



SOSYAL BİLİMLER ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

E-ISSN: 2564-680X (Online)

Yaz Sayısı / Summer Issue

Haziran / June 2024

Emine Elif NEBATİ (2024). "SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ: KÜRESEL BULANIK AHP TABANLI CODAS YAKLAŞIMI"
Emine Elif NEBATİ (2024). "SELECTION OF SUSTAINABLE SUPPLIER: SPHERICAL FUZZY AHP BASED CODAS APPROACH"

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi. Haziran, s.54-67. / Tokat Gaziosmanpaşa University The Journal of Social Sciences Research. Summer, p.54-67.

Alan (İşletme Araştırma) / Field (Business Administration Research)

Doi Numarası / Doi Number: 10.48145/gopsbad.1432809

Geliş Tarihi / Received: 06.02.2024

Kabul Tarihi / Accepted: 28.05.2024

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ: KÜRESEL BULANIK AHP TABANLI CODAS YAKLAŞIMI

Emine Elif NEBATİ¹¹İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

emine.nebati@izu.edu.tr,

ORCID: 0000-0002-3950-4279

Öz- İşletmeler, rekabette yarışabilmek için değişmek zorundadır. Teknolojinin hızlı değişimi, artan çevre ve iklim sorunları da bu değişimi hızlandırmıştır. Bu değişim sürecinde sadece karlılık değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik de büyük önem taşımaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde de güncel yaklaşımlardan biri sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimidir. Sürdürülebilirliği kapsamlı ve metodik bir yaklaşım olarak benimseyen araştırmacılara göre, sürdürülebilirliği tedarik zincirine bağlamak, operasyon yönetiminde hayati bir adımdır. Sürdürülebilir tedarik zinciri problemünde firmalar çalışacağı firmaları seçerken birden fazla kriteri göz önünde bulunduracağı için karmaşık bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, PVC ve Alüminyum makineleri sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçimi için ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç ana kriter ve 16 farklı alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), tedarikçilerin sıralanmasında Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme (CODAS) yöntemi tercih edilmiştir. Önerilen metodolojinin güvenilirliği için duyarlılık ve karşılaştırma analizi yapılmıştır. Bilindiği kadarıyla, önerilen metodolojinin alanda ilk kez olması sebebiyle, çalışmanın sektördeki karar vericilere ve yazına katkı sağlaması umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler- Sürdürülebilir Tedarik Zinciri, Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi, Küresel Bulanık AHP, CODAS.

SELECTION OF SUSTAINABLE SUPPLIER: SPHERICAL FUZZY AHP BASED CODAS APPROACH

Abstract – Businesses must change in order to compete in competition. The rapid change in technology, increasing environmental and climate problems have also accelerated this change. In this change process, not only profitability but also sustainability is of great importance. One of the current approaches in supply chain management is sustainable supply chain management. According to researchers who adopt sustainability as a comprehensive and methodical approach, linking sustainability to the supply chain is a vital step in operations management. In this study, three main criteria (economic, social and environmental) and 16 different sub-criteria were determined for sustainable supplier selection in the PVC and Aluminium Machinery sector. The Spherical Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) was used for weighting the criteria and the Combinative Distance-based Assessment (CODAS) method was preferred for ranking the suppliers. Sensitivity and comparison analyses were performed for the reliability of the proposed methodology. To the best of our knowledge, the proposed methodology is the first in the field and it is hoped that the study will contribute to the decision makers in the sector and the literature.

Keywords – Sustainable Supply Chain, Sustainable Supplier Selection, Spherical-Fuzzy AHP, CODAS.

GİRİŞ

Günümüzde hızla değişen teknoloji ve artan rekabet ortamında firmalar çeşitli inovasyonlar yaparak ayakta durmaya, yerini korumaya ve gelişimini sürdürmeye devam etmektedir. Rekabet ortamında üstünlük kuran firmaların başarılarında tedarik zinciri süreçlerinin tamamını etkin bir şekilde organize etmeleri yatmaktadır (Supçiller ve Deligöz, 2018). Tedarik zincirini kısaca tanımlamak gerekirse, gereken malzeme ve yarı mamulleri kimlerden ve ne kadar almamız gerektiğini simgeleyen bir durum olarak tanımlanabilir (Ghodsypour ve O'Brien, 2018). Başka bir deyişle tedarik zinciri, pazarlama, operasyon, yeni ürün geliştirme, finans, müşteri hizmetleri, dağıtım, gibi departmanları ve ayrıca müşteri talebini karşılamada doğrudan veya dolaylı rol oynayan süreçleri, akışları içerir (Chopra ve Meindl, 2001).

Dickson tarafından 1966 yılında tedarikçi seçimi ile alakalı yapılan ilk çalışmanın ardından birçok farklı başlıkta tedarikçi seçimi çalışmaları yapılmaya devam etmiştir. Son dönemlerde artan ekonomik krizler ve küresel salgınlar ile firmalar tedarikçi seçimine verdikleri önemi arttırmış ve bu anlamda sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamıştır. 1960'lı yıllarda sürdürülebilirlik kavramı, disiplinli bir kavram olarak tanımlanmasının yanı sıra dünyanın sonu olduğuna inanarak çevreyi korumayla da ilgili çalışmalar yapmıştır (Kopinina, 2017).

Sürdürülebilirlik, en temel haliyle kalıcı ve sürekli olabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayınlanan "Ortak Geleceğimiz" raporunda da küresel olarak kabul edilmiştir. Raporda sürdürülebilirlik kavramı, gelecek nesillerin ihtiyaç ve gereksinimlerine odaklanılarak tanımlanmaktadır (Holden vd. 2014). Elkington (1997), işletmeler için sürdürülebilirlik kavramını, mevcut eylemlerimizin gelecek nesilleri etkilemesi nedeniyle ekonomik, sosyal ve çevresel seçeneklerin kapsamını sınırlama ilkesi olarak açıklayarak, üçlü bir alt çizgi (TBL) sistemi olarak tanıttı. Başka bir deyişle, üçlü performans yaklaşımı, yönetim ve performans değerlendirmede ekonomik, çevresel ve sosyal performansın önemini vurgulamaktadır (Öztürk ve Özçelik, 2014).

Değişen ve gelişen dünya yapılanmasında artan rekabet ortamında firmaların sürdürülebilirliğini de sağlamak adına tedarik zincirinin ilk halkasından son halkasına kadar başarılı ve kusursuza yakın bir performans sergilemesi, pazarda ayakta kalmasına ve gelişmesine ortam hazırlamaktadır. Tüketicinin doğru ürünü doğru zamanda ve doğru yerde alabilmesi bir tür başarı simgesidir (Christopher and Towill, 2000). Başarılı bir tedarik zinciri yönetiminde firmalar, bu rekabet ortamında ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda rakiplerine üstünlük kurabilecek pozisyona gelmesinin yanı sıra sağlamış olduğu bu üstünlük ile de firmanın imajı ve pazar payında pozitif yönde bir gelişme

sağlamaktadır. Yöneticiler, bu yönelime yanıt olarak çevre yönetimini veya ürün ve hizmetlerinin sürdürülebilirliğini iyileştirmek için çeşitli girişimler geliştirdiler (Lin ve Sheu, 2011). Yeşil başlığı altında yer alan satın alma, çevresel kontrol sistemleri ve enerji tasarrufu gibi başlıklarla bilinçli ve duyarlı tüketicilerin sayısının fazlalığından firmalar çevresel rekabet üstünlüğünü de eline almaktadır. Tedarikçi seçiminde daha önce tanımlanmış kriterler genellikle fiyat rekabetine odaklanırken, yeşil uygulamalarda işletmelerin ürün, üretim, ekonomik karlılık ve sürdürülebilirliği sağlamak için ekolojik koşulları en önemli kriter olarak önceliklendirmesi gerekir (Denizhan vd. 2017). Bu bağlamda işletmeler, artık "çevre bilinci çağı" olarak adlandırılan bu çağın sunduğu bir hedef olan endüstriyel gelişmelerini tamamlarken çevreyi korumaya çalışmalıdırlar (Doğan, 2017). Yeşil Sürdürülebilirlik kapsamında çevreyi korumaya yönelik artan çalışmalar ve duyarlı tüketicilerin olması firma yetkilileri tarafından yeni politikaların da geliştirilmesine yol açmıştır. Sürdürülebilir olma amacı taşıyan işletmelerin tedarikçi seçiminde çevresel faaliyetlere de önem veren tedarikçileri seçmesi ile gerçekleşmektedir (Şişman, 2016). Bu noktada öne çıkan yeni bir kavram olan ve sürdürülebilirlikte büyük paya sahip olan Yeşil Tedarikçi Seçimi kavramında yeşil satın alma, ürün tasarımı, geri dönüştürülebilir atıklar ve tehlikeli madde kontrolü gibi kriterleri göz önünde bulunduran karar vericiler, kriterlerin ağırlıklarına göre bir sıralama yaparak en uygun alternatifini seçmektedir. Karar vericiler, seçimlerinin işletmelerinin kaynaklarını, sermayesini, nakit akışlarını, personelini ve diğer tüm yönlerini nasıl etkileyeceğini dikkate almalıdır (Çınar ve Uygun, 2019). Günümüzde tedarikçi seçimi popülerliğini korumakla birlikte geleneksel kriterlerin yerine enerji tüketimi, atık üretimi, iş sağlığı ve güvenliği gibi kavramlarla ilişkili faktörler tedarikçi seçimine eklenmeye başlanmıştır (Liao vd. 2016; Awasthi ve Kannan, 2016).

Bu çalışmanın amacı, bir üretim tesisinde tedarikçi seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar ve devamlılığı sağlamak adına uygun alternatif seçimlerini değerlendirmek üzerine bir karar modeli sunulmasıdır. Çalışmada, sürdürülebilirliğin üç önemli unsuru, ekonomi, sosyal ve çevre olmak üzere 3 ana kriter ve 16 alt kriter belirlenmiş ve 10 farklı tedarikçi firmaya göre değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın en önemli katkısı, günümüzde gündem olan ve gelecekte de uygulamaları artacak olan sürdürülebilirlik konusunda Küresel Bulanık AHP tabanlı CODAS yaklaşımı ile yazına katkı sunulmasıdır. Uluslararası literatürde, Küresel Bulanık AHP uygulamaları her ne kadar kullanılmış olsa da, ulusal literatürde yok denecek kadar azdır. Bunun yanı sıra, CODAS yöntemi de sıklıkla literatürde tercih edilmesine rağmen, bildiğimiz kadarıyla Küresel Bulanık AHP tabanlı CODAS yaklaşımının PVC ve Alüminyum Makineleri sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ilk kez önerilmesidir. Böylece hem yazına hem sektördeki karar vericilere fayda sağlayacağı umulmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde literatür araştırmasına, ikinci bölümünde kullanılan metotların teorik altyapısına, üçüncü

bölümde sürdürülebilir tedarikçi seçiminin uygulama adımlarına, son bölümde ise çalışma sonuçlarına ve önerilere yer verilmiştir.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Firmaların çalışmalarını sürdürürken rekabet ortamında ayakta kalabilmek adına faydalandıkları dış kaynaklarda devamlılığı sağlamaları büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu kapsamda en önemli kriterler arasında yer alan tedarikçi seçimi probleminde şirketlerin sürdürülebilirliğini sağlaması için göz önünde bulundurduğu bazı durumlar mevcuttur. Bu bölümde, sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve önerilen metodoloji ile ilgili literatürde öne çıkan çalışmalara yer verilmiştir.

Çetindere Filiz, (2023) yılındaki çalışmada sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kriterlerini AHP yöntemiyle tekstil sektörü için değerlendirmiştir. Kusi-Sarpong vd. (2023) çalışmalarında, sürdürülebilir tedarikçileri döngüsel ekonomi ve endüstri 4.0 kapsamında değerlendirmiş, Best-Worst Method (BWM) ve VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemleri kullanılmıştır Liaqat vd. (2022) çalışmalarında, sürdürülebilirlik kavramı ile alakalı olarak yapılan tedarikçi seçimi ve sipariş kaynağı tahsisi ile alakalı bir problem ele almıştır. Wei vd. (2022) çalışmalarında, orta ölçekli bir telekomünikasyon işletmesi için sürdürülebilir tedarikçi seçimini AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Mercan ve Çetin (2022) çalışmada, kimya sektörünün boya alt dalında yeşil tedarikçi seçimi yapmıştır. Analizde, Analitik Ağ Süreci (ANP), Grey Relational Analysis (GRA), Complex Proportional Assessment (COPRAS), MOORA-Oran Yöntemi, MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı yöntemleri kullanılmışlardır. Masoomi vd. (2022) çalışmalarında, kaynakların tüketimini azaltmak için yeşil tedarikçi seçimini BWM, COPRAS ve Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) yöntemleri ile değerlendirmiştir. Coşkun vd. (2022) çalışmalarında, ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri içeren sürdürülebilir tedarik zinciri performansını değerlendirmiştir. Özkan (2021) çalışmada sürdürülebilirlik çalışmalarının zararı azaltmaktan ziyade fayda sağlaması gerektiğinin önemine vurgu yapılarak çevresel, sosyal ve ekonomik kriterler altında model test etmek adına Kısmi En Küçük Kareler (PLS) yöntemi kullanılarak değerlendirmiştir. Fallahpour vd. (2021) çalışmalarında endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik kriterlerini bir arada değerlendirmek için kullanılan ÇKKV tekniklerinden Bulanık En İyi En Kötü Yöntemi (FBWM) ve FIS (Fuzzy Inference Systems) ile kapsamlı bir sürdürülebilirlik ve endüstri 4.0 kriterleri belirlenmiş, tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin bulanık ortamlar yerine ayrı ayrı değerlendirilmesinin daha uygun olacağı kararına varılmıştır. Ahat (2021) çalışmasında, Adaptive-Network Based Fuzzy Inference Systems (ANFIS) ve (YSA) metotları kullanarak sürdürülebilir tedarikçi seçimi yapmıştır. Ecer (2021) çalışmada, tedarikçi sürdürülebilirlik performansını ölçeklendirmek için çok kriterli bütünsel bir karar aracı tavsiye etmektedir. Önerilen model, bir otomobil

yedek parça firmasında üç sürdürülebilirlik boyutunu, on iki alt kriteri ve beş sürdürülebilir tedarikçiyi değerlendirmiş, Full Consistency Method (FUCOM) ve MAIRCA yöntemlerini kullanmıştır Acar ve Köylüoğlu (2020) çalışmada, bir inşaat firması için sürdürülebilir tedarikçi seçimini AHP ile analiz etmiştir. Çerçi (2020) çalışmada, sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarını hesaplamak için Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Fuzzy SWARA) yöntemi, en uygun tedarikçiyi bulmak için ise Fuzzy MOORA yöntemi tercih edilmiştir. Uçal Sarı vd. (2017) çalışmada, tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarını The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Su vd. (2016) çalışmada, sürdürülebilir tedarikçi seçimi için hiyerarşik gri-DEMATEL yöntemini kullanmıştır. Tayyar ve Arslan (2013) çalışmada, hazır giyim sektöründe dünyanın ileri gelen firmalarının dikim işlemlerini gerçekleştiren en iyi fason işlem yapan sürdürülebilir tedarikçisinin seçilmesi için AHP ve VIKOR teknikleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi probleminde yönelik önerilen metodoloji literatürüne Tablo 1 ve Tablo 2’de yer verilmiştir.

Yapılan literatür taraması sonucunda araştırmacıların sürdürülebilir tedarikçi seçimi probleminin çok amaçlı ve çok kriterli yapısını dikkate alarak ÇKKV yöntemlerine yöneldiği görülmüştür. İncelenen çalışmalarda sürdürülebilir tedarikçi seçiminde karar verme tekniklerinin sıklıkla tercih edildiği gözlenmiştir. Ayrıca, Tablo 1 ve Tablo 2’de görüldüğü üzere Küresel Bulanık AHP ve CODAS yöntemlerinin farklı uygulamaları görülmektedir. Bu durum önerilen metodolojinin yazındaki kabulünü ve güvenilirliğini desteklemektedir. Lakin, bütünsel Küresel Bulanık AHP ve CODAS metodolojisinin PVC ve Alüminyum Makineleri sektöründe uygulamasına rastlanmamıştır, bu durum çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymuştur. Sonuç olarak çalışmanın literatüre sağladığı katkılar şöyledir; PVC ve Alüminyum Makineleri sektöründe literatürde ilk defa bütünsel Küresel Bulanık AHP ve CODAS yöntemleri kullanılmıştır. İşletmeler için sürdürülebilirlik yaklaşımının önemi her geçen gün artmaktadır. Doğru tedarikçi seçim kararlarının verilmesi ile kurumlar rekabette söz sahibi olmaktadır. Bu bağlamda önerilen model ile sektördeki karar vericilere yol göstereceği umulmaktadır. Problem çözümünde duyarlılık ve karşılaştırmalı analizlerle çalışmanın güvenilirliği desteklenmiştir.

Tablo 1: Küresel-Bulanık AHP ile İlgili Çalışmalar

Referans	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Metot
Ayyıldız ve Taşkın (2022)	Covid-19 pandemisi esnasında petrol istasyonu yeri seçimi	Küresel-Bulanık AHP, VIKOR
Dazhamyar (2022)	15 çevresel faktörün ele alınarak OECD ülkelerindeki iş ortamlarının karşılaştırılması ve sıralanması	Gri İlişkisel Analiz (GIA), Küresel-Bulanık AHP
Menekşe ve Akdağ (2022)	Covid-19 pandemisinde hayatımıza giren uzaktan eğitim için uygun video konferans platformu seçimi	Küresel-Bulanık AHP, EDAS

Singer ve Özşahin (2022)	Özellik ve çeşitli faktörlerin ele alındığı laminant parke seçimi	Küresel-Bulanık AHP
Doğan (2017)	Çok kriterli karar verme teknikleri ile süreç analizi teknolojisi seçiminin değerlendirilmesi	Küresel-Bulanık AHP
Onar ve İbil (2021)	Tip-2 Diyabet hastalığı tedavisinde kullanılmak üzere en iyi ilaç kombinasyonun sağlanması	Küresel-Bulanık AHP
Kocakaya vd. (2021)	Türkiye’de yer alan havayolları için uygun uçak tipi seçimi	Küresel-Bulanık AHP, TOPSIS
Mürtezaoğlu (2021)	Afet ve acil durumlar için ideal hastane seçimi	Küresel-Bulanık AHP, TOPSIS
Serap (2021)	Elektrikli araçların performanslarının değerlendirilmesi ve en uygun seçimin yapıldığı bir vaka çalışması	Küresel-Bulanık AHP, Electre
Ayyıldız ve Gümüş (2020)	İstanbul’da gerçek bir vaka üzerinden değerlendirilen uygun petrol istasyonu lokasyonu seçimi	Küresel-Bulanık AHP, Küresel WASPAS
Gündoğdu ve Kahraman (2019)	Yenilenebilir enerji lokasyonu seçimi üzerine bir uygulama	Küresel-Bulanık AHP

Tablo 2: CODAS ile İlgili Yapılan Çalışmalar

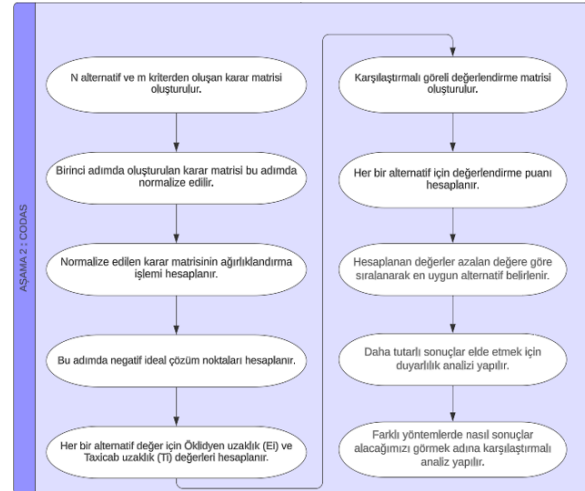
Referans	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Metot
Keleş ve Alaca (2023)	İşletmelerde kullanılabilir dijital pazarlama teknolojilerinin önem derecelerini belirlemek ve uygun alternatif seçmek.	PIV, CODAS
Arslan ve Ayvaz (2021)	ÇKKV teknikleri kullanarak emniyet personeli performansının değerlendirilmesi	AHP, CODAS
Çınaroğlu (2021)	Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinin yaşam kalitelerinin analiz edilmesi	CRITIC, CODAS, ROV
Ersoy (2021)	Yazılım ve danışmanlık alanında hizmet gösteren bir firma için en uygun personelin seçilmesi	ENTROPİ, EDAS, CODAS
Alioğulları ve Tüysüz (2020)	İstanbul ili üzerinden yapılan çalışmada en yüksek dış ticaret kârının belirlenmesi	EDAS, CODAS
Ulutaş (2020)	Harmanlanmış iki ÇKKV yöntemi ile en iyi kargo firması seçimi	SWARA, CODAS
Yüksekıldız (2020)	Türkiye’de yer alan kruvaziyer limanlarının performanslarının değerlendirilmesi	CODAS
Tuş ve Adalı (2018)	Belirlenen kriterlere göre Denizli ilinde yer alan bir tekstil firmasında personel performansının değerlendirilmesi	CODAS, PSI
Ayyıldız ve Yalçın (2018)	Ticari işletmeler için en önemli konular arasında yer alan lojistik sektörü için uygun şehirlerin belirlenmesi	ENTROPİ, CODAS
Badi vd. (2018)	En uygun tedarikçi seçimi	CODAS

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, sürdürülebilir tedarikçi seçim problemini Küresel Bulanık AHP tabanlı CODAS yöntemi ile değerlendirmiştir. Önerilen metodoloji ve akış şeması Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Bu bölümde, Küresel Bulanık AHP ve CODAS için teorik bilgilere yer verilmiştir.



Şekil 1: Küresel Bulanık AHP Yaklaşımı



Şekil 2: CODAS Yaklaşımı

Küresel-Bulanık AHP Yöntemi

Çok kriterli karar verme tekniklerinin yetersiz kaldığı ve daha fazla detay gerektiren durumlarda tercih edilmesi için bulanık yöntemler geliştirilmiştir. Küresel-Bulanık yöntemlerle kullanılan tekniklerden olan AHP yöntemi, kriterlerin belirlenmesinin ardından ikili matrislerin oluşturulması ile önem derecelerinin belirlenmesi olarak nitelendirilmektedir (Kocakaya vd.2021). Küresel-Bulanık AHP metodu içerisinde yer alan önem derecelerine ait değerler Tablo 3’te verilmiştir. AHP yöntemi, tek veya farklı tekniklerle entegre bir şekilde karmaşık problemleri çözmek için kullanılmasının yanı sıra (Emrouznejad ve Marra, 2017) küresel bulanık yöntemlerle daha net ve karmaşık

problemlerin çözümünde kullanılmıştır. Yazında çeşitli alanlarda uygulamaları mevcuttur (Gündoğdu ve Kahraman,2020) ;(Yang ve Chiclana, 2009) ;(Nebati vd.2023a),(Nebati vd.2023b); (Emrouznejad ve Marra, 2017);(Mathew vd.2020);(Akram ve Kahraman,2021).

Tablo 3: Küresel-Bulanık Önem Dereceleri

	Score Index (SI)	(u, v, π)
Kesinlikle Yüksek Önemli (KYÖ)	9	(0,9,0.1,0,0)
Çok Yüksek Önemli (ÇYÖ)	7	(0,8,0.2,0,1)
Yüksek Önemli (YÖ)	5	(0,7,0.3,0,2)
Biraz Yüksek Önemli (BYÖ)	3	(0,6,0.4,0,3)
Eşit Önemli (EÖ)	1	(0,5,0.4,0,4)
Biraz Düşük Önemli (BDÖ)	1/3	(0,4,0.6,0,3)
Düşük Önemli (DÖ)	1/5	(0,3,0.7,0,2)
Çok Düşük Önemli (ÇDÖ)	1/7	(0,2,0.8,0,1)
Kesinlikle Düşük Önemli (KDÖ)	1/9	(0,1,0.9,0,0)

Adım 1. Problemin Hiyerarşik Yapısının Tanımlanması: Yöntemin ilk adımı, kriterlerin belirlendiği ve açıklanmalarının yer aldığı aşamadır.

Adım 2. Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: Tablo 3'te verilen dilbilimsel terimlere dayanan küresel bulanık yargı matrislerini kullanarak ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturun, burada Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 puan endekslerini (SI) elde etmek için kullanılır (Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

KYÖ, ÇYÖ, YÖ, BYÖ ve EÖ için Eşitlik 1;

$$SI = \sqrt{100 \times ((u_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 - (v_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2)} \quad (1)$$

EÖ, BDÖ, DÖ, ÇDÖ VE KDÖ için Eşitlik 2;

$$SI^{-1} = 1 / \sqrt{100 \times ((u_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 - (v_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2)} \quad (2)$$

Adım 3. Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrislerinin Birleştirilmesi: Karar vericilerin cevapları ile oluşturulan cevaplar Eşitlik 3'te yer alan SWGM ile birleştirilir.

$$SWGM_w(\tilde{A}_{s1}, \tilde{A}_{s2}, \dots, \tilde{A}_{sn}) = \tilde{A}_{s1}^{w_1} + \tilde{A}_{s2}^{w_2} + \dots + \tilde{A}_{sn}^{w_n} \quad (3)$$

$$= \left\{ \left[\prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_{si}}^{w_i} \sqrt{1 - \prod_{i=1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}}, \prod_{i=1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - v_{\tilde{A}_{si}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i} \right] \right\}$$

Adım 4. Kriterlere Ait Küresel Bulanık Ağırlıkların Hesaplanması: Oluşturulan karar matrisindeki değerlere Eşitlik 4 uygulanarak ağırlıkları hesaplanır. Bu aşamada farklı olarak ağırlıkların ele alınmasından ötürü $w_i =$ ağırlık katsayısı yerine $n =$ kriter sayısı kullanılır.

$$SWAM_w \tilde{A}_{s1}, \tilde{A}_{s2}, \dots, \tilde{A}_{sn} = w_1 \tilde{A}_{s1} + w_2 \tilde{A}_{s2} + \dots + w_n \tilde{A}_{sn} \quad (4)$$

$$\left\{ \sqrt{1 - \prod_{i=1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}}, \prod_{i=1}^n v_{\tilde{A}_{si}}^{w_i}, \sqrt{\prod_{i=1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - u_{\tilde{A}_{si}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}} \right\}$$

CODAS Yöntemi

CODAS (Combinable Distance-Based Assessment Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme) adlı bir yöntem, Keshavarz Ghorabae ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (Ghorabae vd.2016). CODAS yaklaşımı, farklı

seçeneklerin birbirine göre ne kadar tercih edilebilir olduğunu değerlendirmek için Öklid (Euclidean) ve Taksicab (Taxicab) mesafelerini kullanır. Yaklaşım, verimsiz ideal yanıtın en uzak seçeneği seçmeye odaklanır. Öklid uzaklığı bu amaçla kullanılan ilk uzaklıktır. Uygulama adımları sırasıyla (Ghorabae vd.2016);

Adım 1. Karar Verme Matrisinin Oluşturulması: Karar vericiler tarafından oluşturulan ve n tane alternatif, m tane kriterden oluşan matristir.

$$x = [x_{ij}]_{nm} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adım 2. Normalize Karar Matrisi Oluşturulması: Oluşturulan karar matrisi, eşitlik 6 yardımıyla normalize edilir. N_b faydayı temsil ederken N_c ise maliyeti temsil etmektedir.

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & j \in N_b \text{ ise,} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & j \in N_c \text{ ise,} \end{cases} \quad (6)$$

Adım 3. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması: Kriter ağırlıklarının (w_j) belirlenmesinin ardından normalize karar matrisinde yer alan değerler ile çarpılması ile elde edilen sonuçlardır.

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (7)$$

Adım 4. Negatif İdeal Çözümün Belirlenmesi: Bu aşamada ağırlıklandırılmış karar matrisinde yer alan her sütundaki en küçük değer ele alınır.

$$ns = [ns_j]_{1 \times m} \quad (8)$$

$$ns_j = \min_i r_{ij} \quad (9)$$

Adım 5. Öklid ve Taxicab Uzaklıklarının Hesaplanması: Eşitlik 10 ve 11 yardımıyla her bir alternatifin negatif ideal çözüme olan Öklid ve Taxicab yakınlıkları hesaplanır.

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2} \quad (10)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j| \quad (11)$$

Adım 6. Göreceli Değerlendirme Matrisinin (Ra) Oluşturulması: Öklid ve taxicab uzaklıkları ele alınarak hesaplanan matriste eşitlik 12 ve 13 ile sağlanır.

$$R\alpha = [h_{ik}]_{n \times n} \quad (12)$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) \quad (12)$$

$$\psi(x) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } |x| \geq \tau \\ 0, & \text{eğer } |x| < \tau \end{cases} \quad (13)$$

Adım 7. Değerlendirme Puanının Hesaplanması: Eşitlik 14 kullanılarak alternatiflerin değerlendirme puanları hesaplanır.

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik} \quad (14)$$

Adım 8. Değerlendirme Puanlarının Azalan Değere Göre Sıralanması: Seçenekler, derecelendirme puanlarına göre en yüksekten en düşüğe doğru sıralanır (H_i). Bu sıralama, en yüksek puana sahip seçeneğin tüm seçenekler arasında en iyi seçenek olduğunu söylüyor.

UYGULAMA

Çalışmada İstanbul'da yer alan ve yüksek teknoloji içeren otomasyon hatlar ile PVC ve Alüminyum Makineleri sektöründe üretim yapan bir firma için sürdürülebilir

tedarikçi seçimi yapılmıştır. Çalışmada, Ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç ana kriter ve 16 alt kriter belirlenmiştir. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi 3 temel boyutu inceler. Bu boyutlar ekonomik, çevresel ve sosyal dir. Ekonomik unsurlar toplam maliyete, toplam gelire, verimliliğe, yatırımın geri dönüşüne ve etkinliğe odaklanır. Çevresel bileşen, çevre dostu ürünler, çevre dostu paketleme, çevre dostu satın alma, geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, atık yönetimi, çevresel yasal gerekliliklere bağlılık, çevre dostu lojistik ve yalın üretimi vurgulamaktadır. Sosyal unsur, sosyal sorumluluk ve insan ilişkileri çalışmasına dayanmaktadır. Çalışma koşullarının (mesleki olanaklar, sosyal haklar) ve çalışma ortamının ergonomik olarak düzenlenmesini, iş kazası oranlarının azaltılmasını, tedarikçi seçimini, sağlık ve yasal yükümlülüklerle uyumu içerir. Önerilen modele ait hiyerarşik yapı Ek Tablo A.1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere belirlenen kriterler ve kriter açıklamaları ise, Tablo 4’te yer almaktadır. Kriterler, literatürdeki çalışmalardan faydalanılarak hazırlanmış olup çalışmalardan bazıları Ek Tablo A.2’de paylaşılmıştır.

Tablo 4: Kriterler Açıklamaları

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Açıklaması
Ekonomik Kriterler	Kalite Güvence (E1)	Tedarikçinin firma beklentisini karşılama düzeyidir. (Ayyıldız ve Taskin, 2022)
	Ürün Maliyeti (E2)	Tedarikçilerin belirli bir standart ürün için sunduğu fiyatlandırmadaki avantaj derecesidir. (Ayyıldız ve Taskin, 2022)
	Lojistik Maliyeti (E3)	Ürünün fabrikadan dağıtım tesisine taşınmasının bedelidir. (Mercan,2020)
	Zamanında ve Doğru Ürün Teslimatı (E4)	Aynı standart ürün için satıcılar tarafından sunulan teslimat sürelerindeki fark. (Ayyıldız ve Taskin, 2022)
	Teknolojik Yeterlilik (E)	Tedarikçilerin talepleri karşılama kullandıkları teknoloji. Ar-Ge kullanma becerisi. (Şişman,2016)
Sosyal Kriterler	Standartlara Uygunluk (S1)	Firmanın sattığı ürün ve mamul hakkında almış olduğu geri dönüşlerin önemli olduğu ve bu noktada iyi olan şirketlerin büyümede payının olması, müşteriler ve hizmet sağlayıcılar açısından önemli bir yere sahiptir. (Luthra vd.2017)
	Müşteri Hizmetleri (S2)	Müşteri ilişkileri yönetimi kapsamında, ürün hizmet sistemleri, komple hizmet sözleşmeleri ve operatör sözleşmeleri gibi hizmetler, müşterilere tüm ürün yaşam döngüsü boyunca destek alma şansı verir. (Doğan,2017)
	Satış Sonrası Hizmetler (S3)	Ürünün kullanımı boyunca kurulum, onarım ve garanti hizmetleri sunulmaktadır. (Çerçi,2020)
	Personel İlişkileri (S4)	Ekip içi koordinasyonu sağlamak adına birleştirici bir role sahip olma, iletişimi sağlama. (Aksakal ve Dağdeviren,2010)

	Sosyal Sorumluluk (S5)	Topluluk girişimleri ve eğitim kurumları için hibeler, katkılar ve destek. (Mercan,2020)
	Paydaşlarla İlişkiler (S6)	Müşteriler, tedarikçiler veya distribütörlerle ilişkilerde davranış kurallarının varlığı. (Mercan ve Çetin,2022)
Çevresel Kriterler	Atık Yönetim Sistemi (Ç1)	Tehlikeli maddelerin ve yıllık katı atıkların düzenli depolama bertarafı. (Mercan,2020)
	Enerji Tüketimi ve Dönüşümü (Ç2)	Enerji tüketim miktarı. (Mercan,2020)
	Çevresel Yönetim Sistemi (Ç3)	Bir tedarikçinin çevre politikalarını incelemek, desteklemek ve onaylamaktan oluşur. (Mercan,2020)
	Uygunluk Kalitesi/Sertifikası (Ç4)	ISO 14001 belgesi gibi çevre sertifikalarına katılmak. (Tseng vd.2019)
	Tehlikeli Madde Yönetimi (Ç5)	Tehlikeli maddelerin ve kimyasalların işlenmesine ilişkin minimum düzenleyici kriterlere bağlılık. (Mercan,2020)

Küresel-Bulanık AHP Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Adım 1: Problemin Hiyerarşik Yapısının Tanımlanması: Önerilen model kapsamında, Şekil 6’da görüldüğü üzere, 3 ana kriter ve 16 alt kriter belirlenmiştir.

Adım 2: Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: Karar vericiler tarafından Tablo 3’te yer alan dilsel terimler göz önünde bulundurularak ikili karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 5’te ana kriterler için paylaşılmıştır. Aynı matrisler her ana kriter özelinde de oluşturulmuştur.

Tablo 5: Karar Verici 1-5 İçin Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi

KV-1	E			S			Ç		
E	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3
S	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1
Ç	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4
KV-2	E			S			Ç		
E	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4
S	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1
Ç	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4
KV-3	E			S			Ç		
E	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3
S	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1
Ç	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4
KV-4	E			S			Ç		
E	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
S	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3
Ç	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
KV-5	E			S			Ç		
E	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,5	0,4	0,4
S	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1
Ç	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4

Adım 3: Küresel Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisinin Birleştirilmesi: Karar vericiler tarafından yapılan anketler sonucunda Tablo 3'te yer alan küresel-bulanık değerler ele alınarak ikili karar matrisleri birleştirilmiş ve Tablo 6-9 paylaşılmıştır.

Tablo 6: Ana Kriterler için Birleştirilmiş Matris

	E			S			Ç		
E	0,50	0,40	0,40	0,75	0,22	0,00	0,54	0,40	0,36
S	0,22	0,75	0,00	0,50	0,40	0,40	0,23	0,76	0,12
Ç	0,46	0,47	0,36	0,76	0,23	0,12	0,50	0,40	0,40

Tablo 7: Ekonomik Kriterler için Birleştirilmiş Matris

	E1			E2			E3		
E1	0,5	0,4	0,4	0,55	0,38	0,33	0,64	0,36	0,26
E2	0,43	0,49	0,33	0,5	0,4	0,4	0,59	0,39	0,26
E3	0,36	0,64	0,26	0,39	0,59	0,26	0,5	0,4	0,4
E4	0,5	0,4	0,4	0,48	0,43	0,38	0,53	0,43	0,32
E5	0,39	0,57	0,29	0,38	0,62	0,28	0,44	0,51	0,29
	E4			E5					
E1	0,5	0,4	0,4	0,6	0,38	0,29			
E2	0,52	0,4	0,38	0,62	0,38	0,28			
E3	0,45	0,51	0,32	0,56	0,4	0,34			
E4	0,5	0,4	0,4	0,64	0,36	0,26			
E5	0,36	0,64	0,26	0,5	0,4	0,4			

Tablo 8: Sosyal Kriterler için Birleştirilmiş Matris

	S1			S2			S3		
S1	0,5	0,4	0,4	0,62	0,36	0,27	0,58	0,4	0,32
S2	0,37	0,59	0,27	0,5	0,4	0,4	0,46	0,47	0,36
S3	0,44	0,51	0,34	0,54	0,4	0,36	0,5	0,4	0,4
S4	0,42	0,55	0,32	0,49	0,44	0,31	0,44	0,51	0,34
S5	0,37	0,59	0,27	0,41	0,5	0,27	0,38	0,62	0,28
S6	0,46	0,47	0,36	0,46	0,47	0,36	0,44	0,51	0,34
	S4			S5			S6		
S1	0,58	0,4	0,32	0,62	0,36	0,27	0,54	0,4	0,36
S2	0,49	0,45	0,31	0,54	0,38	0,27	0,54	0,4	0,36
S3	0,56	0,4	0,34	0,62	0,38	0,28	0,56	0,4	0,34
S4	0,5	0,4	0,4	0,57	0,39	0,27	0,5	0,4	0,4
S5	0,4	0,54	0,27	0,5	0,4	0,4	0,42	0,54	0,26
S6	0,5	0,4	0,4	0,54	0,42	0,26	0,5	0,4	0,4

Tablo 9: Çevresel Kriterler için Birleştirilmiş Matris

	Ç1			Ç2			Ç3		
Ç1	0,5	0,4	0,4	0,48	0,43	0,38	0,44	0,51	0,34
Ç2	0,52	0,4	0,38	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
Ç3	0,56	0,4	0,34	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4
Ç4	0,62	0,38	0,28	0,56	0,4	0,31	0,53	0,43	0,32
Ç5	0,5	0,4	0,4	0,48	0,43	0,38	0,5	0,43	0,36
	Ç4			Ç5					
Ç1	0,38	0,62	0,28	0,5	0,4	0,4			
Ç2	0,44	0,51	0,34	0,52	0,4	0,38			
Ç3	0,45	0,51	0,32	0,5	0,43	0,36			
Ç4	0,5	0,4	0,4	0,58	0,4	0,32			
Ç5	0,42	0,55	0,32	0,5	0,4	0,4			

Adım 4: Kriterlere Ait Küresel Bulanık Ağırlıkların Hesaplanması: Son adımda, Eşitlik 4'te verilen SWAM operatörünü kullanarak kriterlerin küresel bulanık ağırlıklarını belirlenmiştir. Ardından Eşitlik 4'te verilen değerlere göre ağırlıklar berraklaştırılır ve sonrasında her bir kriterin yerel ağırlığının belirlenmesi için değerler, sütun toplam değerine bölünerek elde edilmiştir. Sonrasında, her bir alt kritere ait olan yerel ağırlıklar, ait olduğu ana kritere ait yerel ağırlıklar ile çarpılarak global ağırlıkları elde edilmiştir.

Tablo 10.: Kriterlere Ait Ağırlıklar

	Küresel-Bulanık Ağırlıklar	Berraklaştırılmış Ağırlıklar	Normalize Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
Ana Kriterler				
E	0,62, 0,35, 0,31	17,028	0,399	
S	0,35, 0,68, 0,25	9,191	0,215	
Ç	0,61, 0,38, 0,32	16,496	0,386	
Ekonomik Alt Kriterleri				
E1	0,69, 0,48, 0,43	18,312	0,223	0,089
E2	0,66, 0,52, 0,42	17,608	0,214	0,085
E3	0,57, 0,64, 0,40	15,114	0,184	0,073
E4	0,66, 0,51, 0,45	17,345	0,211	0,084
E5	0,52, 0,68, 0,39	13,724	0,167	0,067
Sosyal Alt Kriterleri				
S1	0,74, 0,53, 0,45	19,918	0,191	0,041
S2	0,65, 0,61, 0,46	17,098	0,164	0,035
S3	0,71, 0,56, 0,47	18,732	0,179	0,038
S4	0,65, 0,61, 0,47	17,041	0,163	0,035
S5	0,56, 0,71, 0,41	14,873	0,142	0,031
S6	0,64, 0,60, 0,49	16,782	0,161	0,035
Çevresel Alt Kriterleri				
Ç1	0,57, 0,60, 0,46	14,865	0,183	0,071
Ç2	0,64, 0,53, 0,46	16,78	0,207	0,080
Ç3	0,60, 0,59, 0,44	15,807	0,195	0,075
Ç4	0,68, 0,51, 0,42	18,344	0,226	0,087
Ç5	0,59, 0,56, 0,47	15,382	0,189	0,073

Analiz bulgularına göre, göre en önemliden en az önemli ana kriter sıralaması; Ekonomik, Çevresel, Sosyal. Ekonomik kriterinin en önemli alt kriteri Kalite Güvence iken en az önemli alt kriteri Teknolojik Yeterliliklerdir. Çevresel kriterinin en önemli alt kriteri Uygunluk Kalitesi Sertifikası iken en az önemli alt kriteri Atık Yönetimi Sistemidir. Sosyal kriterinin en önemli alt kriteri Standartlara Uygunluk iken en az önemli alt kriteri Sosyal Sorumluluktur. Yapılan çalışmalardan da elde edilen bulgulara göre müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla planlı ve sistematik ilerlemesi, farklı bölümlerin ilişkilerinin düzenlenmesi, görevlendirilmesi,

yetkilendirilmesi ve sorumluluk paylaşımı yapılması göz önüne alındığından en önemli alt kriter Kalite Güvence olarak belirlenmiştir. Tedarikçi seçiminde çok farklı yöntemlerle araştırmalar yapılsa da fiyat ve kalite en önemli faktörler olarak ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi olarak tedarikçi firmaların kaliteli ürünleri düşük maliyetlerle elde ederek müşteri memnuniyeti sağlamanın yanı sıra kar etme fırsatı elde etmeleri olarak belirtilebilir.

CODAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Adım 1. Karar Verme Matrisinin Oluşturulması: Firmada yer alan Satın Alma, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Üretim Planlama departmanlarında çalışan 5 farklı karar verici tarafından belirlenen değerlendirmelere göre 10 alternatif ve 16 alt kriter için karar matrisi oluşturulmuştur. Tablo 11'de karar matrisi verilmiştir.

Tablo 11: Karar Matrisi

	Fayda	Maliyet	Maliyet	Fayda
	Kalite Güvence	Ürün Maliyeti	Lojistik Maliyeti	Zamanında ve Doğru Teslimat
Tedarikçi 1	5	3,4	3,6	3
Tedarikçi 2	4,8	3,4	3,2	3
Tedarikçi 3	3,6	3,2	3,2	3
Tedarikçi 4	4,8	4,2	3,6	4
Tedarikçi 5	3,6	4	3,2	3,4
Tedarikçi 6	5	4	3,4	2,8
Tedarikçi 7	3	3,4	3,2	3,4
Tedarikçi 8	4,4	3,8	3,6	3,4
Tedarikçi 9	3	4	3,2	3,2
Tedarikçi 10	3	3,2	2,8	2,4
	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda
	Teknolojik Yeterlilik	Standartlara Uygunluk	Müşteri Hizmetleri	Satış Sonrası Hizmetler
Tedarikçi 1	5	4,4	4,2	3,8
Tedarikçi 2	4,6	4,4	4,4	3,8
Tedarikçi 3	4,4	4	3,4	3,6
Tedarikçi 4	4,8	4	3,8	4
Tedarikçi 5	4,2	4	3,8	3,8
Tedarikçi 6	4,6	4,6	5	4,4
Tedarikçi 7	3,6	3,4	3,2	3,8
Tedarikçi 8	4,2	4,4	3,8	4
Tedarikçi 9	2,8	2,8	3,4	3,6
Tedarikçi 10	3,6	3,6	2,8	3,4

	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda
	Personel İlişkileri	Sosyal Sorumluluk	Paydaşlarla İlişkiler	Atık Yönetim Sistemi
Tedarikçi 1	3,4	3,4	4,2	4,2
Tedarikçi 2	3,8	3,8	4,4	4,4
Tedarikçi 3	3,4	3,8	3,6	4
Tedarikçi 4	3,2	3,4	4	3,8
Tedarikçi 5	3,6	3,2	4,2	3,8
Tedarikçi 6	4	4	4,6	4,4
Tedarikçi 7	3,4	3,2	3,4	4
Tedarikçi 8	3,2	3,6	4	3,6
Tedarikçi 9	2,4	2,8	3,6	3,8
Tedarikçi 10	2,6	2,4	2,6	3,8
	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda
	Enerji Tüketimi ve Dönüşümü	Çevresel Yönetim Sistemi	Uygunluk Kalitesi/Sertifikası	Tehlikeli Madde Yönetimi
Tedarikçi 1	4,6	4,6	4,6	4
Tedarikçi 2	4,6	4,6	4,6	4,2
Tedarikçi 3	4	4,4	4,4	4,2
Tedarikçi 4	4,2	4,2	4,2	3,8
Tedarikçi 5	4	4,2	4,2	3,8
Tedarikçi 6	4,4	4,8	5	4,8
Tedarikçi 7	3,6	3,2	3,2	4
Tedarikçi 8	4	4	4,2	3,8
Tedarikçi 9	3,9	3,2	3,2	3,6
Tedarikçi 10	4	3,2	3,2	3,6

Adım 2-3: Eşitlik 6 ve Eşitlik 7 kullanılarak öncelikle karar matrisi normalize edilmiş, ardından ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 12'de verilmiştir.

Adım 4-5-6: Eşitlik 8 ve eşitlik 9 negatif ideal değerleri hesaplanmış, Negatif ideal çözümleri ve eşitlik 10 ve eşitlik 11 kullanılarak öklid ve taxicab değerleri hesaplanmış ardından da, eşitlik 12 ve eşitlik 13'ten faydalanılarak göreceli değerlendirme matrisi elde edilmiştir.

Adım 7-8: Son adımda ise, değerlendirme puanları hesaplanmış ve puanlar azalan değere göre sıralanmıştır. Değerlendirme puanları ve tedarikçi sıralamaları Tablo 12'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, en uygun seçimin Tedarikçi 6 olduğu belirlenirken alternatifler arasında en zayıf performansa sahip Tedarikçi 1 olarak gözlenmiştir.

Tablo 12: Alternatif Tedarikçilerin Sıralama Dereceleri ve Puanları

Tedarikçi	Değerlendirme Puanları	Sıralama
Tedarikçi 1	-6,851	10
Tedarikçi 2	-6,722	9
Tedarikçi 3	5,120	5
Tedarikçi 4	6,828	2
Tedarikçi 5	6,482	4
Tedarikçi 6	12,248	1
Tedarikçi 7	3,532	7
Tedarikçi 8	6,559	3
Tedarikçi 9	3,835	6
Tedarikçi 10	2,024	8

Tedarikçi 7	7	7	7	7
Tedarikçi 8	3	3	3	3
Tedarikçi 9	6	6	6	6
Tedarikçi10	8	8	8	8

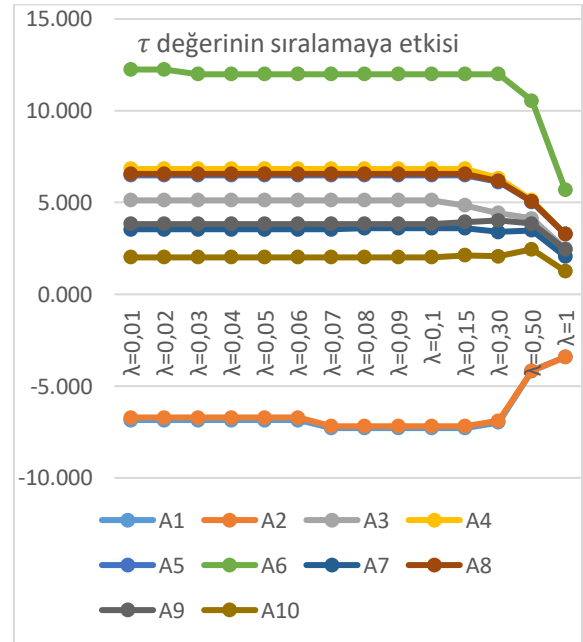
Tablo 13'te görüldüğü gibi sıralama sonuçları tekrar değerlendirildiğinde, farklı τ değerlerine göre sıralamada herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Şekil 3, duyarlılık analizi sonuçlarını görselleştirerek daha net bir şekilde göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi, Tedarikçi 6'nın değişiklikten bağımsız olarak en iyi sürdürülebilir tedarikçi olarak görülmektedir.

Duyarlılık Analizi

Çalışmada elde edilen sonuçların tutarlılığını gözlemlemek için duyarlılık analizi yapılmıştır. CODAS yönteminde kullanılan τ parametresinin değişime olan etkisini ölçmek amacıyla 0.01 ve 1.00 değerleri arasında yer alan 14 farklı değer verilerek tekrar analiz yapılmış olup değerlendirme sonuçları Tablo 13'te belirtilmiştir.

Tablo 13. Farklı Değerlere Göre Performans Sıralaması

Alternatifler	$\lambda=0,01$	$\lambda=0,02$	$\lambda=0,03$	$\lambda=0,04$	$\lambda=0,05$
Tedarikçi 1	10	10	10	10	10
Tedarikçi 2	9	9	9	9	9
Tedarikçi 3	5	5	5	5	5
Tedarikçi 4	2	2	2	2	2
Tedarikçi 5	4	4	4	4	4
Tedarikçi 6	1	1	1	1	1
Tedarikçi 7	7	7	7	7	7
Tedarikçi 8	3	3	3	3	3
Tedarikçi 9	6	6	6	6	6
Tedarikçi10	8	8	8	8	8
Alternatifler	$\lambda=0,06$	$\lambda=0,07$	$\lambda=0,07$	$\lambda=0,08$	$\lambda=0,09$
Tedarikçi 1	10	10	10	10	10
Tedarikçi 2	9	9	9	9	9
Tedarikçi 3	5	5	5	5	5
Tedarikçi 4	2	2	2	2	2
Tedarikçi 5	4	4	4	4	4
Tedarikçi 6	1	1	1	1	1
Tedarikçi 7	7	7	7	7	7
Tedarikçi 8	3	3	3	3	3
Tedarikçi 9	6	6	6	6	6
Tedarikçi10	8	8	8	8	8
Alternatifler	$\lambda=0,1$	$\lambda=0,15$	$\lambda=0,30$	$\lambda=0,50$	
Tedarikçi 1	10	10	10	10	
Tedarikçi 2	9	9	9	9	
Tedarikçi 3	5	5	5	5	
Tedarikçi 4	2	2	2	2	
Tedarikçi 5	4	4	4	4	
Tedarikçi 6	1	1	1	1	



Şekil 3: Farklı Değerlere Göre Performans Sıralamasının Görsel Gösterimi

Karşılaştırmalı Analiz

Bu bölümde, önerilen Küresel Bulanık AHP tabanlı CODAS modelinin etkinliğini ve sağlamlığını doğrulamak için karşılaştırmalı analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, sıralama yönteminin alternatiflerin puanları üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak için CODAS yöntemi, EDAS, MABAC, WASPAS yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Tablo 14'te gösterildiği gibi, sıralama sonuçları değerlendirildiğinde, tüm sonuç sıralamalarında Tedarikçi 6 ilk sırada yer almaktadır. Sonraki tedarikçiler için EDAS, MABAC ve WASPAS yaklaşımlarında farklılar olmakla beraber çok fazla sapma görülmemektedir.

Tablo 14. Sürdürülebilir Tedarikçiler İçin Alternatiflerin Kıyaslanması

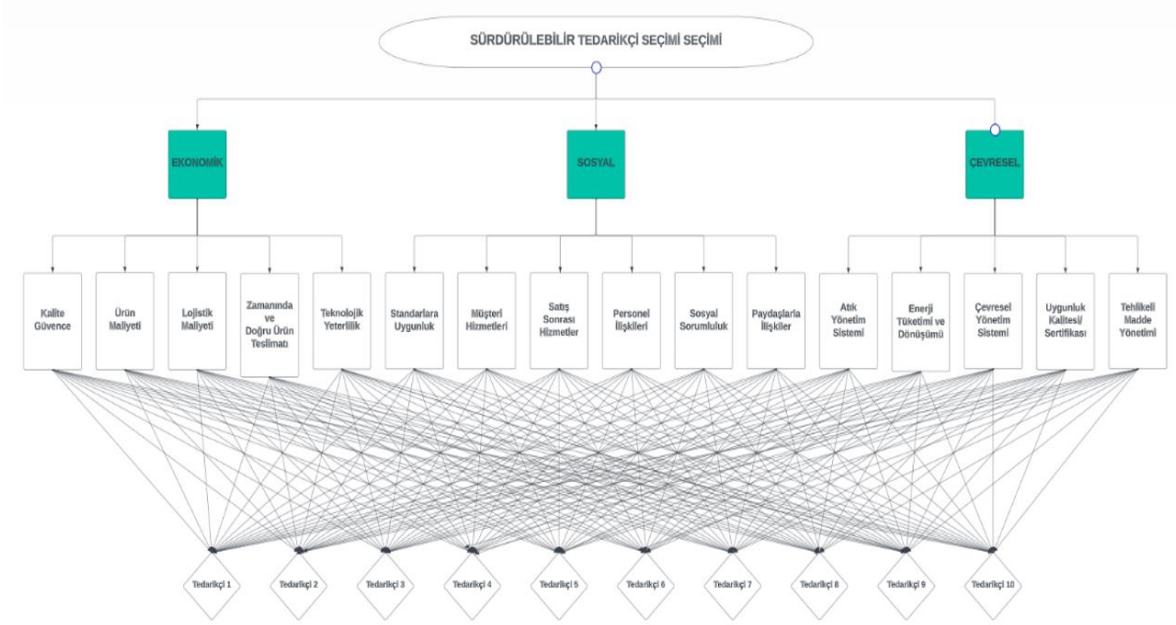
	CODAS	EDAS	MABAC	WASPAS
Alternatifler	Sıralama	Sıralama	Sıralama	Sıralama
Tedarikçi 1	10	2	2	3
Tedarikçi 2	9	3	3	2
Tedarikçi 3	5	7	7	5
Tedarikçi 4	2	4	4	4
Tedarikçi 5	4	6	6	7
Tedarikçi 6	1	1	1	1
Tedarikçi 7	7	8	8	8
Tedarikçi 8	3	5	5	6
Tedarikçi 9	6	9	9	10
Tedarikçi 10	8	10	10	9

SONUÇ

Değişen dünya şartları ve artan rekabet piyasasında şirketler ayakta kalmak adına çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Yeni düzende şirketler kârın yanı sıra toplumsal çıkarları da gözeterek faaliyetlerine devam etmenin yollarını aramaktadır (Ahat,2021). Bu çalışmada, son dönemde birçok kurum tarafından önemi artan ve değerli bir kavram haline gelen sürdürülebilir tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili kriterler değerlendirilmiş olup, sonuçlar paylaşılmıştır. Sürdürülebilir tedarikçi seçiminde 3E olarak isimlendirilen ve sürdürülebilirlik kriterleri olarak öne çıkan ekonomik, sosyal ve çevresel ana kriterleri ile 16 alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin önceliklendirilmesinde, belirsizliği gidermek için küresel bulanık küme tercih edilirken, sonuçlar duyarlılık ve karşılaştırma analizleri ile güvenilirlikleri ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın ilk adımında kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış olup her bir kriter için normalize ve global ağırlıklar belirlenerek sıralanmıştır. Devam eden işlemlerde belirlenen kriter ağırlıklarından faydalanarak CODAS yöntemiyle tedarikçilere ait değerlendirme puanları hesaplanarak sıralama yapılmıştır. Çalışmanın diğer adımlarında sonuçların tutarlılığını gözlemlemek adına duyarlılık analizi yapılmış, farklı metotlarda tedarikçi sıralamasının nasıl etkilendiğini gözlemlemek amacıyla da karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Tedarikçi seçimi problemlerinde genellikle firmaların kâr odaklı ilerlemelerinden kaynaklı olarak ekonomik kriteri en önemli unsur olarak öne çıkarken son zamanlarda artan çevresel sorunlar ve iklim problemleri ile çevresel faktörler ile arasında az bir fark ortaya çıkmıştır. Sosyal kriteri ise, en az önemli ana kriterdir. Ana kriterler özelinde bir değerlendirme yapıldığında ekonomik kriterinin en önemli

kriter olmasını sağlayan alt kriter Kalite Güvence olarak öne çıkarken en az önemli kriter Teknolojik Yeterlilik olmuştur. Çevresel kriterlerde Uygunluk Kalitesi/Sertifikası önemli bir paya sahip olurken en az önemli olan alt kriter Atık Yönetim Sistemleri olmuştur. Çalışmada en az önemli ana kriter olan Sosyal Kriterinin alt kriterlerinden Standartlara Uygunluk en önemli kriter olurken Sosyal Sorumluluk en az önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bir ürün veya hizmet tasarlandığında, üretildiğinde, dağıtıldığında ve kullanıldığında kaliteye önem veren, müşteri memnuniyetini önemseyen ve fiyatın ucuzluğu gibi kriterleri arkaya atan firmalar tedarikçilerini bu doğrultuda seçmeye özen gösterirler ve en önemli seçim kriterini Kalite Güvence olarak ele alırlar. Tedarikçi sıralamalarında ise kriterlere göre yapılan değerlendirme sisteminin birçoğunda üst sıralarda yer alan Tedarikçi-6'nın en iyi alternatif olduğu gözlenmiştir. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi, işletmelerin sürdürülebilir operasyonlarının yalnızca bir parçasını oluşturur. Sürdürülebilir bir iş yaklaşımı benimsemeyen veya benimsemekte tereddüt eden bir şirketin sürdürülebilir bir tedarikçiyi seçmesi beklenemez. Bu nedenle, daha yaşanabilir bir gezegen ve gelecek nesiller için "sürdürülebilir" bilincin oluşturulması, sektördeki en ileri yöntemleri kullanan dev şirketlerden küçük ve orta ölçekli işletmelere kadar tüm aktörler için çok önemlidir. Gelecekteki çalışmalar için, şirketler tedarikçilerle yakın ilişkiler kurarak, ortak sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kriterlerin kapsamını genişletebilir. Belirsizliğin olduğu bu ortamda alternatif sıralamaları da bulanık kümeler ile çözümlenebilir. Farklı metodolojiler kullanılarak, araştırma sonuçları karşılaştırılabilir.

EKLER



Şekil A.1. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi Problemi için Hiyerarşik Yapı

Tablo A.2. Kriterlere Ait Yapılan Çalışmalar

Kriterler/Alt Kriterler	İncelenen Çalışmalar																
	Özçelik, Öztürk 2014	Doğan 2017	Ektesaby, 2018	Çizmeciöğlu, 2019	Memari, ve diğerleri, 2019	Albayrak, Alkan, 2020	Balıbaşı, 2020	Çerçi, 2020	Stević, Pamucar vd, 2020	Ahat, 2021	Balıbaşı, Sel, 2021	Deste, Sever, 2021	Ecer, 2021	Fallahpour, 2021	Orji, Ojadi, 2021	Coşkun vd 2022	Liaqat, 2022
Ekonomi																	
Kalite Güvence	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ürün Maliyeti	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lojistik Maliyeti	X	X				X	X				X		X			X	
Zamanında ve Doğru Ürün Teslimatı	X	X		X		X	X	X	X	X						X	
Teknolojik Yeterlilik	X	X															
Sosyal																	
Standartlara Uygunluk				X					X								
Müşteri Hizmetleri		X															
Satış Sonrası Hizmetler				X				X	X			X					
Personel İlişkileri		X															
Sosyal Sorumluluk	X	X															
Paydaşlarla İlişkiler		X															
Çevresel																	
Atık Yönetim Sistemi	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X
Enerji Tüketimi ve Dönüşümü	X		X	X		X		X	X		X	X		X		X	
Çevresel Yönetim Sistemi		X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X

Uygunluk Kalitesi/Sertifikası		X	X															
Tehlikeli Madde Yönetimi											X							

KAYNAKÇA

- Acar, Ö. E., & Köylüoğlu, A. S. (2020), "Sürdürülebilir Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemiyle Analizi", *Third Sector Social Economic Review*, 55:1, 419-440.
- Ahat, Ü. (2021), "Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (Anfis) ile Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi", Yüksek Lisans, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akram, M., Kahraman, C., & Zahid, K. (2021), "Group Decision-Making Based on Complex Spherical Fuzzy VIKOR Approach", *Knowledge-Based Systems*, 216: 106793.
- Aksakal, E., & Dağdeviren, M. (2010), "ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünlük Bir Yaklaşım", *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25:4, 905-913.
- Alioğulları, E., Tüysüz, F. (2020). "EDAS ve CODAS Yöntemiyle İstanbul İlinin Dış Ticaret Kapasitesinin İncelenmesi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 240-248.
- Arslan, B. N. Ayyaz, B. (2021), "AHP ve CODAS Yöntemi ile Emniyet Personeli Performans Ölçümü", *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3:2, 149-158.
- 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: 101345.
- Ayyıldız E., Taskin Gumus A. (2020), "A novel spherical fuzzy AHP-integrated spherical WASPAS methodology for petrol station location selection problem: a real case study for İstanbul", *Environmental Science and Pollution Research*, 27:29, 36109-36120.
- Ayyıldız E., Yalçın S., (2018). "Türkiye’de Yer Alan Lojistik Dostu Şehirlerin Bütünlük ENTROPİ-CODAS Kullanılarak Belirlenmesi", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23:4, 127-140.
- Awasthi, A., & Kannan, G. (2016). "Green Supplier Development Program Selection Using NGT and VIKOR Under Fuzzy Environment", *Computers & Industrial Engineering*, 91: 100-108
- Badi I., Abdulshahed A. M., Shetwan, A. (2018), "A Case Study Of Supplier Selection For A Steelmaking Company in Libya by Using The Combinative Distance-based ASsessment (CODAS) model", *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1:1, 1-12.
- Çerçi, M. (2020), "Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi: Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA Uygulamaları", Yüksek Lisans, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çınar, A., & Uygun, Ö. (2019). "Sezgisel Bulanık AHP Yöntemiyle Yeşil Tedarikçi Seçimi", *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*, 2(2), 24-31.
- Çınaroğlu E. (2021), "CRITIC Temelli CODAS ve ROV Yöntemleri ile AB Ülkeleri Yaşam Kalitesi Analizi", *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5:1, 337-364.
- Choprar, S., & Meindl, P. (2001), "Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation", New York. Pearson
- Coşkun, B., Yıldız, M. S., & Bayraktar, M. (2022), "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin Dematel Yöntemiyle İncelenmesi ve Ahşap Sektöründe Bir Uygulama", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 18(2), 618-648.
- Dazhamyar A. N. (2022), "Gri İlişkisel Analiz ve Küresel Bulanık AHP Yöntemleriyle OECD Ülkelerinin İş Ortamlarının Değerlendirilmesi", *Journal of Business and Trade*, 3:2, 195-206.
- Denizhan, B., Yalçiner, A. Y., & Berber, Ş. (2017), "Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması", *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6:1, 63-78.
- Doğan, A. (2017), "Bulanık Ortamda Üçlü Performans Yaklaşımına Dayalı Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Bilişim Enstitüsü.
- Ecer, F. (2021), "Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi: FUCOM Sübjektif Ağırlıklandırma Yöntemi Temelli MAIRCA Yaklaşımı", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8:1, 26-48.
- Emrouznejad A., Marra, M. (2017), "The State of the Art Development of AHP (1979–2017): A Literature Review with a Social Network Analysis", *International Journal of Production Research*. 55:22, 6653-6675.
- Ersoy Y. (2021), "Personnel Selection In The Software Industry by Using ENTROPY-Based EDAS and CODAS Methods", *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 6: 36-49.
- Fallahpour, A., Wong, K. Y., Rajoo, S., Fathollahi-Fard, A. M., Antucheviciene, J., & Nayeri, S. (2021), "An Integrated Approach For a Sustainable Supplier Selection Based on Industry 4.0 Concept", *Environmental Science and Pollution Research*, 1-19.
- Ghodspour, S. H., & O'Brien, C. (1998), "A Decision Support System For Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", *International Journal Of Production Economics*, 56, 199-212.
- Ghorabae M., Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J. (2016), "A New Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making", *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50:3.
- Gündoğdu F. K., Kahraman C., (2020), "A Novel Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Its Renewable Energy Application", *Soft Computing*, 24:6, 4607-4621.

- Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2014), "Sustainable Development: Our Common Future Revisited", *Global Environmental Change*, 26, 130-139.
- Keleş M. K., Alaca, D. (2023), "Dijital Pazarlama Teknolojilerinin PIV ve CODAS Yöntemleri ile Analizi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 7:1, 84-101.
- Kocakaya K., Taylan Engin M. T. and Aydın, U. (2021), "Türkiye’de Bölgesel Havayolları için Uçak Tipi Seçimi: Küresel Bulanık AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu", *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi*, 4:1, 27-58.
- Kopnina, H. (2017), "Sustainability: New Strategic Thinking For Business", *Environment, Development and Sustainability*, 19, 27-43.
- Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Khan, S. A., Chiappetta Jabbour, C. J., Rehman, S. T., & Kusi-Sarpong, H. (2023), "Sustainable Supplier Selection Based On Industry 4.0 Initiatives Within the Context of Circular Economy Implementation in Supply Chain Operations", *Production Planning & Control*, 34:10, 999-1019.
- Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. (2019), "Spherical Fuzzy Sets and Spherical Fuzzy TOPSIS Method", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 36:1, 337-352.
- Liao, C. N., Fu, Y. K., & Wu, L. C. (2016), "Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP Methods For Green Supplier Evaluation and Selection", *Technological and Economic Development of Economy*, 22: 5, 651-669.
- Liaqait, R. A., Warsi, S. S., Agha, M. H., Zahid, T., & Becker, T. (2022), "A Multi-Criteria Decision Framework for Sustainable Supplier Selection and Order Allocation Using Multi-Objective Optimization and Fuzzy Approach. *Engineering Optimization*", 54(6), 928-948.
- Lin, R. J., & Sheu, C. (2011), "Governing Green Supply Chain: A Transaction Cost Perspective. *International Summer Conference of Asia Pacific Business Innovation and Technology Management*", 303-307.
- 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: 1686-1698.
- Martin, C., & Towill, D. R. (2000), "Supply Chain Migration From Lean and Functional To Agile And Customised", *Supply Chain Management: An International Journal*, 5:4, 206-213.
- Masoomi, B., Sahebi, I. G., Fathi, M., Yıldırım, F., & Ghorbani, S. (2022). Strategic Supplier Selection For Renewable Energy Supply Chain Under Green Capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach). *Energy Strategy Reviews*, 40, 100815.
- Mathew M., Chakraborty R., Ryan M. (2020), "A Novel Approach Integrating AHP and TOPSIS Under Spherical Fuzzy Sets for Advanced Manufacturing System Selection". *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 96: 130988
- Mercan, Y., & Çetin, O. (2022), Green Supplier Selection with Integrated Multi-Criteria Decision Making Techniques. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 11:1, 42-61.
- Mercan, Y. (2020), "Tedarik Zincirinde Yeşil Tedarikçi Seçimi: Bir Alan Araştırması", *Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Menekşe A., Camgöz Akdağ H. (2022), "Distance Education Tool Selection Using Novel Spherical Fuzzy AHP EDAS", *Soft Computing*, 26:4, 1617-1635.
- Mürtezaoğlu B. (2021), "Aralık Değerli Küresel Bulanık AHP & TOPSIS Metodolojisi ile Acil Durum Hastanesi Seçimi", *Yüksel Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Nebati E. E., Ayvaz B., Kusakci A. O. (2023), "ERP System Evaluation in the Defense Industry: A Hybridized Spherical Fuzzy AHP-CODAS Approach", *International Journal of Information Technology & Decision Making*.
- Nebati E. E., Ayvaz B., Kusakci A. O. (2023), "Digital Transformation in the Defense Industry: A Maturity Model Combining SF-AHP and SF-TODIM Approaches", *Applied Soft Computing*, 132.
- Onar S. C., Ibil E. H. (2022), "A Decision Support System Proposition for Type-2 Diabetes Mellitus Treatment Using Spherical Fuzzy AHP Method. In *Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation*", *Proceedings of the INFUS Conference*, Springer International Publishing, 2, 749-756
- Öztürk, B. A., & Özçelik, F. (2014), "Sustainable Supplier Selection With a Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Method Based on Triple Bottom Line", *Business and Economics Research Journal*, 5:3, 129.
- Özkan, A. Ş. (2021), "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi ve İş Birliğinin Firma Performansı Üzerine Etkisi", *Doktora Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Su, C. M., Horng, D. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., Wu, K. J., & Chen, H. P. (2016), "Improving Sustainable Supply Chain Management Using A Novel Hierarchical Grey-DEMATEL Approach", *Journal of Cleaner Production*, 134, 469-481.
- Supçiller, A. A., & Deligöz, K. (2018), "Tedarikçi Seçimi Probleminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uzlaşık Çözümü", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18: 355-368.
- Singer H., Özşahin Ş. (2022), "Prioritization Of Laminate Flooring Selection Criteria From Experts' Perspectives: A Spherical Fuzzy AHP-Based Model", *Architectural Engineering And Design Management*, 18:6, 911-926.
- Şişman, B. (2016), "Bulanık MOORA Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi ve Değerlendirilmesi", *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 11: 44, 302-315.
- Tayyar, N., Arslan, P. (2013), "Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi İçin AHP ve VİKOR Yöntemlerinin Kullanılması", *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 340-358.
- Tepe S. (2021), "The Interval-Valued Spherical Fuzzy Based Methodology and Its Application to Electric Car Selection", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9:5, 1970-1983.
- Tuş, A., Adalı, E. A. (2018), "Personnel Assessment With CODAS and PSI Methods", *Alphanumeric Journal*, 6:2, 243-256.
- Tseng M.L., İslam M. S., Karia N., Fauzi F. A. and Afrin, S. (2019), "A Literature Review on Green Supply Chain Management: Trends and Future Challenges", *Resources, Conservation & Recycling*, 141: 145-162.
- Uçal Sarı İ., Çayır Ervural B. and Bozat S. (2017), "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde DEMATEL Yöntemiyle Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23:4, 477-485.
- Ulutaş A., (2020), "SWARA tabanlı CODAS Yöntemi ile Kargo Şirketi Seçimi", *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9:3, 1640-1647.

- Yang Y., Chiclana F. (2009), "Intuitionistic Fuzzy Sets: Spherical Representation and Distances", *International Journal of Intelligent Systems*, 24:4, 399–420.
- Yüksekyıldız E. (2020). "Türkiye Kruvaziyer Limanlarının Performans Değerlendirmesi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 18: 607-615.
- Wei, J., Xing, P., & Xu, H. (2022), "Research on Sustainable Supplier Selection and Evaluation of Q Communications Equipment Company Based on AHP", *2nd International Conference on Education, Information Management and Service Science*, 232-242.

EXTENDED ABSTRACT

Changing conditions and increasing competition lead companies to develop various strategies to survive. Companies are looking for ways to continue their activities by considering profit and social interests. Businesses establish superiority in the competitive environment by organising their supply chain processes effectively. In this context, in order to ensure sustainability, companies' successful performance from the first link to the last link of the supply chain contributes to the process. In particular, businesses that aim to be sustainable should choose suppliers that attach importance to environmental activities in supplier selection.

The aim of the study is to propose a new model using Spherical Fuzzy AHP based CODAS approach for selecting sustainable suppliers. In the study, three main criteria, namely economy, social and environment, and 16 sub-criteria were determined and evaluated according to 10 different supplier companies. In the study, a sustainable supplier selection was made for a company located in Istanbul and producing in the PVC and Aluminium Machinery sector with high-tech automation lines. For the evaluation process, sustainable supplier selection criteria are identified and the CODAS method based on Spherical Fuzzy AHP is used to evaluate the overall performance of the suppliers. The results were analysed by sensitivity and comparative analyses to determine their reliability. The most important contribution of the study is to contribute to the literature on sustainability with the Global Fuzzy AHP-based CODAS approach. Although Global Fuzzy AHP applications have been used in the international literature, they are almost non-existent in the national literature. Although the CODAS method is often preferred in the literature, to the best of our knowledge, this is the first time that the Global Fuzzy AHP-based CODAS approach has been proposed for sustainable supplier selection in the PVC and Aluminium Machinery sector. Thus, it is hoped that it will benefit both the literature and decision-makers in the sector. The importance of a sustainability approach for businesses is increasing day by day. By making the right supplier selection decisions, organisations have a say in competition. In this context, it is hoped that the proposed model will guide the decision makers in the sector. The contribution of the study; It proposes a new model using Spherical Fuzzy AHP for the selection of sustainable suppliers. The decision model for supplier selection based on Spherical Fuzzy AHP with CODAS method allows a more flexible and successful decision making process by reflecting uncertainty. A case study details the applicability and effectiveness of the proposed approach. Sensitivity analysis is used to investigate the impact of criteria in different scenarios. In comparative analysis, the proposed methodology was compared with EDAS, MABAC, and WASPAS and supports the reliability of the study.

According to the findings obtained, the main criteria ranking from the most important to the least important are Economic, Environmental, Social. While the most important sub-criterion of the economic criterion is Quality Assurance, the least important sub-criterion is Technological Competence. The most important sub-criterion of the environmental criterion is the Conformity Quality Certificate, while the least important sub-criterion is Waste Management System. While the most important sub-criterion of the social criterion is Compliance with Standards, the least important sub-criterion is Social Responsibility. The most important sub-criterion is Quality Assurance, as it is considered that the planned and systematic progress, organisation, assignment, authorisation, and sharing of responsibilities of different departments are taken into consideration in order to ensure customer satisfaction. While the most appropriate choice was determined to be Supplier 6, Supplier 1 was observed to have the weakest performance among the alternatives. Sensitivity analysis and comparative analysis were performed to observe the consistency of the results obtained in the study. When the ranking results are evaluated, Supplier 6 ranks first in all result rankings.

In summary, price and quality have emerged as the most important factors in supplier selection, although researches have been carried out with many different methods. The proposed model provides a robust framework to effectively guide decision-makers in evaluating suppliers within the competitive landscape. The reason for this is that supplier companies want to obtain quality products at low costs. Thus, customer satisfaction and profit opportunity can be obtained. It is of great importance for companies to implement the "sustainable" approach in all supply chain processes for a more livable world and future generations.