

# LOJİSTİKTE DİJİTAL DÖNÜŞÜM STRATEJİLERİ İÇİN KÜRESEL BULANIK TOPSIS 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

Günümüzde dijital dönüşüm kavramının kullanımı hem akademide hem de endüstride giderek yaygınlaşmaktadır. Dijital dönüşüm, yeni iş modelleri ve yeni stratejiler geliştirerek değişen rekabet koşullarına ayak uydurmak için dijital teknolojileri kullanır. İşletmeler, dijitalleşmeyle sürekli değişen yepyeni koşullara uyum sağlarken, operasyonel etkinliklerini arttırmayı, yeni müşteri deneyimleri yaratmayı ve yeni gelir kaynakları oluşturmayı amaçlamaktadırlar. İlaveten, şirketler tüm bu stratejik hedeflerine ulaşmak için kapsamlı bir modelle dijital dönüşümü oluşturmak ve tamamlamak durumundadırlar. Bu stratejilerin seçimi çeşitli kriterlere bağlıdır, hatta birçoğu yüksek belirsizlik, çelişen hedefler, çoklu çıkarlar ve perspektifler içermesi sebebiyle analitik bir yaklaşıma ihtiyaç duyar. Bu sebeple, çalışmada şirketler için analitik bir yaklaşım sağlayarak dijitalleşme stratejilerini geliştirmeye yardımcı olacak model sunmak amaçlanmıştır. Ele alınan işletmenin lojistikte benimseyeceği dijital dönüşüm stratejini seçerken Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden küresel bulanık TOPSIS (KB-TOPSIS) metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler ve alternatif stratejiler, endüstri raporlarının, akademik yayınların ve seçilen işletme çalışanlarının önerileriyle oluşturulmuştur. Araştırmanın özgünlüğü, literatürde henüz çok yeni olan KB-TOPSIS yöntemin dijital dönüşüm strateji seçimi problemi için ilk kez gerçek bir vaka çalışmasıyla uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Çok Kriterli Karar Verme, Küresel Bulanık Kümeler, Küresel Bulanık TOPSIS, Lojistikte Dijital Dönüşüm, Strateji Seçimi.

## A DECISION-MAKING APPROACH FOR DIGITAL TRANSFORMATION STRATEGIES IN LOGISTICS BASED ON SPHERICAL FUZZY TOPSIS

### ABSTRACT

Today, the use of the concept of digital transformation is becoming increasingly common both in academia and industry. Digital transformation uses digital technologies to keep up with changing competitive conditions by developing new business models and new strategies. Businesses aim to increase their operational efficiency, and create new customer experiences and sources of income while adapting to brand-new conditions that are constantly changing with digitalization. In addition, companies have to create and complete the digital transformation with a comprehensive model to achieve all these strategic goals. The selection of these strategies depends on a variety of criteria, and may even require an analytical approach as they involve high uncertainty, conflicting goals, and multiple interests and perspectives. For this reason, it is aimed to present a model that will help companies develop their digitalization strategies by providing an analytical approach. When choosing the digital transformation strategy that the business will adopt in logistics, it has been analyzed using the spherical fuzzy TOPSIS (KB-TOPSIS) method, one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques. The criteria and alternative strategies used in the study are formed with the help of industry reports, academic publications, and suggestions from selected business professionals. The originality of the study stems from the fact that this technique, which is new in the literature, was applied for the first time with a real case study for the digital transformation strategy selection problem.

**Keywords:** Digital Transformation, Digitalization in logistics, Multi-Criteria Decision Making, Spherical Fuzzy Sets, Spherical Fuzzy TOPSIS, Strategy Selection.

## 1. GİRİŞ

Dijitalleşme tanım olarak bilgi teknolojileriyle dijitalleşmiş kaynakları bir araya getirerek işletmelerde büyümeye ve maddi değer katmaya dönüştürülmesidir. Müşteri deneyimlerini üst düzeye çıkarmak ve yeni iş modelleri oluşturmak için ellerinde bulunan dijital teknolojiyi, bilgiyi ve işletmelerin kaynaklarını yeni birleşimler oluşturularak bir araya getirmek, ürün ve hizmetlerde yenilikler oluşturmak ve şirketlerin ellerinde bulunan kaynakların efektif kullanımı için teknolojiden yardım almak olarak tanımlanır (Özçelik ve Akçay, 2019).

Lojistik sektörünün dijitalleşmesi, bilginin kullanım alanlarının genişlemesini sağlamıştır. Bu genişleme, artan iş birliği ile birlikte lojistik süreçlerde karşılıklı güvenilirliğin ve lojistik süreçlerde etkinliğin ve çevikliğin artmasına neden olur. Bu artışlar ise işletmelerin karlılıklarının ve verimlilikleri artırır (Özdemir ve Özgüner, 2018).

Lojistik sektörünün yaşadığı dijitalleşme süreci, 2025 yılına kadar 1.5 trilyon dolar ek fayda getirmesi öngörülmüştür. Bu fayda dijital dönüşüm içinde yer alacak şirketler için ise 2.4 trilyon dolar olarak tahmin edilmektedir. Lojistikte dijitalleşmeye geçiş karbon emisyonunu ve enerji tüketimini azaltırken, verimliliği artırır. Günümüzde karbon emisyonunun %13'lük dilimi lojistik sektörden kaynaklanmaktadır. Lojistik sektöründe ciddi bir sorun olan bir diğer durum ise nakliye araçlarının kullanımındaki verimsizliktir. Bu verimsizlik nakliye araçlarının %50'sinin teslimatlarını yaptıktan sonra geri dönüşte yüksüz boş bir şekilde yolculuklarını tamamlamasıdır. Bu oran Avrupa için her dört kamyonun biridir (Bilgiç vd., 2020).

Dijital dönüşüm, şirketin iş modelleri, süreçleri, ürünleri ve kültürlerinde köklü bir değişiklik meydana getirmesine neden olur. Bu değişiklik, strateji geliştirme süreçlerini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca, dönüşüm için gerekli olan yatırımlar yüksek bütçeli olduğundan atılacak adımların şirket stratejisine uygun olarak belirlenmesi gereklidir. Sonuç olarak şirketler, dijital dönüşümden elde edecekleri yararları maksimize edebilmek için en uygun stratejiyi belirlemelidir. Literatürde şirketlerin strateji geliştirmelerini inceleyen çok sayıda yayın bulunmaktadır (Yeh; 2017; Güler ve Büyükoçkan, 2019; Uslu vd., 2019; Liu vd, 2020). Bu çalışmada da lojistik stratejilerinden en uygun olanının seçim problemi ele

alınmıştır. Ele alınan işletme için dijital dönüşüm strateji alternatifleri arasından hangi stratejiyi seçmesi gerektiği analitik bir teknik yardımıyla çözümlenmiştir.

Lojistikte dijital dönüşüm stratejileri seçimi pek çok bileşeni içeren yapısı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınmasına, karmaşıklık içeren durumu ve bu karmaşıklığın uygun çözümü ise konuya hâkim uzmanlara gereksinim duymasına neden olur. Bununla birlikte, uzman değerlendirmeleri ve sunulan bilgi bazı durumlarda belirsiz olabileceğinden 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, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) tekniğiyle entegre edilerek Küresel Bulanık TOPSIS (KB-TOPSIS) olarak adlandırılmıştır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019b).

Çalışmanın ilk bölümünde literatür taraması ve uzman görüşleri ile değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve karar modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ÇKKV tekniklerinden KB-TOPSIS kullanılarak Bartın'da demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmeye uygulanmıştır. Uygulanan bu yöntemle, seçim yapılacak alternatifler arasında tek bir sonuca karar vermenin zor olduğu durumlarda KB-TOPSIS kullanılarak en uygun alternatif bulunabilir. İlaveten, KBK tabanlı bu yaklaşımla, uzmanların belirsiz değerlendirmelerinde daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesine ve karar süreci için esnek bir ortam oluşmasına imkân sağlanır.

Çalışmanın literatüre katkısı, henüz literatürde çok yeni olan KB-TOPSIS tekniğinin, lojistikte dijital dönüşüm ve strateji seçimi için ilk kez gerçek bir vaka ile uygulanarak benzer durumlarda olan karar vericilere rehberlik etmesi şeklinde özetlenebilir.

Çalışmanın adımları şu şekilde sıralanmıştır: Dijital dönüşüm ve stratejilerle ilgili çalışmalar ve önerilen değerlendirme modeli ile ilgili literatür

taraması ikinci bölümde sunulmuştur. Üçüncü bölümde kullanılan metodoloji açıklanmış son bölümde ise uygulama adımları, çıkarımlar ve sonuçlara yer verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Dijital Dönüşüm ve Lojistik Stratejiler

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkmasıyla birçok şirket dijital dönüşüm gerçekleştirmeye çalışmıştır. Dijital dönüşüm sonu olmayan bir olgudur her zaman daha ileriye gider. Dijital dönüşüm içerisinde bir sorun olduğunda bunun çözümünün tam olarak ne olacağına dair net bir cevabı yoktur. Bununla birlikte dönüşümde tek ve hazır bulunan bir çözüm paketi yoktur ve her işletmede farklı olabilir. Organizasyonların yaptığı işlemler dönüşüm süreci içerisinde devam eder. Dijital dönüşümde süre, insan, teknoloji gibi farklı değişkenler beraber yönetmeyi ve dönüştürmeyi gerektirmektedir. Alışkanlıkların değişim hızı yavaşken teknolojiler çok hızlı bir şekilde değişim göstermektedir. Dün, bugün ve yarın bir bütün olarak dijital dönüşüm düşünülerek, birlikte bir yolda ilerlemek gerekmektedir (Özçelik ve Akçay, 2019).

Dönüşüm için gerekli olan yatırımlar yüksek bütçeli olduğundan atılacak adımların şirket stratejisine uygun olarak belirlenmesi gereklidir. Bu çalışmanın amacı şirketlerin dijitalleşme yol haritalarını belirleyebilmek için mevcut olgunluk seviyesinin belirlenmesi ve şirket stratejisine uygun olarak izlenmesi gereken yol haritasını belirlemektir.

Donald Waters'a göre "Organizasyonlar lojistik stratejileri için önemli olan faktörü seçerek bir ya da daha fazla alternatif üretmektedirler. Waters'ın bu tezi üzerine yorum yapılarak, her bir şirketin veya firmanın lojistik stratejisini belirli bir "stratejik yön" üzerine odakladığı söylenebilir. Her işletme kendi lojistik stratejisini geliştirir, ancak genellikle benzer hareket eder. Michael Porter, genel olarak, iki temel stratejinin olduğunu belirtmektedir. Bunlar maliyet yönetimi, yani aynı veya benzer ürünlerin daha ucuz üretimi, diğeri ise ürün farklılaştırması, yani tüketicilerin diğeri tedarikçilerden alamadıkları ürünlerin üretimi. Lojistikte, bu iki yaklaşım "yalın" ve "çevik" stratejiler olarak ifade edilir. "Yalın" lojistiği tercih eden işletmeler maliyetleri düşürmek için bir hedef belirlemektedirler. "Çevik" lojistiğe odaklananlar ise her şeyden önce daha yüksek

müşteri memnuniyeti elde etmeye çalışmaktadırlar (Askarbekov ve Güzel, 2019).

### 2.2. Lojistikte Strateji Seçimi İçin Önerilen Yaklaşım

Çalışmada incelenen strateji seçimiyle ilgili yazın, işletmede çalışan uzmanların sundukları görüşler doğrultusunda 4 ana kriter ve 12 alt kriter belirlenmiştir. Karar modeli Şekil 1'de örneklendirilmiştir.

"Yetenek" altında 3 alt kriter bulunmaktadır. Bunlar;

**Dijital Öğrenme:** Lojistikte dijitalleşmeye geçişten sonraki süreçte değişen taleplere karşı değişen senaryolara ayak uydurmak gereklidir. Çeviklik, esneklik ve yanıt verilebilirlik becerileri ile istenilen hedeflere ulaşmada başarı elde edilir. Bu nedenle dijital bir yolculukta, yola çıkarken dijital öğrenme becerisi sayesinde hedefleri belirleyerek yol almak önemlidir.

**Dijital İnsan Kaynakları:** Dijital stratejide fiili uygulama başarısı kural ve sorumlulukların yapısının sağlam olmasına bağlıdır. Yönetim sisteminin merkezi ve ademi merkezi olması konusunda tutarlı olunmalı ve kontrol mekanizmasının buna göre kurulması gerekmektedir.

**Çalışanın Bağlılığı ve İletişim:** Dijitalleşme sürecinde çalışanların motivasyonlarını korumak çok önemlidir ve bunu koruyabilmek için iletişimin planlı ve düzenli tutulması gerekmektedir. İşletmenin planına bağlı kalarak süreç farkındalığında bazı düzenlemeler yapılmalıdır. Çalışana eğitim teklifi sunulmalı veya bağlı olması gereken plan hakkında detaylı bilgi aktarılarak faydaları iletilmelidir (Büyüközkan ve Güler, 2019).

"Yönetim" altında 3 alt kriter bulunmaktadır. Bunlar;

**Bilgi Kalitesi:** Yapılacak dijital dönüşümün kalitesi için sürece dahil olan kişilerin bilgi kalitesi önemlidir. Bu nedenle çalışanların dijitalleşme ile ilgili kavramlara hâkim olması ve süreç farkındalığına sahip olmaları çalışanların süreci anlamaları açısından önemlidir.

**Veri ve İçerik Yönetimi:** Dijital dönüşümde karmaşık sistemleri doğru ve kolay yapıldığından emin olmak için bazı kurallar gereklidir. Hesap verilebilirlik ve karar vermeyi teşvik etmek adına, işbirliğini mümkün

kılan kurallar, roller ve sorumluluklar tanımlanmalı ve uygulanmalıdır.

**Liderin Davranış ve Tutumu:** Dijital dönüşüm için liderlerin tavrı ve vizyonu dönüşümü yönlendirmek için önemlidir. Dijital dönüşüm mevcut işlere yerleştirilmeli ve yetkinliğe getirilmelidir. Liderlerin dijitalleşme hakkında bilgi sahibi olmaları ve dijital iş konusunda eğitilmiş ve yetenekli olmaları da gerekebilir (Güler ve Büyüközkan, 2019).

**“Yenilikçilik”** altında 3 alt kriter bulunmaktadır. Bunlar;

**Sürecin Dijitalleştirilmesi:** Dijitalleşme, şirketlerin iş süreçlerinde verimlilik artışına olanak sağlar. Dijitalleşen işletmeler daha yenilikçi ve yaratıcı çalışmalara kolaylıkla odaklanabilir. Dijitalleşme sayesinde fiziksel olarak ileri-geri harekete ihtiyaç azalır. Bu da ürünlerin yaşam döngüsünü yüzde otuz azaltır. Süreç dijitalleşme şirketlerin çevikliğine katkı sağlar (Güler ve Büyüközkan, 2019).

**Dijitalleşme Kültürüne Geçiş:** Aynı anda birden fazla ortamda faaliyet göstermek dinamik bir ortam gerektirir. Hedefleri birbirinden uzakta tutmamak ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak için dijitalleşmeye entegre edilmesi gerekmektedir.

**İyileştirmeler:** Süreçler, çok sayıda karşılıklı bağları olan karmaşık bir organizasyon sistemine bağlanabilir. Karar vermeyi geliştirmek ve tüm faaliyetleri koordine etmek için, en azından bir stratejik, bir iş ve bir uygulama seviyesinden oluşan bir süreç mimarisi sağlanmalıdır (Büyüközkan ve Güler, 2019).

**“Teknik”** altında 3 alt kriter bulunmaktadır. Bunlar;

**Araç Desteği:** Yeterli araç desteğinin sağlanması dijital dönüşümü önemli ölçüde etkiler. Ancak, farklı araçlar farklı amaçlar için kullanılabilir olduğundan, araç seçimi için organizasyonel gereksinimler göz önünde bulundurulmalıdır.

**Alt Yapının Entegre Edilmesi:** Dağılmış bilgi kaynakları ve veri yazılımları arasındaki farklı bağlantılar kullanımı zorlaştırır. Bu veri karışıklıklarını engellemek, yeterli ara bağlantıyı sağlamak amacıyla diğer yazılımlarla entegrasyonu bütünleştiren bir veri

deposu tercih edilmelidir.

**Analitik Unsurlar:** Bu kriterin kapsamı hızlı ve esnek karar verebilen insanlar, kısa süreli süreçler, veri işleme kabiliyetindeki teknolojiler önemli bileşenlerdir, Değişikliklere hızlı bir şekilde uygun tepkiler vermek ve tersine çevirmek çeviklik yeteneğini gösterir. Dijital dönüşüm çeviklik yeteneğini arttırmanın önemli bir yoludur (Güler ve Büyüközkan, 2019; Uslu vd., 2019).

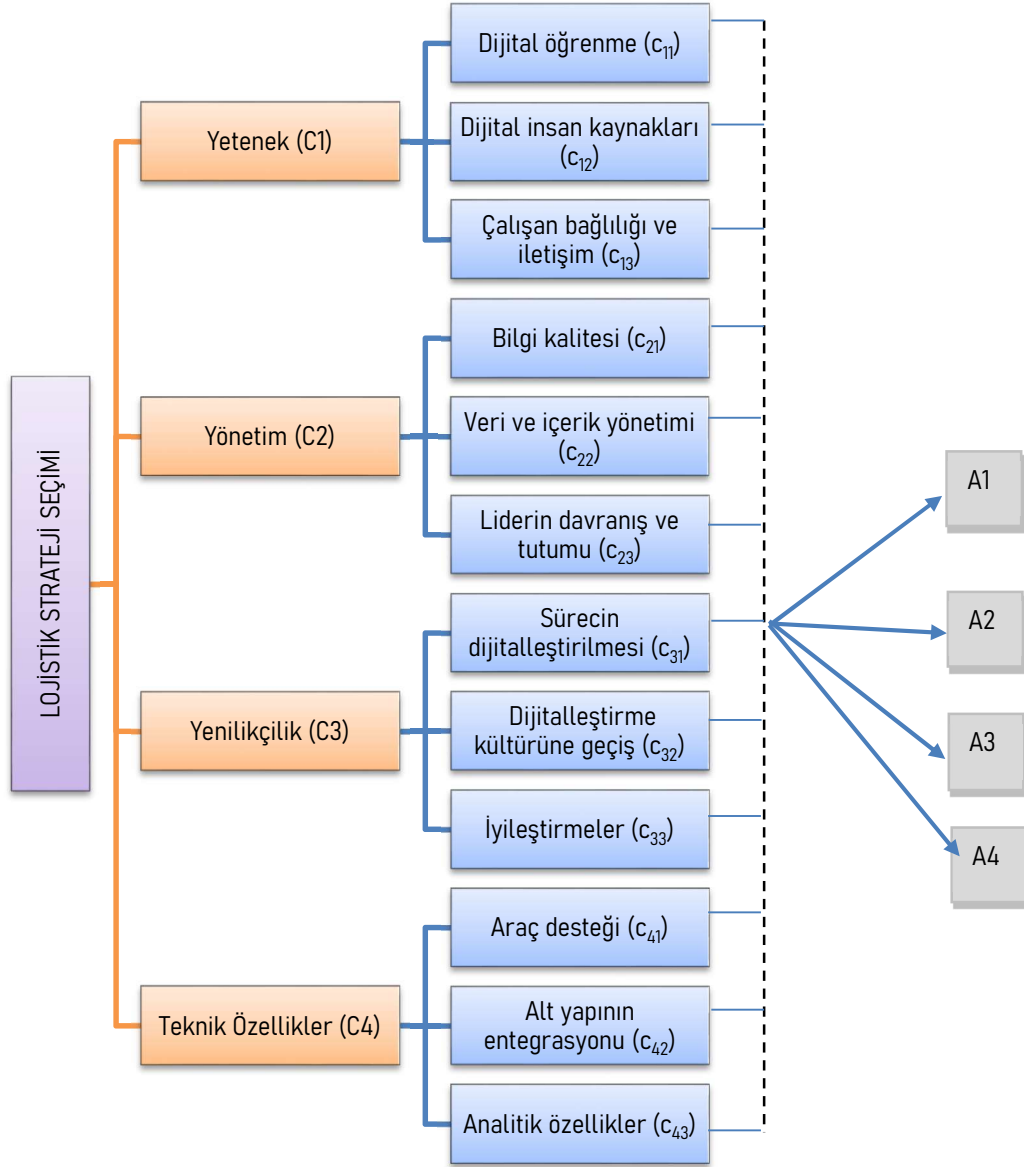
Alternatifler;

**Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi (A1):** Lojistikte dijitalleşmeye geçişte gerekli teknolojik altyapının işletme tarafından kaldırılabilir olması veya mevcut alt yapının geliştirilerek yeni duruma adapte edilmesi olarak tanımlanır (Uslu vd., 2019).

**Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi (A2):** Lojistikte dijital dönüşüm kapsamında elde edilen verilerin işlenebilmesi, işlenen ve toplanan verilerin depolanabilmesi için gerekli bilgi teknolojileri sistemine geçişin altyapısının sağlanması ve iyileştirilmesini kapsar (Uslu vd., 2019).

**Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi (A3):** Lojistikte dijitalleşmeye geçişte yöneticilerin tavrı ve personelin yeni sisteme geçişinin planlı olması için gerekli stratejilerin belirlenmesi bu strateji içinde düşünülmüştür (Uslu vd., 2019). Entegrasyon ve uyum stratejisi, iletişime ve ekosisteme odaklanır. Şirket genelinde bilgi paylaşımının ve gelişmiş iletişimin önemi açıktır. Kuruluşlar, entegre değer zincirleriyle daha geniş bir ekosistemin parçası haline gelir. Dijital teknoloji, kuruluşların dış aktörlerle birlikte daha yakın çalışmasına olanak tanır (Güler ve Büyüközkan, 2019).

**İş organizasyonu Stratejisi (A4):** Örgütler için iş birliği olmazsa olmazdır ve dijital dönüşüm için sadece teknoloji yeterli değildir. Teknoloji ekipleri ve alan uzmanları bir araya gelerek bilgi paylaşım kültürü oluşturmalıdır. Personel, işlevler arası ekipler halinde çalışmalı ve şirket genelinde açık öğrenme mekanizmaları benimsenmelidir. Hızlı, gerçek zamanlı iş birliğine sahip şirketlerin daha hızlı yenilik yapma ve müşterilerle kazanma olasılığı daha yüksektir (Güler ve Büyüközkan, 2019).



Şekil 1: Lojistikte Dijital Dönüşüm Stratejileri Seçimi İçin Kullanılan Karar Modeli

### 2.3. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ve Küresel Bulanık Kümeler

Literatürdeki öncü çalışmaların ve yazarların önemli katkılarından dolayı, araştırmacılar son zamanlarda ÇKKV ile KBK üzerine odaklanmaya başlamışlardır. Bu metodolojiler, Tablo 1'de özetlenmiş olup, farklı araştırma alanlarında uygulanmaya başlanmıştır.

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 uygulama çalışması yaparak seçim problemini

modellemiş, vaka çalışmaları daha sınırlı kalmıştır. Sonuç olarak literatürde vaka çalışmalarıyla ilgili halen boşluklar bulunmaktadır. Ayrıca strateji seçimi, lojistik stratejileri seçimi gibi kavramları dikkate alan KBK ile ilgili çalışma yazında rastlanmamıştır. Çalışmanın, gerçek olay, KBK ve dijital dönüşümde lojistik stratejileri seçimi açısından literatürdeki boşluğu doldurması hedeflenmektedir.

### 3. METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan metodoloji Şekil 2'de sunulmuştur. KBK ile ilgili girişin ardından metodoloji ve kullanılan ÇKKV yöntemlerinden KB-TOPSIS yaklaşımı ele alınmaktadır.

### 3.1. Küresel Bulanık Kümeler

1965'de Lütü Zadeh tarafından önerilen bulanık kümeler teorisi (Zadeh, 1965) günümüze kadar birçok farklı 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 nütrosifik kümelerdeki kararsızlığın bağımsız olarak belirlenebilmesi temellerine dayanarak Pisagor ve Nütrosifik 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

**Tablo 1:** Literatürde KBK Kullanılan Çalışmalar ve Entegre Yaklaşımlar

Referanslar	Yararlanılan Teknikler	Çalışmanın amacı	Uygulama/Vaka
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019b)	KB-VIKOR, KB-TOPSIS	Depo yeri seçimi	Uygulama çalışması
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019c)	KB-TOPSIS, IF-TOPSIS	Tedarikçi seçimi	Uygulama çalışması
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019a)	KB-WASPAS, IF-TOPSIS	Endüstriyel robot seçimi	Uygulama çalışması
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019d)	KB-TOPSIS, Aralık değerler, KBK	3D yazıcı seçimi	Uygulama çalışması
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2020b)	KB-TOPSIS QFD	Delta robot teknoloji seçimi	Vaka çalışması
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2020a)	KB-AHP, Nütrosifik AHP	Rüzgar enerji santrali seçimi	Vaka çalışması
Mathew vd. (2020)	KB-AHP KB- TOPSIS	İleri üretim teknolojileri seçimi	Uygulama çalışması
Balın (2020)	KB-TOPSIS, Aralık değerler	Askeri gemiler için stabilizasyon sistemi seçimi	Vaka çalışması
Akram vd. (2021)	KB-VIKOR	Facebook'ta bir reklamın hedeflerinin sıralaması	Uygulama çalışması
Dogan (2021)	KB - AHP	Yeni bir teknoloji seçimi	Vaka çalışması
Erdoğan vd. (2021)	KB-DEMATEL, KB-ANP, KB-VIKOR	Otonom araç sürüş sistemi alternatifleri seçimi	Vaka çalışması
Gül (2021)	KB-EDAS	Ürün tasarımı seçimi	Uygulama çalışması
Kieu vd. (2021)	KB-AHP	Dağıtım merkezi lokasyonun seçimi	Uygulama çalışması
Meng vd. (2021)	KB-DEMATEL	Yenilenebilir enerji depolama yatırımlarının değerlendirilmesi	Vaka çalışması
Olugu vd. (2021)	KB-DELPHI, KB-TOPSIS	Sürdürülebilir bakım yönetimi	Vaka çalışması
Singer ve Özşahin, (2021)	KB-AHP	Laminat parke seçimi	Vaka çalışması
Acar vd. (2022)	KB-AHP	Sürdürülebilir yakıt hücresi seçimi	Vaka çalışması
Ayyıldız ve Taskın (2022)	KB- AHP-VIKOR	Covid 19 kapanmasında benzin istasyonu yer seçimi	Vaka çalışması
Buran ve Erçek (2022)	KB-AHP	Toplu taşıma iş modeli değerlendirmesi	Vaka çalışması
Erdogan ve Ayyıldız (2022)	KB-AHP	Ecza deposu yeri seçimi	Vaka çalışması
Kou vd. (2022)	KB-DEMATEL	Yenilikçi karbon emisyonu azaltma stratejileri seçimi	Uygulama çalışması

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;

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

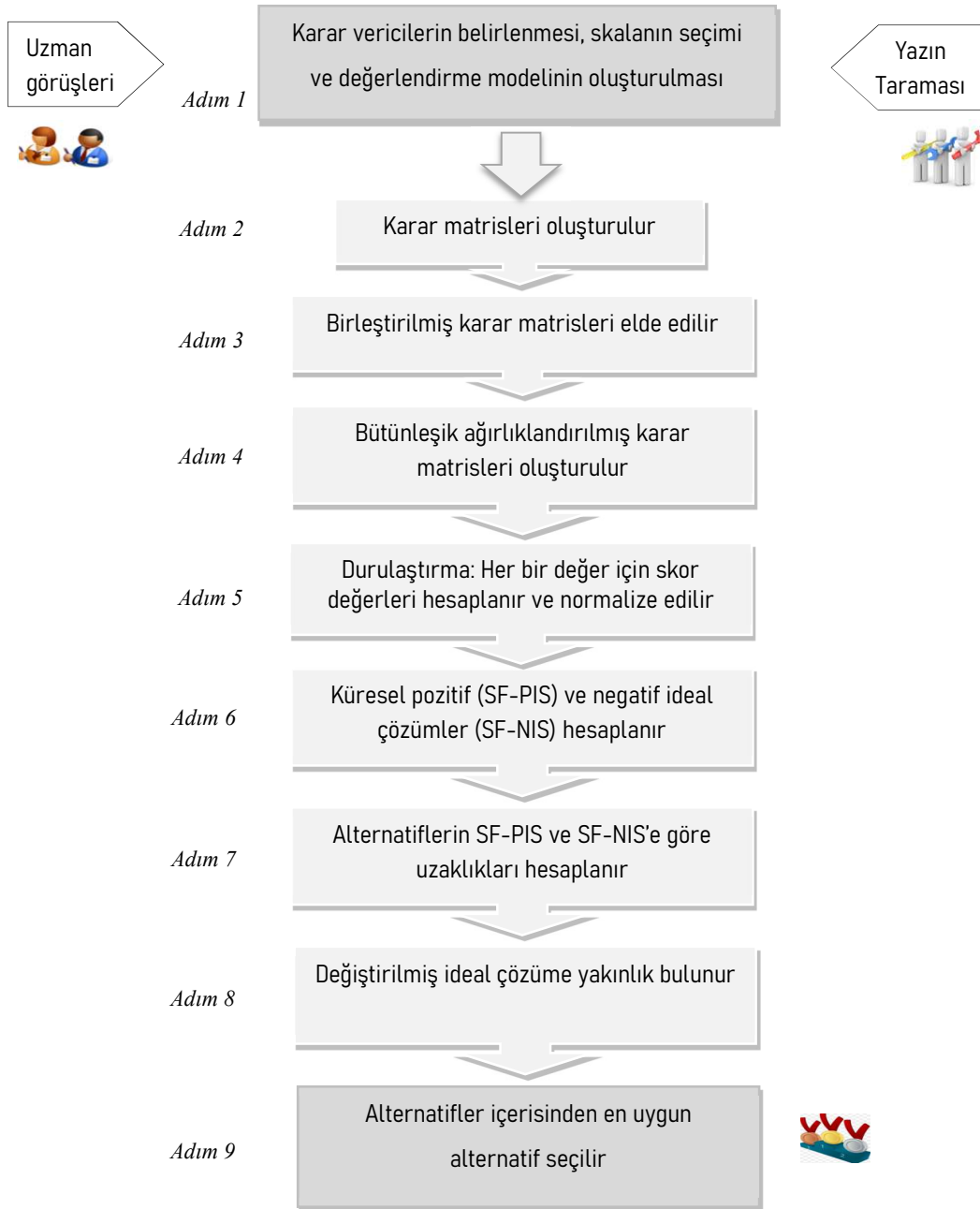
$$\mu_{\tilde{A}_S}: U \rightarrow [0,1],$$

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

$$\pi_{\tilde{A}_S}: U \rightarrow [0,1]$$

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

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). Yığıştırma (aggregation) operatörü olarak aynı yazarlar tarafından tanımlanan Küresel Ağırlıklandırılmış Aritmetik Ortalama - Spherical Weighted Arithmetic Mean (SWAM) kullanılmıştır.



Şekil 2: Çalışmada Kullanılan KB-TOPSIS Yaklaşımının Akış Şeması

$w = (w_1, w_2 \dots w_n)$ ;  $w_i \in [0,1]$   $\sum_{i=1}^n w_i = 1$  ve tanımı aşağıdaki gibidir;

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

Ayrıca bulanık sayılarda dört işlem tanımlanmıştır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019b). İki küresel bulanık sayının çarpımı Eşitlik (4) aşağıdaki gibidir;

$$\tilde{A}_s \otimes \tilde{B}_s = \left\{ (\mu_{\tilde{A}_s} \mu_{\tilde{B}_s}, (v_{\tilde{A}_s}^2 + v_{\tilde{B}_s}^2 - v_{\tilde{A}_s}^2 v_{\tilde{B}_s}^2)^{1/2}), \left( (1 - v_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - v_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2 \right)^{1/2} \right\} \quad (4)$$

### 3.2. Küresel Bulanık TOPSIS (KB-TOPSIS)

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  ( $m \geq 2$ ) kesikli küme olmak üzere  $m$  olası alternatif ve  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$  sonlu kriter sayısını,  $W = \{w_1, w_2 \dots w_n\}$  kriterlere 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 KB-TOPSIS uygulama adımları aşağıdaki gibidir.

**Adım 1:** Ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek değerlendirme modeli oluşturulur.

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

Dilsel Terimler	Kısaltma	$\mu$	$v$	$\pi$
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

Daha sonra karar vericiler, kriter ve alternatiflerin değerlendirme matrislerini Tablo 2'de verilen ölçek yardımıyla doldurur.

**Adım 2:** Eşitlik (3)'de verilen SWAM operatörü yardımıyla her bir karar vericinin değerlendirmesini tek bir yargı olarak birleştirilir. Karar vericilerin görüşlerine göre, bütünleşik küresel bulanık karar matrisi hesaplanır. Kriter ağırlıkları eşit olmayabilir bu sebeple her bir karar vericinin, kriterler ile ilgili görüşleri alınarak birleştirilir. 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  $\tilde{D} = (C_j(\tilde{X}_i))_{m \times n}$  Eşitlik (5) yardımıyla oluşturulur.

$$\tilde{D} = (C_j(\tilde{X}_i))_{m \times n} = \begin{pmatrix} \mu_{11}, v_{11}, \pi_{11} & \mu_{12}, v_{12}, \pi_{12} \dots & \mu_{1n}, v_{1n}, \pi_{1n} \\ \mu_{21}, v_{21}, \pi_{21} & \mu_{22}, v_{22}, \pi_{22} \dots & \mu_{2n}, v_{2n}, \pi_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{m1}, v_{m1}, \pi_{m1} & \mu_{m2}, v_{m2}, \pi_{m2} & \mu_{mn}, v_{mn}, \pi_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

**Adım 3:** Kriter ağırlıkları ve alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasından sonra bu değerlerin çarpımları Eşitlik (4) yardımıyla hesaplanır.

Sonucunda oluşan bütünleşik ağırlıklandırılmış küresel bulanık karar matrisi Eşitlik (6) ile tanımlanmıştır.

$$\tilde{D} = (C_j(\tilde{X}_i w))_{m \times n} = \begin{pmatrix} \mu_{11w}, v_{11w}, \pi_{11w} & \mu_{12w}, v_{12w}, \pi_{12w} \dots & \mu_{1nw}, v_{1nw}, \pi_{1nw} \\ \mu_{21}, v_{21}, \pi_{21} & \mu_{22}, v_{22}, \pi_{22} \dots & \mu_{2nw}, v_{2nw}, \pi_{2nw} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{m1w}, v_{m1w}, \pi_{m1w} & \mu_{m2w}, v_{m2w}, \pi_{m2w} & \mu_{mnw}, v_{mnw}, \pi_{mnw} \end{pmatrix} \quad (6)$$

**Adım 4:** Bu adımda Eşitlik (7) yardımıyla ağırlıklandırılmış küresel bulanık karar matrisinin bulanıklığı giderilir.

$$Score(C_j(\tilde{X}_{iw})) = (\mu_{ij} - \pi_{ijw})^2 - (v_{ijw} - \pi_{ijw})^2 \quad (7)$$

**Adım 5:** Küresel Bulanık Pozitif Ideal Çözüm (SF-PIS) ve Küresel Bulanık Negatif Ideal Çözüm (SF-NIS) bir

önceki basamakta belirlenen skor değerlerine göre hesaplanır.

SF-PIS için Eşitlik (8,9):

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

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

SF-NIS için Eşitlik (10,11):

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

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

**Adım 6:** Alternatif  $X_i$  ve SF-PIS ve SF-NIS arasındaki uzaklıklar "öklidyen uzaklık" kullanılarak hesaplanır Eşitlik (12) ve Eşitlik (13).

$$D(\tilde{X}_i, X^*) = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left( (\mu_{X_i} - \mu_{X^*})^2 + (v_{X_i} - v_{X^*})^2 + (\pi_{X_i} - \pi_{X^*})^2 \right)} \quad (12)$$

$$D(\tilde{X}_i, X^-) = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left( (\mu_{X_i} - \mu_{X^-})^2 + (v_{X_i} - v_{X^-})^2 + (\pi_{X_i} - \pi_{X^-})^2 \right)} \quad (13)$$

**Adım 7:** Bu adımda SF-PIS'e minimum uzaklık ve SF-NIS'den maksimum uzaklık hesaplanır. Bu formüller Eşitlik (14) ve Eşitlik (15)'de görülmektedir.

$$D_{max}(X_i, X^-) = \max_{1 \leq i \leq m} D(X_i, X^-) \quad (14)$$

$$D_{min}(X_i, X^*) = \min_{1 \leq i \leq m} D(X_i, X^*) \quad (15)$$

**Adım 8:** Her bir alternatif için değiştirilmiş ideal çözüme yakınlığın hesaplanmasında yukarıda elde edilen çiktılar kullanılır. 0 ve 1 çiktılar elde etmek

amacıyla oluşturulan formül Eşitlik (16)'da sunulmuştur.

$$\xi(X_i) = \frac{D(X_i, X^*)}{D_{min}(X_i, X^*)} \frac{D(X_i, X^-)}{D_{max}(X_i, X^-)} \quad (16)$$

**Adım 9:** En iyi alternatifin seçilmesi: Eşitlik (16) yardımıyla bulunan değerler küçükten büyüğe sıralanarak en uygun alternatif hesaplanır.

#### 4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde Bartın'da demir çelik sektöründe faaliyet gösteren ve ismi gizli tutulan işletme için dijital dönüşüm sürecinde en öncelikli lojistik stratejisi seçimi ele alınmıştır. Çalışma, gerçek karar vericilerden oluşan alanında uzman üç kişinin tecrübeleri (Bilişim personeli, Endüstri mühendisi öğretim üyesi ve Lojistik departman yöneticisi) ve güncel yazın taramasından yararlanarak oluşturulmuştur. Gizlilik ve mahremiyet kuralları göz önüne alınarak yapılan değerlendirmeler gerçek verilerle ölçeklendirilmiş ve gerçek şirket ismi gizli tutulmuştur.

Karar sürecinde üç uzman (DM1, DM2 ve DM3) olarak adlandırılmış ve 4 alternatif strateji (A1, A2, A3, A4) değerlendirmeleri analiz edilmiştir.

**Adım 1:** Karar vericilerin oluşturulması, skalanın seçimi ve değerlendirme modelinin oluşturulması: Dijital dönüşüm lojistik stratejileri için seçim kriterleri kapsamlı literatür taraması ve uzman görüşleriyle belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan skala Tablo 2'de 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.

Tablolarda;

**C11:** Dijital öğrenme,

**C12:** Dijital insan kaynakları,

**C13:** Çalışan bağlılığı ve iletişim,

**C21:** Bilgi kalitesi,

**C22:** Veri ve içerik yönetimi,

**C23:** Liderin davranış tutumu,

**C31:** Sürecin dijitalleştirilmesi,

**C32:** Dijitalleştirme kültürüne geçiş,

**C33:** İyileştirmeler,

**C41:** Araç desteği,

**C42:** Alt yapının entegrasyonu,

**C43:** Analitik özellikler olarak 12 kriter kısaltılıp yazılmıştır.

Alternatifler ise,

**A1:** Dijital Lojistiğe Geçiş ile İlgili Teknolojiler Stratejisi,

**A2:** Bilgi Sistemleri Geliştirme Stratejisi,

**A3:** Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi,

**A4:** İş Organizasyonu Stratejisi olarak tanımlanmıştır.

**Tablo 6:** C<sub>11</sub> için Birleştirilmiş Karar Matrisi

Alt	C <sub>11</sub>		
<b>A1</b>	<b>0,80</b>	0,20	0,20
<b>A2</b>	0,85	0,15	0,16
<b>A3</b>	0,80	0,20	0,20
<b>A4</b>	0,86	0,14	0,15

Burada, SWAM operatörlüyle ilk satır birleştirilir. Örneğin ilk değer için örnek hesaplama;  

$$\sqrt{1 - ((1 - 0,8^2)^{0,3} * (1 - 0,8^2)^{0,2} * (1 - 0,8^2)^{0,5})}$$

$$= 0,8.$$

**Tablo 3:** KB-TOPSIS için DM1'in Kullandığı Dilsel Veriler

DM1	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>
<b>A1</b>	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	HI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI
<b>A2</b>	VHI	VHI	HI	VHI	VHI	SMI	VHI	SMI	VHI	VHI	VHI	VHI
<b>A3</b>	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	SMI	SMI	SMI	SMI
<b>A4</b>	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	HI	HI	HI	HI

**Tablo 4:** KB-TOPSIS için DM2'nin Kullandığı Dilsel Veriler

DM2	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>
<b>A1</b>	VHI	VHI	VHI	HI	HI	HI	HI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI
<b>A2</b>	HI	VHI	HI	HI	HI	HI	AMI	VHI	AMI	AMI	AMI	AMI
<b>A3</b>	VHI	HI	HI	VHI	VHI	AMI	VHI	AMI	SMI	HI	HI	HI
<b>A4</b>	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	SMI	VHI	HI	VHI

**Tablo 5:** KB-TOPSIS için DM3'ün Kullandığı Dilsel Veriler

DM2	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>
<b>A1</b>	VHI	VHI	VHI	HI	HI	HI	HI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI
<b>A2</b>	HI	VHI	HI	HI	HI	HI	AMI	VHI	AMI	AMI	AMI	AMI
<b>A3</b>	VHI	HI	HI	VHI	VHI	AMI	VHI	AMI	SMI	HI	HI	HI
<b>A4</b>	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	VHI	SMI	VHI	HI	VHI

**Adım 2:** Değerlendirmeler, DM'lerin ağırlıkları dikkate alınarak SWAM operatörü yardımıyla Eşitlik 3 kullanılarak birleştirilir. Veri fazlalığı sebebiyle yer sıkıntısı olduğundan sadece bir kriter için örnek Birleştirilmiş karar matrisi Tablo 6'da verilmiştir.

**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
C <sub>11</sub>	AMI	AMI	AMI
C <sub>12</sub>	VHI	VHI	AMI
C <sub>13</sub>	SMI	HI	HI
C <sub>21</sub>	HI	HI	HI
C <sub>22</sub>	SMI	SMI	HI
C <sub>23</sub>	SMI	SMI	SMI
C <sub>31</sub>	AMI	VHI	VHI
C <sub>32</sub>	HI	HI	HI
C <sub>33</sub>	SMI	HI	SMI
C <sub>41</sub>	SMI	EI	EI
C <sub>42</sub>	SMI	SMI	EI
C <sub>43</sub>	SMI	SMI	EI

**Tablo 8:** Birleştirilmiş Kriter Ağırlıkları

Kriter	$\mu$	$\nu$	$\pi$
C <sub>11</sub>	0,90	0,10	0,10
C <sub>12</sub>	0,86	0,14	0,15
C <sub>13</sub>	0,67	0,33	0,33
C <sub>21</sub>	0,70	0,30	0,30
C <sub>22</sub>	0,65	0,35	0,35
C <sub>23</sub>	0,60	0,40	0,40
C <sub>31</sub>	0,84	0,16	0,17
C <sub>32</sub>	0,70	0,30	0,30
C <sub>33</sub>	0,62	0,38	0,38
C <sub>41</sub>	0,53	0,47	0,47
C <sub>42</sub>	0,55	0,45	0,45
C <sub>43</sub>	0,55	0,45	0,45

**Tablo 9:** SWAM Operatörüyle Oluşturulmuş KB Skor Fonksiyonları

	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>
A1	0,249	0,198	0,029	0,069	0,033	0,000	0,232	0,046	0,020	0,000	0,000	0,000
A2	0,328	0,198	0,003	0,069	0,033	0,003	0,279	0,024	0,024	0,000	0,001	0,001
A3	0,249	0,262	0,046	0,046	0,019	0,013	0,173	0,087	0,002	0,020	0,014	0,014
A4	0,357	0,285	0,052	0,046	0,019	0,003	0,252	0,076	0,000	0,005	0,009	0,002

**Tablo 11.** Final değerler ve CR

	D PIS	D NIG	CR
A1	0,730	0,489	0,82
A2	0,861	0,508	1,06
A3	0,573	0,797	<b>0,13</b>
A4	0,509	0,675	0,15

**Tablo 10:** SF-PIS ve SF-NIS

	C <sub>11</sub>			C <sub>12</sub>			C <sub>13</sub>			C <sub>21</sub>			C <sub>22</sub>			C <sub>23</sub>		
X*	0,773	0,173	0,176	0,738	0,199	0,204	0,579	0,353	0,351	0,594	0,334	0,332	0,555	0,375	0,374	0,526	0,416	0,411
X-	0,720	0,223	0,221	0,687	0,243	0,243	0,472	0,433	0,412	0,560	0,356	0,345	0,524	0,394	0,384	0,420	0,485	0,455
	C <sub>31</sub>			C <sub>32</sub>			C <sub>33</sub>			C <sub>41</sub>			C <sub>42</sub>			C <sub>43</sub>		
X*	0,736	0,203	0,207	0,614	0,322	0,319	0,547	0,394	0,392	0,360	0,550	0,508	0,373	0,534	0,496	0,373	0,534	0,496
X-	0,671	0,256	0,254	0,529	0,381	0,373	0,426	0,479	0,450	0,468	0,480	0,476	0,476	0,465	0,460	0,476	0,465	0,460

**Adım 5-6:** Eşitlik 6 ve Eşitlik 7 kullanılarak kriter ağırlıkları bulanıklıktan kurtarılır ve sonrasında skor fonksiyonları hesaplanır.

**Adım 7-9:** Her bir alternatif için değiştirilmiş ideal çözüme yakınlık hesaplanır. CR değeri hesaplanarak Tablo 11'de nihai sonuçlar edilir.

Sonuç olarak Tablo 11'e göre CR değerlerinin hesaplanması ile stratejilerin önem sıralaması elde edilmektedir. Tüm kriterler ve bu kriterlere değerlendirmeler dikkate alındığında en önemli stratejinin "A3: Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi," olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. İlk sırada yer alan bu strateji, diğer stratejilerden önce gerçekleştirildiğinde, kriterler genelinde daha fazla fayda sağlayacağı düşünüldüğü alternatif strateji sıralamasının  $A3 > A4 > A1 > A2$  olduğu gözlemlenmiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dijital dönüşümde lojistik stratejilerinin seçimi, şirketlerin genel olarak karşılaştıkları zorlu ve belirsiz bir süreçtir. Farklı stratejiler işletmeye farklı avantajlar sağlayabilir ve bazı maliyetlere de neden olabilir. Bu nedenle, doğru kararın analitik yöntemlerle değerlendirilmesi büyük önem taşır. Çalışmada ele alınan dijital dönüşümde lojistik stratejilerini seçme süreci, birçok farklı kriter ve strateji gerektirir. Aynı zamanda kesin olmayan değerlendirmeler de barındırdığından belirsizlikle daha iyi başa çıkabilecek ve daha geniş tanım uzayı sağlayabilecek ÇKKV yöntemlerinden KB-TOPSIS yaklaşımı ile lojistik strateji seçim süreci tamamlanmıştır.

Uzmanların değerlendirmelerine göre elde edilen sonuçlardan, "Yönetici ve Personel Yönetimi Stratejisi" en uygun strateji olarak belirlenmiştir. Bu stratejiyle, değişimi başlatan organizasyonlarda personele bağlılık kavramı ön planda tutulur, personele organizasyon açısından sorumluluk ve yetki verilerek kuruluşlar için güven inşa edilir. Yönetici ve personelin sürekli öğrenme ve gelişen teknolojiyi takip etmesi amaçlanır.

Literatürde yapılan çalışmalarda genellikle AHP ve entegre yaklaşımlarla problemler modellenmiş, gerçek uygulamada ise çalışmalar daha sınırlı kalmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada dijital dönüşümde lojistik stratejilerinin

seçimi ve gerçek uygulamayla ilk kez birlikte ele alınmıştır. Çalışma, KB-TOPSIS tekniği kullanılarak lojistikte dijital dönüşüm ve strateji seçimi için ilk kez gerçek bir vaka ile uygulanmasıyla literatürdeki boşluğu doldurması planlanmaktadır. Ayrıca, bu çalışmanın, kullanılan model açısından lojistik sektöründeki yöneticilere, konuyla ilgilenen araştırmacılara ve karar vericilere rehberlik etmesi öngörülmektedir.

Araştırma sürecinde karşılaşılan birtakım sınırlamalar bulunmaktadır. Örneğin, uzmanların değerlendirmeleri ve oluşabilecek sapmalar çalışmada dikkate alınmamıştır. Bu durumun etkisini ortadan kaldırmak ve gelecek çalışmalar için ya daha fazla uzmanın görüşünden faydalanmak gerekmekte ya da diğer ÇKKV yöntemlerinden KB-VIKOR yöntemi ile karşılaştırmalı analiz yapılması hedeflenmektedir. İlaveten, gelecekteki çalışmalar için bir diğer perspektif, kriterleri de dikkate almak olabilir. AHP tekniğini kullanarak hangi kriterin, alternatif sonuçları daha çok etkilediği de detaylı bir biçimde araştırılarak çok yönlü bir analiz gerçekleştirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Yazar; editöre, hakemlere ve çalışmanın uygulama aşamasında değerlendirmelerini sunan uzmanlara, çalışmaya sağladıkları değerli katkılar için teşekkürlerini sunar.

## KAYNAKLAR

- [1] Acar, C., Beskese, A., Temur, G. T. (2022), "Comparative Fuel Cell Sustainability Assessment with a Novel Approach", *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(1), pp. 575-594.
- [2] 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.
- [3] Askarbekova, M. (2019), "Lojistik Strateji Lojistik Entegrasyon ve Örgütsel Çevrenin Firma Rekabetçiliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ve Kırgızistan Örneği", Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Erzurum.
- [4] Ayyıldız, E., Taskin, A. (2022), "A Novel Spherical Fuzzy AHP-VIKOR Methodology to Determine Serving Petrol Station Selection During COVID-19 Lockdown: A Pilot Study

for İstanbul", *Socio-Economic Planning Sciences*, 83, pp. 101345.

[5] Balın, 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.

[6] Bilgiç, E., Türkmenoğlu M. A., Koçak, A. (2020). "Dijitalleşmenin Lojistik Yönetimi Bağlamında İncelenmesi", *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5(1), ss. 56-69.

[7] Buran, B., Erçek, M. (2022), "Public transportation Business Model Evaluation with Spherical and Intuitionistic Fuzzy AHP and Sensitivity Analysis", *Expert Systems with Applications*, 204 pp. 117519.

[8] Büyüközkan, G., Güler, M. (2019), "Strategy Selection for Digital Companies with AHP-VIKOR Techniques", *BEYDER*, 14:1, pp. 1-14.

[9] Dogan, O. (2021), "Process Mining Technology Selection with Spherical Fuzzy AHP and Sensitivity Analysis", *Expert Systems with Applications*, 178, 114999, pp. 1-9.

[10] Erdoğan, M., Kaya, İ., Karaşan, A., Çolak, M. (2021), "Evaluation of Autonomous Vehicle Driving Systems for Risk Assessment Based on Three-Dimensional Uncertain Linguistic Variables", *Applied Soft Computing*, pp.113.

[11] Erdogan, M., Ayyildiz, E. (2022), "Investigation of the Pharmaceutical Warehouse Locations under COVID-19 a Case Study for Duzce, Turkey", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 116, pp. 105389.

[12] Gül, S. (2021), "Spherical Fuzzy Version of EDAS and an Application", *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(3), pp. 376-389.

[13] Güler, M., Büyüközkan G. (2019), "Analysis of digital transformation strategies with an integrated fuzzy AHP-Axiomatic Design Methodology", *IFAC PapersOnLine*, 52-13, pp. 1186-1191.

[14] Kieu, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. T., Ho, T. P. (2021), "A Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process (SF-AHP) and Combined Compromise Solution (COCOSO) Algorithm in Distribution Center Location Selection: a Case Study in Agricultural Supply Chain", *Axioms*, 10(2), pp. 53.

[15] Kou, G., Yüksel, S., Dinçer, H. (2022), "Inventive Problem-Solving Map of Innovative Carbon Emission Strategies for Solar Energy-Based Transportation investment Projects", *Applied Energy*, 311, pp. 118680.

[16] Kutlu Gundogdu, F., Kahraman, C. (2019a), "Extension of WASPAS with Spherical Fuzzy Sets", *Informatica (Netherlands)*, 30(2), pp. 269-292.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.

[22] Liu, W., Wang, S., Dong, D., Wang, J. (2020), "Evaluation of the Intelligent Logistics Eco-Index: Evidence from China", *Journal of Cleaner Production*, 87, pp. 103295.

[23] 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, pp. 103988.

[24] Meng, Y., Zhou, R., Dinçer, H., Yüksel, S., Wang, C. (2021), "Analysis of Inventive Problem-Solving Capacities for Renewable Energy Storage Investments", *Energy Reports*, 7, pp. 4779-4791.

[25] Olugu, E. U., Mammedov, Y. D., Young, J. C. E., Yeap, P. S. (2021). "Integrating Spherical Fuzzy Delphi and TOPSIS Technique to Identify Indicators for Sustainable Maintenance Management in the Oil and Gas Industry", *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*.

[26] Özçelik, M., Akçay, V. H. (2019) "Bankacılık Sektöründe Dijitalleşmenin Kariyer Platosu ile İlişkisi", *Türk İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (22), ss. 150-163.

[27] Özdemir, A., Özgüner, M. (2018), "Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Etkileri: Lojistik 4.0.", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 6(4), ss. 39-47.

[28] Singer, H., Özşahin, Ş. (2021), "Prioritization of Laminate Flooring Selection Criteria from Experts' Perspectives: a Spherical Fuzzy AHP-Based Model", *Architectural Engineering and Design Management*.

[29] Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T. (2019), "Endüstri 4.0 Uygulaması İçin Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B- Theoretical Sciences, 7(1), ss. 13-28.

[30] Yeh, C.C. (2017), "Using A Hybrid Model to Evaluate Development Strategies for Digital Content, Technological and Economic Development of Economy, 23(6), pp. 795-809.

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

## Dr. Öğr. Üyesi Sezin GÜLERYÜZ



Sezin GÜLERYÜZ, Kadir Has Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Daha sonra Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'nde yüksek lisans eğitimini tamamlayarak, 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 Kümeler'dir. Araştırma çalışmaları, International Journal of Production Economics, Energy, International Journal of Computational Intelligence Systems, Computers & Industrial Engineering, International Journal of Fuzzy Systems, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, Expert Systems with Applications ve çok sayıda Türkçe dergide yayınlanmıştır.