



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN BULANIK
MANTIK TEMELLİ BİR MODEL ÖNERİSİ

Hatice Kübra ÖZENSEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır
TEZ KABUL VE ONAYI

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****AKILLI TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN BULANIK MANTIK TEMELLİ BİR
MODEL ÖNERİSİ****Hatice Kübra ÖZENSEL****Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Burak EFE****2023, 47 Sayfa****Jüri:****Prof. Dr. Mehmet AKTAN****Doç. Dr. Burak EFE****Doç. Dr. Hasan ŞAHİN**

Son yıllarda teknolojinin hızlı gelişimi ile insanlık her alanda bu yeni teknolojilere daha hızlı ayak uydurmaya başlamıştır. Bu hızlı teknoloji gelişimi dünyanın daha küçük bir yer haline gelmesine sebep olmuş ve bir küreselleşme meydana getirmiştir. Bu küreselleşme, her alanda var olmaya devam edebilmek için mevcut işleyen sistemlerin de daha hızlı ve entegre olması mecburiyetini doğurmuştur. Bu durumda işletmeler de içinde bulundukları pazardaki rekabet güçlerini arttırmak için mevcut sistemlerini bu gelişim ve yeni teknolojilere entegre etmek mecburiyetinde kalmışlardır.

Tedarik zinciri yönetim sistemleri işletmeler için en önemli ve doğru yönetilmesi gereken sistemlerden biridir. Bu çalışmada tedarik zincirlerinin yönetimlerinde en önemli halkalardan biri olan tedarikçi seçimi ekonomik, sosyal, çevresel ve akıllı kriterleri altında incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında bir otomotiv yan sanayi işletmesinin akıllı tedarikçi seçimi için aralık değerli q-seviyeli bulanık sayı temelli MAIRCA (Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemi önerilmiştir. 4 kişilik uzmandan oluşan bir ekibin tecrübeleri ve geniş literatür taraması ile 4 ana kriterin altında yer alan 18 kriter belirlenmiştir. Uzmanların görüşleri aralık değerli q seviyeli bulanık sayı (ADqSBS) ile değerlendirilmiştir. Çalışmada MAIRCA yöntemi için literatürdeki çalışmalar gibi bulanık sayı önerilmiştir ancak literatürden farklı olarak aralık değerli q seviyeli bulanık sayı MAIRCA yöntemine uygulanmıştır. Sezgisel bulanık sayı ve pisagor bulanık sayının geliştirilmesiyle elde edilen q seviyeli bulanık sayının genişletmesi olan aralık değerli q seviyeli sayının uzman görüşlerini değerlendirmede avantaj sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Akıllı tedarikçi Seçimi, Çok ölçütlü karar verme teknikleri, MAIRCA, Tedarik zinciri, Tedarikçi seçimi, Aralık değerli Q seviyeli bulanık sayı.

ABSTRACT**MS THESIS****A FUZZY LOGIC BASED MODEL PROPOSAL FOR SMART SUPPLIER
SELECTION****Hatice Kübra ÖZENSEL****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN INDUSTRIAL ENGINEERING****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Burak EFE****2023, 47 Pages****Jury:****Prof. Dr. Mehmet AKTAN****Doç. Dr. Burak EFE****Doç. Dr. Hasan ŞAHİN**

Due to rapid developments of technology in recent years, the rate of globalization has increased. Under the growing globalization, it has become necessary for existing systems to be faster and more integrated in order to survive in every fields. In this situation, businesses have had to integrate their existing systems with these developments and new technologies in order to maintain their competitive capacity in the market that they are in.

Supply chain management systems are one of the most important and must be managed correctly for businesses. In this study, supplier selection, which is one of the most important links in the management of supply chains, has been examined under economic, social, environmental and smart criterias.

In the study, interval valued q-rung orthopair fuzzy number based MAIRCA (Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) meyhod has propose for a smart supplier selection of a sub-industry automotive company. 18 criterias under 4 main criteria were determined with the extensive literature reviews and past experiences of a team of 4 experts. The opinions of the experts were evaluated with the interval valued q-rung orthopair fuzzy number. A fuzzy number was proposed for the MAIRCA method, like the studies in the literature, but unlike the literature, the interval valued q-rung orthopair fuzzy number was applied to the MAIRCA method. The interval valued q-rung orthopair fuzzy number, which is an extension of the q-rung orthopair fuzzy number obtained by developing the heuristic fuzzy number and the pythagorean fuzzy number, provided more advantages in the evaluation of expert opinions..

Keywords: MAIRCA, Multi criteria decision making methods, Smart supplier selection, Supplier selection, Supply chain, Interval valued q-rung orthopair fuzzy number.

ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmam boyunca bilgi ve tecrübesiyle tüm çalışmama rehberlik edip desteğini hiçbir konuda esirgemediği için danışman hocam Doç. Dr. Burak Efe'ye teşekkürlerimi sunarım. Kendisinin motivasyon ve desteği olmadan bu çalışmayı ilerletmek mümkün olmazdı.

Ayrıca bu süreçte desteğini esirgemeyip yanımda olan sevgili eşim, annem ve babama teşekkür ederim.

Hatice Kübra ÖZENSEL
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER.....	vii
ÇİZELGELER.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi	1
1.1.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi	4
1.1.2. Talep Yönetimi	5
1.1.3. Sipariş Yönetimi	5
1.1.4. Envanter Yönetimi.....	6
1.1.5. Ulaşım/Sevkiyat Yönetimi.....	6
1.1.6. Sipariş İşleme.....	7
1.1.7. İade Yönetimi	7
1.1.8. Tedarikçi İlişkisi Yönetimi	8
1.2. Tedarikçi Seçimi	8
1.3. Akıllı Tedarikçi Seçimi.....	10
1.4. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Teknikleri	11
1.5. Bulanık Kümeler.....	12
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	14
2.1. ÇÖKV Teknikleri ile Tedarikçi Seçimi	14
2.2. Akıllı Tedarikçi Seçimi.....	17
2.3. MAIRCA Yönteminin Kullanımı	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. MAIRCA	21
3.2. Aralık Değerli q Seviyeli Bulanık Sayı	23
4.1. Ana ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi, Alternatiflerin Tanımlanması.....	26
4.2. Aralık Değerli q-Seviyeli Bulanık Sayı (ADqSBS) ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	28
4.3 MAIRCA Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması.....	31
6. KAYNAKLAR	41

ÖZGEÇMİŞ	46
----------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A_i	: Alternatifler
C_j	: Kriterler
P_{Ai}	: i. alternatifin önceliği
m	: Toplam alternatif
w_j	: Kriter ağırlıkları
t_{pij}	: Matrisin elemanları
T_p	: Teorik derecelendirme matrisi
X	: Başlangıç karar matrisi
T_r	: Gerçek derecelendirme matrisi
x_{ij}^+	: Kriterin alternatiften aldığı maksimum değer
x_{ij}^-	: Kriterin alternatiften aldığı minimum değer
μ	: Üyelik derecesi
ν	: Üyesizlik derecesi

Kısaltmalar

TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
KKP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
MAIRCA	: Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis
ADqSBS	: Aralık Değerli q Seviyeli Bulanık Sayı
AHP	: Analitik Hiyerarşik Proses
TOPSIS	: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
ORESTE	: Organization Rangement et Syntese de Donnees Relationnelles

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Tedarik Zinciri Aşamaları	2
Şekil 1.2. Tedarik Zinciri İlişki Kanalları Şeması	4
Şekil 3.1. ADqSBS temelli MAIRCA Yöntemine İlişkin Akış Şeması	21



ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Dickson' ın Tedarikçi Seçim Kriterleri	9
Çizelge 4.1. Kriterler ve Kriter Kodları.....	26
Çizelge 4.2. Dilsel Faaliyet Ölçekleri.....	28
Çizelge 4.3. Ana Kriterler için Dilsel Önem Dereceleri.....	28
Çizelge 4.4. Ana Kriterler için Önem Dereceleri.	29
Çizelge 4.5. Alt Kriterler için Dilsel Önem Dereceleri.	29
Çizelge 4.6. Alt Kriterler için Önem Dereceleri.....	29
Çizelge 4.7. Ana Kriterler için Ortak Uzman Görüşleri.....	30
Çizelge 4.8. Alt Kriterler için Ortak Uzman Görüşleri.	30
Çizelge 4.9. Kriter Ağırlıkları.....	31
Çizelge 4.10. Alternatiflerin Kriterlere Göre Dilsel Önem Dereceleri.....	32
Çizelge 4.11. Uzman 1 için Alternatiflerin Önem Dereceleri.	32
Çizelge 4.12. Uzman 2 için Alternatiflerin Önem Dereceleri.	33
Çizelge 4.13. Uzman 3 için Alternatiflerin Önem Dereceleri.	33
Çizelge 4.14. Uzman 4 için Alternatiflerin Önem Dereceleri.	34
Çizelge 4.15. Alternatifler için Ortak Uzman Görüşleri.	34
Çizelge 4.16. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi.....	35
Çizelge 4.17. Teorik Derecelendirme Matrisi.	36
Çizelge 4.18. Gerçek Derecelendirme Matrisi.	37
Çizelge 4.19. Toplam Boşluk Matrisi.....	38
Çizelge 4.20. Alternatiflerin Sıralaması.	38

1. GİRİŞ

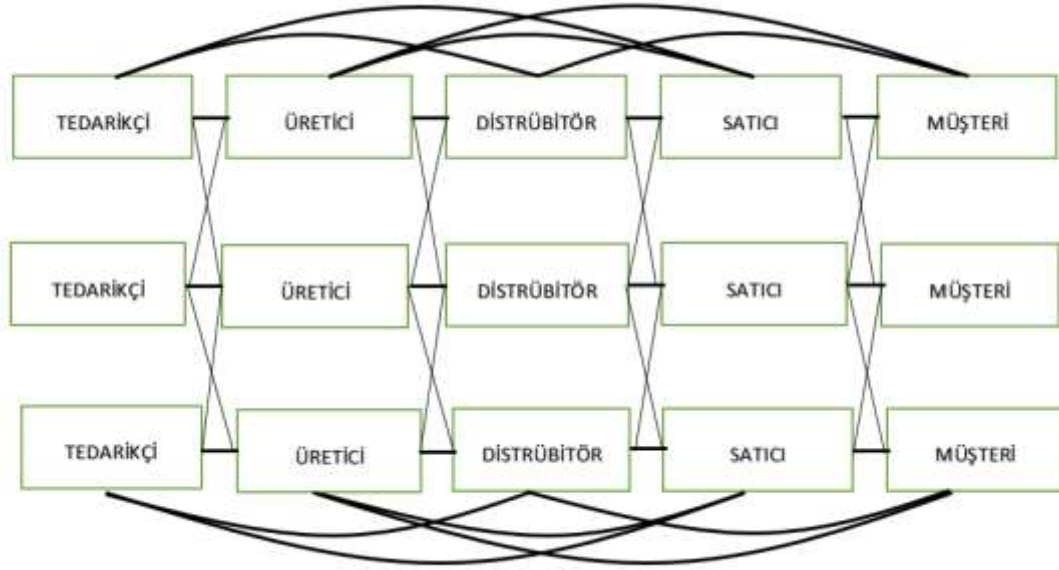
1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik doğru ürünün ihtiyaç duyulduğu şekilde ihtiyaç duyulduğu zamanda sağlanmasıdır. Tedarik edilecek olan ürünün üretimi tamamlandıktan sonra ürüne ihtiyaç duyan işletme hammaddesini, yani ürünü tedarik eder, böylece ilk hammaddeye kadar ulaşan tedarik zinciri oluşur. Tedarik zinciri terimi, hammadde ve kaynakların satın alınmasından satışına kadar gerçekleşen tüm işlemlerin zincir gibi halka halka bir bütünü oluşturduğu düşüncesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Zincir ortaklarından; tedarikçi, üretici, distribütör, perakendeci ve ürünü menşei noktasından tüketim noktasına getirmeyi amaçlayan taşıyıcıyı kapsayan ve bu iş alanları arasında gerçekleşen tüm bilgi alışverişi ve prosesi kolaylaştırmayı hedefleyen bütünlük bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Tanyaş, 2010).

Tedarik zinciri kavramı, hiçbir işletmenin sattığı/sağladığı ürünlerin üretilmesinde ve müşteriye ulaştırılmasında tamamıyla kendi başına bir denetime sahip olmadığının bir göstergesidir. Tüm prosesler boyunca yer alan diğer işletmelerin katılımı ve farklı taraflar arasındaki etkileşimler de önem taşımaktadır (Dudek, 2009).

Son yıllarda değişen çevresel ve sosyal etmenlerin etkisiyle gitgide artan güçlü bir rekabetin hakim olduğu, işletmelerin rekabet avantajı sağlamak için çabaladığı bu dönemde, güçlü tedarik zinciri şirketlerin devamlı başarıya ulaşmasının anahtarı olarak kabul edilmektedir. Bu sebepten işletmeler güçlü tedarik zincirleri inşa edebilmek için tedarik zincirini oluşturan halkaları inceleyerek her birini iyileştirmek, güçlendirmek ve sürdürülebilir hale getirmek için çaba sarf etmektedirler. Bu iyileştirme sürecinde tedarikçilerini de performans puanlama raporları, geliştirme programları ile sürece dahil etmektedirler (Marion, 2018).

Bir tedarik zinciri tüketici/müşteri talebinin yerine getirilmesi sürecinde doğrudan ya da dolaylı bir şekilde yer alan tüm kanallardan oluşmaktadır. Tedarik zinciri müşteriden siparişin alınmasından yerine getirilmesine kadar yer alan tüm şirketlerin/durakların içindeki tüm rollerini kapsamaktadır. Bu işlevler yeni ürün oluşturma, lojistik, pazarlama, finans satış sonrası hizmeti içerir ancak yalnızca bunlarla sınırlı değildir (Chopra ve Meindl, 2016). Şekil 1.1. Tedarik zincirinin aşamalarını göstermektedir (Coyle ve ark., 2008).



Şekil 1.1. Tedarik zinciri aşamaları

TZY (Tedarik Zinciri Yönetimi); tedarik, üretim ve dağıtım sistemlerinin giderek entegre bir sisteme dönüştüğü, ana üreticiler ve alt üreticilerin ortak stratejiler geliştirerek, rekabetçi avantajlar sağlayacak şekilde yapılanmalarına yardımcı olan ortak bir yönetim felsefesidir. Bu yönetim felsefesini uygulayabilmek birçok faktörden meydana geldiği için oldukça karmaşık ve zordur çünkü bu faktörlerin tümü zincir içinde kimi zaman beklenmedik şekilde sonuçlanabilecek karşılıklı ilişki ağında yer almaktadır (Bozarth ve ark., 2009).

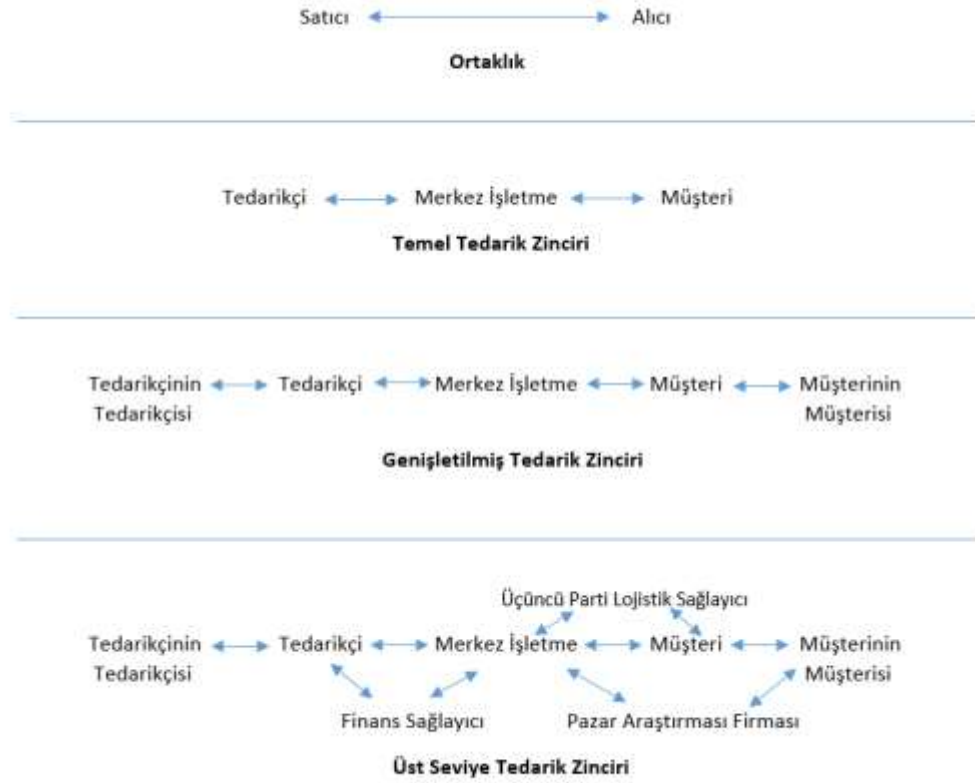
Günden güne perakende pazarı küreselleşerek büyümekte, bir kıtada üretilen ürün başka bir kıtada hammadde olarak kullanılıp başka kıtalara satılabilmektedir. Bu küreselleşme beraberinde getirdiği avantajların yanında firmalar için TZY'yi de daha karmaşık ve zor bir hale getirmekte ve işletmeleri sürdürülebilir TZY için daha sistemli, teknolojik, hızlı yollar aramaya itmektedir. Bahsedilen bu sistemli, sürdürülebilir tedarik zincirlerini inşa edebilen ve rekabet gücünün doğru ürün kadar hatasız tedarik süreci ile gerçekleştirebilen işletmeler aynı sektörde yer alan diğer işletmelere karşı rekabet gücü/avantajı sağlamaktadırlar (Khan ve Baseer, 2016). Tedarik zincirinin önemine rağmen belirli bir zamana kadar TZY'nin diğer tüm işletme politikalarının içinde tanımlanması ve entegrasyonu ilgili uzmanların çok fazla ampirik çalışma gerçekleştirilmediği de görülmektedir (Tan ve Sidhu 2022).

İdeal tedarik zinciri operasyonları genelde farklı bileşenleri ve ana faaliyetleri ile birlikte tüm zinciri içeren operasyonlardır. Bu operasyonların, sektörün yapısı, şirket hacmi, her bir faktörün zincir içindeki durumu, tedarik zincirinin türü ve uzunluğu gibi birçok parametreye bağlı olduğu görülmektedir (Li ve ark., 2006). Tedarik zincirini oluşturan bu parametrelerin bir bütün olarak kontrol ve takip edilebilmesi gerekliliği TZY terimini oluşturmuştur. TZY, kökeni imalat sanayisinden gelen bir metodolojidir ve ilk kez Japon otomobil şirketi Toyota'nın tam zamanında üretim sistemini tanıtmaları ile dikkatleri üzerine çektiği görülmektedir. TZY'nin bir başka öncüsü de W. Edward Deming'dir. Tedarikçiler ve şirketler arasında güçlü ve güvene dayalı bir ilişkinin önemine işaret ederek uzun vadeli bir ilişkinin sadakat sağladığını ve ardından tedarik sürecinin kalitesini arttırdığını ve maliyet düşüşü için bir başlangıç noktası olduğunu savunmaktadır. Toyota otomotiv şirketi tarafından TZY'nin tanıtılmasından sonra hızla ve yaygın olarak diğer endüstrilere uygulandığı görülmektedir. Toyota üretim sistemine ek olarak, Burbidge ve Forrester gibi batılı araştırmacıların da, TZY'nin daha iyi anlaşılmasına katkı sağladıkları görülmektedir (Haghighatnejad, 2019).

Tedarik zincirlerinde müşterilere/kullanıcılara teslim edilecek olan ürünleri meydana getirmek için bireyler, işlemler, veriler ve kaynaklar kullanılmaktadır. Çok sayıda işletme/tedarik zinciri yöneticisi TZY yeterliliklerini geliştirmek için kullanılan bu faktörleri tedarik zinciri içinde birleştirerek organize etmeyi amaçlamaktadırlar. Müşterilerin ihtiyacını karşılamak için gereken döngü sürelerinin kısaltılması çok uzun bir süredir TZY'yi meydana getiren operasyonların temel hedefi olduğu görülmektedir (Ketchen ve ark. 2007).

Yıllar içerisinde TZY ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda her tedarik zincirinin karmaşıklık derecesinin aynı olmadığı konuşulmaya başlanmış ve tedarik zincirleri karmaşıklık derecelerine göre sınıflandırılmışlardır. Ortaklık; yalnız satıcı ve alıcı arasında çift taraflı akış/değişimde olan ürün, hizmet, finans, bilgidir, en basit yapıda tedarik zinciridir. Doğrudan tedarik zinciri; temel olarak tedarikçi, şirket ve müşteri arasında çift taraflı akış/değişimde olan ürün, hizmet, finans, bilgidir, genişletilmiş tedarik zinciri; tedarikçinin tedarikçi ve müşterinin müşterisi arasında çift taraflı akışta olan ürün, hizmet, finans, bilgidir, nihai tedarik zinciri ise nihai tedarikçiden nihai müşteriye kadar çift taraflı akış/değişimde olan ürün, hizmet, finans, bilgidir oluşmaktadır. Bu tedarik zincirinde finans sağlayıcı ve pazar araştırması durakları da

zincire çift yönlü olarak dahil olmaktadır (Al-Habbahbeh, 2022). Şekil 1.2. tedarik zincirleri ilişki kanallarını göstermektedir (Hugos, M.H., 2006)



Şekil 1.2. Tedarik zinciri ilişki kanalları şeması

TZY' leri farklı alt faaliyetlerin yönetimlerinden oluşmakta ve farklı sektörlere göre bu alt faaliyetler değişiklik göstermektedir. Bazı temel alt faaliyet yönetimleri aşağıdaki bölümlerde incelenmiştir.

1.1.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi

Müşteri ilişkileri yönetimi, bir işletme ile mevcut ve olası müşterileri arasındaki ilişkiyi gözetten bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım müşterilerden çeşitli kanallarla toplanan bilgiler ile oluşturulan müşteri veri tabanlarını analiz etmeyi, mevcut iş ilişkilerini güçlendirerek mevcut müşteriyi elde tutmaya odaklanmayı amaçlamaktadır. İşletmeler, bu yaklaşım sayesinde hedef pazarlar ve müşterilerinin ihtiyaçlarına nasıl daha iyi yanıt verebilecekleri ile ilgili daha fazla şey öğrenmekte ve müşteri ilişkileri yönetiminin farklı aşamalarını anlayarak, birden çok ortaklığın ilişkili işlemler olarak birbirine

bağlanmasından faydalanmakta, potansiyel müşterileri ile ilgili daha geniş bilgiye ulaşmaktadırlar (Mostafa, 2020).

Yıllar içinde oluşan zorlu rekabet koşulları işletmeleri müşteri merkezli düşünmeye zorunlu hale getirmiştir. Doğru müşteri ilişkileri yönetimi ile müşterilere günlük döngüde daha iyi hizmet verilmekte, müşterilerin işletme ile iletişime geçme ihtiyacı azaldığında, memnuniyet derecesinin arttığı görülmektedir (Özilhan, 2010; Ryan, 2017).

1.1.2. Talep Yönetimi

Talep müşterilerin ne istediğini ve ne kadar istediğini göstermektedir. Buna bağlı olarak tedarigi ve sonuç olarak şirket için finansal, lojistik ve pazarlama akışını kapsayan üretim planlarını belirlemektedir. İş başarısızlıklarının ana kaynağı, gereksiz tedarige sebep olan güvenilir olmayan talep bilgisidir, bu durum tüketicilerin tatmin olmamasına veya gereksiz tedarige neden olarak değerli kaynakların kaybına neden olmaktadır (Mostafa, 2020; Min, 2015).

Talep yönetimi ile müşterilerin ihtiyaçlarının, işletmenin üretim, tedarik kapasitesi göz önünde bulundurularak ön görülmesi, bu doğrultuda doğru pazarlama ve fiyatlandırma ile talebi işletme çıkarları doğrultusunda etkileyerek dengelemeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Aynı zamanda talep yönetimi ile anlık talep değişimleri ve tedarikte oluşabilecek beklenmedik durumlar için doğru planlar oluşturmayı hedeflemektedir.(Min, 2015; Croxton ve ark., 2001).

1.1.3. Sipariş Yönetimi

Sipariş yönetim sistemi, bir siparişe ait döngüyü yönetmektir. Sipariş girişinden itibaren tedarik aşamasını, siparişi yerine getirmeyi ve satış sonrasındaki hizmeti kapsar. Müşteriler her zaman sorunsuz bir sipariş deneyimi beklemektedirler. Sipariş sürecinde bilgiye en hızlı şekilde ulaşmak ve olumsuzluklar karşısında hızlı şekilde geri dönüş almak istemektedirler. Bu sebeple işletmelerin sipariş yönetimleri müşterinin işletme ile ilgili algısını ve dolayısıyla marka değerlerini doğrudan etkilemektedir. Sipariş yönetim sistemi işletmenin ve aynı zamanda müşterilerin faydasını gözetmektedir. Bu yönetim sayesinde işletme envanterler için gerçeğe yakın bilgi elde etmekte; müşteriler ise siparişlerinin varış tarihleri ve mevcut durumları ile ilgili en doğru bilgiye

ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda satış ve çarpaz satış önerileri oluşturulmasına alan sağlayarak işletelere mevcut gelirlerini arttırmaları için fırsat sunmaktadır (Mostafa, 2020; Glasheen, 2020).

1.1.4 Envanter Yönetimi

TZY'nin aşamalarından biri de envanter yönetimidir. Doğru envanter yönetimi, şirketlerin öngörülemeyen talep dalgalanmalarına, kalite sorunlarına ve tedarik zincirindeki aksamalara karşı aracı rolü oynayarak tüketicilerine anında yanıt vermesine yardımcı olmaktadır. Envanter yönetimi, esasen depolanan ürünlerin şeklini ve yerini belirleme bilimidir. Normal ve planlanmış malzeme üretimi ve bir tesis içindeki farklı konumlarda veya bir tedarik zincirinin çeşitli konumlarındaki depolama süreçlerinden önce yapılması gerekmektedir. Envanter yönetimi, tedarik, nakliye, depolama ve diğer maliyetler kontrol altında tutulurken yeterli sayıda ürün tedarik etme döngüsünü düzenleme sürecidir. Ayrıca envanter gereksinimlerini tanımlayan, hedefler belirleyen, ikmal prosedürlerini içeren, fiili ve tahmini envanteri izleyen sistem ve süreçleri içermektedir (Mostafa, 2020).

1.1.5. Ulaşım/Sevkiyat Yönetimi

Ulaşım, insanları ve/veya ürünleri bir yerden hedeflenen bir son noktaya transfer ederek fayda konumu oluşturmaktadır. Bu nedenle nakliye, tedarik zincirindeki noktaları birbirine bağlamadaki rolü nedeniyle tedarik zincirinde kritik bir halkadır. Bu, ulaşımın verimliliğinin tedarik zincirinin verimliliğini yansıttığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, etkili bir nakliye stratejisi tasarlamak, tedarik zinciri etkinliğine yönelik ilk adımdır. Bununla birlikte, insan kültürü ilerledikçe, ulaşım daha karmaşık hale gelmektedir. Ulaşımın karmaşıklığının bir kısmı, genişletilmiş coğrafi erişim, farklı model seçimleri, gelişen düzenleyici/deregülasyon yasaları/kuralları, sınırlı yakıt mevcudiyeti ve birden fazla paydaştan kaynaklanmaktadır.

Ulaşımın karmaşıklığını kolaylaştırmak için onu çevreleyen temel işlevleri ve bağlamlar anlaşılmakta ve değerlendirilmektedirler. Örneğin nakliye, ham kaynakların ve üretim için gerekli bileşenlerin/parçaların imalatçıların bulunduğu yerlere ulaştırılmasını sağlamaktadır. Benzer şekilde nakliye, üreticiler tarafından üretilen mamullerin müşterilerin lokasyonlarına ulaştırılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle taşıma, ham kaynakların, bileşenlerin/parçaların ve bitmiş ürünlerin konumunu ihtiyaç duyuldukları

veya tüketildikleri yerlere kaydırarak değer üretmektedir. Tedarik zinciri için önemi göz önüne alındığında, tedarik zinciri yöneticileri nakliyeyi daha iyi hazırlamakta, idare ve optimize etmektedirler. Son yıllarda iş koşullarındaki ve yönetim teorisindeki artan değişikliklerin, bu temel ulaşım işlevlerini önemli ölçüde genişlettiği görülmektedir (Mostafa, 2020).

1.1.6. Sipariş İşleme

Günümüzdeki gelişmiş teknoloji ve ekonomide mevcut bilginin/verinin yönetimi, işlenmesi oldukça önemlidir. Şirketlerde üst yöneticilere doğru verinin doğru zamanda ulaştırılması, veri ve bilgilerin toplanması ve işlenmesi süreçlerinin otomatikleştirilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için işletmelerin bilgi teknolojilerinin potansiyelinden faydalanarak bilgi teknolojilerini en uygun şekilde kullanmaları gerekmektedir (Moharana ve ark., 2011).

Bilgi teknolojilerinin temel bileşenlerinden biri yapay zekadır. Yapay zeka sınırsız yeteneği olan bilgisayar kontrollü bir zekadır. Algoritmalar, makine öğrenimi, nesnelerin interneti ve tahmine dayalı analiz gibi ilgili teknolojilerle birlikte kullanıldığında çok daha etkili olduğu görülmektedir. Ek olarak, ekstra verilere erişim, işletmelerin tedarik zincirindeki küresel ağlarını daha iyi görmelerini sağlamaktadır. Genellikle TZY'ye uygulanan yapay zeka teknolojisi; TZY'ninde yapay zekanın kullanımına ilişkin bazı ana noktalara odaklanma olasılığı ile 2 bileşenin öğrenilmesi, tespit edilmesi ve işlenmesinden oluşmaktadır. KKP (Kurumsal Kaynak Planlanması) sistemleri hala alım-satımsal yönetimi kapsamında sınıflandırılırken; büyük ver analizi ve makine öğrenimi gibi yapay zeka kullanan sistemler daha karmaşık, geniş ve çözümlenmeli TZY'yi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, yapay zeka yalnızca işlem yönetimi sistemleriyle elde edilemeyecek tedarik zincirlerinin etkinliğinin ve verimliliğinin optimizasyonunu ve uyarlanmasını sağlamaktadır (Mostafa, 2020).

1.1.7. İade Yönetimi

İade yönetimi ürün iadelerinin ters tedarik zincirlerinin etkinliği doğrultusunda iade edilmiş ürünleri tekrar bir kazanca çevirmeyi hedeflemektedir. Ters tedarik zinciri işletmeleri kapalı döngü tedarik zincirini benimsemeleri açısından motive etmektedir. Dolayısıyla iade yönetim sistemleri yeniden satış stratejisi ile tedarik zincirini daha

sürdürülebilir hale getirmekte ve işletmelere sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamaktadır. İade yönetimi süreci iade talebi ile başlamakta ve ürününün teslim alınması, incelenmesi, işlenmesi aşamalarını kapsamaktadır. (Shaharudin ve ark., 2017)

1.1.8. Tedarikçi İlişkisi Yönetimi

Tedarikçi ilişkileri yönetimi mevcut ve seçilen olası tedarikçilerin analizi, değerlendirilmesi, mevcut ve gelecek ilişkilerinin yönetilmesi, alınacak ürünlerin ve hizmetlerin değerlendirilmesi ve satın almaların gerçekleştirilmesi aşamalarını kapsayan bir süreçtir. Geçmişin aksine günümüzde tedarikçi ilişkisi yönetimi daha az sayıda ancak güvenilir tedarikçi kullanarak tedarikçilerle uzun vadeli ittifak sürdürmeyi hedeflemektedir. Bu durumda işletmelerde satın alma faaliyetleri TZY için kritik bir unsur olarak kabul edilmektedir (Amid ve ark., 2006; Chen ve ark., 2006; Özilhan, 2010).

1.2. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi tedarik zincirinin ilk ve maliyeti azaltmak için en önemli halkalarından biridir. Birçok işletme rekabet güçlerini arttırmak, müşterilerine vermiş oldukları planlanan teslimat tarihlerine en az sapma ile uyabilmek, yönetimin etkinliğini arttırabilmek için tedarikçileri ile güçlü bağlar kurmayı ve iş birliği yapmayı hedeflemektedir (Shin ve ark., 2000).

Tedarikçi seçimi, küreselleşmenin bir sonucu olarak en önemli karar verme konularından biri haline gelmiştir. Tedarikçi seçiminin amacı, işletmenin ihtiyaçlarını sürekli olarak karşılamak için en iyi performansla sahip tedarikçiyi belirlemektir. Çeşitli niteliklere sahip birçok olası tedarikçi arasından en iyi tedarikçiyi seçmek karmaşık bir iştir (Guarnieri ve Trojan, 2019).

Tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisi, istikrarlı bir rekabet ortamı elde etmek için en uygun tedarikçileri seçme ve aralarında satın alınacak optimum ürün miktarını dağıtma faaliyeti olarak tanımlanmaktadır (Alyanak ve Armeneri, 2009; Rajesh ve Ravi, 2015). İşletmelerde müşteri ve tedarikçi ilişkileri oldukça önemli olduğundan doğru tedarikçileri seçmek maliyet karşılaştırmasından çok daha fazlasını gerektirmekte ve seçimler çeşitli nicel ve nitel faktörler/kriterler tarafından ön görülmektedir. Bir tedarikçi, yeterince yürütülen ve organize bir tedarik zincirine tamamen entegre olduktan sonra söz konusu ilişki tüm tedarik zincirinin rekabet gücü üzerinde uzun vadeli bir etkiye sahip olmaktadır.

Bu nedenle tedarikçi seçimi problemi, tedarik zinciri için etkin bir sistem organize etmede çok önemli bir role sahiptir. Tedarikçi seçim probleminin genel amacı, satın alma riskini azaltmak, müşteri için değeri maksimize etmek ve tüketici ile tedarikçiler arasında kısa ve uzun vadeli bağlantılar kurmaktır (Chen ve ark., 2006).

Genelde karar vericiler, isteğe bağlı tedarikçiler için karar tercihlerini sağladığında birçok belirsiz faktörle karşı karşıya kalmaktadırlar. Tedarikçi seçimi maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birçok kriteri içeren karmaşık bir problemdir. Bundan dolayı mevcut kriterler doğrultusunda sistematik bir tedarikçi seçim süreci elde etmek için kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulabilecekleri bir metoda ihtiyaç duyulmaktadır (Tam ve Tummala, 2001).

Dickson (1966) tedarikçi seçimi problemleri üzerine yaptığı çalışma sonucunda 4 önem derecesi altında 23 tane tedarikçi seçimi kriteri saptamıştır. Tablo 1. Dickson' ın tedarikçi seçim kriterlerini göstermektedir. Bu kriterlerin büyük bir kısmı günümüzde hala tedarikçi seçimi problemlerinde kullanılmaktadırlar.

Çizelge 1.1. Dickson' ın Tedarikçi Seçim Kriterleri.

SIRALAMA	KRİTER	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ
1	Kalite	Çok önemli
2	Teslimat	
3	Geçmiş Performansı	
4	Garanti ve Tazminat Politikası	
5	Üretim İmkanları ve Kapasitesi	Önemli
6	Fiyat	
7	Teknik Kapasite	
8	Finansal Durum	
9	Prosedüre Uyum	
10	İletişim Sistemi	
11	Endüstrideki İtibar ve Konumu	
12	İş Yapma İsteği	
13	Yönetim ve Organizasyon	Orta önemli
14	İşlem Kontrolü	
15	Tamir Bakım Hizmeti	
16	Tutum	
17	Bırakılan Etki	
18	Paketleme Yeteneği	
19	İşçi İlişkileri	
20	Coğrafi Konum	
21	Geçmişe Dönük İş Tecrübeleri	
22	Eğitim Araçları	
23	Karşılıklı Düzenlemeler	Az önemli

1.3. Akıllı Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçiminin gelişimi incelendiğinde, geleneksel tedarikçi seçimi ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi şeklinde iki ana başlık altında ele alındığı görülmektedir (Baskaran ve ark., 2012).

Yıllar içerisinde akıllı teknolojilerde meydana gelen gelişmeler kaçınılmaz olarak tedarik zincirlerini de etkilemektedir. Nesnelerin interneti, siber sistemler, büyük veri, yapay zeka gibi Endüstri 4.0' ın bileşenleri olarak konumlandırılan gelişmiş akıllı teknolojiler tedarik zincirini oluşturan tüm halkaların daha algılanabilir, yorumlanabilir, tahmin edilebilir, kontrol ve optimize edilebilir olmasını sağlamaktadır. Bu akıllı teknolojilerin entegre olduğu tedarik zincirleri akıllı tedarik zincirleri olarak tanımlanmaktadır.

Küreselleşmenin de etkisiyle tedarik zincirleri doğal afetler, ulaşım kazaları, işçi grevleri, terör saldırıları vb. gibi doğal, insan kaynaklı veya teknolojik tehditlerle daha fazla karşı karşıya kalmaktadır. Bu etmenlerin doğurduğu sonuçlar verimlilik, kâr, rekabet, gelir gibi kayıplardan kaynaklı tedarik zinciri aksamalarına sebep olmaktadır. Bu yüzden, tedarik zincirlerini akıllı ve sürdürülebilir bir forma getirmek, müşteriye eksiklerden ve kesintilerden korumak için bir zorunluluk haline gelmiştir. Sürdürülebilir tedarik zinciri perspektifine sahip bir işletmenin hem tedarikçi ile iletişime geçmesi hem de müşteri, hükümet ve hissedarları memnun etmesi gerekmektedir. Ayrıca sürdürülebilir bir tedarik zincirinde sürdürülebilir ürünler üretmek için uygun tedarikçileri seçme aşamasında sürdürülebilirlik kriterlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Hosseini ve Al Khaled, 2016; Molamohamadi ve ark., 2013).

Akıllı tedarik zinciri yönetimlerinde nakliyeden, operatörlerin çalışma süreçlerinin analizine kadar her aşamada akıllı teknolojilerden faydalanılarak sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan daha yüksek sürdürülebilirlik sunulmaktadır. Bu sürdürülebilirliğin devamlılığı için en önemli bileşenlerin başında sürdürülebilir tedarikçi seçimi gelmektedir. Çünkü tedarikçilerin faaliyetleri, alt firmaların sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmeleri için büyük öneme sahiptir, tedarikçi seçimi problemlerinde bu sürdürülebilirliği yakalamak için karar verme sürecinde akıllı teknolojilerden yararlanmak oldukça önemlidir (Chen ve ark., 2020; Ghadimi ve ark., 2019).

Geleneksel tedarikçi seçimlerinde büyük oranda uygun fiyat, yakın mesafe gibi kriterler baz alınarak karar verme gerçekleştirilirken; akıllı bilgi teknolojilerinin tedarik

zincirlerinde kullanılmaya başlanmaları ile birlikte tedarikçi seçimlerinde tedarikçinin bilgi yönetimi, depo otomasyonu, lojistik sistemindeki dijitalleşme, veri güvenliği gibi daha önce göz önünde bulundurulmayan akıllı tedarikçi seçimi kriterlerinin oluştuğu görülmektedir (Hasan ve ark., 2020; Paksoy ve Toğrul, 2022).

1.4. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) Teknikleri

Karar verme problemleri genel olarak; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanmaktadır. Bir karar verme probleminin elemanlarını; seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturmaktadır. En basit şekliyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler arasından bir seçim yapma gibi düşünülebilmektedir. Karar vericiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlamaktadır. Karar verme, iş dünyasındaki en önemli aşamalardan biridir. Organizasyonlar karar alma safhaları için büyük miktarlarda para ve zaman harcamaktadırlar. Hem nitel hem de nicel kriterlere göre çeşitli alternatifler arasından uygun bir tedarikçi seçmek karmaşık bir ÇÖKV (Çok Ölçütlü Karar Verme) problemidir bu problemlerin çözülmesinde karar vericilerin başvurduğu yöntemler ÇÖKV yöntemleri olarak tanımlanmaktadır (Elagözlü, 2022; Dağdeviren&Eren, 2001).

Birçok karar verme problemi, çoklu amaçlar ve çoklu alternatiflerden oluşmaktadır. Farklı alternatifleri değerlendirmek için, problemin maliyet, kalite vb. farklı amaçlarına hizmet eden bir dizi karar kriteri oluşturulmaktadır. Bu çoklu kriterler ve çoklu alternatifler, karar verme sürecini çok karmaşık hale getirmektedir (Baskaran ve ark., 2012). Bu nedenle uygulayıcılar, bu karar verme sürecindeki belirsizliği gidermek ve karar vermeyi basitleştirmek için karar verme problemlerinin çözüm metodolojisi olarak çoğunlukla ÇÖKV yaklaşımlarını önermektedirler. Bu bağlamda, ÇÖKV yöntemleri, karar vericilerin kriterleri dengelemesine ve aralarındaki karşılıklı bağımlılığı kullanmasına olanak tanımaktadırlar, aynı zamanda ÇÖKV yöntemleri karşıt ve çelişkili kriterlerin bir arada kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Sarkis ve Talluri, 2002).

ÇÖKV yöntemleri karar verme problemleri içerisinde farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadırlar ve bu kullanım alanlarına göre kendi içlerinde sınıflandırılmaktadırlar. Problemler içinde kullanım amaçlarından bazıları: en iyi

alternatifin seçimi, alternatiflerin sıralandırılması, ağırlıkların belirlenmesi, alternatiflerin gruplandırılması, alternatiflerin kriterlere uygunluğunun tespiti gibi sınıflandırılmaktadır, Hwang ve Yoon (1981) karar vericilerin sahip oldukları bilgiler ve tercihleri doğrultusunda ağırlık gerektirmeyen, kriter hakkında bilgi gereken ve alternatif hakkında bilgi gerektiren ana başlıkları altında bir sınıflandırma önermiştir (Zavadskas ve Turskis, 2011).

1.5. Bulanık Kümeler

Karar verme problemlerinin gelişiminin ilk yıllarında uzmanlar ve karar vericiler tarafından değerlendirilen bilgileri atamak için gerçek değerlerden oluşan klasik küme teorisi kullanılmaktaydı. Bu teori altındaki değerlendirmelerde ana tema bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya elemanı değildir temeline dayanmaktadır. Ancak yıllar içerisinde karar verme problemlerindeki öznitelik ve parametrelerin artmasıyla orantılı olarak karmaşıklıkta arttı ve klasik küme teorisinin dil bilimsel olarak elde edilen yargılardaki anlam karmaşalarını ve belirsizlikleri tanımlamak konusunda yetersiz kaldığı uzmanlar tarafından görülmüştür. Bunun bir sonucu olarak; Zadeh (1965) tarafından karar verme süreçlerindeki belirsiz verilerle başa çıkmak amacı ile karar vericilere bir alternatifin kalitesine ait üyelik/memnuniyet derecesini $[0,1]$,kapalı birim aralığı, içinde tanımlama imkanı sunan bulanık küme modeli sunulmuştur. Ancak Bulanık Kümeler belirsizlikleri değerlendirme konusunda oldukça başarılı olmasına rağmen karar vericilerin üyelik dışı/memnuniyetsizlik derecelerini açıklamaları konusunda eksik kalmaktadır. Atanassov (1986) tarafından bulanık kümelerin bu eksikliğini doldurmak için hem üyelik hem de üyelik dışı derecelerinin değerlendirilebildiği sezgisel bulanık küme modeli sunulmuştur (Ali ve ark., 2022; Zadeh, 1965; Atanassov, 1986).

Sezgisel bulanık küme modellerinin bir uzantısı olarak kabul edilen Pisagor Bulanık Kümeler daha geniş bir tanım aralığına ihtiyaç duyulması sonucunda sunulmuştur. Sezgisel bulanık küme de üyelik ve üyesizlik dereceleri toplamının en fazla 1 olmasına izin verilmekte ve 1' den az olması durumunda aradaki fark kararsızlık olarak tanımlanmaktadır Pisagor Bulanık Kümelerde ise daha geniş bir tanım aralığı için üyelik ve üyesizlik derecelerinin karelerinin toplamı en fazla 1 olmasına izin verilmektedir. Ancak pisagor bulanık kümelerin de bazı gerçek pratiklerde eksik kalmaktadır. Bu gerçek pratiklerde daha doğru sonuca ulaşılabilmesi için Yager (2013) tarafından Pisagor

bulanık kümelerin bir uzantısı olarak bir parametre türünden üyelik(μ) ve üyeliksizlik(λ) derecelerindeki kısıtlamayı ayarlayabilen genelleştirilmiş q seviyeli bulanık kümeler modelini sunmuştur (Ali ve ark.2022; Gündoğdu, 2019; Yager, 2013).

Güçlü bir fikir olan q seviyeli bulanık kümeler modeli ve hibrit yapıları araştırmacıların dikkatini çektiği ve üstüne çalışmalarını derinleştirmelerine sebep olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan birinin sonucunda sunulan hibrit yapılardan biri de aralık değerli bulanık kümeler ile q seviyeli bulanık kümelerin entegre edilmesi ile hibrit bir model olarak oluşturulan ADqSBS (Aralık Değerli q Seviyeli Bulanık Sayı)'dır (Ali ve ark. 2022; Joshi ve ark., 2018).



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde tedarikçi seçimi problemleri, akıllı tedarikçi seçimi problemleri, ÇÖKV teknikleri, MAIRCA (Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) ve bulanık kümeler ile ilgili literatür taramasına yer verilecektir.

2.1. ÇÖKV Teknikleri ile Tedarikçi Seçimi

Tam ve arkadaşlarının yaptıkları telekominakasyon şirketi için bayi seçimi çalışmasında bayi seçim sürecini desteklemek amacı ile literatürde yer alan karar verme yöntemlerinin bir incelemesi sunulmaktadır. Literatürde yapılan kapsamlı bir araştırmaya dayanan çalışmada, çelişen amaçlara sahip karar vericileri dahil etmek için bir ÇÖKV tekniği olan AHP (Analytic Hierarchy Process) temelli bir model önerilmektedir. Yapılan vaka çalışması sonucunda, istenilen spesifikasyonlarını karşılayan bir bayinin seçilmesinde grup karar verme sürecini geliştirmek için uygulanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, karar sürecinin sistematik olduğu ve önerilen AHP modelinin kullanılmasının bir satıcı seçmek için harcanan zamanı azaltabileceği görülmektedir (Tam ve Tummala, 2001).

Tedarikçilerin değerlendirilmesi ve kategorilendirilmesi, tedarikçi seçiminde önemli bir karar sürecidir. Bir tedarikçinin bir dizi kriter üzerindeki performansı birden fazla karar vericinin yargılarına dayanmaktadır. Kararların belirsizliği, kriterler ve grup kararı arasında telafi olmaması, karar sürecinin dikkate alınması gereken temel gereksinimlerdir. Galo ve arkadaşlarının çalışmasında tüm bu gereksinimler aynı anda göz önünde bulundurulmaktadır. Çalışmada sınıflama problemlerinde kullanılan ÇÖKV tekniklerinden ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) TRI'nın tereddütlü bulanıklıkla birleştirilmiş kullanımına dayalı tedarikçi sınıflandırmasına yönelik bir yaklaşım önerilmektedir. Tereddütlü bulanık, birden fazla karar vericinin dilsel yargılarını bir araya getirmek için kullanılmaktadır. Karar süreci modeli, Matlab®'da detaylandırılıp ve uygulanmaktadır. Otomotiv endüstrisinde örnek bir uygulamanın sonuçlarının analizi, tutarlı sınıflandırma sonuçları göstermektedir (Galo ve ark., 2018).

Bayes ağları, belirsiz ve karmaşık ortamlarda uzman bilgisine dayalı karar desteği sağlamak için etkili modellerdir. Kaya ve Yet'in yaptıkları çalışmada birden çok uzmandan elde edilen bilgiler doğrultusunda bilgiye dayalı bir Bayes ağı oluşturulması için ÇÖKV tekniklerinden DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi önerilmektedir. Önerilen yöntem bir otomobil üreticisindeki tedarikçi seçimi vaka çalışmasında uygulanmaktadır. Yöntemde, DEMATEL'e dayalı olarak birden çok uzmandan alınan nedensel bilgiler bir Bayes ağına dönüştürülmektedir. Bu yöntemin uygulama alanları; çok kriterli, yüksek belirsizlik ve sınırlı veri içeren karar problemlerini içermektedir. Önerilen yöntemin, uzman bilgisinden sistematik olarak yararlanılarak olasılıksal karar destek modelleri oluşturmak için pratik ve genel bir yol sağlamasını amaçlanmaktadır (Kaya ve Yet, 2019).

Liu ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada elektrikli araç sektöründe yenilikçi tedarikçi seçimi yapmak için bulanık tabanlı BWM (Best Worst Method), VIKOR (Çok Kriteri Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm), PT (Prospect Theory) yöntemlerini birleştiren hibrit bir ÇÖKV modeli önerilmektedir. Önerilen model doğrultusunda yenilikçi tedarikçi seçimi için nihai bir sıralama elde edilmektedir (Liu ve ark., 2021)

Alikhani ve arkadaşları yaptıkları çalışmada nicel ampirik araştırmalara ve analitik modellemeye dayalı çok yöntemli bir yaklaşım önermektedirler. Aralık tip 2 bulanık kümeler karar vericilerin girdilerini ölçmek için kullanılmakta ve tedarikçileri değerlendirmek için hem istenen hem de istenmeyen girdileri ve çıktıları içeren genişletilmiş bir süper verimlilik VZA (Veri Zarflama Analizi) modeli önerilmektedir. Bu yaklaşım aynı anda sürdürülebilirliği ve tedarikçilerin risk faktörlerini tedarikçi seçimi problemine dahil etmektedir. Model, hem riskten bağımsız hem de riskten kaçınan karar vericiler için geliştirilmiştir. Modelin etkinliği ve uygulanabilirliği gerçek bir vaka ile denenmekte ve sonuçlar, sürdürülebilirlik kriterlerinin veya risk faktörlerinin ayrı ayrı ele alınmasının uygun olmayan kararlarla sonuçlandığını göstermektedir (Alikhani ve ark., 2019).

Bai ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada bulanık gri sayı ÇÖKV karar aracı, BWM (Best Worst Method) ve TODIM entegrasyonu kullanılarak 'iş sağlığı ve güvenliği', 'eğitim, eğitim ve toplum etkisi', 'sözleşmeli paydaşların etkisi', 'iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi', 'ilgi alanları' 'çalışanların hakları', 'menfaat sahiplerinin hakları', 'bilgi ifşası' ve 'istihdam uygulamaları' olmak üzere 8 sosyal kriteri dikkate alarak

sosyal açıdan sürdürülebilir tedarikçi seçilmektedir. Uygulama sonucunda elde edilen sıralama ile en ideal tedarikçiye ulaşılmaktadır. (Bai ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada tekstil ve hazır giyim sektöründe sosyal ve çevresel kriterleri göz önünde bulunduran, çevreye duyarlı işletmelerin tedarikçi seçimleri için geleneksel kriterlerin yanı sıra çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik kriterlerini de içeren bir tedarikçi seçimi modeli önerilmektedir. Literatür taraması ile kriterler belirlenerek, en sürdürülebilir tedarikçiyi seçmek ve tedarikçi seçim verimliliğini arttırabilmek için entegre bir Kalite Fonksiyonu Dağıtımı (KFD) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yaklaşımı önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, bir tekstil firmasında vaka çalışması ile uygulanmakta sonuçlar Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim endüstrisi için geçerli olan methodun, moda şirketlerine tedarikçi seçim süreçlerinin verimliliğini arttırmada yardımcı olabileceğini göstermektedir (Bacın, 2018).

Son yıllardaki ileri teknolojik gelişmelerin yanında, doğal ve insan kaynaklı afetler gibi olumsuz durumlar da tedarik zincirlerinin yapısal dengelerinin değişmesine sebep olmaktadır Bu nedenle, tedarik zinciri boyunca kesintisiz malzeme akışını sağlamak için tedarikçi seçimi ve sipariş dağılımının Endüstri 4.0 dinamikleri dikkate alınarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Dhara ve arkadaşlarının bir iş jeti seçimi problemi örneği kullanılarak gösterdikleri raporda, riskleri ve kesintileri göz önünde bulundurarak entegre tedarikçi segmentasyonu, seçimi ve sipariş ataması için çok aşamalı bir hibrit model önerilmektedir. Tedarikçiler CRITIC-TOPSIS (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation - Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) kullanılarak önceliklendirilerek ve her tedarikçi ile ilişkili risk hesaplanmaktadır. Çalışmada ayrıca tedarikçilere çok dönemli, çok ögeli sipariş atamasını optimize etmek için bir Karma Tamsayılı Program (KTS) önerilmekte; böylece toplam maliyet ve aksama riskinin aynı anda en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Çok aşamalı bu hibrit model, arz ve talep kaynaklı herhangi bir aksama durumunda, acil durum emirlerini dağıtarak ekonomik etkisini azaltma ve böylece iş operasyonlarının sürekliliğini sağlama eğiliminde olduğu görülmektedir (Dhara ve ark., 2021).

Liang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada esnek ve akıllı kriterler doğrultusunda karar vericinin sınırlı rasyonelliği açısından üç üstünlük ilişkisini (tercih, kayıtsızlık ve kıyaslanamazlık) tasvir etmek için beklenti teorisi tabanlı dağıtılmış dilbilimsel ORESTE (Organization Rangement et Syntese de Donneés Relationnelles) yöntemi önerilmektedir. Yeni enerji araçları işletmelerinde akü tedarikçisi seçiminde

uygulanmaktadır. Karşılaştırmalı analiz, kullanılabilirliği ve üstünlüğü göstermekte ve duyarlılık analizi yöntemin istikrarını doğrulamaktadır (Liang ve ark., 2022).

2.2. Akıllı Tedarikçi Seçimi

Ghadimi ve arkadaşlarının literatürdeki Endüstri 4,0 tedarik zincirleri içerisinde tedarikçi seçim süreci konusundaki boşluğu daraltmak amacı ile yaptıkları çalışmada, tedarikçiler ve üreticiler arasında uygun bir iletişim kanalı, yapılandırılmış bilgi alışverişi ve görünürlük sağlamak üzere sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme ve seçim sürecini ele alan bir Çoklu Aracı Sistemleri (ÇAS) yaklaşımı önerilmektedir. Ayrıca, ÇAS' ların bu süreçte uygulanması ve Endüstri 4.0 tedarik zincirlerine doğru ilerlemeyi sağlayan teknolojilerden biri olarak doğal uygulanabilirliği ayrıntılı olarak incelenmektedir. Önerilen yaklaşımın, imalat firmaları içindeki karar vericilerin daha az insan etkileşimi ile hızlı kararlar almalarına yardımcı olabileceği görülmektedir (Ghadimi ve ark., 2019).

Yıllar içerisindeki teknolojik gelişmeler, devlet düzenlemeleri, toplumların çevre bilincinin ve yaşam standartlarının artması işletmeleri tedarikçileri değerlendirirken akıllı ve sürdürülebilir faktörleri göz önünde bulundurmaya zorunlu kılmaktadır. Ekonomik açıdan olduğu kadar teknolojik, çevresel ve sosyal açıdan da uygun tedarikçilerle çalışmak akıllı ve sürdürülebilir tedarik zincirinin kilit noktalarından bir tanesidir. İşletmeler aynı zamanda bu sürecin devamlılığı için çalışan bir tedarikçi seçim sistemine ihtiyaç duymaktadırlar. Chen ve arkadaşlarının akıllı tedarikçi seçimi alanında yaptığı çalışmada aralıklı tip-2 bulanık kümelerle sahip TOPSIS ve DEMATEL yöntemi, tedarikçilerin genel performansını değerlendirmek için önerilmektedir (Chen ve ark., 2020).

Geleneksel ÇÖKV yaklaşımları, lojistik 4.0' daki esnek tedarikçi seçimi problemlerinin çözümünde yetersiz kalmaktadır çünkü büyük miktarda karar verme sürecinde işlenmesi zor olan nicel veri vardır. Hasan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada lojistik 4.0 altında bir dizi esnek tedarikçiyi sıralamak için kesin olmayan heterojen verileri birleşik bir çerçeveye dahil etmesine ve işlemesine yardımcı olacak bir Karar Destek Sistemi (KDS) önerilmektedir. Alternatif tedarikçilerin sıralanması için bulanık tabanlı TOPSIS yöntemi kullanılmaktadır (Hasan ve ark.,2020).

Yapılan bir çalışmada döngüsel tedarik zincirlerinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi için dinamik bir karar destek sistemi (KDS) önerilmektedir. Döngüsel tedarik zincirleri, doğrusal al-yap-atık-at üretim sistemlerinin aksine, sıfır atık vizyonuna sahip

doğrusal olmayan atık yap-atık geri dönüşüm üretim sistemleridir. Önerilen KDS, kullanıcıların ekonomik, sosyal ve döngüsel kriterlerini bulanık en iyi-en kötü yöntemle (BWM) özelleştirmesine ve ağırlıklandırmasına ve bulanık çıkarım sistemiyle en uygun tedarikçiyi seçmesine olanak tanımaktadır. Makine öğrenimi, her tedarikçi seçimi taahhüdünden sonra tedarikçiler için kriter puanlarını korumak ve sentezlemek için kullanılmaktadır (Alavi ve ark., 2021).

2.3. MAIRCA Yönteminin Kullanımı

MAIRCA (Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) yöntemi, teorik ve ampirik alternatif derecelendirmelerin karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Pamucar ve arkadaşlarının ÇÖKV alanındaki teorik uzmanlık çerçevesini genişletmek, pratik problemlerin yeni metodoloji ile analiz edilmesini sağlayacak ve daha fazla teorik ve pratik yükseltme için bir temel oluşturmak amacı ile yaptıkları çalışmada birden fazla modu bulunan bir lojistik merkezin geliştirilmesi için yeni yer seçmek amacıyla başvuru bir ÇÖKV modelinin MAIRCA uygulaması sunulmaktadır. Teorik ve ampirik derecelendirmelere dayanarak ampirik alternatif ve ideal alternatif arasındaki mesafe tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, kriterleri ağırlıklandırmak için DEMATEL yöntemi kullanılmakta ve duyarlılık analizi aracılığıyla MAIRCA ve diğer ÇÖKV yöntemlerinden (MOORA, TOPSIS, ELECTRE, COPRAS ve PROMETHEE) elde edilen sonuçları karşılaştırılmaktadır. Çıkan analiz sonucunda, diğer ÇÖKV yöntemleri ile elde edilen alternatif sıralamalarda daha küçük veya daha büyük bir istikrarsızlık ortaya çıktığı; MAIRCA ve PROMETHEE'nin tutarlı çözümler sunduğu ve alternatifleri sıralamak için istikrarlı ve iyi yapılandırılmış bir analitik çerçeveye sahip olduğu görülmektedir. (Pamucar ve ark., 2018).

Güncel teknoloji çağında yatırım yapmanın en uygun olduğu kripto para türlerini belirlemek için yapılan bir çalışmada 15 kripto para birimi on altı farklı kriter gere EDAS (Ortalama Çözümünden Mesafeye Dayalı Değerlendirme), MAIRCA ve MARCOS (Uzlaşma Çözümüne Göre Alternatiflerin Ölçümü) ve sıralamayı içeren sezgisel bulanık küme güdümlü bir metodoloji uygulaması ile değerlendirilmekte ve sonucunda yatırım için en uygun alternatiflerin bir sıralaması ve yatırım yaparken göz önünde bulundurulması gereken en önemli kriterlere ulaşılmaktadır (Ecer ve ark., 2022).

Tarım 4.0 akıllı teknolojilerin tarıma entegre edilmesi ile tarımda daha yüksek verim elde etmeyi, oluşan atıkların ve maliyetlerin en aza indirgenmesini hedefleyen ve son yıllardaki teknolojik gelişmelerle birlikte hayatımıza dahil olan bir terimdir. Bir çalışmada tarım işçileri ve çiftçilerin Tarım 4.0 teknolojisine bakışlarını görmek ve bu teknolojiler arasındaki kullanım algısına dayalı bir önceliklendirme yapmak için bir karar verme çerçevesi önerilmektedir. Bu çok kriterli karar analizi ile karar verme sürecindeki hem nitel hem nicel faktörleri ele almak, belirsizlikleri modellemek ve aktarabilmek için ADq-SOBK kullanılmaktadır. SWARA (Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis) ve MAIRCA yöntemleri ile KBK (Küresel Bulanık Kümeler) entegrasyonundan faydalanılmaktadır (Erdoğan, 2022).

Bir çalışmada bankaların ‘açık bankacılık’ iş ortaklarını bir çok kriter altında değerlendirebilmeleri için finans alanında uzman kişilerden faydalanarak KB-AHP (Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) modeli ve MAIRCA modelini içeren hibrit bir çok kriterli karar verme modeli önerilmektedir. Bu öneride spherical bulanık küme kullanılmaktadır. Çalışmanın sonucunda önermenin, karar verme aşamasında karar vericilerin tarafsız karar verebilmelerine yardımcı olabileceği ve uygun bir açık banka sağlayıcısını başarıyla belirlediği görülmektedir (Trung ve ark., 2022).

Zhu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, biyolojik ilhamlı tasarımlar için biyolojik ilhamı değerlendirmek amacıyla bulanık bir sayı ile genişletilmiş bir ÇÖKV tekniği önerilmektedir. Her karar vericinin risk değerlendirmelerini belirtmek ve karar verme grubundan gelecek olan değerlendirme değerlerini toplamak için bulanık bir kaba sayı sunulmakta; kriterlerin ağırlıklandırılması için bulanık sayı ile genişletilmiş DEMATEL yöntemi; alternatif biyolojik ilhamları sıralamak için ise bulanık sayı ile genişletilmiş MAIRCA yöntemini önerilmektedir. Çıkan deneysel sonuçlar ve karşılaştırmalı analiz, önerilen çok kriterli grup karar verme tekniğinin biyolojik ilham değerlendirmesindeki öznelliği ve belirsizliği ele almada başarılı olduğu görülmektedir (Zhu ve ark., 2021).

Bir çalışmada sürdürülebilir bir üretim stratejisi oluşturabilmek için imalatlarda kullanılan endüstriyel ekipmanların arıza modlarının sonuçlarını sürdürülebilir bakış açısıyla incelenmektedir. Arıza türleri çevresel, toplumsal, ekonomik ana kriterleri altında belirlenen çok sayıda kriter çerçevesinde ele alınmaktadır. Kesin veriler olmadığı için, bu arıza modlarını çarpaz fonksiyonel tecrübeli uzmanlardan yardım alarak dilbilimsel olarak değerlendirilmekte ve bulanık tabanlı DEMATEL ve bulanık tabanlı MAIRCA

kullanılmaktadır. Önerilen bu yaklaşım, bir proses tesisi dışı kutusundan alınan bir vaka çalışması üzerinde uygulayarak gösterilmektedir. Uygulama sonucunda elde edilen sonuçların diğer bulanık ÇÖKV yöntemlerinin literatürde yer alan sonuçları ile karşılaştırılması ve duyarlılık analizi yapılması ile bu yaklaşımın uygulanabilirliği desteklenmektedir (Boral ve ark., 2020).

2.4. Aralık Değerli q Seviyeli Bulanık Sayılar (ADqSBS)

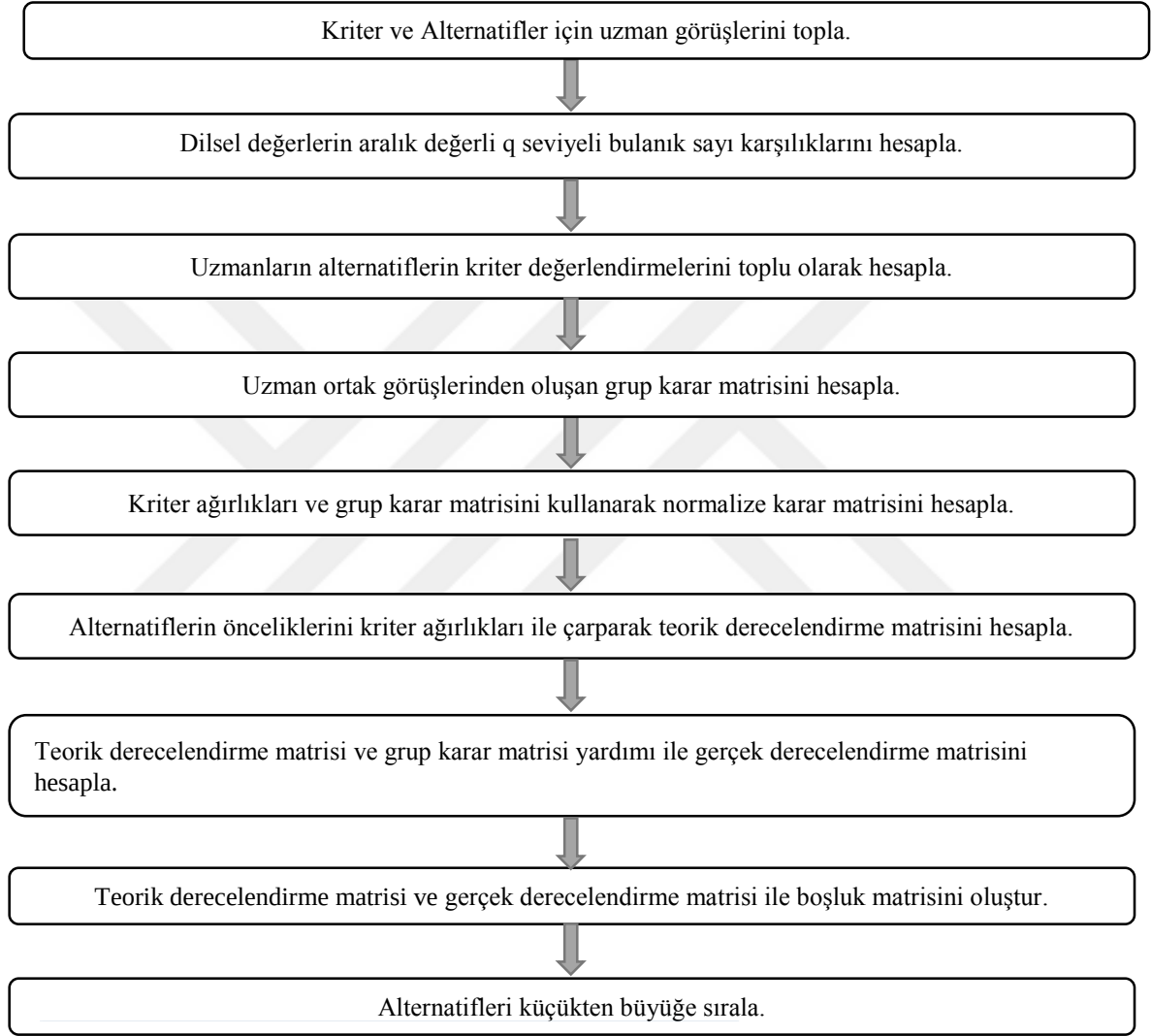
ADqSBS'lar ve yumuşak kümeler, çeşitli gerçek dünya ÇÖKV problemlerinde eksik ve belirsiz bilgilerle başa çıkmak için geliştirilen belirsizlik teorisidir. ADqSBS yeni bir alan olduğu için literatürde pek fazla gerçek uygulaması bulunmamaktadır. Joshi ve arkadaşları karar vericilerin üyelik ve üyesizlik derecelerini belirli bir alternatifler kümesine bir aralık değeri ile sağlayabilmeleri amacı ile ADqSBS modelini makalelerinde sundular (Joshi ve ark., 2018).

Ju ve ark., çalışmalarında ADqSBS kavramını önermişler ve q seviyeli kümelerde çalışılmış olan işlem yasalarını baz alarak bazı ADqSBS ağırlıklı ortalama alma operatörleri sundular. Sundukları bu operatörlere dayalı olarak ADqSBS ortamında ÇÖKV problemlerinin çözümü için yeni bir yaklaşım önererek sayısal olarak uygulamasını yaptılar (Ju ve ark., 2019).

Ali ve arkadaşları çalışmalarında ADqSBS modelini genişletmek amacı ile incelemesini yaparak aralık değerli q- seviyeli bulanık esnek sayı (ADqSBES) adı verilen yeni bir hibrit model sundular (Ali ve ark., 2021).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada MAIRCA yöntemi için literatürdeki çalışmalar gibi bulanık sayı önerilmektedir. Literatürden farklı olarak q seviyeli bulanık sayı MAIRCA metoduna uygulanmıştır. Bu tez çalışmasında ADqSBS, MAIRCA yöntemi için incelenerek yenilik sağlanması amaçlanmıştır.



Şekil 3.1. ADqSBS temelli MAIRCA yöntemine ilişkin akış şeması

3.1. MAIRCA

MAIRCA yönteminin adımları aşağıda özetlenmiştir; (Pamucar ve ark., 2018; Ayçin, 2020).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması. Alternatiflerin (A_i) her birine ait kriter (C_j) değerleri Eşitlik (3.1)'de yer almaktadır.

$$\begin{array}{cccc}
 & C1 & C2 & \dots & Cn \\
 x = & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}
 \end{array} \quad (3.1)$$

Adım 2: Karar vericinin alternatif seçim sürecinde tarafsız olması, olmazsa olmazdır. m toplam alternatif sayısı iken, i. alternatifin önceliği (P_{Ai}) Eşitlik (3.2) yardımıyla hesaplanır.

$$P_{Ai} = \frac{1}{m} ; \sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1 \quad i=1, 2, 3, \dots, m \quad (3.2)$$

Karar verici alternatiflerin her birine eşit uzaklıkta olduğundan önceliklerin hepsi eşittir (Eşitlik (3.3)).

$$P_{A1}=P_{A2}=\dots=P_{Am} \quad (3.3)$$

Adım 3: Teorik Derecelendirme Matrisinin oluşturulması. Matrisin elemanları (t_{pij}), alternatiflerin önceliklerinin (P_{Ai}) kriter ağırlıkları (w_j) ile çarpılması sonucu bulunmaktadır.

$$\begin{bmatrix} P_{A1} * W_1 & P_{A1} * W_2 & \dots & P_{A1} * W_m \\ P_{A2} * W_1 & P_{A2} * W_2 & \dots & P_{A2} * W_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{Am} * W_1 & P_{Am} * W_2 & \dots & P_{Am} * n \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Adım 4: Teorik derecelendirme matrisi (T_p) ve başlangıç karar matrisi (X)' ten faydalanılarak Gerçek Derecelendirme Matrisi (T_r) matrisi elde edilir. Matris elemanları, maksimizasyon tipli kriterlerde eşitlik (3.5), minimizasyon yönlü kriterlerde ise eşitlik (3.6) yardımıyla hesaplanır.

$$t_{rij} = t_{pij} \times \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^-}{x_{ij}^+ - x_{ij}^-} \right) \quad (3.5)$$

$$t_{rij} = t_{pij} \times \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^+}{x_{ij}^- - x_{ij}^+} \right) \quad (3.6)$$

x_{ij}^+ kriterin alternatiften aldığı maksimum değeri ($x_{ij}^+ = \max(x_1, x_2, \dots, x_m)$), x_{ij}^- kriterin alternatiften aldığı minimum değeri ($x_{ij}^- = \min(x_1, x_2, \dots, x_m)$) göstermektedir.

Adım 5: Son olarak Eşitlik (3.7) ve Eşitlik (3.8) yardımıyla teorik derecelendirme matrisinden (T_p) gerçek derecelendirme matrisi (T_r) çıkarılarak, Boşluk Matrisi (G) elde edilir.

$$G_{ij} = t_{pij} - t_{rij} \quad (3.7)$$

$$G = T_P - T_R \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Adım 6: Yöntemin son adımında, alternatiflerin kriter fonksiyonlarının değeri, alternatifler için ayrı ayrı şekilde eşitlik (3.9) yardımıyla bulunur.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}, i=1,2,\dots,m \quad (3.9)$$

Bu eşitlikten elde edilen değerler içerisinde en küçük değere sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilir

3.2. Aralık Değerli q Seviyeli Bulanık Sayı

Sezgisel bulanık sayı ve Pisagor bulanık sayının eksikliklerinin üstesinden gelmek için Yager (2016) tarafından q seviyeli bulanık sayı önerilmiştir. q seviyeli bulanık sayıların genişletilmesi ile aşağıda tanımlaması verilen ADqSBS önerilmiştir.

Ju ve ark., (2019) ADqSBK operatörlerini aşağıdaki gibi tanımlamışlardır;

Tanım 1: X boş olmayan sabit bir küme olsun, X üzerindeki bir A ADqSOBK şu şekilde tanımlanabilir;

$$A = \{x, ([\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)], [\vartheta_A^L(x), \vartheta_A^U(x)]) \mid x \in X\} \quad (3.10)$$

Burada $[\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)]$ ve $[\vartheta_A^L(x), \vartheta_A^U(x)]$ sırasıyla A kümesindeki $x \in X$ için üyelik ve üyeliksizlik derecelerini göstermektedir ve $x \in X$: $[\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)] \subseteq [0,1]$, $[\vartheta_A^L(x), \vartheta_A^U(x)] \subseteq [0,1]$, $(\mu_A^U(x))^q + (\vartheta_A^U(x))^q \leq 1$ şartlarını sağlamalıdır.

Ayrıca $[\pi_A^L(x), \pi_A^U(x)] = \left[(1 - (\mu_A^U(x))^q - (\vartheta_A^L(x))^q)^{\frac{1}{q}}, (\mu_A^L(x))^q - (\vartheta_A^L(x))^q \right]^{\frac{1}{q}} x \in X$ in belirsizlik derecesini göstermektedir.

Kolaylık sağlamak amacı ile $< [\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)], [\vartheta_A^L(x), \vartheta_A^U(x)] >$ ADqSBS olarak tanımlanır, $a = < [\mu_a^L, \mu_a^U], [\vartheta_a^L, \vartheta_a^U] >$ olarak gösterilir.

Açık olarak, eğer her $x \in X$ için $\mu_A^L(x) = \mu_A^U(x)$ ve $\vartheta_A^L(x) = \vartheta_A^U(x)$ ise ADqSBS, Yager (2013) tarafından önerilen q seviyeli bulanık sayıya indirgenir.

Tanım 2: $a_1 = \langle [\mu_1^L, \mu_1^U], [\vartheta_1^L, \vartheta_1^U] \rangle$ ve $a_2 = \langle [\mu_2^L, \mu_2^U], [\vartheta_2^L, \vartheta_2^U] \rangle$ iki ADqSBS ise, operasyon süreci şu şekilde tanımlanır;

$$a_1 \oplus a_2 = \langle [((\mu_1^L)^q + (\mu_2^L)^q - (\mu_1^L)^q \times (\mu_2^L)^q)^{1/q}, ((\mu_1^U)^q + (\mu_2^U)^q - (\mu_1^U)^q \times (\mu_2^U)^q)^{1/q}], [(\vartheta_1^L) \times (\vartheta_2^L), (\vartheta_1^U) \times (\vartheta_2^U)] \rangle; \quad (3.11)$$

$$a_1 \otimes a_2 = \langle [(\mu_1^L) \times (\mu_2^L), (\mu_1^U) \times (\mu_2^U)], [((\vartheta_1^L)^q + (\vartheta_2^L)^q - (\vartheta_1^L)^q \times (\vartheta_2^L)^q)^{1/q}, ((\vartheta_1^U)^q + (\vartheta_2^U)^q - (\vartheta_1^U)^q \times (\vartheta_2^U)^q)^{1/q}] \rangle; \quad (3.12)$$

$$\lambda a_1 = \langle [(1 - (1 - (\mu_1^L)^q)^\lambda)^{\frac{1}{\lambda}}, (1 - (1 - (\mu_1^U)^q)^\lambda)^{\frac{1}{\lambda}}], [(\vartheta_1^L)^\lambda, (\vartheta_1^U)^\lambda] \rangle, \lambda > 0; \quad (3.13)$$

$$a_1^\lambda = \langle [(\mu_1^L)^\lambda, (\mu_1^U)^\lambda], [(1 - (1 - (\vartheta_1^L)^q)^\lambda)^{\frac{1}{\lambda}}, (1 - (1 - (\vartheta_1^U)^q)^\lambda)^{\frac{1}{\lambda}}] \rangle, \lambda > 0; \quad (3.14)$$

Tanım 3: $a = \langle [\mu_a^L, \mu_a^U], [\vartheta_a^L, \vartheta_a^U] \rangle$ bir ADqSBS ise skor fonksiyonu $S(a)$ ve doğruluk fonksiyonu $P(a)$ şu şekilde tanımlanır;

$$S(a) = \frac{1 + (\mu_a^U)^q - (\vartheta_a^U)^q + 1 + (\mu_a^L)^q - (\vartheta_a^L)^q}{4} \quad (3.15)$$

$$P(a) = \frac{(\mu_a^U)^q - (\mu_a^L)^q + (\vartheta_a^U)^q - (\vartheta_a^L)^q}{4} \quad (3.16)$$

$0 \leq S(a) \leq 1$ için $S(a)$ skor puanı ne kadar yüksekse ADqSBS o kadar yüksek olacaktır. Eğer $S(a)=1$ ise $a = \langle [1,1], [0,0] \rangle$; eğer $S(a)=0$ ise $a = \langle [0,0], [1,1] \rangle$ dir. Aynı şekilde $0 \leq P(a) \leq 1$ için $P(a)$ skor puanı ne kadar yüksekse ADqSBS o kadar yüksek olacaktır. Skor fonksiyonu bulanık sayıların sıralanmasında kullanılmıştır.

Tanım 4: ADqSBS $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ için $\lambda \rightarrow 0$ ise, geometrik ortalama operatörü şu şekilde tanımlanır;

$$= \langle [\prod_{j=1}^n (\mu_j^L)^{w_j}, \prod_{j=1}^n (\mu_j^U)^{w_j}], [(1 - \prod_{j=1}^n (1 - (\vartheta_j^L)^q)^{w_j})^{1/q}, (1 - \prod_{j=1}^n (1 - (\vartheta_j^U)^q)^{w_j})^{1/q}] \rangle \quad (3.17)$$

Geometrik ortalama (birleştirme) operatörü, uzmanların görüşlerini birleştirip ortak görüş elde edilirken kullanılmıştır.

Tanım 5: $a_1 = ([a_1, b_1], [c_1, d_1])$ ve $a_2 = ([a_2, b_2], [c_2, d_2])$ iki ADqSBS ise a_1 ve a_2 arasındaki mesafe şu şekilde tanımlanır;

$$d(a_1, a_2) = \frac{1}{4} (|a_1^2 - a_2^2| + |b_1^2 - b_2^2| + |c_1^2 - c_2^2| + |d_1^2 - d_2^2|) \quad (3.18)$$



4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde önerilen bu yeni modelin otomotiv yan sanayi sektöründe yer alan bir işletmede uygulaması gösterilmiştir. Belirlenen işletme 1988 yılında kurulmuş olup kendi sektörünün öncülerinden biridir. Otomotivin yanında Marine-Lokomotif ve Sabit Motor gruplarında da 1000 çeşidin üstünde ürünü bulunmaktadır.

4.1. Ana ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi, Alternatiflerin Tanımlanması

Uygulamanın ilk aşamasında işletme personeli 4 uzmanın (U1, U2, U3, U4) tecrübeleri ve kapsamlı bir literatür araştırması ile elde edilen verilerden faydalanılarak 4 ana kriter altında 18 alt kriter ve 5 farklı alternatif (A1, A2...A5) belirlenmiştir. Çizelge 4.1. 4 ana kriter altında gruplandırılan 18 alt kriteri ve kodlarını göstermektedir.

Uzman 1 işletme içinde 20 yılın üstünde tecrübesi olan ve alternatif olarak belirlenen tedarikçileri yerlerinde ziyaret etmiş genel koordinatör, uzman 2 işletmede 8 yıldır yer alan satın alma yöneticisi, uzman 3 işletmede güncel olarak satın alma faaliyetlerini gerçekleştiren satın alma mühendisi, uzman 4 ise sektöründe 15 yılın üstünde tecrübesi bulunan, tedarik edilen ürün konusunda derin teknik bilgiye sahip stok şefi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Kriterler ve kriter kodları

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Ekonomik (K1)	Fiyat (K11)
	Kalite (K12)
	Teslim Süresi (K13)
	Teknoloji Kapasitesi (K14)
	Esneklik (K15)
Çevresel (K2)	Çevre Kirliliği Kontrolü (K21)
	Çevre Yönetim Sistemi (K22)
	Eko Tasarım Geri Dönüşüm (K23)
	Yeşil Nokta (K24)
Sosyal (K3)	İş Sağlığı ve Güvenliği (K31)
	Personel Geliştirme (K32)
	Yerel Toplulukların Etkisi (K33)
	Bilgi ifşası (K34)
Akıllı (K4)	Endüstri 4.0 personeli (K41)
	Dijital Müşteri İlişkileri (K42)
	Akıllı Bakım (K43)
	Endüstri 4.0 kullanımı (K44)
	Tahmin Yeteneği (K45)

Ekonomik kriterinin altında yer alan fiyat kriteri minimizasyon tiplidir ve tedarik edilecek olan ürünün fiyatının yüksekliğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Kalite kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin kalite standartlarını değerlendirmek için kullanılmıştır. Teslim süresi minimizasyon tiplidir ve tedarikçinin konumu ve lojistik yönetimi doğrultusunda sunduğu teslim süresinin uzunluğunu değerlendirmek için kullanılmıştır. Teknoloji kapasitesi maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin gelişme hızını ve gelecekteki üretim kabiliyetlerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Esneklik kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin hazırlık süresinin kısalığını, anlaşmazlıkları çözme hızını ve uyumunu değerlendirmek için kullanılmıştır.

Çevresel ana kriterinin altında yer alan çevre kirliliği kontrolü ve çevre yönetim sistemleri maksimizasyon tipli kriterlerdir ve tedarikçinin çevre yönetimi ile ilgili belgelerinin çokluğunu ve çevreyi imalat atıklarından korumak için uyguladıkları prosedürlerin derecesini değerlendirmek için kullanılmışlardır. Eko tasarım ve geri dönüşüm kriteri maksimizasyon tiplidir ve üretim atıklarının ne oranda geri dönüştürüldüğünü değerlendirmek için kullanılmışlardır. Yeşil nokta maksimizasyon tiplidir ve ambalaj atıklarının tedarikçiler tarafından nasıl değerlendirildiğini değerlendirebilmek için kullanılmıştır.

Sosyal ana kriterinin altında yer alan iş sağlığı ve güvenliği kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçilerin sahip oldukları iş sağlığı güvenliği belgelerini, prosedürlerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Personel geliştirme kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin personel eğitimlerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Yerel toplulukların etkisi maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin içinde bulunduğu topluma sağladığı getirileri değerlendirmek için kullanılmıştır. Bilgi ifşası minimizasyon tiplidir ve tedarikçinin mevcut verileri bünyesi dışında paylaşma, yayma oranını değerlendirmek için kullanılmıştır.

Akıllı kriterin altında yer alan kriterler akıllı tedarikçi seçimi için belirlenmiş olan kriterlerdir. Endüstri 4.0 personeli ve endüstri 4.0 kullanımı kriterleri maksimizasyon tipli kriterlerdir ve tedarikçinin bünyesinde yer alan birimlerin ve personelin (insan kaynakları 4.0 vb. gibi) akıllı teknolojilere entegre olma oranını değerlendirmek için kullanılmışlardır. Dijital müşteri ilişkileri kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin müşterinin taleplerini hızlı bir şekilde dijital ortam üzerinden iletebilmesini sağlayacak mevcut altyapısını ve hızını değerlendirmek için kullanılmıştır. Akıllı bakım kriteri

maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin yapay zeka, nesnelerin interneti gibi akıllı teknolojilerden yararlanarak sağladığı ürünün bakımını, arızasını tespit ederek onarması ya da engellemesi oranını değerlendirmek için kullanılmıştır. Tahmin yeteneği kriteri maksimizasyon tiplidir ve tedarikçinin geçmiş müşteri verilerini akıllı teknolojiler aracılığı ile analiz ederek müşteri talebi tahmini yeteneğini değerlendirmek için kullanılmıştır.

4.2. Aralık Değerli q-Seviyeli Bulanık Sayı (ADqSBS) ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uygulamanın bu kısmında 4 uzmandan toplanan dilsel veriler doğrultusunda aralık değerli q seviyeli sayıdan faydalanılarak kriter ağırlıkları hesaplanılmıştır. Çalışmada $q=3$ olarak kabul edilmiştir.

İlk aşamada uzmanlardan dilsel veriler doğrultusunda 4 ana kriter ve 18 alt kriter için uzman görüşleri alınmıştır, alınan uzman görüşleri doğrultusunda önem dereceleri tablosu oluşturulmuştur. Çizelge 4.2. uzmanların, kriterlerin önem derecelerini belirlemede kullandıkları dilsel faaliyet ölçeklerini göstermektedir.

Çizelge 4.2. Dilsel faaliyet ölçekleri

	Dilsel Terimler	μ_L μ_U	ϑ_L ϑ_U
ÇY	Çok yüksek	[(0.95, 0.99),	(0.20, 0.30)]
Y	Yüksek	[(0.80, 0.90),	(0.30, 0.40)]
AY	Az yüksek	[(0.60, 0.70),	(0.40, 0.50)]
O	Orta	[(0.50, 0.60),	(0.50, 0.60)]
AD	Az düşük	[(0.30, 0.40),	(0.70, 0.80)]
D	Düşük	[(0.20, 0.30),	(0.90, 0.95)]
ÇD	Çok düşük	[(0.10, 0.20),	(0.96, 0.99)]

Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4. ana kriterler için uzmanların görüşlerini dilsel terimler ve ADqSBS ile göstermektedir. Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6. alt kriterler için uzmanların görüşlerini dilsel terimler ve ADqSBS ile göstermektedir.

Çizelge 4.3. Ana kriterler için dilsel önem dereceleri

Ana Kriterler	U1	U2	U3	U4
K1	ÇY	Y	ÇY	AY
K2	AY	O	O	Y
K3	ÇY	Y	Y	AY
K4	AY	ÇY	Y	Y

Çizelge 4.4 Ana kriterler için önem dereceleri

Ana Kriterler	U1	U2	U3	U4
K1	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K2	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K3	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K4	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]

Çizelge 4.5. Alt kriterler için dilsel önem dereceleri

Alt Kriterler	U1	U2	U3	U4
K11	O	AY	ÇY	O
K12	ÇY	Y	Y	Y
K13	O	Y	ÇY	Y
K14	Y	ÇY	ÇY	O
K15	Y	O	Y	AY
K21	AY	Y	O	AD
K22	O	O	AY	D
K23	Y	AY	O	D
K24	AY	O	O	D
K31	Y	ÇY	Y	Y
K32	Y	ÇY	ÇY	Y
K33	O	O	AY	AD
K34	ÇY	ÇY	ÇY	Y
K41	AY	AY	O	AD
K42	Y	ÇY	ÇY	ÇY
K43	AD	O	O	AY
K44	O	Y	AY	D
K45	Y	Y	ÇY	AY

Çizelge 4.6. Alt kriterler için önem dereceleri

Alt Kriterler	U1	U2	U3	U4
K11	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K12	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K13	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K14	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K15	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K21	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K22	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K23	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K24	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K31	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]

Çizelge 4.6. (Devam) Alt kriterler için önem dereceleri

Alt Kriterler	U1	U2	U3	U4
K32	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K33	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K34	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K41	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K42	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]
K43	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K44	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K45	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]

Önem dereceleri belirlendikten sonra ana ve alt kriterler için Eşitlik 3.17'deki geometrik ortalama operatörü kullanılarak ortak uzman görüşleri elde edilmiştir. Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8 ana kriterler ve alt kriterler için ortak uzman görüşlerini göstermektedir.

Çizelge 4.7. Ana kriterler için ortak uzman görüşleri

Ana Kriterler	Ortak görüş
K1	[(0.8113, 0.8864), (0.3001, 0.3950)]
K2	[(0.5886, 0.6901), (0.4417, 0.5402)]
K3	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]
K4	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]

Çizelge 4.8. Alt kriterler için ortak uzman görüşleri

Alt Kriterler	Ortak görüş
K11	[(0.6144, 0.7067), (0.4340, 0.5307)]
K12	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]
K13	[(0.7425, 0.8329), (0.3632, 0.4576)]
K14	[(0.7751, 0.8529), (0.3511, 0.4432)]
K15	[(0.6620, 0.7637), (0.3950, 0.4926)]
K21	[(0.5180, 0.6236), (0.5306, 0.6315)]
K22	[(0.4162, 0.5244), (0.6953, 0.7795)]
K23	[(0.4681, 0.5803), (0.6828, 0.7662)]
K24	[(0.4162, 0.5244), (0.6953, 0.7795)]
K31	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]
K32	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]
K33	[(0.4606, 0.5635), (0.5558, 0.6575)]
K34	[(0.9100, 0.9667), (0.2338, 0.3314)]
K41	[(0.4821, 0.5856), (0.5401, 0.6418)]
K42	[(0.9100, 0.9667), (0.2338, 0.3314)]
K43	[(0.4606, 0.5635), (0.5558, 0.6575)]
K44	[(0.4681, 0.5803), (0.6828, 0.7662)]
K45	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]

Ortak görüşler elde edildikten sonra, her bir alt kriterin ortak uzman görüşünün bağlı olduğu ana kriterin ortak uzman görüşünün Eşitlik 3.12'deki gibi çarpılması ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Çizelge 4.9. kriter ağırlıklarını göstermektedir.

Çizelge 4.9. Kriter ağırlıkları.

Kriterler	Kriter Ağırlıkları
K11	[(0.4985, 0.6265), (0.4741, 0.5866)]
K12	[(0.6775, 0.8170), (0.3652, 0.4836)]
K13	[(0.6024, 0.7383), (0.4191, 0.5332)]
K14	[(0.6289, 0.7561), (0.4104, 0.5233)]
K15	[(0.5370, 0.6770), (0.4431, 0.5580)]
K21	[(0.3049, 0.4303), (0.6061, 0.7178)]
K22	[(0.2449, 0.3619), (0.7327, 0.8226)]
K23	[(0.2755, 0.4005), (0.7224, 0.8126)]
K24	[(0.2449, 0.3619), (0.7327, 0.8226)]
K31	[(0.6490, 0.7978), (0.3763, 0.4955)]
K32	[(0.6775, 0.8170), (0.3652, 0.4836)]
K33	[(0.3579, 0.4877), (0.5828, 0.6944)]
K34	[(0.7073, 0.8367), (0.3533, 0.4710)]
K41	[(0.3746, 0.5069), (0.5691, 0.6814)]
K42	[(0.7073, 0.8367), (0.3533, 0.4710)]
K43	[(0.3579, 0.4877), (0.5828, 0.6944)]
K44	[(0.3638, 0.5023), (0.6979, 0.7877)]
K45	[(0.6040, 0.7492), (0.3967, 0.5147)]

4.3 MAIRCA Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Uygulamanın son bölümünde 5 alternatifin ADqSBS temelli MAIRCA yöntemi ile sıralandırılması yapılmıştır. İlk olarak 4 uzmandan alternatiflerin kriterlere göre performanslarını Çizelge 4.2.'deki dilsel faaliyet ölçekleri doğrultusunda değerlendirmeleri istenmiş ve değerlendirmeler doğrultusunda alternatifler için kriterlerin önem dereceleri tablosu oluşturulmuştur. Çizelge 4.10. uzmanlar tarafından belirlenen alternatiflerin kriterlere göre dilsel ifadelerle önem derecelerini göstermektedir. Çizelge 4.11., Çizelge 4.12., Çizelge 4.13., Çizelge 4.14 ise sırasıyla uzman 1, uzman 2, uzman 3 ve uzman 4 için kriter temelli alternatiflerin önem derecelerini ADqSBS ile göstermektedir.

Çizelge 4.10. Alternatiflerin kriterlere göre dilsel önem dereceleri

	U1					U2					U3					U4				
	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
K11	AD	AD	D	AY	Y	ÇD	O	D	Y	ÇY	AD	O	D	Y	ÇY	D	AD	D	AY	ÇY
K12	ÇY	ÇY	AY	Y	AY	AY	Y	O	Y	Y	AY	ÇY	O	AY	AY	AY	Y	AD	AY	O
K13	AD	Y	ÇY	AD	D	D	ÇY	Y	O	O	O	Y	AY	O	AD	D	AY	AY	O	ÇD
K14	Y	Y	O	Y	AY	ÇY	ÇY	O	Y	AY	Y	Y	AD	Y	AY	AY	Y	AD	Y	AD
K15	D	O	AY	O	AY	AD	D	Y	O	O	D	AD	Y	O	AY	D	D	AD	O	O
K21	Y	Y	O	O	AD	ÇY	ÇY	O	O	AD	ÇY	ÇY	AY	O	D	Y	ÇY	O	D	AD
K22	Y	Y	O	O	AD	Y	Y	AY	D	AD	Y	Y	O	AD	D	Y	Y	O	D	D
K23	Y	Y	AY	O	O	ÇY	ÇY	AY	O	D	ÇY	ÇY	AY	AD	AD	Y	Y	O	O	AD
K24	AY	AY	O	O	D	Y	Y	O	O	AD	Y	Y	AY	O	O	Y	Y	AY	D	D
K31	ÇY	ÇY	AY	Y	O	ÇY	ÇY	AY	O	O	ÇY	ÇY	Y	Y	O	ÇY	ÇY	AY	AY	AY
K32	AY	Y	AY	Y	O	AY	ÇY	AY	AY	O	AY	ÇY	O	Y	O	O	Y	AD	O	O
K33	AY	AY	O	O	O	Y	Y	Y	AY	AY	AY	AY	AD	O	O	AY	AY	AY	AY	O
K34	ÇY	ÇY	AY	Y	Y	ÇY	ÇY	O	Y	Y	ÇY	Y	AY	AY	AY	ÇY	ÇY	O	AY	AY
K41	Y	Y	O	AY	O	Y	ÇY	AY	AY	AY	ÇY	Y	AY	AY	O	Y	Y	O	AY	AY
K42	O	AY	Y	AY	AY	AD	AY	Y	ÇY	Y	D	AY	Y	Y	AY	AD	O	AY	Y	AY
K43	Y	Y	D	AY	D	Y	Y	O	O	D	Y	Y	O	O	AD	AY	AY	D	AY	ÇD
K44	Y	Y	O	O	AD	ÇY	ÇY	O	AY	O	Y	Y	D	AY	D	Y	Y	O	O	O
K45	Y	Y	Y	D	D	AY	ÇY	ÇY	D	D	AY	Y	Y	D	ÇD	D	AY	AY	ÇD	ÇD

Çizelge 4.11. Uzman 1 için alternatiflerin önem dereceleri

	U1				
	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K12	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K13	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K14	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K15	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K21	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K22	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K23	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K24	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K31	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K32	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K33	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K34	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K41	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K42	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K43	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K44	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K45	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]

Çizelge 4.12. Uzman 2 için alternatiflerin önem dereceleri

U2					
	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]
K12	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K13	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K14	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K15	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K21	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K22	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K23	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K24	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K31	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K32	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K33	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K34	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K41	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K42	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]
K43	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K44	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K45	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]

Çizelge 4.13. Uzman 3 için alternatiflerin önem dereceleri

U3					
	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]
K12	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K13	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K14	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K15	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K21	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K22	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K23	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K24	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K31	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K32	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K33	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K34	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K41	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K42	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K43	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K44	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K45	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]

Çizelge 4.14. Uzman 4 için alternatiflerin önem dereceleri

U4					
	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]
K12	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K13	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]
K14	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K15	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K21	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K22	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K23	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]
K24	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]
K31	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K32	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K33	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K34	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.95, 0.99), (0.2, 0.3)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K41	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K42	[(0.3, 0.4), (0.7, 0.8)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]
K43	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]
K44	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.8, 0.9), (0.3, 0.4)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]	[(0.5, 0.6), (0.5, 0.6)]
K45	[(0.2, 0.3), (0.9, 0.95)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.6, 0.7), (0.4, 0.5)]	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]	[(0.1, 0.2), (0.96, 0.99)]

Uzmanlar tarafından belirlenen önem dereceleri doğrultusunda ADqSBS birleştirme operatörü Eşitlik 3.17 kullanılarak ortak görüşler elde edilmiştir. Çizelge 4.15. kriter temelli alternatifler için uzmanların ortak görüşlerini göstermektedir.

Çizelge 4.15. Alternatifler için ortak uzman görüşleri

	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.2060, 0.3130), (0.8703, 0.9367)]	[(0.3873, 0.4899), (0.6230, 0.7252)]	[(0.2000, 0.3000), (0.9000, 0.9500)]	[(0.6928, 0.7937), (0.3575, 0.4563)]	[(0.9100, 0.9667), (0.2338, 0.3314)]
K12	[(0.6730, 0.7634), (0.3691, 0.4664)]	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]	[(0.4606, 0.5635), (0.5558, 0.6575)]	[(0.6928, 0.7937), (0.3575, 0.4563)]	[(0.6160, 0.7172), (0.4134, 0.5120)]
K13	[(0.2783, 0.3834), (0.8177, 0.8892)]	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]	[(0.7232, 0.8129), (0.3450, 0.4417)]	[(0.4401, 0.5422), (0.5703, 0.6721)]	[(0.2340, 0.3464), (0.8590, 0.9281)]
K14	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]	[(0.3873, 0.4899), (0.6230, 0.7252)]	[(0.8000, 0.9000), (0.3000, 0.4000)]	[(0.5045, 0.6086), (0.5233, 0.6247)]
K15	[(0.2213, 0.3224), (0.8715, 0.9306)]	[(0.2783, 0.3834), (0.8177, 0.8892)]	[(0.5826, 0.6901), (0.5020, 0.6018)]	[(0.5000, 0.6000), (0.5000, 0.6000)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]
K21	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]	[(0.9100, 0.9667), (0.2338, 0.3314)]	[(0.5233, 0.6236), (0.4793, 0.5791)]	[(0.3976, 0.5045), (0.7029, 0.7873)]	[(0.2711, 0.3722), (0.7794, 0.8623)]
K22	[(0.8000, 0.9000), (0.3000, 0.4000)]	[(0.8000, 0.9000), (0.3000, 0.4000)]	[(0.5233, 0.6236), (0.4793, 0.5791)]	[(0.2783, 0.3834), (0.8177, 0.8892)]	[(0.2449, 0.3464), (0.8330, 0.9029)]
K23	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]	[(0.5733, 0.6735), (0.4302, 0.5298)]	[(0.4401, 0.5422), (0.5703, 0.6721)]	[(0.3080, 0.4120), (0.7573, 0.8416)]
K24	[(0.7445, 0.8452), (0.3314, 0.4302)]	[(0.7445, 0.8452), (0.3314, 0.4302)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.3976, 0.5045), (0.7029, 0.7873)]	[(0.2783, 0.3834), (0.8177, 0.8892)]
K31	[(0.9500, 0.9900), (0.2000, 0.3000)]	[(0.9500, 0.9900), (0.2000, 0.3000)]	[(0.6447, 0.7454), (0.3800, 0.4793)]	[(0.6620, 0.7637), (0.3950, 0.4926)]	[(0.5233, 0.6236), (0.4793, 0.5791)]

Çizelge 4.15. (Devam) Alternatifler için ortak uzman görüşleri

	A1	A2	A3	A4	A5
K32	[(0.5733, 0.6735), (0.4302, 0.5298)]	[(0.8718, 0.9439), (0.2599, 0.3575)]	[(0.4821, 0.5856), (0.5401, 0.6418)]	[(0.6620, 0.7637), (0.3950, 0.4926)]	[(0.5000, 0.6000), (0.5000, 0.6000)]
K33	[(0.6447, 0.7454), (0.3800, 0.4793)]	[(0.6447, 0.7454), (0.3800, 0.4793)]	[(0.5180, 0.6236), (0.5306, 0.6315)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.5233, 0.6236), (0.4793, 0.5791)]
K34	[(0.9500, 0.9900), (0.2000, 0.3000)]	[(0.9100, 0.9667), (0.2338, 0.3314)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.6928, 0.7937), (0.3575, 0.4563)]	[(0.6928, 0.7937), (0.3575, 0.4563)]
K41	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.6000, 0.7000), (0.4000, 0.5000)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]
K42	[(0.3080, 0.4120), (0.7573, 0.8416)]	[(0.5733, 0.6735), (0.4302, 0.5298)]	[(0.7445, 0.8452), (0.3314, 0.4302)]	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]	[(0.6447, 0.7454), (0.3800, 0.4793)]
K43	[(0.7445, 0.8452), (0.3314, 0.4302)]	[(0.7445, 0.8452), (0.3314, 0.4302)]	[(0.3162, 0.4243), (0.8005, 0.8731)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.1861, 0.2913), (0.8991, 0.9543)]
K44	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]	[(0.8351, 0.9217), (0.2814, 0.3800)]	[(0.3976, 0.5045), (0.7029, 0.7873)]	[(0.5477, 0.6481), (0.4563, 0.5559)]	[(0.3500, 0.4559), (0.7321, 0.8169)]
K45	[(0.4899, 0.6031), (0.6744, 0.7575)]	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]	[(0.7772, 0.8656), (0.3165, 0.4134)]	[(0.1682, 0.2711), (0.9210, 0.9668)]	[(0.1414, 0.2449), (0.9372, 0.9778)]

Ortak görüşler elde edildikten sonra ADqSBS temelli MAIRCA yönteminin adımları aşağıdaki gibi uygulanmıştır;

Adım 1: Çizelge 4.15'teki ortak görüşler Eşitlik 3.12'deki gibi çarpılarak ADqSBS temelli MAIRCA'nın ilk aşaması olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilmiştir. Çizelge 4.16. ADqSBS temelli MAIRCA yöntemine ilişkin ağırlıklandırılmış normalize karar matrisini göstermektedir.

Çizelge 4.16. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.1027,0.1961), (0.8860, 0.9501)]	[(0.1931, 0.3069), (0.6858, 0.7970)]	[(0.0997, 0.1879), (0.9117, 0.9605)]	[(0.3453, 0.4973), (0.5282, 0.6524)]	[(0.4536, 0.6056), (0.4905, 0.6135)]
K12	[(0.4560, 0.6237), (0.4588, 0.5878)]	[(0.5906, 0.7712), (0.4029, 0.5356)]	[(0.3120, 0.4604), (0.5963, 0.7148)]	[(0.4694, 0.6485), (0.4517, 0.5822)]	[(0.4174, 0.5860), (0.4876, 0.6146)]
K13	[(0.1677, 0.2830), (0.8340, 0.9078)]	[(0.4682, 0.6390), (0.4688, 0.5958)]	[(0.4357, 0.6001), (0.4815, 0.6079)]	[(0.2651, 0.4003), (0.6261, 0.7424)]	[(0.1410, 0.2557), (0.8710, 0.9397)]
K14	[(0.4887, 0.6544), (0.4621, 0.5885)]	[(0.5252, 0.6969), (0.4479, 0.5752)]	[(0.2436, 0.3704), (0.6651, 0.7775)]	[(0.5031, 0.6805), (0.4551, 0.5830)]	[(0.3173, 0.4602), (0.5872, 0.7062)]
K15	[(0.1189, 0.2182), (0.8842, 0.9434)]	[(0.1495, 0.2595), (0.8369, 0.9104)]	[(0.3129, 0.4672), (0.5872, 0.7073)]	[(0.2685, 0.4062), (0.5859, 0.7062)]	[(0.2941, 0.4387), (0.5580, 0.6809)]
K21	[(0.2658, 0.4062), (0.6183, 0.7359)]	[(0.2775, 0.4160), (0.6150, 0.7323)]	[(0.1595, 0.2683), (0.6756, 0.7895)]	[(0.1212, 0.2171), (0.7898, 0.8782)]	[(0.0826, 0.1602), (0.8391, 0.9181)]
K22	[(0.1960, 0.3257), (0.7428, 0.8364)]	[(0.1960, 0.3257), (0.7428, 0.8364)]	[(0.1282, 0.2256), (0.7721, 0.8630)]	[(0.0682, 0.1387), (0.8984, 0.9540)]	[(0.0600, 0.1254), (0.9061, 0.9594)]
K23	[(0.2402,0.3780), (0.7294, 0.8232)]	[(0.2402, 0.3780), (0.7294, 0.8232)]	[(0.1579, 0.2697), (0.7528, 0.8460)]	[(0.1212, 0.2171), (0.7898, 0.8782)]	[(0.0849, 0.1650), (0.8652, 0.9332)]
K24	[(0.1824, 0.3058), (0.7462, 0.8397)]	[(0.1824, 0.3058), (0.7462, 0.8397)]	[(0.1342, 0.2345), (0.7669, 0.8586)]	[(0.0974, 0.1826), (0.8453, 0.9178)]	[(0.0682, 0.1387), (0.8984, 0.9540)]
K31	[(0.6166, 0.7898), (0.3934, 0.5258)]	[(0.6166, 0.7898), (0.3934, 0.5258)]	[(0.4185, 0.5947), (0.4721, 0.6022)]	[(0.4296, 0.6093), (0.4815, 0.6097)]	[(0.3396, 0.4975), (0.5401, 0.6636)]
K32	[(0.3884, 0.5503), (0.4993, 0.6257)]	[(0.5906, 0.7712), (0.4029, 0.5356)]	[(0.3266, 0.4785), (0.5834, 0.7031)]	[(0.4485, 0.6240), (0.4752, 0.6029)]	[(0.3388, 0.4902), (0.5514, 0.6729)]
K33	[(0.2308,0.3635), (0.6231, 0.7417)]	[(0.2308, 0.3635), (0.6231, 0.7417)]	[(0.1854, 0.3041), (0.6824, 0.7949)]	[(0.1961, 0.3161), (0.6496, 0.7658)]	[(0.1873, 0.3041), (0.6590, 0.7742)]
K34	[(0.6719, 0.8284), (0.3726, 0.5048)]	[(0.6436, 0.8089), (0.3833, 0.5156)]	[(0.3874, 0.5423), (0.5129, 0.6368)]	[(0.4900, 0.6641), (0.4444, 0.5745)]	[(0.4900, 0.6641), (0.4444, 0.5745)]

Çizelge 4.16.(devam) Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5
K41	[(0.3129, 0.4672), (0.5872, 0.7073)]	[(0.3129, 0.4672), (0.5872, 0.7073)]	[(0.2052, 0.3285), (0.6397, 0.7570)]	[(0.2248, 0.3548), (0.6184, 0.7379)]	[(0.2052, 0.3285), (0.6397, 0.7570)]
K42	[(0.2178, 0.3447), (0.7716, 0.8610)]	[(0.4054, 0.5636), (0.4935, 0.6194)]	[(0.5265, 0.7072), (0.4289, 0.5602)]	[(0.5497, 0.7243), (0.4206, 0.5515)]	[(0.4560, 0.6237), (0.4588, 0.5878)]
K43	[(0.2665, 0.4122), (0.6101, 0.7292)]	[(0.2665, 0.4122), (0.6101, 0.7292)]	[(0.1132, 0.2069), (0.8478, 0.9196)]	[(0.1961, 0.3161), (0.6496, 0.7658)]	[(0.0666, 0.1421), (0.9209, 0.9701)]
K44	[(0.3038, 0.4630), (0.7078, 0.8025)]	[(0.3038, 0.4630), (0.7078, 0.8025)]	[(0.1446, 0.2534), (0.8287, 0.9038)]	[(0.1992, 0.3255), (0.7384, 0.8323)]	[(0.1273, 0.2290), (0.8429, 0.9156)]
K45	[(0.2959, 0.4519), (0.7047, 0.7998)]	[(0.4694, 0.6485), (0.4517, 0.5822)]	[(0.4694, 0.6485), (0.4517, 0.5822)]	[(0.1016, 0.2031), (0.9263, 0.9715)]	[(0.0854, 0.1835), (0.9414, 0.9809)]

Adım 2: m toplam alternatif sayısı, 3. bölümde verilmiş olan Eşitlik 3.2, i. alternatifin önceliği formülü kullanılarak $P_{Ai} = \frac{1}{m}$; $\sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1$, $i=1, 2, 3, \dots, m$ hesaplanmıştır, karar verici alternatiflerin her birine eşit uzaklıkta olduğundan önceliklerin hepsi eşittir,

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}, m = 5; P_{Ai} = \frac{1}{5}, P_{Ai} = 0,2.$$

Adım 3: Alternatiflerin öncelikleri (P_{Ai}), kriter ağırlıkları (w_j), ile Eşitlik 3.13'teki gibi çarpılarak teorik derecelendirme matrisi oluşturulmuştur. Çizelge 4.17. Teorik derecelendirme matrisini göstermektedir.

Çizelge 4.17. Teorik derecelendirme matrisi.

	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]
K12	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]
K13	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]
K14	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]
K15	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]
K21	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]
K22	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]
K23	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]
K24	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]
K31	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]
K32	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]
K33	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]
K34	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]

Çizelge 4.17.(devam) Teorik derecelendirme matrisi.

	A1	A2	A3	A4	A5
K41	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]
K42	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]
K43	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]
K44	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]
K45	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]

Adım 4. Teorik derecelendirme matrisi ve karar matrisinden faydalanılarak gerçek derecelendirme matrisi oluşturulmuştur. Çizelge 4.18., Eşitlik 3.12 ve Eşitlik 3.18 kullanılarak oluşturulan gerçek derecelendirme matrisini göstermektedir. Gerçek derecelendirme matrisi oluşturulurken maksimizasyon tipli kriterler için Eşitlik 3.5, minimizasyon tipli kriterler için Eşitlik 3.6 kullanılmıştır.

Çizelge 4.18. Gerçek derecelendirme matrisi.

	A1	A2	A3	A4	A5
K11	[(0.2925, 0.3748), (0.8668, 0.9029)]	[(0.2448, 0.3143), (0.9200, 0.9421)]	[(0.2966, 0.3800), (0.8613, 0.8988)]	[(0.1670, 0.2148), (0.9740, 0.9813)]	[(0, 0), (1, 1)]
K12	[(0.3462, 0.4410), (0.8917, 0.9207)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.3566, 0.4539), (0.8821, 0.9135)]	[(0.3175, 0.4052), (0.9158, 0.9385)]
K13	[(0.3528, 0.4472), (0.8536, 0.8919)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.1473, 0.1881), (0.9888, 0.9919)]	[(0.2852, 0.3629), (0.9206, 0.9419)]	[(0.3638, 0.4608), (0.8404, 0.8818)]
K14	[(0.3670, 0.4571), (0.8539, 0.8915)]	[(0.3816, 0.4748), (0.8368, 0.8785)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.3745, 0.4662), (0.8453, 0.8849)]	[(0.2559, 0.3204), (0.9487, 0.9624)]
K15	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.1726, 0.2245), (0.9754, 0.9823)]	[(0.3179, 0.4113), (0.8539, 0.8930)]	[(0.3104, 0.4017), (0.8634, 0.9001)]	[(0.3211, 0.4152), (0.8498, 0.8899)]
K21	[(0.1773, 0.2521), (0.9073, 0.9376)]	[(0.1790, 0.2544), (0.9047, 0.9358)]	[(0.1532, 0.2179), (0.9392, 0.9593)]	[(0.1070, 0.1524), (0.9789, 0.9860)]	[(0, 0), (1, 1)]
K22	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1292, 0.1918), (0.9557, 0.9719)]	[(0.0518, 0.0769), (0.9971, 0.9982)]	[(0, 0), (1, 1)]
K23	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1616, 0.2363), (0.9370, 0.9594)]	[(0.1431, 0.2094), (0.9558, 0.9716)]	[(0.1227, 0.1796), (0.9720, 0.9820)]	[(0, 0), (1, 1)]
K24	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1435, 0.2130), (0.9397, 0.9617)]	[(0.1327, 0.1970), (0.9520, 0.9696)]	[(0.0983, 0.1460), (0.9802, 0.9875)]	[(0, 0), (1, 1)]
K31	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.3955, 0.5094), (0.8225, 0.8690)]	[(0.2757, 0.3581), (0.9372, 0.9545)]	[(0.2783, 0.3615), (0.9355, 0.9532)]	[(0, 0), (1, 1)]
K32	[(0.2849, 0.3642), (0.9387, 0.9554)]	[(0.4156, 0.5264), (0.8175, 0.8648)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.3327, 0.4242), (0.9035, 0.9295)]	[(0.1938, 0.2485), (0.9804, 0.9859)]
K33	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.1630, 0.2246), (0.9513, 0.9668)]	[(0.1406, 0.1939), (0.9685, 0.9786)]
K34	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.1993, 0.2516), (0.9812, 0.9864)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.3728, 0.4670), (0.8809, 0.9123)]	[(0.3728, 0.4670), (0.8809, 0.9123)]
K41	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0.2207, 0.3019), (0.8934, 0.9261)]	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.1427, 0.1957), (0.9701, 0.9795)]	[(0, 0), (1, 1)]
K42	[(0, 0), (1, 1)]	[(0.3856, 0.4826), (0.8687, 0.9032)]	[(0.4311, 0.5374), (0.8195, 0.8659)]	[(0.4373, 0.5447), (0.8121, 0.8602)]	[(0.4070, 0.5084), (0.8468, 0.8866)]
K43	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.2106, 0.2899), (0.8976, 0.9297)]	[(0.1296, 0.1787), (0.9752, 0.9832)]	[(0.1966, 0.2707), (0.9160, 0.9425)]	[(0, 0), (1, 1)]
K44	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.2141, 0.2990), (0.9306, 0.9534)]	[(0.0982, 0.1375), (0.9931, 0.9954)]	[(0.1812, 0.2533), (0.9575, 0.9716)]	[(0, 0), (1, 1)]
K45	[(0.2918, 0.3772), (0.9108, 0.9351)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.3648, 0.4694), (0.8312, 0.8756)]	[(0.1143, 0.1485), (0.9945, 0.9960)]	[(0, 0), (1, 1)]

Adım 5: Toplam boşluk matrisi Teorik derecelendirme matrisinin elemanlarından gerçek derecelendirme matrisinin elemanları Eşitlik 3.7’deki gibi çıkartılarak elde edilmiştir. Ayrıca mesafe hesabı için Eşitlik 3.18 kullanılmıştır. Çizelge 4.19. toplam boşluk matrisini göstermektedir.

Çizelge 4.19. Toplam boşluk matrisi

Toplam Boşluk Matrisi	A1	A2	A3	A4	A5
K11	0,0058	0,0645	0,0000	0,1301	0,1706
K12	0,0906	0,0000	0,2584	0,0782	0,1220
K13	0,0151	0,2152	0,1913	0,0956	0,0000
K14	0,0199	0,0000	0,2247	0,0097	0,1393
K15	0,1904	0,1494	0,0044	0,0149	0,0000
K21	0,0024	0,0000	0,0335	0,0745	0,1006
K22	0,0000	0,0000	0,0156	0,0600	0,0645
K23	0,0000	0,0000	0,0192	0,0363	0,0709
K24	0,0000	0,0000	0,0121	0,0408	0,0645
K31	0,0000	0,0000	0,1424	0,1400	0,2461
K32	0,1535	0,0000	0,2584	0,1058	0,2169
K33	0,0000	0,0000	0,1146	0,0553	0,0742
K34	0,2721	0,2303	0,0000	0,0849	0,0849
K41	0,0000	0,0000	0,1210	0,0815	0,1210
K42	0,0535	0,0410	0,0067	0,0000	0,0280
K43	0,0000	0,0000	0,0214	0,0130	0,0132
K44	0,0000	0,0000	0,0310	0,0213	0,0311
K45	0,0352	0,0000	0,0000	0,0141	0,0114

Adım 6: Oluşturulan toplam boşluk matrisinde her bir alternatifin kriter ağırlıkları Eşitlik 3.9’daki gibi toplanarak alternatiflerin ağırlık dereceleri hesaplanmış elde edilen değerler içerisinde en küçük değere sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4.20. alternatiflerin sıralamasını göstermektedir.

Çizelge 4.20. Alternatiflerin sıralaması

	Toplam	Sıralama
A1	1,1149	2
A2	0,7287	1
A3	1,5636	4
A4	1,2675	3
A5	1,9461	5

ADqSBS temelli MAIRCA ile elde edilen sıralamada çalışmanın yapıldığı işletme için en uygun akıllı tedarikçi alternatifi A2 olarak bulunmuştur. A2 alternatifini sırasıyla A1-A4-A3 ve A5 alternatifleri izlemektedir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tedarik zinciri yönetimi artan küreselleşme nedeniyle gerçek hayatta işletmelerde ve literatürde oldukça önemli bir hale gelmiştir. İşletmeler verimli tedarik zincirleri inşa ederek rekabet güçlerini arttırmak için en ideal tedarikçilerle stratejik işbirlikleri kurmayı hedeflemektedirler. Tedarikçi seçimi kararları işletme karlılığında oldukça etkili olduğu ve işletmelerin teslim sürelerini direkt etkilediği için doğru tedarikçi seçimi toplam maliyeti önemli oranda azaltacaktır. Ancak tedarikçi seçimleri birden fazla çelişen ve belirsiz kriter içerebildikleri için bu süreç karmaşık ve zordur. Bu belirsiz ve çelişkili kriterleri değerlendirmede klasik ÇÖKV teknikleri çoğu zaman yeterli olmamaktadır.

Bu çalışmada çelişen ve belirsiz kriterleri değerlendirmek amacı ile literatürde yer almayan aralık değerli q seviyeli bulanık sayı temelli MAIRCA yöntemi önerilmiştir. Bu yeni öneri bir otomotiv yan sanayi firmasında akıllı tedarikçi seçimi problemi üzerinde uygulanmıştır. Akıllı tedarikçi seçimi için kriterler belirlenirken yapılan detaylı literatür çalışması ile geleneksel kriterlerin yanında akıllı kriterler de eklenmiştir. Çalışmada uzmanların ifadelerinde yer alan belirsizliklerin probleme yansıtılabilmesi için aralık değerli bulanık sayı kullanılmıştır. Akıllı tedarikçi seçimi kavramını oluşturan kriterlerin alternatifler için ağırlıklarını araştırmak amacıyla ADqSBS temelli MAIRCA kullanılarak uzmanların dilsel ifade tanımları bulanık sayısal ifadelere dönüştürülmüştür.

Önerilen bu yeni ÇÖKV (ADqSBS temelli MAIRCA), yöntemi, tedarikçi seçimi ya da akıllı tedarikçi seçimi problemlerinin haricinde birbiri ile çelişen ve belirsiz kriterler içeren tüm karmaşık karar verme problemlerinde kullanılabilir. Literatürde bir çok çok kriterli karar verme yöntemi mevcuttur ve yeni yöntemler de eklenmeye devam etmektedir. Gelecek çalışmalarda farklı karar verme yöntemlerinin aralık değerli q seviyeli bulanık sayı entegrasi ile araştırmalar yapılabilir. Aralık değerli q seviyeli sayılar yeni uzantılarla geliştirilerek hem MAIRCA yöntemine hem de literatürdeki diğer çok ölçütlü karar verme yöntemlerine bir temel olarak kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Alavi B., Tavana, M., Mina, H., (2021). A dynamic decision support system for sustainable supplier selection in circular economy, *Sustainable Production and Consumption*, 27, 905-920.
- Al-Habbahbeh S.J. 2022,. The effects of supply chain integration on supply chain capabilities, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi İngilizce İşletme Ana Bilim Dalı*, İstanbul.
- Ali, G., Afzal, M., Asif, M., Shazad, A., (2022). Attribute reduction approaches under interval-valued q-rung orthopair fuzzy sof framework. *Applied Intelligent*. 52, 8975-9000.
- Alikhani, R., Torabi, S.S, Altay, N., (2019). Strategic supplier selection under sustainability and risk criteria, *International Journal of Production Economics*, 208, 69-82.
- Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C., (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain, *International Journal of Production Economics*, 104(2), 394-407.
- Atanassov, K.T., (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87–96.
- Bacın M., (2018). Sustainable supplier selection problem with integrate QFD-ANP approach in Turkish textile & clothing industry, Master Thesis, *Galatasaray University Graduate School of Science and Engineering*, İstanbul.
- Bai, C., Kusi-Sarpong, S., Ahmadi H.B., Sarkis, J., (2019). Social sustainable supplier evaluation and selection: A group decision-support approach. *International Journal of Production Research*, 57, 7046-7067.
- Baskaran, V., Nachiappan, S., Rahman, S., (2012). Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 647-658.
- Boral, S., Howard, I., Chaturvedi, S.K., McKee, K., Naikan, V.N.A. (2020). A novel hybrid multi-criteria group decision making approach for failure mode and effect analysis: An essential requirement for sustainable manufacturing, *Sustainable Production and Consumption*, 21(2), 14-32.
- Bozarth, C. C., Warsing, D. P., Flynn, B. B., Flynn, E. J., (2009). The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. *Journal of Operations Management*, 27(1), 78-93.
- Chen, C.T., Lin, C-T., Huang, S-F., (2006). “A fuzzy approach for supplier evaluation, *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289-301.

- Chen, Z., Ming, X., Zhou, T. and Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty. An integrated rough fuzzy approach, 87.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). Supply chain management. Strategy, planning, and operation. 19(3), 212-213.
- Croxton, K.L., García-Dastugue, S., Lambert, D.M., Rogers, D., (2001). The supply chain management processes. The International Journal of Logistics Management, 12(2), 13-36.
- Dağdeviren M., Eren, T., (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 1-0 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(1), 41-52.
- Dhara, A., Kaur, G., Arunachalam, P.M.K., Majumder, A., Yadav, R. (2021). An efficient decision support system for selecting very light business jet using CRITIC-TOPSIS method. Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 94(3), 458-472.
- Dudek, G., (2009). Collaborative planning in supply chains: A negotiation-based approach. (2. baskı), Springer yayın, Mainz.
- Ecer, F., Büyükaslan A., Zolfani, S.H., (2022), Evaluation of cryptocuurencies for investment decisions in the era of Industry 4.0; A borda count-based intuitionistic fuzzy set extensions EDAS-MAIRCA-MARCOS multi-criteria methodology. Axioms, 11(8), 404, <https://doi.org/10.3390/axioms11080404>.
- Elagözlü, P., 2022, Socially sustainable supplier selection using AHP: an industrial application, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, M. 2022, Assessing farmers' perception to Agriculture 4.0 technologies: A new interval-valued spherical fuzzy sets-based approach, International Journal of Intelligent Systems 37(2), pp. 1751-1801.
- Ghadimi, P., Wang, C., Lim, M. K., Heavey, C., (2019). Intelligent sustainable supplier selection using multiagent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains. Computers & Industrial Engineering, 127, 588-600.
- Glasheen, J. ,(2020), What is Order Management? Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/in-en/supply-chain/order-management>.
- Guarnieri P., Trojan F. (2019), Decision making on supplier selection based on social, ethical, and environmental criteria: A study in the textile industry. Resources, Conservation and Recycling, 141, 347–361.

- Gündoğdu, F., 2019, Generalization of intuitionistic, pythagorean and neutrosophic fuzzy sets: spherical fuzzy sets and decision making, Ph.D. Thesis, İstanbul Technical University Graduate School of Science Engineering and Technology, İstanbul.
- Haghighatnejad M. 2019, Application of lean principles on supply chain management in constructiın through system dynamic modeling, Master Thesis, Yeditepe Universty Graduate School of Natural and Applied Scieces, İstanbul.
- Hasan, M. M., Jiang, D., Ullah, A. M. M. S., Noor-EAlam, M., (2020). Resilient supplier selection in logistics 4.0 with heterogeneous information. *Expert Systems with Applications*, 139.
- Hugos, M.H., (2006). *Essentials of supply chain management*. John Wiley & Sons.
- Hosseini, S. Khaled, A., (2019). A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(4), 207–228.
- Joshi BP, Singh A, Bhatt PK, Vaisla KS., (2018). Interval valued q-rung orthopair fuzzy sets and their properties. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 35(5), 5225–5230.
- Ju, Y.B., Luo, C., Ma, J., Gao, H.X., Gonzalez, E., Wang, A.H., (2019). Some interval-valued q-rung orthopair weighted averaging operators and their applications to multipleattribute decision making. *International Journal of Intelligent Systems*, 34 (10), 2584–2606.
- Kaya R., Yet, B., (2019). Building Bayesian networks based on DEMATEL for multiple criteria decision problems: A supplier selection case study. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.053>.
- Ketchen, D. J., Hult,mG., (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of Operation Management*, 25(2), 573-580.
- M. A. Khan, M. Baseer, (2016). Globalization of logistics and supply chain management. *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Liang, Y., Ju, Y., Martinez, L., Tu, Y., (2022). Sustainable battery supplier evaluation of new energy vehizles using a distributed linguistic outranking method considering bounded rational behavior. *The Journal of Energy Storage*, 48(5), 103901.
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., Rao, S. S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107-124.

- Liu, G., Fan, S., Tu, Y., Wang, G., (2021). Innovative supplier selection from collaboration perspective with a hybrid MCDM model: A case study based on NEVs manufacturer. *Symmetry*, 13(1), 143-191.
- Marion, G., (2018). Is Supply Chain Your Competitive Advantage?, <https://www.thebalancesmb.com/is-supply-chain-yourcompetitive-advantage-222129>
- Molamohamadi, Z., Ismail, N., Leman, Z., Zulkifli, N., (2013). Supplier selection in a sustainable supply chain, *Journal of Advanced Management Science*, 1(3), 278-281.
- Mostafa M., 2020, Artificial intelligence application in supply chain management and analysis in Turkey, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi İşletme Ana Bilim Dalı*, İstanbul.
- Min, H., (2015). The Essentials of supply chain management: New business concepts and applications. USA. Pearson Education.
- Moharana, H.S., Murty, J.S., Senapati, S.K. and Khuntia, K., (2011). Importance of information technology for effective supply chain management. *International Journal of Modern Engineering Research*, 1, 147-151.
- Galo, N.R., Calache, L.D.D.R., Carpinetti, L.C.R., (2018). A group decision approach for supplier categorization based on hesitant fuzzy and ELECTRE TRI *International Journal of Production Economics*, 202 182–196.
- Özilhan, D., (2010). Müşteri ilişkileri yönetimi (MİY), uygulamalarının işletme performansına etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 1, 18-30.
- Pamucar, D. S., Tarle, S. P., Parezanovic, T., (2018). New hybrid multicriteria new decision-making dematel-mairca model: sustainable selection of a location for the development of multimodal logistics centre. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31(1), 1641-1665.
- R. Rajesh ve V. Ravi., (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 86, 343-359.
- Ryan, M., (2017). Service Management: An Integrated Approach, Larsen and Keller Education, New York.
- Sarkis, J. and Talluri, S., (2002). A model for strategic supplier selection. *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 18-28.
- Shaharudin, M.R., Govindan, K., Zailani, S., Tan, K.C., Iranmanesh, M., (2017). Product return management: Linking product returns, closed-loop supply chain activities

- and the effectiveness of the reverse supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1144-1156.
- Shin H., Collier D.A., Wilson D.D., (2000). Supply management orientation and supplier/buyer performance. *Journal of Operations Management*, 18(3), 317-333.
- Tam, M.C.Y., Tummala V.M.R, (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega*, 29(2), 171-182.
- Tan, W.C, Sidhu, M.S, (2022). Review of RFID and IoT Integration in Supply Chain Management, *Operations Research Perspectives*, (9).
- Tanyaş, M., (2010). Kümeler için tedarik zinciri yönetimi kılavuzu, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti: T.C. Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Torğul B., Paksoy T., (2023). Smart and sustainable supplier selection using interval type-2 Fuzzy AHP. *Politeknik Dergisi*, Erken Görünüm Makale.
- Trung, N.Q., Thanh, V.N., Nguyen, V.T., Syed, T.H, (2022). Fuzzy decision model: evaluating and selecting open banking business partners, *Computers, Materials and Continua* 72(3), 4557-4570.
- Yager, R. R., (2013). Pythagorean fuzzy subsets. 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), 57-61.
- Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., (2011). Multiple criteria decision making (MCDM), methods in economics: An overview, *Technological and Development of Economy*, 17(2), 397-427.
- Zhu, G.-N., Ma, J., Hu, J. 2021, Evaluating biological inspiration for biologically inspired inspired design: An integrated DEMATEL-MAIRCA based on fuzzy rough numbers. *International Journal of Intelligent Systems* 36(10), pp. 6032-6065.