

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FAKTÖR ANALİZİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökçe BAHADIR

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gültekin ÇAĞIL

Haziran 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FAKTÖR ANALİZİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökçe BAHADIR

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 22/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Gökçe BAHADIR

16.05.2022

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandđđım, her konuda bilgi ve bakış açısı ile yol gösteren değerli danıőman hocam Gültekin ağıl'a, bu süreçte beni destekleyen kıymetli ailem ve sevgili eőim Emir Gezmiőođlu'na teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	1
1.2. Perakende Sektörü.....	2
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Anket Yöntemi.....	9
3.1.1. Faktör analizi.....	12
3.1.1.1. Verilerin faktör analizine uygunluğunun belirlenmesi.....	13
3.1.1.2. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı.....	13
3.1.1.3. Bartlett testi.....	14
3.1.1.4. Açımlayıcı faktör analizi.....	15
3.1.1.5. Doğrulayıcı faktör analizi.....	16

3.2. SWARA Yöntemi.....	16
3.2.1. SWARA yöntemi uygulama aşamaları.....	18
3.3. VİKOR Yöntemi.....	19
3.3.1. Vikor yöntemi uygulama aşamaları.....	20
3.4. ARAS Yöntemi.....	22
3.4.1. ARAS yöntemi uygulama aşamaları.....	22
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1. Açıklayıcı Faktör Analizi.....	25
4.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	27
4.3. SWARA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	28
4.4. VİKOR Yöntemi ile Tedarikçilerin Değerlendirilmesi	32
4.5. ARAS Yöntemi ile Tedarikçilerin Değerlendirilmesi	35
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	38
KAYNAKLAR	39
EKLER.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	51

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAS	: Analitik Ağ Süreci
AFA	: Açıklayıcı Faktör Analizi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ARAS	: Additive Ratio Assesment
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
FA	: Faktör Analizi
FANP	: Bulanık Analitik Ağ Süreci
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin
SWARA	: Step - Wise Weight Assesment Ratio Analysis
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
YEM	: Yapısal Eşitlik Modellemesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	18
--	----

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Kaiser-Meyer-Olkin değerleri.....	14
Tablo 4.1. Faktör analizi nihai varyans sonucu.....	25
Tablo 4.2. Faktör analizi sonucu faktör yükleri.....	26
Tablo 4.3. Önerilen ve modele ait yum indeksi değerleri.....	27
Tablo 4.4. Aritmetik ortalama değerlendirme aralıkları.....	28
Tablo 4.5. Karar vericiler tarafından oluşturulan kriter sıralamaları.....	28
Tablo 4.6. Karar vericiler tarafından oluşturulan kriterin görelî önem düzeyleri.....	29
Tablo 4.7. Birinci karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	29
Tablo 4.8. İkinci karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	29
Tablo 4.9. Üçüncü karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	29
Tablo 4.10. Dördüncü karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	30
Tablo 4.11. Beşinci karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	30
Tablo 4.12. Altıncı karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	30
Tablo 4.13. Yedinci karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	30
Tablo 4.14. Sekizinci karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	30

Tablo 4.15. Dokuzuncu karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	31
Tablo 4.16. Onuncu karar vericiye ait kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	31
Tablo 4.17. Karar vericiler tarafından hesaplanan kriter ağırlıkları.....	31
Tablo 4.18. VİKOR normalize edilmiş karar matrisi.....	32
Tablo 4.19. VİKOR ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi.....	33
Tablo 4.20. Si ve Ri değerleri hesaplanması.....	33
Tablo 4.21. Q değerlerinin hesaplanması.....	33
Tablo 4.22. Alternatiflerin sıralaması.....	34
Tablo 4.23. Kriter ağırlıkları ve karar matrisinin oluşturulması.....	35
Tablo 4.24. Fayda yönlü dönüştürülmüş karar matrisi.....	35
Tablo 4.25. ARAS normalize edilmiş karar matrisi.....	36
Tablo 4.26. ARAS ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi.....	36
Tablo 4.27. Optimumluk fonksiyonu, fayda derecesi ve sıralama.....	37

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Perakende Sektörü, SWARA, VİKOR, ARAS

İşletmelerin ileriye dönük planlarını gerçekleştirmesinde şirket başarısının yanı sıra iş birliği içerisinde olduğu tüm tedarikçilerin başarısı da önem arz etmektedir. En uygun ve doğru tedarikçiler ile çalışmak işletmeler için önemli bir karar sürecidir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olan tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi literatürde birçok yöntem ile çözümlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada ele alınan 450 tedarikçi ile beslenen perakende sektöründe öncü bir firma için tedarik zincirindeki tüm halkaların güçlü olması, firmanın başarısı açısından çok daha önem arz etmektedir. Bu sebeple çalışmada firmanın aynı mal grubundan en fazla ürün tedarik ettiği 6 tedarikçinin performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İlk aşamada firmanın kendi dinamiklerine uygun değerlendirme kriterlerini belirlemek için firmanın yer aldığı perakende sektörü de göz önünde bulundurularak, literatürde kullanılan kriterler üzerinden istatistiki hipotezler kurulmuştur. Kurulan hipotezleri sınamak üzere ters maddeler ve doğrulama soruları içeren bir anket formu oluşturularak tedarikçiler ile birebir ilişki halinde çalışan uzmanlara uygulanmıştır. Anketin geçerlilik ve güvenilirliği Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yöntemleri ile değerlendirildiğinde istatistiki açıdan anlamlı ve tutarlı olduğu belirlenmiştir. Anket sonucunda belirlenen teslimat zamanı, teslimat miktarı, red oranı, kalite ve sipariş uygunluğu kriterlerinin önem dereceleri SWARA yöntemi ile hesaplanmış, en önemli kriter teslimat zamanı iken en az öneme sahip kriter sipariş uygunluğu olarak bulunmuştur. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra tedarikçiler ARAS ve VİKOR yöntemleri kullanılarak birbirleriyle karşılaştırılma olarak değerlendirilmiş ve en iyiden en kötüye olacak şekilde sıralama yapılmıştır.

VİKOR yöntemi ile tedarikçiler A>C>B>E>D>F şeklinde, ARAS yöntemi ile A>D>C>B>E>F şeklinde sıralanmıştır. Uygulanan iki yöntem sonucunda da en uygun tedarikçi A seçilirken, en kötü tedarikçi F olarak belirlenmiştir. Çalışmada kriterlerin hipotezler üzerinden toplanması ve hipotez testleri ile ÇKKV metotlarının birlikte uygulanması çalışmanın özgün yanını göstermektedir.

SUPPLIER EVALUATION WITH FACTOR ANALYSIS AND MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

SUMMARY

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, Retail Industry, SWARA, ARAS, VIKOR

Besides of company's success, success of all the suppliers it cooperates with plays an important role in realization of future plans of the enterprise. Continuing work with the most suitable and well-performing suppliers is an important part of decision making process for businesses. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) problem of suppliers' selection and evaluation has been tried to be solved by many methods in the literature.

For a leading company in the retail business, which is fed with 450 suppliers discussed in the study, the strength of all the links in the supply chain was much more vital for the success of the company. Therefore, the performances of the 6 suppliers, from which the company supplies the most products from the same product group, were evaluated in this study comparatively. In the first step, in order to determine the evaluation criteria suitable for the company's own dynamics, statistical hypotheses were established based on the criteria used in the literature, taking into account the retail sector in which the company is located. In order to make a test the established hypotheses, a questionnaire containing the reverse items and validation questions was created and applied to the experts working in one-to-one contact with the suppliers. When the validity and reliability of the questionnaire were evaluated by Explanatory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) methods, it was determined that it was statistically significant and consistent. The importance levels of the delivery time, delivery quantity, rejection rate, quality and order compliance criteria determined as a result of the survey were calculated with the SWARA method, while the most important criterion was the delivery time, the least important criterion was found to be order compliance. After the criterion weights were determined, alternative and optimum suppliers were evaluated by using ARAS and VIKOR methods and ranked from best to worst.

The suppliers were listed as A>C>B>E>D>F with the VIKOR method and as A>D>C>B>E>F with the ARAS method. As a result of the two methods applied, the most suitable supplier A was selected, the worst supplier was determined as F. Criteria's determination over hypotheses, hypothesis tests altogether with MCDM methods show the original character of the research.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

İşletmeler; ayakta kalabilmek ve maliyet avantajı sağlayabilmek için istenilen ürünü en uygun maliyet ile tedarik edip en hızlı şekilde müşterilerine ulaştırmak durumundadırlar [1]. Bu nedenle gelişmiş firmaların başarısının arkasında tedarik zincirlerinin doğru ve etkin tasarlanması, planlanması ve yürütülmesi bulunmaktadır. Bu sebeplerle doğan tedarik zinciri yönetimi (TZY) kavramı; ürün veya hizmetlerin ilk tedarikçiden başlayarak son tüketiciye ulaşmasına kadar ki tüm aşamaları içine alan sürecin tamamı olarak ifade edilir. TZY için yapılan bir başka tanım ise müşteriye talep edilen ürünün zamanında, minimum maliyetle ulaştırılmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının bütünleşik yönetimi şeklindedir [2].

Tedarik zinciri kısa vadede fazla stok oluşturmadan müşteriye cevap verme hızını arttırmayı amaçlar. Uzun vadede ise müşteri beklentilerini tam anlamı ile karşılayarak pazardaki payını ve karlılığını arttırmayı amaçlar. Tedarik zinciri için ürünü ilk kaynağından tüketileceği noktaya kadar mümkün olan en kısa zamanda minimum maliyetle götürmek esastır.

Tüketici odaklı ve ihtiyaçlara en hızlı şekilde cevap verebilmek için maliyetleri düşürerek karlılığı arttırmayı amaçlayan şirketler, değişen ve gelişen koşullar ile birlikte etkin ve verimli bir süreç oluşturabilmek ve rekabette avantaj sağlayabilmek için tedarik zincirinin önemini anlamışlardır [3]. Ürün yaşam ve satılabilirlik sürelerinin kısıtlı olması ve müşteri beklentilerinin gün geçtikçe artması da tedarik zinciri yönetimine duyulan ihtiyacı arttırmıştır.

Ürünün tüketici ile buluşana kadar geçirdiği tedarik süreci; malzeme temini, doğru stok planlaması, dağıtım ve satış süreci, müşteri memnuniyeti gibi temel başlıklar altında en iyi şekilde yönetilmelidir. Tedarik zincirinin doğru planlama ile sağlıklı biçimde yönetimi; siparişlerin zamanında ve doğru karşılanması, maliyetlerin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin artması, tedarik çevrim süresinin kısalması, pazardaki değişimlere kazanılan direnç ile firma için önemli bir kazanç sağlayacağı kuşkusuzdur.

Tedarik zincirleri en temelde benzer ve aşağıdaki özellikleri gösterir [4].

1. Tedarik zinciri, ürünün tedarikçiden müşteri ile buluşana kadar geçirdiği bütün süreçleri kapsar.
2. Tedarik zinciri üzerinde çok fazla firma bulunabilir. Bu firmalar, tedarikçinin tedarikçisi olan firmalar, üretici firmalar, dağıtım araçları ve müşterilerden oluşan bir zincir oluşturur.
3. Bir müşteri firma diğer firmanın tedarikçisi konumundadır. Zincir içerisinde farklı tedarikçi-müşteri kombinasyonları bulunur.
4. Dağılım sistemi, üreticiden tüketiciye direkt olabileceği gibi, toptancılar veya perakendecilerden oluşan aracı kuruluşları da içerebilir.
5. Ürün ve hizmetler genel olarak tedarikçiden başlayarak tüketiciye doğru ilerler. Talep bilgileri ise tüketiciden başlayarak tedarikçiye doğru ilerler.

1.2. Perakende Sektörü

Perakende sektörü genellikle mal veya hizmetin üreticiden tüketiciye ulaştırılmasına kadar ki tüm süreci kapsar. Perakendecilikte ürünler üreticiden toplu olarak alınır ve farklı birçok ürün satış mağazası veya internet sitesi gibi bir satış noktasından tüketiciye sunulur.

Perakendecilik sektöründe faaliyet gösteren firmalar, üretici firmalarla olan ilişkileri yönetmekte, lojistik faaliyetlerini doğru ve etkin planlamakta, tüketici beklentilerini

karşılıyarak müşteri ilişkilerini geliştirmekte ve son tüketiciye kadar tedarik zincirinin entegrasyonunu sağlamaktadırlar.

Perakendecilikte temel olarak 4 işlev bulunmaktadır. Bu işlevler aşağıdaki gibidir [5].

1. Ürünlerin satın alınması ve depolanması
2. Ürünlerin mülkiyetini alıp taşımak
3. Ürün va satışı ile ilgili bilgi vermek
4. Bazı durumlarda müşterilere kredi imkânı sunmak

Perakende sektörünün dinamik yapıda oluşu ve sahip olduğu yüksek potansiyelinden dolayı meydana gelen değişimleri fırsatlara dönüştürebilecek yapıdadır. Fırsatları yakalayarak tüketiciye mümkün olan her noktada ulaşmayı hedefleyen perakendeciler; ürünü istenilen zaman, miktar ve kalitede tüketiciyle buluşturmaya amaçlar. Tüketici taleplerine hızlı aksiyon alabilmek için tedarik zincirindeki tüm kanalları koordine etmek zorundadır. Bu sebeple firmaların sektörde başarılı olabilmeleri sadece kendi performanslarına değil, tedarik zincirinde bulunan diğer tüm üyelerin performanslarına da bağlıdır [6]. Tedarik zincirinin aksamadan yürütülebilmesi için birlikte çalışılan tedarikçilerin de yaşanan gelişimlere ayak uydurması gerekmektedir. Bu nedenle perakendeciler, ürünlerini beklentileri doğrultusunda müşterilerine ulaştırabilmek için tedarikçilerine de belirli standartlar koymakta, onları gelişime zorlamaktadır.

Firmaların hedeflerine ulaşması için atılacak en önemli adımlardan biri doğru tedarikçilerle iş birliği içerisinde olmaktır. Tedarikçi seçiminin ve gelişimlerine yönelik değerlendirmelerin doğru yapılması; maliyetleri düşürürken, rekabet gücünün ve müşteri memnuniyetinin de artışına imkân tanımaktadır [7]. Bu nedenle etkili bir tedarikçi seçim ve değerlendirme süreci firma organizasyonunun başarısı için önem arz etmektedir [8].

Tedarik zincirinde, farklı yetkinliklere ve avantajlara sahip tedarikçiler arasından firma dinamiklerine en uygun tedarikçiyi seçmek için birden fazla kriteri bir arada dikkate almak gereklidir. Bu nedenle tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi literatürde çok kriterli karar verme problemlerini olarak değerlendirilmektedir [9].

Bu çalışma kapsamında, gıda perakende sektöründe faaliyet gösteren ve 570 tedarikçi ile çalışan öncü bir firmada; tedarikçi değerlendirme çalışması yapılmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde, tedarikçi seçimi, değerlendirilmesi ve analizi ile ilgili yapılan bir çok çalışma mevcuttur. Literatür detaylı şekilde araştırılmış ve bu çalışmaların bazıları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Shemshadi vd. karar verici görüşlerini dilsel terimler biçiminde elde ederek önerdikleri geliştirilmiş VIKOR yöntemini, sayısal bir örnek ile açıklamışlardır [10].

Göktürk vd. bir makine üreticisinin tedarikçilerinin performans kriterlerini Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile belirlemişler ve VIKOR yöntemi ile tedarikçilerin performanslarını karşılaştırmalı değerlendirmişlerdir [11].

Vanteddu vd. literatürü tedarikçi performans kriterleri, tedarikçi değerlendirme yöntemleri ve tedarikçi seçimi olarak üç sınıfa ayırmışlardır. Tedarikçi analizinde en önemli kriterlerin teslimat, çözüm odaklılık, hizmet ve kalite olduğunu belirlemişlerdir [12].

Kannan, A. Jabbour ve C. Jabbour (2014), bir elektronik cihaz için yeşil tedarik zinciri yöntemi kapsamında belirlenen kriterler ile tedarikçi seçim analizi yapmışlardır. İki farklı Bulanık TOPSIS yöntemiyle, tedarikçiler sıralanmış ve sonuçlar Spearman'nın sıralı korelasyon yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada duyarlılık analizi yapılmıştır [13].

Kar ve Pani, çalışmalarında tedarikçi seçiminde önem arz eden kriterleri ve bu kriterlerin ağırlıklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Tedarikçi seçimi kriterlerini Delphi metodu ile belirlemiş daha sonra 12 farklı sektörde faaliyet gösteren 188 firma bilgisi kullanılarak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle kriterlerin

birbiri arasındaki önem sırasını belirlemişlerdir. Sonuç olarak kalite, teslimat uygunluğu ve fiyat kriterlerinin kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır [14].

Ar vd. çalışmalarında kablo sektöründe tedarikçi seçim kriterlerini ve önem derecelerini belirlemiş ve tedarikçi seçimi uygulamasını gerçekleştirmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında AAS ve tedarikçi seçiminin gerçekleştirilmesinde VIKOR yöntemi kullanılmıştır [15].

Kubler ve arkadaşları, çok kriterli karar verme çalışmalarını ve Bulanık AHP yöntemini derleyerek bir literatür araştırması gerçekleştirmişlerdir [16].

Kara ve Ecer, bir tekstil firmasında AHP ve VIKOR yöntemlerini bütünlük kullanarak tedarikçi seçimi problemini çözümlenmişlerdir [17].

Özder ve Eren, otomotiv sektöründe bir firmada, analitik ağ süreci ile kriter ağırlığı belirlemiş, problemin çözümü için hedef programlamayı iki farklı algoritma ile kullanarak tedarikçi seçim problemini çözümlenmeye çalışmışlardır. Ana kriterler kalite, firma derecelendirmesi, esneklik ve termin süresi olarak ele alınmıştır [18].

Cengiz vd. yapı malzemeleri için tedarikçi seçimini AAS yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesinde literatür araştırması ve uzman paneli kullanılırken, kriter ağırlıkları anket araştırmasıyla belirlenmiştir. Anket sonuçlarına göre, en önemli tedarikçi seçim kriterleri olarak belirlenen maliyet, kalite, teslimat, coğrafi konum, ödeme, profil ve firma ilişkileri ana kriterler olarak kullanılmıştır [19].

Adalı ve Işık, Denizli'de tekstil işletmesinde tedarikçi seçim sürecini ele almış, SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlemiş COPRAS yöntemi ile alternatifler sıralamışlardır [20].

Arslan çalışmasında, unlu mamuller işletmesine belirlenen kriterler ve ağırlıkları dikkate alındığında işletmenin öncelikli çalışmasının fayda sağlayacağı tedarikçiler

sıralanmıştır. Çalışmada, AHP ve VIKOR karar analizi metotlarını birlikte kullanılmıştır [21].

Toklu vd. çalışmalarında, bir üretim hattında kullanılan yedek parçanın taşlanması için en uygun tedarikçinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Kriter ağırlığı belirlenmesinde SWARA yöntemi, alternatifleri değerlendirmek için WASPAS yöntemi kullanılmıştır [22].

Wang vd. SCOR modeli, bulanık analitik ağ süreci (FANP) ve VIKOR modeli temel alınarak tedarikçi değerlendirme ve analizi konusunda karar vericiler için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır [23].

Wang vd. çalışmalarında kullanılacak kriterleri SCOR modeli ile belirlemişlerdir. Kriterlerin ağırlığı uzman görüşü alınarak AHP modeli ile belirlenmiş ve son aşamada tedarikçileri sıralamak için Veri zarflama analizi kullanılmıştır [24].

Ak tedarikçi değerlendirme çalışmasında belirlenen kriterlerin ağırlandırılmasında AHP yöntemini, değerlendirilmesi ve sıralanmasında TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır [25].

Özcan vd. çalışmalarında uzman görüşmeleri sonucu değerlendirme kriterleri belirlemiş, bu kriterleri AHP yöntemi ile ağırlıklandırmışlardır. Gri İlişkisel Analiz ile TOPSIS yöntemleri birarada kullanılarak iki yöntemin sonuçları kıyaslanmıştır [26].

Zavadskas vd. yaptıkları çalışmada 3 farklı alternatif ve 6 ölçüt bulunan tedarikçi seçim problemini ile ARAS yöntemi kullanarak çözümlenmişlerdir [27].

Medineckiene vd. çalışmalarında yapıların sürdürülebilirliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları kriterleri AHP ile ağırlıklandırmış, ARAS yöntemi ile alternatifleri nihai olarak değerlendirmişlerdir [28].

Stanujkic vd. (2013), Sırbistanda faaliyet gösteren bankalarının karşılaştırılmalı analizini MOORA, TOPSIS, VIKOR, SAW, COPRAS, ARAS ve Gri İlişkisel Analiz, yöntemleri ile yapmışlardır [29]

Ömürbek vd., Avrupa Birliği üyesi ülkelerin yaşam kalitelerini belirlenen 8 kriter altında ENTROPİ, ARAS ve MOORA yöntemlerini kullanarak karşılaştırmışlardır [30].

Işık çalışmasında; Türk Mevduat Bankacılığının performansını ENTROPİ ve ARAS yöntemi kullanarak değerlendirmiştir [31].

Karakul ve Özyadın çalışmalarında, enerji sektöründe 8 firmanın performansını 7 kriter kullanarak TOPSIS ve VIKOR yöntemleri sıralamışlardır [32].

Kutut vd., Avrupa kentlerinde koruma altına alınması gereken yapıların önceliğini ARAS ve AHP yöntemlerini kullanarak belirlemişlerdir [33].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Karar verme problemlerinde genellikle tek bir kriter üzerinden değerlendirme yapılamamaktadır. Güvenilir ve doğru karar verebilmek için sonucun etkilendiği bütün kriterler bilimsel teknikler ile değerlendirilmelidir. Bu durumda ÇKKV yöntemleri kullanılır [34]. Burada amaç birden çok kriteri göz önünde bulundurarak alternatifler içinde en yüksek faydayı sağlayacak seçimi yapmaktır. ÇKKV'de verilen karar, kriterler arası ve kriterler içi karşılaştırmalara dayanır [35].

Kriterler arası karşılaştırmada, kriterlerin önem derecesine göre öncelik sırasının belirlenirken, kriterler içi karşılaştırmada, alternatiflerin belirli bir kriter açısından değerlendirilerek daha alternatifin yüksek faydalı olduğunu tespit etmek için yapılır. Nihai karar, bu iki karşılaştırma sonucu verilir.

450 farklı tedarikçiden beslenen perakende sektöründe bir firmada; müşterilerine en iyi hizmeti sunmak için tedarikçilerin yönetimi önemli bir konudur. Geniş ürün yelpazesi ve yüksek adetlerde tedarik sağlayan firmalarla yaşanan teslimat gecikmeleri, kalite problemleri ve eksik sipariş teslimatları gibi problemler süreçleri çok daha fazla etkilemekte, müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Bu sebeple çalışmada, firmanın en fazla tedarik sağladığı ve benzer kategoride hizmet veren 6 tedarikçi belirlenmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan değerlendirme kriterleri üzerinden hipotezler oluşturularak uzmanlara yapılan anket ile firma dinamiklerine uygun kriterler belirlenmiştir. Anketin yapı geçerliliği Açıklayıcı Faktör Analizi ve Doğrulayıcı Faktör Analizi ile incelenmiştir. Kriterlerin önem dereceleri SWARA yöntemi ile ölçülmüş, kriterler çerçevesinde belirlenen tedarikçilerin performansları VİKOR yöntemi ve ARAS yöntemi ile karşılaştırmalı olarak ölçümlenmiştir.

3.1. Anket Yöntemi

Anket yöntemi, bireylerden kendisi, çevresi veya kurumuyla ilgili nicel ve nitel verileri sözlü veya yazılı olarak toplama aracıdır [36]. Anket geliştirebilmek için geniş bir literatür taraması ile problemlerin ve amaçlarının iyi tanımlanması, kesin ve açık şekilde belirlenmiş olması gerekir. Problem tanıma sonucunda çalışmanın amacı, cevaplanmak istenilen sorular ve test edilmek istenen hipotezler oluşturulur. Anket yolu ile toplanan verilerin geçerli olması cevapların araştırılan konuya uygunluğu, güvenilir olması ise anket tekrarlandığında benzer sonuçlar vermesine bağlıdır. Güvenilirlik aynı cevaba yönelik farklı ifadeler ile oluşturulmuş sorulara verilen cevaplar ile de kontrol edilebilir [37].

Anket yöntemini kullanırken bazı konuların belirlenmesi gerekmektedir. Burada araştırılan konunun anket yöntemine uygunluğu, kişilerden bilgi alınabilecek olgulardan oluşması, anket sorularının konuyla doğrudan ilgili olması ve uygun bir ölçek belirlenmiş olması, sakıncalı bilgiler istenmemesi, soruların yönlendirici olmaması, yeterli sayıda kişiye uygulanmış olması, toplanan verilerin, bilgisayar ortamında analiz edilmeye uygun olması gerekir [38].

Diğer yöntemlere kıyaslandığında anket yöntemi düşük maliyetler ile daha büyük kitlelere ulaşma imkânı sağlaması açısından avantajlıdır [39]. Yönteminin başlıca kusuru, farklı nedenlerle gerçek kümeyi temsil edememe ihtimali taşıdığı hata payıdır. Ancak, hatanın nedenlerini belirlemek ve azaltmak mümkündür [40].

Varsayımlarda bulunulması verilerin analizinde kolaylık sağlar [41]. Anket yöntemi uygulanırken yapılan bazı varsayımlar aşağıdaki gibidir.

1. Yanıtlar samimi ve tarafsızdır.
2. Denekler akılcı bir tavır sergilemektedir.
3. Denekler, araştırma konusu ile ilgili bilgi sahibidirler.
4. Deneklerin, istenilen verilere erişim imkânı bulunmaktadır.
5. Denekler, soruları net ve doğru şekilde anlamışlardır.

6. Denekler, toplanan bilgileri zorlama olmadan kendi istekleri ile vermektedirler.
7. Deneklerin yanıtları ortamdaki etkilenmez.
8. Anket süreci, denegin inanç ve fikirlerini etkilemez.
9. Farklı deneklerden alınan yanıtlar, birlikte anlamlı şekilde yorumlanabilmektedir.
10. Sorulan sorunun açıklanmaya gerek kalmadan alınan yanıtlar daha kabul edilebilirdir.
11. İhtiyaç duyulan bilgiler açık ve net olarak tanımlanmıştır.

Çalışmalarda değerlendirme yapılırken kullanılacak kriterler genellikle literatürden seçilmektedir. Fakat doğru ve güvenilir sonuçlar için firma özelinde önem arz eden ve kendi dinamiklerine uygun kriterlerin seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle literatür derinlemesine araştırılmış, en çok kullanılan değerlendirme kriterleri derlenmiş ve kriterler üzerinden hipotezler oluşturulmuştur. Burada amaç literatürde sıklıkla kullanılan kriterlerin firmaya uygunluğunun test edilmesidir.

Literatür incelendiğinde tedarikçi değerlendirilmesinde en çok kullanılan ilk on kriter kalite, maliyet/fiyat, teslimat, tedarikçi, esneklik, servis, çevre, teknoloji, üretim ve yönetim olduğu görülmektedir [42]. Firma dinamiklerine en uygun olan kriterleri belirlemek için; literatürde en çok kullanılan kriterlerden hipotezler oluşturulmuş, şirket içerisinde satın alma, kalite ve mal kabul departmanlarında çalışan 148 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması; ilgili birimlere direkt sorularak değil hipotezleri sınamak üzere oluşturulan sorular ile yapılmıştır. Bu yöntem, çalışmayı literatürden ayıran özgün bir yanıdır.

Ankette; kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum, kesinlikle katılmıyorum seçeneklerinden oluşan 5 li likert ölçeği kullanılmıştır. Likert ölçeği, araştırılan problemi cevaplandırmak amacıyla likert tipi sorular oluşturulması ile analiz aşamasında bu soruların birleştirilmiş değerlerini kullanılması şeklinde tanımlanmıştır [43]. Amaç tüm soruların birleştirilmiş değerlerinden uzmanların bu konu üzerindeki ortalama tutumlarını belirlemektir.

Preston ve Colman çalışmalarında 4 ten az seçenekten oluşan ölçeklerin düşük, 5 ya da 6 seçenekli ölçeklerin orta, 7'den fazla seçenekten oluşan ölçeklerin ise en yüksek geçerlik, güvenilirlik düzeyine sahip olduklarını göstermişlerdir [44].

Literatürde en fazla kullanılan; teslimat, kalite, tedarikçi kriterleri alt başlıklar halinde firmanın yapısına uyarlanmış ve aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur. Bu hipotezleri ölçümlemek için 10 tanesi doğrulama sorusu olmak üzere 20 soruluk anket oluşturulmuştur. Anket analizinde ters maddeler düzeltilmiştir.

H1: Teslimat zamanı tedarikçi performansında önemlidir.

H2: Teslimat miktarı tedarikçi performansında önemlidir.

H3: Red/İade Oranı tedarikçi performansında önemlidir.

H4: Kalite tedarikçi performansında önemlidir.

H5: Sipariş Uygunluğu tedarikçi performansında önemlidir.

Anketin analizinde Açıklayıcı Faktör Analizi ve Yapısal Eşitlik Modellemesi altında Doğrulayıcı Faktör Analizi yöntemleri kullanılmıştır. Yöntem uygulamaları istatistiksel paket programlardan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Faktör analizi

Faktör analizi, aynı yapıyı ölçümleyen değişkenleri, daha az sayıda değişkene indirgemeyi amaçlayan istatistiksel bir yöntemdir. 20. yy' ın başlarından günümüze kadar birçok istatistiksel çalışmada faydalanılan Faktör Analizi (FA), ilişki içerisinde bulunan değişkenleri yani faktörleri belirli başlıklar ile bir araya getirerek anlamlı yeni değişkenler elde etmeyi amaçlar [45].

Faktör analizi uygulanmasında amaç, birden fazla değişken arasındaki kovaryans ilişkilerini, faktörler olarak adlandırılan, rastgele nicelikler cinsinden tanımlamaktır. Faktör analizi bulunan tüm değişkenlerin birbiri arasındaki korelasyon/kovaryans matrisi ile başlar. Faktörlerin sayısı, korelasyon matrisinde sıralanır [46].

Faktör analizi uygulanabilmesi için verilerin aşağıda sıralanan koşullara uygun olması gerekmektedir [47].

1. Hatasız ölçüm yapılması
2. Verilerin aralıklı ölçekle ölçeklendirilmesi
3. Verilerin doğrusallık şartına uyması
4. Değişkenlerin birbirleri en az orta düzeyde ilişkili olması

Faktör analizinde en temelde 2 amaç bulunmaktadır [48]. İlk amaç, en az sayıda faktöre indirgemek ve değişkenler arasında bulunan korelasyonu en iyi şekilde ifade etmektir. Minimum sayıda en uygun faktörler ve bu faktörlerin yükleri yorumlanır. Burada; değişkenler arasındaki ilişki analiz edilebilmektedir.

Faktör analizinde bir diğer amaç yapının daha az boyuta indirgenirken en az bilgi kaybı sağlanmasıdır. Elde edilen yeni faktörler regresyon, korelasyon gibi istatistiki yöntemlerde orijinal değişken gibi kullanılabilir.

Faktör analizi, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi olarak iki yönteme ayrılır. Açıklayıcı faktör analizi, değişken setine ait yapılarını analiz etmek için ve en az sayıda faktör ile, değişken setine ait ilişkiyi açıklamak için tasarlanmıştır [49]. Burada amaç, karmaşık ve büyük veri setindeki değişken ilişkileri aracılığıyla minimum ortak bir faktör elde etmek ve verilerin daha kolay yorumlanmasını sağlamaktır.

3.1.1.1. Verilerin faktör analizine uygunluğunun belirlenmesi

Her veri seti Faktör Analizi uygulanmasına uygun değildir. Bu nedenle çalışmada kullanılan veri setinin faktör analizine uygunluğunun değerlendirilmesinde Barlett testi, örneklem yeterliliğinin ölçülmesinde ise Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) yöntemi kullanılmaktadır. KMO katsayısı ve Barlett Sphericity testi uygulanarak anketin faktör analizine uygun olup olmadığı belirlenmelidir [50].

3.1.1.2. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Katsayısı: Örneklem büyüklüğünün analiz için yeterliliğinin belirlenmesinde kullanılan katsayıdır.

KMO katsayısı aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 3.1) hesaplanmaktadır [51].

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} u_{ij}^2} \quad (3.1)$$

Burada;

r_{ij} , korelasyon matrisinin köşegen elemanlarının dışındaki elemanlarını
 u_{ij} , değerleri ise matrisin köşegen elemanlarının dışındaki elemanları ifade eder.

KMO değerinin düşük çıkması ilişkinin diğer değişkenlerce açıklanamayacağı anlamına gelir ve faktör analize uygulanamaz.

KMO değerleri 0 ile 1 aralığındadır ve Tablo 3.1.'deki gibi derecelendirilebilir [52].

Tablo 3.1. Kaiser-Meyer-Olkin değerleri

KMO Değeri	Örneklem Yeterliği
0,00-0,49	Kabul Edilemez
0,50-0,59	Zayıf
0,60-0,69	Orta
0,70-0,79	İyi
0,80-0,89	Çok İyi
0,90-1,00	Mükemmel

3.1.1.3. Bartlett testi

Bartlett Testi: Test verilerin normallik varsayımı temelinde faktör analizine uygunluğunu analiz etmektedir. Faktör analizi uygulanacak bütün değişkenlerde

normallik varsayımı bulunmalıdır. Bartlett testinde korelasyon matrisi ile bu varsayımı incelemektedir. Test hipotezleri aşağıdaki gibi kurulur.

H0: Değişkenler arası ilişki yoktur.

H1: Değişkenler arası ilişki vardır.

Testin istatistiği aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 3.2) hesaplanmaktadır [53].

$$x^2 = - \left(n - 1 - \frac{2p-5}{6} \right) \cdot \ln |R| \quad (3.2)$$

Burada,

n örneklem büyüklüğünü,

p değişken sayısını,

|R| ise korelasyon matrisinin determinant değerini belirtmektedir.

H1 hipotezinin kabul edilmesi durumu verilerin normal dağıldığı varsayımının sağlandığı şeklinde yorumlanabilir.

KMO yöntemi ve Bartlett testi istatistiksel paket programlar yardımı ile uygulanmıştır.

3.1.1.4. Açımlayıcı faktör analizi

Ölçek maddelerinin hangi faktör altında bulunacağı uzman tarafından tahmin edilebilir, ancak yapının tam olarak nasıl olduğu, kaç gizil faktör bulunduğu ve maddelerin hangi faktörlere yüklendiğini araştırmak için istatistiksel yöntemler kullanılır. Böylece maddelerin varyasyon açıklayıp açıklamadığı belirlenir. Ölçek geliştirme aşamasında öncelikle yapıyı ortaya koymak için AFA kullanılır [54].

AFA ölçek geliştirme amacıyla kullanılan bir yöntem olarak literatürde öne çıkmaktadır. Ölçek maddeleri teorik bilgilerden oluşmuyor ise ve maddelerin hangi faktörleri ölçtüğü kesin değil ise AFA yöntemi var olan yapıyı açıklamaya yardımcı olur [55].

AFA temel varsayımları aşağıdaki gibidir.

1. Faktör analizinin tüm değişkenleri normal dağıldığını kabul eder.
2. Çok değişkenli normallik varsayımı, değişken çiftlerinin arasındaki ilişkinin doğrusal olması gerekir.
3. Verilerin minimum aralıklı ölçülmesi gerekir.
4. Değişkenler arasında 0,30- 0,90 korelasyonlarının olması yeterlidir.

3.1.1.5. Doğrulayıcı faktör analizi

DFA kurulan hipotezlerin test edilmesi için geliştirilen Yapısal Eşitlik Modellemesinin (YEM) bir türüdür [56]. Doğrulayıcı faktör analizinin açıklayıcı faktör analizinden farkı amacının teori üretmek değil iddia edilen teorinin test edilmesi modelidir. AFA ile değişkenlerin ilişkili olduğu faktörler belirlenirken, değişken gruplarının faktörleri temsil yeteneğinin belirlenmesinde ise DFA yöntemi kullanılır [57]. Kavramsal modeldeki ilişkilerin değerlendirilmesinden önce bu modelin istatistiksel olarak anlamlı ve geçerli olması gerekmektedir. AFA 'dan farklı olarak, DFA da varlığı daha önceden bilinen yapının yeni bir veri setinde ne derece doğrulandığını incelenir. DFA modelinin amacı bir grup ölçülen değişken arasındaki varsayılan ilişkilerin veri tarafından desteklenip desteklenmediğini değerlendirmektir. Ölçek geliştirme çalışmalarında AFA yöntemi sonucu bulunan yapının geçerli olup olmadığının analizi için; farklı bir veri seti ile DFA uygulanmalıdır. Böylece, AFA sonucunda elde edilen yapının geçerliliği, farklı bir veri seti kullanılarak DFA yardımıyla test edilmiş olur [58].

DFA' da çeşitli uyum indeksi sonuçlarına göre kurulan modelin teori ile paralel hareket edip etmediği belirlenir. Bu uyum indeksleri χ^2 , χ^2 /sd , GFI, AGFI, RMSEA, RMR, SRMR gibi çok çeşitlidir. Uyum indekslerinden hangilerinin standart kabul edilebileceği hakkında uzlaşılmış net bir görüş bulunmamaktadır [59].

3.2. SWARA Yöntemi

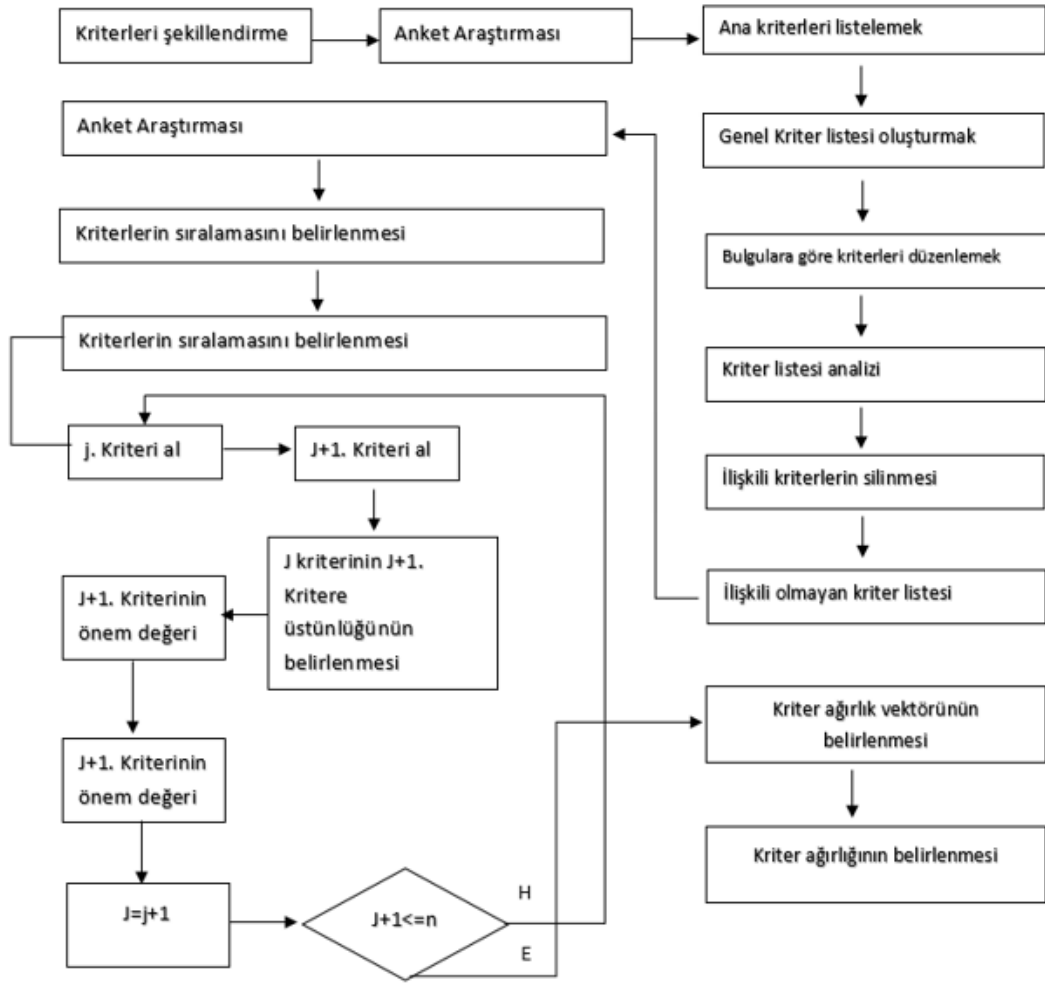
2010 yılında geliştirilen ve karşılığı 'Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi' olan SWARA (Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis) yöntemi birçok problemin çözümünde başarılı sonuçları olan çok kriterli karar verme yöntemidir [60].

SWARA yöntemi, profesyonel kişiler tarafından rahat kullanılabilirliği, uygulama kolaylığı ve farklı disiplinlerde uzman kişilerin ortak amaç doğrultusunda çalışabilmelerini sağlaması yönleri ile diğer yöntemlerden ayrılmakta ve daha fazla tercih edilmektedir [61].

Çok kriterli karar verme problemlerinde kriterlerin sonuç üzerindeki önem düzeyleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle kriterlerin ağırlığını belirlemek çözülmesi gereken önemli bir konudur. SWARA yöntemi, uzman görüşlerini de dikkate alarak kriterlerin önem düzeyinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [62]. Yöntemin uzman kararlarından yararlanıyor oluşu ilgili problemin ve sektörün dinamiklerine daha gerçekçi şekilde uyum sağlamasını hedefler.

Yöntemde kriterler önem düzeyinde en önemli kriterden en düşük öneme sahip kritere doğru sıralanır. Süreçte birden çok karar vericinin bulunduğu durumlarda karar verici sayısı kadar sıralama oluşturulur. Grup kararı uygulamasında nihai sıralama tüm sıralamaların geometrik ortalaması alınarak elde edilir [63].

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi Şekil 3.1.'de gösterilmiştir [64].



Şekil 3.1. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi (Kersulienne ve ark., 2010)

3.2.1. SWARA yöntemi uygulama aşamaları

SWARA yöntemi uygulama adımları aşağıdaki gibidir [65].

Adım 1. Problemin çözümü için kullanılacak, belirlenen kriterler uzman görüşü ile azalan düzende sıralanır.

Adım 2. (j+1). Kriter ile j. Kriter kıyaslanarak; j. Kriterin (j+1). Kriteria göre yüzde önemi belirlenir. Bu değer s_j ile gösterilir ve 'ortalama değer karşılaştırmalı önemi' olarak ifade edilir [66].

Adım 3. k_j katsayısı aşağıdaki formül ile (Denklem3.3) hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 0 \\ s_j + 1, & j > 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

Adım 4. q_j değışkeni aşağıdaki formül ile (Denklem 3.4) hesaplanır.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (3.4)$$

Adım 5. Kriterlerin ağırlıkları (Denklem 3.5) ile belirlenir. W_j , j . Kriterin önem derecesidir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3.5)$$

Tedarikçi seçimde belirlenen kriterlerin önem düzeyleri işletmeye veya ürüne göre farklılık gösterebilir; bu sebeple her kriterin önemi belirlenmiştir [67].

3.3. VİKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, karmaşık sistemlerin çözümü için 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilmiş [68]. 2004 yılında çok kriterli problemlerin çözümü için Opricovic ve Tzeng tarafından düzenlenerek çok kriterli karar verme problemlerine uygulanabilir bir yöntem haline getirilmiştir [69].

Yöntem, zıt kriterlerin birarada bulunduğu çok kriterli karar problemlerinde grup faydasını maksimize etmeyi ve bireysel pişmanlığı minimize etmeyi hedefleyerek alternatiflerin performanslarına göre sıralanması ile optimum sonuca en yakın uzlaşık çözüme olanak sağlar [70]. Uzlaşık sonuca ulaşmak için kriterler altında değerlendirilen her alternatifin ideale yakınlığı ölçülür. Uzlaşma, kriterler içinde ortak kabulü, uzlaşık çözüm optimum çözümü ifade eder [71].

Yöntem, farklı görüşler bulunan ve fikir birliğine varılamayan kriterleri içeren karar problemlerini çözmek için kullanılmaktadır. VIKOR yönteminin hedefi, en uygun

parçalardan, ilgili tüm etkileri yakalamaktır. VIKOR yöntemi tüm alternatifleri, sıralamaya, seçmeye ve zıt kriterlere sahip problem için uzlaşık bir çözüm tanımlamaya odaklanmıştır.

VIKOR yönteminde sütunlarda kriterler, satırlarda alternatifler bulunacak şekilde bir matris oluşturulur. Matris üzerinde yapılan işlemler sonucunda bir sıralama elde edilir. Yapılan bu sıralama karar vericilerin alternatifleri iyiden kötüye doğru değerlendirmesini amaçlar.

3.3.1. Vikor yöntemi uygulama aşamaları

Vikor yöntemi uygulama adımları aşağıdaki gibidir [72].

Adım 1: Her kriter için en iyi f_j^* ve en kötü f_j^- değerleri belirlenir. Bu değer, kriterin maliyet veya fayda türünden olmasına göre değişmektedir.

$$\text{Fayda kriterleri için; } f_j^* = \max x_{ij}, \quad f_j^- = \min x_{ij} \quad (3.6)$$

$$\text{Maliyet kriterleri için; } f_j^* = \min x_{ij}, \quad f_j^- = \max x_{ij} \quad (3.7)$$

Adım 2: Normalize karar matrisi, aşağıdaki formül ile (Denklem 3.8) hesaplanarak oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (3.8)$$

Adım 3: Normalize karar matrisi (Denklem 3.9) w_j 'ler ile çarpılarak ağırlıklandırılır.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (3.9)$$

Adım 4: S_i ve R_i değerleri hesaplanır. W_i kriter ağırlığını göstermektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (3.10)$$

$$R_i = \max_j \left[\frac{w_j(f_j^* - x_{ij})}{f_j^* - f_j^-} \right] \quad (3.11)$$

Adım 5. Q_i değerleri hesaplanır. Burada $S^* = \min S_j$; $S^- = \max S_j$; $R^* = \min R_j$; $R^- = \max R_j$ değerlerini, v değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade etmektedir.

$$Q_i = \left[\frac{v(S_i - S^*)}{S^- - S^*} \right] + \left[\frac{(1-v)(R_i - R^*)}{R^- - R^*} \right] \quad (3.12)$$

Adım 6. S_i , R_i ve Q_i parametreleri küçükten büyüğe sıralanarak alternatifler arasında üç adet sıra listesi oluşturulur.

Adım 7. Aşağıdaki iki koşul sağlandığı takdirde; minimum Q değerine sahip alternatif, optimum olarak nitelendirilebilir.

Koşul 1. Kabul Edilebilir Avantaj

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (3.13)$$

$$DQ = 1/(m - 1) \quad (3.14)$$

Eşitlikteki a' değeri, en düşük Q değerine sahip olan birinci en iyi alternatifi; a'' değeri, en düşük Q değerine sahip olan ikinci en iyi alternatifi ifade eder. Alternatif sayısı 4 ten küçük ise $D(Q)=0,25$ olarak kabul edilmelidir.

Koşul 2. Kabul edilebilir istikrar

Bu koşulda ise en iyi Q değerine sahip alternatif; S veya R değerlerine göre en iyi sıradaki seçenek olmalıdır.

Burada;

1.Koşul sağlanmıyorsa a' , a'' a^m alternatifleri uzlaşmış en iyi çözüm olarak ifade edilir.

$Mak_m; Q(a^m) - Q(a') < D(Q)$ formülü ile belirlenir. Alternatifler arasında belirgin bir farklılık olmaması durumunda bu koşul sağlanmaz.

2.Koşul sağlanmıyorsa a' ve a'' alternatifleri, en iyi uzlaşık çözüm olarak belirlenir.

3.4. ARAS Yöntemi

Z. Turskis ve E. K. Zavadskas tarafından önerilen Additive Ratio Assesment (ARAS) yöntemi, ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılabilir ve diğer yöntemler ile birlikte kullanılabilir yeni bir yaklaşımdır [73]. Yöntem, karar seçeneklerini kriterler altında fayda fonksiyonuna göre sıralar.

Çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılan yöntemlerde amaç alternatiflerin iyiden kötüye doğru sıralanmasıdır. ARAS yönteminde karar seçeneklerinin fayda fonksiyonu değer oranları karar seçeneklerindeki en iyi değerler ile karşılaştırılır [74]. Her bir alternatifin kriter değeri, o kritere ait en iyi değere sahip alternatif ile kıyaslanır.

ARAS yöntemi alternatifin performansının ölçülmesine yardımcı olur ve her bir alternatifin ideal alternatife göre oransal benzerliğini ortaya koyar. Örnek olarak bir kriterin optimum değerinin 10 olduğunu ancak alternatifler arasındaki en büyük skorun 9 olduğunu varsayarsak, kriterin optimallik değeri 0.9'dur. ARAS yöntemi oransal derecelendirme amacına en uygun olan yöntem olarak görülmektedir [75].

3.4.1. ARAS yöntemi uygulama aşamaları

ARAS yöntemi uygulama adımları şu şekildedir [76].

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur. Aşağıdaki formüle göre (Denklem 3.15) karar matrisi oluşturulur. Diğer ÇKKV yöntemlerinden ayrı yönü, her kritere ait optimum değeri gösteren bir satır bulunur. Optimum değerler ilgili eşitlikler kullanılarak (Denklem 3.16) (Denklem 3.17) belirlenir.

$$\begin{bmatrix} X_{01} & \cdots & X_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

$$i = 0,1,2, \dots, m \quad \text{ve } j = 1,2, \dots, n$$

$$X_{0j} = \max_i X_{ij}, \quad \text{fayda (maksimizasyon) durumu} \quad (3.16)$$

$$X_{0j} = \min_i X_{ij}, \quad \text{maliyet (minimizasyon) durumu} \quad (3.17)$$

X_{ij} , j. kritere göre i. karar seçeneğinin performansını gösterirken, m karşılaştırılacak karar seçeneklerini, n kriter sayısını ifade etmektedir. X_{0j} j. kriterin optimum değerini gösterir.

Adım 2: Normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Normalizasyon işlemi ile farklı boyutlardaki kriterler standartlaştırılır. $[0,1]$ ya da $[0, \infty]$ aralığında getirilir.

Kriterler maksimizasyon yönlü ise aşağıdaki eşitlik (Denklem 3.18) kullanılır.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=0}^m X_{ij}} \quad (3.18)$$

Kriterler minimizasyon yönlü ise aşağıdaki eşitlik (Denklem 3.19) kullanılır.

$$X_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \quad \bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=0}^m X_{ij}} \quad (3.19)$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda aşağıdaki matris (Denklem 3.20) oluşturulur.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{01} & \cdots & \bar{X}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{X}_{m1} & \cdots & \bar{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 0,1,2, \dots, m \quad \text{ve } j = 1,2, \dots, n \quad (3.20)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış matris oluşturulur. Normalize edilmiş matris aşağıdaki formül kullanılarak (Denklem 3.21) ağırlıklandırılarak karar matrisi (Denklem 3.22) elde edilir.

$$\hat{X}_{ij} = \bar{X}_{ij}W_j; \quad i = 0, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (3.21)$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{X}_{01} & \cdots & \hat{X}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{X}_{m1} & \cdots & \hat{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 0,1,2, \dots, m \quad \text{ve } j = 1,2, \dots, n \quad (3.22)$$

Adım 4: Optimumluk fonksiyonu hesaplanır. Fonksiyon denklemi (Denklem 3.23) kullanılarak ağırlıklandırılmış matris üzerinden optimum fonksiyonu hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{X}_{ij}, \quad i = 0, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad (3.23)$$

S_i i . karar seçeneğinin optimum fonksiyon değeridir. S_i değeri arttıkça iyi, azaldıkça kötü olarak değerlendirilir. S_i değeri x_{ij} ve w_j değerleri ile doğru ve orantılı bir ilişkiye sahiptir. Bu sebeple optimumluk fonksiyonu ne kadar yüksek olursa karar seçeneği de o kadar etkili olur. Karar seçeneklerinde öncelik S_i değerine göre belirlenir.

Adım 5: Fayda derecesi hesaplanır ve sıralama yapılır. Fayda derecesi K_i , optimumluk fonksiyon değeri S_i ile en iyi karar seçeneğinin optimumluk fonksiyon değerine S_0 oranlanarak (Denklem 3.24) hesaplanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = 0, \dots, m \quad (3.24)$$

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Açıklayıcı Faktör Analizi

Elde edilen veriler ile güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenirlik en yalın anlamıyla ölçme aracının hatalardan arınmış olması olarak tanımlanabilir [77]. Ankete yapılan güvenilirlik analizi sonucunda, Cronbach's Alfa değeri %83,9 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer, anketin yüksek güvenilirlik düzeyinde olduğunu göstermektedir.

Örneklem büyüklüğü Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Denklem 3.1) ile test edilmiş ve %79 değeri ile örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olduğu ve analizin yapılabileceği belirlenmiştir [78]. Bartlett's Test of Sphericity değerinin anlamlılığı ise değişkenlerin birbirleri arasında korelasyon gösterip göstermediklerini sınar. Bu değer 0,10'dan küçük olması faktör analizi yapmanın uygun olduğunu gösterir. Bartlett's Test of Sphericity değeri hesaplanmış (Denklem 3.2) sonuç 0.000 ile anlamlı bulunmuştur. Veri matrisinin faktör analizine uygunluğu sınanmış ve gerekli şartlar sağlanmıştır.

Tablo 4.1.'de veri matrisine faktör analizi uygulanması sonucu elde edilen varyans açıklama sonucu yer almaktadır. 1'den büyük özdeğerler sayısı, faktör sayısını göstermektedir. Çalışmada beş faktör yer almaktadır.

Tablo 4.1. Faktör analizi nihai varyans sonucu

Faktör	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)
1	6,523	36,236	36,236
2	2,633	14,628	50,864
3	1,904	10,577	61,441
4	1,86	10,334	71,775

Tablo 4.1. (Devamı)

5	1,622	9,013	80,788
---	-------	-------	--------

Tablo 4.2. Faktör analizi sonucu faktör yükleri

	Faktör				
	1	2	3	4	5
Sipariş Uygunluğu_2	0,915				
Sipariş Uygunluğu_5	0,904				
Sipariş Uygunluğu_3	0,874				
Sipariş Uygunluğu_4	0,798				
Sipariş Uygunluğu_1	0,617			-0,316	
Teslimat Miktarı_3		0,867			
Teslimat Miktarı_2		0,848			
Teslimat Miktarı_4		0,795			
Teslimat Miktarı_1		0,755			
Teslimat Zamanı_2			-0,932		
Teslimat Zamanı_4			-0,932		
Teslimat Zamanı_3			-0,93		
Teslimat Zamanı_1			-0,791		
Kalite_2				-0,969	
Kalite_3				-0,961	
Kalite_1				-0,925	
Red_1					0,954
Red_2					0,946

Tablo 4.2.'de faktör analizi sonucunda maddelere ait faktör yükleri verilmiştir. "Sipariş Uygunluğu" bölümü beş maddeden oluşur ve faktör yükleri 0,617 ile 0,915 aralığında bulunmaktadır. Faktörün toplam varyansı açıklama oranı %36,23'tür. "Teslimat Miktarı" bölümü dört maddeden oluşur ve faktör yükleri 0,755 ile 0,867 aralığında bulunmaktadır. Faktörün toplam varyansı açıklama oranı %14,62 dir. "Teslimat Zamanı" bölümü dört maddeden oluşur ve faktör yükleri 0,932 ile 0,791 aralığında bulunmaktadır. Faktörün toplam varyansı açıklama oranı %10,57 tir. "Kalite" bölümü üç maddeden oluşur ve faktör yükleri 0,925 ile 0,969 aralığında bulunmaktadır. Faktörün toplam varyansı açıklama oranı %10,33 tür. "Red Oranı"

bölümü iki maddeden oluşur ve faktör yükleri 0,946 ile 0,954 aralığında bulunmaktadır. Faktörün toplam varyansı açıklama oranı %9,03 dür. Faktör analizleri sonucunda ise kümülatif toplam varyans değeri %80,78 çıkmıştır. Bu değer %50'nin üzerinde uygun kabul edilir [79]. Faktör yükünün 0.300'den küçük olduğu maddeler analize dâhil edilmemiştir.

4.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Modelin istatistiksel anlamda geçerli olup olmadığı incelenmiştir. Literatürde kabul görmüş uyum iyiliği indeks değerleri ile oluşturulan modele ait hesaplanan uyum iyiliği indeks değerleri Tablo 4.3.'te sunulmuştur [80]. Tüm bu değerlendirmeler altında oluşturulan ölçme modelinin istatistiksel olarak geçerli bir model olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Önerilen ve modele ait uyum indeks değerleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Sonuç
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq NFI \leq 0,95$	0,924
CFI	$0,97 \leq CFI \leq 1$	$0,95 \leq CFI \leq 0,97$	0,982
GFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI \leq 0,95$	0,911
AGFI	$0,90 \leq AGFI \leq 1$	$0,85 \leq AGFI \leq 0,9$	0,874
RMSEA	$0 < RMSEA < 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,10$	0,042
χ^2/df		$0 \leq \chi^2/df \leq 3$	1289

Araştırılan modelin NFI değeri 0.924, CFI değeri 0.982, GFI değeri 0.911, AGFI değeri 0.874, RMSEA değeri 0.042 ve χ^2/df değeri 1.289 olarak bulunmuş, bütün değerlerin kabul edilebilir aralıkta olduğu belirlenmiştir. İyi uyum sınırları içerisinde yer alan uyum ölçüleri verilerin ve modelin istatistiksel açıdan iyi ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

Verilerin faktör analizi için uygunluğu Cronbach's Alfa, KMO ve Barlett küresellik testi ile incelenmiş ve analiz için uygunluğu tespit edildikten sonra AFA ve DFA ile anketin istatistiksel açıdan anlamlı ve tutarlı olduğu belirlenmiştir. Anketin geçerli olduğu tespitinden sonra kriterlerin ortalama skorları hesaplanmıştır.

Aritmetik ortalamaların değerlendirme aralığı Tablo 4.4.'de verilmiştir [41].

Tablo 4.4. Aritmetik ortalama değerlendirme aralıkları

Aralık	Seçenek
1,00-1,80	Kesinlikle Katılmıyorum
1,81-2,60	Katılmıyorum
2,61-3,40	Kararsızım
3,41-4,20	Katılıyorum
4,21-5,00	Kesinlikle Katılıyorum

Kriterler için hesaplanan ortalamalar; Teslimat zamanı kriteri için 4,73, Teslimat miktarı kriteri için 4,69, Red Oranı kriteri için 4,29, Kalite kriteri için 4,80, Sipariş Uygunluğu kriteri için 4,58 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre tüm kriterler için hipotezler desteklenmiştir. Analiz edilen kriterlerin firma için uygunluğu kanıtlanmıştır.

4.3. SWARA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu çalışma kapsamında anket yöntemi ile belirlenen 5 kriter değerinin ne oranda önemli olduğunu belirlemek için SWARA yöntemi uygulanmıştır. 10 uzman karardan belirlenmiş olan kriterleri önem derecesine göre sıralamaları Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Karar Vericiler Tarafından Oluşturulan Kriter Sıralamaları

Ölçüt Adı	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅	KV ₆	KV ₇	KV ₈	KV ₉	KV ₁₀
Teslimat Zamanı (K1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teslimat Miktarı (K2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Red/İade Oranı (K3)	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
Kalite (K4)	4	3	5	4	4	4	4	4	3	4
Sipariş Uygunluğu (K5)	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5

Her karar vericinin oluşturduğu sıralamalarla kriterleri kıyaslayarak önem derecesi sıralamalarını belirlemiştir.

Tablo 4.6. Karar Vericiler Tarafından Oluşturulan Kriterin Görelî Önem Düzeyleri

Ölçüt Adı	KV ₁		KV ₂		KV ₃		KV ₄		KV ₅		KV ₆		KV ₇		KV ₈		KV ₉		KV ₁₀			
	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj	Sıra No	Sj		
K1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
K2	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1
K3	3	0,1	4	0,1	3	0,2	3	0,2	3	0,2	3	0,4	3	0,3	3	0,3	4	0,4	3	0,3	3	0,3
K4	4	0,3	3	0,2	5	0,4	4	0,2	4	0,2	4	0,2	4	0,2	4	0,3	3	0,2	4	0,2	4	0,2
K5	5	0,4	5	0,3	4	0,3	5	0,3	5	0,3	5	0,2	5	0,3	5	0,3	5	0,4	5	0,4	5	0,4

Her karar vericiye ait hesaplamalar k_j eşitliğine (Denklem 3.3), q_i eşitliğine (Denklem 3.4) ve w_i eşitliğine (Denklem 3.5) göre yapılarak kriterlerin ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Birinci Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	k_j	q_j	w_j
K1	1		1	1,00	0,26
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,24
K3	3	0,1	1,1	0,83	0,22
K4	4	0,3	1,3	0,64	0,17
K5	5	0,4	1,4	0,45	0,12

Tablo 4.8. İkinci Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	k_j	q_j	w_j
K1	1		1	1,00	0,26
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,24
K3	4	0,1	1,1	0,83	0,22
K4	3	0,2	1,2	0,69	0,18
K5	5	0,3	1,3	0,53	0,14

Tablo 4.9. Üçüncü Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	k_j	q_j	w_j
K1	1		1	1,00	0,26
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,24
K3	3	0,2	1,2	0,76	0,20
K4	5	0,4	1,4	0,54	0,14
K5	4	0,3	1,3	0,42	0,11

Tablo 4.10. Dördüncü Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,26
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,24
K3	3	0,2	1,2	0,76	0,20
K4	4	0,2	1,2	0,63	0,17
K5	5	0,3	1,3	0,49	0,13

Tablo 4.11. Beşinci Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,26
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,24
K3	3	0,2	1,2	0,76	0,20
K4	4	0,2	1,2	0,63	0,17
K5	5	0,3	1,3	0,49	0,13

Tablo 4.12. Altıncı Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,28
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,26
K3	3	0,4	1,4	0,65	0,18
K4	4	0,2	1,2	0,54	0,15
K5	5	0,2	1,2	0,45	0,13

Tablo 4.13. Yedinci Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,28
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,26
K3	3	0,3	1,3	0,70	0,20
K4	4	0,2	1,2	0,58	0,16
K5	5	0,3	1,3	0,45	0,13

Tablo 4.14. Sekizinci Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,28
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,26
K3	3	0,3	1,3	0,70	0,20
K4	4	0,3	1,3	0,54	0,15

Tablo 4.14. (Devamı)

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K5	5	0,3	1,3	0,41	0,12

Tablo 4.15. Dokuzuncu Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,28
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,26
K3	4	0,4	1,4	0,65	0,18
K4	3	0,2	1,2	0,54	0,15
K5	5	0,4	1,4	0,39	0,11

Tablo 4.16. Onuncu Karar Vericiye ait Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ölçüt Adı	Sıralama	sj	kj	qj	wj
K1	1		1	1,00	0,28
K2	2	0,1	1,1	0,91	0,26
K3	3	0,3	1,3	0,70	0,20
K4	4	0,2	1,2	0,58	0,16
K5	5	0,4	1,4	0,42	0,12

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde bütünleştirme işlemi aşamasında geometrik ortalamanın sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Nihai ağırlıkların belirlenmesinde geometrik ortalama kullanılmıştır. Burada teslimat zamanı kriteri %27 ile en önemli iken sipariş uygunluğu kriteri %12 ile en az önemli şekilde belirlenmiştir.

Tablo 4.17. Karar Vericiler Tarafından Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Ölçüt Adı	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅	KV ₆	KV ₇	KV ₈	KV ₉	KV ₁₀	Geometrik Ortalama
K1	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27
K2	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25
K3	0,22	0,18	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20	0,20	0,15	0,20	0,19
K4	0,17	0,22	0,11	0,17	0,17	0,15	0,16	0,15	0,18	0,16	0,16
K5	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12

4.4. VİKOR Yöntemi ile Tedarikçilerin Değerlendirilmesi

SWARA yöntemi ile önemi belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda tedarikçilerin değerlendirilmesi VİKOR yöntemi ile yapılmıştır. Karar matrisi oluşturulurken 6 aylık veri kullanılmıştır.

Her kriter için en iyi f_j^* ve en kötü f_j^- değerleri belirlenmiştir. Bu değer kriterin yönüne göre değişmektedir. Kriter yönü fayda yönlü (Denklem 3.6) ya da maliyet yönlü (Denklem 3.7) olma durumuna göre ilgili hesaplamalar yapılmıştır.

$$f_i^* = \{0,661; 0,864; 0,001; 0,996; 0,858\}$$

$$f_i^- = \{0,200; 0,454; 0,029; 0,920; 0,399\}$$

Normalize karar matrisi ilgili formüller kullanılarak (Denklem 3.8) Tablo 4.18.'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 4.18. VİKOR normalize edilmiş karar matrisi

		Ölçüt				
		K1	K2	K3	K4	K5
Tedarikçi	A	0	0	0	0,27	0,31
	B	0,33	0,46	1	0,2	0
	C	0,38	0,17	0,53	0,09	0,13
	D	0,49	1	0,01	1	0,65
	E	0,88	0,72	0,11	0	1
	F	1	0,87	0,8	0	0,6

Normalize edilmiş karar matrisi (Denklem 3.9) Tablo 4.19.'daki gibi ağırlıklandırılmıştır.

Tablo 4.19. VİKOR ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

		Ölçüt				
		<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>	<i>K4</i>	<i>K5</i>
Tedarikçi	<i>A</i>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
	<i>B</i>	0,09	0,12	0,19	0,03	0,00
	<i>C</i>	0,10	0,04	0,10	0,02	0,02
	<i>D</i>	0,14	0,25	0,00	0,16	0,08
	<i>E</i>	0,24	0,18	0,02	0,00	0,12
	<i>F</i>	0,28	0,22	0,15	0,00	0,07

Her alternatif için ortalama skor gösteren S_i değerleri (Denklem 3.10) ve en kötü grup skorlarını gösteren R_i değerleri (Denklem 3.11) Tablo 4.20.'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4.20. S_i ve R_i değerleri hesaplanması

Tedarikçi	S_i	R_i
<i>A</i>	0,082	0,044
<i>B</i>	0,43	0,192
<i>C</i>	0,279	0,104
<i>D</i>	0,627	0,25
<i>E</i>	0,565	0,241
<i>F</i>	0,719	0,275

Q değerinin belirlenmesinde $S^* = 0,082$, $S^- = 0,719$, $R^* = 0,044$, $R^- = 0,275$ değerleri grup faydası olarak hesaplamaya katılmıştır. V değerleri sırasıyla 0,1; 0,5; 1 olarak alınmıştır ve Q_i değerleri eşitliğe göre (Denklem 3.12) hesaplanmıştır. Elde edilen çizelge Tablo 4.21.'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Q değerlerinin hesaplanması

Tedarikçi	$Q(v=0,1)$	$Q(v=0,5)$	$Q(v=1)$
<i>A</i>	0	0	0
<i>B</i>	0,633	0,594	0,547
<i>C</i>	0,267	0,285	0,308
<i>D</i>	0,888	0,873	0,855
<i>E</i>	0,845	0,806	0,757

F 1 1 1

Hesaplanan S_i , R_i ve Q_i parametreleri artan şekilde sıralanarak alternatifler arasında sıra listesi Tablo 4.22.'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 4.22. Alternatiflerin sıralaması

	S_i		R_i		$v=0,1$		$v=0,5$		$v=1$
<i>A</i>	0,08	<i>A</i>	0,04	<i>A</i>	0,00	<i>A</i>	0,00	<i>A</i>	0,00
<i>C</i>	0,28	<i>C</i>	0,10	<i>C</i>	0,27	<i>C</i>	0,29	<i>C</i>	0,31
<i>B</i>	0,43	<i>B</i>	0,19	<i>B</i>	0,63	<i>B</i>	0,59	<i>B</i>	0,55
<i>E</i>	0,57	<i>E</i>	0,24	<i>E</i>	0,85	<i>E</i>	0,81	<i>E</i>	0,76
<i>D</i>	0,63	<i>D</i>	0,25	<i>D</i>	0,89	<i>D</i>	0,87	<i>D</i>	0,86
<i>F</i>	0,72	<i>F</i>	0,28	<i>F</i>	1,00	<i>F</i>	1,00	<i>F</i>	1,00

Elde edilen sıralamaların anlamlı ve kabul edilebilir olması için Kabul Edilebilir Avantaj ve Kabul Edilebilir İstikrar koşulları sağlanıyor olmalıdır.

Alternatif sayısı 6 olduğu için $D(Q)$ değeri ilgili eşitlik (Denklem 3.14) yardımıyla 0,20 olarak belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda (Denklem 3.13) Koşul 1 sağlanmıştır.

$$V=0,1 \text{ için } 0,267 - 0 > 0,2$$

$$V=0,5 \text{ için } 0,285 - 0 > 0,2$$

$$V=1 \text{ için } 0,308 - 0 > 0,2$$

S_i ve R_i değerleri küçükten büyüğe olacak şekilde sıralandığında en iyi Q değerine sahip *F* alternatifi her ikisinde de ilk sırada yer almakta ve koşul 2 sağlanmaktadır.

VIKOR yönteminin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlara göre $v=0,1$; $v=0,5$; $v=1$ değerleri için *A* tedarikçisi firmanın beklenti ve dinamiklerine en uygun tedarikçi olarak belirlenmiştir. En iyiden en kötüye doğru tedarikçilerin sıralaması $A > C > B > E > D > F$ şeklinde bulunmuştur.

4.5. ARAS Yöntemi ile Tedarikçilerin Değerlendirilmesi

SWARA yöntemi ile önemi belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda tedarikçilerin değerlendirilmesi ARAS yöntemi ile yapılmıştır.

Karar matrisi (Denklem 3.15) Tablo 4.23'deki gibi oluşturmuştur. Her kritere ait optimum değerler (Denklem 3.16) ve (Denklem 3.17) e göre belirlenmiştir. Maliyet yönlü olan kriterler fayda yönlü olarak dönüştürülmüş ve Tablo 4.24.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.23. Kriter ağırlıkları ve karar matrisinin oluşturulması

	<i>Teslimat Zamanı</i> (K1) <i>Mak</i>	<i>Teslimat Miktarı</i> (K2) <i>Mak</i>	<i>Red/İade Oranı</i> (K3) <i>Min</i>	<i>Kalite</i> (K4) <i>Mak</i>	<i>Sipariş Uygunluğu</i> (K5) <i>Mak</i>
Kriter					
Ağırlığı	0,27	0,25	0,19	0,16	0,12
Optimum	0,66	0,86	0,00	1,00	0,86
A	0,66	0,86	0,00	0,98	0,71
B	0,51	0,68	0,03	0,98	0,86
C	0,49	0,80	0,02	0,99	0,80
D	0,43	0,45	0,00	0,92	0,56
E	0,26	0,57	0,00	1,00	0,40
F	0,20	0,51	0,02	1,00	0,58

Tablo 4.24. Fayda yönlü dönüştürülmüş karar matrisi

	<i>Teslimat Zamanı</i> (K1) <i>Mak</i>	<i>Teslimat Miktarı</i> (K2) <i>Mak</i>	<i>Red/İade Oranı</i> (K3) <i>Min</i>	<i>Kalite</i> (K4) <i>Mak</i>	<i>Sipariş Uygunluğu</i> (K5) <i>Mak</i>
Kriter					
Ağırlığı	0,27	0,25	0,19	0,16	0,12
Optimum	0,66	0,86	974,15	1,00	0,86
A	0,66	0,86	974,15	0,98	0,71
B	0,51	0,68	34,58	0,98	0,86
C	0,49	0,80	63,31	0,99	0,80
D	0,43	0,45	812,20	0,92	0,56
E	0,26	0,57	244,25	1,00	0,40
F	0,20	0,51	42,98	1,00	0,58

(Denklem 3.18) ve (Denklem 3.19) kullanılarak; (Denklem 3.20) ile ifade edilen normalize edilmiş karar matrisi Tablo 4.25'de, normalize edilmiş karar matrisinin (Denklem 3.21) kullanılarak ağırlıklarındırılması sonucu Tablo 4.26. oluşturulmuştur.

Tablo 4.25. ARAS normalize edilmiş karar matrisi

	<i>Teslimat Zamanı</i> (K1) <i>Mak</i>	<i>Teslimat Miktarı</i> (K2) <i>Mak</i>	<i>Red/İade Oranı</i> (K3) <i>Min</i>	<i>Kalite</i> (K4) <i>Mak</i>	<i>Sipariş Uygunluğu</i> (K5) <i>Mak</i>
Kriter					
Ağırlığı	0,27	0,25	0,19	0,16	0,12
<i>Optimum</i>	0,21	0,18	0,31	0,15	0,18
<i>A</i>	0,21	0,18	0,31	0,14	0,15
<i>B</i>	0,16	0,14	0,01	0,14	0,18
<i>C</i>	0,15	0,17	0,02	0,14	0,17
<i>D</i>	0,14	0,10	0,26	0,13	0,12
<i>E</i>	0,08	0,12	0,08	0,15	0,08
<i>F</i>	0,06	0,11	0,01	0,15	0,12

Tablo 4.26. ARAS ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

	<i>Teslimat Zamanı</i> (K1) <i>Mak</i>	<i>Teslimat Miktarı</i> (K2) <i>Mak</i>	<i>Red/İade Oranı</i> (K3) <i>Min</i>	<i>Kalite</i> (K4) <i>Mak</i>	<i>Sipariş Uygunluğu</i> (K5) <i>Mak</i>
Kriter					
Ağırlığı	0,27	0,25	0,19	0,16	0,12
<i>Optimum</i>	0,06	0,05	0,06	0,02	0,02
<i>A</i>	0,06	0,05	0,06	0,02	0,02
<i>B</i>	0,04	0,04	0,00	0,02	0,02
<i>C</i>	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02
<i>D</i>	0,04	0,02	0,07	0,02	0,01
<i>E</i>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
<i>F</i>	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02

Ağırlıklı normalize karar matrisi elde edildikten sonra her alternatif için optimallik fonksiyon değerlerinin hesaplanması yapılmıştır. Hesaplanan optimumluk fonksiyonu S_i değerleri (Denklem 3.23) ve hesaplanan fayda derecesi K_i değerleri (Denklem 3.24) Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. Optimumluk fonksiyonu, fayda derecesi ve sıralama

	S_i	K_i	Sıralama
<i>Optimum</i>	0,21	1,00	
<i>A</i>	0,20	0,98	1
<i>B</i>	0,13	0,61	4
<i>C</i>	0,13	0,64	3
<i>D</i>	0,17	0,81	2
<i>E</i>	0,11	0,52	5
<i>F</i>	0,09	0,42	6

ARAS yöntemi kullanılarak alternatif tedarikçilerin optimallik fonksiyon değerleri büyükten küçüğe sıralanmıştır. Analiz sonuçlarına göre performansı en yüksek bulunan tedarikçi A olurken, F tedarikçisinin en düşük performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan Ki değerleri tedarikçilerin optimalliğe ne oranda yakın olduğunun bir ölçüsüdür. Burada en ideal tedarikçi bulunan A tedarikçisi %98 oranla optimalliğe yakındır. Optimal duruma en uzak bulunan en kötü performansa sahip F tedarikçisinin fayda derecesi %42 dir. Uygulanan yöntem sonucunda en iyiden en kötüye doğru tedarikçilerin sıralaması $A>D>C>B>E>F$ şeklinde bulunmuştur.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada 450 tedarikçi ile çalışan perakende sektöründe öncü bir firmada aynı grupta hizmet veren ve en çok ürün tedarik edilen 6 firma karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme kriterlerini belirlemek için literatürde en çok kullanılan kriterler üzerinden hipotezler oluşturulmuş, bu kriterlerin firmanın kendi dinamiklerine uygunluğu anket yöntemi ile analiz edilmiştir. Anket tedarikçiler ile birebir ilişki halinde olan 150 uzmana uygulanmıştır. Anket analizinde Cronbach's Alfa değerinin %83,9, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin %79 ve Barlett küresellik testinin anlamlı çıkması ile AFA ve DFA yöntemleri uygulanmış anketin istatistiksel açıdan anlamlı ve tutarlı olduğu belirlenmiştir. Anket sonuçlarına göre teslimat zamanı, teslimat miktarı, red oranı, kalite, sipariş uygunluğu kriterlerinin firmaya uygunluğu tespit edilmiştir.

Belirlenen kriterlerin önem dereceleri SWARA yöntemi ile teslimat zamanı> teslimat miktarı> red oranı> kalite> sipariş uygunluğu şeklinde belirlenmiştir. Nihai değerlendirme de Vikor ve Aras yöntemleri uygulanmıştır. Vikor yönteminden elde edilen sonuçlara göre $v=0,1$, $v=0,5$ ve $v=1$ için alternatifler $A>C>B>E>D>F$ şeklinde, Aras yönteminden elde edilen sonuçlara göre alternatifler $A>D>C>B>E>F$ şeklinde sıralanmıştır. Kullanılan her iki yöntemle göre de şirket dinamiklerine en uygun tedarikçi A olarak belirlenirken, en kötü performansa sahip ve gelişime zorlanması gereken tedarikçi F olarak belirlenmiştir.

Değerlendirme kriterlerinin hipotezler üzerinden anket yolu ile belirlenmesi ve hipotez testleri ile ÇKKV metotlarının birlikte uygulanması çalışmanın özgün yanını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Önüt S., Kara S., ve Işık E., Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company, *Expert Systems with Applications*, 36, 3887-3895, 2009.
- [2] Sari İ., Ervural B., Analyzing criteria used in supplier evaluation by DEMATEL method in sustainable supply chain management and an application to health sector, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23, 477-485, 2017.
- [3] Soyer A., Türkay A.B., Yeşil Satın Alma ve Yeşil Tedarikçi Seçimi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(4), 1202-1222, 2020.
- [4] Arnold J.R., *Introduction to Materials Management*, Prentice Hall, 3rd. Edition s.5, 2003.
- [5] Rosenberg, J. M., *Alışveriş Sözlüğü İstanbul: Alışveriş Merkezleri ve Perakendeciler Derneği Yayınları*, 1998.
- [6] Lee K.-H. ve Vachon S., *Business Value and Sustainability*, Palgrave Macmillan, 10.1057/978-1-137-43576-7, Londra, 2016.
- [7] Önüt S., Kara S., ve Işık E., Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company, *Expert Systems with Applications*, 36, 3887-3895, 2009.
- [8] Supçiller A. A. ve Çapraz O., AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması, *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 13, 1-22, 2011.
- [9] Büyüközkan G. ve Göçer F., Application of A New Combined Intuitionistic Fuzzy MCDM Approach Based On Axiomatic Design Methodology For The Supplier Selection Problem, *Applied Soft Computing*, 52, 1222–1238, 2017.
- [10] Shemshadi A., Shirazi H., Toreihi M., ve Tarokh M. J., A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Systems with Applications*, 38 (10), 12160-12167, 2011.

- [11] Göktürk İ. F., Eryılmaz A. Y., Yörür B., Yuluğkural Y., Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS ve VIKOR Yöntemlerinin Kullanılması, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25, 61–74, 2011.
- [12] Vanteddu G., Chinnam R. B., Gushikin O., Supply Chain Focus Dependent Supplier Selection Problem”, International Journal of Production Economics, 129(1), 204–216, 2011.
- [13] Kannan D, Jabbour A. B. L. D. S., Jabbour C. J. C., Selecting Green Suppliers Based on GSCM Practices: Using Fuzzy TOPSIS Applied to A Brazilian Electronics Company", European Journal of Operational Research, 233, 432-447, 2014.
- [14] Wang J., Cheng C.H., Kun-Cheng, H., Fuzzy Hierarchical TOPSIS for Supplier Selection, Applied Soft Computing, 9 , 377-386, 2009.
- [15] Ar İ.M., Gökşen H., Tuncer M. A., Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması, Ege Akademik Bakış, 285-300, 15(2), 2015.
- [16] Kubler S., Robert J., Derigent W., Voisin A., ve Traon Y.L, A State-of-The-Art Survey Testbed of Fuzzy AHP (FAHP) Applications. Expert Systems With Applications, 65, 398-422, 2016.
- [17] Kara İ., Ecer F., AHP-VIKOR Entegre Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi: Tekstil Sektörü Uygulaması, Dokuz Eylül University Journal of Graduate School of Social Sciences, 18(2), 255-272, 2016.
- [18] Özder E.H. ve Eren T., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi ve Hedef Programlama Teknikleri ile Tedarikçi Seçimi, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4 (3), 196-207, 2016.
- [19] Cengiz A.E., Aytakin O., Ozdemir I., Kusan H., ve Cabuk A., Multi-Criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. Procedia Engineering 196, 294-301, 2017.
- [20] Adalı E.A., Işık A., Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin Swara ve Waspaş Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı, International Review of Economics And Management, 5(4), 56-77, 2017.
- [21] Arslan H., Ahp-Vikor Yöntemi İle Etkin Tasarrufa Yönelik En İyi Tedarikçi Seçimi, Electronic Journal of Social Sciences, 16(63), 1203-1217, 2017.

- [22] Toklu M., Çağıl G., Pazar E., Faydalı R., SWARA-WASPAS Metodolojisine Dayalı Tedarikçi Seçimi: Türkiye'de Demir-Çelik Endüstrisi Örneği, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 6(3), 113-120, 2018.
- [23] Wang C., Nguyen V.T., Chyou J.T., Li T.F., Nyugen N.N., Fuzzy Multicriteria Decision-Making Model (MCDM) for Raw Materials Supplier Selections in Plastics Industry, *Mathematics*, 981, 7(10), 2019.
- [24] Wang C.N., Tsai H.T., Ho T.P., Nguyen V.T., Huang Y.F., Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Model for Supplier Evaluation and Selection for Oil Production Projects in Vietnam, *Processes*, 8(2), 134, 2020.
- [25] Ak M.F., A Multi Criteria Decision Making Based Novel Model For Supplier Selection, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(2), 410-423, 2020.
- [26] Özcan İ., İnan U.H., Korkusuz Y.K., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Metro Sürücüsü Seçimi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (3), 1185-1202, 2020.
- [27] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method, *Archives of civil and mechanical engineering*, 10(3), 123-141, 2010.
- [28] Medineckiene, M., Zavadskas, E. K., Björk, F., & Turskis, Z. Multi-criteria decision-making system for sustainable building assessment/certification, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15(1), 11-18, 2015.
- [29] Stanujkic, D., Djordjevic, B., & Djordjevic, M. Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks, *Serbian Journal of Management*, 8(2), 213-241, 2013.
- [30] Ömürbek, N., Hande, E. R. E. N., & Okan, D. A. Ğ., Entropiaras ve Entropi-Moorra Yöntemleri ile Yaşam Kalitesi Açısından AB Ülkelerinin Değerlendirilmesi, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 29- 48, 2017.
- [31] Işık, O., Türk Mevduat Bankacılığı Sektörünün Finansal Performanslarının Entropi Tabanlı Aras Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi” *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)*, 4(1), 90-99, 2019.
- [32] Karakul, A. K., & Özaydın, G., TOPSIS ve VİKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XELKT Üzerinde Bir Uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (60), 68-86, 2019.

- [33] Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M., Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model based on ARAS and AHP methods, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(2), 287-294, 2014.
- [34] Yıldız, Ömer, Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Limanlarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 2015.
- [35] Kocaoğlu, B., Tedarik Zinciri Performans Ölçümü için Stratejik ve Operasyonel Hedefleri Bütünleştiren SCOR Modeli Temelli Bir Yapı, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [36] Arıkan R., Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme, *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 97-159, 2018.
- [37] Aiken, L. R., *Questionnaires and inventories Surveying opinions and assessing personality*, New York, 1997.
- [38] ARIKAN R., Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme, *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1: 97-159, 2018.
- [39] Arıkan R., Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme, *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 97-159, 2018.
- [40] Arıkan R., Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme, *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 97-159, 2018.
- [41] Foddy, W., *Constructing Questions for Interviews and Questionnaires*, Cambridge U. Press, 1993.
- [42] Karaöz, E., Akyüz G., Tekin K., Tedarikçi Seçimi Uygulamaları: Bilgi ve İletişim Teknolojileri Perspektifli Bir Literatür Taraması, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 362-378, 2019.
- [43] Clason D. L. ve Dormody T. J., Analyzing data measured by individual Likert-type items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4), 31- 35, 1994.
- [44] Preston C. C., Colman A. M., Optimal number of response categories in rating scales: Reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences, *Acta Psychologica*, 104, 1-15, 2000.

- [45] Stapleton, C. D., Basic Concepts and Procedures of Confirmatory Factor Analysis, Educational Research Association, Reports-Evaluative (142), Speeches / Meeting Papers (150), 1997.
- [46] Johnson Richard A., Dean W. Wichern, Applied Multivariate Statistical Analysis. United States of America: Pearson Education, 2007.
- [47] Çakır A., İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı, 2014
- [48] Albayrak, A. S., Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Ankara, 2006.
- [49] Daniel, Larry G., Comparisons of Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. Little Rock, AR: Paper Presented at The Annual Meeting of The MidSouth Educational Research Association. 143, 1989.
- [50] Çakır A., İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı, 2014
- [51] Kaiser, H. F., An index of factorial simplicity. Psychometrika, 39, 31–36, 1974.
- [52] Sharma, Subhash, Applied Multivariate Techniques. New York: John Wiley & Sons Inc, 1996.
- [53] Bartlett, Maurice Stevenson, Tests of Significance in Factor Analysis, British Journal Of Mathematical And Statistical Psychology. 77-85., 1950.
- [54] Schumacker R. E., Lomax R. G., A beginner's guide to structural equation modeling, New York, NY: Routledge, 2010.
- [55] Hayton J. C., Allen D. G., Scarpello V., Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. Organizational Research Methods, 7(2), 191-205, 2004.
- [56] Şimşek Ö.F., Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş, Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları, Ankara, Ekinoks, 4-22, 2007.
- [57] Özdamar, K., Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi, Nisan Kitapevi, Ankara, 2013, Sümer N.,
- [58] Hayton J. C., Allen D. G., Scarpello V., Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. Organizational Research Methods, 7(2), 191-205, 2004.

- [59] Özdamar, K., Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Nisan Kitapevi, Ankara, 2013, Sümer N.,
- [60] Kersulienė V., Zavadskas E. K., Turskis Z., Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4), 645-666, 2011.
- [61] Zavadskas, E. K., Stević, Ž., Tanackov, I. ve Prentkovskis, O., A novel multicriteria approach—rough step-wise weight assessment ratio analysis method (R-SWARA) and its application in logistics. *Studies in Informatics and Control*, 27(1), 97-106, 2018.
- [62] Alimardani M., Zolfani S. H., Aghdaie M.H., Tamosaitiene J., A Novel Hybrid Swara and Vikor Methodology For Supplier Selection In An Agile Environment, *Technological and Economic Development of Economy*, 2013.
- [63] Zolfani, S. H., Saparauskas, J., New application of Swara method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system, *Engineering Economics*, 2013.
- [64] Kersulienė V., Zavadskas E. K., Turskis Z., Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis, *Journal of Business Economics and Management*., 2010.
- [65] Stanujkic D., Karabasevic D., Zavadskas E. K., A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Inzerine Ekonomika – Engineering Economics*, 2015.
- [66] Kersulienė V., Zavadskas E. K., Turskis Z., Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis, *Journal of Business Economics and Management*., 2010.
- [67] Şenkayas H., Öztürk M., Sezen G., Lojistik Tedarikçilerin Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) Yöntemi: Mondial Şirketinde Bir Uygulama, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5, 161-175, 2010.
- [68] Opricovic S., *Multi-criteria optimization of civil engineering systems*. Belgrade: Faculty of Civil Engineering, 1998.
- [69] Opricovic S., Tzeng G.H., Compromise solution by Mcdm methods: A comparative analysis of Vikor and Topsis, *European Journal of Operational Research*, 156 (2), 445-455, 2004.

- [70] Özbek, A., Sivil Toplum Kuruluşlarında Yöneticilerin Bütünleşik Bir Yaklaşım İl Seçilmesi, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 6(2),1-10, 2014.
- [71] Opricovic S., Tzeng G.H., Compromise solution by Mcdm methods: A comparative analysis of Vikor and Topsis, European Journal of Operational Research, 156 (2), 445-455, 2004.
- [72] Özbek, A., Sivil Toplum Kuruluşlarında Yöneticilerin Bütünleşik Bir Yaklaşım İl Seçilmesi, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 6(2),1-10, 2014.
- [73] Turskis, Z., & Zavadskas, E. K., A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making, Technological and Economic Development of Economy, (2), 159-172, 2010.
- [74] Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A. ve Taitiene, J., Proposing A New Model For Waste Dump Site Selection: Case Study Of Ayerma Phosphate Mine, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 25(4), 410–419, 2014.
- [75] ECER F., ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 8(1), 89- 98, 2016.
- [76] ZAVADKAS, E. K., Turskis, Z., Vilutiene, T., “Multiple Criteria Analysis Of Foundation Instalment Alternatives By Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method, Archives Of Civil And Mechanical Engineering, 2010.
- [77] Baykul, Y., Eğitimde ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması, Pegem Akademi Yayınları, Ankara, 2010.
- [78] Aydın, Berna Z., Faktör Analizi Yardımıyla Performans Ölçütlerinin Boyutlarının Ortaya Konulması, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi Malatya, 24-25 Mayıs 2007, 2007.
- [79] Karakaya F., Adıgüzel M., Çimen O., Yılmaz M., Biyoloji Eğitimi Lisans Derslerinin Öğretmenlik Mesleğinde Faydalılık Analizi, 18(1), 122-135, 2020.
- [80] Schermelleh, E.K., Moosbrugger, H. ve Muler, H., Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures, Methods of Psychological Research Online, 8(2), 23-74. 2003.

- [81] Kaplanođlu E., Muhasebe Stajyerlerinin Meslke Mensuplarından ve Meslek Örgütlerinden Beklentileri Manisa İli Araştırması, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28(4), 2014.

EKLER

EK 1: Açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha Based on Standardized		
Cronbach's Alpha	Items	N of Items
,839	,884	18

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,797
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2429,43
	df	1
	Sig.	,000

Total Variance Explained							
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
	1	6,523	36,236	36,236	6,523	36,236	36,236
2	2,633	14,628	50,864	2,633	14,628	50,864	3,229
3	1,904	10,577	61,441	1,904	10,577	61,441	4,465
4	1,860	10,334	71,775	1,860	10,334	71,775	4,098
5	1,622	9,013	80,788	1,622	9,013	80,788	2,027
6	,674	3,746	84,534				
7	,557	3,094	87,628				

8	,462	2,567	90,194
9	,410	2,275	92,470
10	,320	1,778	94,248
11	,240	1,333	95,581
12	,192	1,069	96,650
13	,164	,913	97,563
14	,132	,732	98,295
15	,121	,672	98,967
16	,106	,589	99,556
17	,057	,315	99,871
18	,023	,129	100,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

EK 2: Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	50	155,936	121	,018	1,289
Saturated model	171	,000	0		
Independence model	18	2047,013	153	,000	13,379

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	,016	,911	,874	,645
Saturated model	,000	1,000		
Independence model	,099	,346	,269	,310

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	,924	,904	,982	,977	,982
Saturated model	1,000		1,000		1,000
Independence model	,000	,000	,000	,000	,000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	,791	,731	,776
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	1,000	,000	,000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	34,936	6,806	71,189
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	1894,013	1751,622	2043,786

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	,963	,216	,042	,439
Saturated model	,000	,000	,000	,000
Independence model	12,636	11,691	10,812	12,616

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	,042	,019	,060	,743
Independence model	,276	,266	,287	,000

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	255,936	269,223	410,624	460,624
Saturated model	342,000	387,441	871,031	1042,031
Independence model	2083,013	2087,796	2138,700	2156,700

ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	1,580	1,406	1,804	1,662
Saturated model	2,111	2,111	2,111	2,392
Independence model	12,858	11,979	13,783	12,888

HOELTER

Model	<u>HOELTER</u> <u>.05</u>	HOELTER .01
Default model	154	167
Independence model	15	16

Minimization: ,015
 Miscellaneous: ,297
 Bootstrap: ,000
 Total: ,312

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökçe Bahadır

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	2018
Lise	Yalova Şehit Osman Altinkuyu Anadolu Lisesi	2013

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2021-Halen	Koton	Operasyonel Mükemmellik Uzmanı
2020-2021	A101 Yeni Mağazacılık	Süreç Analisti

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

1. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü-Yayınlanmış Makale
2. Kaotik Sistem Analizi-Yayınlanmış Bildiri
3. Hiperkaotik Sistem Analizi-Yayınlanmış Bildiri