KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi (KMUSEKAD)
KMU Journal of Social and Economic Research
Yıl/Year: 2025, 27(50): 1231-1262

Geliş/Received: 10.09.2024
Kabul/Accepted: 25.11.2025
Doi: 10.18493/kmusekad.1547526

SWARA VE ARAS YÖNTEMLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ: İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Serkan DEMİRDÖĞEN [1]

Öz

İşletmelerin son yıllarda sürdürülebilirlik konusunda daha fazla odaklanmaları tedarikçi seçiminde de sürdürülebilirlik faktörlerinin dikkate alınmasına sebep olmaktadır. Buradan hareketle bu araştırmanın amacını bir tekstil işletmesinde sürdürülebilirlik kriterleri dikkate alınarak, tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi ve uygulamanın yapıldığı işletme açısından en uygun sürdürülebilir tedarikçinin seçiminin yapılması oluşturmaktadır. Sürdürülebilir tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin önemlerinin belirlenmesinde SWARA yöntemi, belirlenen kriter ağılıklarına göre performansı en yüksek tedarikçinin seçiminde ise ARAS yöntemi kullanılmıştır. WASPAS yöntemi kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerinden çevresel faktörler %38 ile birinci sırada, sosyal faktörler %26 ile ikinci sırada, ekonomik faktörler %25 ile üçüncü sırada ve etik faktörler %11 ile son sırada yer aldığı belirlenmiştir. Bu sonuç işletmenin tedarikçi seçiminde çevresel ve sosyal faktörlere diğer faktörlere göre daha fazla önem verdiğini bununla birlikte ekonomik faktörleri de göz ardı etmediğini göstermektedir. Dört kriter dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda sürdürülebilirlik açısından en uygun tedarikçi "Tedarikçi 1" olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların sürdürülebilir tedarikçi seçiminde kullanılacak değerlendirme kriterlerinin oluşmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gelecek çalışmalarda farklı sektörlerde, farklı analiz yöntemleriyle yapılacak araştırmalar literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Sürdürülebilirlik, SWARA, ARAS
JEL Sınıflandırması: M10, M11, M14

SUSTAINABLE SUPPLIER SELECTION WITH SWARA AND ARAS METHODS: AN APPLICATION IN THE MANUFACTURING SECTOR

Abstract

The fact that businesses have focused more on sustainability in recent years has caused sustainability factors to be taken into consideration in supplier selection. Based on this, the purpose of this research is to determine supplier selection criteria by considering sustainability criteria in a textile business and to select the most suitable sustainable supplier for the business where the application is made. The SWARA method was used to determine the importance of the criteria used in sustainable supplier selection, and the ARAS method was used to select the supplier with the highest performance according to the determined criteria weights. The results were compared using the WASPAS method. According to the analysis results, environmental factors ranked first with 38%, social factors ranked second with 26%, economic factors ranked third with 25% and ethical factors ranked last with 11% among sustainable supplier selection criteria. This result shows that the business attaches more importance to environmental and social factors than other factors in supplier selection, and does not ignore economic factors. As a result of the analyses conducted by considering four criteria, the most suitable supplier in terms of sustainability was determined as "Supplier 1". It is thought that the obtained results will contribute to the formation of evaluation criteria to be used in sustainable supplier selection. Future studies conducted in different sectors with different analysis methods can make significant contributions to the literature

Keywords: Supplier Selection, Sustainability, SWARA, ARAS
JEL Classification: M10, M11, M14

[1]Doç. Dr., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, e-posta: sdemirdogen@erzincan.edu.tr, ORCID iD: https://orcid.org/0000-0001-9134-7154.

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetiminde en önemli konulardan biri tedarikçi seçimi, tedarik zincirlerinin etkin bir şekilde yönetiminde stratejik bir konu olarak değerlendirilmektedir. Çünkü genel olarak üreticiler, toplam satış gelirlerinin %60'ından fazlasını hammadde, parça ve çeşitli bileşenler gibi girdilerin satın alınması için harcamaktadırlar. Ayrıca üreticilerin mal ve hizmet satın alımları ürün maliyetlerinin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. 1990'lı yıllarda pek çok üretici, yönetim olarak daha doğru kararlar alabilmek ve rekabet güçlerini arttırabilmek amacıyla tedarikçilerle stratejik ittifaklar geliştirme arayışına girmiştir. Üreticiler ile onların tedarikçileri arasında koordinasyonun sağlanması, dağıtım kanalında tipik olarak önemli ve zor bir durum olsa da tedarikçi seçiminde karar verme süreçlerinin basit bir şekilde yürütülebilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Ancak değerlendirme süreçlerinde karar vericilerin çeşitli kriterlerin dikkate alınmasına ihtiyaç duyması süreçleri bazen karmaşık hale getirebilmektedir (Liao ve Kao, 2011:10803). Tedarikçi seçimi, en uygun tedarikçinin seçilmesi için tedarikçilerin değerlendirilmesine yönelik bir karar verme sürecidir. Bir ürünün ana maliyetini hammadde ve bileşen parçalarının maliyetleri oluşturduğu ve çoğu işletmenin gelirlerinin önemli bir kısmını satın almaya harcamak zorunda kalması tedarikçi seçim süreçlerini kritik hale getirmektedir. Tedarikçi seçimi, ihtiyaçları tutarlı ve kabul edilebilir maliyetlerle karşılama potansiyeli en yüksek olan tedarikçilerin belirlenmesine yönelik hem niteliksel hem de niceliksel faktörleri kapsayan en önemli karar verme problemlerinden biridir. Müşteri taleplerinin karşılanabilmesi ve maliyet kontrolü ile risklerin en aza indirilebilmesi için işletmelerin tüketicilere, daha rekabetçi ürünler sunması ve onların çeşitli taleplerini karşılaması gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler ürünlerin müşterilere dağıtım sürecinde uygun tedarikçilerle çalışmak istemektedirler (Heidarzade vd., 2016).

Her ürünün tedarikinin kesintisiz bir şekilde sağlanabilmesi için genellikle birden fazla tedarikçi bulunmaktadır. Üreticiler bu tedarikçilerden temin edilen tüm ürünlerin ilgili kalite standartlarını karşılayacağından emin olmak amacıyla tedarikçilerin kalitelerine yönelik periyodik değerlendirmeler yapmaktadırlar. Buradaki temel amaç, doğru kalitedeki ürünü, doğru miktarda, doğru kaynaktan, doğru zamanda ve makul fiyata satın almaktır. Kalite yönetimi ve tam zamanında tedarik (JIT) anlayışının birçok işletme tarafından benimsenmesiyle birlikte tedarikçi seçim kararı daha da kritik hale gelmektedir (Zouggari ve Benyoucef, 2012:507). Klasik tedarikçi seçimi problemlerinde genellikle maliyet, teslimat süresi ve kalite gibi kriterler araştırmacılar tarafından dikkate alınmaktadır. Ancak son on yılda sosyal ve çevresel kaygıların artmasıyla birlikte sürdürülebilir tedarikçi seçimi gündeme gelmiş ve yöneticilerin ve araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Genel olarak sürdürülebilirlik, sosyal ve çevresel etkilerin eş zamanlı olarak süreçlere dâhil edilmesini amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı günümüzün modern işletmelerinde kilit bir role sahip olduğundan son dönemde tanıtılan iki kavramın yani Endüstri 5.0'ın temel dayanaklarından biri olarak gündeme gelmiştir. Sürdürülebilirliğin göz önünde bulundurulması işletmeler üzerinde olumlu bir etkiye yol açmış olsa da, özellikle COVID-19 sonrasında iş ortamındaki önemli değişiklikler nedeniyle sistemin verimliliğini ve esnekliğini artıracak daha fazla özelliğin dikkate alınması gerekli görülmektedir (Nayeri vd., 2023:1-2). Ayrıca tedarik zinciri çözümlerinin değerlendirilmesi ve seçilmesinde, işletmelerin türü, büyüklüğü, konumu ve hedeflerindeki farklılıklarda dikkate alınmalıdır (Magableh ve Mistarihi, 2022).

Günümüzün iş ortamında, bir işletmenin TZY'nin gelecekteki başarısı için sürdürülebilir tedarik zincirlerinin nasıl geliştirileceği, kritik bir karar verme faaliyeti haline gelmiştir. Sürdürülebilirliğin üç temel alt unsuru olan; ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler genellikle sürdürülebilir tedarikçi seçme sürecinde eş zamanlı olarak dikkate alınmaktadır. Bu gereklilik sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik yapılan değerlendirmelerin çok aşamalı hale gelmesine neden olmaktadır (Chai vd., 2023:710-711). İşletmeler, sürdürülebilirlik konseptini sadece kendi üretim süreçlerine yerleştirmekten değil, aynı

zamanda tedarikçilerinin sürdürülebilirlik konseptine bağlılığını sağlamaktan da giderek daha fazla sorumlu olmalıdırlar. Bir işletmenin elde ettiği sürdürülebilirlik performansı düzeyi, tedarikçilerinin sürdürülebilirlik performansına bağlı olarak artabilir veya azalabilir. Bu nedenle, daha genel ekonomik yönlere ek olarak, bir işletmenin tedarikçi seçim kriterlerine çevresel ve sosyal yönlerin dâhil edildiği yeni ve tamamlayıcı seçim kriterlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilir tedarikçi, satın alan işletme (alıcı) tarafından tüm ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlere göre tanımlanan kabul edilebilir performans düzeyine sahip bir tedarikçi anlamına gelmektedir. Sürdürülebilir bir tedarikçi, faaliyetlerinde yalnızca ekonomik faydaları değil, aynı zamanda farklı kirlilik türleri, atıklar vb. gibi çevresel boyutları ve iş sağlığı ve iş güvenliği, çocuk işçiliği, istihdam fırsatları vb. çeşitli sosyal konuları da dikkate almaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir tedarikçi seçim süreci karar vericiler için önemli ve daha karmaşık bir süreç teşkil etmektedir (Rashidi ve Cullinane, 2019:267).

Çalışmada öncelikle, sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterleri ve tedarikçi seçim yöntemlerine ilişkin literatür taramasına yer verilmiş, sonrasında ise sırasıyla metodoloji başlığı altında araştırmanın amacı, yöntemi ve evreni bölümüne yer verilerek araştırmanın bulguları ve sonuç kısmı ile çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

İki alt bölümde ele alınan literatür taramasının birinci bölümünde sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerine yönelik genel bir değerlendirme yapılmış ve tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler incelenmiştir. İkinci bölümde ise literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan tedarikçi seçim yöntemlerinin genel bir incelemesine yer verilmiştir.

2.1. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Kriterleri

Tedarik ağlarının etkinliğinde tedarikçiler büyük rol oynamaktadır. Doğru tedarikçilerin seçilmesi, satın alma maliyetlerini ve gecikme sürelerini azaltırken işletmelerin rekabet güçlerini ve müşteri memnuniyetini artırabilir. Bu nedenle işletmelerin en uygun tedarikçileri seçerken bir dizi faktörü ve kriteri dikkate alması (Nazari-Shirkouhi vd., 2023:2) ve doğru kriterleri formüle etmesi gerekmektedir. Tedarikçi seçiminde sürdürülebilirliğin sağlanmasında ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler ön plana çıkmaktadır. Ekonomik faktörler maliyetleri minimuma indirmeyi, geliri ise maksimuma çıkarmayı amaçlamaktadır. Ekonomik faktörler boyutunda maliyet, fiyat, kalite, teslimat, hizmet, esneklik ve teknoloji yeteneği gibi alt kriterler ön plana çıkmaktadır (Kumar vd., 2019:80; Yu vd., 2019:2-3). Tedarikçi seçiminde genel olarak sosyal ve çevresel sorunlardan kaçınarak sadece ekonomik kriterlere göre değerlendirme yapılmasına rağmen içinde bulunduğumuz sürdürülebilir çağda ekonomik faktörlerin yanı sıra birçok işletmenin, tedarikçilerini sosyal ve çevresel faktörleri de dikkate alarak değerlendirdiği görülmektedir (Manik, 2023:2). Sosyal faktörler boyutunda genel olarak, iş sağlığı ve güvenliği ile çalışan hakları ve refahı gibi sosyal konular ile ilgili hususlar yer almaktadır. Çevresel faktörler boyutunda ise, yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların tükenmesi ve kirlilik oluşumunun kontrolü gibi konular ön plana çıkmaktadır (Yu vd., 2019:2-3; Zouggari ve Benyoucef, 2012:510).

Tedarikçi seçiminde sürdürülebilirlik faktörlerinin dikkate alınması optimum değerin elde edilip TZ risklerinin azaltılarak, TZ'nde yer alan paydaşlar arasında stratejik kararların alınması ve uzun vadeli ilişkilerin oluşturulması süreçlerine önemli katkılar sağlayabilir. Ayrıca sürdürülebilirlik perspektifinden en iyi tedarikçi alternatifinin seçilmesi işletmelerin hedeflerine ulaşmaları açısından da çok önemlidir (Debnath vd., 2023:2).

Tedarikçi seçiminin genel olarak değerlendirildiğinde, sürdürülebilirlik açısından ve sektörel açıdan değerlendirildiğinde farklı farklı kriterlerin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu nedenle tipik bir

seçim kriterleri seti elde etmek zordur (Kumar vd., 2019:80). Tedarikçi seçimine yönelik literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde birçok çalışmanın olduğu ve bu çalışmaların her birisinde farklı ana ve alt kriterlerin kullanıldığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik unsuru dikkate alınarak yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda tedarikçi seçiminde kullanılan ana ve alt kriterlere ilişkin yazar tarafından oluşturulan tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi Ana ve Alt Karar Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Açıklama	Yazarlar
Ekonomik Faktörler	Maliyet	Maliyet, ürünün üretimi ve teslimatı sırasında harcanan çabanın, malzemenin, kaynakların ve zamanın parasal değeridir. Lojistik maliyeti, nakliye maliyeti, işletme maliyeti, navlun maliyeti, stok tutma maliyeti, işçilik maliyeti, ekstra maliyet, satın alma maliyeti, sipariş maliyeti gibi maliyetlerin seviyesi.	Jain ve Singh, (2020) Memari vd., (2019) Liu vd., (2021) Chen vd., (2020) Banaeian vd., (2018) Rani vd., (2020) Peng vd., (2020) Çekiç vd., (2022) Mohammed vd., (2019) Awasthi vd., (2018) Akpınar, (2021)
	Kalite	Tedarikçilerden sağlanan ve üretimde kullanılan malzemelerin kalite seviyesi.	Memari vd., (2019) Peng vd., (2020) Rani vd., (2020) Banaeian vd., (2018) Liu vd., (2021) Stević vd., (2020) Awasthi vd., (2018) Nayeri vd., (2023) Chen vd., (2020) Mohammed vd., (2019) Akpınar, (2021)
	Esneklik	Teslimat zamanı ve talep miktarı gibi faktörlerde meydana gelen değişikliklere tedarikçilerin uyum sağlama seviyesi.	Awasthi vd., (2018) Tseng, (2011) Chen vd., (2020)
	Hizmet performansı	Tedarikçilerin satış sonrası sundukları hizmet seviyesi.	Memari vd., (2019) Liu vd., (2021) Jain ve Singh, (2020) Banaeian vd., (2018)
	Dağıtım Süresi	Satın alınan malzemelerin teslimi için gereken süre açısından tedarikçilerin performans seviyesi.	Nayeri vd., (2023) Çekiç vd., (2022) Stević vd., (2020) Peng vd., 20(20) Chen vd., (2020)
	Teknik kapasite	Tedarikçilerin sahip oldukları teknik yetenek seviyesi (Ar-Ge vb.).	Çekiç vd., (2022) Jain ve Singh, (2020) Liu vd., (2021) Peng vd., (2020) Chen vd., (2020)
	Üretim kapasitesi	Tedarikçilerin çalıştıkları günlük vardiya sayısı.	Rani vd., (2020) Peng vd., (2020)
Sosyal Faktörler	Güvenlik ve sağlık uygulamaları	Çalışma ortamının güvenli ve sağlıklı hale getirilmesi açısından tedarikçilerin performans seviyesi.	Memari vd., (2019) Rani vd., (2020) Peng vd., (2020) Chen vd., (2020) Liu vd., (2021) Rashidi ve Cullinane, (2019) Mohammed vd., (2019)
	Bilgi paylaşımı	Tedarikçilerin topluma finansal, hammadde kullanımı ve kirletici emisyonlar dahil olmak üzere ticari bilgiler sağlama seviyesi.	Liu vd., (2021) Peng vd., (2020)

Tablo 1 (Devam). Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi Ana ve Alt Karar Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Açıklama	Yazarlar
	İstihdam uygulamaları	Disiplin ve güvenlik uygulamaları, çalışan sözleşmeleri, ayrımcılık, çocuk işçiliği, iş fırsatları, esnek çalışma düzenlemeleri, adil ücret uygulamaları, kariyer gelişimi, araştırma ve geliştirme, çalışanın menfaat ve hakları, çalışan refahı, kadın ve engelli istihdamı gibi konular açısından tedarikçilerin performans seviyesi.	Memari vd., (2019) Chen vd., (2020) Liao ve Kao, (2011) Jain ve Singh, (2020)
	Paydaş ilişkileri	Tedarikçilerin, tedarik ağında yer alan diğer paydaşlar ile olan ilişki seviyesi.	Liao ve Kao, (2011) Nayeri vd., (2023) Menon ve Ravi, (2022)
	Sosyal geri bildirim	Tedarikçilerin ekonomik kalkınma, sosyal yaşam ve sosyal refah gibi konularda sorumluluk üstlenme seviyesi.	Rashidi ve Cullinane, (2019)
	İnsan hakları	Tedarikçi işletmede çalışanların örgütlenme özgürlüğü (kayıtlı bir sendika kurulmasına izin verilmesi vb.) düzeyi.	Jain ve Singh, (2020) Awasthi vd., (2018)
	Sektör itibarı	Tedarikçi işletmelerin kurumsal davranışlarının toplum tarafından kabul görme derecesi.	Rani vd., (2020) Peng vd., (2020)
Çevresel Faktörler	Çevreci (Eko) tasarım ve yeşil imaj	Tedarikçilerin çevreyi koruma amacıyla, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca geri dönüşüme uygun ve yapısında tehlikeli madde bulunmayan tasarımlara önem verme düzeyi.	Memari vd., (2019) Rani vd., (2020) Peng vd., (2020) Chen vd., (2020) Banaeian vd., (2018) Liu vd., (2021)
	Ürünlerin geri dönüştürüle bilirliği / Sürdürülebilir Malzemeler	Tedarikçilerin üretim sürecinde geri dönüştürülebilir girdileri kullanma düzeyi.	Nayeri vd., (2023) Rani vd., (2020) Peng vd., (2020) Awasthi vd., (2018) Govindan vd., (2020)
	Kirlilik kontrolü	Tedarikçilerin üretim süreçlerinde günlük saldıkları gaz, katı ve zararlı atıkların ortalama seviyesi.	Jain ve Singh, (2020) Memari vd., (2019) Peng vd., (2020) Rani vd., (2020)
	Çevresel yönetim sistemi	Tedarikçilerin çeşitli çevresel sertifikasyonlara sahip olarak olumsuz çevresel etkileri azaltan sistematik uygulamaları hayata geçirme düzeyi.	Rashidi ve Cullinane, (2019) Jain ve Singh, (2020) Liu vd., (2021) Peng vd., (2020)
	Kaynak/Enerji tüketimi	Tedarikçilerin üretim süreçlerini daha az malzeme/enerji tüketimi ile tamamlamaları.	Liu vd., (2021) Nayeri vd., (2023)
	Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür (3R)	Girdi miktarının azaltılarak atık miktarının azaltılması.	Liu vd., (2021)
	Çevre dostu teknoloji	Tedarikçilerin üretim süreçlerinde doğal kaynakları korumak amacıyla çevre dostu teknolojileri kullanma düzeyi.	Govindan vd., (2020) Peng vd., (2020)
Etik Faktörler	Davranış kuralları	Tedarikçi işletmenin çalışanlarına çeşitli durumlarda etik davranışlar konusunda yol gösterme düzeyi.	Amindoust, vd., (2012) Menon ve Ravi, (2022) Sarkis vd., (2010) Kuo vd., (2010)
	Çıkar çatışması beyanı	Çıkar çatışması, bir çalışanın veya şirketin resmi sıfatıyla herhangi bir çalışanı kişisel çıkar için istismar etmesi durumunu ifade eder. Çıkar çatışması beyanı çatışma halinde karar vermeye ilişkin bir kılavuzdur.	Menon ve Ravi, (2022) Reuter vd., (2012) Mccabe ve Trevino, (1993)
	Muhasebe kayıtlarında ve iş uygulamalarında şeffaflık	İş dünyasında kurallara uygun muhasebe uygulamalarının yanı sıra emisyonlar gibi yasal konular hakkında bilgi sağlama düzeyi.	Awaysheh ve Klassen, (2010) Ciliberti vd., (2008) Menon ve Ravi, (2022) Grimm vd., (2014)

Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan ve ön plana çıkan faktörlerin dört ana gruba ayrıldığı görülmektedir. Bu faktörler ekonomik, sosyal, çevresel ve etik faktörlerdir. Oluşturulan değerlendirme sistemine zaman içerisinde, ihtiyaçlar doğrultusunda yeni faktörler eklenebilir.

2.2. Tedarikçi Seçim Yöntemleri

Tedarikçilerin üretim süreçlerinin ihtiyacı olan tüm malzeme ve hizmetleri sağlaması onları tedarik zincirlerinin temel bileşeni haline getirmektedir. İmalatçı işletmeler en uygun tedarikçiyi seçmek için tedarikçi seçim yöntemlerinden yararlanmaktadır. Ancak seçim süreçlerinin, önemli oranda insan ve mali kaynak kullanımını gerektirmesi ve bu kaynakların bir kısmının israf edilmesi işletmelerin maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu artışları önlemek için tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesinde uygun yöntemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda tedarikçi seçiminde kullanılan karar verme teknikleri tedarikçi seçim problemlerini çok farklı şekillerde değerlendirmeye imkân sağlamaktadır (Tavana vd., 2021:151). Tedarikçi seçiminde yapılacak bir hatanın, nakit akışı ve kârlılık üzerinde doğrudan olumsuz etkilerinin olması nedeniyle, işletmelerin stratejik olarak rekabetçi konumlarını sürdürmeleri açısından tedarikçi seçimi temel bir sorun olarak görülmektedir (Mavi vd., 2016).

Tedarikçi seçimi, belirsiz bir ortamda değerlendirilmesi gereken birçok kriter içermektedir. Sürdürülebilir bir tedarik zinciri için tedarikçi seçimi problemi incelendiğinde ise daha farklı modelleme yaklaşımlarının kullanıldığı görülmektedir. Bunlar genel olarak matematiksel, analitik, nitel, yapay zekâ ve hibrit modeller olarak sınıflandırılmaktadır. Tedarikçi seçiminde çoğunlukla kullanılan yöntemlerden birisi olan çok kriterli karar verme teknikleri, farklı boyut ve belirsizlikteki birden fazla amacı göz önünde bulundurması nedeniyle tercih edilmektedir (Menon ve Ravi, 2022:3; Kumar vd., 2019:80-81). Çok kriterli karar verme tekniklerinin niceliksel, yarı niceliksel ve niteliksel bilgilere ilaveten belirsizlikleri de dikkate alarak sistematik, şeffaf ve tekrarlanabilir bir sürece entegre edebilmesi tedarikçi seçiminde tercih edilen bir yöntem olmasını sağlamaktadır (Wood, 2016:594-595). Bu teknikler, birden fazla özelliğe dayalı olarak bir dizi alternatifin değerlendirilmesini ve ardından en iyi alternatifin seçilmesini sağlamaktadır. Bu kategoride en çok uygulanan tekniklerden bazıları Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP) ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Yöntemidir (TOPSIS). Matematiksel programlama teknikleri ise amaç fonksiyonları ve birtakım kısıtlamalar içeren farklı doğrusal ve doğrusal olmayan programlama modellerinden oluşmaktadır. Bu grup içerisinde en çok bilinen teknikler veri zarflama analizi (DEA), doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, stokastik programlama ve hedef programlama yöntemleridir. Son yıllarda kullanılmaya başlanan yapay zekâ yöntemleri ise bilgisayar biliminin bir parçası olarak karmaşık optimizasyon problemlerine yaklaşık çözümler bulmayı amaçlamaktadır. Bu gruptaki başlıca teknikler sinir ağları, kaba küme teorisi, gri sistem teorisi ve bulanık mantıktır (Rashidi ve Cullinane, 2019:267).

De Boer vd., (2001) yaptıkları kapsamlı literatür çalışmasının sonucunda tedarikçi seçiminde uygulanan yaklaşımları beş grup altında toplamıştır. Bunlar: Doğrusal ağırlıklandırma modelleri, toplam sahip olma maliyeti modelleri, matematiksel programlama modelleri, istatistiksel modeller ve yapay zekâ tabanlı modellerdir. Ho vd., (2010) yaptıkları çalışmada ise tedarikçi seçiminde uygulanan yaklaşımları: Veri zarflama analizi, matematiksel programlama tekniği, analitik ağ süreci tekniği, analitik hiyerarşi süreci tekniği, durum tabanlı çıkarsama yöntemi, bulanık küme teorisi yöntemi, basit çok öznitelik derecelendirme tekniği ve genetik algoritma tekniği olarak sekiz grup altında toplamıştır.

Sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde tedarikçi seçiminde birçok farklı yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Yapılan literatür taraması sonucunda sürdürülebilir tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlere ilişkin oluşturulan tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Yöntemlerine Yönelik Literatür Taraması

Yazar/Yıl	Kullanılan Yöntem	Araştırma Alanı	Ülke
Öztürk ve Özçelik, (2014)	Bulanık TOPSIS Yöntemi.	Enerji sektörü	Türkiye
Rabieh vd., (2019)	Bulanık TOPSIS Yöntemi.	Otomotiv sektörü	İran
Wang vd., (Husain, 2022)	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) Modeli ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Yöntemi (TOPSIS).	Tekstil ve hazır giyim sektörü	Vietnam
Zhu vd., (2022)	Yamuk Aralıklı Tip-2 Bulanık Sayılar (TIT2FN) ve Bulut Olasılık Baskınlık İlişkileri (PDR) Yöntemi.	Elektronik sektörü	Çin
Gökler ve Boran, (2023)	D Temelli Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL-D).	Otomotiv sektörü	Türkiye
Chai vd., (2023)	Bulanık TOPSIS ve Bulanık Basit Toplamsal Ağırlıklandırma (SAW) Yöntemi.	E-Bisiklet paylaşım ve kiralama sektörü	Çin
Sarkar vd., (2024)	Slack Tabanlı Veri Zarflama Analizi (VZA).	Otomotiv sektörü	Hindistan
Ecer vd., (2024)	Bulanık ZE-LMAW yöntemi ve Bulanık ZE sayıları.	Sağlık sektörü	Hindistan
Sithi vd., (2025)	SWARA ve TOPSIS.	Tekstil sektörü	Bangladeş
Hayati vd., (2025)	Bulanık tabanlı çok kriterli karar verme (F-MCDM) ve Gri tahmin yöntemi.	Sağlık sektörü	Endonezya

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda tedarikçi seçimi problemlerinde karar verme tekniklerinin yaygın olarak kullanıldığı, tedarik zincirinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi amacıyla da bu karar verme modellerinin temel alınarak farklı modellerin geliştirildiği görülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde özellikle son yıllarda konuya yönelik eğilimin, karar verme yöntemlerinin kullanılarak sürdürülebilir tedarikçilerin seçilmesi yönünde olduğu dikkat çekmektedir. Literatürde farklı faktörlerin kullanıldığı her bir araştırmanın, sürdürülebilir tedarikçi seçimi konusunda etkili olan kriterlerin tespitinde çok önemli avantajlar sunduğu görülmektedir.

2.3. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler

Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucu belirlenen ve Tablo 3'te sunulan sürdürülebilir tedarikçi seçimi kriterleri alanında uzman kişilerin yer aldığı kişiler tarafından değerlendirilmiş ve nihai değerlendirme kriterleri ana ve alt kriterler olarak belirli bir sayıya indirilmiştir.

Tablo 3. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Kriterleri

Ana Kriterler	Kod	Alt Kriterler
Ekonomik Faktörler	K1	Maliyet
	K2	Kalite
	K3	Esneklik
	K4	Dağıtım Süresi
	K5	Üretim Kapasitesi
Sosyal Faktörler	K6	Güvenlik ve sağlık uygulamaları
	K7	Bilgi paylaşımı
	K8	İstihdam uygulamaları
	K9	İnsan hakları
	K10	Paydaş ilişkileri

Tablo 3 (Devam). Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Kriterleri

Ana Kriterler	Kod	Alt Kriterler
Çevresel Faktörler	K11	Çevreci tasarım ve yeşil görüntü
	K12	Kirlilik kontrolü
	K13	Çevresel Yönetim Sistemi
	K14	Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür (3R)
	K15	Çevre dostu teknoloji
Etik Faktörler	K16	Davranış kuralları
	K17	Çıkar çatışması beyanı
	K18	Muhasebe kayıtlarında ve iş uygulamalarında şeffaflık

Araştırma kapsamında yapılacak analizde kullanmak için belirlenen sürdürülebilir tedarikçi seçiminde kullanılan değerlendirme kriterleri Tablo 3'te görüldüğü üzere dört ana ve 18 alt kriterden oluşmaktadır.

3. METODOLOJİ

Bu bölümde uygulamada kullanılan yöntemlere yönelik açıklamalara ve söz konusu yöntemlerin temel aşamalarına yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Amacı, Yöntemi ve Evreni

Bu çalışmada, sürdürülebilirlik kriterleri temel alınarak yapılacak olan tedarikçi seçimi için ana ve alt kriterlerin belirlenmesi ve tespit edilen kriterlere göre en iyi tedarikçinin seçilmesi amaçlanmaktadır. Belirlenen amaç doğrultusunda Erzincan ilinde faaliyet gösteren orta ölçekli bir hazır giyim işletmesinin hammadde olarak kumaş tedariki yaptığı üç tedarikçi işletme, sürdürülebilirlik kriterleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin yanı sıra etik faktörlerinde performans değerlendirme kriteri olarak alınması ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi açısından etik faktörlere dikkat çekmesi çalışmayı literatürdeki birçok çalışmadan farklılaştırmaktadır.

Araştırma, tedarikçi seçiminin işletme yöneticileri ve ilgili pozisyonda görev yapan uzmanların bilgi ve tecrübelerine dayalı olarak yapıldığı işletmede, önemli bir maliyet kalemini oluşturan ve üretim sürecinde en fazla kullanılan "kumaş" girdisinin temin edildiği alternatif tedarikçiler arasından en iyi sürdürülebilir tedarikçi işletmenin seçimin daha objektif yöntemlerin kullanılarak yapılmasını hedeflenmektedir. Böylelikle bu çalışmanın tedarik sürecinde yaşanan olası gecikmelerin azaltılmasına, maliyetlerin düşürülmesine, etkinliğin arttırılmasına ve bu temel katkıların yanında sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik değerlendirme kriterlerinin belirlenerek sürdürülebilir bir tedarik zinciri ağının oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu amaç ve hedefler doğrultusunda öncelikle uygulamanın yapıldığı işletmede tedarikçi seçiminde karar verici konumda olan imalat, satın alma ve tedarik faaliyetlerinden sorumlu yöneticilere literatürde yer alan sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterleri hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bilgilendirme sonrasında işletme yöneticilerine kumaş tedarikçisi işletmelerde sürdürülebilirlik faktörü de dikkate alınarak önem verdikleri ana ve alt kriterler sorulmuş ve kriter belirleme işlemi yapılmıştır. Daha sonra ise ana ve alt kriterler baz alınarak yapılacak olan değerlendirme işlemine geçilmiştir.

Araştırma kapsamında yapılan analizlerde, uygulamanın yapıldığı işletmenin en çok kullandığı girdi olan "kumaş" girdisinin tedarik edildiği üç alternatif tedarikçi arasından en iyi sürdürülebilir tedarikçi alternatifinin seçiminde, önemli olduğu düşünülen birçok kriterin analizine imkân sağlayan SWARA ve ARAS yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür. Öncelikle SWARA yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmış sonrasında ise ARAS yöntemi ile en uygun sürdürülebilir tedarikçi belirlenmeye çalışılmıştır. ARAS yöntemiyle en uygun tedarikçi seçimi

yapıldıktan sonra bir başka ÇKKV yöntemi olan WASPAS yöntemi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve sonuçların güvenilirliği sağlanmaya çalışılmıştır. ARAS yöntemi AHP ile bazı benzer özelliklere sahip olmakla birlikte AHP'ye göre pratik bir yöntem olması, uzman görüşlerine daha fazla önem vermesi ve ekonomik faktörlerin yanında çevresel faktörlere de önem vermesi nedeni ile kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA yöntemi seçilmiştir (Çakır ve Akar, 2017:208). Alternatiflerin performans seviyelerinin belirlenmesine imkân sağlaması ve her alternatifin ideal alternatife oranını göstermesi ise ARAS yönteminin tercih sebebini oluşturmaktadır (Daledo, 2012:68). Veriler uygulamanın yapıldığı işletmede karar verici olarak belirlenen üç kişi ile 9-10/05/2024 tarih aralığında yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda ede edilmiştir. Elde edilen veriler Microsoft Excel 2016 programı kullanılarak analiz edilmiştir.

3.2. SWARA Yöntemi

SWARA analizi (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. SWARA kısaltmasının Türkçe karşılığı olarak "Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" veya "Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" kullanılabilir. Kersuliene ve arkadaşları tarafından 2010 yılında geliştirilen ve ilk olarak tarım sektörüne yönelik yapılan uygulama ile kullanılan SWARA analizi diğer ÇKKV yöntemlerine (bulanık AHP ve analitik ağ süreci (ANP) vb.) göre anlaşılması daha kolay ve daha az hesaplama süresi gerektirmektedir. SWARA yönteminde birincil veri kaynağı olarak uzman görüşleri kullanılmaktadır. Bu yöntem diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla örtük bilgilerin, deneyim ve verilerin daha verimli kullanıldığı bir yöntemdir. SWARA yönteminin temel faydası, uzmanların görüşlerini değerlendirme ve her kriterin göreceli önem oranını tahmin etme yeteneğidir. Karar vericilerden elde edilen girdiler yardımıyla faktörlerin göreceli önemlerinin belirlendiği SWARA yönteminin son zamanlarda birçok araştırmacı tarafından farklı alanlara yönelik yapılan uygulamalarda kullanıldığı görülmektedir (Agarwal vd., 2020:8; Sivageerthi vd., 2021). Sübjektif ağırlıkları hesaplamak için kullanılan etkili ve popüler bir yöntem olan SWARA yöntemi uzmanların hassasiyetlerinin incelendiği, farklı uzmanlara ait yargıların birleştirilerek her kritere ağırlık verilen bir yöntemdir (Patel vd., 2023:10; Naz vd., 2023:2).

Kersuliene vd. (2010) kriterin göreceli ağırlıklarını bulmak için 5 adımın izlenmesini önermektedir. Beş adımdan oluşan geleneksel SWARA yöntemine ek olarak altıncı bir adım daha eklenmiştir (Keršuliene vd., 2010:247-250; Cao vd., 2019; Balali vd., 2022:2579-2580; V. Kumar vd., 2022:41-42). Bu çalışma kapsamında SWARA yöntemi yedi aşamada uygulanmış ve bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.

Adım 1: İlk olarak seçim sürecine katılacak uzmanlardan oluşan karar komitesi ve probleme ilişkin kriterler belirlenir. Problemde n tane kriterin (C_j, j=1,2,…,n) ve karar komitesinde k tane karar vericinin (KV) yani uzmanın olduğu (KV_k, k=1,2,…,K) varsayılmaktadır.

Adım 2: İkinci adımda kriterler KV'ler tarafından değerlendirilerek önem sırasına göre azalan bir şekilde sıralanır. Bu sıralamayı yaparken KV'ler kriterleri ortak bir şekilde bir bütün olarak ele alır ve en önemliden en önemsize doğru sıralar. Bu sıralamanın sonucunda C_1 en iyi ve C_n ise en kötü kriteri ifade eder.

Adım 3: Bütün kriterler için göreceli önem puanı belirlenir. Bu adımda ikinci kriterden başlanarak, j kriterinin önceki (j-1) kritere göre göreceli önemi karar vericiler tarafından her bir kriter için ayrı ayrı belirlenir. Belirlenen en önemli kritere 1,00 puan verilir. Diğer kriterlere ise puan ataması yapılırken en önemli kriter dikkate alınarak puanlar beşin katları olacak şekilde 0 ila 1 arasında atanır. KV'lerin görüşlerinin birden çok olması halinde kriterlerin geometrik ortalaması alınarak hesaplama

yapılır. Hesaplanan bu oran, Kersuliene vd. tarafından "Ortalama Değerin Karşılaştırmalı Önemi" (S_j) olarak ifade edilir.

Adım 4: Bütün kriterler için Eşitlik-1'de yer alan katsayı (k_j) hesaplanır. Bu adımda kriterlerin ortak sıralaması yapılırken en önemli kriterin k_j katsayısı, 1 olarak atanır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ S_j + 1, & j > 1 \end{cases} \qquad (1)$$

Adım 5: Kriterler için ağırlık değerleri (Q_j), Eşitlik-2 ile hesaplanır. Bu aşamada kriterlerin ortak sıralaması yapılırken en önemli kriterin Q_j katsayısı, 1 olarak atanır.

$$Q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \dfrac{Q_j - 1}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \qquad (2)$$

Adım 6: Bu adımda her bir kritere ait nihai ağırlıkların (w_j) hesaplanması işlemi yapılmaktadır. Nihai ağırlıklar Eşitlik-3 yardımı ile her bir kriterin, kriterlerin ağırlıkları toplamına bölünmesi ile bulunmaktadır.

$$W_j = \frac{Q_j}{\Sigma Q_j} \qquad (3)$$

Adım 7: Birden fazla karar vericinin olması durumunda, karar probleminde KV'lerin değerlendirmeleri sonucu elde edilen sıralamaların geometrik ortalaması alınarak genel bir sıralama elde edilmelidir. Bu nedenle yedinci ve son adımda KV'lerin değerlendirmeleri sonucu elde edilen sıralamaların geometrik ortalaması alınarak genel bir sıralama elde edilmektedir.

3.3. ARAS Yöntemi

İlk olarak Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından ileri sürülen ve kullanılan ARAS (Toplamsal Oran Değerlendirmesi) yöntemi, TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Yöntemi), VIKOR (Çok Kriterli Uzlaşık Sıralama Yöntemi), TODIM (Etkileşimli ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi), COPRAS (Karmaşık Nisbi Değerlendirme) ve MABAC (Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması) gibi diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla nispeten daha basit ve anlaşılır bir tekniğe sahiptir. Yöntem, normalleştirilmiş karar matrisinin, ideal en iyi alternatifin, ağırlıklı matrisin, optimallik değerinin ve fayda seviyesinin hesaplanmasını içermektedir. Hesaplamalar sonrasında fayda puanı en yüksek olan alternatif en iyi seçenek olarak belirlenmektedir. Genel olarak ARAS yöntemi, karar vericilerin birden fazla kritere dayalı olarak bilinçli kararlar almasına yardımcı olabilecek kullanışlı ve kullanımı kolay bir ÇKKV yöntemidir. Fakat ÇKKV yöntemlerinin karmaşıklığı ve hesaplama verimliliğinin, değerlendirilen kriterlerin sayısı ve niteliğinin yanı sıra, dikkate alınan karar probleminin boyutuna ve karmaşıklığına bağlı olduğuna da dikkat edilmelidir (Nithyanandham ve Augustin, 2023). ARAS yönteminin diğer yöntemlere göre nispeten daha az karmaşık, daha basit ve daha yeni bir yöntem olması bu çalışmada ARAS tekniğinin kullanılma sebebini oluşturmaktadır. ARAS yöntemi temel olarak beş adımdan oluşmaktadır. Yöntemin işlem adımları aşağıda verilmiştir (Zavadskas ve Turskis, 2010:163-165; Fu, 2019).

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Birinci adımda diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi kriterlere ait optimal değerlerin bulunduğu karar matrisi oluşturulur. ARAS yönteminde diğer ÇKKV yöntemlerinden faklı olarak başlangıç karar matrisinde optimal değerlerden oluşan bir satır yer almaktadır. Matriste m alternatif

sayısını, n ise kriter sayısını göstermektedir. Eşitlik-4'de yer alan X matrisinde X_{ij}; j kriterine göre i alternatifinin performansını ve X_{0j} ise j kriterinin optimal değerini göstermektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \; i = 0,1,2,\dots,m \; ve \; j = 1,2,\dots,n \qquad (4)$$

Eğer karar probleminde kriterlerin optimal değeri bilinmiyorsa, kriterin fayda (daha yüksek daha iyi) ya da maliyet (daha düşük daha iyi) özelliği göstermesine göre en uygun değer, Eşitlik-5 ve Eşitlik-6 kullanılarak hesaplanır.

$$X_{0j} = \max_i x_{ij}, \qquad fayda \; (maksimizasyon \; durumu) \qquad (5)$$

$$X_{0j} = \min_i x_{ij}, \qquad maliyet \; (minimizasyon \; durumu) \qquad (6)$$

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Serilerin karşılaştırılabilir olması için farklı boyutlarda ve ölçeklerde olan kriterlerin normalize edilerek standart hale getirilmesi gerekmektedir. Böylelikle kriterlerin değer aralıkları daha kısaltılarak analiz kolaylaştırılmış ve tüm kriterler [0,1] aralığında standardize edilmiş olur.

$\overline{X}$ normalize karar matrisi $\overline{x}_{ij}$ değerlerinde oluşur ve kriterin fayda ya da maliyet özelliği göstermesine göre iki farklı şekilde hesaplanır. Kriterin performans değerlerinin yüksek olması daha iyi olarak kabul ediliyorsa (fayda durumu), normalize değerler Eşitlik-7 yardımıyla, kriterin performans değerlerinin düşük olması daha iyi kabul ediliyorsa (maliyet durumu), bu durumda normalize değerler Eşitlik-8 kullanılarak hesaplanır ve matris normalize edilir.

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} x_{ij}} \qquad (7)$$

$$\overline{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^{n} 1/x_{ij}} \qquad (8)$$

Normalize değerlerin hesaplanmasından sonra değerler Eşitlik-9'da gösterilen matris formuna yazılarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$\overline{X} = \begin{bmatrix} \overline{x}_{01} & \overline{x}_{02} & \cdots & \overline{x}_{0n} \\ \overline{x}_{11} & \overline{x}_{12} & \cdots & \overline{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \overline{x}_{m1} & \overline{x}_{m2} & \cdots & \overline{x}_{mn} \end{bmatrix} \; i = 0,1,2,\dots,m \; ve \; j = 1,2,\dots,n \qquad (9)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize matrisin oluşturulması

Bu adımda, kriterlere ilişkin önem dereceleri w_j (ağırlıklar) kullanılarak ağırlıklandırma işlemi yapılır. Kriterlere ilişkin ağırlık değerleri $0<W_j<1$ koşulunu sağlamalı ve kriterlerin ağırlıkları (önem dereceleri) toplamı 1'e eşit olmalıdır. Ağırlıklı normalize değerler ($\hat{x}_{ij}$) Eşitlik-10 yardımı ile hesaplanır. Eşitlikteki w_j, j kriterinin ağırlığını (önem katsayısını) ifade ederken $\overline{x}_{ij}$ ise *j* kriterinin normalize edilmiş değerini ifade etmektedir.

$$\hat{x}_{ij} = \overline{x}_{ij} w_j; \quad i = 0,1,2,\dots,m \; ve \; j = 1,2,\dots n \qquad (10)$$

Ağırlıklı normalize değerlerin hesaplanmasının ardından, $\hat{x}_{ij}$ ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik-11'de gösterilen matris formunda yazılarak oluşturulur.

$$\overline{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \hat{x}_{02} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \hat{x}_{11} & \hat{x}_{12} & \cdots & \hat{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \hat{x}_{m2} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \; i = 0,1,2,\dots,m \; ve \; j = 1,2,\dots,n \qquad (11)$$

Adım 4: Optimallik fonksiyonu değerlerinin hesaplanması

ARAS Yönteminin dördüncü adımda, normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış matristen yararlanılarak alternatiflerin her biri için optimallik fonksiyon değerleri (S_i), Eşitlik- kullanılarak hesaplanır.

$$S_i = \sum_{i=0}^{n} \hat{x}_{ij}; \quad i = 1,2,\dots,m \;\; ve \; j = 1,2,\dots,n \qquad (12)$$

Hesaplanan S_i değerlerinden en büyük değere sahip alternatifin en etkin alternatif olduğu söylenebilir.

Adım 5: Fayda derecelerinin hesaplanarak sıralamanın yapılması

ARAS yönteminin son adımında, fayda dereceleri hesaplanarak kıyaslama yapılır. Her bir alternatife ait optimum fonksiyon değerlerinin (S_i) en iyi karar seçeneğinin optimum fonksiyon değerine (S_0) oranlanmasıyla alternatiflerin fayda dereceleri (K_i) hesaplanır. Bu hesaplama Eşitlik-13 yardımı ile yapılır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = 1,2,\dots,m \qquad (13)$$

Eşitlik (9) yardımıyla hesaplanan K_i, [0,1] aralığında değer alır. Bu değerlerin büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla alternatifler en iyiden en kötüye doğru sıralanmış olur. Yani ilk sırada yer alan karar seçeneği performansı en iyi olan seçenek olarak belirlenmiş olur.

3.4. WASPAS Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment-Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi) yöntemi potansiyel alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanmasında kullanılan kapsamlı bir analiz yöntemidir. WASPAS yöntemi, nitel verileri nicel verilere dönüştürerek düzenleyici bir görev yerine getirmektedir. Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli (Weighted Sum Model, WSM) ve Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli (Weighted Product Model, WPM)' nin birleşiminden oluşan yöntem matematiksel olarak basit ve pratik bir ÇKKV tekniği olmakla birlikte yüksek tahmin doğruluğu da sağlamaktadır. 2012 yılında Zavadskasetal tarafından tanıtılan WASPAS yöntemi temel olarak altı adımdan oluşmaktadır. Yöntemin işlem adımları aşağıda verilmiştir (Yücenur ve Maden, 2025:12; Hashemkhani Zolfani, Aghdaie, Derakhti, Zavadskas ve Morshed Varzandeh, 2013:7112; Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J. ve Zakarevicius A., 2012; Zavadskas, Krishankumar, Ravichandran, Vilkonis ve Antucheviciene, 2025:5-6; Miç ve Antmen, 2021:8-9).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Farklı alternatiflerin farklı kriterler altında performanslarını gösteren başlangıç karar matrisi, Eşitlik-14 kullanılarak elde edilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \; i = 1,2,\dots,m \; ve \; j = 1,2,\dots,n \qquad (14)$$

Adım 2: Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması

Kriterler fayda temelliyse normalleştirme işlemi için Eşitlik-15' den, kriterler maliyet temelliyse normalleştirme işlemi için Eşitlik-16'dan yararlanılarak karar matrisi normalize edilir.

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{max_i x_{ij}} \qquad (15)$$

$$\overline{x}_{ij} = \frac{min_i x_{ij}}{x_{ij}} \qquad (16)$$

Adım 3: Ağırlıklı Toplam Yönteminin Uygulanması

Bu aşamada Ağırlıklı Toplam Yöntemini kullanarak, alternatif i'nin toplam göreli önemi kriter değerlerinin ağırlıklı toplamı olarak Eşitlik-17 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} w_j \qquad (17)$$

Adım 4: Ağırlıklı Çarpım Yönteminin Uygulanması

Bu aşamada Ağırlıklı Çarpım Yöntemini kullanarak, alternatiflerin kriter performans değerlerinin kriter ağırlığı kadar kuvvetinin çarpımı olarak Eşitlik-18 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{wj} \qquad (18)$$

Adım 5: Alternatiflerin toplam öneminin hesaplanması ve sıralama

Bu aşamada her bir alternatifin önemi, Eşitlik-19 kullanılarak hesaplanır. Ağırlıklı Toplam ve Ağırlıklı Çarpım yöntemlerinin katkıları eşit oranlı olarak hesaplama yapılır. Alternatifler arasında en büyük Q değerine sahip olan en iyi alternatif olarak kabul edilir ve birinci sırada yer alır.

$$Q_i = 0{,}5 * Q_i^{(1)} + 0{,}5 * Q_i^{(2)} = 0{,}5 \sum_{j=1}^{n} \overline{x}_{ij} w_j + \prod_{j=1}^{n} (\overline{x}_{ij})^{wj} \qquad (19)$$

Adım 6: Sıralama doğruluğunun artırılması

Birleşik optimalite değeri, Eşitlik-20 kullanılarak hesaplanır. Burada λ, birleşik optimallik katsayısını ifade eder.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \qquad (20)$$

Eşitlik 20' yer alan λ parametresi 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Hesaplamalarda λ değeri karar vericinin belirgin bir tercihinin olmaması halinde 0,5 olarak alınır. Q_i ise i. alternatifin toplam göreli önemini ifade etmektedir. Bir başka ifade ile en iyi alternatif Q değeri en yüksek olan alternatiftir.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu bölümde öncelikle sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik olarak değerlendirme kriterleri belirlenmiş, sonrasında SWARA yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklandırmaları yapılmış ve son olarak da ARAS yöntemi kullanılarak sürdürülebilir açısından tedarikçilerin performansları belirlenmiştir.

4.1. SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Aşama 1: Üç kişiden oluşan karar vericilerden, sürdürülebilir tedarikçi seçim kararlarını etkileyen ana ve alt kriterlerin belirlenmesi istenmiştir. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi için belirlenen ana ve alt kriterler Tablo 3' de sunulmuştur.

Tablo 3' de yer alan kriterlerden K_1 ve K_4 kriterlerinin düşük değerlerinin tercih edilmesi nedeniyle bu kriterler minimizasyon tipindedir. Diğer kriterlerin ise daha yüksek değerlerinin tercih edilmesinden dolayı bu kriterler de maksimizasyon tipindedir.

Aşama 2: Bu aşamada karar vericilerden kriterleri karşılaştırmaları ve en önemliden en önemsize doğru sıralamaları istenmiştir. Kriterlerin nihai genel sırası Tablo 4' de sunulmuştur.

Tablo 4. Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması

Kriterler (P_j)	KV_1	KV_2	KV_3	Geo.Ort.	Öncelik Sıralaması
Maliyet (K_1)	10	10	11	10,323	10
Kalite (K_2)	12	11	10	10,970	11
Esneklik (K_3)	7	9	9	8,277	9
Dağıtım süresi (K_4)	13	12	12	12,324	12
Üretim kapasitesi (K_5)	11	14	15	13,219	13
Güvenlik ve sağlık uygulamaları (K_6)	14	13	14	13,658	14
Bilgi paylaşımı (K_7)	2	1	1	1,260	1
İstihdam uygulamaları (K_8)	15	15	13	14,301	15
İnsan hakları (K_9)	17	16	16	16,327	16
Paydaş ilişkileri (K_{10})	8	7	5	6,542	7
Ürünlerin geri dönüştürüle bilirliği (K_{11})	1	2	2	1,587	2
Kirlilik kontrolü (K_{12})	6	6	4	5,241	5
Çevresel yönetim sistemi (K_{13})	3	3	3	3,000	3
Azalt-Yeniden kullan-Geri dönüştür (3R) (K_{14})	4	5	6	4,932	4
Çevre dostu teknoloji (K_{15})	5	4	8	5,429	6
Davranış kuralları (K_{16})	16	17	18	16,980	17
Çıkar çatışması beyanı (K_{17})	18	18	17	17,660	18
Muhasebe kayıtlarında ve iş uygulamalarında şeffaflık (K_{18})	9	8	7	7,958	8

Tablo 4' de görüldüğü üzere geometrik ortalama alınarak üç karar verici tarafından oluşturulan basit sıralama tek bir vektörde birleştirilerek genel bir sıralama oluşturulmuştur. Bu sıralamaya göre en önemli kriter "Bilgi Paylaşımı (K_7)" kriteridir.

Aşama 3: Karar vericilerin Tablo 5'te yapılan sıralamaya göre en önemli kritere 1,00 değerinin verilmesiyle başlanarak, KV tarafından oluşturulan kriterlerin önem dereceleri Tablo 5' de sunulmuştur.

Tablo 5. Kriterlerin Karşılaştırmalı Ağırlıkları

P_j	Sıra	J	KV_1 (S_j)	KV_2 (S_j)	KV_3 (S_j)
K_7	1,260	1			
K_{11}	1,587	2	0,20	0,15	0,20
K_{13}	3,000	3	0,10	0,10	0,15
K_{14}	4,932	4	0,00	0,05	0,10
K_{12}	5,241	5	0,10	0,00	0,00
K_{15}	5,429	6	0,15	0,05	0,00
K_{10}	6,542	7	0,00	0,00	0,05
K_{18}	7,958	8	0,05	0,05	0,05
K_3	8,277	9	0,05	0,10	0,10
K_1	10,323	10	0,10	0,00	0,00
K_2	10,970	11	0,15	0,10	0,00
K_4	12,324	12	0,15	0,15	0,15
K_5	13,219	13	0,20	0,15	0,20
K_6	13,658	14	0,15	0,10	0,15
K_8	14,301	15	0,20	0,15	0,05
K_9	16,327	16	0,20	0,20	0,10
K_{16}	16,980	17	0,15	0,15	0,10
K_{17}	17,660	18	0,20	0,15	0,05

KV'lerin kriterlerin karşılaştırmalı ağırlıklarına göre puanlanmasında en önemli kriterin, önem derecesine göre yapılan sıralamada olduğu gibi "Bilgi Paylaşımı (K_7)" kriteri olduğu görülmektedir.

Aşama 4: Kriterlerin katsayı değerleri (K_j) Eşitlik-1 kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir karar vericiye ait katsayı değerleri Tablo 6' da sunulmuştur.

Tablo 6. Kriterlerin Hesaplanan Katsayı Değerleri

P_j	KV_1		KV_2		KV_3	
	(S_j)	(K_j)	(S_j)	(K_j)	(S_j)	(K_j)
K_7		1,00		1,00		1,00
K_{11}	0,20	1,20	0,15	1,15	0,20	1,20
K_{13}	0,10	1,10	0,10	1,10	0,15	1,15
K_{14}	0,00	1,00	0,05	1,05	0,10	1,10
K_{12}	0,10	1,10	0,00	1,00	0,00	1,00
K_{15}	0,15	1,15	0,05	1,05	0,00	1,00
K_{10}	0,00	1,00	0,00	1,00	0,05	1,05
K_{18}	0,05	1,05	0,05	1,05	0,05	1,05
K_3	0,05	1,05	0,10	1,10	0,10	1,10
K_1	0,10	1,10	0,00	1,00	0,00	1,00
K_2	0,15	1,15	0,10	1,10	0,00	1,00
K_4	0,15	1,15	0,15	1,15	0,15	1,15
K_5	0,20	1,20	0,15	1,15	0,20	1,20
K_6	0,15	1,15	0,10	1,10	0,15	1,15
K_8	0,20	1,20	0,15	1,15	0,05	1,05
K_9	0,20	1,20	0,20	1,20	0,10	1,10
K_{16}	0,15	1,15	0,15	1,15	0,10	1,10
K_{17}	0,20	1,20	0,15	1,15	0,05	1,05

S_j değerine +1 eklenerek elde edilen K_j değeri incelendiğinde; KV_1 için en yüksek K_j değerine sahip kriterlerin K_5, K_8, K_9, K_{11} ve K_{17}, KV_2 için en yüksek K_j değerine sahip kriterin K_9 ve KV_3 için ise en yüksek K_j değerine sahip kriterlerin K_5 ve K_{11} kriteri olduğu görülmektedir.

Adım 5: Kriterlerin ağırlık değerleri (Q_j) Eşitlik-2 yardımıyla her bir kriter için hesaplanmış ve Tablo 7' de sunulmuştur.

KV_1'in Q_j değerleri örneklendirilirse; K_7'e ait Q_j değeri Eşitlik (2) gereği 1, K_{11}'e ait Q_j değeri Eşitlik (2) gereği 1,000/1,20= 0,833 olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 7. Kriterlerin Ağırlık Değerleri (Q_j)

		KV_1			KV_2			KV_3		
P_j	Önem Sırası	S_j	K_j	Q_j	S_j	K_j	Q_j	S_j	K_j	Q_j
K_7	1		1,00	1,000		1,00	1,000		1,00	1,000
K_{11}	2	0,20	1,20	0,833	0,15	1,15	0,870	0,20	1,20	0,833
K_{13}	3	0,10	1,10	0,758	0,10	1,10	0,791	0,15	1,15	0,725
K_{14}	4	0,00	1,00	0,758	0,05	1,05	0,753	0,10	1,10	0,659
K_{12}	5	0,10	1,10	0,689	0,00	1,00	0,753	0,00	1,00	0,659
K_{15}	6	0,15	1,15	0,599	0,05	1,05	0,717	0,00	1,00	0,659
K_{10}	7	0,00	1,00	0,599	0,00	1,00	0,717	0,05	1,05	0,627
K_{18}	8	0,05	1,05	0,570	0,05	1,05	0,683	0,05	1,05	0,598
K_3	9	0,05	1,05	0,543	0,10	1,10	0,621	0,10	1,10	0,543
K_1	10	0,10	1,10	0,494	0,00	1,00	0,621	0,00	1,00	0,543
K_2	11	0,15	1,15	0,429	0,10	1,10	0,564	0,00	1,00	0,543
K_4	12	0,15	1,15	0,373	0,15	1,15	0,491	0,15	1,15	0,472
K_5	13	0,20	1,20	0,311	0,15	1,15	0,427	0,20	1,20	0,394
K_6	14	0,15	1,15	0,271	0,10	1,10	0,388	0,15	1,15	0,342
K_8	15	0,20	1,20	0,225	0,15	1,15	0,337	0,05	1,05	0,326
K_9	16	0,20	1,20	0,188	0,20	1,20	0,281	0,10	1,10	0,296
K_{16}	17	0,15	1,15	0,163	0,15	1,15	0,244	0,10	1,10	0,269
K_{17}	18	0,20	1,20	0,136	0,15	1,15	0,213	0,05	1,05	0,257

Tablo 7 incelendiğinde KV_1, KV_2 ve KV_3 için en yüksek ağırlık değerine sahip kriterin K_7 olduğu, bu kriteri K_{11} kriterinin takip ettiği görülmektedir. Her üç karar vericiye göre en düşük ağırlık değerine sahip kriterin ise K_{17} olduğu görülmektedir.

Adım 6: Eşitlik-3 kullanılarak her bir KV için kriterlerin nihai ağırlık değerleri (W_j) hesaplanmış ve Tablo 8' de sunulmuştur.

Tablo 8. Kriterlerin Nihai Ağırlık Değerleri (W_j)

		KV1				KV2				KV3			
P_j	**Önem Sırası**	**S_j**	**K_j**	**Q_j**	**W_j**	**S_j**	**K_j**	**Q_j**	**W_j**	**S_j**	**K_j**	**Q_j**	**W_j**
K_7	1		1,00	1,000	0,112		1,00	1,000	0,096		1,00	1,000	0,103
K_{11}	2	0,20	1,20	0,833	0,093	0,15	1,15	0,870	0,083	0,20	1,20	0,833	0,085
K_{13}	3	0,10	1,10	0,758	0,085	0,10	1,10	0,791	0,076	0,15	1,15	0,725	0,074
K_{14}	4	0,00	1,00	0,758	0,085	0,05	1,05	0,753	0,072	0,10	1,10	0,659	0,068
K_{12}	5	0,10	1,10	0,689	0,077	0,00	1,00	0,753	0,072	0,00	1,00	0,659	0,068
K_{15}	6	0,15	1,15	0,599	0,067	0,05	1,05	0,717	0,068	0,00	1,00	0,659	0,068
K_{10}	7	0,00	1,00	0,599	0,067	0,00	1,00	0,717	0,068	0,05	1,05	0,627	0,064
K_{18}	8	0,05	1,05	0,570	0,064	0,05	1,05	0,683	0,065	0,05	1,05	0,598	0,061
K_3	9	0,05	1,05	0,543	0,061	0,10	1,10	0,621	0,059	0,10	1,10	0,543	0,056
K_1	10	0,10	1,10	0,494	0,055	0,00	1,00	0,621	0,059	0,00	1,00	0,543	0,056
K_2	11	0,15	1,15	0,429	0,048	0,10	1,10	0,564	0,054	0,00	1,00	0,543	0,056
K_4	12	0,15	1,15	0,373	0,042	0,15	1,15	0,491	0,047	0,15	1,15	0,472	0,048
K_5	13	0,20	1,20	0,311	0,035	0,15	1,15	0,427	0,041	0,20	1,20	0,394	0,040
K_6	14	0,15	1,15	0,271	0,030	0,10	1,10	0,388	0,037	0,15	1,15	0,342	0,035
K_8	15	0,20	1,20	0,225	0,025	0,15	1,15	0,337	0,032	0,05	1,05	0,326	0,033
K_9	16	0,20	1,20	0,188	0,021	0,20	1,20	0,281	0,027	0,10	1,10	0,296	0,030
K_{16}	17	0,15	1,15	0,163	0,018	0,15	1,15	0,244	0,023	0,10	1,10	0,269	0,028
K_{17}	18	0,20	1,20	0,136	0,015	0,15	1,15	0,213	0,020	0,05	1,05	0,257	0,026

Tablo 8 incelendiğinde KV_1, KV_2 ve KV_3 için en yüksek nihai ağırlık değerine sahip kriterin K_7, en düşük ağırlık değerine sahip kriterin ise K_{17} olduğu görülmektedir.

Adım 7: Bir önceki aşamada hesaplanan nihai ağırlık (w_j) değerlerinin geometrik ortalaması alınarak her bir KV için ayrı ayrı hesaplanan ağırlık değerleri bütünleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 9' da sunulmuştur.

Tablo 9. Alt Kriterlerin Nihai Ağırlık Değerleri

P_j	**W_1**	**W_2**	**W_3**	**Geo.Ort.**	**Sıralama**
K_7	0,112	0,096	0,103	0,103	1
K_{11}	0,093	0,083	0,085	0,087	2
K_{13}	0,085	0,076	0,074	0,078	3
K_{14}	0,085	0,072	0,068	0,075	4
K_{12}	0,077	0,072	0,068	0,072	5
K_{15}	0,067	0,068	0,068	0,068	6
K_{10}	0,067	0,068	0,064	0,068	7
K_{18}	0,064	0,065	0,061	0,063	8
K_3	0,061	0,059	0,056	0,059	9
K_1	0,055	0,059	0,056	0,057	10
K_2	0,048	0,054	0,056	0,053	11
K_4	0,042	0,047	0,048	0,046	12
K_5	0,035	0,041	0,040	0,039	13
K_6	0,030	0,037	0,035	0,034	14
K_8	0,025	0,032	0,033	0,030	15
K_9	0,021	0,027	0,030	0,026	16
K_{16}	0,018	0,023	0,028	0,023	17
K_{17}	0,015	0,020	0,026	0,020	18

Tablo 9' da SWARA yöntemi kullanılarak yapılan analizler sonucunda kriterlerin önem seviyesine göre $K_7>K_{11}>K_{13}>K_{14}>K_{12}>K_{15}>K_{10}>K_{18}>K_3>K_1>K_2>K_4>K_5>K_6>K_8>K_9>K_{16}>K_{17}$ şeklinde sıralandığı görülmektedir.

Tablo 10' da yer alan alt kriterlerin bütünleştirilmiş ağırlık değerleri kullanılarak elde edilen ana kriter ağırlık tablosu ise aşağıda verilmiştir.

Tablo 10. Ana Kriterlerin Nihai Ağırlık Değerleri

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları
Ekonomik Faktörler	0.254
Sosyal Faktörler	0,261
Çevresel Faktörler	0,380
Etik Faktörler	0,106

SWARA yöntemi kullanılarak elde edilen ana kriterler ağırlıkları incelendiğinde "Çevresel Faktörler (0,380)" in kumaş tedarikçisi seçiminde en önemli faktör olduğu görülmektedir. İkinci sırada "Sosyal Faktörler (0,261)" in, üçüncü sırada "Ekonomik Faktörler (0.254)" in ve dördüncü sırada ise "Etik Faktörler (0,106)" in yer aldığı görülmektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde uygulamanın yapıldığı işletmenin tedarikçi seçiminde çevresel faktörlere önem vermekle birlikte ekonomik ve sosyal faktörleri de göz ardı etmediği söylenebilir. SWARA yöntemi kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesiyle sona ermiş ve alternatiflerin değerlendirildiği ARAS yönteminin uygulanmasına geçilmiştir.

4.2. ARAS Yöntemiyle Alternatiflerin Değerlendirilmesi

4.2.1 Karar matrisinin oluşturulması

Bu aşamada KV'ler tarafından belirlenmiş olan 18 kriter dikkate alınarak, 3 tedarikçi işletme tedarik zincirinde sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 11. Değerlendirme Skalası

Önem Derecesi	Tanım
1	Çok Zayıf
2	Zayıf
3	Orta Zayıf
4	Orta
5	Orta İyi
6	İyi
7	Çok İyi

Değerlendirme sürecinde 1-7 arası puanlama yapılmıştır. KV'ler tedarikçi işletmeleri her bir kriter açısından, Tablo 11' de yer alan skalaya göre değerlendirmiş ve sonuçlar Tablo 12' de sunulmuştur.

Tablo 12. Karar Vericilerin Değerlendirmesi

P_j	KV_1			KV_2			KV_3		
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3
K_1	3	4	4	3	4	4	3	4	4
K_2	4	4	2	4	5	5	3	5	4
K_3	6	6	3	4	6	4	3	5	4
K_4	3	7	5	3	5	4	3	6	3
K_5	3	5	6	3	5	4	4	6	3
K_6	4	6	4	5	4	3	4	5	3
K_7	4	7	3	3	6	3	3	5	3
K_8	5	7	3	3	7	3	4	5	4
K_9	6	5	4	4	5	4	4	6	4
K_{10}	3	4	5	4	6	4	3	6	3

K_{11}	3	5	3	3	6	3	3	6	5
K_{12}	7	6	3	3	6	4	4	6	3
K_{13}	4	7	5	5	6	3	3	5	4
K_{14}	4	6	6	4	5	5	4	5	5
K_{15}	3	7	3	3	5	4	3	5	3
K_{16}	3	6	3	6	5	3	4	5	3
K_{17}	3	5	4	3	5	4	4	5	4
K_{18}	4	6	3	4	5	3	3	6	4

KV'lerin kriterleri değerlendirmesinden sonra, tüm yöntemler için temel oluşturacak başlangıç karar matrisinin oluşturulabilmesi amacıyla elde edilen değerlerin geometrik ortalaması alınmıştır. Böylelikle araştırma kapsamında kullanılacak olan ARAS yönteminde kullanılmak üzere başlangıç karar matrisinin oluşturulması sağlanmıştır.

4.2.2. ARAS yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilmesi

Kriter ağırlıklarının SWARA yöntemiyle belirlenmesinden sonra, ARAS yöntemi kullanılarak en iyi tedarikçinin belirlenmesi aşamalarına geçilmiş ve bu süreçte aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

Adım 1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

En iyi tedarikçinin belirlenmesi sürecinde SWARA yöntemi kullanılarak oluşturulan karar matrisinin aynısı kullanılmıştır. Ancak bu matriste optimum değerlere yer verilmemesi ve ARAS yönteminin yapısı gereği kriterlere ilişkin optimal değerlerin belirlenmesi gerekliliği nedeniyle, Eşitlik 5-6 ile optimum değerler hesaplanmış ve bu değerler Tablo 13' de görüldüğü üzere karar matrisine eklenmiştir.

Optimum değerler (A_0) sütunlarda bulunan değerler arasından fayda ve maliyet özelliğine göre seçilmektedir. Minimum olması istenen kriterlerin değerlendirme skoru için minimum değer, maksimum olması istenen kriterler için de maksimum değerlendirme skoru esas alınır. Kriterin maliyet mi yoksa fayda yönlümü olduğu karar vericiler tarafından belirtilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

- Maliyet (K_1): Maliyet kriteri
- Kalite (K_2): Fayda kriteri
- Esneklik (K_3): Fayda kriteri
- Dağıtım süresi (K_4): Maliyet kriteri
- Üretim kapasitesi (K_5): Fayda kriteri
- Güvenlik ve sağlık uygulamaları (K_6): Fayda kriteri
- Bilgi paylaşımı (K_7): Fayda kriteri
- İstihdam uygulamaları (K_8): Fayda kriteri
- İnsan hakları (K_9): Fayda kriteri
- Paydaş ilişkileri (K_{10}): Fayda kriteri
- Ürünlerin geri dönüştürüle bilirliği (K_{11}): Fayda kriteri
- Kirlilik kontrolü (K_{12}): Fayda kriteri
- Çevresel yönetim sistemi (K_{13}): Fayda kriteri
- Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür (3R) (K_{14}): Fayda kriteri
- Çevre dostu teknoloji (K_{15}): Fayda kriteri
- Davranış kuralları (K_{16}): Fayda kriteri
- Çıkar çatışması beyanı (K_{17}): Fayda kriteri
- Muhasebe kayıtlarında ve iş uygulamalarında şeffaflık (K_{18}): Fayda kriteri

Tablo 13. Kriter ağırlıkları ve karar matrisi

P_j	Max/ Min	W_j	Opt. Değ.	T_1	T_2	T_3
K_1	(-)	0,057	3,000	3,000	4,000	4,000
K_2	(+)	0,053	4,642	3,634	4,642	3,420
K_3	(+)	0,059	5,646	4,160	5,646	3,634
K_4	(-)	0,046	3,000	3,000	5,944	3,915
K_5	(+)	0,039	5,313	3,302	5,313	4,160
K_6	(+)	0,034	4,932	4,309	4,932	3,302
K_7	(+)	0,103	5,944	3,302	5,944	3,000
K_8	(+)	0,030	6,257	3,915	6,257	3,302
K_9	(+)	0,026	5,313	4,579	5,313	4,000
K_{10}	(+)	0,068	5,241	3,302	5,241	3,915
K_{11}	(+)	0,087	5,646	3,000	5,646	3,557
K_{12}	(+)	0,072	6,000	4,380	6,000	3,302
K_{13}	(+)	0,078	5,944	3,915	5,944	3,915
K_{14}	(+)	0,075	5,313	4,000	5,313	5,313
K_{15}	(+)	0,068	5,593	3,000	5,593	3,302
K_{16}	(+)	0,023	5,313	4,160	5,313	3,000
K_{17}	(+)	0,020	5,000	3,302	5,000	4,000
K_{18}	(+)	0,063	5,646	3,634	5,646	3,302

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Kriterler fayda ya da maliyet özelliklerine göre normalize edilir. Maliyet yönlü iki ölçüt için Eşitlik-8, fayda yönlü on altı ölçüt için Eşitlik-7 kullanılarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin özelliklerine göre gerçekleştirilen normalizasyon işlemi sonucu oluşturulan karar matrisi Eşitlik-9'da gösterilen matris formunda Tablo 14' de sunulmuştur.

Tablo 14. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

P_j	Max/Min	W_j	Opt. Değ.	T_1	T_2	T_3
K_1	(-)	0,057	0,286	0,286	0,214	0,214
K_2	(+)	0,053	0,284	0,222	0,284	0,209
K_3	(+)	0,059	0,296	0,218	0,296	0,190
K_4	(-)	0,046	0,306	0,306	0,154	0,234
K_5	(+)	0,039	0,294	0,183	0,294	0,230
K_6	(+)	0,034	0,282	0,247	0,282	0,189
K_7	(+)	0,103	0,327	0,182	0,327	0,165
K_8	(+)	0,030	0,317	0,198	0,317	0,167
K_9	(+)	0,026	0,277	0,238	0,277	0,208
K_{10}	(+)	0,068	0,296	0,187	0,296	0,221
K_{11}	(+)	0,087	0,316	0,168	0,316	0,199
K_{12}	(+)	0,072	0,305	0,223	0,305	0,168
K_{13}	(+)	0,078	0,301	0,199	0,301	0,199
K_{14}	(+)	0,075	0,266	0,201	0,266	0,266
K_{15}	(+)	0,068	0,320	0,172	0,320	0,189
K_{16}	(+)	0,023	0,299	0,234	0,299	0,169
K_{17}	(+)	0,020	0,289	0,191	0,289	0,231
K_{18}	(+)	0,063	0,310	0,199	0,310	0,181

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

ÇKKV yöntemlerinden birisi olan ARAS yönteminde de diğer yöntemlerde olduğu gibi karar vericilerin belirlediği kriterlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu hesaplama alternatiflere ilişkin skorların, önem düzeylerini gösteren ağırlık katsayıları ile çarpılmasıyla yapılmaktadır. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması sürecinde SWARA yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlık değerleri Eşitlik-10 kullanılarak ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnek

vermek gerekirse T_1'in K_1 kriterine ait ağırlıklandırılmış performans değeri Tablo 14' de yer alan ağırlık değerlerinin her bir sütun elemanı ile çarpılmış ve böylece ağırlıklandırılmış değerler elde edilmiştir (Örn; T_{K1}=0,057*0,286=0,016). Normalize matristen elde edilen ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 15' de sunulmuştur.

Tablo 15. Ağırlıklandırılmış normalize matris

P_j	Max/Min	W_j	Opt. Değ.	T_1	T_2	T_3
K_1	(-)	0,057	0,016	0,016	0,012	0,012
K_2	(+)	0,053	0,015	0,012	0,015	0,011
K_3	(+)	0,059	0,017	0,013	0,017	0,011
K_4	(-)	0,046	0,014	0,014	0,007	0,011
K_5	(+)	0,039	0,011	0,007	0,011	0,009
K_6	(+)	0,034	0,010	0,008	0,010	0,006
K_7	(+)	0,103	0,034	0,019	0,034	0,017
K_8	(+)	0,030	0,010	0,006	0,010	0,005
K_9	(+)	0,026	0,007	0,006	0,007	0,005
K_{10}	(+)	0,068	0,020	0,013	0,020	0,015
K_{11}	(+)	0,087	0,028	0,015	0,028	0,017
K_{12}	(+)	0,072	0,022	0,016	0,022	0,012
K_{13}	(+)	0,078	0,024	0,015	0,024	0,015
K_{14}	(+)	0,075	0,020	0,015	0,020	0,020
K_{15}	(+)	0,068	0,022	0,012	0,022	0,013
K_{16}	(+)	0,023	0,007	0,005	0,007	0,004
K_{17}	(+)	0,020	0,006	0,004	0,006	0,005
K_{18}	(+)	0,063	0,020	0,013	0,020	0,011

Adım 4: Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulmasından sonra alternatiflerin her biri için optimallik fonksiyon değerlerinin hesaplamaları yapılmıştır. S_i değerlerinin hesaplanmasında Eşitlik-12, K_i (fayda) derecelerinin hesaplanmasında ise Eşitlik-13 kullanılmıştır. Belirlenen S_i ve K_i değerleri ve alternatiflerin bu değerlere göre sıralamaları Tablo 16' da sunulmuştur.

Tablo 16. Alternatiflerin Optimum Değerleri ve Fayda Dereceleri

Tedarikçi	S_i	K_i	Sıralama
Opt. Değ.	0,301	1,000	Optimal
T_1	0,209	0,692	2.sıra
T_2	0,290	0,963	1.sıra
T_3	0,201	0,667	3.sıra

Tedarikçilerin sürdürülebilirlik açısından performansları ARAS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek performansa sahip tedarikçi T_2, en düşük performansa sahip tedarikçi ise T_3 olarak belirlenmiştir. Eşitlik-9 kullanılarak hesaplanan K_i değerleri tedarikçilerin optimalliğe ne oranda yakın olduğunu gösteren bir ölçüttür. Araştırma sonucunda performansı en yüksek yani en ideal tedarikçi olarak belirlenen T_2 tedarikçisinin, K_i değerine bakılarak %96 oranla optimalliğe en yakın tedarikçi olduğu söylenebilir. En kötü performansa sahip T_3 tedarikçisinin fayda derecesi ise %67 dir. Bu sonuca göre T_3 tedarikçisinin optimal duruma en uzak tedarikçi olduğu söylenebilir. Sonuç olarak tedarikçi işletmelerin performansları en iyiden en kötüye doğru $T_2>T_1>T_3$ şeklinde bulunmuştur.

4.2.3. WASPAS yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilmesi ve ARAS yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması

Kriter ağırlıklarının SWARA yöntemiyle belirlenmesinden sonra, ARAS yöntemi kullanılarak sürdürülebilirlik performansları açısından tedarikçilerin sıralaması belirlenmiştir. Bu aşamada ise

ARAS yöntemiyle elde edilen sıralama sonuçların kontrolü amacıyla SWARA yöntemi kullanılarak oluşturulan karar matrisinin aynısı kullanılarak WASPAS yöntemi ile sürdürülebilir tedarikçi performansı yeniden analiz edilmiştir. Bu süreçte aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

En iyi tedarikçinin belirlenmesi sürecinde SWARA yöntemi kullanılarak oluşturulan karar matrisinin aynısı kullanılmıştır. Optimum değerler (A_0) sütunlarda bulunan değerler arasından fayda ve maliyet özelliğine göre seçilmektedir. Minimum olması istenen kriterlerin değerlendirme skoru için minimum değer, maksimum olması istenen kriterler için de maksimum değerlendirme skoru esas alınmıştır. Kriterin maliyet mi yoksa fayda yönlümü olduğu karar vericiler tarafından belirtilmiş ve Tablo 17' de sunulmuştur.

Tablo 17. Kriter Ağırlıkları ve Karar Matrisi

P_j	Max/Min	W_j	Opt. Değ.	T_1	T_2	T_3
K_1	(-)	0,057	3,000	3,000	4,000	4,000
K_2	(+)	0,053	4,642	3,634	4,642	3,420
K_3	(+)	0,059	5,646	4,160	5,646	3,634
K_4	(-)	0,046	3,000	3,000	5,944	3,915
K_5	(+)	0,039	5,313	3,302	5,313	4,160
K_6	(+)	0,034	4,932	4,309	4,932	3,302
K_7	(+)	0,103	5,944	3,302	5,944	3,000
K_8	(+)	0,030	6,257	3,915	6,257	3,302
K_9	(+)	0,026	5,313	4,579	5,313	4,000
K_{10}	(+)	0,068	5,241	3,302	5,241	3,915
K_{11}	(+)	0,087	5,646	3,000	5,646	3,557
K_{12}	(+)	0,072	6,000	4,380	6,000	3,302
K_{13}	(+)	0,078	5,944	3,915	5,944	3,915
K_{14}	(+)	0,075	5,313	4,000	5,313	5,313
K_{15}	(+)	0,068	5,593	3,000	5,593	3,302
K_{16}	(+)	0,023	5,313	4,160	5,313	3,000
K_{17}	(+)	0,020	5,000	3,302	5,000	4,000
K_{18}	(+)	0,063	5,646	3,634	5,646	3,302

Ardından karar matrisi kriterlerin fayda ya da maliyet özelliklerine göre normalize edilir. Fayda yönlü on altı ölçüt için Eşitlik-15, maliyet yönlü iki ölçüt için Eşitlik-8, kullanılarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin özelliklerine göre gerçekleştirilen normalizasyon işlemi sonucu oluşturulan karar matrisi Tablo 18' de sunulmuştur.

Tablo 18. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

P_j	Max/Min	W_j	Opt. Değ.	T_1	T_2	T_3
K_1	(-)	0,057	3,000	1,000	0,750	0,750
K_2	(+)	0,053	4,642	0,783	1,000	0,737
K_3	(+)	0,059	5,646	0,737	1,000	0,644
K_4	(-)	0,046	3,000	1,000	0,505	0,766
K_5	(+)	0,039	5,313	0,621	1,000	0,783
K_6	(+)	0,034	4,932	0,874	1,000	0,670
K_7	(+)	0,103	5,944	0,556	1,000	0,505
K_8	(+)	0,030	6,257	0,626	1,000	0,528
K_9	(+)	0,026	5,313	0,862	1,000	0,753
K_{10}	(+)	0,068	5,241	0,630	1,000	0,747
K_{11}	(+)	0,087	5,646	0,531	1,000	0,630
K_{12}	(+)	0,072	6,000	0,730	1,000	0,550
K_{13}	(+)	0,078	5,944	0,659	1,000	0,659
K_{14}	(+)	0,075	5,313	0,753	1,000	1,000
K_{15}	(+)	0,068	5,593	0,536	1,000	0,590
K_{16}	(+)	0,023	5,313	0,783	1,000	0,565
K_{17}	(+)	0,020	5,000	0,660	1,000	0,800
K_{18}	(+)	0,063	5,646	0,644	1,000	0,585

Ardından, öncelikle Ağırlıklı Toplam Yöntemini kullanarak, alternatif i'nin toplam göreli önemi kriter değerlerinin ağırlıklı toplamı olarak Eşitlik-17 kullanılarak $Q_i^{(1)}$ değerleri hesaplanmış sonrasında ise Ağırlıklı Çarpım Yöntemini kullanarak, alternatiflerin kriter performans değerlerinin kriter ağırlığı kadar kuvvetinin çarpımı olarak Eşitlik-18 kullanılarak $Q_i^{(2)}$ değerleri hesaplanmıştır. Her bir alternatifin önemini belirlemek için Eşitlik-19, uzlaşık çözüm için ise Eşitlik-20 kullanılarak WASPAS skorları (Q_i) belirlenmiştir. WASPAS skorları belirlenirken λ parametresi λ=0,5 olarak kabul edilmiştir. Bir başka ifade ile Ağırlıklı Toplam ve Ağırlıklı Çarpım yöntemlerinin katkıları eşit oranda alınarak hesaplama yapılmıştır. Alternatifler arasında en büyük Q_i değerine sahip olan en iyi alternatif olarak kabul edilir ve birinci sırada yer alır. Hesaplama sonuçları Tablo 19' da sunulmuştur.

Tablo 19. $Q_i^{(1)}$, $Q_i^{(2)}$, Q_i ve Performans Sıra Değerleri

Alternatif Tedarikçiler	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	WASPAS Sıralaması
T_1	0,698	0,684	0,691	2
T_2	0,964	0,953	0,959	1
T_3	0,673	0,661	0,667	3

Tedarikçilerin sürdürülebilirlik açısından performansları WASPAS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek performansa sahip tedarikçi T_2, en düşük performansa sahip tedarikçi ise T_3 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak tedarikçi işletmelerin performansları en iyiden en kötüye doğru $T_2>T_1>T_3$ şeklinde bulunmuştur.

ARAS ve WASPAS yöntemleri kullanılarak yapılan sürdürülebilir tedarikçi performansı sonuçları karşılaştırılmış ve Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. Tedarikçi Performans Karşılaştırması

Alternatif Tedarikçiler	WASPAS Sıralaması	ARAS Sıralaması
T_1	2.sıra	2.sıra
T_2	1.sıra	1.sıra
T_3	3.sıra	3.sıra

Tablo 20'de görüldüğü üzere her iki yöntemde de en iyi tedarikçi alarak T_2 belirlenmiş ve tedarikçi sıralamaları değişmemiştir. WASPAS yöntemiyle elde edilen sonuçlar ARAS yöntemi ile elde edilen sonuçların doğruluğunu desteklemek açısından büyük önem taşımaktadır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde yaşanan bölgesel çatışmalar, küresel kaoslar ve Covid-19 pandemisi gibi salgın hastalık risklerinin varlığı tedarik zinciri yönetiminin önemini her geçen gün arttırmaktadır. İşletmelerin tedarikçileriyle uzun vadeli ilişkiler kurup sürdürebilmeleri, rekabet güçlerini koruma ve arttırabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Tedarik zincirinde yer alan paydaşlar arasında güvene dayalı kurulacak uzun vadeli ilişkiler, tedarik ağında tam bir entegrasyonun sağlanmasına katkı sunabilir. Entegrasyon seviyesinin artması zincirde yer alan işletmelere maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin arttırılması, tedarik sürelerinin ve kesintilerinin azaltılması, nihayetinde de karlılığın arttırılması gibi birçok avantaj sağlayabilir. Tam entegre olmuş ve bunun sonucunda ortaya çıkması muhtemel avantajların elde edilebilmesinde doğru tedarikçilerin seçimi büyük önem taşımaktadır. Özellikle son yıllarda tüketicilerdeki çevre hassasiyetinin artmasının yanı sıra bu konuda yerel yönetimlerin de harekete geçerek konuya ilişkin yasal düzenlemeler yapmaları, işletmelerin üretim süreçlerinde çevreye karşı daha fazla duyarlı olmalarına ve tedarikçi seçiminde sürdürülebilirlik faktörlerini daha fazla dikkate almalarına sebep olmaktadır.

Literatürde tedarikçi seçimine yönelik birçok çalışma olmakla birlikte tedarikçi seçiminde sürdürülebilirlik faktörlerini dikkate alan nispeten daha az çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmada tedarikçi seçim kriterleri belirlenirken sürdürülebilirlik faktörü temel alınmış ve kriterler bu doğrultuda belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken literatürde yer alan benzer çalışmalarda genellikle ana kriterler olarak ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin dikkate alındığı görülmektedir. Bu çalışmada literatürde yer alan birçok çalışmadan farklı olarak ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin yanı sıra etik faktörlere ilişkin kriterlerde değerlendirme sürecine dahil edilmiştir. Araştırma kapsamında belirlenen dört ana ve on sekiz alt kritere ilişkin önem ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra ise uygulamanın yapıldığı işletmenin kumaş hammadde tedariki yaptığı üç tedarikçi işletmenin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilebilmesi için ARAS yöntemi kullanılmış ve tedarikçi işletmelerin öncelik sırası belirlenmiştir.

SWARA yöntemiyle yapılan analiz sonuçlarına göre sürdürülebilir tedarikçi seçiminde en önemli ana kriter %38 ile çevresel faktörler olarak belirlenmiştir. Çevresel faktörleri sırası ile sosyal faktörler (%26), ekonomik faktörler (%25) ve etik faktörler (%11) takip etmektedir. Bu sonuçlardan hareketle araştırmaya katılan işletmenin sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, en fazla çevresel faktörlere önem vermekle birlikte bu önemin diğer faktörlerden çok fazla olmadığı, sosyal ve ekonomik faktörlerin de işletme tarafından göz ardı edilmediği söylenebilir. Literatürde yer alan yerli çalışmalar incelendiğinde; Rani vd., (2020) nin yaptıkları çalışmada da sürdürülebilir tedarikçi seçiminde faktörlerin önem derecelerini çevresel faktörleri %50, ekonomik faktörleri %36 ve sosyal faktörleri de %14 şeklinde belirlemiştir. Luthra vd. (2017) yaptıkları çalışmada ise sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, önem derecesine göre %44 ile çevresel faktörlerin ilk sırada %39 ile ekonomik faktörlerin ikinci sırada ve %17 ile sosyal faktörlerin de üçüncü sırada yer aldığını ifade etmektedirler. Alrasheedi vd., 2022) yaptıkları çalışmada ise sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, önem derecesine göre %37 ile çevresel faktörleri ilk sırada %34 ile ekonomik faktörleri ikinci sırada ve %29 ile sosyal faktörleri üçüncü sırada yer almıştır. Bu sonuçlar yapılan çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Literatürde yer alan diğer çalışmalar incelendiğinde ise önem dereceleri bakımından farklı oranların belirlenmesine rağmen ağırlıklı olarak ekonomik faktörlerin ön plana çıktığı görülmektedir. Örneğin; Ecer, (2021) yaptığı çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, önem derecesine göre %39 ile ekonomik faktörlerin %33 ile çevresel faktörlerin ve %28 ile sosyal faktörlerin sıralandığını tespit etmiştir. Çiçek vd., (2020) yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, en önemli faktör olarak %73 ile ekonomik faktörleri, %15 ile çevresel faktörleri ve %11 ile sosyal faktörleri belirlemiştir. Mohammed vd., (2019) maliyet ve ürün kalitesi gibi alt faktörleri geleneksel faktörler altında ele alarak, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde geleneksel, çevresel ve sosyal faktörleri değerlendirmiş ve sonuç olarak en önemli faktör olarak %44 ile geleneksel faktörleri, %29 ile çevresel faktörleri ve %27 ile sosyal faktörlerin önemli olduğunu belirlemiştir. Xu vd., (2019) yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ekonomik faktörleri %55 ile en önemli faktör, çevresel faktörleri %25 ile ikinci önemli faktör ve sosyal faktörler ise %21 ile en az önemli faktör olarak belirlemiştir. Awasthi vd., (2018) yaptıkları çalışmada önem derecesine göre ekonomik kriterler %60, paydaşlar arasındaki ilişki kalitesi %19, çevresel faktörler %10, sosyal kriterle %6 ve küresel riskler %4 olarak sıralanmıştır. Jain ve Singh, (2020) yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde, önem derecesine göre %50 ile ekonomik faktörlerin, %30 ile çevresel faktörlerin ve %20 ile sosyal faktörlerin sıralandığını belirlemişlerdir. Varchandi vd., (2024) yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde en önemli faktörün %65 ile ekonomik faktörler, %17 ile çevresel faktörler, %12 ile dayanıklılık ve %6 ile sosyal faktörler olduğunu belirlemişlerdir. Sharma vd., (2024) de yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde faktörlerin önem derecelerini ekonomik faktörleri %43, çevresel faktörleri %31 ve sosyal faktörleri de %27 şeklinde belirlemiştir.

Yazdani vd., (2021) İran'da faaliyet gösteren bir süt işletmesi üzerine yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde karar verme kriterlerini ekonomik, çevresel ve sosyal faktörler olarak üç grupta incelemiş ve ekonomik faktörlerin önem derecesini %22, çevresel faktörlerin %38 ve sosyal faktörlerin ise %40 olarak belirlemiştir. Masudin vd., de (2024) yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde karar verme kriterlerini ekonomik, çevresel ve sosyal faktörler olarak üç grupta incelemiştir. Araştırma sonucunda ekonomik kriterler en önemli sürdürülebilir tedarikçi seçim kriteri olarak belirlenirken önem derecesine göre sırasıyla çevresel ve sosyal faktörlerde ikinci ve üçüncü sırada yer almıştır. Sithi vd., (2025) Bangladeşte tekstil sektörü üzerine yaptıkları çalışmada, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan kriterleri ekonomik, çevresel ve sosyal faktörler olarak üç grupta ele almış ve araştırma sonucunda ekonomik faktörlerin önem derecesini %39, çevresel faktörlerin önem derecesini %33 ve sosyal faktörlerin önem derecesini de %28 olarak belirlemiştir. Yine Yang vd., de 2025 yılında Çin'de otomotiv sektörü üzerine yaptıkları çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçiminde performans kriterleri olarak ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri kullanarak bir çalışma yapmışlardır.

Literatür incelendiğinde, uygulamanın yapıldığı sektörlere ve ülkelere göre sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan kriterin ve kriterler önem derecelerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Araştırmaların yapıldığı ülkelerdeki müşteri beklentilerinin, genel ekonomik yapının, işletmelerin vizyonunun, söz konusu ülkelerdeki yasal düzenlemelerin ve sürdürülebilirlik konusunda hem işletmelerin hem de tüketicilerin farkındalık seviyesinin farklı olması bu değişikliğin sebebi olarak gösterilebilir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, araştırmaya katılan işletmenin sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterleri içerisinde çevresel faktörlere en fazla önem verdiği görülürken ekonomik ve sosyal faktörlerinde azımsanmayacak derecede önem verildiği görülmektedir. Bu sonuçların literatürde yer alan çalışmalarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Elde edilen verilerden hareketle söz konu işletmenin sürdürülebilirlik bilincine sahip, sadece kar odaklı değil sosyal faktörleri de dikkate alarak üretim stratejisi belirlediği söylenebilir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan kriterler arasına eklenen etik faktörlerin önem derecesine göre son sırada yer aldığı belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak işletmenin yoğun bir rekabet ve maliyet baskısıyla karşı karşıya olması, ülkemizde sendikalaşma oranının düşük olması, işçilerin haklarını yeterince bilmemeleri ve yeni iş bulma zorluğu sebebiyle işlerini kaybetme korkuları gösterilebilir.

Alt kriterler bazında bir değerlendirme yapıldığında ise çevresel faktörler boyutunda "Ürünlerin geri dönüştürüle bilirliği (0,087)" ve "Çevresel yönetim sistemi (0,078)" faktörlerinin, sosyal faktörler boyutunda "Bilgi paylaşımı (0,103)" ve "Paydaş ilişkileri (0,068)" faktörlerinin, ekonomik faktörler boyutunda "Esneklik (0,059)" ve "Maliyet (0,057)" faktörlerinin, "Etik faktörler boyutunda "Muhasebe kayıtlarında ve iş uygulamalarında şeffaflık (0,063)" ve "Davranış kuralları (0,023)" faktörlerinin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Genel olarak alt kriterler incelendiğinde, çevresel faktörlere ilişkin hususlara ilaveten bilgi paylaşımı, maliyet, esneklik, şeffaflık ve davranış kuralları gibi hususların da sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ön plana çıkan diğer önemli faktörler olduğu dikkat çekmektedir. Bu veriler ışında işletmelerin sürdürülebilir tedarikçi seçiminde tedarikçilerin, çevreye zarar vermeden üretim yapmalarına ve ürettikleri girdilerin geri dönüştürülebilir nitelikte olmasına büyük önem verdikleri ancak sürdürülebilir tedarikçi seçiminde sadece bu faktörlerin yeterli olmadığı, bu faktörler ile birlikte maliyet, esneklik ve şeffaflık gibi faktörlere de azımsanmayacak derecede önem verdikleri söylenebilir. Bunun sebebi hazır giyim sektöründe dünya çapında yaşanan yoğun rekabetin, işletmelerin sürdürülebilir tedarikçi seçiminde her ne kadar çevresel ve sosyal faktörlere çok önem verseler de maliyetleri de sürekli olarak kontrol altında tutma zorunluluğu ile açıklanabilir.

ARAS yöntemi kullanılarak uygulamanın yapıldığı hazır giyim işletmesinin, tedarik ettiği kumaş ham maddesinin tedarikçisi olan üç işletmenin sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiği analizler sonucunda öncelik sırasının T_2 (0,963), T_1 (0,692) ve T_3 (0,667) şeklinde olduğu görülmektedir. Buradan hareketle uygulamanın yapıldığı hazır giyim işletmesinin "Tedarikçi 2" ile çalışmasının sürdürülebilirlik açısından uygun olacağı söylenebilir. ARAS yöntemiyle elde edilen performans sıralamasının WASPAS yöntemi ile de doğrulanması bu kararı desteklemektedir.

Sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik yapılan araştırma sonuçlarının, sektörel bazda farklılıklar göstermesine rağmen bu tür analizlerin genel olarak sürdürülebilir bir yaşam ve temiz bir çevre hassasiyeti olan işletmelere, en uygun tedarikçiyi seçme konusunda yardımcı olacağı açıktır. Bu çalışma sürdürülebilir tedarikçi seçiminde dikkate alınması gereken faktörlerin belirlenmesi ve işletmelerin uygun tedarikçiyi seçmelerine yönelik yapacakları çalışmalara katkı sağlayabilir. Tedarik ağında alıcı ve satıcı (tedarikçi) konumda olan işletmelerin sürdürülebilirlik açısından beklentilerin netleşmesinde tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler büyük önem taşımaktadır. Bu kritereler tedarikçi işletmelere sürdürülebilirlik açısından neler yapmaları ve tercih edilen bir satıcı olma konusunda nasıl stratejiler uygulamaları gerektiği konusunda yol gösterici olacaktır. Alıcı konumda olan işletmelere ise malzeme tedarik ettikleri işletmelerin değerlendirilmesi ve bu konuda verecekleri doğru kararlar sayesinde, karlılıklarının ve müşteri memnuniyetlerinin arttırılması ile sonuçlanacak katkılar sağlanabilir. Bu faydaların ortaya çıkması, bir tedarik ağında olması temenni edilen tam bir entegrasyonun sağlanmasına da katkı sağlayacaktır. Ayrıca sürdürülebilir tedarikçi seçimi konusunda işletmelerin verecekleri kararların doğruluk oranının artması işletmelerin performanslarını, verimliliklerini ve karlılıklarını arttıracağı gibi toplumun, çevrenin ve ülkenin sağlığı, refahı ve kalkınması gibi birçok faktör açısından da çok önemlidir.

Bu çalışma tedarikçi seçiminde sadece ekonomik faktörlere odaklanan geleneksel yöntemlerin aksine değerlendirme kriterleri olarak ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri bir araya getirmekte ve sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ekonomik, çevresel ve sosyal faktörlerin yanı sıra etik faktörleri ayrı bir kriter olarak ele alınması bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayırmakta ve sürdürülebilir tedarikçi seçiminde etkili olan kriterler içerisinde etik faktörlerinde bulunması gerektiği hususuna dikkat çekmektedir.

Çalışmanın birçok olası katkısının yanı sıra çeşitli sınırlılıkları da bulunmaktadır. Araştırma sonuçları, araştırmanın sürdürülebilirlik kriterleri dikkate alınarak yapılması ve sadece tekstil sektörüne yönelik bir uygulamanın olması nedeniyle diğer sektörlere genellenemez. Araştırma uygulamasının sadece bir işletme üzerinde yapılması, uygulama sürecine sadece üç karar vericinin katılması, dört ana on sekiz alt kriterin olması araştırmanın kısıtları olarak ifade edilebilir. Çalışmanın birçok işletmenin ve daha fazla karar vericinin katılımıyla yapılması halinde daha iyi sonuçlar ortaya çıkabilir.

Bu araştırmada alt kriterlerin önem değerlerinin belirlenmesi için SWARA analizi, en uygun tedarikçinin seçiminde de ARAS yöntemi kullanılmıştır. Farklı çalışmalarda diğer ÇKKV yöntemleri kullanılmasının ve farklı sektörlerde uygulamaların yapılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılmasının sürdürülebilirlik açısından hem tekstil sektörüne yönelik hem de genel olarak sürdürülebilir tedarikçi seçimine yönelik kriterlerin oluşmasına katkı sağlayabilir. Farklı analiz yöntemlerinin, farklı sektörlerin ve farklı uzmanların katılımıyla yapılacak araştırmaların, problemin çözümüne yönelik toplanan verilerin sadece belirli sayıdaki uzmanların kişisel görüşlerine dayanılarak elde edilmesiyle oluşan sübjektifliği kısmen de olsa azaltarak daha objektif bir yapının oluşmasına imkân sağlayacaktır. Ayrıca elde edilecek sonuçlar yapay zekâ teknolojisi kullanılarak yapılan sürdürülebilir tedarikçi seçim

sonuçları ile karşılaştırılarak sonuçlardaki benzerlikler ve farklılıklar karşılaştırılabilir ve daha doğru bir değerlendirme sisteminin gelişimine katkı sağlanabilir.

Etik Beyan

Bu araştırma için Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İnsan Araştırmaları Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu'nun 22.12.2023 tarih ve 11/12 karar sayılı ile etik kurul onayı alınmıştır.

Katkı Oranı Beyanı

Çalışma tek yazarlıdır.

Çatışma Beyanı

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

KAYNAKÇA

Agarwal, S., Kant, R. ve Shankar, R. (2020). Evaluating solutions to overcome humanitarian supply chain management barriers: A hybrid fuzzy SWARA – Fuzzy WASPAS approach. International Journal of Disaster Risk Reduction, 51. doi:10.1016/j.ijdrr.2020.101838.

Akpınar, M. E. (2021). An Application on The Most Suitable Supplier Selection with FUZZY TOPSIS and FUZZY VIKOR Methods. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23(2), 627-640. doi:10.16953/deusosbil.843914.

Alrasheedi, M., Mardani, A., Mishra, A. R., Rani, P. ve Loganathan, N. (2022). An extended framework to evaluate sustainable suppliers in manufacturing companies using a new Pythagorean fuzzy entropy-SWARA-WASPAS decision-making approach. Journal of Enterprise Information Management, 35(2), 333-357. doi:10.1108/JEIM-07-2020-0263.

Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A. ve Bahreininejad, A. (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. Applied Soft Computing Journal, 12(6), 1668-1677. doi:10.1016/j.asoc.2012.01.023.

Awasthi, A., Govindan, K. ve Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. International Journal of Production Economics, 195, 106-117. doi:10.1016/j.ijpe.2017.10.013.

Awaysheh, A. ve Klassen, R. D. (2010). The impact of supply chain structure on the use of supplier socially responsible practices. International Journal of Operations and Production Management, 30(12), 1246-1268. doi:10.1108/01443571011094253.

Balali, A., Moehler, R. C. ve Valipour, A. (2022). Ranking cost overrun factors in the mega hospital construction projects using Delphi-SWARA method: an Iranian case study. International Journal of Construction Management, 22(13), 2577-2585. doi:10.1080/15623599.2020.1811465.

Cao, Q., Esangbedo, M. O., Bai, S. ve Esangbedo, C. O. (2019). Grey SWARA-FUCOM weighting method for contractor selection MCDM problem: A case study of floating solar panel energy system installation. Energies, 12(13). doi:10.3390/en12132481.

Chai, N., Zhou, W. ve Jiang, Z. (2023a). Sustainable supplier selection using an intuitionistic and interval-valued fuzzy MCDM approach based on cumulative prospect theory. Information Sciences, 626, 710-737. doi:10.1016/j.ins.2023.01.070.

Chai, N., Zhou, W. ve Jiang, Z. (2023b). Sustainable supplier selection using an intuitionistic and interval-valued fuzzy MCDM approach based on cumulative prospect theory. Information Sciences, 626, 710-737. doi:10.1016/j.ins.2023.01.070.

Chen, Z., Ming, X., Zhou, T. ve Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty: An integrated rough-fuzzy approach. Applied Soft Computing Journal, 87. doi:10.1016/j.asoc.2019.106004.

Ciliberti, F., Pontrandolfo, P. ve Scozzi, B. (2008). Investigating corporate social responsibility in supply chains: a SME perspective. Journal of Cleaner Production, 16(15), 1579-1588. doi:10.1016/j.jclepro.2008.04.016.

Çekiç, C., Gül, N. N. ve Güner, A. F. (2022). Managing supplier selection problem with integrated fuzzy AHP and fuzzy VIKOR: A manufacturing company case. Journal of Advances in Manufacturing Engineering. doi:10.14744/ytu.jame.2022.00001.

Çiçek, T., Yildiz, S., Durak, İ., Öğrencisi, D., Üniversitesi, D. ve Enstitüsü, S. B. (2020). AHP, TOPSIS ve ELECTRE Yöntemleriyle Sürdürülebilir Tedarik Zincirinde En Uygun Tedarikçi Seçimi. doi:10.17740/eas.stat.2020-V16-01.

De Boer, L., Labro, E. ve Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. European Journal of Purchasing & Supply Management, 7(2), 75-89. doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00028-9.

Debnath, B., Bari, A. B. M. M., Haq, Md. M., de Jesus Pacheco, D. A. ve Khan, M. A. (2023). An integrated stepwise weight assessment ratio analysis and weighted aggregated sum product assessment framework for sustainable supplier selection in the healthcare supply chains. Supply Chain Analytics, 1, 100001. doi:10.1016/j.sca.2022.100001.

Ecer, F. (2021). Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi: FUCOM Sübjektif Ağırlıklandırma Yöntemi Temelli Maırca Yaklaşımı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(1), 26-48. doi:10.30798/makuiibf.691693.

Fu, Y. K. (2019). An integrated approach to catering supplier selection using AHP-ARAS-MCGP methodology. Journal of Air Transport Management, 75, 164-169. doi:10.1016/j.jairtraman.2019.01.011.

Govindan, K., Mina, H., Esmaeili, A. ve Gholami-Zanjani, S. M. (2020). An Integrated Hybrid Approach for Circular supplier selection and Closed loop Supply Chain Network Design under Uncertainty. Journal of Cleaner Production, 242. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118317.

Gökler, S. H. ve Boran, S. (2023). A novel resilient and sustainable supplier selection model based on D-AHP and DEMATEL methods. Journal of Engineering Research. doi:10.1016/j.jer.2023.07.015.

Grimm, J. H., Hofstetter, J. S. ve Sarkis, J. (2014). Critical factors for sub-supplier management: A sustainable food supply chains perspective. International Journal of Production Economics, 152, 159-173. doi:10.1016/j.ijpe.2013.12.011.

Hashemkhani Zolfani, S., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K., ve Morshed Varzandeh, M. H. (2013). Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. Expert Systems with Applications, 40(17), 7111–7121. https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2013.06.040.

Heidarzade, A., Mahdavi, I. ve Mahdavi-Amiri, N. (2016). Supplier selection using a clustering method based on a new distance for interval type-2 fuzzy sets: A case study. Applied Soft Computing Journal, 38, 213-231. doi:10.1016/j.asoc.2015.09.029.

Ho, W., Xu, X. ve Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. European Journal of Operational Research, 202(1), 16-24. doi:10.1016/j.ejor.2009.05.009.

Jain, N. ve Singh, A. R. (2020). Sustainable supplier selection under must-be criteria through Fuzzy inference system. Journal of Cleaner Production, 248. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119275.

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). Racionalaus ginčų sprendimo būdo nustatymas taikant naują kriterijų svorių nustatymo metodą, pagrįstą nuosekliu laipsnišku poriniu kriterijų santykinės svarbos lyginimu. Journal of Business Economics and Management, 11(2), 243-258. doi:10.3846/jbem.2010.12.

Kumar, R., Padhi, S. S. ve Sarkar, A. (2019). Supplier selection of an Indian heavy locomotive manufacturer: An integrated approach using Taguchi loss function, TOPSIS, and AHP. IIMB Management Review, 31(1), 78-90. doi:10.1016/j.iimb.2018.08.008.

Kumar, V., Kalita, K., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K. ve Chakraborty, S. (2022). A SWARA-CoCoSo-Based Approach for Spray Painting Robot Selection. Informatica (Netherlands), 33(1), 35-54. doi:10.15388/21-INFOR466.

Kuo, R. J., Wang, Y. C. ve Tien, F. C. (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. Journal of Cleaner Production, 18(12), 1161-1170. doi:10.1016/j.jclepro.2010.03.020.

Liao, C. N. ve Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. Expert Systems with Applications, 38(9), 10803-10811. doi:10.1016/j.eswa.2011.02.031.

Liu, P., Gao, H. ve Fujita, H. (2021). The new extension of the MULTIMOORA method for sustainable supplier selection with intuitionistic linguistic rough numbers. Applied Soft Computing, 99. doi:10.1016/j.asoc.2020.106893.

Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K. ve Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. Journal of Cleaner Production, 140, 1686-1698. doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.078.

Magableh, G. M. ve Mistarihi, M. Z. (2022). Applications of MCDM approach (ANP-TOPSIS) to evaluate supply chain solutions in the context of COVID-19. Heliyon, 8(3). doi:10.1016/j.heliyon.2022.e09062.

Manik, M. H. (2023). Addressing the supplier selection problem by using the analytical hierarchy process. Heliyon, 9(7). doi:10.1016/j.heliyon.2023.e17997.

Mavi, R. K., Goh, M. ve Mavi, N. K. (2016). Supplier Selection with Shannon Entropy and Fuzzy TOPSIS in the Context of Supply Chain Risk Management. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 235, 216-225. doi:10.1016/j.sbspro.2016.11.017.

Mccabe, D. L. ve Trevino, L. K. (1993). Academic Dishonesty: Honor Codes and Other Contextual Influences. Source: The Journal of Higher Education, 64(5), 522-538. https://www.jstor.org/stable/pdf/2959991.pdf?refreqid=fastlydefault%3A0ea5c0479ea3a92bbed 66b4e00276bed&ab_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1 adresinden erişildi.

Memari, A., Dargi, A., Akbari Jokar, M. R., Ahmad, R. ve Abdul Rahim, A. R. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. Journal of Manufacturing Systems, 50, 9-24. doi:10.1016/j.jmsy.2018.11.002.

Menon, R. R. ve Ravi, V. (2022). Using AHP-TOPSIS methodologies in the selection of sustainable suppliers in an electronics supply chain. Cleaner Materials, 5. doi:10.1016/j.clema.2022.100130.

Miç, P., ve Antmen, Z. F. (2021). A Decision-Making Model Based on TOPSIS, WASPAS, and MULTIMOORA Methods for University Location Selection Problem. SAGE Open, 11(3). https://doi.org/10.1177/21582440211040115.

Mohammed, A., Harris, I. ve Govindan, K. (2019). A hybrid MCDM-FMOO approach for sustainable supplier selection and order allocation. International Journal of Production Economics, 217, 171-184. doi:10.1016/j.ijpe.2019.02.003.

Nayeri, S., Khoei, M. A., Rouhani-Tazangi, M. R., GhanavatiNejad, M., Rahmani, M. ve Tirkolaee, E. B. (2023). A data-driven model for sustainable and resilient supplier selection and order allocation problem in a responsive supply chain: A case study of healthcare system. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 124. doi:10.1016/j.engappai.2023.106511.

Naz, S., Shafiq, A., Butt, S. A. ve Ijaz, R. (2023). A new approach to sentiment analysis algorithms: Extended SWARA-MABAC method with 2-tuple linguistic q-rung orthopair fuzzy information. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 126. doi:10.1016/j.engappai.2023.106943.

Nazari-Shirkouhi, S., Tavakoli, M., Govindan, K. ve Mousakhani, S. (2023). A hybrid approach using Z-number DEA model and Artificial Neural Network for Resilient supplier Selection. Expert Systems with Applications, 222. doi:10.1016/j.eswa.2023.119746.

Nithyanandham, D. ve Augustin, F. (2023). A bipolar fuzzy p-competition graph based ARAS technique for prioritizing COVID-19 vaccines [Formula presented]. Applied Soft Computing, 146. doi:10.1016/j.asoc.2023.110632.

Öztürk, B. A. ve 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, 129-147. www.berjournal.com adresinden erişildi.

Patel, A., Jana, S. ve Mahanta, J. (2023). Intuitionistic fuzzy EM-SWARA-TOPSIS approach based on new distance measure to assess the medical waste treatment techniques. Applied Soft Computing, 144. doi:10.1016/j.asoc.2023.110521.

Peng, J. J., Tian, C., Zhang, W. Y., Zhang, S. ve Wang, J. Q. (2020). An integrated multi-criteria decision-making framework for sustainable supplier selection under picture fuzzy environment. Technological and Economic Development of Economy, 26(3), 573-598. doi:10.3846/tede.2020.12110.

Rabieh, M., Rafsanjani, A. F., Babaei, L. ve Esmaeili, M. (2019). Sustainable supplier selection and order allocation: An integrated delphi method, fuzzy topsis, and multi-objective programming model. Scientia Iranica, 26(4E), 2524-2540. doi:10.24200/sci.2018.5254.1176.

Rani, P., Mishra, A. R., Krishankumar, R., Mardani, A., Cavallaro, F., Ravichandran, K. S. ve Balasubramanian, K. (2020). Hesitant fuzzy SWARA-complex proportional assessment approach for sustainable supplier selection (HF-SWARA-COPRAS). Symmetry, 12(7). doi:10.3390/sym12071152.

Rashidi, K. ve Cullinane, K. (2019). A comparison of fuzzy DEA and fuzzy TOPSIS in sustainable supplier selection: Implications for sourcing strategy. Expert Systems with Applications, 121, 266-281. doi:10.1016/j.eswa.2018.12.025.

Reuter, C., Goebel, P. ve Foerstl, K. (2012). The impact of stakeholder orientation on sustainability and cost prevalence in supplier selection decisions. Journal of Purchasing and Supply Management, 18(4), 270-281. doi:10.1016/j.pursup.2012.06.004.

Sarkar, S., Paramanik, A. R. ve Mahanty, B. (2024). A Z-Number Slacks-Based Measure DEA model-based framework for sustainable supplier selection with imprecise information. Journal of Cleaner Production, 436. doi:10.1016/j.jclepro.2024.140563.

Sarkis, J., Gonzalez-Torre, P. ve Adenso-Diaz, B. (2010). Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. Journal of Operations Management, 28(2), 163-176. doi:10.1016/j.jom.2009.10.001.

Sharma, R., Kannan, D., Darbari, J. D. ve Jha, P. C. (2024). Group Decision Making Model for Selection of Performance Indicators for Sustainable Supplier Evaluation in Agro-Food Supply Chain. International Journal of Production Economics, 109353. doi:10.1016/J.IJPE.2024.109353.

Sivageerthi, T., Bathrinath, S., Uthayakumar, M. ve Bhalaji, R. K. A. (2021). A SWARA method to analyze the risks in coal supply chain management. Materials Today: Proceedings içinde (C. 50, ss. 935-940). Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.matpr.2021.06.338.

Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A. ve Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COmpromise solution (MARCOS). Computers and Industrial Engineering, 140. doi:10.1016/j.cie.2019.106231.

Tavana, M., Shaabani, A., Di Caprio, D. ve Amiri, M. (2021). An integrated and comprehensive fuzzy multicriteria model for supplier selection in digital supply chains. Sustainable Operations and Computers, 2, 149-169. doi:10.1016/j.susoc.2021.07.008.

Tseng, M. L. (2011). Green supply chain management with linguistic preferences and incomplete information. Applied Soft Computing Journal, 11(8), 4894-4903. doi:10.1016/j.asoc.2011.06.010.

Varchandi, S., Memari, A. ve Jokar, M. R. A. (2024). An integrated best–worst method and fuzzy TOPSIS for resilient-sustainable supplier selection. Decision Analytics Journal, 11. doi:10.1016/j.dajour.2024.100488.

Wang, C. N., Pan, C. F., Nguyen, V. T. ve Husain, S. T. (2022). Sustainable supplier selection model in supply chains during the COVID-19 pandemic. Computers, Materials and Continua, 70(2), 3005-3019. doi:10.32604/cmc.2022.020206.

Wood, D. A. (2016). Supplier selection for development of petroleum industry facilities, applying multi-criteria decision making techniques including fuzzy and intuitionistic fuzzy TOPSIS with flexible entropy weighting. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 28, 594-612. doi:10.1016/j.jngse.2015.12.021.

Xu, Z., Qin, J., Liu, J. ve Martínez, L. (2019). Sustainable supplier selection based on AHPSort II in interval type-2 fuzzy environment. Information Sciences, 483, 273-293. doi:10.1016/j.ins.2019.01.013.

Yu, C., Shao, Y., Wang, K. ve Zhang, L. (2019). A group decision making sustainable supplier selection approach using extended TOPSIS under interval-valued Pythagorean fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 121, 1-17. doi:10.1016/j.eswa.2018.12.010.

Yücenur, G. N. ve Maden, A. (2025). Location selection for a photovoltaic agricultural with f-PIPRECIA and WASPAS methods: A case study. Energy, 314, 134179. doi:10.1016/J.ENERGY.2024.134179.

Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. Technological and Economic Development of Economy, 16(2), 159-172. doi:10.3846/tede.2010.10.

Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J., ve Zakarevicius A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. Elektronika Ir Elektrotechnika, 122(6), 3–6. https://doi.org/https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810.

Zavadskas, E. K., Krishankumar, R., Ravichandran, K. S., Vilkonis, A., ve Antucheviciene, J. (2025). Hyperbolic fuzzy set decision framework for construction contracts integrating CRITIC and WASPAS for dispute mitigation. Automation in Construction, 174, 106137. https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2025.106137.

Zhu, Q., Liu, A., Li, Z., Yang, Y. ve Miao, J. (2022). Sustainable Supplier Selection and Evaluation for the Effective Supply Chain Management System. doi:10.3390/systems.

Zouggari, A. ve Benyoucef, L. (2012). Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection problem. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25(3), 507-519. doi:10.1016/j.engappai.2011.10.012.

Sustainable Supplier Selection with SWARA and ARAS Methods: An Application in the Manufacturing Sector

Extended Abstract

This study aims to determine the main and sub-criteria for supplier selection based on sustainability criteria and to select the best supplier according to the determined criteria. In line with the determined purpose, three supplier businesses from which a medium-sized ready-made clothing business operating in Erzincan province supplies fabric as raw material were evaluated based on sustainability criteria. The research aims to select the best sustainable supplier business among alternative suppliers from which the "fabric" input, which constitutes an important cost item and is used the most in the production process, is supplied, using more objective methods in the business where the supplier selection is made based on the knowledge and experience of business managers and experts working in the relevant position. Thus, it is thought that this study will contribute to reducing possible delays in the supply process, reducing costs, increasing efficiency and, in addition to these basic contributions, to the establishment of a sustainable supply chain network by determining the evaluation criteria for sustainable supplier selection.

In line with these purposes and objectives, first of all, the managers responsible for manufacturing, purchasing and supply activities, who are in a decision-making position in supplier selection in the business where the application is made, were informed about the sustainable supplier selection criteria in the literature. After the information, the business managers were asked about the main and sub-criteria they attach importance to in the fabric supplier businesses, considering the sustainability factor, and the criteria determination process was carried out. Then, the evaluation process, which will be carried out based on the main and sub-criteria, was started. In the analyses conducted within the scope of the research, it was deemed appropriate to use the SWARA and ARAS methods, which allow the analysis of many criteria considered important, in the selection of the best sustainable supplier alternative among the three alternative suppliers from which the "fabric" input, which is the input most used by the business where the application was made, was supplied. First, the weighting of the criteria determined with the SWARA method was done, and then the most suitable sustainable supplier was tried to be determined with the ARAS method. The results were compared using the WASPAS method. Although it has some similar features with AHP, the SWARA method was chosen in determining the weights of the criteria because it is a practical method compared to AHP and gives more importance to expert opinions. The data were obtained as a result of face-to-face interviews with three people determined as decision makers in the business where the application was made. The obtained data was analyzed using the Microsoft Excel 2016 program.

According to the analysis results made with the SWARA method, the most important main criterion in sustainable supplier selection was determined as environmental factors with 38%. Environmental factors are followed by social factors (26%), economic factors (25%) and ethical factors (11%), respectively. Based on these results, it can be said that although the company participating in the research attaches the most importance to environmental factors in sustainable supplier selection, this importance is not much more than other factors and social and economic factors are not ignored by the company. As a result of the analyses in which the three companies that are suppliers of the fabric raw material supplied by the ready-made clothing company where the application is made using the ARAS method are evaluated in terms of sustainability, it is seen that the priority order is T2 (0.963), T1 (0.692) and T3 (0.667). Based on this, it can be said that it would be appropriate for the ready-made clothing company where the application is made to work with "Supplier 2" in terms of sustainability.