lojistik; “doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru zamanda, doğru fiyatta” teslim noktasına ulaştırılmasıdır (Tanyaş, 2014). Lojistik genel olarak tüm sektörlerde tedarikçi, üretici, dağıtıcı, toptancı, perakendeci ve nihai müşteriler arasında bir köprü görevi görmektedir, entegrasyonu ve koordinasyonu sağlamaktadır. Lojistik yerel, bölgesel, ülke ve dünya bazında gelişimde önemli bir role sahiptir. Her geçen gün lojistiğin öneminin daha çok farkına varılmasıyla birlikte lojistikte önemli gelişmeler görülmeye başlanmıştır. Bunlardan bir tanesi de lojistik köylerin kurulmasıdır. Bu bölgelere literatürde lojistik köy ifadesiyle birlikte lojistik merkezi ve lojistik üssü de denilmektedir.

En geniş anlamıyla lojistik köy, tüm şirketlerin nakliye ve lojistik ile ilgili faaliyetlere katılabileceği bir merkezdir (Meidute ve Vasiliauska, 2005). Lojistik köy, diğerlerinin yanı sıra aktarma sahaları, depolar, toptan satış marketleri, bilgi merkezleri, sergi salonları ve toplantı odaları dahil olmak üzere birden fazla varlığa sahip karmaşık bir tesistir (Taniguchi ve Noritake, 1999). Lojistik köy, hem yerel hem de küresel lojistik ile ilgili tüm faaliyetlerin, çeşitli kurum, kuruluşlar ve kişiler tarafından ticari olarak yürütüldüğü, belirli bir alanda kurulu bir merkezdir. Kurum, kuruluşlar ve kişiler burada inşa edilen bina ve tesislerin (depolar, dağıtım merkezleri, depolama alanları, ofisler, kamyon hizmetleri vb.) mülkiyet sahibi veya kiracısı olabilirler. Bir lojistik köy, söz konusu işlemleri yürütmek için tüm imkanlarla donatılmış olmalıdır. Mümkünse, personel için kamu hizmetlerini ve kullanıcılar için ekipmanı içermelidir (EEIG, 2021).

Türkiye jeopolitik konumu, yüzölçümü, yarımada olması ve nüfusu gibi özellikleri ile lojistik üss olmaya çok uygun bir ülkedir. Özellikle son yarım asırdır alım gücü yüksek tüketicilerin yaşadığı ülkelere yakın olan Türkiye, bu kapsamda lojistik sektörünün dikkat çeken bir bölgesi olarak göze çarpmaktadır. Lojistik faaliyetlerin bir kısmı işletmelerin kendi bünyesinde diğer bir kısmı ise lojistik hizmet vermek amacıyla kurulmuş üçüncü lojistik firmaları tarafından gerçekleştirilmektedir (Soysal, 2020).

Türkiye’de lojistik köyleri Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları oluşturmuştur. Tüm taşıma modları ile etkin bağlantıları olan bir bölgedir. Resmi kurumlar ile şirketler aracılığıyla doğrudan ya da dolaylı tüm lojistik faaliyetleri, taşıma modları arasında minimum maliyetle, hızlı ve güvenilir bir şekilde yürütülmektedir. Bu faaliyetler; taşımacılık, depolama, tamir/bakım, elleçleme, yük bölme/birleştirme, ambalajlama, paketleme vb.’dir (TCDD, 2010). Ulaştırma ve Haberleşme Bakanlığı ve Devlet Demiryolları, Türkiye’nin 25 yerinde lojistik köy kurmaya başlamıştır. Türkiye’de lojistik köyler kamu-özel işbirliği ile gerçekleştirilmektedir. Devlet Demiryolları ile beraber lojistik köyler; karayolu, denizyolu ve havayolu ile bağlanmış olmaktadır. TCDD; ulusal ve uluslararası lojistik, nakliye ve yük dağıtımının çeşitli kamu ve özel kurumlar tarafından kabul edildiği lojistik köylerin tamamlanıp yılda 6 milyon ton (%35) fazla yük taşınmasını planlamaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, 2020). Türkiye’de planlanan 25 lojistik merkezden 9’u 2019 itibarıyla faaliyete geçmiştir. Bunlar; Balıkesir (Gökköy), Denizli (Kaklık), Eskişehir (Hasanbey), Erzurum (Palandöken), İstanbul (Halkalı), İzmit (Köseköy), Kahramanmaraş (Türkoğlu), Samsun (Gelemen), Uşak lojistik merkezleridir. Araştırmada Türkiye’de aktif olarak faaliyet gösteren 7 adet lojistik köyün performansı çok kriterli karar verme yöntemlerinden gri ilişkisel analiz tekniğiyle incelenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin nicel ve nitel verileri bir arada kullanarak alternatifler arasından seçim yapabileme imkanı sunması bu çalışmada tercih edilme sebebidir. Gri ilişkisel analiz, belirsizlik olan bir sistem içerisindeki her bir kriter ile kıyas yapılan

kriter (referans) serisi arasındaki ilişki seviyesini belirlemeye yarayan bir yöntemdir. Bu çalışmada referans serisi (yani en iyi ve en kötü) kesin olarak bilinemediğinden gri ilişkisel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Bu araştırmanın Türkiye lojistik köylerinin gelişimi ile ilgili çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Makale planı şu şekildedir. Çalışmanın kavramsal çerçevesi ve literatür taraması ikinci bölümde verilmiştir. Metodolojinin verildiği üçüncü bölümünde ilgili yöntem aktarılmıştır. Dördüncü bölümde uygulama anlatılıp elde edilen bulgular yorumlanarak sonuç ve öneriler sunulmuştur. Sonuç ve tartışma bölümüyle çalışma sonlandırılmıştır.

2. LOJİSTİK KÖY

Lojistik köy, 21. yüzyılın ortalarında ortaya çıkmış bir kavramdır. Şulgan (2006), lojistik köyün intermodal ulaşımı teşvik etmesi gerektiğini belirtmiştir. Lojistik köy, yükün bir moddan diğerine geçmesi için transfer noktaları olarak işlev gören kilit bir yerdir (Sirikijpanichkul ve Ferreira, 2005). Intermodal bir ulaşım sistemi ile uzun mesafeli yolculuklarda blok mekik trenlerinin kullanımını içeren çok uygun ulaşım ve sinerjik çözümler (demiryolu / karayolu / kısa deniz taşımacılığı) sunabilir (Tambi vd. 2013). Geleneksel bir lojistik sanayi sitesi ile bir lojistik köy arasındaki temel farklardan biri, lojistik köyde sağlanan ulaşım erişiminin birden fazla taşıma modunu kapsamasıdır. Ayrıca, lojistik köy kiracılarına operasyonel performanslarını optimize etmek için gerekli hizmetlerde yardımcı olan tarafsız bir yönetim birimi içermektedir (Bentzen ve Hoffmann, 2004).

Lojistik köylerde malların fiziksel hareketiyle ilgili birçok faaliyet gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetler; depolama, yükleme, boşaltma, istifleme, yükleri bölme ve birleştirme, malların ayrıştırılması ve sınıflandırılması, paketleme, elleçleme vb. lojistik faaliyetler ve bu faaliyetlerle ilgili bankacılık, sigortacılık vb. işlemlerden oluşmaktadır. Lojistik köyler tüm lojistik işlemlerinin ve buna bağlı diğer hizmetlerin bir arada sunulması avantajına sahiptir. Bununla birlikte, buldukları bölgelerin ekonomik ve ticari gelişimine büyük ölçüde katkıda bulunan lojistik

köyler, bölgede faaliyet gösteren işletmelerin rekabet gücünü arttırmaya yönelik olarak işletmelere ulusal, uluslararası ve küresel pazarlarda rekabet üstünlüğü avantajı sunmakta ve işletmelere mallarını daha kısa sürede ve verimli bir şekilde taşımalarını sağlayarak müşteri memnuniyetinin artırılmasında büyük rol oynamaktadır (Kılıç vd. 2009).

Lojistik köylerin doğmasına neden olan olayların en önemlilerinden birisi, artan ticaret hacmiyle birlikte ortaya çıkan lojistik hareketliliğin şehirde yapılmış olduğu baskılardır. Tüm dünyada ticaretin küreselleşmesi ile birlikte lojistik; ülke ekonomilerinde olumlu etki yaratmış, satışları arttırmış, iş dünyasında hareketlilik sağlamış ve dengelemiştir. Ancak tüm bu olumlu etkiler ile birlikte bazı olumsuzlukları da yanında getirmiştir. Ağır taşıtların küreselleşme ile birlikte daha fazla kullanılması, dolayısıyla hava kirliliğinin artmasına sebep olmuş ve şehirdeki trafik tıkanıklığı insanların yaşam kalitesini bozmuştur. Artan ticaret hacmi ve yük taşımacılığı ile birlikte taşıtların şehirde yaşayan insanların yaşam kalitesini olumsuz etkilememesi adına tek çözüm önerisi, ağır taşıtların şehirde aldıkları mesafeyi azaltmak ve şehirdeki ağır taşıt odaklı tıkanıklığı rahatlatmaktır. Malların elleçlenmesinde intermodal taşımayı teşvik etmek için, lojistik köyüne tercihen çok sayıda taşıma modu (karayolu, demiryolu, denizyolu, iç su yolu, havayolu) ile hizmet verilmelidir. Sinerji ve ticari işbirliğini sağlamak için, lojistik köyün tek ve tarafsız bir yasal kurumda (tercihen bir Kamu-Özel-Ortaklık tarafından) yönetilmesi önemlidir (EEIG, 2021).

Türkiye'deki lojistik merkezlerle ilgili yapılmış bazı çalışmalar incelenmiştir. Sezen ve Gürsev (2014) kurulması planlanan lojistik merkezlerle ilgili nasıl bir iş modeliyle yürütüleceği, ne tür problemlerle karşılaşacaklarını ve Avrupa'daki lojistik merkezlere yakın seviyede olabilmeleri için nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini tespit etmeye çalışmışlardır. Taniguchi vd. (1999), Sirikijpanichkul vd. (2005), Ballis ve Mavrotas (2007), Elgün ve Elitaş (2011), Uysal ve Gülmez (2014), Ulutaş vd. (2018), Zaralı vd. (2018), Yapraklı ve Kara (2020) lojistik merkezi yer seçimi konuları üzerine çalışmışlardır. Meidute (2007), Wu vd. (2008), Kara vd. (2009), Elgün (2011), Pinar ve Diken (2020) ve

Şekkeli vd. (2020) ticarete lojistik köylerin önemini incelemişlerdir. Bayraktutan ve Özbilgin (2014) Türkiye'deki lojistik merkezlerin yatırım düzeylerini bulanık mantık yöntemiyle incelemişlerdir. Tambi vd. (2013) lojistik köy özelliklerini incelemiş ve altyapı değerlendirmesi yapmışlar, Küçük vd. (2017) lojistik köy performans ölççeği geliştirmişlerdir.

3. METODOLOJİ

Kombine taşımacılıkta etkin ulaşım ağlarının oluşturulması elleçleme, depolama, tamir/bakım hizmetleri ve yükleme gibi faaliyetlerin daha ekonomik ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla lojistik köyler kurulmaktadır. Sanayiye geliştirmek, rekabet gücünü arttırmak ve ülkeyi bulunduğu bölgenin lojistik merkezi haline getirmek için Türkiye'de 25 yerde lojistik merkez kurulumu planlanmıştır (TCDD, 2021). Türkiye'deki lojistik köylerin performanslarının değerlendirilmesine yönelik yapılan bu araştırmanın işlem adımları bu bölümde; veriler, analizler ve bulgular ise 4. bölümde açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Araştırmada, Türkiye'de faaliyette olan TCDD lojistik köylerin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; faaliyette olan Balıkesir (Gökköy), Denizli (Kaklık), Eskişehir (Hasanbey), İstanbul (Halkalı), İzmit (Köseköy), Kahramanmaraş (Türkoğlu), Uşak olmak üzere yedi lojistik merkezi değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bunun yanı sıra faaliyette olduğu halde demiryolu ulaşımının henüz aktif olmadığı Samsun (Gelemen) lojistik merkezi ve ilgili tüm verilerine ulaşılamayan Erzurum (Palandöken) lojistik merkezi değerlendirme dışı tutulmuştur. Bu lojistik merkezlerinin performanslarının değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme tekniklerinden olan gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılmıştır. Daha önce Filiz (2020) tarafından TCDD'den alınan 2019 verileri kullanılmıştır. 2020 yılında pandeminin lojistik faaliyetleri etkilemesi dolayısıyla pandemi öncesi veriler tercih edilmiştir.

3.2. Araştırma Yöntemi: Gri İlişkisel Analiz

Çok kriterli karar verme yöntemleri birbirleriyle çelişen sayısız nicel ve nitel verileri ayırım

yapmaksızın değerlendirebilmeyi sağlamaktadır (Zopounidis, 1999). Bununla birlikte karar amacına uygun kriterleri baz alarak alternatifler arasından seçim yapma imkanı sunmaktadır. Literatürde çok sayıda çok kriterli karar verme yöntemi olmakla birlikte bu çalışmada gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılmıştır. Gri ilişkisel analiz yönteminde hesaplama işlemlerinin basit olması, küçük bir veri kümesinin yeterli olması ve özel hesaplama programlarının gerekmemesinden dolayı tercih edilebilirliğini arttırmakta ve yöntemin avantajı olarak görülmektedir (Chen ve Thing, 2002). Literatürde gri ilişkisel analiz yönteminin birçok araştırmacı tarafından birçok alanda uygulandığı görülmektedir. En çok tercih edilen çalışmalar ise finansal performans değerlendirmesi (Gözkonan ve Küçükbay, 2019; Ersoy, 2020; Söylemez, 2020; Yıldırım vd., 2021) ve bir seçimin konu olduğu (Madenoğlu, 2020; Kabadayı ve Esen, 2021; Tümtürk ve Tolun, 2021) araştırmalardır. Lojistikte performans değerlendirmesinde ise Ayaydın vd. (2017) ve Candan (2019) tarafından kullanılmıştır. Yöntemin işlem adımları aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Veri Setinin Hazırlanması ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar problemiyle ilgili kıyaslama yapılacak m adet faktör serisi belirlenmektedir. Faktör serisi Eşitlik 1'de gösterildiği gibi tanımlanır.

$$x_i = (x_i(1), \dots, x_i(n)), i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

x_i alternatifleri ifade ederken, alternatiflerin her kriterine göre aldığı performans değerlerini ise $x_i(j)$ göstermektedir. Karar matrisi Eşitlik 2'de gösterildiği gibi oluşturulur (Yıldırım, 2015).

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \dots & x_1(n) \\ x_2(1) & x_2(2) & \dots & x_2(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m(1) & x_m(2) & \dots & x_m(n) \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.2.2. Referans Serisinin ve Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinde faktörleri kıyaslamak üzere belirlenecek referans serisi Eşitlik 3'de görüldüğü gibi formüle edilir. Formülde $x_0(j)$, j . Kriterin

normalize değerler içindeki en uygun olanını göstermektedir. Bu seri, karar matrisinde yer alan her bir kriterin en iyi değerini göstermektedir (Özbek, 2017).

$$X_0 = (x_0(j)), \quad \text{ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

3.2.3. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Farklı boyutlardaki göstergelerin değerlendirilmesindeki güçlük, verilerin standartlaştırılmasını gerektirmektedir. Bu işlem 4, 5 ve 6 numaralı Eşitlikler yardımı ile gerçekleştirilir (Peker ve Baki, 2011).

$$x_i(j) = \frac{[x_i(j) - \min x_i(j)]}{[\max x_i(j) - \min x_i(j)]} \quad (4)$$

$$x_i(k) = \frac{[\max x_i(j) - \min x_i(j)]}{[\max x_i(j) - \min x_i(j)]} \quad (5)$$

$$x_i(j) = 1 - |x_i(j) - u_i| / |x_i(j) - u_i| \quad (6)$$

Eşitlik 4 fayda, Eşitlik 5 maliyet ve Eşitlik 6 optimal değerleri ifade etmektedir ve standart değerlere dönüştürülmektedir.

3.2.4. Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

x_0 ile x_i arasındaki mutlak farkın değeri $\Delta_{0i}(j)$ eşitlik 7 yardımıyla elde edilir (Yıldırım, 2015).

$$\Delta_{0i} = |x_0(j) - x_i(j)| \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\Delta_{0i} = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \dots & \Delta_{01}(n) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \dots & \Delta_{02}(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(2) & \dots & \Delta_{0m}(n) \end{bmatrix}$$

3.2.5. Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Gri ilişkisel katsayı matrisi Eşitlik 8 ve Eşitlik 9 kullanılarak hesaplanır.

$$Y_{0i}(j) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (8)$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j \Delta_{0i}(j) \quad (9)$$

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_j \Delta_{0i}(j)$$

Eşitlik 8'de yer alan ζ parametresi, ayırıcı katsayı olup $[0,1]$ aralığında değerler alır. Literatürde ayırıcı katsayı olarak genelde $\zeta = 0,5$ kullanıldığı görülmektedir (Peker ve Baki, 2011).

3.2.6. Gri İlişkisel Derecelerin Hesaplanması

İlişki matrisini oluşturmak için her fark veri seti için gri ilişki derecesinin hesaplanması: eşitlik 10'da Γ_{0i} i . serinin gri ilişki derecesini ve kriterlerin eşit olduğu durumu göstermektedir.

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_{0i}(j) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

Eşitlik 11'de $w_j(j)$, j . kriterin ağırlığını göstermekte ve kriterlerin farklı önem derecesine sahip olduğu durumu ifade etmektedir.

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n [w(j) \cdot Y_{0i}(j)] \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

Gri ilişkisel dereceler hesaplandıktan sonra gri ilişkisel dereceler referans seriye olan geometrik benzerliği göstermek için en yüksek değerden en düşük değere doğru sıralanmaktadır. En yüksek gri ilişkisel dereceye sahip seçenek, karar problemi için en uygun seçenek olarak belirlenmiş olmaktadır.

4. ANALİZ VE BULGULAR

Verilerin gri ilişki analizi yöntemiyle analizi Microsoft Excel'de gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın analizleri ile elde edilen bulgularına bu bölümde yer verilmiştir.

4.1. Veri Setinin Hazırlanması ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Lojistik köylerle ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve 7 adet değerlendirme kriteri ile 7 adet lojistik köy belirlenmiştir. Belirlenen lojistik köyler Tablo 1'de ve değerlendirme kriterleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Lojistik Köyler

Lojistik Köy	Hizmete Açıldığı Yıl
Balıkesir (Gökköy)	2015
Denizli (Kaklık)	2014
Eskişehir (Hasanbey)	2014
İstanbul (Halkalı)	2013
İzmit (Köseköy)	2010
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	2019
Uşak	2013

Tablo 2: Değerlendirme Kriterleri (Elgün ve Aşıkoğlu, 2016; Deniz Ticaret Odası, 2019; Yücel ve Yılmaz, 2019)

Kriter Kodu	Kriterler
K1	Yatırım bedeli (TL)
K2	Toplam alan (km ²)
K3	Toplam yıllık gelir (TL)
K4	En yakın limana olan uzaklık (km)
K5	En yakın havaalanına olan uzaklık (km)
K6	Yüklenen/boşaltılan ton miktarı (ton)
K7	Gelen giden vagon sayısı (adet)

Tablo 3: Lojistik Köylere Ait Karar Matrisi

	Min	Max	Max	Min	Min	Max	Max
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Balıkesir (Gökköy)	129.084.885	211.000	1.469.004	187	17	19.895	5.999
Denizli (Kaklık)	36.187.071	125.000	692.291	250	30	79.086	2.500
Eskişehir (Hasanbey)	258.434.785	541.000	15.011.470	237	10	65.787	1.896
İstanbul (Halkalı)	26.115.685	220.000	38.369.451	10	19	596.814	17.668
İzmit (Köseköy)	199.662.062	694.000	3.117.156	15	12	285.699	8.719
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	160.452.151	805.000	685.331	156	30	10.264	5.396
Uşak	860.328	140.000	789.562	215	8	28.025	681

Tablo 3'te lojistik köylere ait karar matrisi verilmiştir. Bu tabloya göre yatırım bedeli (K1) en yüksek lojistik köyün 258.434.785 TL ile Eskişehir Lojistik Merkezi iken, yatırım bedeli (K1) en az olanın ise 860.328 TL ile Uşak Lojistik Merkezinin olduğu görülmektedir. Yıllık geliri (K3) en yüksek lojistik köyün 38.369.451 TL ile İstanbul (Halkalı) Lojistik Merkezi, yıllık geliri (K3) en düşük lojistik köyü ise 789.562 TL ile Kahramanmaraş (Türkoğlu) Lojistik Merkezi olduğu görülmektedir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere İstanbul (Halkalı) Lojistik

merkezinin 2019 yılı gelirinin (K3) yatırım maliyetinden (K1) fazla olduğu görülmektedir. Bu lojistik merkezinin yatırım maliyetini fazlasıyla karşıladığı söylenebilir.

4.2. Referans Serisinin ve Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Referans serisi mevcut alternatifler arasında her bir kriter için en iyi skorlar kullanılarak belirlenmiştir. Tablo 4'te referans serisi eklenmiş karar matrisi verilmiştir.

Tablo 4: Lojistik Köylere Ait Referans Serisi Eklenmiş Karar Matrisi

	Min	Mak	Mak	Min	Min	Mak	Mak
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Referans Serisi	860.328	805.000	38.369.451	10	8	596.814	17.668
Balıkesir (Gökköy)	129.084.885	211.000	1.469.004	187	17	19.895	5.999
Denizli (Kaklık)	36.187.071	125.000	692.291	250	30	79.086	2.500
Eskişehir (Hasanbey)	258.434.785	541.000	15.011.470	237	10	65.787	1.896
İstanbul (Halkalı)	26.115.685	220.000	38.369.451	10	19	596.814	17.668
İzmit (Köseköy)	199.662.062	694.000	3.117.156	15	12	285.699	8.719
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	160.452.151	805.000	685.331	156	30	10.264	5.396
Uşak	860.328	140.000	789.562	215	8	28.025	681

4.3. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Referans serisi oluşturulduktan ve veri setine eklendikten sonra seçeneklerin kıyaslanabilir olmasını sağlamak, birimlerinden arındırmak, büyüklüklerini daha düşük seviyelere indirerek işlem kolaylığı sağlamak için normalize işlemi yapılmıştır.

Tablo 5'te lojistik köylere ait karar matrisinin normalize edilmiş hali sunulmuştur.

Normalizasyon işleminde "Min" etiketli kriterler için maliyet durumu, "Mak" etiketli kriterler için fayda durumu esas alınarak işlem yapılmıştır.

4.4. Mutlak Değer Tablosunun Oluşturulması

Normalize edilmiş referans serisi değeri ile normalize edilmiş alternatif değerinin mutlak farklarının hesaplandığı bu adımda yapılan işlemlerin sonucu Tablo 6'da verilmiştir. Eşitlik 7'den yararlanılmıştır.

Tablo 5: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Min	Mak	Mak	Min	Min	Mak	Mak
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Referans Serisi	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Balıkesir (Gökköy)	0,502	1,000	1,000	0,263	0,591	1,000	1,000
Denizli (Kaklık)	0,863	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
Eskişehir (Hasanbey)	0,000	1,000	1,000	0,054	0,909	1,000	1,000
İstanbul (Halkalı)	0,902	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000
İzmit (Köseköy)	0,228	1,000	1,000	0,979	0,818	1,000	1,000
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	0,380	1,000	1,000	0,392	0,000	1,000	1,000
Uşak	1,000	1,000	1,000	0,146	1,000	1,000	1,000

Tablo 6: Lojistik Köylere Ait Mutlak Değer Tablosu

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Balıkesir (Gökköy)	0,498	0,000	0,000	0,738	0,409	0,000	0,000
Denizli (Kaklık)	0,137	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000
Eskişehir (Hasanbey)	1,000	0,000	0,000	0,946	0,091	0,000	0,000
İstanbul (Halkalı)	0,098	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000
İzmit (Köseköy)	0,772	0,000	0,000	0,021	0,182	0,000	0,000
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	0,620	0,000	0,000	0,608	1,000	0,000	0,000
Uşak	0,000	0,000	0,000	0,854	0,000	0,000	0,000

Tablo 7: Gri İlişkisel Katsayı Matrisi Tablosu

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Balıkesir (Gökköy)	0,501	1,000	1,000	0,404	0,550	1,000	1,000
Denizli (Kaklık)	0,785	1,000	1,000	0,333	0,333	1,000	1,000
Eskişehir (Hasanbey)	0,333	1,000	1,000	0,346	0,846	1,000	1,000
İstanbul (Halkalı)	0,836	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000
İzmit (Köseköy)	0,393	1,000	1,000	0,960	0,733	1,000	1,000
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	0,447	1,000	1,000	0,451	0,333	1,000	1,000
Uşak	1,000	1,000	1,000	0,369	1,000	1,000	1,000

4.5. Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Tüm kriterlerin gri ilişkisel katsayıya dönüştürülmesi amacıyla $\zeta = 0,5$ baz alınarak Eşitlik 8 ve 9 yardımıyla Tablo 7 oluşturulmuştur.

4.6. Gri İlişki Derecelerinin Belirlenmesi

Hesaplanan gri ilişkisel katsayılar kullanılarak gri ilişkisel dereceler saptanmakta ve analiz gri ilişkisel derecelerinin sıralanması ve en ideal alternatifin belirlenmesi ile son bulmaktadır. Gri ilişkisel katsayı matrisinin değerlendirilmesinde iki farklı durum söz konusudur. Birincisi kriterlerin eşit ağırlıkta öneme sahip olduğu, ikincisi ise kriterlerin

farklı ağırlıkta öneme sahip olduğu durumdur. Bu çalışmada her iki durum açısından da değerlendirme yapılmıştır.

a) Kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durum: Kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durum için hesaplanan gri ilişkisel dereceler ve alternatiflerin sıralaması Tablo 8'de verilmiştir. Kriterlerin eşit öneme sahip olduğu durumda performansı en yüksek lojistik merkezi Uşak lojistik merkezi olarak belirlenmiştir. Arkasından sırasıyla ikinci İstanbul (Halkalı) ve üçüncü İzmit (Köseköy) lojistik merkezleridir. Performansı en düşük olan ise Kahramanmaraş (Türkoğlu) lojistik merkezi olarak çıkmıştır.

Tablo 8: Kriterlerin Eşit Öneme Sahip Olduğu Durumda Lojistik Köylerin Sıralaması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Γ_{i0i}	Sıralama
Balıkesir (Gökköy)	0,501	0,798	0,960	0,404	0,550	0,968	0,615	0,779	5
Denizli (Kaklık)	0,785	1,000	1,000	0,333	0,333	0,810	0,824	0,779	6
Eskişehir (Hasanbey)	0,333	0,450	0,568	0,346	0,846	0,841	0,875	0,789	4
İstanbul (Halkalı)	0,836	0,782	0,333	1,000	0,500	0,333	0,333	0,905	2
İzmit (Köseköy)	0,393	0,374	0,886	0,960	0,733	0,516	0,514	0,869	3
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	0,447	0,333	1,000	0,451	0,333	1,000	0,643	0,747	7
Uşak	1,000	0,958	0,994	0,369	1,000	0,943	1,000	0,910	1

b) Kriterlerin ağırlıklarının farklı olduğu durum: Gri ilişki derecesi kriterlerin ağırlıklarının farklı olduğu durumlarda ise Eşitlik 11'den yararlanılarak hesaplama yapılmaktadır. Bu duruma göre lojistik köylerin sıralaması Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9'a göre performansı en yüksek olan yani ilk sırada yer alan lojistik köy İstanbul (Halkalı) lojistik merkezidir. İkinci ve üçüncü lojistik köy ise sırasıyla İzmit (Köseköy) ve Uşak lojistik köyleridir. Kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durumda performans sıralamasında ilk sırada yer alan Uşak, kriterlerin ağırlıklarının farklı olduğu durumda üçüncü sırada yer almıştır. İzmit (Köseköy) ise kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durumda üçüncü sırada yer almıştır.

Kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durumda yani Tablo 8'e göre Kahramanmaraş (Türkoğlu) lojistik merkezi son sırada yer alırken kriterlerin ağırlıklarının farklı olduğu durumda bir sıra öne geçmiş ve 6. sırada yer almıştır. Her iki duruma göre sırası değişmeyen lojistik merkezleri ise Balıkesir (Gökköy) ve Eskişehir (Hasanbey)'dir.

Elde edilen sonuçlar en başta oluşturulan karar matrisi (Tablo 1) ile birlikte yorumlandığında ağırlıkların eşit olduğu duruma göre ilk sırada yer alan Uşak lojistik köyünün aynı zamanda yatırım bedeli en az olan lojistik köyü olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ağırlıkların farklı olduğu duruma göre ilk sırada yer alan İstanbul Halkalı lojistik köyü ise Tablo 1'de yer alan karar matrisine göre yıllık

Tablo 9: Kriterlerin Ağırlıklarının Farklı Olduğu Durumda Lojistik Köylerin Sıralaması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Γ_{i0i}	Sıralama
w_i	0,05	0,15	0,20	0,15	0,10	0,20	0,15		
Balıkesir (Gökköy)	0,025	0,150	0,200	0,061	0,055	0,200	0,150	0,841	5
Denizli (Kaklık)	0,039	0,150	0,200	0,050	0,033	0,200	0,150	0,823	7
Eskişehir (Hasanbey)	0,017	0,150	0,200	0,052	0,085	0,200	0,150	0,853	4
İstanbul (Halkalı)	0,042	0,150	0,200	0,150	0,050	0,200	0,150	0,942	1
İzmit (Köseköy)	0,020	0,150	0,200	0,144	0,073	0,200	0,150	0,937	2
Kahramanmaraş (Türkoğlu)	0,022	0,150	0,200	0,068	0,033	0,200	0,150	0,823	6
Uşak	0,050	0,150	0,200	0,055	0,100	0,200	0,150	0,905	3

geliri, yüklenen/boşaltılan ton miktarı ve gelen/giden vagon sayısı en fazla olan lojistik merkezidir. Bu noktada ağırlıkların sıralamayı önemli derecede değiştirdiği söylenebilir. Tablo 8'e göre üçüncü sırada olan İzmit (Köseköy) Tablo 9'a göre ikinci sırada yer almıştır. İzmit (Köseköy) lojistik köyü de İstanbul'dan sonra en yüksek yüklenen/boşaltılan ton miktarına sahip merkezdir (Tablo 1). Her iki duruma göre (Tablo 8 ve 9) 6. ve 7. sıralarda yer alan Kahramanmaraş (Türkoğlu) lojistik köyü ise yüklenen/boşaltılan ton miktarı en düşük olan merkezdir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Ticaret akışlarını kolaylaştıran, ulaşım hizmetlerini toplu bir şekilde sunan, ulaştırma modlarını birleştiren, verilen hizmetlerin katma değerini arttıran, kentteki trafik sorununu önlemeye çalışan, tüm lojistik faaliyetlerin toplandığı yer olan lojistik köyler ülke ekonomisinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Gün geçtikçe rekabetin artmasıyla birlikte işletmeler, maliyetlerini düşürmek ve karlılığı arttırmaya yönelik arayış içerisine girmektedirler. Lojistik maliyetleri düşürmede lojistik köyler onlar için bir çözüm yolu olmasının yanı sıra süreçlerin hızlanması ve aksamadan yürütülmesi, her türlü lojistik hizmetlerinin bir arada olması açısından da cazip hale gelmektedir. Buna yönelik olarak Türkiye'de lojistik köylerin sayısı artmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de faaliyette olan lojistik merkezlerin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmış ve yöntem olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden olan gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bulguların değerlendirmesi, kriterlerin ağırlıklarının eşit olduğu durum ve farklı olduğu durum olarak iki şekilde yapılmıştır. Her iki duruma göre sıralama sadece bir kademe altı veya üstü olarak değişmiştir. Ancak ağırlıkları bakımından bu durum önemli olarak görülebilir. Ağırlıkların eşit olarak kabul edildiği duruma göre Uşak birinci sırada İstanbul (Halkalı) ikinci sırada ve İzmit (Köseköy) üçüncü sırada yer alırken, ağırlıkların farklı olduğu durumda İstanbul (Halkalı) ilk sırada, İzmit (Köseköy) ikinci sırada ve Uşak üçüncü sırada yer almıştır. Denizli (Kaklık) ve Kahramanmaraş (Türkoğlu) ise her iki durumda da 6. ve 7. sırayı değiştirerek paylaşmışlardır. Genel

olarak lojistik merkez performans analizinde toplam gelir, gelen/giden vagon sayısı ve yüklenen/boşaltılan ton miktarının etkilerinin büyük olduğu ifade edilebilir. Buna göre lojistik köylere geliri arttırmaya yönelik olarak gelen/giden vagon sayısını ve yüklenen/boşaltılan ton miktarını arttırmaya yönelik stratejik çalışmalar yapmaları tavsiye edilebilir. Çünkü yüklenen ve boşaltılan ton miktarı, lojistik köylerin ne kadar faaliyette bulduklarını göstermektedir. Gelen/giden vagon sayısı da yine lojistik köyün aktif olarak çalıştığını gösteren bir kriterdir. Özellikle bu iki kriter arttıkça gelir de artacaktır. Dolayısıyla bu kriterlerin lojistik köylerin performanslarında doğrudan etkili olduğu ifade edilebilir. Elde edilen bulguları destekler nitelikte Erdoğan (2019) Türkiye'nin lojistik performansını ve lojistik köylerin önemini incelemiş ve Türkiye'deki lojistik köylerin altyapılarının geliştirilmesi gerektiği ve lojistik veri tabanı ile entegrasyonu sağlaması gerektiği kanısına varmıştır. Bu noktada lojistik köylerin bulunduğu bölgelerin kentsel lojistik potansiyelleri analiz edilmeli ve kentsel lojistiğin iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır. İnan (2019) kentsel lojistikle lojistik köyler arasında çok güçlü pozitif yönlü ilişki olduğunu tespit etmiş ve bunu destekler nitelikte sonuçlar elde etmiştir.

Bu çalışmada sınırlı sayıda kriterlerin kullanılması, faaliyette olan bütün lojistik köylerin değerlendirmeye alınamamış olması ve verilere pandemi sürecinde ulaşılmaya çalışılması araştırmanın kısıtlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçların her çalışmada olduğu gibi kesin doğruluğunun söylenemeyeceği ve sadece fikir verebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmanın pandemi dönemi öncesi olan 2019 yılını ele almış olması, bundan sonra yapılacak çalışmalarda pandemi öncesi ve sonrası olarak karşılaştırmalı bir analiz yapılması ya da finansal verilerle daha kapsamlı analizler yapılması ve farklı yöntemlerle çalışılabilmesi önerilebilir. Ayrıca bu çalışmada kullanılmış olan gri ilişkisel analiz tekniği, diğer çok kriterli karar verme teknikleriyle birlikte kullanılarak hibrit çalışmalar da yapılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Ayaydın, H., Durmuş, S., Pala, F. (2017), "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Lojistik Firmalarında Performans

Ölçümü”, Gümüşhane University Electronic Journal of the Institute of Social Science/Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 8(21), ss.76-94.

[2] Ballis, A., Mavrotas, G. (2007), “Freight Village Design Using the Multicriteria Method PROMETHEE”, Operational Research, 7(2), pp.213-231.

[3] Bayraktutan, Y., Özbilgin, M. (2014), “Türkiye’de İllerin Lojistik Merkez Yatırım Düzeylerinin Bulanık Mantık Yöntemiyle Belirlenmesi”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (43), ss.1-36.

[4] Bentzen, K., Hoffmann, T. (2006), “Service Concept Report for Logistics Centres, European Regional Development Fund, Baltic Sea Region”, INTERREG III B. BESTUSF II, (2002-2006)

[5] Candan, G. (2019), “Lojistik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık AHP ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Bütünleşik Bir Yaklaşım”, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(5), ss.277-286.

[6] Chen, C. N., Ting, S. C. (2002), “A Study Using the Grey System Theory to Evaluate the Importance of Various Service Quality Factors”, International Journal of Quality and Reliability Management, 19(7), pp.838-861.

[7] Deniz Ticaret Odası, (2019), Türkiye Lojistik Master Plan Hazırlanması -Nihai Rapor, file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/807_5101_lojistik_merkezlerin_nceliklendirilmesi_i_in_etki_analizi_yap_lmas_.pdf, 20.04.2021.

[8] EEIG, Europlatforms, (2021), <http://europlatforms.eu/Logistic%20CenterDefinition.html> 28.03.2021.

[9] Elgün, M. N., Aşıkoğlu, N. O. (2016), “Lojistik Köy Kuruluş Yeri Seçiminde TOPSIS Yöntemiyle Merkezlerin Değerlendirilmesi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(1), ss.161-170.

[10] Elgün, M. N., Elitaş, C. (2011), “Yerel, Ulusal ve Uluslararası Taşıma ve Ticaret Açısından Lojistik Köy Merkezlerinin Seçiminde Bir Model Önerisi”, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(2), ss.630-645.

[11] Elgün, M. N. (2011), “Uluslararası Taşıma ve Ticarete Lojistik Köylerin Sağladığı Rekabet Avantajları: Bir Model Önerisi”, Doktora tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.

[12] Erdoğan, A. (2019), “Türkiye’nin Lojistik Performansı ve Lojistik Üslerin Önemi”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 99, ss.92-99.

[13] Ersoy, N. (2020), “Finansal Performansın Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Borsa İstanbul Ulaştırma Endeksi’ndeki Şirketler Üzerine Bir Araştırma”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, (86), ss.223-246.

[14] Filiz, T. (2020), “TCDD Tarafından İşletilen Lojistik Köylerin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

[15] Gözkonan, Ü. H., Küçükbay, F. (2019), “Katılım Bankaları ile Geleneksel Bankaların ÇKKV Yöntemleri ile Performans Değerlendirilmesi: TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analiz” International Journal of Economic and Administrative Studies, (25), ss.71-94.

[16] İnan, İ. E. (2019), “Kentsel Lojistik ve Lojistik Köy Performansları Arasındaki İlişkinin Araştırılması: Elazığ İli Örneği”, The International New Issues in Social Sciences, 7(2), ss.33-56.

[17] Kabadayı, N., Esen, T. E. Ç. (2021), “Gri İlişkisel Temelli TOPSIS Yöntemi ile Depo Yeri Seçimi”, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(1), ss.169-184.

[18] Kara, M., Tayfur, L., Basık, H. (2009), “Küresel Ticarete Lojistik Üslerin Önemi ve Türkiye”, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(11), ss.69-84.

[19] Kılıç, Y., Karaatlı M. A., Demiral M. F., Pala, Y. (2009), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Lojistik Köyler: Türkiye Örneği”, Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, ss.739-752.

[20] Madenoğlu, F. S. (2020), “Yeşil Tedarikçi Seçim Problemi İçin Hedef Programlama ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemi”, İşletme Araştırmaları Dergisi, 12(1), ss.955-972.

[21] Meidute, I., Vasiliauskas, A. V. (2005), “Significance of Logistics Centres for Development of Intermodal Transport Services in Lithuania”, In Proceedings of the 5th International Conference RelS-tat 5, pp.271-275.

[22] Meidute, I. (2007), “Economical Evaluation of

Logistics Centres Establishmen", *Transport*, 22(2), pp.111-117.

[23] Özbek, A. (2017), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excell İle Problem Çözümü, Kavram-Teori- Uygulama, Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar*, Ankara.

[24] Peker, İ., Baki, B. (2011), "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (7), ss.1-18.

[25] Pınar, A., Diken, A. (2020), "Lojistik Performans Endeksi Kapsamında Lojistik Üstlerin Türkiye Ekonomisine Etkisi Üzerine Bir İnceleme", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(39), ss.1384-1406.

[26] Sezen, B., Gürsev, S. (2014), "Türkiye'de Kurulması Planlanan Lojistik Merkezler Hakkında Bir Analiz Çalışması", *Öneri Dergisi*, 11(42), ss.105-126.

[27] Sirikijpanichkul, A., Ferreira, L. (2005), "Multi-Objective Evaluation of Intermodal Freight Terminal Location Decisions", In *The 27th Conference of Australian Institute of Transport Research (CAITR)*, pp.1-16.

[28] Soysal, H. C. (2020), "Lojistik Merkezler", *Satınalma Dergisi*, 8(86), ss.27-30. https://ugm.com.tr/upload/files/buyernetwork-satinalma-dergisi-nde-lojistik-merkezler-konulu-makalemiz-ile-yer-aldik_2020-02-11_07-20-10.pdf

[29] Söylemez, Y. (2020), "Finansal Performans Değerlendirmesinde TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(3), ss.61-79.

[30] Şulgan, M. (2006), "Logistics Park Development in Slovak Republic", *Transport*, 21(3), pp.197-200.

[31] Şekkeli, Z. H., Bakan, İ., Olucak, H. İ. (2020), "Lojistik Kümelenmelerinin Şehir Ekonomisine ve Yöre Halkına Katkıları: Türkoğlu Lojistik Köy Örneği", *PressAcademia Procedia*, 11(1), ss.52-56.

[32] Tambi, A. M. A., Mohid, M. N., Shukor, İ. A., Arip, M. S. M. (2013), "Planning for A Logistics Village", *World Applied Sciences Journal*, 25(3), pp.421-427.

[33] Taniguchi, E., Noritake, M., Yamada, T., Izumitani, T. (1999), "Optimal Size And Location Planning of Public Logistics Terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*", 35(3), pp.207-222.

[34] Tanyaş, M. (2014), "İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu", *Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği Loder Dergisi*, <https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/lojistiksektoranalizi2015-6951.pdf>

[35] TCDD, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, (2021), <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/lojistik-merkezler>, 27.03.2021.

[36] Tümtürk, A., Tolun, B. G. (2021), "Bir Depo Tesisine Alınacak Paketleme Makinesi Seçim Kararının Analitik Ağ Süreci Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi", *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), ss.971-985.

[37] Ulutaş, A., Karaköy, Ç., Arıç, K. H., Cengiz, E. (2018), "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lojistik Merkezi Yeri Seçimi", *İktisadi Yenilik Dergisi*, 5(2), ss.45-53.

[38] Wu, Y., Sengpiehl, C., Toh, K., Nagel, P. (2008), "The Progression to Logistics City and Its Implication of Economies of Agglomeration", In *14th International Symposium on Logistics-Global Supply Chain and Inter-Firm Networks. Proceedings of 14th ISL*.

[39] Yapraklı, Ş., Kara, E. (2020), "Kahramanmaraş'ın Lojistik Merkez Potansiyelinin SWOT Analizi ile İncelenmesi", *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 5(1), ss.34-42.

[40] Yıldırım, B. (2015), "Gri ilişkisel Analiz", *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, (Ed.) Yıldırım, B. ve Önder, E., Dora, Bursa.

[41] Yıldırım, M., Kıvanç, B. A. L., Doğan, M. (2021), "Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Finansal Performans Analizi: Bist'te İşlem Gören Demir Çelik Şirketleri Üzerinde Bir Uygulama", *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 23(1), ss.122-143.

[42] Yücel, M., Yılmaz, Ş. K. (2019), "Türkiye'deki Lojistik Köyler ve Seçimine Etki Eden Unsurlar", *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 10(1), ss.72-89.

[43] Zaralı, F., Yazgan, H. R., Delice, Y. (2018), "AHP ve VIKOR Bütünleşik Yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri İli Örneği", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34(3), ss.1-9.

[44] Zopounidis, C. (1999), "Multicriteria Decision Aid in Financial Management", *European Journal of Operational Research*, 119(2), pp.404-415.

Dr.Öğr.Üyesi Mehri Banu ERDEM



Mehri Banu Erdem, 1990 Yılında Kahramanmaraş'ta doğmuştur. Lisans eğitimini 2012 yılında Nevşehir Üniversitesi İİBF İşletme bölümünde tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimini Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde tamamlamış ve yine aynı üniversitede doktora eğitimini tamamlayarak doktor unvanını almıştır. Üretim yönetimi, tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi alanlarında pek çok yayını bulunmaktadır. Dr. Erdem halen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Türkoğlu MYO Lojistik programında öğretim üyesi olarak akademik kariyerine devam etmektedir.

