

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENTEĞRE ET TESİSİNDE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ
İLİŞKİSEL ANALİZ VE AKSİYOMATİK TASARIM
YÖNTEMLERİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ecmel Şeza ARDALI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı

TEMMUZ 2024

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENTEĞRE ET TESİSİNDE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ
İLİŞKİSEL ANALİZ VE AKSİYOMATİK TASARIM
YÖNTEMLERİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ecmel Şeza ARDALI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tijen Över ÖZÇELİK

Ortak Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yasin KIRELLİ

TEMMUZ 2024

Ecmel Şeza Ardalı tarafından hazırlanan “Entegre Et Tesisinde Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin Gri İlişkisel Analiz Ve Aksiyomatik Tasarım Yöntemleri Uygulaması” adlı tez çalışması 09.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

- Jüri Başkanı :** **Doç. Dr. Seher ARSLANKAYA**
Sakarya Üniversitesi
- Jüri Üyesi :** **Doç. Dr. Tijen ÖVER ÖZÇELİK** (Danışman)
Sakarya Üniversitesi
- Jüri Üyesi :** **Dr. Öğr. Üyesi Serap ERCAN CÖMERT**
Sakarya Üniversitesi
- Jüri Üyesi :** **Dr. Öğr. Üyesi Yasin KIRELLİ** (Ortak Danışman)
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
- Jüri Üyesi :** **Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “ENTEGRE ET TESİSİNDE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ VE AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMLERİ UYGULAMASI” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

Ecmel Şeza ARDALI



TEŞEKKÜR

Bu akademik çalışmanın tamamlanmasında beni yönlendiren, rehberliği, bilgeliği ve destekleri için tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Tijen Över Özçelik'e içtenlikle teşekkür ederim. Değerli yönlendirmeleri ve sağladığı perspektifler, çalışmanın niteliğini artırmak adına önemli rol oynamıştır.

Ayrıca, süreç boyunca manevi desteklerini eksik etmeyen ailem ve dostlarıma sağladıkları destek, anlayış ve motivasyon için teşekkür ederim. Onların destekleri, bu çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına önemli katkı sağlamıştır.

Saygılarımla.

Ecmel Şeza ARDALI



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Literatür Araştırması	3
1.2.1. Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yaklaşımları.....	3
1.2.2. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme yaklaşımları	4
1.2.3. Gıda sektöründe sürdürülebilirlik	7
1.3. Gıda Sektörüne Genel Bakış	8
1.4. Kırmızı Et Sektörü	9
2. YÖNTEM.....	13
2.1. Gri İlişkisel Analiz	14
2.2. Aksiyomatik Tasarım	17
2.2.1. Ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım.....	21
2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi	21
2.3.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi.....	22
2.3.1.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesinin çözüm adımları.....	22
3. UYGULAMA.....	25
3.1. Problemin Tanımı.....	25
3.2. Kriter ve Tedarikçilerin Tanımları	26
3.3. Gri İlişkisel Analiz Uygulaması	28
3.4. BAHF İle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	31
3.5. Gri İlişkisel Analiz Metoduyla Tedarikçi Seçimi	34
3.5.1. Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulması.....	34
3.5.2. Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması.....	35
3.5.3. Karar matrisinin normalize edilmesi ve matrisin oluşturulması	35
3.5.4. Mutlak fark tablosunun oluşturulması	37
3.5.5. Gri ilişkisel katsayı tablosunun oluşturulması	38
3.5.6. Ağırlıklar dikkate alınarak gri ilişkisel katsayıların bulunması ve sıralama	38
3.6. Bulanık Aksiyomatik Tasarım Uygulaması	39
3.7. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım.....	45
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	49
KAYNAKLAR	53

ÖZGEÇMİŞ.....	57
---------------	----



KISALTMALAR

ABAT	:Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım
AHP	:Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	:Analitik Ağ Süreci
AT	:Aksiyomatik Tasarım
BAHP	:Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAT	:Bulanık Aksiyomatik Tasarım
COPRAS	:Complex Proportional Assessment
ÇKKV	:Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	:Elimination And Choice Translating Reality English
FAO	:Birleşmiş Milletler Gıda Ve Tarım Örgütü
GİA	:Gri İlişkisel Analiz
GİK	:Gri İlişkisel Katsayı
MOORA	:Multi Objective Optimization By Ratio Analysis
QFD	:Kalite Fonksiyon Dağılımı
SWARA	:Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
TOPSIS	:Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution
VIKOR	:Çok Kriterli Optimizasyon Ve Uzlaşık Çözüm
WASPAS	:Weighted Aggregated Sum Product Assessment



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Özet literatür tablosu.	6
Tablo 1.2. Türkiye ‘de yıllık kişi başına düşen kırmızı et tüketimi	10
Tablo 2.1. Sübjektif kriterler için gri sayı karşılıkları tablosu.	14
Tablo 3.1. Subjektif ve objektif değerler.....	25
Tablo 3.2. Tedarikçi değerlendirme anketi.....	29
Tablo 3.3. Uzmanların tedarikçileri değerlendirme skalası.....	29
Tablo 3.4. Uzman kişilerin kriterleri, tedarikçileri bazında değerlendirmesi.....	29
Tablo 3.5. Uzman kişilerin, kriterlerinin sayısallaştırılması	30
Tablo 3.6. Tedarikçi ve kriterlere ait aritmetik ortalamalar	31
Tablo 3.7. Bulanık önem dereceleri	32
Tablo 3.8. Kriterlerin ikili karşılaştırması	32
Tablo 3.9. Bulanık geometrik ortalamalar.....	33
Tablo 3.10. Bulanıklaştırılmış ağırlıklar	34
Tablo 3.11. Karar matrisi tablosu	35
Tablo 3.12. Referans serisi eklenmiş karşılaştırma matrisi tablosu	35
Tablo 3.13. Normalizasyon matrisi	36
Tablo 3.14. Mutlak değer tablosu.....	37
Tablo 3.15. Gri ilişkisel katsayı tablosu	38
Tablo 3.16. Ağırlıklı gri ilişkisel katsayı (GİK) tablosu	39
Tablo 3.17. Fonksiyonel ihtiyaçlar için tasarım aralıkları.....	39
Tablo 3.18. Tedarikçiler için sistem aralığı verileri	40
Tablo 3.19. BAT bilgi içeriği sonuçları	45
Tablo 3.20. ABAT bilgi içeriği sonuçları.....	48
Tablo 4.1. Uygulanan yöntemlere göre sıralamalar	50



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tez akış şeması.....	13
Şekil 2.2. Aksiyomatik tasarımdaki dört alan (Suh, 2001).	18
Şekil 2.3. TA, SA, OA ve Fİ ‘nin olasılık dağılımı (Özel ve Özyörük, 2007).	19
Şekil 2.4. Sistem aralığı ve tasarım aralığı ortak alanı.	20
Şekil 2.5. Kriterlere bağlı alternatiflerin seçimi.....	22
Şekil 3.1. Bulanık küme teorisinin üçgensel gösterimi.....	40
Şekil 3.2. T1 için "kalite" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi.....	40
Şekil 3.3. T1 için "yeşil imaj" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi.....	41
Şekil 3.4. T1 için "çevreye duyarlı tekn. kul." kriterinin grafiksel ort. alan göst.	42
Şekil 3.5. T1 için "atık yönetimi" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi	43
Şekil 3.6. T1 için "yakıt kullanımı" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi	44



ENTEĞRE ET TESİSİNDE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ VE AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMLERİ UYGULAMASI

ÖZET

Geçmiş yıllara göre günümüzde tüketicilerin birçoğu, çevreye duyarlılık konusunda daha bilinçli ve hassas yaklaşımlar sergilemektedir. Teknolojinin gelişmesi ve insanların gün geçtikçe bilinçlenmesi durumu; işletmeleri, varlıklarını sürdürebilmeleri için tüketicilerin “yeşil” tercihleri doğrultusunda ürün üretme durumuna getirmiştir. Bu bağlamda en uygun tedarikçinin seçimi önem kazanmıştır.

Yeşil tedarik zinciri kavramı ürünlerin yaşam döngüleri boyunca hammadde tedarikçiden üretimine, lojistiğinden pazarlanmasına, geri dönüşümünden tekrar üretim döngüsüne katılmasına kadar olan tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığında işletmeleri yeşil tedarik yönetimine iten birçok farklı sebep olduğu görülmektedir. Her geçen gün artan çevre kirliliği, nüfusun artması yanı sıra doğal kaynakların hızla tükenmesi, tüketicinin talebi, toplumun baskısı, israfın ortaya çıkardığı maliyetler, hükümetlerin çevre politikaları ve benzeri sebepler yeşil tedarik zinciri yönetimini nerdeyse zorunlu hale getirmiştir.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, hem işletmelere hem de çevreye olumlu etkileri olduğu için her sektör tarafından uygulanabilmektedir. Bu sektörlerden biri de gıda sektörüdür. Nüfusun artması ile artan temel tüketim ihtiyaçlarının başında gıda gelmektedir. İnsan sağlığını doğrudan etkileyen gıda güvenliği ve hijyeni bu açıdan oldukça önemlidir. Gıda sektöründeki talebi karşılayabilmek, sürdürülebilirlik ve israfı önlemek için firmalar yeşil tedarik zinciri yönetimine ihtiyaç duymaktadır. Bu durum aynı zamanda ülke ekonomilerine de katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma Sakarya’da kırmızı et sektöründeki bir entegre et tesisi için yeşil tedarikçi seçimi problemini ele almaktadır. Bu çok kriterli karar verme (ÇKKV) probleminde tedarikçi seçimi için, Gri İlişkisel Analiz (GİA) ve Aksiyomatik Tasarım (AT) olmak üzere iki farklı yöntem ayrı ayrı uygulanmıştır. Problemde hem tüketicinin ihtiyaç ve talepleri hem de üreticinin beklentileri değerlendirilerek, literatür araştırmaları neticesinde uzman görüşlerini de dikkate alarak sektör için en uygun kriterler oluşturulmuştur. Ele alınan uygulama için mevcut beş kriter ve yedi tedarikçi bulunmaktadır. Ancak bu kriterlerin her birinin önem derecesi farklı olduğundan; kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemine başvurulmuştur.

Çalışmanın sonucunda hangi kriterin daha önemli olduğu belirlenip, her iki yöntem değerlendirildikten sonra firma için en iyi yeşil tedarikçi sıralaması oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda tedarikçi firmaların yeşil politikaları konusunda oldukça hassas davrandıkları ancak geliştirmesi gereken alanlar olduğu görülmüştür.



APPLICATION OF GRAY RELATIONAL ANALYSIS AND AXIOMATIC DESIGN METHODS FOR GREEN SUPPLIER SELECTION IN INTEGRATED MEAT PLANT

SUMMARY

In recent years, there has been a significant increase in public awareness regarding environmental sensitivity and ecological issues. This rise in awareness is directly linked to the continuous advancements in technology and the growing societal sensitivity towards environmental problems. The rapid progression of technology, increased accessibility to information on environmental issues, and rising educational levels have led individuals to adopt more conscious and responsible behaviors concerning environmental matters. This process of awareness has heightened consumers' demand for eco-friendly products, subsequently encouraging businesses to produce and offer environmentally friendly products.

Today, consumers increasingly prefer products that reduce environmental impacts and are sourced from sustainable resources. These eco-friendly, or "green," products cause less harm to the environment both during production and throughout their use, and create positive effects on the ecosystem. This trend has necessitated that businesses provide eco-friendly products to gain a competitive advantage and expand their market share. Besides meeting consumer expectations, green products also offer significant advantages, such as enhancing brand image and receiving greater recognition from society.

In this context, the concept of green supply chain management (GSCM) has emerged as a broad perspective encompassing the entire lifecycle of products. GSCM is not limited to production processes but extends to include raw material procurement, logistics, marketing strategies, recycling, and re-manufacturing stages. This comprehensive approach holds strategic importance for businesses, supporting sustainable business practices. The aim of GSCM is to reduce environmental impacts and ensure long-term economic sustainability for businesses.

Green supply chain management is a holistic approach that addresses every stage of a product's lifecycle and aims to minimize environmental impacts. This management philosophy encompasses all stages from the initial procurement of raw materials to the production processes, logistics stages, marketing strategies, recycling processes, and re-manufacturing cycles. Minimizing environmental impacts and using resources sustainably at every stage are fundamental goals of GSCM. This approach seeks to reduce adverse effects on the environment and alleviate the burden on ecosystems.

Various studies and examinations conducted in the past reveal numerous factors that drive businesses towards adopting green supply chain management. Among these factors, the rapid increase in environmental pollution, the continuous growth in global population, and the accelerating depletion of natural resources are prominent. Environmental pollution encompasses issues such as air, water, and soil contamination, while the growth in the global population leads to more rapid

consumption of natural resources. This situation poses a significant threat to environmental sustainability.

Green supply chain management offers numerous benefits to both businesses and the environment, which is why it finds a wide application across different sectors. This management strategy reduces environmental impact and promotes the sustainable use of resources, making it a crucial strategic approach across all sectors. By adopting this approach, businesses not only fulfill their environmental responsibilities but also gain a competitive edge. GSCM integrates eco-friendly practices into every stage of business processes and encourages applications such as energy conservation, waste management, and emission reduction.

Particularly, the food sector stands out as a notable application area for green supply chain management. The food sector, which is crucial due to its direct impact on human health and its role as a primary consumption need amid a growing population, has seen increased demand for more sustainable practices in food production, processing, and distribution. Food safety and hygiene are critical in this context, as ensuring the safe production and delivery of food products is essential for public health.

To meet food sector demand, ensure sustainability, and prevent waste, firms must develop and integrate green supply chain management practices. These practices not only provide environmental benefits but can also lead to cost savings and increased operational efficiency for businesses. For example, improvements in waste management systems, energy efficiency projects, and water conservation strategies can provide both environmental and economic benefits.

Moreover, green supply chain practices can significantly contribute to national economies. Adopting sustainable production methods supports local economies and creates job opportunities. Environmentally friendly production processes and recycling practices help conserve natural resources and reduce environmental footprints. This, in turn, contributes to making national economies greener and more sustainable.

This study thoroughly examines the issue of green supplier selection within an integrated meat processing facility located in Sakarya. This comprehensive analysis focuses on a multi-criteria decision-making (MCDM) problem, evaluating two different methods for green supplier selection: Grey Relational Analysis (GRA) and Axiomatic Design (AD). The primary aim of the study is to determine the most suitable supplier by considering both consumer demands for eco-friendly products and the producers' capacities to meet these demands.

In this context, the study aims to manage and evaluate the green supplier selection process effectively. The analysis includes considering increasing consumer demands for eco-friendly and sustainable products and examining the significant role these demands play in supplier selection. Additionally, it addresses the expectations that producers must meet concerning eco-friendly products and their suitability in fulfilling these expectations.

Another critical phase of the study involved determining the most appropriate evaluation criteria specific to the sector, based on literature review and consultations with field experts. These criteria were selected as factors to measure suppliers' green performance, environmental sustainability, and overall compliance. The study identified the need to choose among five criteria and seven different suppliers. Given

that the importance of these criteria varies, the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) method was used to determine and rank the criteria weights.

The Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) method offers an objective and scientific approach to determining the relative importance of criteria and decision-making processes. After calculating the weights of each criterion, both methods were separately assessed to determine the most suitable supplier based on green performance. This process ensured a thorough examination and evaluation of environmental and operational factors in supplier selection.

The study's results highlight the current status and sensitivity of supplier firms regarding green policies. The findings reveal that while supplier firms show a certain level of sensitivity towards eco-friendly practices, there are areas needing improvement in their green policies and implementation strategies. Specifically, it has been identified that suppliers need to enhance certain areas of their green policies to adopt a more sustainable approach both environmentally and economically.

These findings underscore the significance of green supply chain management and its applicability across sectors. They also point to potential areas for development within the sector. The results indicate that it is crucial for supplier firms to further advance their green policies and sustainability strategies to embrace a more sustainable approach from both environmental and economic perspectives. These developments demonstrate that green supply chain management offers significant contributions not only to environmental sustainability but also to economic sustainability, highlighting the need for further adoption of such approaches in the future.

This comprehensive study provides valuable insights into how green supply chain management is applied across various sectors and the impacts of these applications on businesses and the environment. By examining the fundamental principles and application areas of green supply chain management, the study thoroughly explores the practical implications of these approaches across different sectors. The benefits of green supply chain management, such as enhancing environmental sustainability, more efficient resource use, and reduced operational costs, are evident. Additionally, this management strategy minimizes environmental impact, positively affects ecosystems, and strengthens public environmental responsibility.

The study also sheds light on the sector-specific applications of green supply chain management and its effects on business performance and environmental sustainability. It provides valuable information for future research and applications in this field. In particular, the identification of criteria for supplier selection and the application of various methods contribute to the knowledge base and strategic development in this domain.

In conclusion, this study emphasizes the scope and importance of green supply chain management, offering in-depth information on the methods and criteria required for its effective implementation. This approach benefits both businesses and the environment, providing valuable insights for evaluating current practices and future strategic planning. The study's findings expand the knowledge and application areas of green supply chain management and lay a significant foundation for further development of sustainable business practices.



1. GİRİŞ

20. yüzyılın başlarından itibaren insanlar tüm tarihlerden daha fazla kaynak tüketmektedirler. Nüfusun hızla artması ve aşırı tüketim ile birlikte ortaya çıkan çevre kirliliğinin ileriki yıllarda geri dönüşü olmayan sonuçlar yaşanmasına neden olacağı öngörülmektedir. Amerikalı çevreci Barry Commoner asıl sorunun sanayi toplumlarının tüketime dayalı yaşam biçimlerinden kaynaklandığını ileri sürmüş ve günümüz endüstriyel yöntemlerinin çevrenin aktif olarak kirlenmesine neden olduğunu söylemiştir (MEB, 2020).

Günümüzde çevre üzerine yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucu toplumlar bu konuda bilinçlenmişlerdir. Bununla birlikte çevreye duyarlı bireyler, ürün seçme konusunda daha hassas davranmaya başlamışlardır. Bu durum firmaları da ürün ve üretim konusunda daha seçici hale getirmiştir. Bunun sonucunda firmalar arasında rekabetin artmasıyla birlikte, firmaların varlıklarını devam ettirebilmeleri için çevreyi korumaya yönelik yeşil politikalar uygulaması zamanla bir zorunluluk haline gelmiştir.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yakın zamanda sık sık adından söz ettiren “sürdürülebilirlik” algısı oldukça önem kazanmıştır. Hult International Business School'dan Prof. Matt Johnson, tüketicilerin markaların sürdürülebilirlik kavramından etkilendiğini ve bu algıya sahip markaların ürünlerine daha fazla ödeme yapma eğiliminde olduklarını belirtiyor (Göksel, 2022). Bazı raporlara göre, son beş yılda küresel çapta tüketicilerin %85'i sürdürülebilir alışveriş alışkanlıkları benimsedi. Aynı araştırmada, tüketicilerin %60'ı "sürdürülebilirlik" kavramını önemli bir satın alma kriteri olarak görüyor.

Firmaların müşteri memnuniyeti ve performanslarını artırmaları yalnızca kendi çalışmalarına bağlı değildir. Aynı zamanda çalışmış oldukları tedarikçilerin performansı ile de doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple firmalar tedarikçi seçiminde de önemli bir problemle karşı karşıya gelmektedirler. Tedarikçi seçimi problemlerinde maliyet, performans, kalite vb. birçok kriterin yanı sıra artık yeşil tedarikçi olup olmaması durumu da aranan bir kriter haline gelmiştir.

Bu çalışmada söz konusu olan firma, müşteri talepleri, ve firmanın yeşil politikaları doğrultusunda kendisine en uygun tedarikçileri belirlemek istemektedir. Çalışmada kullanılacak kriterler literatür araştırmaları sonucu sektör için uygun olan kriterler uzman kişilerden de yardım alarak belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma için beş kriter ve halihazırda yedi tedarikçi mevcuttur. Mevcut firmalar arasından en iyi tercih sıralamasını yapmak için ÇKKV yöntemlerinden olan GİA ve AT yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır.

GİA; eksik veya kesinlik içermeyen veriler, veriler arasında karmaşık ilişkilerin bulunduğu durumlarda karar verme, sıralama, seçme tekniği olarak anlamlı sonuçlar verdiği kanıtlanmış bir karar verme yöntemidir. Bu çalışmada ele alınan ÇKKV probleminde hem dilsel hem de sayısal veriler bulunduğu için GİA uygulaması içerisinde ağırlıkların belirlenmesi aşamasında dilsel verilerin sayısallaştırılması için BAHF metoduna başvurulmuştur.

AT; müşteri isteklerine göre fonksiyonel ihtiyaçları ve kısıtları belirleyerek tasarım amaçlarının açık bir şekilde ortaya konulmasına yarayan bir metottur. Anlamlı bir tasarım yaklaşımı neyi başarmak istediğimizin net bir şekilde ortaya konmasıyla başlayıp, bunu nasıl başaracağımızın net bir tanımıyla tamamlanmalıdır. Tasarımda istenilmeyen özelliklerin ortadan kaldırılmasını sağlayan, tasarımcıyı istenen hedefe odaklayan, en iyi tasarımın seçilmesine yardımcı olan bu yöntem ÇKKV problemlerinde tercih edilmektedir.

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışma, kırmızı et sektöründe faaliyet gösteren bir entegre et tesisinde yeşil tedarikçi seçimi problemini ele almaktadır. Günümüzde tüketicilerin çevreye duyarlılık konusundaki artan talepleri ve işletmelerin sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımları, tedarik zinciri yönetiminde yeşil tercihlerin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kırmızı et sektöründeki bir tesisin, çevresel etkileri minimize ederek yeşil tedarikçi politikaları doğrultusunda hareket etmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın öncelikli hedefi, tüketicinin ihtiyaç ve talepleri ile üreticinin beklentileri göz önünde bulundurularak belirlenen kriterler çerçevesinde en uygun yeşil tedarikçi firmaların seçimini gerçekleştirmektir. Bu kriterler arasında, çevre politikalarına uyum, geri dönüşüm politikaları, enerji verimliliği, kaynak kullanımı ve sürdürülebilirlik gibi kriterler değerlendirilmiştir.

1.2. Literatür Araştırması

1.2.1. Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yaklaşımları

Tedarik zinciri yönetiminin ilk basamağında tedarikçiler bulunmaktadır. Her türlü üretim sektöründe faaliyet gösteren firmalar, kendi faaliyet alanına uygun istedikleri tedarikçiler ile işbirliği yapabilmektedirler. Ancak doğru ve sürdürülebilir tedarikçi seçmek oldukça önemlidir. Bu durumda kararın rasyonelliği açısından ÇKKV yöntemlerinden faydalanmak tedarikçi seçimini kolaylaştırmaktadır (Demirci A. , 2021).

Literatüre baktığımız zaman, gerçek hayatta işletmelerin doğru tedarikçiyi seçebilmek için genellikle birden fazla kriteri olduğu görülmektedir. Bu sebeple tedarikçi seçim problemlerinde bütün kriterleri göz önüne alan ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmanın bu kısmında, tedarikçi seçiminde kullanılan ÇKKV yöntemlerinden bazılarına değinilmiştir.

2011 yılında Supçiller ve Çapraz tarafından yapılan bir araştırmada, tedarikçi seçimi problemi incelenmiştir. Çalışmada, geçmişte örnek çalışmalarda sıklıkla kullanılmış olan maliyet, kalite, teslimat ve hizmet kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiş ve bu ana kriterlerin alt kriterleri tanımlanmıştır. AHP ise, ana ve alt kriterlerin önem derecelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır; tedarikçi firmaların sıralanması için TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. (Supçiller ve O. Çapraz, 2011).

Şenkayas ve Hekimoğlu, duş tekneleri üreten bir firmanın beş alternatif tedarikçisi ve beş kritere dayanan bir problem için PROMETHEE yöntemini uygulamışlardır. Araştırmalarına göre, işletme performansını artırmak için tedarik zincirinin başlangıcından itibaren süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Rekabet avantajı sağlamak, büyük ölçüde iyi tedarikçilerin seçimine bağlıdır. PROMETHEE yöntemi, tedarikçi alternatiflerini çeşitli tercih fonksiyonları ile değerlendirerek, alternatiflerin hem kısmi hem de tam önceliklerini belirler ve daha detaylı bir analiz sunar (Şenkayas ve Hekimoğlu, 2013).

Adalı ve Işık çalışmalarında, SWARA ve WASPAS yöntemlerinin birleşimine dayanan bir ÇKKV yaklaşımının uygulanabilirliğini incelemiştir. Araştırmada, bir tekstil firmasının konfeksiyon alanında tedarikçi seçimi problemi ele alınmış ve bu problem beş farklı tedarikçi üzerinden değerlendirilmiştir (Adalı ve ark, 2017).

Çakın ve Özdemir 2013 yılında yaptıkları çalışmada, makine sektöründeki bir işletme için 12 tedarikçiyi içeren bir tedarikçi seçim problemi üzerinde çalışmışlardır. Doğru tedarikçi seçiminin hem nicel hem de nitel kriterlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirdiğini vurgulayan araştırmacılar, bu amaçla Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELEKTRE yöntemlerini bütünleştirerek kullanmışlardır (Çakın ve Özdemir, 2013).

Alakaş ve ekibi, sağlık sektöründe stratejik öneme sahip bir ambulans tedarikçisi seçim problemini incelemiştir. İlk olarak, tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler, uzmanlar tarafından yapılan anketlerle değerlendirilmiş ve AHP yöntemi ile bu kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından, AHP'den elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinde kullanılarak ambulans tedarikçileri değerlendirilmiştir (Alakaş ve ark, 2019).

Ergül, bir gıda işletmesinde yapmış olduğu tedarikçi seçiminde kriterlerin ağırlıklarını BAHF ile yöntemiyle hesaplamış daha sonra mevcut tedarikçiler arasında GİA ve MOORA yöntemi uygulanıp sonuçları değerlendirilmiştir (Ergül, 2015).

Demirci, çalışmasında birçok kriterin etkisi altında en iyi alternatifi belirlemek amacıyla geliştirilmiş olan ve ÇKKV teknikleri arasında yaygın olarak kullanılan AT tekniğini uygulamış ve bu yöntemi kullanarak lojistik tedarikçi seçimini gerçekleştirmiştir (Demirci, 2020).

1.2.2. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme yaklaşımları

Kılınç'a göre, geçmiş yıllardan günümüze kadar firmalar için öncelikli kriterler fiyat ve kalite olsa da günümüz şartlarından dolayı gittikçe önem kazanan çevre kriterleri de aynı tedarikçi seçme havuzunda olması gerekmektedir (Kılınç S. , 2018).

Yasal düzenlemeler ve müşterilerin artan çevre bilinci, işletmeleri tedarik zinciri faaliyetlerini çevreye daha az zarar verecek şekilde yeniden yapılandırmaya yönlendirmiştir. Bu doğrultuda, yeşil tedarikçi seçimi, yeşil tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır (Madenöglü, 2019).

Yeşil tedarikçi seçimi, geleneksel tedarikçi seçiminden farklı olarak, kriterlerin arasına yeşil parametresinin de eklenmesidir (Genovese ve ark, 2013).

Cao ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada elektrikli araç üreten bir firmanın üretim sürecindeki temel unsurlardan biri için en yeşil tedarikçiyi seçmek amaçlanmıştır. Tedarikçi seçiminde; çevresel maliyetler, yeniden üretme/kullanma

aksiyonu, enerji tüketimi, tersine lojistik, tehlikeli atık yönetimi ve çevre sertifikasyonu kriterleri dikkate alınmıştır (Cao ve ark, 2015).

Yin ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, 1952 yılında Çin’de kurulan bir inşaat firmasının tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Problemden 4 ana kriter ve 17 alt kriter mevcuttur. Ana kriterler, yapı malzemelerinin bilgisi, yeşil iş operasyonu, sürdürülebilir iş potansiyeli ve yeşil teknoloji yeteneği olarak seçilmiştir. Alt kriterler ise malzeme fiyatı, malzemenin yeşil derecesi, malzeme kalitesi, yeşil lojistik, finansal yetenek, yeşil sertifikasyon, malzemelerin çevre tasarımı, yeşil üretim, yeşil Ar-Ge yeniliği, kurumsal itibar ve benzeri olarak ele alınmıştır (Yin ve ark, 2017).

Batur ve Özyörük bebek maması üretimi için tedarikçi seçimi problemini ele almış ve çözüm yöntemi olarak tedarikçi seçiminde nitel ve nicel faktörlerin bir arada değerlendirilmesini sağlayan BAT kullanmışlardır (Batur ve Özyörük, 2018).

Literatür incelendiğinde yeşil tedarikçi seçimi problemlerinde farklı sektörler tarafından kullanılan birçok yöntem ve kriter olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarla ilgili özet niteliğinde Tablo 1.1. oluşturulmuştur.

Tablo 1.1. Özet literatür tablosu.

YAZAR	YIL	SEKTÖR	KRİTERLER	KULLANILAN YÖNTEM
Hajiaghaei ve ark.	2023	Gıda	Eko Tasarım Lojistik Atık Yönetimi Yeşil İmaj Çevre Yönetim Sistemi Çevre Dostu Teknoloji Çevre Dostu Malzemeler	Pisagor Bulanık Topsıs
Şahin ve Cezlan	2022	Sağlık	Yeşil Paketleme Yeşil Üretim Yeşil Tasarım Yeşil Dağıtım Yeşil Satın Alma Yeşil Lojistik Tersine Depolama	AHP TOPSIS
Ardalı	2020	Otomotiv	Yeşil Tasarım Yeşil Lojistik Yeşil Üretim Yeşil Satın Alma Yeşil Tersine Lojistik	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi(FAHP) Aksiyomatik Tasarım(AD)
Yazdani ve ark.	2017	Gıda	Finansal Kararlılık Çevre Yönetim Sistemleri Atık Yoketme Programı Yönetim Taahhüdü Kalite Kontrol Sistemleri İmalat Tesis Tersine Lojistik	Kalite Fonksiyon Dağıtımı(QFD) Karmaşık Oransal Değerlendirme(COPRAS) Oran Analizi Temelinde Çok Amaçlı Optimizasyon(MOORA)
Kannan ve ark.	2015	Plastik	Kalite Fiyat Teslimat Yeteneği Hizmet Kurumsal Sosyal Sorumluluk Çevre Yönetimi Kirlilik Kontrolü Yeşil İmaj Yeşil Ürün Tehlikeli Madde Yönetimi Yeşil Yenilikçilik	Bulanık Aksiyomatik Tasarım(FAD)
Hashemi ve ark.	2015	Otomotiv	Fiyat Kalite Teknoloji Kaynak Tüketimi Kirlilik Üretimi Yönetim Taahhüdü	Analitik Ağ Prosesi (ANP) Gri İlişkisel Analiz(GİA)

1.2.3. Gıda sektöründe sürdürülebilirlik

Türkiye’de birçok sektörde ihtiyaca yönelik sürdürülebilir yaklaşımlar izlenmektedir, ancak gıda sektöründe sürdürülebilirlik yaklaşımları toplumda oluşturulmaya çalışılsa da bu alandaki çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Son dönemlerde bazı firmalar buna önem vermeye başlamış olsa da gıda sektöründe diğer Avrupa ülkelerine nazaran ülkemizde yeterince sürdürülebilir çalışmalar bulunmamaktadır (Gıda Sektöründe Sürdürülebilirlik Çalışmaları - Karbon Ayak İzi Danışmanlığı, 2022).

Güner ve Olum gıda sektöründe sürdürülebilir ve yenilikçi uygulamaların önemine dikkat çekmek amacıyla hazırladıkları çalışmada; yeşil restorancılık uygulamaları, atıkların değerlendirilme imkanları, gıda bankaları, dijital mutfak aletlerini incelemişlerdir. Çalışmadaki bilgiler ışığında gıda sektöründe atıkların azaltılması ve bilinçli kaynak tüketimi ile uzun vadede büyük verim sağlanabileceği vurgulanmıştır (Güner ve Olum, 2020).

Son yıllarda çevre kirliliği, iklim değişikliği ve ekonomik krizler gibi küresel sorunlar, halk sağlığını olumsuz etkileyerek, toplumları yeni çözümler aramaya itmiştir. Ülkeler, bu sorunların etkilerini azaltmak için çeşitli düzeylerde önlemler almaktadır. Gıda sanayinde ise, üretim, işleme ve tüketim aşamalarında, hem çevre dostu hem de tüketici taleplerini karşılayan kaliteli ürünler üretmek istedikleri için tedarik, teknoloji, üretim ve dağıtım gibi alanlarda çevre dostu uygulamalar benimsenmektedir (Güneş ve ark, 2014).

Gıda üretiminin sürdürülebilirliği, çeşitli önlemler alınarak gıda güvenliğini destekler ve doğal kaynakların etkin kullanımını sağlar. Bu yaklaşım, mevcut ve gelecek nesiller için biyolojik çeşitliliği ve ekosistemleri koruyarak çevreye duyarlı bir üretim modeli oluşturur. Aynı zamanda, kültürel olarak kabul edilebilir, erişilebilir ve ekonomik olarak uygulanabilir gıdaların üretimini teşvik eder. Tüketicilere besleyici, güvenilir, sağlıklı ve uygun fiyatlı ürünler sunarak sağlıklı bir yaşam tarzını destekler (Haspolat, 2015).

Gıda endüstrisi, üretim sürecinde ve ürünlerin depolanması aşamasında taze ve güvenli bir ürün sunabilmek için enerjiye bağımlıdır. Özellikle enerji yoğunluğu yüksek olan ısıtma, soğutma ve dondurma işlemleri, gıda sektöründe önemli bir enerji tüketim kaynağıdır. Yeşil tedarik zinciri, gıda endüstrisinde enerji kullanımından kaynaklanan emisyonları azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Gıda sanayisinde kullanılan tüm

enerjinin %29'unun ısıtma işlemlerinde, %16'sının da soğutma ve dondurma işlemlerinde kullanıldığı belirtilmektedir (Okos ve ark, 1998).

Yeşil tedarik zinciri, çevresel yaşam döngüsünü göz önünde bulundurarak sürdürülebilir gıda taşımacılığına odaklanan bir yaklaşımdır. Bu kapsamda, "Gıda Mili" olarak adlandırılan bir ölçüt kullanılır. Gıda mili, ürünün yaşam döngüsüne dahil olduğu ilk üretim noktasından tüketiciye ulaşana kadar tedarik zinciri boyunca kat ettiği mesafeyi temsil eder. Yeşil tedarik zincirinde, ürünün tüketicilere ulaşması için kat edeceği farklı yolların karbon emisyon oranları önemlidir. Örneğin, karayolu taşımacılığının emisyon payı genellikle %60 iken, hava taşımacılığında bu oran %20, deniz ve demiryolu taşımacılığında ise sırasıyla %10'dur (TGDF, 2011).

1.3. Gıda Sektörüne Genel Bakış

İnsanoğlu yaşadığı müddetçe sınırlı doğal kaynakları sınırsızca tüketerek, çevreye her geçen gün zarar vermeye devam etmektedir. Son yıllarda nüfusun artması ve insanların bilinçsiz tüketim anlayışı sebebiyle israf giderek artmaktadır. Bu israfların büyük bir kısmını da gıda ve gıda üretim süreçleri oluşturmaktadır. Araştırmalara göre her yıl dünyada insanların tüketmesi için üretilen gıdanın yaklaşık üçte biri (1,3 milyar ton) yok olmakta veya israf edilmektedir.

Gıda güvenliğini sağlamak ve açlığı yok etmek amacıyla 1943'te kurulan Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), besinlerin iyileştirilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, ekonomik büyümeye katkıda bulunan su ve toprak kaynaklarının verimli kullanılması, gıda israfının önüne geçilmesi gibi politikalara öncülük etmektedir.

Gelecek nesiller için son derece önemli olan sürdürülebilir gıda ve gıda sistemleri sosyal, ekonomik, çevresel sürdürülebilirlik koşullarını tam anlamıyla sağlamalıdır. Sürdürülebilir gıda sistemleri, gıdanın üretiminden tüketimine kadar olan bütün aşamaları kapsamalıdır.

Sürdürülebilir gıda çalışmalarına örnek vermek gerekirse; gıda ambalajlarının geri dönüşüme uygun malzemelerden imal edilmesi, tohum veya zirai işlemlerde çevre kirliliğine neden olabilecek tüm kimyasalların azaltılması veya alternatif zararsız ilaçlarla değiştirilmesi gıdanın geleceği açısından oldukça önemli çalışmalardır.

2050 yılında dünya nüfusunun %40 artması ve yaklaşık olarak 10-11 milyar kişiye ulaşması beklenmektedir. Bu nedenle, gıda üretiminin sağlıklı, çevreci, etik ve sosyal açıdan adil bir şekilde yönetilmesi, kurumsal sürdürülebilirlik açısından bir gıda markası için temel bir kriterdir (Kurumsal Sürdürülebilirlik Zirvesi, 2023).

Gıda sektöründe üretimde çevreye verilen zararın yanısıra, insanların yanlış tüketim anlayışı da israfa neden olmaktadır. İhtiyaç fazlası gıda satın almak ve dolayısıyla bozulup çöpe gitmesi, çöpe giden gıda türevlerinin doğru bir şekilde ayrıştırılıp geri dönüşüm sağlanmaması sonucu çevre kirliliği oluşturmaları, tüketicilerin yeşil tedarik zinciri süreçlerini önemsemeyen üreticilerden ürün temin etmesi gibi sebepler yanlış tüketim anlayışları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çirişoğlu ve Akoğlu'nun araştırmasında İstanbul'daki 29 restorandan oluşan bir örnek grup kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, restoranların çoğu (%58.6) atık takibi yaptıklarını belirtmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun gıda atıkları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların %79.3'ü restoranlarda en çok atığın servis bölümünden kaynaklandığını ifade etmiştir. Ayrıca, katılımcıların %68.9'u en çok atık oluşturan gıda türünün sebzeler olduğunu dile getirmiştir. Gıda atıklarının değerlendirilmesi hususunda katılımcıların tamamının yağları, biyodizel üretimi için biriktirdiği, %82.7'sinin ise gıda atıklarını farklı şekillerde işlemlerden geçirerek diğer yiyeceklerin üretiminde yeniden kullandığı belirtilmiştir (örneğin, sebze suyu, sos veya çorba yapımı gibi). Mutfaklarda oluşan atıkların en yaygın sebeplerinin müşteri beklentileri oranının %31.1 ve personelin dikkatsizliği oranının %21 olduğu belirlenmiştir. Tabaklarda oluşan atıkların ise müşterilerin gereksiz sipariş vermelerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Çirişoğlu ve Akoğlu, 2021).

1.4. Kırmızı Et Sektörü

Son yıllarda, dünya nüfusundaki artış ve et endüstrisinin gelişimiyle birlikte et tüketimi önemli ölçüde artmıştır. Bu durum, sera gazı emisyonlarının artmasına ve küresel ısınmanın ana sebeplerinden biri olarak kabul edilmesine neden olmuştur. Özellikle canlı hayvan üretimi ve bu süreçler, sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmından sorumlu tutulmaktadır. Dolayısıyla, et tüketimi ve et endüstrisiyle ilgili sürdürülebilirlik çabaları, sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlamaktadır (Polat ve Tuncel, 2021).

Kırmızı etin beslenme ve toplum sağlığı açısından önemi nedeniyle talebi karşılayabilecek sağlıklı ve güvenilir kırmızı et arzının karşılanması ülkemizde politika yapıcıları için en önemli konulardan biri haline gelmiş ve sektörün istikrarlı bir şekilde takip edilmesi kaçınılmaz olmuştur. Ancak bu iş kolundaki işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri ve karlılık sağlayabilmeleri için ise gerçekleştirilmesi gereken birçok parametre vardır. Daha önceki yıllarda bu sektörde maliyet, teslimat süresi gibi unsurlar göz önünde bulundurulurken, günümüzde bu yeterli olmamaktadır.

En temel gıda tüketim ihtiyaçlarının başında gelen et, hayvan bakımından kesimine kadar, paketlenmeden saklama koşullarına kadar insan sağlığı açısından oldukça hassas süreçler içeren bir sektördür. Bu hassas süreçlerin iyi yönetilememesi durumunda hem insan sağlığı hem de çevre üzerinde tehdit oluşturabilecek durumlar karşımıza çıkabilmektedir.

Geçmiş yıllardan günümüze Türkiye’de kişi başına düşen kırmızı et tüketim miktarları incelendiğinde yıllar içinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 1.2 ‘de görüldüğü üzere 2020 yılında 14,10 kg olan kırmızı et tüketimi, 2021 yılında 14,33 kg ve 2023 yılında ise 14,79 kg olarak gerçekleşmiştir (TAGEM, 2021).

Tablo 1.2. Türkiye ‘de yıllık kişi başına düşen kırmızı et tüketimi

YILLAR	KIRMIZI ET TÜKETİM MİKTARI (TON)	NÜFUS	KİŞİ BAŞI TÜKETİM MİKTARI (KG)
2018	1179301,00	85294582	13,76
2019	1205513,00	86909854	13,87
2020*	1243309,70	88195939	14,10
2021*	1281474,00	89403508	14,33
2022*	1319329,20	90611076	14,56
2023*	1357517,60	91818644	14,79

Türkiye’de gelişmekte olan sanayileşme hareketleriyle beraber kırsaldan kentlere göç artmış ve ülkemizin daha çok kırsal kesimlerinde yapılmakta olan hayvancılık azalmıştır. Ayrıca yoğun kentleşme nedeniyle kırmızı et sektöründe yer alan büyük baş (sığır) ve küçükbaş (koyun, keçi) hayvancılık yetiştiriciliği tarım arazilerinin azalmasına paralel olarak azalmaktadır. Özellikle büyükbaş hayvancılık, küçükbaş hayvancılığa nazaran daha zor şartlarda yapıldığından hayvan üreticileri tarafından da tercih edilmemektedir.

Her geçen gün artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için hayvancılık yapılması bir ihtiyaçtır. Ancak bu durum başta şehir merkezleri olmak üzere çevre

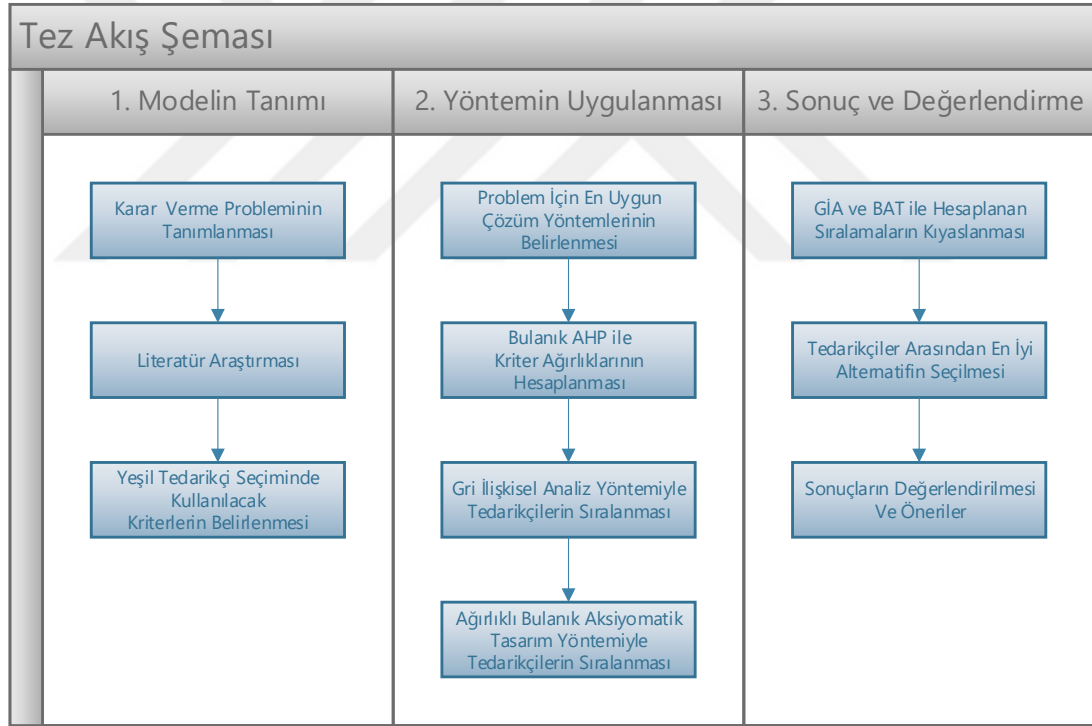
kirliliğini de beraberinde getirmiştir (Mutlu, 1999). Bununla birlikte hayvansal atıkların işlenmeksizin doğrudan tarım arazilerine bırakılması mahsul kalitesini düşürmekte ve toprağın doğal yapısına da zarar vermektedir (Yağlı ve Yıldız, 2019).

Tüm bu literatür araştırmaları göz önüne alındığında yeşil tedarikçi seçiminin önemi görülmüş olup, farklı sektörlerde çeşitli ÇKKV problemi çözüm yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmaya konu olan ve entegre et tesisi olarak faaliyet gösteren firma yeşil tedarikçilerini belirlemeye ihtiyaç duymaktadır. Firmadaki uzman kişiler ile görüşmeler sonrasında bu ihtiyacın ortaya çıkmasında; çevre kirliliğinin önlenmesi, sürdürülebilirlik, tüketici tercihleri, toplumla ilişkiler, ekonomik verimlilik gibi sebeplerin öne çıktığı görülmüştür. Bu etkiler göz önüne alındığında yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak yöntemlerden birisi olan GİA, birçok sektörde tedarikçi seçiminde ve performans ölçümünde sıklıkla kullanılan, problem üzerinde muğlaklık ve zayıf bilgiler olması durumlarında dahi güçlü analiz yeteneğine sahip olması sebebi ile tercih edilmiştir. Diğer bir yöntem olan AT, hatalı veya tekrarlı süreçleri minimize ederek karar verme süreçlerinde destek sağlamakla birlikte karmaşık sistemlerde tasarımcıya doğru karar verme olanağı sunar.



2. YÖNTEM

Geleneksel tedarikçi seçim problemlerinde temel kısıtlar genellikle kalite, maliyet, tedarik süresi, üretim ve imalat yeteneği gibi kısıtlardır. Ancak günümüz teknolojik gelişmelerine paralel olarak küresel sorunlarda da artış görülmektedir. Bu sorunların her geçen gün artması çevre konularına olan hassasiyeti arttırmış, ürün ve hizmetlerin üretimi için gerekli hammadde tedarikçisinin ilk basamağından başlayarak ürün kullanımı sonundaki nihai artışa kadar olan bütün süreçlerini kapsayan, yeşil tedarik kavramını gündeme getirmiştir. Tez konusu olarak işlenecek çalışmanın üç aşamalı akış şeması Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Tez akış şeması

Tedarikçi seçimi problemlerine “yeşil” kavramının eklenmesiyle; problemlerdeki kısıtlar artmış, hem objektif hem de sübjektif kısıtların aynı problemde değerlendirilmesi durumu daha karmaşık hale gelmiştir. Bu çalışmada bize yardımcı olacak ÇKKV yöntemlerinden iki farklı yöntem olan GİA ve AT kullanılmıştır.

2.1. Gri İlişkisel Analiz

GİA, Julong Deng tarafından 1982 yılında geliştirilen ve belirsizliğin sayısallaştırılması için kullanılan matematiksel bir yöntemdir. Bu yöntem, birçok disiplinde, özellikle de yetersiz, eksik veya belirsiz bilgi içeriği olan durumlarda karşılaştırma, derecelendirme ve karar verme süreçlerinde doğruya en yakın sonuçları elde etmek için kullanılır. GİA'nın uygulanabilirliği ve etkinliği birçok çalışma ve araştırma ile kanıtlanmıştır. Bu yöntem, belirsizlik altında olan verilerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için güçlü bir araç olarak kabul edilir.

Gri sistem teorisinde, beyaz bilinen kısmı, siyah bilinmeyen kısmı ve gri bölge kısmen bilinen bilgiyi temsil eder. Bu, belirsizlik ve kısıtlı bilgi durumlarında analiz yapmak için kullanılır (Ayaydın ve ark, 2017).

GİA'nın uygulanmasından önce, kriterler hem nicel hem de nitel olarak belirlenir. Nitel, yani subjektif bilgi değerine sahip olan kriterlerin sonuçları, Tablo 2.1'deki gri sayı karşılıklarına dönüştürülür (Köse ve ark, 2013).

Tablo 2.1. Subjektif kriterler için gri sayı karşılıkları tablosu.

DEĞERLENDİRME	KISALTMA	GRİ SAYI KARŞILIĞI
Çok Zayıf	VP	0-10
Zayıf	P	10-30
Orta Derece Zayıf	MP	30-40
Ortalama	F	40-50
Orta Derece İyi	MG	50-60
İyi	G	60-90
Çok İyi	VG	90-100

Bir karar probleminde kıyaslama ve sıralama yapmaya yardımcı olabilecek altı adımdan oluşan GİA uygulama adımları şu şekildedir;

Adım1: Veri setinin hesaplanması ve karar matrisinin oluşturulması.

Karar probleminde yer alacak olan m adet alternatif ve n adet kriter seti 2.1 deki gibi belirlenir.

$$x_i = (x_i(j), \dots, x_i(n)), \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

i 'nin alternatif seçenekleri, j 'nin kriterleri göstermiş olduğu $m \times n$ 'lik karar matrisi aşağıdaki 2.2 gibi oluşturulur.

$$X = \begin{matrix} & x_1(1) & x_1(1) & x_1(n) \\ x_2(1) & x_2(1) & x_2(1) & x_2(n) \\ x_m(1) & x_m(1) & x_m(1) & x_m(n) \end{matrix} \quad (2.2)$$

Adım 2: Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Karar probleminde alternatifleri karşılaştırmak için belirlenecek olan referans serisi 2.3 deki gibi gösterilir.

$$x_i = (x_0(j)) \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

Burada $(x_0(j))$, j kriterinin normalize kriterler içindeki en iyi değerini göstermektedir. Referans serisi bir önceki adımda ortaya çıkan karar matrisine eklenerek karşılaştırma matrisi oluşturulmuş olur.

Adım 3: Karar matrisinin normalize edilmesi ve normalizasyon matrisinin oluşturulması

Herhangi bir problemde ele alınan veri setinin geniş bir yelpazede değer aldığı durumlarda verilerin daha küçük aralıklara dönüştürülmesini sağlayan işlemine normalizasyon denmektedir.

Normalizasyon işlemi verinin amaç fonksiyonuna etki etme şekillerine göre değişmektedir. Yani eğer seri değerinin daha büyük olması (max) amacı olumlu yönde etkiliyorsa normalizasyon işlemi 2.4 deki gibi yapılmaktadır.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min(x_i(j))}{\max(x_i(j)) - \min(x_i(j))} \quad (2.4)$$

Seri değerinin küçük olması (min) amacı olumlu etkiliyorsa normalizasyon işlemi 2.5 deki gibi yapılmaktadır.

$$x_i^* = \frac{\max(x_i(j)) - x_i(j)}{\max(x_i(j)) - \min(x_i(j))} \quad (2.5)$$

Seri değerlerinin belirlenen optimum bir değere göre normalizasyon işlemi 2.6 daki gibi yapılmaktadır.

$$x_i^* = \frac{|x_i(j) - x_0(j)|}{\max(x_i(j)) - x_0(j)} \quad (2.6)$$

Normalizasyon adımlarından sonra karar matrisi normalizasyon matrisine dönüştürülmüş olur ve 2.7 deki gibi X^* olarak gösterilir.

$$X^* = \begin{matrix} & x_1^*(1) & x_1^*(2) & x_1^*(n) \\ x_2^*(1) & x_2^*(1) & x_2^*(2) & x_2^*(n) \\ x_m^*(1) & x_m^*(1) & x_m^*(2) & x_m^*(n) \end{matrix} \quad (2.7)$$

Adım 4: Mutlak değer tablosunun oluşturulması

x_0^* ile x_i^* arasındaki mutlak farkın değeri $\Delta_{0i}(j)$ eşitsizliği 2.8 ve 2.9 yardımı ile hesaplanır.

$$\Delta_{0i} = |x_0^*(j) - x_i^*(j)|, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{ve} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

$$\Delta_{0i} = \begin{matrix} & \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \Delta_{01}(n) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \Delta_{02}(n) \\ \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(2) & \Delta_{0m}(n) \end{matrix} \quad (2.9)$$

Adım 5: Gri ilişkisel katsayı matrisinin oluşturulması

Gri ilişkisel katsayı matrisi elemanları 2.10 ve 2.11 deki gibi oluşturulur;

$$\gamma_{0i}(j) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{max}} \quad (2.10)$$

$$\Delta_{max} = \max_i + \max_j \Delta_{0i}(j) \quad \text{ve} \quad \Delta_{min} = \min_i + \min_j \Delta_{0i}(j) \quad (2.11)$$

Eşitsizlik 2.10'da bulunan ζ parametresi, ayırıcı katsayı olup $[0,1]$ aralığında değer almaktadır. Ayırıcı katsayı bazı kaynaklarda zıtlık katsayısı olarak da ifade edilebilmektedir. Bu katsayının kullanılmasındaki amaç Δ_{0i} ile Δ_{max} arasındaki farkı ayarlamaktır. Matematiksel ispatından hareketle ζ katsayısının alacağı değerin oluşan gri ilişkisel derecenin sıralamasını değiştirmeyeceği ifade edilmektedir. $\zeta = 0$ için zıtlığın olmadığı bir durum oluşmaktadır. Verilerin farkının çok olduğu durumlarda zıtlığı azaltmak için ζ katsayısı olarak 0'a yakın değerler kullanılmaktadır. Literatüre bakıldığında yapılan birçok çalışmada ayırıcı katsayının $\zeta = 0,5$ olarak kullanıldığı görülmektedir.

Adım 6: Gri ilişkisel derecelerin hesaplanması

Gri ilişkisel derece, gri bir sistemdeki x_i^* serisi ile x_0^* referans serisi arasındaki geometrik benzerliğin bir ifadesi olup serilerin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Gri ilişkisel derecenin büyüklüğü x_i^* ile x_0^* referans serisi arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu göstermektedir. Gri ilişkisel derece 1 olduğu durumda karşılaştırılan x_i^* serisi ile x_0^* referans serisi ne kadar benzer olduğu görülebilir.

Gri ilişkisel dereceler, kriterlerin eşit veya farklı öneme sahip olması durumuna göre iki farklı şekilde hesaplanır.

$$r_{0i} = (1/n) \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{0i}(j) \quad ve \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.12)$$

Eşitlik 2.12, i. serinin gri ilişkisel derecesini ve kriterlerin eşit öneme sahip olduğu durumu göstermektedir. Eğer kriterlerin her biri farklı öneme sahip ise yani ağırlıkları eşit değilse 2.13 eşitliği kullanılır.

$$r_{0i} = \sum_{j=1}^n [w_i(j) \cdot \gamma_{0i}(j)] \quad ve \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.13)$$

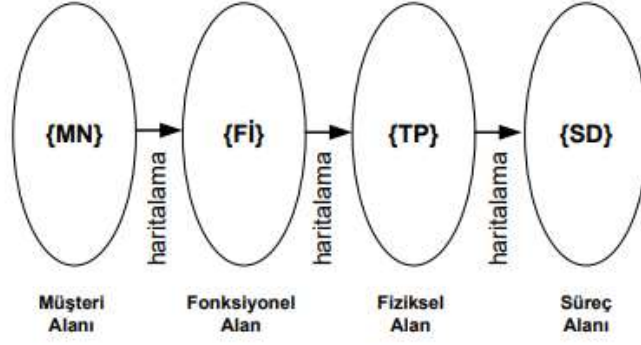
Eşitlik 2.13'te $w_i(j)$ j. kriterin ağırlığını ifade etmektedir.

Gri ilişkisel dereceler hesaplandıktan sonra büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük gri ilişkisel dereceye sahip olan alternatif, problem için en iyi alternatiftir.

2.2. Aksiyomatik Tasarım

AT, Prof. Nam Suh tarafından 1990 yılında geliştirilen bir metodolojidir. Bu tasarımın amacı, tasarımcıların daha yaratıcı olmalarını sağlamak, rastgele araştırma süresini azaltmak, hatalı ve tekrarlı süreçleri en aza indirmek ve tüm önerilen alternatifler arasından en iyi tasarımı bulmaktır. AT aynı zamanda müşteri ihtiyaçlarını fonksiyonel gereksinimler şeklinde ifade etmeyi, bu gereksinimlerin karşılanması için gerekli tasarım kriterlerini belirlemeyi ve bunlar arasındaki matematiksel ilişkiyi göstermeyi amaçlar.

AT medodunda Suh, müşteri alanı, fonksiyonel alan, fiziksel alan ve süreç alanı olarak süreci ele alan Şekil 2.2 'de gösterildiği gibi dört alandan oluşur (Suh, Axiomatic Design – Advances and Applications, 2001).



Şekil 2.2.Aksiyomatik tasarımdaki dört alan (Suh, 2001).

AT'nin başlangıç noktası ürün tasarımıdır. Ürün tasarımı ile birlikte ayrıca organizasyon, sistem, yazılım ve daha birçok alanda bu yöntemin seçim, sıralama ve karar verme amacıyla kullanılan çalışmaları vardır. Bunların bazılarında kesin bilgiler ve sayılar bulunmakta iken bazılarında ise bulanık veriler bulunmaktadır. Bu durumda ise araştırmacılar Bulanık Aksiyomatik Tasarım (BAT) yöntemi önermişlerdir.

Yöntem “neyi gerçekleştirmek istiyoruz” ve “ nasıl gerçekleştirebiliriz” sorularının etkileşimi ile ortaya çıkan faaliyetler bütünüdür. AT’de en önemli kavram tasarım aksiyomlarıdır. Aksiyom; doğruluğu kanıtlanamayan veya kanıtlanmasına gerek olmayan ama buna rağmen doğruluğu kabul görülen önermeler anlamına gelmektedir. Alternatifler arasından en iyi çözümü seçmek için kullanılan iki tasarım aksiyomu vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

1.Bağımsızlık Aksiyomu: Fonksiyonel ve fiziksel ihtiyaçların birbirleri ile olan ilişkilerini inceler. Fonksiyonel ihtiyaçların bulunduğu kümenin bağımsızlığını sağlamaktadır.

2.Bilgi Aksiyomu: Hedef tasarımın karmaşıklığını inceler, enformasyon içeriğini en aza indirir; minimum bilgi içeren sonuç, optimum alternatifi oluşturur.

AT’nin uygulama adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

Bilgi içeriği I_i olarak ifade edilen bir fonksiyonel ihtiyacın F_i , gerçekleşme olasılığı p olarak açıklanır. Bu denklemin diğer bir adı Shannon Eşitliği’dir. I_i hesaplaması 2.14 deki gibidir.

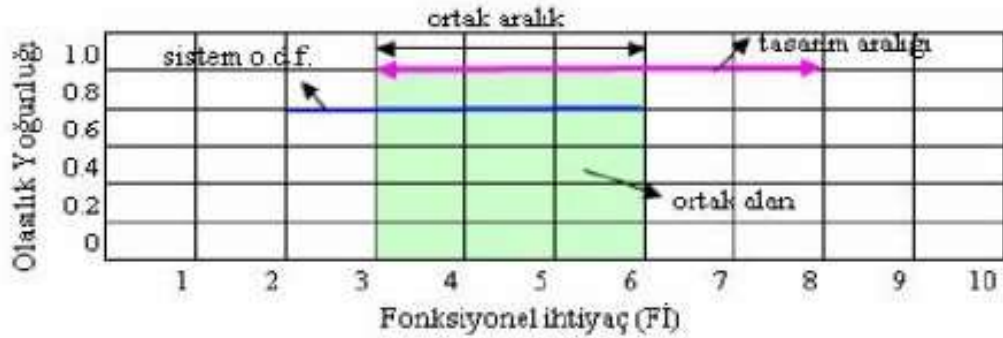
$$I_i = \log_2(1/p_i) \quad (2.14)$$

Bilgi birimlerden oluşmaktadır. Karşılanması gereken fonksiyonel ihtiyaçlar olduğundan, bilgi içeriğinin oluşması için logaritmik ifadelerden yararlanılmaktadır. n tane F_i olduğu durumda, bilgi içeriği bu olasılıkların toplamına eşittir. Bu toplan 2.15 deki gibi ifade edilmektedir.

$$I_{sistem} = \sum_{i=1}^n \log_2(1/p_i) \quad (2.15)$$

Eğer sonuç 1'e eşitse; bu bilgi içeriğinin 0 olduğu, bir veya birden fazla olasılık 0 'a eşitse, bilgi içeriğinin sonsuz olduğu anlamı taşımaktadır. (Suh, 1998).

Gerçekleşme olasılığı F_i 'nin tasarım aralığı dr ve fonksiyonel ihtiyaçları F_i sağlayacak tasarım için; sistem aralığı sr hesaplanarak formülize edilir. Bir F_i 'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu, uniform olduğunda tasarımcı kişi tarafından belirlenen tasarım aralığı ve sistemin gerçekleştirdiği sistem aralığının kesiştiği bölgeye ortak alan denmekte ve bu alan çözüm alanı olmaktadır (Özel ve Özyörük, 2007). Şekil 2.3 'de bu durum görsel olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.3. TA, SA, OA ve Fİ 'nin olasılık dağılımı (Özel ve Özyörük, 2007).

Sistem olasılık dağılım fonksiyonunun uniform olma durumunda gerçekleşme olasılığı olan P_i , 2.16 daki gibi hesaplanır.

$$P_i = \frac{\text{Ortak Aralık}}{\text{Sistem Aralığı}} \quad (2.16)$$

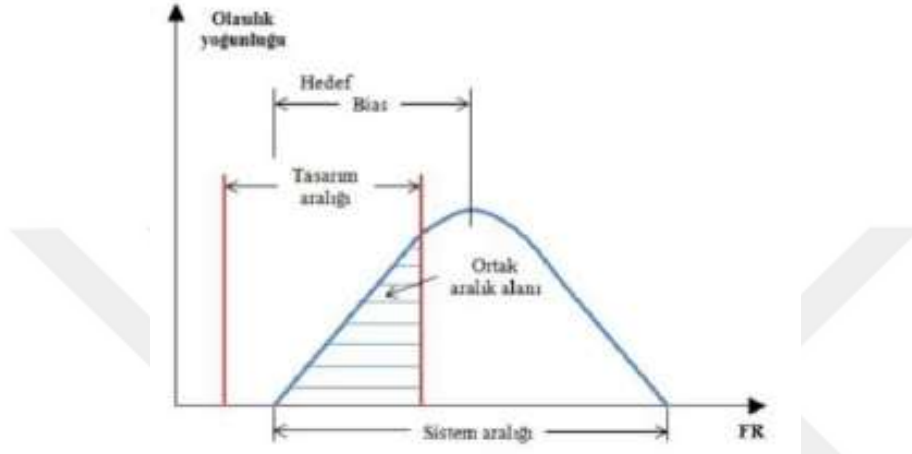
Bilgi içeriğinin hesabı 2.17 deki gibidir.

$$I_i = \log_2 \frac{\text{Sistem Aralığı}}{\text{SOrtak Aralık}} \quad (2.17)$$

Eğer F_i sürekli rastgele değişken ise P_i bilgi içeriği 2.18 deki gibidir.

$$P_i = \int_{dr_1}^{dr_u} P_s(F_i) dF_i \quad (2.18)$$

Olasık yoğunluk fonksiyonunun integrali alınarak sistem aralığının gerçekleşme olasılığı hesaplanır. Şekil 2.4 'te sistem aralığı belirlenmiş olup fonksiyonel ihtiyaçlara göre olasılık yoğunluk fonksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Sistem aralığı ve tasarım aralığı ortak alanı (Kulak, 2005)

Sadece F_i 'nin sağlandığı bölge, tasarım aralığı ve sistem aralığı arasındaki ortak alan cr olarak gösterilmektedir. Sonuç olarak sistem aralığı alanının, ortak aralığın alanına bölümü, tasarım için belirlenen hedefin gerçekleşme olasılığına eşittir.

$$I = \log_2(A_{sr}/A_{cr}) \quad (2.19)$$

Sistem aralığının alanı A_{sr} , şekil 2.4.'te çizgilerle taranmış olarak gösterilen, ortak aralığın alanı ise A_{cr} ile gösterilir.

$$I = \log_2(1/A_{cr}) \quad (2.20)$$

Sonuç olarak bilgi içeriği hesaplanması 2.21 deki gibidir.

$$I = \log_2\left(\frac{\text{Sistem Tasarımının Üçgensel Bulanık Alanı}}{\text{Ortak Alan}}\right) \quad (2.21)$$

2.2.1. Ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım

AT’de her bir kriterin ağırlığı genellikle birçok problemde eşit kabul edilmektedir. Ancak gerçekte her bir kriterin farklı bir ağırlık değeri olduğundan, bilgi içeriklerini hesaplamak için aşağıdaki ifade kullanılmaktadır. Bu yapı ABAT yaklaşımı olarak 2.22.’de olduğu gibi tanımlanmaktadır.

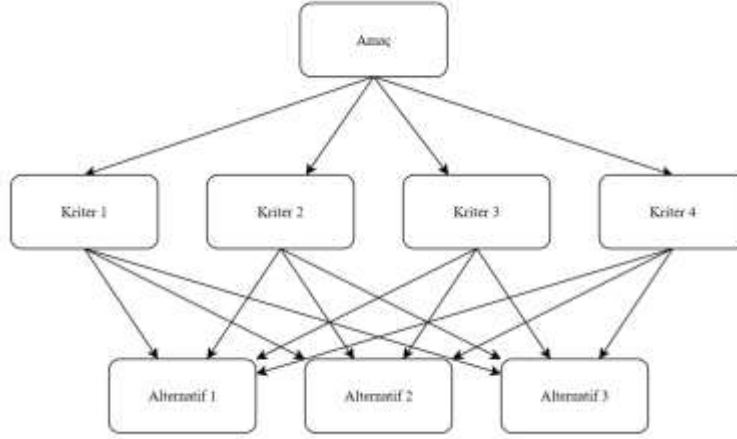
$$I_{ij} = \begin{cases} \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{\frac{1}{w_j}}, & 0 \leq I_{ij} \leq 1 \\ \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{\frac{1}{w_j}}, & 0 \geq 1 \\ w_j, & 0 = 1 \end{cases} \quad (2.22)$$

2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, 1968’de Myers ve arkadaşı tarafından öne sürülmüş olup, 1977 ‘de Saaty tarafından geliştirilmiştir. Sonrasında ise karar verme problemlerinde kullanılabilen model haline gelmiştir.

AHP, karar verme sürecinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, belirli bir karar hiyerarşisi üzerinde odaklanır ve önceden tanımlanmış bir karşılaştırma matrisi kullanarak, kararı etkileyen faktörlerin ve bu faktörlerin karar noktaları üzerindeki önem değerlerini birebir karşılaştırmaya dayanır. Sonuç olarak, önem derecelerinin farklılıkları karar noktaları üzerinde yüzde dağılımına dönüştürülür. Bu yaklaşım, karar verme sürecini yapılandırırken ve daha anlamlı sonuçlar elde ederken intihal riskini azaltır (Ardalı, 2020).

Şekil 2.5 ‘de görüleceği gibi, AHP’de hiyerarşi en az üç seviyeden oluşur. En üst seviyede amaç bulunur, bir alt basamakta ana kriterler, eğerki varsa ana kriterlerin altında da alt kriterler yer alır. En son satırda ise alternatifler bulunur.



Şekil 2.5. Kriterlere bağlı alternatiflerin seçimi

AHP yöntemi ortaya atıldığından bu yana bir çok sektörde karar verme problemlerini çözmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bu problemlerden en yaygın olanları tedarikçi seçimi, tesis yeri seçimi, proje seçimi, makine/teçhizat seçimi vb. şeklinde sayılabilir.

2.3.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesi

Günlük yaşamımızda, bazen kesinlik içermeyen durumlarla karşılaşabiliriz. Bu durumlar, bazen daha önceden kesin gibi algılansa da özünde kesinlik içermeyen durumlar olabilir. Genelde, gün içinde karşılaştığımız olaylar belirsizlik içerir. Bu belirsizliklerle başa çıkmak için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biri de bulanık mantık yöntemlerine başvurmaktır. Bu yöntemler, belirsizlik içeren durumları daha iyi anlamamıza ve daha doğru kararlar almamıza yardımcı olabilir (Şen, 2001).

Bulanık sayılar, gerçel sayılara göre çoğu zaman belirli kriterlere göre değerlendirmeleri daha doğru yansıtabilmektedirler. Ayrıca bulanık sayılar karar vericileri asıl amaca ulaştırmada çözüm kolaylığı sağlamaktadır.

2.3.1.1. Bulanık analitik hiyerarşi prosesinin çözüm adımları

Buckley, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP yönteminden yararlanmıştır (Buckley, 1985). Buckley'in BAHP yöntemi için kullanmış olduğu adım ve formüller aşağıda sıralanmıştır.

Adım 1: Kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. İki kriter arasında hangisinin diğerine göre daha önemli olduğu sorgulandıktan sonra karşılık gelen dilsel ifadenin karşılığı atanır.

$$A = \begin{matrix} & 1 & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & & 1 & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2} & & 1 \end{matrix} \quad \text{ve}$$

$$a_{ij} \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} & i > j, (1,1,3), (1,3,5), (3,5,7), (5,7,9), (7,9,9) \\ = & i = j, (1,1,1) \\ & i < j, (1/3,1,1), (1/5,1/3,1), (1/7,1/5,1/3), (1/9,1/7,1/5) \dots \end{aligned}$$

Adım 2: Geometrik ortalama yardımı ile bulanık geometrik ortalama 2.24 deki gibi bulunur.

$$r_i = \sqrt[n]{a_{i1} \otimes a_{i2} \dots \otimes a_{in}} \quad (2.24)$$

Adım 3: Her bir kriterin bulanık ağırlıkları 2.25 deki gibi ayrı ayrı hesaplanır.

$$\tilde{w}_i = r_i \otimes (r_1 + r_2 \dots + r_n)^{-1} \quad (2.25)$$

$\tilde{w}_i$, i. Kriterin bulanık ağırlığı olarak hesaplanır. $\tilde{w}_i = (l_{wi}, m_{wi}, u_{wi})$ şeklinde ifade edilir. (l_{wi}, m_{wi}, u_{wi}) , i. Kriterin bulanık ağırlığının alt, orta ve üst değerlerini ifade etmektedir.

Adım 4: Formül 2.26 ile her bir kriterin en iyi bulanık olmayan değeri hesaplanır.

$$w = \frac{[(u_{wi} - l_{wi}) + (m_{wi} - l_{wi})]}{3} + l_{wi} \quad (2.26)$$



3. UYGULAMA

3.1. Problemin Tanımı

Bu tez çalışmasında Sakarya’da faaliyet gösteren bir entegre et tesisi için yeşil tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Problemde beş farklı kriter ve yedi tedarikçi bulunmaktadır. Kriterlerin belirlenme aşamasında 80’den fazla kaynak incelenmiş olup, gıda sektörü için uygun olabilecek kriterlere öncelik vererek ayrıca firmadaki uzmanların görüşleri de alınarak belirlenmiştir. Problemdeki kriterler şu şekilde sıralanmaktadır.

K1: Kalite

K2: Yeşil İmaj

K3: Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı

K4: Atık Yönetimi

K5: Yakıt Kullanımı

Bu kriterlerden kalite (K1), yeşil imaj (K2), çevreye duyarlı teknoloji kullanımı (K3) ve atık yönetimi (K4) sözel kriterler olup firmadaki uzmanlar tarafından anket aracılığıyla değerlendirilmiştir, yakıt kullanımı (K5) sayısal kriter olup, entegre et tesisi aracılığı ile tedarikçilerden tahmini veriler olarak alınmıştır. Problemin optimizasyonu için K1, K2, K3 VE K4 kriterlerinin maximum, K5 kriterinin ise minimum olması istenmektedir. Subjektif ve objektif kriterlere ait ayrım Tablo 3.1 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Subjektif ve objektif değerler.

SUBJEKTİF KRİTERLER (SÖZEL)	OBJEKTİF KRİTERLER (SAYISAL)
Kalite Yeşil İmaj Çevreye Duyarlı Tekn. Kullanımı Atık Yönetimi	Yakıt Kullanımı

3.2. Kriter ve Tedarikçilerin Tanımları

Kalite: Bir hizmet ya da ürünün tespit edilen veya gereksinim duyulacak ihtiyaçları karşılayabilme kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Yeşil tedarikçi seçiminde ise kalite, tüketiciden gelen talep ve ihtiyaçları karşılamaya yönelik yapılan, her türlü çevre ve doğa dostu faaliyetler, ürün veya hizmetlerin tüketici, toplum ve işletme tarafından kabul görmesi ve tercih edilebilir olması durumudur. Kalite hem geleneksek tedarikçi seçim problemlerinde hem de yeşil tedarikçi seçim problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir kriterdir. Bu kriter, tedarikçinin firmaya tedarik etmiş olduğu ürün kalitesinin uzman görüş sahipleri aracılığı ile değerlendirilmesini ifade etmektedir. Ayrıca kalite, Dalay ve Sarı'nın yapmış olduğu çalışmada 1966 ve 2020 yılları arasında incelenen 200'den fazla makalede öne çıkan 14 yeşil seçim kriterinden biridir (Dalay ve Sarı, 2022).

Kalite kriteri, yeşil tedarikçi seçiminde en çok kullanılan kriterlerden biridir. Bu kriteri çalışmalarında kullanan diğer araştırmacılardan bazılarına örnek verilecek olursak; Banaeian ve arkadaşlarının tarım-gıda alanında tedarikçi seçimi için bir vaka çalışmasında (Banaeian ve ark, 2018), Denizhan ve arkadaşlarının makina sektöründe yeşil tedarikçi seçiminde yapmış oldukları çalışmada (Denizhan ve ark, 2017), Şişman'ın yeşil tedarikçi geliştirme araştırmasında da “kalite” kriterini kullandıkları görülmüştür (Şişman, 2016).

Yeşil İmaj: Herhangi bir işletmenin ürün veya hizmet üretirken sahip olduğu çevresel sorumluluklar ve kaygılar ile ilgili insanların zihninde oluşturduğu algıların bütünü olarak tanımlanabilir. İşletmelerin çevre ile ilgili yapmış olduğu bütün faaliyetler yeşil imajın oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu kriter, tedarikçinin yeşil imajının uzman görüş sahipleri aracılığı ile değerlendirilmesini ifade etmektedir. Soyer ve Türkay'ın beyaz eşya sektöründe yeşil tedarikçi seçimi için belirlemiş oldukları ana kriterlerden biridir. Çalışmalarında bu ana kriterin sertifikalar, paydaşlarla ilişkiler, çevresel düzenlemelere gönüllü uyum, yeşil müşteri oranı ve müşteriyi elde tutma gibi alt kriterleri de mevcuttur (Soyer ve Türkay, 2020).

Yeşil imaj kriterini çalışmalarında kullanan diğer araştırmacılar ve çalışmalarından bazılarına; Xiong ve arkadaşlarının esnek yeşil tedarikçi seçimi yaklaşımı (Xiong ve ark., 2020), Gupta ve Barua'nın yeşil inovasyon yeteneklerine göre tedarikçi seçimi (Gupta ve Barua, 2017) ve Bali ve arkadaşlarının yeşil tedarikçi seçimi problemi örnek olarak verilebilir (Bali ve ark , 2013).

Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı: işletmelerin ürün veya hizmet üretirken kullanacak oldukları enerji ve doğal kaynakları çevreci teknolojilerden seçmiş olmaları gelecek nesiller için oldukça önemlidir. Çevre ile dost teknoloji kullanımı yeşil üretimin olmazsa olmaz parçalarından biridir. Bu problemde çevre ile dost teknoloji kullanımında aydınlatma ve ısıtma sistemlerinde güneş enerjisi kullanılması, enerji tasarruflu soğutma sistemlerinin kullanılması, istasyonlar arasındaki taşımali ray sistemlerinde elektrikli sistemler yerine hidrolik veya mekanik sistemlerin kullanılması vb. örnek olarak verilebilir. Bu kriter tedarikçinin çevreye duyarlı teknoloji kullanımının uzman görüş sahipleri aracılığı ile değerlendirilmesini ifade etmektedir. Yeşil teknoloji olarak da ifade edilebilen bu kriter literatürde diğer kriterler kadar rastlanan bir kriter değildir, ancak teknolojinin her geçen gün gelişmesi ve sağlamış olduğu faydalar nedeniyle göz ardı edilemeyecek bir kriter olmaya adaydır. Hashemi ve arkadaşları 2015'te otomotiv sektöründe GİA ve ANP ile yaptıkları tedarikçi seçimi çalışmasında teknoloji kriterini kullanmışlardır (Hashemi ve ark, 2015). Hajiaghaei ve arkadaşları gıda sektöründe karton kutu tedarikçilerini pisagor bulanık TOPSIS yöntemi ile değerlendirmişler ve kullandıkları kriterlerden biri de çevre dostu teknolojidir (Hajiaghaei ve Keshteli, 2023). Çevreye duyarlı teknoloji kullanımı kriteri enerji sarfiyatı göz önüne alındığında sayısal olarak da değerlendirilebilecek bir kriterdir.

Ayrıca bu kriteri çalışmalarında kullanan diğer yazarlardan bazıları şöyledir; Taso ve arkadaşlarının yeşil tedarikçiler için yapmış oldukları rekabet analizi (Taso ve ark., 2021), Tian ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri yeşil tedarikçi seçimi (Tian ve ark., 2018), Shen ve arkadaşlarının yeşil tedarikçinin performansının dilsel ifadelerle değerlendirilmesi çalışması (Shen ve ark, 2013).

Atık Yönetimi: Biyolojik olarak parçalanabilen atıkların kompostlaştırılması veya geri dönüşüme kazandırılarak tekrar kullanılabilir hale getirilmesi hedeflenmektedir. Söz konusu problemde hayvansal atıkların değerlendirilmesi esas alınmıştır. Hayvan gübresinden biyogaz üretimi, hayvan kemiklerinden yem üretimi, yağların rafine edilip deterjan-sabun sektörüne verilmesi, derinin işlenmesi, yünlerin ilgili sanayilerde işlenmesi atık yönetimine örnek olarak verilebilir. Geri dönüşüm olarak da ifade edilebilmekte olan bu kriter sağlamış olduğu çevresel faydaların yanısıra ekonomik olarak da katkı sağlayan, yeşil tedarikçi seçiminde önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkay yaptığı çalışmada yeşil tedarik zincirinin önem kazanması ile alt

disiplinler oluştuğunu vurgulamış ve yeşil üretim, yeşil satınalma, yeşil dağıtım, yeşil ambalaj, tersine lojistik ve atık yönetimi olarak sıralamıştır (Türkay, 2015). Atık yönetimi kriteri bu problemde sözel kriter olarak değerlendirilmiştir ancak farklı çalışmalarda sayısal olarak da değerlendirilebilmesi söz konu olabilmektedir.

Atık yönetimi kriteri, yeşil tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılan kriterlerdendir. Bu kriteri çalışmalarında kullanan diğer araştırmacılarından bazılarına örnek verilecek olursa; Kılınç ve Yağmahan'ın otomotiv sanayiinde yeşil tedarikçi seçiminde (Kılınç ve Yağmahan, 2021), Hanfield ve arkadaşlarının tedarikçi seçiminde çevresel kriterlerin uygulanmasına ilişkin çalışmasında (Hanfield ve ark. 2002) "atık yönetimi" kriterini kullandıklarına rastlanmıştır.

Yakıt Kullanımı: İşletmelerin lojistik işlemleri, hava kirliliği, evre temizliği ve iklim değişikliği vb. konularda etkilidir (Erol ve Özmen, 2008). Literatürde genellikle yeşil lojistik kriteri başlığı altında görülen, taşımacılıkta kullanılacak akaryakıt türünün doğru seçimi ve yakıt kullanımının minimize edilmesini amaçlayan bir kısıttır. Bu kısıtta tedarikçinin ürün taşımacılığında yıllık kullanılan akaryakıt miktarı (litre) dikkate alınmıştır. Her tedarikçinin kullandığı akaryakıt miktarı sadeleştirilerek birim olarak hesap edilmiştir. Literatürde genel anlamda ele alınarak enerji tüketimi olarak da ifade edilebilen bu kriter mevcut problem baz alındığında yakıt kullanımı olarak ele alınmış ilk örneklerdendir. Doğrudan "yakıt kullanımı" olarak geçmiş çalışmalarda rastlanmasa da enerji tüketimi olarak kullanan bazı araştırmacılar vardır. Ayrıca yeşil kısıtlı araç rotalama problemlerinde de bir kısıt olarak kullanılmıştır.

Problemdeki yedi tedarikçi ise; T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 olarak sıralanmaktadır.

3.3. Gri İlişkisel Analiz Uygulaması

Uygulama adımlarına başlamadan önce ilk olarak, kırmızı et sektöründeki bu yeşil tedarikçi seçim problemi için firmadaki yedi uzman kişiye (U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7) subjektif (sözel) kriterleri sayısal bir veri haline getirebilmek için Tablo 3.2 'deki anket yapılmıştır. Seçilen uzman kişilerden biri firmada 8 yıllık tecrübeli gıda mühendisi, biri 15 yıllık kalite uzmanı, iki uzman satınalma ve tedarik sorumlusu, diğer üç uzman ise her biri firmada en az 20 yıllık deneyimli yöneticilerdir. Kişilerin tedarikçileri Tablo 3.3 'deki değerlendirme sklasına göre değerlendirmeleri istenmiştir.

Tablo 3.2. Tedarikçi değerlendirme anketi

KRİTERLER	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kalite							
Yeşil İmaj							
Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı							
Atık Yönetimi							

Tablo 3.3. Uzmanların tedarikçileri değerlendirme skalası

KISALTMA	DEĞERLENDİRME
VP	ÇOK ZAYIF (VERY POOR)
P	ZAYIF (POOR)
MP	ORTA DERECEDE ZAYIF (MEDIUM POOR)
F	ORTALAMA (FAİR)
MG	ORTA DERECEDE İYİ (MEDIUM GOOD)
G	İYİ (GOOD)
VG	ÇOK İYİ (VERY GOOD)

Uzman kişilerle yapılan anket sonucunda, sözel kriterlerin tedarikçi seviyesindeki değerlendirmesi Tablo 3.4 'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Uzman kişilerin kriterleri, tedarikçileri bazında değerlendirmesi

KRİTERLER	UZMANLAR	TEDARİKÇİLER						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kalite	U1	G	G	VG	G	MG	G	MG
	U2	G	VG	VG	G	G	G	G
	U3	MG	G	G	G	MG	G	MG
	U4	G	VG	G	MG	MG	MG	MG
	U5	G	VG	VG	G	G	G	MG
	U6	MG	VG	G	MG	MG	VG	G
	U7	G	G	VG	G	G	G	MG
Yeşil İmaj	U1	MG	MG	MG	F	G	G	MG
	U2	F	MG	MG	F	MG	G	MG
	U3	MG	G	G	MG	MG	MG	MG
	U4	F	G	MG	F	G	G	F
	U5	F	MG	G	MG	G	G	MG
	U6	F	MG	MG	F	MG	MG	F
	U7	MG	G	MG	MG	MG	MG	F
Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı	U1	MG	G	MG	F	MG	MG	G
	U2	F	MG	MG	F	MG	F	MG
	U3	MG	MG	F	MG	MG	F	MG
	U4	MG	MG	MG	F	F	MG	MG
	U5	MG	G	MG	MG	MG	F	G
	U6	F	MG	MG	F	MG	F	G
	U7	MG	MG	F	MG	F	MG	MG

Tablo 3.4. (Devamı) Uzman kişilerin kriterleri, tedarikçileri bazında değerlendirmesi

KRİTERLER	UZMANLAR	TEDARİKÇİLER						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Atık Yönetimi	U1	MG	F	MG	F	G	MG	G
	U2	F	F	MG	MG	G	MG	G
	U3	F	F	G	MG	G	G	G
	U4	MG	MG	G	MG	G	MG	G
	U5	MG	F	G	F	MG	MG	MG
	U6	MG	F	MG	F	G	MG	G
	U7	F	F	MG	MG	MG	MG	MG

Anket sonucunda oluşan sonuç tablosu, Tablo 2.1 deki “Subjektif değerler için gri sayı karşılıkları” değerlerine göre sayısal hale getirilmiştir. Yeni Tablo 3.5 ‘de verilmiştir.

Tablo 3.5. Uzman kişilerin, kriterlerinin sayısallaştırılması

KRİTERLER	UZMANLAR	TEDARİKÇİLER													
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kalite	U1	60	90	60	90	90	100	60	90	50	60	60	90	50	60
	U2	60	90	90	100	90	100	60	90	60	90	60	90	60	90
	U3	50	60	60	90	60	90	60	90	50	60	60	90	50	60
	U4	60	90	90	100	60	90	50	60	50	60	50	60	50	60
	U5	60	90	90	100	90	100	60	90	60	90	60	90	50	60
	U6	50	60	90	100	60	90	50	60	50	60	90	100	60	90
	U7	60	90	60	90	90	100	60	90	60	90	60	90	50	60
Yeşil İmaj	U1	50	60	50	60	50	60	40	50	60	90	60	90	50	60
	U2	40	50	50	60	50	60	40	50	50	60	60	90	50	60
	U3	50	60	60	90	60	90	50	60	50	60	50	60	50	60
	U4	40	50	60	90	50	60	40	50	60	90	60	90	40	50
	U5	40	50	50	60	60	90	50	60	60	90	60	90	50	60
	U6	40	50	50	60	50	60	40	50	50	60	50	60	40	50
	U7	50	60	60	90	50	60	50	60	50	60	50	60	40	50
Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı	U1	50	60	60	90	50	60	40	50	50	60	50	60	60	90
	U2	40	50	50	60	50	60	40	50	50	60	40	50	50	60
	U3	50	60	50	60	40	50	50	60	50	60	40	50	50	60
	U4	50	60	50	60	50	60	40	50	40	50	50	60	50	60
	U5	50	60	60	90	50	60	50	60	50	60	40	50	60	90
	U6	40	50	50	60	50	60	40	50	50	60	40	50	60	90
	U7	50	60	50	60	40	50	50	60	40	50	50	60	50	60
Atık Yönetimi	U1	50	60	40	50	50	60	40	50	60	90	50	60	60	90
	U2	40	50	40	50	50	60	50	60	60	90	50	60	60	90
	U3	40	50	40	50	60	90	50	60	60	90	60	90	60	90
	U4	50	60	50	60	60	90	50	60	60	90	50	60	60	90
	U5	50	60	40	50	60	90	40	50	50	60	50	60	50	60
	U6	50	60	40	50	50	60	40	50	60	90	50	60	60	90
	U7	40	50	40	50	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60

Her bir kriter ve her tedarikçi için yapılan değerlendirmeleri tek bir değere indirgeyebilmek için öncelikle durulaştırma işlemi yapılır. Durulaştırma işleminde elde edilen değer, her bir kriter ve tedarikçi için oluşan sayıların aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Aşağıdaki Tablo 3.6 ‘da tedarikçi ve kriterlere ait aritmetik ortalamalar verilmiştir.

Tablo 3.6. Tedarikçi ve kriterlere ait aritmetik ortalamalar

KRİTERLER	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kalite	69,285	86,428	86,428	69,285	63,571	75	60,714
Yeşil İmaj	49,285	63,571	60,714	49,285	63,571	66,428	50,714
Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı	52,142	60,714	52,142	49,285	52,142	49,285	63,571
Atık Yönetimi	50,714	46,428	63,571	50,714	69,285	57,857	69,285

Gerçek hayatta problemlerin birçoğunda her bir kriterin kendisine ait farklı bir ağırlığı vardır. Yani bütün kriterlerin önem dereceleri farklıdır. Bu önem dereceleri tedarikçi seçiminde de sonuca etki etmektedir. Bu nedenle GİA adımlarından önce kriter ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Problemdeki kriter ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP yöntemi kullanılmıştır.

3.4. BAHP İle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Gerçek hayatta, karar vericilerin belirlediği kriterler genellikle ikili karşılaştırmalar yaparak ve dilsel ifadelerle (iyi, orta, kötü gibi) ifade edilir. Sayısal değerler genellikle bu tür durumlarda tercih edilmez. Ancak, dilsel ifadelerin sayısal forma dönüştürülmesi gerektiği durumlarda Ağırlıklı BAHP gibi yöntemlere başvurulabilir. Bu yöntemler, dilsel ifadeleri sayısal değerlere dönüştürerek karar verme sürecini kolaylaştırır ve daha yapıcı sonuçlar elde etmeye yardımcı olur. Bu sayede, belirsizliklerle başa çıkmak ve doğru kararlar almak daha mümkün hale gelir. (Ardalı, 2020).

Ağırlıkların belirlenmesi amacıyla öncelikle ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Bu karşılaştırmalar, her bir kriter için kendi arasında olacak şekilde yapılmıştır. Bu çalışmadaki problemin çözümünde Akyüz tarafından belirlenmiş bulanık önem derecelerinden faydalanılmıştır. Bu dereceleri Tablo 3.7 ‘de gösterilmiştir.

Ağırlıkların belirlenmesinde entegre et tesisinde 25 yıllık yönetici konumundaki tek bir karar vericiden kıyaslama yapılması istenmiştir. Bu kıyaslama yapılırken dilsel önem durumuna karşılık gelen sayısal değerler kullanılmıştır.

Tablo 3.7. Bulanık önem dereceleri

Önem Durumu	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Derecede Önemli	1, 1, 1	1, 1, 1
Biraz Daha Önemli	2/3, 1, 3/2	2/3, 1, 3/2
Daha Fazla Önemli	3/2, 2, 5/2	2/5, 1/2, 2/3
Çok Önemli	5/2, 3, 7/2	2/7, 1/3, 2/5
Kesin Önemli	7/2, 4, 9/2	2/9, 1/4, 2/7

Karar verici tarafından belirlenmiş kriterlerin ikili karşılaştırma matrisine ait sayısal değerler Tablo 3.8 ‘de verilmiştir.

Tablo 3.8. Kriterlerin ikili karşılaştırması

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,1,1	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2	2/3,1,3/2	5/2,3,7/2
K2	2/3,1,3/2	1,1,1	3/2,2,5/2	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2
K3	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	1,1,1	2/5,1/2,2/3	2/3,1,3/2
K4	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2	1,1,1	2/3,1,3/2
K5	2/7,1/3,2/5	2/5,1/2,2/3	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2	1,1,1

İkili karşılaştırmalarda ortaya çıkan değerleri Formül 2.24 ‘te yerine yazarak bulanık geometrik ortalamalar hesaplanmıştır ve Tablo 3.9 oluşmuştur.

$$\tilde{r}_1 = (1 * \frac{2}{3} * \frac{3}{2} * \frac{2}{3} * \frac{5}{2})^{\frac{1}{5}}, (1 * 1 * 2 * 1 * 3)^{\frac{1}{5}}, (1 * \frac{3}{2} * \frac{5}{2} * \frac{3}{2} * \frac{7}{2})^{\frac{1}{5}}$$

$$\tilde{r}_1 = (1.1075, 1.4309, 1.8148)$$

$$\tilde{r}_2 = (\frac{2}{3} * 1 * \frac{3}{2} * \frac{2}{3} * \frac{3}{2})^{\frac{1}{5}}, (1 * 1 * 2 * 1 * 2)^{\frac{1}{5}}, (\frac{3}{2} * 1 * \frac{5}{2} * \frac{3}{2} * \frac{5}{2})^{\frac{1}{5}}$$

$$\tilde{r}_2 = (1, 1.3195, 1.6967)$$

$$\tilde{r}_3 = (\frac{2}{5} * \frac{2}{5} * 1 * \frac{2}{5} * \frac{2}{3})^{\frac{1}{5}}, (\frac{1}{2} * \frac{1}{2} * 1 * \frac{1}{2} * 1)^{\frac{1}{5}}, (\frac{2}{3} * \frac{2}{3} * 1 * \frac{2}{3} * \frac{3}{2})^{\frac{1}{5}}$$

$$\tilde{r}_3 = (0.5321, 0.6597, 0.8502)$$

$$\tilde{r}_4 = (\frac{2}{3} * \frac{2}{3} * \frac{3}{2} * 1 * \frac{2}{3})^{\frac{1}{5}}, (1 * 1 * 2 * 1 * 1)^{\frac{1}{5}}, (\frac{3}{2} * \frac{3}{2} * \frac{5}{2} * 1 * \frac{3}{2})^{\frac{1}{5}}$$

$$\tilde{r}_4 = (0.8502, 1.1486, 1.5319)$$

$$\tilde{r}_5 = (\frac{2}{7} * \frac{2}{5} * \frac{2}{3} * \frac{2}{3} * 1)^{\frac{1}{5}}, (\frac{1}{3} * \frac{1}{2} * 1 * 1 * 1)^{\frac{1}{5}}, (\frac{2}{5} * \frac{2}{3} * \frac{3}{2} * \frac{3}{2} * 1)^{\frac{1}{5}}$$

$$\tilde{r}_5 = (0.5510, 0.6988, 0.9028)$$

Tablo 3.9. Bulanık geometrik ortalamalar

$\tilde{r}_i$	l	m	u
$\tilde{r}_1$	1,1075	1,4309	1,8148
$\tilde{r}_2$	1	1,3195	1,6967
$\tilde{r}_3$	0,5321	0,6597	0,8502
$\tilde{r}_4$	0,8502	1,1486	1,5319
$\tilde{r}_5$	0,551	0,6988	0,9028

Geometrik ortalamaların hesaplanmasının ardından $\tilde{w}_i$ hesaplamak için, formül 2.25 'te değerler yerine yazılmıştır ve Tablo 3.10 elde edilmiştir.

$$\tilde{w}_1 = (1.1075, \quad 1.4309, \quad 1.8148) \\ * \begin{pmatrix} 1/(1,1075 + 1 + 0,5321 + 0,8502 + 0,5510) \\ 1/(1,4309 + 1,3195 + 0,6597 + 1,1486 + 0,6988) \\ 1/(1,8148 + 1,6967 + 0,8502 + 1,5319 + 0,9028) \end{pmatrix}$$

$$\tilde{w}_1 = 0.2740, 0.2721, 0.2669$$

$$\tilde{w}_2 = (1, 1.3195, 1.6967) \\ * \begin{pmatrix} 1/(1,1075 + 1 + 0,5321 + 0,8502 + 0,5510) \\ 1/(1,4309 + 1,3195 + 0,6597 + 1,1486 + 0,6988) \\ 1/(1,8148 + 1,6967 + 0,8502 + 1,5319 + 0,9028) \end{pmatrix}$$

$$\tilde{w}_2 = 0.2474, 0.2509, 0.2496$$

$$\tilde{w}_3 = (0.5321, 0.6597, 0.8502) \\ * \begin{pmatrix} 1/(1,1075 + 1 + 0,5321 + 0,8502 + 0,5510) \\ 1/(1,4309 + 1,3195 + 0,6597 + 1,1486 + 0,6988) \\ 1/(1,8148 + 1,6967 + 0,8502 + 1,5319 + 0,9028) \end{pmatrix}$$

$$\tilde{w}_3 = 0.1316, 0.1254, 0.1251$$

$$\tilde{w}_4 = (0.8502, 1.1486, 1.5319) \\ * \begin{pmatrix} 1/(1,1075 + 1 + 0,5321 + 0,8502 + 0,5510) \\ 1/(1,4309 + 1,3195 + 0,6597 + 1,1486 + 0,6988) \\ 1/(1,8148 + 1,6967 + 0,8502 + 1,5319 + 0,9028) \end{pmatrix}$$

$$\tilde{w}_4 = 0.2104, 0.2184, 0.2253$$

$$\tilde{w}_5 = (0.5510, 0.6988, 0.9028)$$

$$* \begin{pmatrix} 1/(1,1075 + 1 + 0,5321 + 0,8502 + 0,5510) \\ 1/(1,4309 + 1,3195 + 0,6597 + 1,1486 + 0,6988) \\ 1/(1,8148 + 1,6967 + 0,8502 + 1,5319 + 0,9028) \end{pmatrix}$$

$$\tilde{w}_5 = 0.1363, 0.1329, 0.1328$$

Tablo 3.10. Bulanıklaştırılmış ağırlıklar

$\tilde{w}_i$	l	m	u
$\tilde{w}_1$	0,274	0,2721	0,267
$\tilde{w}_2$	0,2474	0,2509	0,2496
$\tilde{w}_3$	0,1316	0,1254	0,1251
$\tilde{w}_4$	0,2104	0,2184	0,2253
$\tilde{w}_5$	0,1363	0,1329	0,1328

Durulaştırılmış ağırlıklar aşadaki gibi hesaplanmıştır.

$$w_1 = \frac{[(0,267 - 0,274) + (0,2721 - 0,274)]}{3} + 0,274 = 0.2710$$

$$w_2 = \frac{[(0,2496 - 0,2474) + (0,2509 - 0,2474)]}{3} + 0,2474 = 0.2493$$

$$w_3 = \frac{[(0,1251 - 0,1316) + (0,1254 - 0,1316)]}{3} + 0,1316 = 0.1274$$

$$w_4 = \frac{[(0,2253 - 0,2104) + (0,2184 - 0,2104)]}{3} + 0,2104 = 0.2180$$

$$w_5 = \frac{[(0,1328 - 0,1363) + (0,1329 - 0,1363)]}{3} + 0,1363 = 0.1340$$

3.5. Gri İlişkisel Analiz MetoduylaTedarikçi Seçimi

Sırasıyla aşağıdaki adımlar uygulanmıştır.

3.5.1. Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulması

Karar probleminde tedarikçi seçimini etkileyecek olan beş kriter belirlenmiştir. Bu problemde “Kalite, Yeşil İmaj, Çevreye Duyarlı Teknoloji Kullanımı, Atık Yönetimi, Yakıt Kullanımı” kriterleri sırası ile “K1, K2, K3, K4, K5” olarak tanımlanmışlardır. Bunun yanısıra “Tedarikçi 1, Tedarikçi 2, Tedarikçi 3, Tedarikçi 4, Tedarikçi 5,

Tedarikçi 6, Tedarikçi 7” alternatifleri sırası ile “T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7” olarak tanımlanmışlardır.

Her bir alternatifin belirlenen her bir kritere göre değerleri aşağıdaki Tablo 3.11 ‘deki gibidir.

Tablo 3.11. Karar matrisi tablosu

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min
T1	69,285	49,285	52,142	50,714	115
T2	86,428	63,571	60,714	46,428	108
T3	86,428	60,714	52,142	63,571	110
T4	69,285	49,285	49,285	50,714	117
T5	63,571	63,571	52,142	69,285	106
T6	75	66,428	49,285	57,857	105
T7	60,714	50,714	63,571	69,285	112
w_i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134

3.5.2. Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Referans değeri her bir kritere ait değerler içinden en iyi olanı ifade etmektedir. Her kriterin referans değerinden oluşan seri referans serisi adını almaktadır ve bir önceki adımda oluşturulan karar matrisinin ilk satırına eklenir ve Tablo 3.12 oluşur.

Tablo 3.12. Referans serisi eklenmiş karşılaştırma matrisi tablosu

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min
Referans	86,43	66,43	63,57	69,29	105
T1	69,29	49,29	52,14	50,71	115
T2	86,43	63,57	60,71	46,43	108
T3	86,43	60,71	52,14	63,57	110
T4	69,29	49,29	49,29	50,71	117
T5	63,57	63,57	52,14	69,29	106
T6	75	66,43	49,29	57,86	105
T7	60,71	50,71	63,57	69,29	112
w_i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134

Eğer problemdeki kriter maksimum olması istenen bir kriter ise en büyük değer, eğer minimum olması istenen bir kriterse en küçük değer referans olmaktadır. Referans serisi eklenmiş karşılaştırma matrisi yukarıdaki ve Tablo 3.12 ‘de verilmiştir.

3.5.3. Karar matrisinin normalize edilmesi ve matrisin oluşturulması

Normalizasyon işlemleri için ilgili formüllerden faydalanarak Tablo 3.13 ‘deki gibi normalizasyon matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3.13. Normalizasyon matrisi

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min
Referans	1	1	1	1	1
T1	0,333	0	0,2	0,188	0,167
T2	1	0,833	0,8	0	0,75
T3	1	0,667	0,2	0,75	0,583
T4	0,333	0	0	0,188	0
T5	0,111	0,833	0,2	1	0,917
T6	0,556	1	0	0,5	1
T7	0	0,083	1	1	0,417
w_i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134

Maksimum olması istenen bir kriter olan K1 kriterini örnek olarak ele alırsak ilgili formül uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

$$x_1 = \frac{69,29 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 0,333$$

$$x_2 = \frac{86,43 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 1$$

$$x_3 = \frac{86,43 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 1$$

$$x_4 = \frac{69,29 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 0,333$$

$$x_5 = \frac{63,57 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 0,111$$

$$x_6 = \frac{75 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 0,556$$

$$x_7 = \frac{60,71 - 60,71}{86,43 - 60,71} = 0$$

Minimum olması istenen bir kriter olan K5 kriterini örnek olarak ele alırsak ilgili formül uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

$$x_1 = \frac{117 - 115}{117 - 105} = 0,167$$

$$x_2 = \frac{117 - 108}{117 - 105} = 0,75$$

$$x_3 = \frac{117 - 110}{117 - 105} = 0,583$$

$$x_4 = \frac{117 - 117}{117 - 105} = 0$$

$$x_5 = \frac{117 - 106}{117 - 105} = 0,917$$

$$x_6 = \frac{117 - 105}{117 - 105} = 1$$

$$x_7 = \frac{117 - 112}{117 - 105} = 0,417$$

3.5.4. Mutlak fark tablosunun oluşturulması

Mutlak değer tablosunun oluşturulmasında Formül 2.8 kullanılmıştır ve Tablo 3.14 oluşturulmuştur.

Tablo 3.14. Mutlak değer tablosu

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min
T1	0,667	1	0,8	0,812	0,833
T2	0	0,167	0,2	1	0,25
T3	0	0,333	0,8	0,25	0,417
T4	0,667	1	1	0,812	1
T5	0,889	0,167	0,8	0	0,083
T6	0,444	0	1	0,5	0
T7	1	0,917	0	0	0,583
w _i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134

Örnek olarak K1 kriterini ele alacak olursak ilk sütun değerleri şu şekilde hesaplanmıştır;

$$\Delta_{01} = |1 - 0,333| = 0,667$$

$$\Delta_{02} = |1 - 1| = 0$$

$$\Delta_{03} = |1 - 1| = 0$$

$$\Delta_{04} = |1 - 0,333| = 0,667$$

$$\Delta_{05} = |1 - 0,111| = 0,889$$

$$\Delta_{06} = |1 - 0,556| = 0,444$$

$$\Delta_{07} = |1 - 0| = 1$$

Diğer sütunlar için de mutlak değer formülü uygulanıp Tablo 3.14 'deki değerler bulunmuştur.

3.5.5. Gri ilişkisel katsayı tablosunun oluşturulması

Gri ilişkisel derece, gri bir sistemde x_i^* serisi ile x_0^* referans serisi arasındaki geometrik benzerliklerinin derecesi olup serilerin birbirleri ile karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Gri ilişkisel derecenin büyüklüğü x_i^* serisi ile x_0^* referans serisi arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu ifade etmektedir, öyle ki gri ilişkisel derece 1'e eşit olduğu durumda karşılaştırılan serilerin aynı olduğu neticesine varılır. Hesaplanan gri ilişkisel derece ile karşılaştırılan x_i^* serisinin x_0^* referans serisine ne kadar benzer olduğu görülebilir (Yılmaz ve Güngör, 2010).

Gri ilişkisel katsayı tablosunun oluşturulmasında Formül 2.10 kullanılmış olup Tablo 3.15 elde edilmiştir.

Tablo 3.15. Gri ilişkisel katsayı tablosu

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min
w_i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134
T1	0,429	0,333	0,385	0,381	0,375
T2	1	0,75	0,714	0,333	0,667
T3	1	0,6	0,385	0,667	0,545
T4	0,429	0,333	0,333	0,381	0,333
T5	0,36	0,75	0,385	1	0,857
T6	0,529	1	0,333	0,5	1
T7	0,333	0,353	1	1	0,462
ΔMAX	1				
ΔMIN	0				
ζ	0,5				

İlgili formül kullanılarak örnek bir hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_{01}(1) = \frac{\Delta min + \zeta * \Delta max}{\Delta 01(1) + \zeta * \Delta max} = \frac{0 + 0,5 * 1}{0,667 + 0,5 * 1} = 0,429$$

3.5.6. Ağırlıklar dikkate alınarak gri ilişkisel katsayıların bulunması ve sıralama

Kriterlerin eşit öneme sahip olduğu değerlendirme yapıyorsa gri ilişkisel katsayı Formül 2.12 'ye göre hesaplanır. Ancak kriterlerin önem dereceleri farklı ise, önceden belirlenmiş olan kriter ağırlıkları dikkate alınarak gri ilişkisel katsayı Formül 2.13 'e göre hesaplanır.

Tablo 3.16. Ağırlıklı gri ilişkisel karsayı (GİK) tablosu

	K1 - Maks	K2 - Maks	K3 - Maks	K4 - Maks	K5 - Min	GİK	Sıralama
w_i	0,2711	0,2494	0,1274	0,2181	0,134	-	-
T1	0,429	0,333	0,385	0,381	0,375	0,382	6
T2	1	0,75	0,714	0,333	0,667	0,711	1
T3	1	0,6	0,385	0,667	0,545	0,688	2
T4	0,429	0,333	0,333	0,381	0,333	0,37	7
T5	0,36	0,75	0,385	1	0,857	0,667	4
T6	0,529	1	0,333	0,5	1	0,678	3
T7	0,333	0,353	1	1	0,462	0,586	5

Ağırlıkların işleme dahil olduğu ağırlıklı gri ilişkisel katsayılar Tablo 3.16 'daki gibi bulunmuştur. En büyük GİK değerini alan tedarikçi en iyi tedarikçi olmuştur. Sayılar büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve en iyi tedarikçilerin T2, T3, T6, T5, T7, T1 ve T4 olarak sıralandığı görülmüştür.

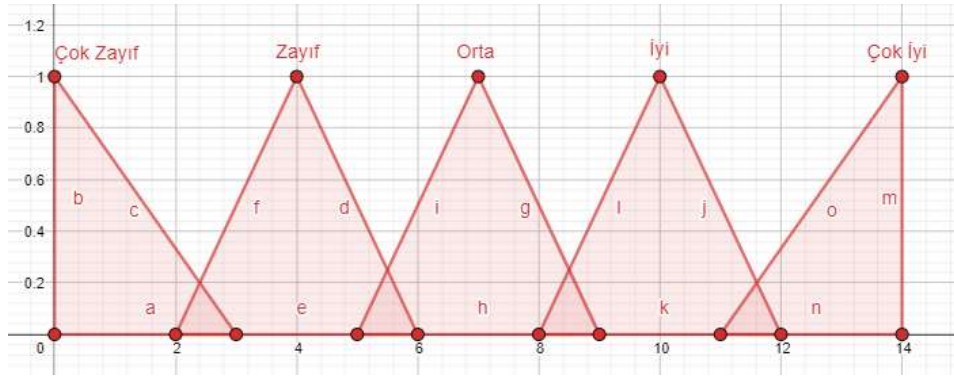
3.6. Bulanık Aksiyomatik Tasarım Uygulaması

AT'de bilgi aksiyomunun bulunması için, AT gereksinimlerinden olan bağımsızlık aksiyomunun sağlanması gerekir. Uygulamada kriterlerin sağladığı fonksiyonel ihtiyaçlar (Fi) birbirinden bağımsız olduğu varsayılmıştır. AT uygulanabilmesi için ilk olarak bilgi içeriklerinin hesaplanması gerekmektedir. Her bir alternatife ait bilgi içeriklerinin hesaplanması için Fi tasarım aralıkları işletmedeki uzman kişiler tarafından Tablo 3.17 'de verilmiştir.

Tablo 3.17. Fonksiyonel ihtiyaçlar için tasarım aralıkları

Fonksiyonel İhtiyaç	Tasarım Aralığı
Kalite	6,14,14 (üçgensel ifade)
Yeşil İmaj	5,14,14 (üçgensel ifade)
Çevreye Duyarlı Teknoloji Kul.	3,14,14 (üçgensel ifade)
Atık Yönetimi	4,14,14 (üçgensel ifade)
Yakıt Kullanımı	95,115 (birim aralığında)

Sayısal olarak ifade edilemeyen ifadeleri sayısal duruma getirmek gerekmektedir. Bulanık kümeler teorisi bu durumda kullanılabilecek yöntemlerden biridir. Bulanık küme teorisinin üçgensel gösterimi Şekil 3.1 'deki gibidir.



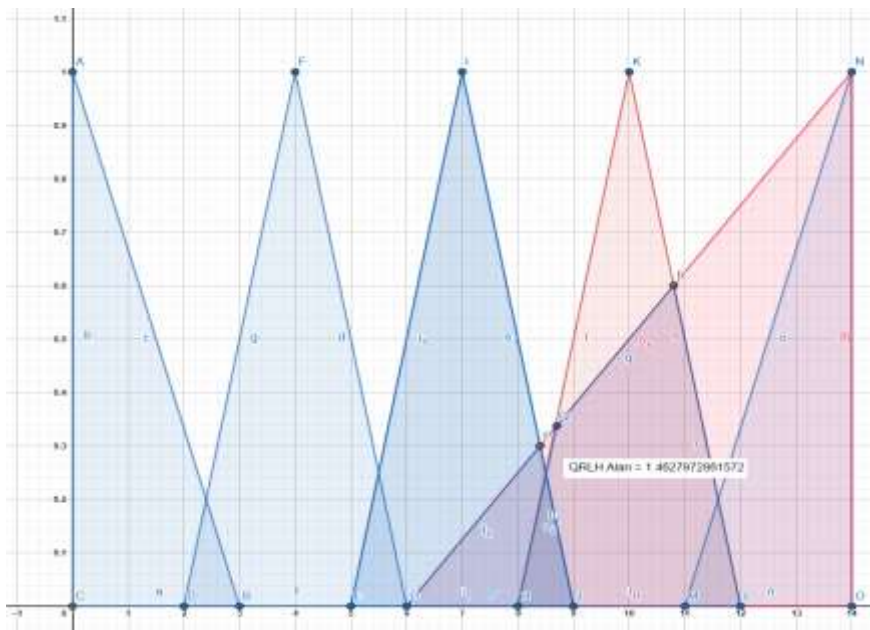
Şekil 3.1. Bulanık küme teorisinin üçgensel gösterimi

İşletmenin alternatif olarak belirlediği yedi tedarikçi ve onların karşılayabileceği Fi'ler Tablo 3.18 'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Tedarikçiler için sistem aralığı verileri

Tedarikçi	Kalite	Yeşil İmaj	Ç.D.T.K.	Atık Yönetimi	Yakıt Kul.
T1	İyi	ORTA	ORTA	ORTA	110-118
T2	ÇOK İYİ	İYİ	İYİ	ORTA	105-119
T3	ÇOK İYİ	ORTA	ORTA	İYİ	100-117
T4	İYİ	ORTA	ORTA	ORTA	110-120
T5	ORTA	İYİ	ORTA	İYİ	92-110
T6	İYİ	İYİ	ORTA	ORTA	100-110
T7	ORTA	ORTA	İYİ	İYİ	105-120

T1 için "kalite" kriterinin grafiksel gösterimi Şekil 3.2. 'de verilmiştir. Diğer tedarikçi firmalar için de tek tek fonksiyonel ihtiyaç hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 3.2. T1 için "kalite" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi

$$I_{K1} = \log_2 \left(\frac{2}{1,46} \right) = 0,4539$$

$$I_{K2} = \log_2 \left(\frac{2}{1,5} \right) = 0,415$$

$$I_{K3} = \log_2 \left(\frac{2}{1,5} \right) = 0,415$$

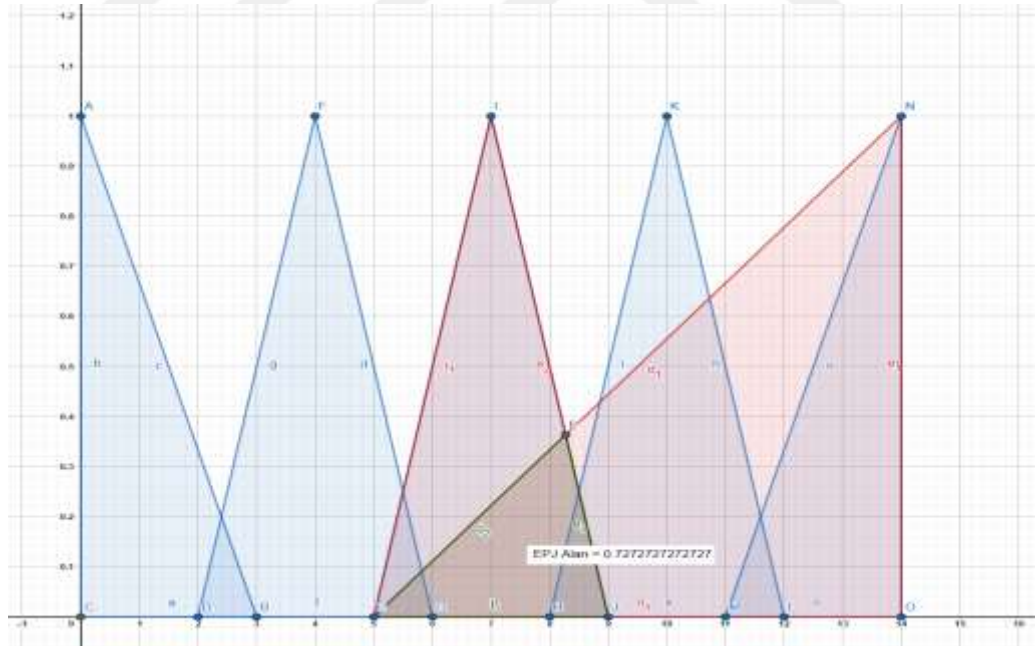
$$I_{K4} = \log_2 \left(\frac{2}{1,46} \right) = 0,4539$$

$$I_{K5} = \log_2 \left(\frac{2}{0,45} \right) = 2,1520$$

$$I_{K6} = \log_2 \left(\frac{2}{1,46} \right) = 0,4539$$

$$I_{K7} = \log_2 \left(\frac{2}{0,45} \right) = 2,1520$$

T1 için “yeşil imaj” kriterinin grafiksel gösterimi Şekil 3.3 ‘de verilmiştir. Diğer tedarikçi firmalar için de tek tek fonksiyonel ihtiyaç hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 3.3. T1 için "yeşil imaj" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi

$$I_{Yi1} = \log_2 \left(\frac{2}{0,7272} \right) = 1,4595$$

$$I_{Yi2} = \log_2 \left(\frac{2}{1,5845} \right) = 0,335$$

$$I_{Yi3} = \log_2 \left(\frac{2}{0,7272} \right) = 1,4595$$

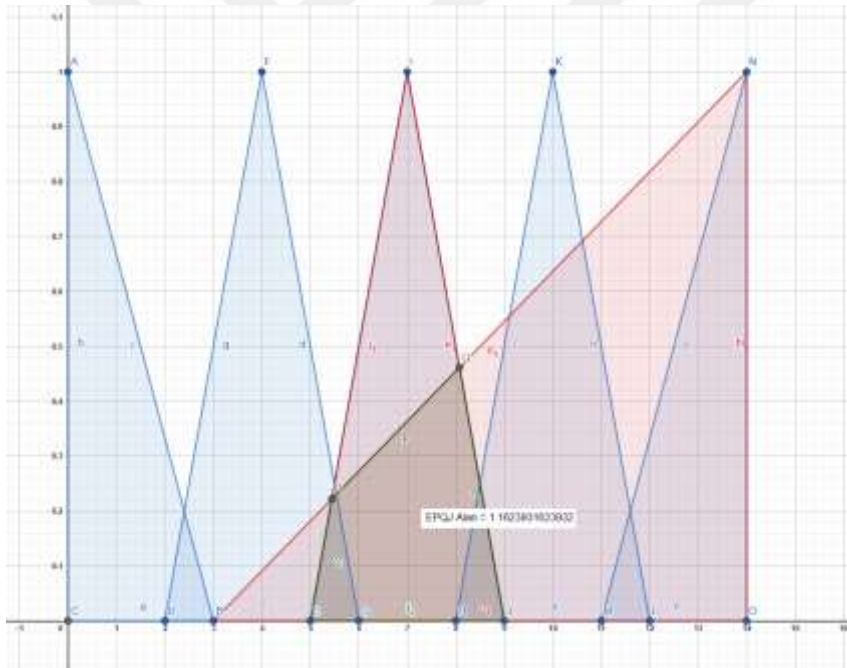
$$I_{Yi4} = \log_2 \left(\frac{2}{0,7272} \right) = 1,4595$$

$$I_{Yi5} = \log_2 \left(\frac{2}{1,5845} \right) = 0,335$$

$$I_{Yi6} = \log_2 \left(\frac{2}{1,5845} \right) = 0,335$$

$$I_{Yi7} = \log_2 \left(\frac{2}{0,7272} \right) = 1,4595$$

T1 için “çevreye duyarlı teknoloji kullanımı” kriterinin grafiksel gösterimi Şekil 3.4 ‘de verilmiştir. Diğer tedarikçi firmalar için de tek tek fonksiyonel ihtiyaç hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 3.4. T1 için "çevreye duyarlı tekn. kul." kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi

$$I_{\zeta D1} = \log_2 \left(\frac{2}{1,162} \right) = 0,7833$$

$$I_{\zeta D2} = \log_2 \left(\frac{2}{1,726} \right) = 0,2153$$

$$I_{\zeta D3} = \log_2 \left(\frac{2}{1,162} \right) = 0,7833$$

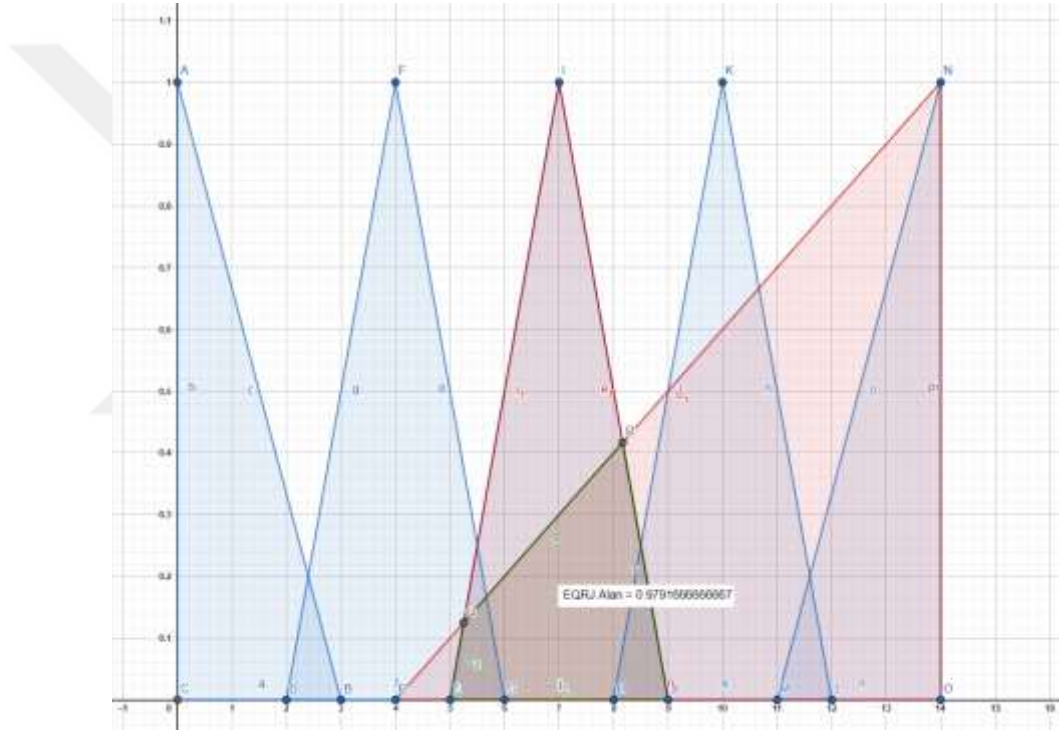
$$I_{\zeta D4} = \log_2 \left(\frac{2}{1,162} \right) = 0,7833$$

$$I_{\zeta D5} = \log_2 \left(\frac{2}{1,162} \right) = 0,7833$$

$$I_{\zeta D6} = \log_2 \left(\frac{2}{1,162} \right) = 0,7833$$

$$I_{\zeta D7} = \log_2 \left(\frac{2}{1,726} \right) = 0,2153$$

T1 için “atık yönetimi” kriterinin grafiksel gösterimi Şekil 3.5 ‘de verilmiştir. Diğer tedarikçi firmalar için de tek tek fonksiyonel ihtiyaç hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 3.5. T1 için "atık yönetimi" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi

$$I_{A1} = \log_2 \left(\frac{2}{0,9791} \right) = 1,03$$

$$I_{A2} = \log_2 \left(\frac{2}{0,9791} \right) = 1,03$$

$$I_{A3} = \log_2 \left(\frac{2}{1,667} \right) = 0,262$$

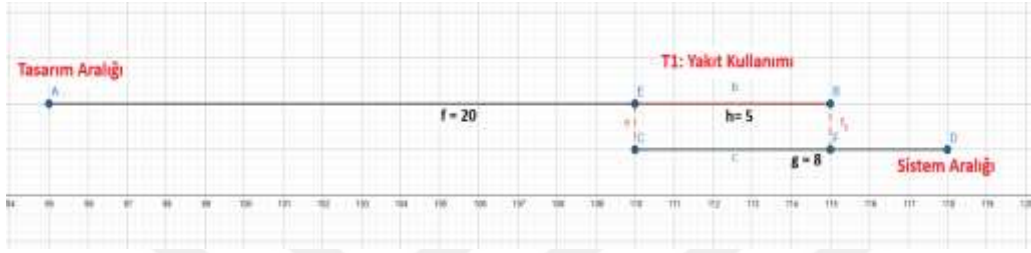
$$I_{A4} = \log_2 \left(\frac{2}{0,9791} \right) = 1,03$$

$$I_{A5} = \log_2 \left(\frac{2}{1,667} \right) = 0,262$$

$$I_{A6} = \log_2 \left(\frac{2}{0,9791} \right) = 1,03$$

$$I_{A7} = \log_2 \left(\frac{2}{1,667} \right) = 0,262$$

T1 için “yakıt kullanımı” kriterinin grafiksel gösterimi Şekil 3.6 ‘da verilmiştir. Diğer tedarikçi firmalar için de tek tek fonksiyonel ihtiyaç hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 3.6. T1 için "yakıt kullanımı" kriterinin grafiksel ortak alan gösterimi

$$I_{YK1} = \log_2 \left(\frac{118 - 110}{115 - 110} \right) = 0,678$$

$$I_{YK2} = \log_2 \left(\frac{119 - 105}{115 - 105} \right) = 0,485$$

$$I_{YK3} = \log_2 \left(\frac{117 - 100}{115 - 100} \right) = 0,180$$

$$I_{YK4} = \log_2 \left(\frac{120 - 110}{115 - 110} \right) = 1$$

$$I_{YK5} = \log_2 \left(\frac{110 - 92}{95 - 92} \right) = 1,411$$

$$I_{YK6} = \log_2 \left(\frac{110 - 100}{110 - 100} \right) = 0$$

$$I_{YK7} = \log_2 \left(\frac{120 - 105}{115 - 105} \right) = 0,585$$

Tedarikçilerin her biri için Fi hesaplaması Tablo 3.19 ‘da gösterilmiştir. Toplam bilgi içeriği değeri en küçük olan T2 en iyi alternatif olarak seçilmiştir.

Tablo 3.19. BAT bilgi içeriği sonuçları

Tedarikçi	Kalite	Yeşil İmaj	Ç.D.T.K.	Atık Yönetimi	Yakıt Kul.	Toplam	Sıralama
T1	0,4539	1,4595	0,7833	1,03	0,678	4,4047	4
T2	0,415	0,335	0,2153	1,03	0,485	2,4803	1
T3	0,415	1,4595	0,7833	0,262	0,18	3,0998	3
T4	0,4539	1,4595	0,7833	1,03	1	4,7267	6
T5	2,152	0,335	0,7833	0,262	1,411	4,9433	7
T6	0,4539	0,335	0,7833	1,03	0	2,6022	2
T7	2,152	1,4595	0,2153	0,262	0,585	4,6738	5

BAT'ın "bilgi içeriği" formülasyonlarına göre oluşturulan tabloda seçme sıralaması yapılacak olursa;

T2, T6, T3, T1, T7, T4, T5 şeklinde bulunmuştur.

3.7. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Ağırlıklı BAT bilgi içeriği hesabı yapılırken; bilgi içeriğinin birden büyük olma, birden küçük olma ve bire eşit olma durumuna göre durumuna bakılarak işlem yapılır.

Tedarikçi 1 için kalite: $0 \leq 0,4539 \leq 1$

$$I_{11} = (0,4539)^{\frac{1}{0,2711}} = 0,05428$$

Tedarikçi 2 için kalite: $0 \leq 0,415 \leq 1$

$$I_{12} = (0,415)^{\frac{1}{0,2711}} = 0,0390$$

Tedarikçi 3 için kalite: $0 \leq 0,415 \leq 1$

$$I_{13} = (0,415)^{\frac{1}{0,2711}} = 0,0390$$

Tedarikçi 4 için kalite: $0 \leq 0,4539 \leq 1$

$$I_{14} = (0,4539)^{\frac{1}{0,2711}} = 0,05428$$

Tedarikçi 5 için kalite: $2,152 > 1$

$$I_{15} = (2,152)^{0,2711} = 1,2309$$

Tedarikçi 6 için kalite: $0 \leq 0,4539 \leq 1$

$$I_{16} = (0,4539)^{\frac{1}{0,2711}} = 0,05428$$

Tedarikçi 7 için kalite: $2,152 > 1$

$$I_{17} = (2,152)^{0,2711} = 1,2309$$

Tedarikçi 1 için yeşil imaj: $1,4595 > 1$

$$I_{21} = (1,4595)^{0,2494} = 1,0988$$

Tedarikçi 2 için yeşil imaj: $0 \leq 0,335 \leq 1$

$$I_{22} = (0,335)^{\frac{1}{0,2494}} = 0,01246$$

Tedarikçi 3 için yeşil imaj: $1,4595 > 1$

$$I_{23} = (1,4595)^{0,2494} = 1,0988$$

Tedarikçi 4 için yeşil imaj: $1,4595 > 1$

$$I_{24} = (1,4595)^{0,2494} = 1,0988$$

Tedarikçi 5 için yeşil imaj: $0 \leq 0,335 \leq 1$

$$I_{25} = (0,335)^{\frac{1}{0,2494}} = 0,01246$$

Tedarikçi 6 için yeşil imaj: $0 \leq 0,335 \leq 1$

$$I_{26} = (0,335)^{\frac{1}{0,2494}} = 0,01246$$

Tedarikçi 7 için yeşil imaj: $1,4595 > 1$

$$I_{27} = (1,4595)^{0,2494} = 1,0988$$

Tedarikçi 1 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,7833 \leq 1$

$$I_{31} = (0,7833)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,1470$$

Tedarikçi 2 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,2153 \leq 1$

$$I_{32} = (0,2153)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,00000582$$

Tedarikçi 3 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,7833 \leq 1$

$$I_{33} = (0,7833)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,1470$$

Tedarikçi 4 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,7833 \leq 1$

$$I_{34} = (0,7833)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,1470$$

Tedarikçi 5 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,7833 \leq 1$

$$I_{35} = (0,7833)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,1470$$

Tedarikçi 6 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,7833 \leq 1$

$$I_{36} = (0,7833)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,1470$$

Tedarikçi 7 için çevreye dost teknoloji kullanımı: $0 \leq 0,2153 \leq 1$

$$I_{37} = (0,2153)^{\frac{1}{0,1274}} = 0,00000582$$

Tedarikçi 1 için atık yönetimi: $1,03 > 1$

$$I_{41} = (1,03)^{0,2181} = 1,0064$$

Tedarikçi 2 için atık yönetimi: $1,03 > 1$

$$I_{42} = (1,03)^{0,2181} = 1,0064$$

Tedarikçi 3 için atık yönetimi: $0 \leq 0,262 \leq 1$

$$I_{43} = (0,262)^{\frac{1}{0,2181}} = 0,00215$$

Tedarikçi 4 için atık yönetimi: $1,03 > 1$

$$I_{44} = (1,03)^{0,2181} = 1,0064$$

Tedarikçi 5 için atık yönetimi: $0 \leq 0,262 \leq 1$

$$I_{45} = (0,262)^{\frac{1}{0,2181}} = 0,00215$$

Tedarikçi 6 için atık yönetimi: $1,03 > 1$

$$I_{46} = (1,03)^{0,2181} = 1,0064$$

Tedarikçi 7 için atık yönetimi: $0 \leq 0,262 \leq 1$

$$I_{47} = (0,262)^{\frac{1}{0,2181}} = 0,00215$$

Tedarikçi 1 için yakıt kullanımı: $0 \leq 0,678 \leq 1$

$$I_{51} = (0,678)^{\frac{1}{0,1340}} = 0,055$$

Tedarikçi 2 için yakıt kullanımı: $0 \leq 0,485 \leq 1$

$$I_{52} = (0,485)^{\frac{1}{0,1340}} = 0,00451$$

Tedarikçi 3 için yakıt kullanımı: $0 \leq 0,180 \leq 1$

$$I_{53} = (0,180)^{\frac{1}{0,1340}} = 0,00000277$$

Tedarikçi 4 için yakıt kullanımı: $1 = 1$

$$I_{54} = 0,1340$$

Tedarikçi 5 için atık yönetimi: $1,411 > 1$

$$I_{55} = (1,411)^{0,1340} = 1,0472$$

Tedarikçi 6 için yakıt kullanımı: $0 = 0$

$$I_{56} = 0$$

Tedarikçi 7 için yakıt kullanımı: $0 \leq 0,585 \leq 1$

$$I_{57} = (0,585)^{\frac{1}{0,1340}} = 0,0183$$

Ağırlıklı BAT'ın "bilgi içeriği" formülasyonlarına göre yapılan işlemler neticesinde Tablo 3.20 'deki seçme sıralaması gösterilmiştir.

Bu kapsamda sıralama; T2, T6, T3, T7, T1, T5, T4 şeklinde bulunmuştur.

Tablo 3.20. ABAT bilgi içeriği sonuçları

	Kalite	Yeşil İmaj	Ç.D.T.K.	Atık Yönetimi	Yakıt Kul.	Toplam	Sıralama
T1	0,05428	1,0988	0,147	1,0064	0,055	2,3614	5.
T2	0,039	0,01246	0,00000582	1,0064	0,00451	1,06238	1.
T3	0,039	1,0988	0,147	0,00215	0,00000277	1,28695	3.
T4	0,05428	1,0988	0,147	1,0064	0,134	2,44048	7.
T5	1,2309	0,01246	0,147	0,00215	1,0472	2,43971	6.
T6	0,05428	0,01246	0,147	1,0064	0	1,22006	2.
T7	1,2309	1,0988	0,00000582	0,00215	0,0183	2,3505	4.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünyada yaşam döngüsünün devam ettiği ve nüfusun artmakta olduğu göz önüne alındığında kaynakların hızla tükendiği günümüz koşullarında yeşil tedarik zincirinin önemi artmaktadır. Hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önem kazanan çevresel faktör etkileri değerlendirildiğinde, firmaların tedarikçi seçimi yapması birçok sektörde gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmada et tedarikçisi bir firma, hem kendi yeşil politikalarına uygun hem de müşterileri tarafından talep edilebilecek ihtiyaçları karşılayabilecek en iyi tedarikçi sıralamasını yapmak istemektedir.

Tedarikçi seçiminde belirleyici olacak kriterler, tüketicilerin tercih yaparken önemsendiği, firmanın uzman kişilerce belirlediği yeşil politikalarına uygun, literatüre bakıldığında çalışmalarda önemi vurgulanmış beş kriter belirlenmiştir. Çalışmada değerlendirilen kriterlerin önem dereceleri BAHP yöntemi ile bulunmuş olup, en önemli kriterin kalite olduğu görülmektedir. Kriterlerin önem sıralaması; kalite, yeşil imaj, atık yönetimi, yakıt kullanımı, çevreye duyarlı teknoloji kullanımı şeklinde oluşmuştur.

GİA ve AT yöntemleri aynı problem üzerinde ayrı ayrı uygulanmıştır. Daha gerçekçi sonuçlara ulaşmak adına firmadaki uzman kişi aracılığıyla değerlendirilip BAHP yöntemi yardımıyla kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. GİA ve ABAT yöntemleri üzerinde bu ağırlıklar hesaba dahil edilmiştir. BAT ile bulunan sıralamada ise kriter ağırlıkları eşit kabul edildiği durum sözkonusudur.

Bu çalışma ile et entegre tesisinin alternatif yedi tedarikçisi arasında, kendi yeşil politikalarına en uygun olan tedarikçi sıralaması bulunmuştur. GİA, BAT ve ABAT ile bulunan ideal sıralama Tablo 4.1 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Uygulanan yöntemlere göre sıralamalar

Sıralama	GİA	BAT	ABAT
1.	T2	T2	T2
2.	T3	T6	T6
3.	T6	T3	T3
4.	T5	T1	T7
5.	T7	T7	T1
6.	T1	T4	T5
7.	T4	T5	T4

Tabloya göre en iyi tedarikçi olan T2 üç yöntemde de 1. Sırada yer almaktadır. Yeşil tedarikçi standartlarından en uzak tedarikçi ise T4 olduğu görülmektedir. Ağırlıkların hesaba dahil edildiği GİA ve ABAT yöntemlerinin gerçeğe daha yakın sonuçlar olduğu tahmin edilmekte olup, oluşan farklılıklar ise yöntemlerdeki işlemlerden kaynaklanan çok minimal değer sapmaları olup beklenen bir durumdur.

Aynı sektörde yer alan bu 7 tedarikçiden en iyi (T2) ve en kötü (T4) tedarikçiler kıyaslandığından GİA yöntemine göre T2'nin gri ilişkisel katsayısı 0,711 ile en iyi, T4'ün 0,37 ile en kötü değeri aldığı görülmüştür. Yine aynı tedarikçiler ABAT yöntemine göre T2; 1,06 ile minimum bilgi içeriğine, T4; 2,44 ile maksimum bilgi içeriğine sahiptir. Her iki yöntemde de tedarikçiler arasında yaklaşık iki kat puan farkı bulunmaktadır.

GİA yöntemi belirsizlik durumlarını doğru çözümlemede daha etkili bir yöntemdir. Bu sebeple sonuçlarının AT'ye göre daha gerçekçi olduğu düşünülmektedir.

Kriter ağırlıkları göz önüne alındığında en önemli kriter kalite olarak öne çıkmaktadır. Bu sebeple tedarikçilerin kaliteyi mümkün oldukça yüksek seviyede tutabilmeleri yeşil tedarikçi olarak tercih edilebilir olmaları açısından en iyi öneri olacaktır.

Çevreye duyarlı teknoloji kullanımı kriter koşullarını sağlamak tedarikçiler açısından genellikle yüksek yatırım maliyetleri gerektirmektedir. Tedarikçilerin maliyetler sebebiyle gözardı etmiş olduğu çevreye duyarlı teknoloji kullanımı uzun vadede ciddi tasarruf etkileri sağlamaktadır.

Gıda sektöründe kırmızı et alanında yapılan bu çalışma, yeşil tedarikçi seçiminde kendi sektöründeki firmalar başta olmak üzere birçok firma için sürdürülebilirlik çalışmaları açısından katkı sunacağı düşünülmektedir. Bir çok sektörde uygulamasına

rastlanılan yeşil tedarikçi seçimi çalışmalarından olan bu tez kendi sektörüne ait ilk çalışma özelliği taşımaktadır.

Bu tezde iki farklı yöntem uygulanmış ve sonuçlarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu ve benzeri çalışmalarda farklı sıralamaların olduğu ÇKKV problemlerinde bir sonraki aşamada, yöntemlerin ortak çözümü olarak değerlendirilmesine katkı sağlayacak Copeland yöntemine başvurarak uzlaşık ortak bir çözüm elde edilebilir.

Bu çalışma ile tedarikçi seçimi sürecinde çevresel etkilerin göz önünde bulundurulmasının ne kadar önemli olduğunu vurgulanmıştır. Ayrıca yeşil tedarikçi seçimini doğru şekilde gerçekleştiren firmaların pazarlama anlamında da avantaj sağladığı görülmüştür.

Türkiye ve dünyada atık üretimi ve geri dönüşüm konularında araştırma yapıldığında; dünya genelinde yılda 2 milyar tonun üzerinde atık üretildiğini ve bu atıkların geri dönüşümünün yeterince yapılmadığını görmekteyiz. Dünya genelinde geri dönüşüm anlamında en başarılı ülke yüzde 60,8 oranı ile Güney Kore iken, Türkiye atıklarının yalnızca yüzde 11'ini geri dönüştürebilmektedir (İstanbul Haber Merkezi, 2022).

Bu verilerden de yola çıkarak atık yönetimi üzerinde etkisi çok olan yeşil tedarikçi seçimi ülkemizin gelişimi için oldukça önemlidir. Atık azaltarak veya geri dönüşüm ile sağlanacak tasarrufun ülke ekonomisine ciddi katkılar sağlaması beklenmektedir.



KAYNAKLAR

- Adalı, A., Tuş, E., & Işık, A. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA Ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. *International Review Of Economics And Management*, 5(4), 56-77.
- Alakaş, H. M., Bucak, M., & Kızıлтаş, Ş. (2019). AHP-TOPSIS Ve AHP VIKOR Yöntemleri İle Ambulans Tedarik Firması Seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 93-101.
- Ardalı, Z. (2020). *Bulanık AHP Ve Bulanık Aksiyomatik Tasarım İle Yeşil Tedarikçi Seçimi*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Ayaydın, H., S.Durmuş, & Pala, F. (2017). Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 8(21), 76-94.
- Bali, O., Kose, E., & Gumus, S. (2013). Green Supplier Selection Based On IFS And GRA. *Grey Systems. Theory And Application*, 3(2), 158-176.
- Banaeian, N., Mobli, H., & Fahimnia, B. (2018). Green Supplier Selection Using Fuzzy Group Decision Making Methods: A Case Study From The Agri-Food Industry. *Computers & Operations Research*, 337-347.
- Batur, G., & Özyörük, B. (2018). Aksiyomatik Tasarım İle Tedarikçi Seçimi: Bebek Maması Üretimi İçin Türkiye’de Bir Uygulama. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(2).
- Buckley, J. (1985). Designing A Fuzzy Expert System To Evaluate Alternatives İn Fuzzy Analytic Hierarchy Process.
- Cao, Q., Wu, J., & Liang, C. (2015). An İntuitionsitic Fuzzy Judgement Matrix And TOPSIS İntegrated Multi-Criteria Decision Making Method For Green Supplier Selection. *Journal Of Intelligent & Fuzzy Systems*, 28: 117-126.
- Çakın, E., & Özdemir, A. (2013). Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) Ve Elektre Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2), 339-364.
- Çirişoğlu, E., & Akoğlu, A. (2021). Restoranlarda Oluşan Gıda Atıkları Ve Yönetimi: İstanbul İli Örneği. *Akademik Gıda*, 19 (1) , 38-48.
- Dalay, M., & Sarı, K. (2022). Tedarikçi Seçiminde Yeşil Kriterin Öneminin Araştırılması: Türk Gıda Sektörü Örneği. *Dergipak*.
- Demirci, A. (2020). Lojistik Tedarikçi Seçiminde Aksiyomatik Tasarım Tekniği Uygulaması. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan Ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(1), 90-105.

- Demirci, A. (2021). Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniği Uygulaması: Waspas Ve Topsis Teknikleri İle Bir Sıralama. *Journal Of Business, Innovation And Governance*, 98-112.
- Denizhan, B., Yalçın, A., & Berber, Ş. (2017). Analitik Hiyerarşi Proses Ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Nevşehir Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 63-78.
- Ergül, Ö. (2015). *Gri İlişkisel Analiz Ve Moora Yöntemleriyle Tedarikçi Seçimi Ve Bir İşletmede Uygulaması*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.
- Erol, İ., & Özmen, A. (2008). Çevresel Düzeyde Sürdürülebilirlik Performansının Ölçülmesi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama. *İktisat İşletme Ve Finans*.
- Genovese, A., Koh, S., Bruno, G., & Esposito, E. (2013). Greener Supplier Selection: State Of The Art And Some Empirical Evidence. *International Journal Of Production Research*, 51(10), 2868-2886.
- Gıda Sektöründe Sürdürülebilirlik Çalışmaları - Karbon Ayak İzi Danışmanlığı*. (2022). Greenlife Danışmanlık: greenlifedanismanlik.com
- Göksel, B. (2022). *Yeşil Tüketici Devrimi*. Fast Company: <https://fastcompany.com.tr/dergi/yesil-tuketici-devrimi/>
- Gupta, H., & Barua, M. (2017). Upplier Selection Among Smes On The Basis Of Their Green İnnovation Ability Using BWM And Fuzzy TOPSIS. *Journal Of Cleaner Production*, 152, 242-258.
- Güner, D., & Olum, E. (2020). Yiyecek-İçecek Sektöründe Sürdürülebilirlik Ve Yenilikçi Yaklaşımlar. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3082-3098.
- Güneş, E., Keskin, B., & Kıymaz, T. (2014). Gıda Sanayiinde Yeşil Ekonomi Ve Uygulamaları. *XI. Tarım Ekonomisi Kongre Kitabı* (S. 1528-1532). İçinde
- Hajiaghaei-Keshteli, M. (2023). Pythagorean Fuzzy TOPSIS Method For Green Supplier Selection İn The Food Industry. *Expert Systems With Applications*.
- Handfield, R., Walton, S., Sroufe, R., & Melnyk, S. (2002). Applying Environmental Criteria To Supplier Assessment: A Study İn The Application Of The Analytical Hierarchy Process. *European Journal Of Operational Research*, 141(1), 70-87.
- Hashemi, S. H., & Karimi, A. (2015). An Integrated Green Supplier Selection Approach With Analytic Network Process And Improved Grey Relational Analysis. *International Journal Of Production Economics*.
- Hashemi, S., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An Integrated Green Supplier Selection Approach With Analytic Network Process And İmproved Grey Relational Analysis. *International Journal Of Production Economics*, 159: 178-191.
- Haspolat, N. A. (2015). *Gıda Güvenliğinde Sürdürülebilir Gıda Sistemleri*. Ankara.
- İstanbul Haber Merkezi*. (2022). İstanbul Haber Merkezi: <https://www.ihm.com.tr/>
- Kannan, D., Govindan, K., & Rajendran, S. (2015). Fuzzy Axiomatic Design Approach Based Green Supplier Selection: A Case Study From Singapore. *Journal Of Cleaner Production*, 96:194-208.

- Kılınç, S. (2018). *Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin Gri İlişkisel Analizine Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanımı Ve Sonuçların İstatistiksel Karşılaştırması*. Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- Kılınç, S., & Yağmahan, B. (2021). Sürdürülebilirlik İçin GİA Ve AHP Yöntemleri İle Yeşil Tedarikçi Seçimi: Bir Otomotiv Ana Sanayi Uygulaması. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, (27), 686-698.
- Köse, E., Aplak, H., & Kabak, M. (2013). Personel Seçimi İçin Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 461-471.
- Kulak, O. (2005). Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation. *Information Sciences*.
- Kurumsal Sürdürülebilirlik Zirvesi*. (2023). <https://www.dilekasan.com/https://www.dilekasan.com/gida-sektorunde-surdurulebilirlik/>
- Madenoglu, F. (2019). Green Supplier Selection İn Fuzzy Multi Criteria Decision Making Environment. *BMIJ*, 7(4), 1850-1869.
- MEB. (2020). *Bilinçsiz Tüketim Sonuçları*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mutlu. (1999). Adana İli Çevresindeki Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma. *Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Okos, M., Rao, N., Drecher, S., Rode, M., & Kozak, J. (1998). Energy Usage İn The Food İndustry: A Study.
- Özel, B., & Özyörük, B. (2007). Bulanık Aksiyomatik Tasarım İle Tedarikçi Firma Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi*, 22(3).
- Polat, H., & Tuncel, N. (2021). Sürdürülebilir Et Üretimi. *Gıda The Journal Of Food*, 46(1) 134-151.
- Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A Fuzzy Multi Criteria Approach For Evaluating Green Supplier's Performance İn Green Supply Chain With Linguistic Preferences, Resources. *Conservation And Recycling*, 74, 170-179.
- Soyer, A., & Türkay, B. (2020). Yeşil Satın Alma Ve Yeşil Tedarikçi Seçimi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım*, 1202.
- Suh, N. (1998). Axiomatic Design Theory For Systems. *Research İn Engineering*, 189-209.
- Suh, N. (2001). Axiomatic Design – Advances And Applications. *Oxford University Press*, 5, 239-298.
- Supçiller, A., & O. Çapraz. (2011). AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi*, 13:1-22.
- Şahin, K., & Cezlan, E. (2022). Hospital Selection Of Health Tourists: A Study With Ahp And Topsis Methods. *OPUS Journal Of Society Research*, 19 (46) , 327-339.
- Şen, Z. (2001). Bulanık Mantık Ve Modelleme İlkeleri. *Bilge Kültür Sanat Yayınları*.

- Şenkayas, H., & Hekimoğlu, H. (2013). Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Problemine PROMETHEE Yöntemi Uygulaması. *Verimlilik Dergisi*, 63-80.
- Şişman, B. (2016). Bulanık MOORA Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi Ve Değerlendirilmesi. *Journal Of Yaşar University*, 11(44), 302-31.
- TAGEM. (2021). *Kırmızı Et Sektör Politika Belgesi*. Ankara: TAGEM.
- Taso, S., Wenru, C., & Shih, M. (2021). *Fuzzy-DEMATEL Based Competitive Analysis Of Green Suppliers In A Supply Chain*.
- TGDF. (2011). *Sürdürülebilir Çevre Raporu*. Ankara: Türkiye Gıda Ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu.
- Tian, Z., Zhang, H., Wang, J., & Wang, T. (2018). *Green Supplier Selection Using Improved TOPSIS And Best-Worst Method Under Intuitionistic Fuzzy Environment*. 29 (4), 773-800: Informatica.
- Türkey, A. B. (2015). *Yeşil Satınalma Ve Yeşil Tedarikçi Seçimi*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Xiong, L., Zhong, S., Liu, S., Zhang, X., & Li, Y. (2020). An Approach For Resilient-Green Supplier Selection Based On WASPAS, BWM, And TOPSIS Under Intuitionistic Fuzzy Sets. *Mathematical Problems In Engineering*.
- Yağlı, H., & Yıldız, K. (2019). Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*.
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E., & Zolfani, S. (2017). Integrated QFD-MCDM Framework For Green Supplier Selection. *Journal Of Cleaner Production*, 142:3728-3740.
- Yin, S., Li, B., Dong, H., & Xing, Z. (2017). A New Dynamic Multicriteria Decision-Making Approach For Green Supplier Selection In Construction Projects Under Time Sequence. *Mathematical Problems In Engineering*, 2017:1-13.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ecmel Şeza ARDALI

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
- **Lisans** : 2023, Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2015 – Halen, tekstil sektöründe yönetici olarak çalışmaktadır.