T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ
PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİK ZİNCİRİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME: KÜRESEL BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Emre ŞAHİN

Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Mert TOPOYAN

İZMİR- 2023

TEZ ONAY SAYFASI

YEMİN METNİ

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum "Tedarik Zincirinde Çok Kriterli Karar Verme: Küresel Bir Üretim İşletmesinde Uygulama" adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

01/07/2023

Emre ŞAHİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Tedarik Zincirinde Çok Kriterli Karar Verme: Küresel Bir Üretim İşletmesinde Uygulama

Emre ŞAHİN

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı

Tedarik zinciri yönetimi, günümüzün karmaşık ve küresel iş dünyasında işletmelerin başarısı için hayati bir öneme sahiptir. İyi planlanmış bir tedarik zincirinin, müşteri memnuniyetinde sürekli iyileştirme sağlayarak stratejik bir fark yaratacağı kabul edilmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, küresel bir üretim işletmesinin tedarik zinciri planlamasında, karar problemlerinin çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak çözülmesi ve etkin tedarik zincirinin bu yöntemle oluşturulmasıdır. Küresel boyutta faaliyet gösteren bir işletmenin satın alma ve dağıtım kararlarına yardımcı olmayı hedefleyen bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı ortaya koyulmaktadır. Karar vericilerin (işletme yöneticilerinin) potansiyel hammadde tedarikçilerini seçmeleri ve ürünlerin dağıtım lokasyonlarına temini ile ilgili, ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE yöntemi kullanarak karar almalarında yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Araştırmanın uygulaması tedarik zincirindeki çeşitli adımları entegre eden iki aşamalı bir karar verme süreci içermektedir. İlk aşamada işletmenin hammadde tedarikçilerinden hangisinden hammadde tedariği yapılacağının kararı verilmektedir. Hammadde tedariği kararında kriter olarak satın alma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyeti ele alınmıştır. Uygulamanın ikinci aşamasında ise üretilen ürünlerin, üretim noktalarından sipariş lokasyonlarına

dağıtım kararı çözümlenmektedir. Dağıtım kararında kriter olarak taşıma süresi, taşıma maliyeti, satış fiyatı ve üretim maliyeti dikkate alınmıştır.

PROMETHEE yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda etkin çözümlere ulaşılmıştır. Analiz bulguları, işletmeye tedarik zinciri yönetimi kapsamında öneri geliştirecek şekilde yorumlanmıştır. Kriterlerin önem dereceleri farklılaştırılarak senaryolar PROMETHEE yönteminin hareketli ağırlıklar aracı ile çözümlenmiş, kriterlerin önem düzeylerinin değişmesi durumunda ortaya çıkan bulgular sunulmuştur. Küresel boyutta faaliyet gösteren bir işletmenin tedarik zinciri yönetiminde, PROMETHEE yönteminin etkin sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Çok Kriterli Karar Verme, PROMETHEE, Tedarikçi Seçimi, Dağıtım.

ABSTRACT

Master's Thesis

Multi-Criteria Decision Making in Supply Chain: An Application in Global Manufacturing Company

Emre ŞAHİN

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Production Management and Industrial Business Administration Program

Supply chain management plays acrucial and important role for the success of companies in today's complex and global business environment. It is widely acknowledged that a well-planned supply chain will lead to a strategic advantage by continuously improving customer satisfaction and service level.

The main objective of this research is to solve decision problems in the supply chain planning of a global manufacturing company by using a multi-criteria decision-making method and creating an effective supply chain through this method. This thesis presents a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approach that aims to assist the purchasing and distribution decisions of a manufacturing company on a global scale. It aims to assist decision-makers (business managers) in making decisions using the PROMETHEE method, which is one of the MCDM methods, regarding the selection of potential raw material suppliers and the procurement of products to distribution locations.

The application of the research involves a two-stage decision-making process that integratesvarioussteps in the supply chain. In the first stage, the decision is made regarding which raw material supplier the business will procure materials from. Purchasing cost, transportation time and transportation cost were considered as criteria in the raw material supply decision. In the second stage of the application, the distribution decision is resolved regarding the transportation of the manufactured products from

production centers to order locations. Transportation time, transportation cost, sales price and production cost were taken into consideration as criteria in the distribution decision.

As a result of the analysis carried out with the PROMETHEE method, effective solutions were obtained. The findings obtained from the analysis were interpreted to develop a recommendation for the business within the scope of supply chain management. The scenarios were analyzed with the walking weights tool of the PROMETHEE method by differentiating the importance levels of the criteria, and the findings were presented when the importance levels of the criteria changed. It has been stated that the PROMETHEE method gives effective results in the supply chain management of amanufacturing companyoperating on a global scale.

Keywords: Supply Chain Management, Multi-Criteria Decision Making, PROMETHEE, Supplier Selection, Distribution.

TEDARİK ZİNCİRİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME: KÜRESEL BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
YEMİN METNİ iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
EKLER LİSTESİ xiv

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

1.1. TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMI 4
1.2. TEDARİK ZİNCİRİNİN TEMEL FONKSİYONLARI 6
1.2.1. Üretim 7
1.2.2. Stok Yönetimi 7
1.2.3. Taşıma ve Dağıtım 9
1.3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ 10
1.3.1. Tedarik Zinciri Katılımcıları 12
1.3.1.1. Müşteriler 14
1.3.1.2. Üreticiler ve Tedarikçiler 14
1.3.1.3. Dağıtımcılar 18
1.3.1.4. Lojistik Hizmet Sağlayıcılar 18
1.3.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Planlama ve Karar Alma 18

İKİNCİ BÖLÜM
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE TEDARİK ZİNCİRİNDE UYGULANMASI

2.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME 21
2.1.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri 23
2.1.2. ÇKKV Yöntemlerinin Tedarik Zinciri Yönetiminde Kullanılması (Literatür Taraması) 26
2.2. ÇKKV YÖNTEMLERİNDEN PROMETHEE YÖNTEMİ 31

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KÜRESEL BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ 43
3.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI 44
3.2.1. İşletme ve Sektör Hakkında Genel Bilgiler 44
3.2.2. Araştırma Problemi 47
3.3. UYGULAMA 50
3.3.1. Araştırma Yöntemi 50
3.3.2. Araştırma Yöntemine Dair Kriterler 51
3.3.3. Araştırma Kısıtları 53
3.4. BULGULAR 54
3.4.1. Hammadde Tedariği Problemine İlişkin Analiz ve Bulgular 54
3.4.2. Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemine İlişkin Analiz ve Bulgular 62
3.5. BULGULARA İLİŞKİN DEĞERLENDİRMELER 69

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 75
KAYNAKÇA 80
EKLER

KISALTMALAR

AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)
ANP	Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
BK	Bulanık Küme
CBR	Olay Tabanlı Çıkarsama (Case-Based Reasoning)
COPRAS	Kompleks Orantısal Değerlendirme (Complex Proportional Assesment)
ÇAP	Çok Amaçlı Programlama
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (Decision-making Trial and Evaluation Laboratory)
DP	Doğrusal Programlama
DS	Dempster-Schafer
ELECTRE	Gerçekliği Yansıtan Eleme ve Seçim Yöntemi (Elimination et choix traduisant la realite)
ER	Kanıtsal Akıl Yürütme (Evidential Reasoning)
GA	Genetik Algoritma
HP	Hedef Programlama
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
MOORA	Oran Analiziyle Çok Amaçlı Optimizasyon (Multi-objective Optimisation by Ratio Analysis)
PROMETHEE	Zenginleştirilmiş Değerlendirmeler için Tercih Sıralama Düzenleme Yöntemi (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)
SIM	Simülasyon
SY	Sezgisel Yöntemler
TP	Tam Sayılı Programlama
US	Uzman Sistemler
VZA	Veri Zarflama Analizi
YSA	Yapay Sinir Ağları

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Tedarik Zinciri Yönetiminin Unsurları ve Faaliyetleri s. 12
Tablo 2: ÇKKV Yöntemlerinin Güçlü ve Zayıf Yönleri s. 25
Tablo 3: Değerleme Tablosu s. 32
Tablo 4: PROMETHEE Veri Matrisi s. 35
Tablo 5: PROMETHEE Tercih Fonksiyonları s. 37
Tablo 6: PROMETHEE I ile Kısmi Öncelikler ve Durumlar s. 41
Tablo 7: PROMETHEE II ile Tam Sıralama s. 42
Tablo 8: Dünya İlaç Pazarı (2022) s. 45
Tablo 9: Dünya'da İlaç İthalat ve İhracat Rakamları (2021) s. 46
Tablo 10: Araştırma Sorusu 1 için Veri Matrisi s. 56
Tablo 11: Araştırma Sorusu 1 için Analiz Bulguları s. 56
Tablo 12: Araştırma Sorusu 2 için Analiz Bulguları s. 57
Tablo 13: Araştırma Sorusu 3 için Analiz Bulguları s. 58
Tablo 14: Araştırma Sorusu 4 için Analiz Bulguları s. 59
Tablo 15: Araştırma Sorusu 5 için Analiz Bulguları s. 60
Tablo 16: Araştırma Sorusu 6 için Analiz Bulguları s. 61
Tablo 17: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi için Karar Matrisi s. 63
Tablo 18: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi (AS7, AS8, AS9) için Analiz Bulguları s. 65
Tablo 19: Hammadde Tedariği Kararına İlişkin Değerlendirmeler s. 70
Tablo 20: Sipariş Lokasyonuna Dağıtım Kararına İlişkin Değerlendirmeler s. 71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Tedarik Zinciri Yönetimi Akış Süreci s. 11
Şekil 2: Tedarik Zinciri Karar Mekanizması s. 13
Şekil 3: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler s. 17
Şekil 4: Ortak Tercih Fonksiyonları s. 38
Şekil 5: Pozitif ve Negatif Üstünlükler s. 40
Şekil 6: Hammadde- Ürün Dönüşüm Süreci s. 47
Şekil 7: Araştırma Problemi s. 48
Şekil 8: Hammadde Tedariği Problemi s. 55
Şekil 9: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi s. 62
Şekil 10: Hammadde Kaynaklarının Coğrafik Konumu s. 71

EKLER LİSTESİ

EK 1: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Kararı için Tüm Analiz Sonuçlar ek s. 1
EK 2: Taşıma Süresi Kriteri Avantajlı Sonuçlar ek s. 4
EK 3: Taşıma Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar ek s. 6
EK 4: Satış Fiyatı Kriteri Avantajlı Sonuçlar ek s. 8
EK 5: Üretim Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar ek s. 10

GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi, günümüzün karmaşık ve küresel iş dünyasında işletmelerin başarısı için hayati bir öneme sahiptir. Küreselleşme, rekabetin artması, teknolojik ilerlemeler ve tüketicilerin değişken talepleri gibi birçok faktör, işletmeleri tedarik zinciri yönetimine odaklanmaya yöneltmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, bir işletmenin hammadde temini, üretim, lojistik, dağıtım ve müşteri hizmetleri gibi birçok faaliyeti entegre etmesi ve yönetmesi anlamına gelmektedir.

Bugünün küresel pazarında birçok etken, şirketleri rekabet avantajı aramaya yönlendirmiş ve tüm dikkatlerini tedarik zincirine odaklamaya sebep olmuştur. Tedarik zinciri yönetimi ile ilgili çeşitli faaliyetler arasında, satın alma en stratejik olanlarından biridir çünkü şirketlere maliyetleri azaltma ve dolayısıyla karlarını artırma fırsatı sunar. Bu karar sürecindeki temel görev, tedarikçi seçimidir. Birçok sektörde, hammadde ve bileşenlerin maliyeti toplam ürün maliyetinin en büyük yüzdesini temsil eder. Bu nedenle, doğru hammadde tedarikçilerinin seçimi, tedarik süreci için kilit öneme sahiptir ve şirketlere tüm tedarik zinciri boyunca maliyetleri azaltma fırsatı sunar. Buna ek olarak, üretilen ürünlerin dağıtım merkezlerine oradan da nihai müşterilere vaktinde ve eksiksiz ulaşması kritik öneme sahiptir. Doğru bir dağıtım ağı, işletmeyi hem stoksuzluk maliyetinden kurtaracak hem de müşteri memnuniyetini sürdürecektir. Bu sebeple tedarik zinciri salt hammadde tedariği şeklinde düşünülmemeli, dağıtım faaliyetindeki etkin yaklaşımın gerekliliği da dikkate alınmalıdır.

Uzun yıllar boyunca, tedarikçi seçimine yönelik geleneksel yaklaşımlar, tedarikçileri sadece fiyat temelinde seçmek olmuştur. Ancak, işletmeler, tedarikçi seçiminde kriter olarak yalnızca fiyata vurgu yapmanın etkin olmadığını öğrendikçe, daha kapsamlı olan çok kriterli yaklaşımlara yönelmişlerdir. Son zamanlarda, bu kriterlere çevresel, sosyal, siyasi faktörler ile kalite, teslimat, maliyet ve hizmet gibi geleneksel kriterler eklenmeye başlanmış, yaklaşım daha karmaşık hale gelmiştir. Bu sayede tedarik zinciri problemleri daha gerçekçi şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Etkin çözüm önerilerinin geliştirilmesi, işletmelerin planlamasında ve maliyet azaltma çabalarında her geçen gün önem kazanmaktadır.

İyi planlanmış bir tedarik zinciri, müşteri memnuniyetinde sürekli iyileştirme sağlayarak stratejik bir fark yaratabilmektedir. Kabul edilen bu olgu, tedarikçileri değerlendirmek ve seçmek için yeni ve daha iyi yöntemler arayışını tetiklemektedir. Bu araştırma, tedarikçi zinciri yönetimini destekleyen literatürü gözden geçirmektedir. Ardından küresel boyutta faaliyet gösteren bir işletmenin satın alma ve dağıtım kararlarına yardımcı olmayı hedefleyen bir *çok kriterli karar verme* yaklaşımı ortaya koymaktadır. Fazla sayıda tedarik kaynağı ve dağıtım lokasyonu olması, işletme ihtiyaçlarının çeşitlendirilmesi imkanı sunmakta ve esneklik sağlamaktadır Araştırmanın temel amacı, küresel bir üretim işletmesinin tedarik zinciri planlamasında, karar problemlerinin çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak çözülmesi ve etkin bir tedarik zincirinin bu yöntemle oluşturulmasıdır.

Bu araştırma, tedarik zincirindeki çeşitli adımları entegre eden iki aşamalı bir karar verme süreci içermektedir. Karar vericilerin (işletme yöneticilerinin) potansiyel hammadde tedarikçilerini seçmeleri ve ürünlerin dağıtım lokasyonlarına temini ile ilgili, çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE'yi kullanarak karar almalarında yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde, tedarik zinciri yönetiminin temel kavramları, temel fonksiyonları, tedarik zinciri katılımcıları kavramsal çerçevede ele alınmıştır. Tedarik zinciri yönetiminde planlama ve karar alma sürecinin önemine değinilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin çalışma prensibi ile tedarik zinciri problemlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı literatür taraması bulunmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi birden fazla kriteri içeren, çok kararlı bir süreç olduğu için çok kriterli karar verme yöntemlerinin tedarik zincirinde bir araç olarak kullanılabilirliği görülmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde uygulama yer almaktadır. İlaç sektöründe faaliyet gösteren küresel bir üretim işletmesinin hammadde tedariği ve dağıtım lokasyonları kararlarına, çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE ile etkin bir çözüm geliştirilmiştir. İşletmenin kısıtları dahil edilerek gerçekleştirilen analizlerde, öncelikle hammadde tedariğinin hangi kaynaktan yapılacağına dair çözümleme yapılmış, ikinci adım olarak üretimin gerçekleştiği merkezlerden sipariş lokasyonlarına ürünlerin dağıtımı kararı alınmıştır. Analizlerde işletmenin dikkate

aldığı kriterler kullanılmış, kriterlerin önem ağırlıklara işletmenin öngördüğü şekilde eşit önem derecesi verilmiştir. Karar kriterlerinin önem düzeyleri çeşitlendirilerek işletmeye çeşitli senaryolarda hangi kararların alınabileceğine yönelik öneriler ortaya koyulmuştur.

Sonuç olarak, tedarikçi zinciri yönetimi problemlerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözümüne olan ilgi göz önüne alındığında, bu araştırma, küresel bir üretim işletmesinin hammadde sağlama ve ürün dağıtımı sorunlarının ele alındığı bir öneri sunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Çağdaş işletmeciliğin en temel konularının başında müşteri odaklı yaklaşımlarla onların istediği ürünlerin rekabet avantajı elde edecek ve bunu yaparken de sarf edilen kaynaklara mümkün olan en yüksek getiriyi sağlayacak şekilde sunulması gelmektedir. Geleneksel olarak her işletmenin faaliyetlerini bu doğrultuda gerçekleştirmesi ve kendi içinde bu amaçları sağlaması beklenmektedir, ancak müşteriye giden akış bütün olarak düşünüldüğünde tek tek işletmelerin kendi başlarına bu doğrultuda elde edebilecekleri başarıların sınırlı olacağı görülebilecektir. Bu nedenle müşteriye giden akışın bir bütün olarak görülmesi ve yönetilmesi, bu akışa dahil olan tüm taraflar arasındaki bütünleşmenin sağlanması çok önemli bir başarı faktörü haline gelmiş, tedarik zinciri yönetimi kavramının işletmeciliğin merkezine yerleşmesini ve öneminin giderek artmasını sağlamıştır. Bu bölümde tedarik zinciri, zincirin temel fonksiyonları ve tedarik zinciri yönetimi konuları ele alınmaktadır.

1.1 TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMI

Üretim ve hizmet işletmelerinin, tedarik süreçlerini iyileştirme çabaları ve tedarikçilerle uyum arayışı, 1990'lı yılların başında tedarik zinciri yönetiminin doğuşunu etkileyen önemli faktörlerdir (Tan, 2001: 39).

Tedarik zinciri kavramı ve uygulamaları çok daha eski tarihlerde başlamasına rağmen, iş dünyasında kritik önem taşıyan bir işlev olarak görülmesi yakın geçmişe dayanmaktadır. 1960'larda ve 1970'lerin başında fiziksel dağıtım kavramı gelişmeye başlamıştır. Bu süreçte nakliye, lojistik, depolama gibi faaliyetlerin birbiri ile ilişkili olduğu anlaşılıp bir sistem yaklaşımı geliştirmenin önemi kavranmaya başlanmıştır 1970'lerde dağıtım kavramı gücünün bilinciyle büyük perakendecilerin gücü artmıştır. 1980'lerde dağıtım maliyetlerinin eksiksiz şekilde tanımlanmasıyla dağıtım faaliyetlerine profesyonel bir anlayışla bakılmaya başlanmıştır (Schoenfeldt, 2008: 5).

1990'lara gelindiğinde, ürürün kaliteli ve ucuz oluşunun etkisi yanında, ürünün müşteriye zamanında ve eksiksiz teslim edilmesinin önemi de fark edilmeye başlanmıştır. İşletmelerin dağıtım ve teslimat gücüne sahip olma ihtiyacı duymaya başladığı bu dönemde, "tedarik zinciri yönetimi" kavramı literatüre girmeye başlamıştır (Ross, 1998: 71).

2000'li yıllar itibariyle, işletmeler karlılıklarını korumak ve ürünleri pazarlamak gibi faaliyetlere odaklanırken, aynı zamanda rekabet güçlerini korumakta zorluklarla karşılaşmıştır. Tam da bu süreçte, tedarik zinciri süreçleri, işletmenin temel hedeflerine ulaşmada bir araç olarak kabul edilmiştir (Özdemir, 2004: 90; Rushton ve diğerleri, 2014: 9).

Tedarik zinciri sürecinin ortaya çıkışı ve gelişimi beş döneme ayrılarak ele alınır. Bu dönemler aşağıdaki gibi gruplanmaktadır (Ross, 2011: 7):

- Adem-i merkeziyetçi lojistik yönetimi (1960'lara kadar),
- Toplam maliyet yönetimi (1980'lere kadar),
- Entegre lojistik yönetimi (1990'lara kadar),
- Tedarik zinciri yönetimi (2000'lere kadar) ve
- Teknoloji destekli tedarik zinciri yönetimi (2000'den günümüze)

Tedarik zinciri kavramının ortaya çıkışı ve gelişimi ile, kavrama yönelik çeşitli bakış açılarıyla farklı tanımlamalar yapılmıştır. Bu tanımlamalar şu şekildedir:

Tedarik zinciri; "hammadde, yarı mamul ve mamüllerin tedarikçiden müşteriye ulaşıncaya kadar planlanması, koordine edilmesi ve kontrolünden oluşan bir aktiviteler bütünüdür" (Stevens, 1989: 4). Bir diğer tanıma göre, "ürünün geliştirilmesi, hammaddelerin tedarikçilerden temini, tesisler arasında malzemelerin taşınması, imalat, ürünlerin nihai kullanıcılara dağıtımı ve satış sonrası hizmetleri gerçekleştiren tesisler ve aktiviteler ağıdır" (Mabert ve Venkataraman, 1998: 538). Bir başka tanıma göre; "hammadde veya parçanın temin edilmesi, son ürüne dönüştürülerek değer katılması, bu ürünlerin müşteri veya perakendecilere ulaştırılması ve işletmeler arasında bilgi akışının sağlanması hedefiyle, bir dizi işletmeler arası süreci senkronize eden bütünleşik bir sistem" olarak ifade edilmektedir (Min ve Zhou, 2002: 231).

Tedarik zinciri kavramı bir bütün olarak ele alındığında, düşük maliyetle üstün müşteri değeri sunmak için tedarikçiler ve müşterilerle kurulan ilişkilerin yönetimi anlaşılmaktadır (Christopher, 2016: 5). İşletmelerin temel amacı olan işletme sürekliliğini sağlayabilmek için, müşterilerin talep ettiği ürünlerin fiyat avantajı sağlayarak doğru yerde ve doğru zamanda bulunması gerekmektedir. Bu koşulları sağlamak tedarik zinciri fonksiyonu ile birebir ilişkilidir.

Tedarik zinciri süreci, müşteri talebini yerine getirme sürecinde yer alan doğrudan veya dolaylı tüm aşamaları kapsar. Sadece üreticileri ve tedarikçileri değil, taşıyıcıları, stok depolarını, perakendecileri ve müşterileri de içerir (Chopra ve Meindl, 2007: 3). Buradan hareketle tedarik zinciri; müşterileri, toptancıları ve perakendecileri, üreticileri ve tedarikçileri kapsayan bir ilişkiler ağıdır (Nebol ve diğerleri, 2013: 3).

Tedarik zinciri, kavram olarak içerisinde birçok değişkeni barındırmaktadır. Tedarik zinciri sürecinde hem farklı aktörler hem de farklı faaliyetler yer almaktadır. Bu sebeple birinci bölümde, tedarik zinciri fonksiyonları, tedarik zinciri katılımcıları ve bir karar alma süreci olarak tedarik zinciri yönetimi kavramsal çerçevede incelenmektedir.

1.2. TEDARİK ZİNCİRİNİN TEMEL FONKSİYONLARI

Tedarik zinciri, her sektör ve her işletme için kendine özgü spesifik şekillere bürünebilmektedir, ancak kesin olan tek şey üretim ve hizmet işletmelerinde mutlaka kurulması gereken bir sistem oluşudur (Ganeshan ve Harrison, 1995: 1). Tedarik zinciri sürecinin doğru işletilmesiyle, üretim faktörleri, stoklar, lokasyon ve ulaşım faktörleri en verimli şekilde kullanılacak, bu sayede ürün veya hizmet, hedef pazara ve müşterilere en etkin şekilde ulaştırılacaktır (Hugos, 2018: 4).

Tanımlardan anlaşıldığı üzere, tedarik zinciri hammaddenin tedarik edilmesi ile başlamaktadır. Ürün müşteriye teslim edilene kadar üretim, depolama, stok yönetimi, taşıma ve dağıtım yönetimi gibi fonksiyonları kapsamaktadır. Bu süreçlere aşağıdaki başlıklarda kısaca değinilmektedir.

1.2.1. Üretim

Üretim, insan tarafından yönetilebilen girdilerin bireylerin talepleri doğrultusunda çıktı ya da ürüne dönüşmesini sağlayan dönüşüm süreci olarak tanımlanmaktadır (Frisch, 1965: 3). Üretim en basit şekliyle, hammaddenin yarı mamul ya da mamule, yarı mamulun mamule cevrilmesine yonelik faaliyetlerin tümü olarak tanımlanabilmektedir.

Üretim satın alma süreciyle başlamaktadır. Satın alma, imalat faaliyetleri için ihtiyaç duyulan mamul, yarı mamul, malzeme ve hizmetlerin doğru zamanda, arzu edilen kalitede ve olası en düşük maliyet ile girdi olarak sisteme dahil edilmesidir. Satın alma faaliyetlerinde sadece ticari çıkarlara odaklanılması doğru değildir. Satın alma faaliyeti stok ve kalite kontrolü gibi operasyonları da kapsamalıdır (Meredith ve Schafer, 2002:263). Satın alma süreci, tedarikçilere ulaşma ve en düşük maliyeti elde etmek için tedarik şartlarının kabul edilmesi ile başlar. Tedarikçi ilişkileri, bir işletmenin başarısında önemli roldedir. Doğru yapılandırılmış satın alma süreçleri, ürün kalitesinden, eksiksiz faaliyet sürecinden, hizmet seviyelerinden emin olunan, risksiz bir süreç sağlar (Bortolini ve diğerleri, 2016: 56).

Üretim faaliyeti, tedarik zincirinin verimliliğini, maliyetlerini, kalitesini ve müşteri hizmetlerini etkileyen birçok faktöre katkıda bulunur. Üretim süreci, tedarik zincirindeki diğer unsurlarla birlikte entegre bir şekilde çalışmalı ve sürekli iyileştirmelerle desteklenmelidir. Bu şekilde, müşteri taleplerini karşılamak, maliyetleri düşürmek, kaliteyi güvence altına almak ve rekabetçi avantaj elde etmek için tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlanabilir.

1.2.2. Stok Yönetimi

Üretim sürecinde çeşitli stok türleri yer almaktadır. Üretim planlama ve kontrol süreci içerisinde en fazla yer alan stok türleri hammaddeler, satın alınan bileşenler, işlem içi stok ve bitmiş ürünlerdir. Her bir stoktürü için farklı stok kontrol prosedürü uygulanabilmektedir. Bağımlı/Bağımsız talep durumlarına göre unsurlar arasında önemli bir farklılık bulunmaktadır. Bağımsız talep, o kalem içinde bulunan ürünlerin talep veya tüketiminin diğer kalemlerdeki ürün talepleriyle ilgisi olmadığını göstermektedir. Son ürünler ise bağımsız talep olarak ele alınır.

Müşteriler son ürünleri diğer ürünlerin satın alınmasından bağımsız şekilde satın alırlar. Bağımlı talep, ürüne yönelik talebin doğrudan başka bir unsura olan taleple bağlantılı olduğunu ifade etmektedir (Demir, 2021: 26). Stok yönetimi gerçekleştirilirken talebe göre planlama yapıldığından, bağımlı talep ve bağımsız talep kavramları göz önünde bulundurularak planlama yapılmalıdır.

Stok yönetimi, işletmenin hammadde aşamasından nihai mamul aşamasına gelinceye kadarki tüm aşamalarda gerekli olan optimum stok seviyelerinin belirlenmesi ve faaliyet sürecinde kullanılan her türlü kaynağın etkin biçimde yönetilmesi olarak adlandırılmaktadır. Tedarik zincirinin başarısı için stok dağılımının önceden belirlenmesi gereklidir. Belirlenen stokun tüm işlem süreçlerinde etkili biçimde takip edilmesi gerekmektedir. Yüksek stok seviyesi işletmenin esnekliğini azaltır. Rekabet etme gücünü düşürür. Bu sebeple, tedarik zincirindeki her noktada dengeli olmalıdır. Kullanılan hammadde ve malzemelerin raf ömrü varsa, bunların bozulması riski de dikkate alınmalıdır. Hammadde ve malzemenin tedarik süresi ile kullanım miktarı gözetilmezse, stok olarak bekletilemeyen bu girdiler kullanılmadan imha edilmek durumunda kalınacaktır (Dalay, 2013: 6).

Tedarik zincirlerinde stok yönetimi kapsamında olan stok yönetimi, hammadde stoku, üretim içi stok ve bitmiş ürün stoku olarak üç başlıkta gerçekleştirilir. Her biri için ayrı yönetim dinamikleri söz konusudur. İşletmeler için stoklar ciddi bir maliyet kaynağıdır. Bu nedenle stoklara yönelik stratejik planların uygulanması önem arz etmektedir. Ürün ve hizmetlere yönelik taleplerin doğru belirlenmesi ve işletmelerin stok politikalarının sürdürülebilir olması gerekmektedir (Akmut ve diğerleri, 2003:110).

Doğru stok yönetimi, müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verme ve rekabet avantajı sağlama açısından önemlidir. Stok seviyelerinin doğru şekilde yönetilmesi, tedarik zincirindeki beklenmedik olaylara veya talep dalgalanmalarına karşı dirençli olmayı sağlamaktadır. Fazla stok taşımak, depolama ve tutma maliyetlerini artırırken, stok eksikliği üretim aksamalarına ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir. Diğer tedarik zinciri unsurlarıyla uyumlu bir şekilde yürütülen stok yönetimi süreci, tedarik zincirinin etkinliğini ve verimliliğini artıran bir etki yaratmaktadır.

1.2.3. Taşıma ve Dağıtım

Üretim için ihtiyaç duyulan hammadde ve yardımcı malzemeler ile ortaya çıkan mamülün müşteriye taşınma şekli tedarik zincirinin en önemli unsurlarından biridir.

Farklı alternatifler ve taşıma şekilleri açısından, dağıtım kombinasyonlarının fazla sayıda olması, tedarik zincirinde taşıma ve dağıtım süreçlerinin etkin şekilde yürütülmesini zorunlu kılmaktadır (Dalay, 2013: 15).

Taşıma ve dağıtım, bir işletmenin tüm operasyonel faaliyetleri içinde en etkili olanlardan biridir. İşletmenin girdi ve çıktılarının sorunsuz bir şekilde akışını ve belirlenen hedeflere zamanında ulaşmasını sağlamaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri stratejisi içinde titizlikle takip edilmesi ve yönetilmesi son derece önemlidir. Taşıma, tedarik zincirinde ürünlerin bir yerden başka bir yere hareketini ifade eder. Taşıma fonksiyonu, hammaddelerin üretim için farikaya girişiyle başlar ve ürünün nihai müşteriye ulaşmasına kadar yürütülen bir süreçtir. Ulaştırmanın önemi açısından, depo yöneticileri özellikle tedarik zinciri içindeki taşımayı incelemelidir. Taşıma ve dağıtma maliyeti, toplam işletme maliyetinin %60'a kadarını oluşturabilmektedir. Bir işletmenin tedarik zinciri maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturan taşıma ve dağıtım faaliyetinin etkin yönetimi, genel maliyetleri düşürmenin en etkili yollarından biridir. Tedarik zinciri yönetiminde etkili olan bir taşıma-dağıtım stratejisi ile, ürünlerin tedarik zinciri yapısına uygun bir şekilde hareket etmesi sağlanmış olacaktır. Başka bir deyişle, doğru bir taşıma-dağıtım stratejisi, müşterilerin, tedarikçilerin ve işletmelerin dinamiklerine yanıt vermenin bir yoludur. (Karakaya, 2022: 19).

Özellikle küresel boyutta faaliyet gösteren işletmelerde taşıma türü daha fazla önem kazanabilmektedir. Yerel piyasalarda ulaşım mesafeleri daha kısa olabilmektedir ancak küresel ölçekli işletmeler okyanus aşırı taşımalar gerçekleştirebilmektedir. Bu durumlarda sadece maliyetin dikkate alınması yetersiz kalabilmektedir. Emniyet ve güvenilirlik ile ürünün ihtiyaç duyduğu teknik özellikler taşıma türünü ve muhtemel kombinasyonları şekillendirmektedir. Taşıma türü belirlemede güvenilirlik ve emniyet her geçen gün önem kazanmaktadır. Bunun sebepleri; uluslararası nitelikteki işletme sayısının artması, uluslararası taşımaların

yurtiçi taşımalara göre daha riskli olmasıdır. Taşıma türü seçiminde, taşıma türünün hızı arttıkça taşıma maliyetinin arttığı söylenebilmektedir. Demiryolu ve deniz taşımacılığında, kara ve havayolu taşımacılığına göre daha yüksek hacimli mal taşıma yapılabildiği için birim başına düşen taşıma maliyeti düşmektedir. Hava ve karayolu taşımacılığı taşıma türleri arasında hızlı fakat yüksek maliyetli olanlardır. Demiryolu ve denizyolu ise, taşımacılık faaliyeti için yavaş ama düşük maliyetli bir seçenek olarak nitelendirilebilmektedir (Görçün, 2013: 19).

1.3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik zinciri yönetimi, işletmenin temel amaçlarına ve tedarik zinciri ile hedeflenen performansa ulaşabilmek için, işletme fonksiyonları ve diğer işletmeler arasında stratejik bir koordinasyon sağlamak şeklinde tanımlanmaktadır (Mentzer ve diğerleri, 2001: 4). Tedarik zinciri yönetimi; işletmenin hem iç hem dış kaynaklarının bütünleştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Sağlanan koordinasyon ile tüm kararların bilgiye dayalı olarak alınması mümkün kılınmaktadır. Tedarik zinciri sisteminin başarısı, verilerin güncel ve doğru şekilde akışına bağlıdır (Min ve Zhou, 2002: 232).

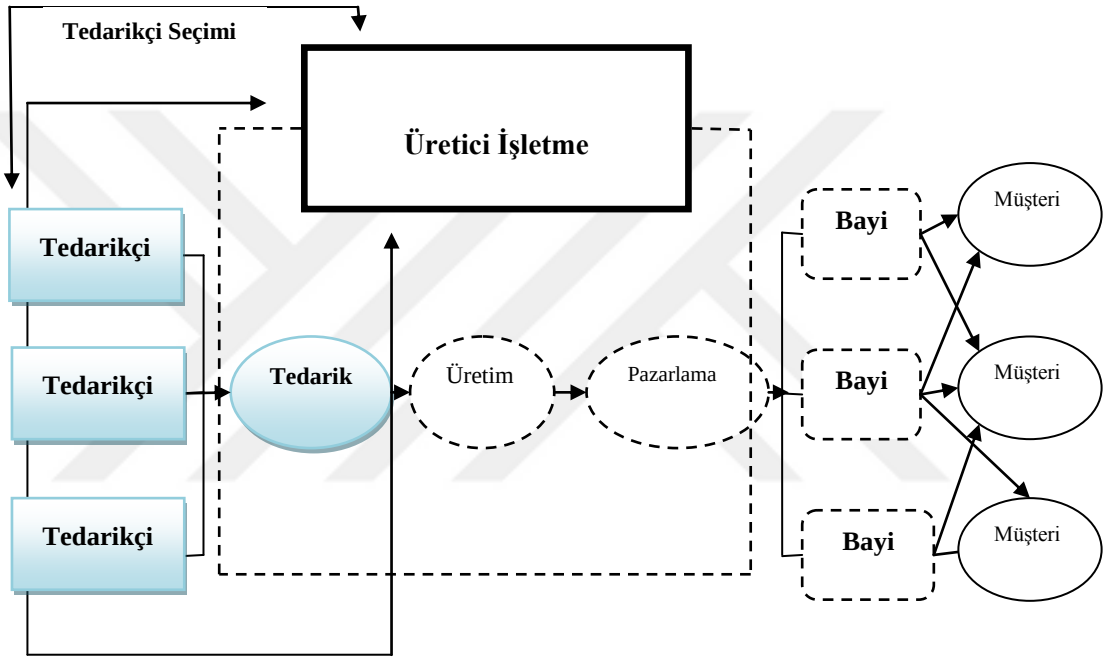
Global tedarik zinciri forumunun tanımlamasına göre, tedarik zinciri yönetimi, müşteriler ve tüm paydaşlar için değer yaratacak şekilde temel iş süreçlerinin entegre edilmesidir (Lambert, 2008: 2). Dolayısıyla tedarik zincirinde yer alan üyeler, birbirleri ile etkin şekilde bilgi alışverişi içinde olmalıdır (Çiçek ve Bay, 2007: 93).

Tedarik zinciri yönetinin amacı, ürün ve/veya hizmetlerin toplam değerini maksimize etmektir. Üretilen değer, müşterinin ürüne biçtiği değer ile, tedarik zincirindeki tüm maliyetlerin toplamı arasındaki fark ile ifade edilir (Chopra ve Meindl, 2007: 5).

Şekil 1'de tedarik zinciri yönetiminde yürütülen işlemlerin akış süreci görülmektedir. Buna göre şeklin sol tarafında üretici işletmein tedarik süreci görülmektedir. Üretici işletme çeşitli tedarikçilerden hammadde/malzeme tedariğini sağlar. Bu süreçte tedarik zincirinin *tedarikçi seçimi* işlevi yerine getirilir. Tedarik sürecinin gerçekleşmesi ile üretim faaliyetine geçilir. Çeşitli pazarlama çabalarından

sonra nihai ürünler bayi adı verilen sipariş lokasyonlarına gönderilir. Oradan da son müşterilere (tüketicilere) dağıtım gerçekleştirilir. Ürünlerin müşterilere ulaşması ile tedarik zinciri döngüsü sona erer. Tedarikçilerden, bayilerden, müşterilerden ve şirket içi çalışanlardan alınan geri bildirimler ile tedarik zincirinde sürekli iyileştirme yapılmalıdır.

Şekil 1: Tedarik Zinciri Yönetimi Akış Süreci



Kaynak: Liao ve Kao, 2011: 10804.

Tedarik zinciri yönetiminin diğer amaçları ve hedefleri şu şekilde sıralanabilmektedir (Karadelioğlu, 2006: 16); maliyetleri azaltmak, kalite performansını yükseltmek, teslimat performansını maksimize etmek, müşteri memnuniyetini ve sürekliliğini sağlamak, faaliyet süreçlerini süre olarak optimize etmek, en uygun stokla çalışmak, işgücü verimliliği arttırmak, atıl kapasiteden kurtulup kapasite verimliliğini arttırmak, işletmede sürekli geliştirmeyi teşvik etmek, veri madenciliği ile bilginin doğru kullanımını ve doğru akışını sağlamak.

Tedarik zincirinin yönetiminin odak noktası müşteridir. Müşteri istekleri ve talepleri tüm faaliyet süreçlerine aktarılmalıdır. Tedarik zinciri yönetiminin unsurları ve faaliyetleri Tablo 1'de sunulmaktadır (Stevenson ve diğerleri, 2014: 35):

Tablo 1: Tedarik Zinciri Yönetiminin Unsurları ve Faaliyetleri

Unsurlar	Faaliyetler
Müşteriler	Hangi ürün/hizmetlere talep olduğunun belirlenmesi.
Talep Tahmini	Talebin miktarı ve zamanlamasının tayini.
Tasarım	Müşteri talebinin ürün/hizmet tasarımına dönüştürülmesi.
Kapasite Planlaması	Talebin karşılanması.
Üretim/Hizmet	İşin çizelgelenmesi, kalite kontrol.
Stok	Stok maliyeti gözetilerek talebe cevap verebilme.
Satın Alma	Tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi.
Tedarikçi	Tedarikçi ilişkilerinin yönetimi ve tedarikçilerin takibi.
Tesis Yerleştirme	Tesislerin yerleşimi.
Lojistik	Malzeme ve bilgi akışının sağlanması.

Kaynak: Stevenson ve diğerleri, 2014: 35.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, tedarik zinciri bir çok unsur ve bu unsurlara bağlı olarak çeşitli aktörler içermektedir. Tedarik zinciri yönetimi süreciyle hem faaliyetler hem de zincir üyeleri ile olan iş akışları ve iletişim kontrol altında tutulmalıdır.

Tedarik Zinciri Yönetimini; Tablo 1'den de anlaşıldığı üzere, hammadde ve satın alma ile başlayıp son kullanıcıya kadar tüm akışı kapsayan entegre bir sistem olarak görmek gerekmektedir (Tek ve Karaduman, 2012: 148). Üreticiden müşteriye doğru olan akış sürecinin odak noktasında tedarik zincirinden sağlanan *bilgi* yer almaktadır (Şerbetçioğlu, 2007: 14). Tedarik zinciri içindeki tüm tedarikçiler, üreticiler, depolama faaliyetleri, nakliye faaliyetleri, satış faaliyetleri ve satış sonrası hizmetlerde süreklilik içeren bir lojistik gerekmektedir (Baki, 2004: 63). Çok katılımcılı bu sistemin her bir katılımcısının stratejik önemi doğru anlaşılmalıdır. Bir sonraki başlıkta tedarik zinciri yönetimi sürecinde yer alan katılımcılar incelenmektedir.

1.3.1. Tedarik Zinciri Katılımcıları

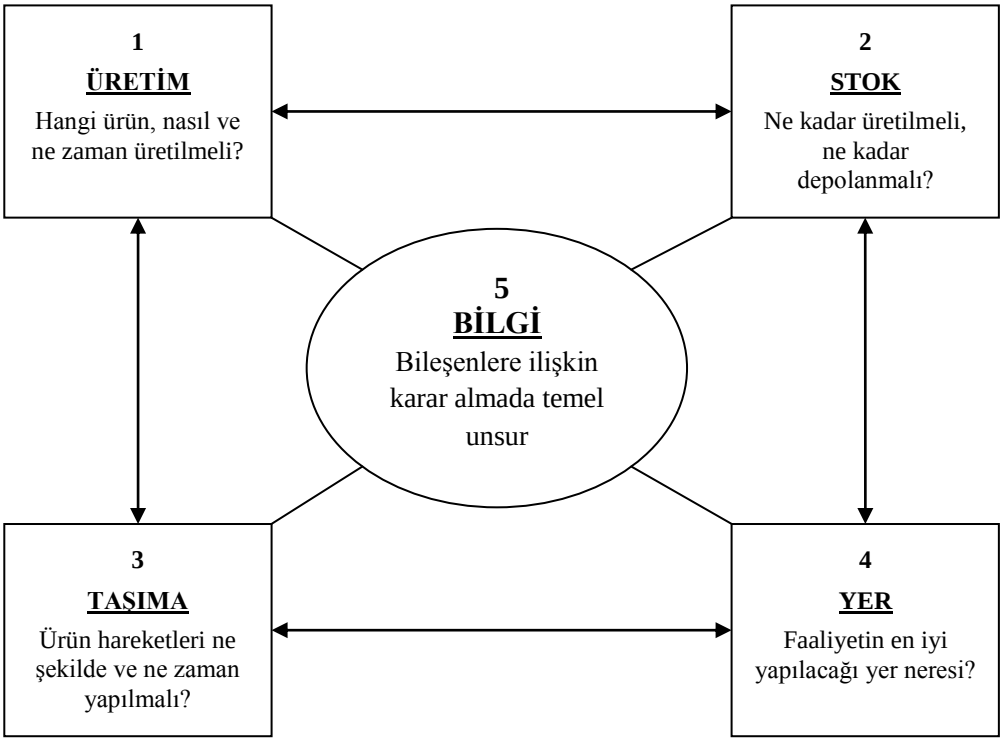
Tedarik zinciri katılımcılarının her biri müşteri tatmini sağlamada kritik bir rol oynar. Ürün veya hizmetin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru kalitede

tüketiciye ulaşması önemlidir. Tedarik zinciri katılımcıları arasında sağlanan etkin iletişim ve esneklik, risklerin yönetilmesine ve kriz durumlarında hızlı tepki verilmesine olanak sağlar. Tedarik zinciri katılımcıları, sürekli iyileştirme, yeni teknolojilerin benimsenmesi ve iş süreçlerinin optimize edilmesi gibi alanlarda çalışarak rekabet avantajı elde edebilirler. İyi bir tedarik zinciri yönetimi, bu katılımcılar arasındaki etkileşimi ve işbirliğini koordine ederek tedarik zincirinin başarısını artırır ve şirketlerin sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olur.

Tedarik zinciri kapsamlı bir faaliyetler bütünü olduğundan, çok sayıda katılımcı bulunmaktadır. Şekil 2'de tedarik zinciri karar mekanizması görülmektedir.

Şekil 2'ye göre yeterlilik-verimlilik yaklaşımı ile tedarik zincirinde karar mekanizması işletilmektedir. Beş adet tedarik zinciri karar alanı olduğu görülmktedir. Beş temel alanın her birinde yeterlilik (talebi karşılama) ve doğru bileşim, belirli bir sürede tesisin işleyebileceği üretim miktarını arttırırken, aynı anda stoklama ve işletim harcamalarını azaltmaktadır (Hugos, 2018: 17).

Şekil 2: Tedarik Zinciri Karar Mekanizması



Kaynak: Hugos, 2018: 17.

Tedarik zinciri genel çerçevede; işletme, tedarikçiler ve müşterilerden meydana gelmektedir. Tedarik zincirinde yer alan bu üç temel öğeye çeşitli üyeler eklenebilmektedir; bunlar müşterilerin müşterileri, depolama, dağıtım ve taşıma gibi hizmet sağlayıcılar, tedarikçilerin tedarikçileri, bağımsız pazarlama kuruluşları, iletişim ve bilgi hizmeti sağlayıcılar, finans kuruluşlar vb. ek katılımcılardır (Dalay, 2013: 26). Çalışmanın bütünlüğünün bozulmaması gereği bu bölümde tedarik zinciri katılımcılarından müşteriler, üreticiler ile tedarikçiler, dağıtıcılar ve lojistik hizmet sağlayıcılar ele alınmaktadır.

1.3.1.1. Müşteriler

Müşteriler tedarik zincirinin en son halkası olup nihai tüketiciler olarak nitelendirilebilmektedir. İşletmelerin temel amaçlarından biri, bireylere ihtiyaç duydukları ürün ve hizmetleri sunmaktır. Bu sebeple tedarik zinciri işleyişine yön veren en önemli faktörlerden biri müşterilerin beklenti ve talepleridir.

Müşteriler nihai tüketici olabileceği gibi, ara ürün üreten bir fabrika (işletme) bir tedarikçi gözünden müşteri olabilmektedir. Burada bahsedilen müşteri (tüketici), ürün çevriminin nihayete erdiği ve ürünün tüketildiği son kullanıcılardır (Dalay, 2013: 29).

1.3.1.2. Üreticiler ve Tedarikçiler

Üreticiler, hammaddeleri çıktıya dönüştürme sürecindedir. Üreticinin çıktısı yarı mamul ise yani bir başka üreticinin girdisi ise, bu üretici aynı zamanda tedarikçidir. Tedarikçiler, her zaman üretim faaliyeti içinde olmayabilir. Ticari bir faaliyet olarak hammadde alım-satımı yapmakta olan işletmeler, üretici olmamalarına rağmen tedarikçi olarak işletmelere malzeme sağlamaktadırlar. Dolayısıyla işletmeler hem çeşitli üretici tedarikçilerden hem de üretim yapmaksızın faaliyet gösteren tedarikçilerden hammadde ve malzeme sağlamaktadır.

Tedarik zincirinin en önemli katılımcılarından biri olan tedarikçilerin işletmeyi amaçlarına ulaştıracak nitelikte olması istenir. Ayrıca tedarikçiler işletme stratejilerine uyumlaşabilir niteliklere sahip olmalıdır. Bu gerekçe ile doğru tedarikçi

seçimi, işletme açısından stratejik bir karardır (Özel ve Özyörük, 2007: 416). Doğru tedarikçi seçimi, uzun vadede işletmeye çok fazla avantaj sağlayacaktır. Örneğin, beklentilerin anlaşılması kolaylaşacak, tedarikçilerin işletmeye göre esnek hale gelmesi sağlanacak, ortak stratejik amaçlar geliştirilecektir. Anlaşıldığı üzere, tedarikçi seçimi sadece tedarikçinin belirlenmesi değildir. İşletme tedarikçi performansını değerlendirmelidir. Tedarikçiler, geri beslemeleri dikkate alarak süreçlerin iyileştirmesine yönelik iletişimler kurulması beklenen bir katılımcıdır (Gökalp ve Soylu, 2011: 5).

İşletmelerin tedarikçi seçim sürecinde dikkate alınan kriterler her işletmeye göre değişebilmektedir. Kriterler değişse dahi her işletme için seçim yaparken odak nokta, ürün veya hizmeti zamanında ve kaliteden ödün vermeden tedarik edebilecek tedarikçiler içinden en iyisinin seçilmesidir. Tedarikçi seçim problemini zor bir karar problemine dönüştüren etmenler şunlardır (Ünver, 2010: 54):

- İşletmelerin çok sayıda kriterinin olması ve kriterlerin bazılarının nitel bazılarının da nicel değerlerde olması,
- Tedarikçi sayısının fazla olması,
- Kriterlerin birbiriyle çelişmesi veya birbirini tamamlaması.

Bu zorluklara rağmen, doğru süreçlerin izlenmesi ile tedarikçi seçimi başarılı şekilde sonuca ulaştırılacaktır. Tedarikçi seçim problemi dört temel aşamanın titizlikle izlenmesi ile çözümlenebilir (Boer ve diğerleri, 2001: 76):

- Problemin tanımlanması
- Seçim kriterlerinin belirlenmesi
- Potansiyel tedarikçilerin seçimi
- Son seçim (karar)

Tedarikçi seçimi için literatürde birçok yöntem bulunmaktadır. Görener (2009: 102)'e göre tedarikçi seçimi yöntemleri Tek yöntemli modeller ve Hibrit modeller olarak çeşitlenmektedir. Tedarik seçimi problemin birçok nicel ve nitel paremetre içermektedir. Bu kriterler için tamamen nitel veriler ise matematiksel modeller faydalı olmayabilmektedir. Bu durumda diğer yöntemlerden

faydanılmalıdır. Nitel veriler dahil tüm kriteri karşılaştırabilmek için çok kriterli karar yaklaşımları kullanılmalıdır (Kasapoğlu ve Yurder, 2013: 165).

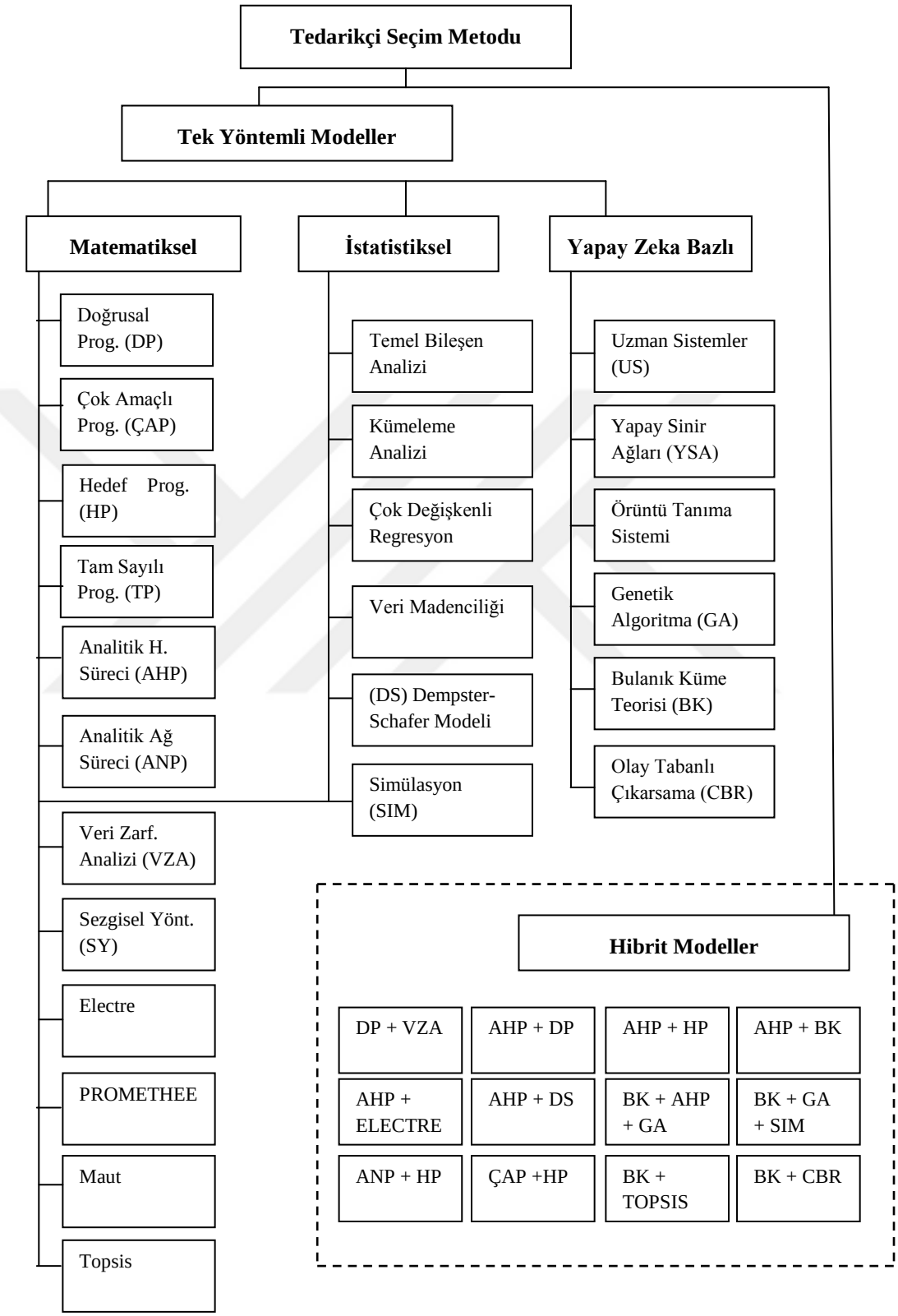
Tedarikçi seçiminde yöntem kullanmadan önce bazı tedarikçilerin elenmesi faydalı olabilir. Ürünün niteliğine bağlı olarak fiziksel koşulları sağlamayan, acemi olan veya çok uluslu referanslara sahip olmayan tedarikçiler en başta seçim listesi dışında bırakılabilir (Locke, 1996: 196).

Şekil 3'te tedarikçi seçiminde kullanılabilecek yöntemlerin sınıflandırılmış hali görülmektedir. Buna göre tedarikçi seçim metodu iki başlıkta incelenmektedir. İlki tek yöntemli modellerdir. İkincisi ise hibrit modellerdir. Tek yöntemli modeller de kendi içerisinde matematiksel modeller, istatistiksel modeller ve yapay zeka bazlı modeller olarak üç başlıkta toplanmaktadır. Her başlıkta yer alan modeller görülmektedir. Hibrit modeller ise, tek yöntemli modellerin iki ya da üç tanesini içeren karma modellerdir.

Görener (2009: 102)'in yaklaşımına göre, eğer çok kriterleri yöntemlerden biri tek başına kullanıcaksa tek yöntemli kategoriden faydalanılmalıdır. Birkaç yöntem bir arada kullanılarak karar almak isteniyorsa hibrit modeller değerlendirilmelidir.

Bu çalışmanın uygulama kısmında gerçekleştirilecek olan analiz, tek yöntemli modellerin matematiksel metotlar başlığı altındaki PROMETHEE yöntemidir.

Şekil 3: Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemler



Kaynak: Görener, 2009: 102.

1.3.1.3. Dağıtımcılar

İşletmenin nihai ürününü fabrikada depolandığı stok noktasından alıp, taşıma, stok, depolama vb. faliyetleri üstlenerek müşteriye iletim sürecinde yer alan tedarik zinciri katılımcılarıdır. Bu üyeler, ürünün mülkiyetini üstlenerek dağıtım faaliyetini kendi adlarına yapacakları gibi, ürün mülkiyetini almadan üretici adına da dağıtım yapabilirler. Temel amaçları, depolama, şebeke tasarımı, taşıma, güzergah planlama vb. konulara yönelik en uygun çözümleri bulmak ve uygulamaktır. Dağıtımcılar, işletmeden aldıkları ürünleri depolayarak üreticinin stok bulundurmaya yönelik risk ve maliyetlerini de üstlenmektedir. Dağıtımcılar depolama işlevini yerine getirerek, pazarda oluşabilecek talep dengesizliklerine karşı tampon görevi de yapmaktadırlar. Bu sayede talep dalgalanmalarının en düşük zararla atlatılmasına fayda sağlarlar (Görçün, 2013: 33).

1.3.1.4. Lojistik Hizmet Sağlayıcılar

Bu katılımcılar, işletmeye iki farklı açıdan destek sağlamaktadır. Birincisi, verilen hizmet lojistik desteği ile kalmamakta, işletmenin ölçek ekonomisinden faydalanmasına olanak verip ana faaliyet alanında uzmanlaşma sağlamaktadır. Bu sayede işletmeler depo kiralama ve araç filosu edinme maliyetlerinden kurtulup, tasarruf ettikleri fonu temel üretim faaliyetlerine yönlendirebilirler. İkinci faydası ise, tedarik zinciri farklı olan başka işletmelere de hizmet verdikleri için, lojistik maliyetleri olabilen en düşük seviyede gerçekleşecektir (Dalay, 2013: 33).

1.3.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Planlama ve Karar Alma

Planlama aşamasında tedarik zincirinde yer alan tüm faaliyetler sistematik hale getirilerek, karar alma süreçlerinin kolaylaştırılması hedeflenir. Müşteri talepleri bilgisi ile ileriye yönelik işletme hedefleri uyumlaştırılır. Müşterilerin isteklerine yönelik ürünlerin belirlenmesi, üretim süreçlerinin tasarlaması, ürünün pazarda tutunması sağlayacak olan en uygun fiyatın belirlenmesi gibi kararlar alınması sürecidir (Lee ve diğerleri, 1997: 44).

Planlama, tedarik zincirinin temel unsurlarından biridir. İşletmeler, uygun strateji geliştirmeden ve bu stratejileri uygulamadan varlıklarını devam ettiremezler. Planlama aşağıda belirtilen aşamaları içermektedir (Liu ve diğerleri, 2018: 1039).

a) Üretim girdilerinin nasıl ve ne zaman temin edileceğinin belirlenmesi
b) Malzemeyi nihai ürüne dönüştürmek için en iyi üretim stratejisinin belirlenmesi
c) Stokların taşınmasında kullanılacak taşıma yönteminin belirlenmesi
d) Dağıtım ağının etkili bir şekilde kurulması
e) Tedarik zincirine yönelik risk yönetimi planlaması
f) Kaliteyi korumak koşulu ile maliyetleri azaltma önlemleri alınması
g) Bilgi paylaşımını kolaylaştırmak için bir bilgi akışı sisteminin kurulması

Bu aşamalar, malzeme, veri ve fon akışlarını yönetmek için bir takım politika ve prosedür oluşturmayı gerektirmektedir. Tedarik zinciri yönetimini doğru şekilde anlamanın en iyi yolu, planlama süreçlerine bakmaktır. Planlama seviyeleri, tedarik zinciri yönetimini mantıksal çerçevede algılamayı kolaylaştırır. Bechtel ve Jayaram (1997: 20)'a göre tedarik zinciri planlaması üç seviyeden oluşur.

Stratejik planlama: Tedarik zinciri stratejisi olarak da isimlendirilen bu seviye, uzun vadeli bir planlama aşamasıdır. Planlama dönemi genellikle 3-10 yıldır. İşletmelerin uzun vadeli satın alma, üretim ve lojistik faaliyetleri için politika ve prosedürlerin oluşturulması bu seviyede gerçekleştirilir ve tüm tedarik zinciri için gereken operasyonel sürecin temelini oluşturur. Stratejik planlama kapsamında alınan kararlar, tedarik zinciri yönetimi için önemli bir bileşenidir çünkü işletme yapısını önemli ölçüde etkiler. Bu kararlar, gelecekte ne kadar dağıtım lokasyonu gerektiğini belirleme ve bunların kurulması, hedef pazar payını belirleme, stratejik birleşmeler ve satın almalar gibi geniş etkilere sahip kararlardır.

Taktik Planlama: Stratejik planların gerçekleştirilebilir ve ulaşılabilir olabilmesi, eylemlerin uygun aşamalara ayrılması ile sağlanır. Taktiksel planlar bu devrede geliştirilir. Stratejik planlar uzun vadeli iken, taktiksel kararlar 6 ay-1 yıl vadeli dönemleri kapsar. Stratejik kararları destekleyen orta vadeli hamlelerdir. Orta vadeli bu hedefler, işletmenin stratejik yönetimi için değer yaratır nitelikte olmalıdır.

Taktiksel planlar, ürün hattının çeyrek dönemler şeklinde tahminlenmesi, stok azaltıcı önlemlerin geliştirilmesi, üretim planları gibi kararları içerir.

Operasyonel Planlama: Taktiksel planları gerçekleştirmek için günlük veya haftalık olarak hedeflenen faaliyetlerdir. Operasyonel planlamada günlük faaliyetlerin optimize edilebilmesi için faaliyet sürecine kontrol politikaları eklenir. Operasyonel planlama, müşterilerden sipariş almak, son ürün odaklı üretim planlaması yapmak, haftalık stok sayımı yapmak gibi unsurları içermektedir.

Tedarik zinciri planlaması yapılırken, planlamanın katma değer yaratacak şekilde organize edilmesi ve tedarik zincirine en yuksek geliri sağlaması önemlidir. Planlama, üç farklı şekilde tedarik zincirine katma değer sağlayabilir. Birincisi, satışa sunulan ürürünün sağladığı gelir, tüm faaliyetlerin yaratacağı maliyetlerin parasal değerinden daha büyük olmalıdır. İkincisi, tedarik zinciri uygulama maliyetlerinin, tedarik zinciri satış gelirlerinden daha düşük olmasını sağlayacak önlemler alınmasıdır. Üçüncü seçenek ise, daha düşük faiz ve vergi giderleri oluşturacak operasyonların tercih edilmesidir (Bolstorff ve Rosenbaum, 2007: 34).

Sonuç olarak tedarik zinciri kavramının işletmeler için titizlikle yürütülmesi gereken çok katılımcılı ve çok unsurlu bir süreç olduğu görülmektedir. Karmaşık yapısı sebebiyle büyük ölçekli işletmelerin bu süreci sezgisel hamleler ile yürütmesi şüphesiz zor olacaktır. Bu nedenle tedarik zinciri yönetiminin kapsamlı ve eksiksiz şekilde yürütülmesi için çeşitli matematiksel ve istatistiksel yöntemler geliştirilmiştir. İşletmelerin bu yöntemlerden kendi stratejik yapısına uygun olanları tespit edip uygulaması, kontrol altında yürütülecek bir tedarik zinciri süreci sağlayacaktır. İkinci bölümde çok kriterli karar verme kavramına ve matematiksel yöntemlerden PROMETHEE'ye değinilmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE TEDARİK ZİNCİRİNDE UYGULANMASI

Bir örgütün amaçlarına ulaşabilmesi, bu amaçlar doğrultusunda farklı düzeylerde yapılacak planlar ve gerçekleştirilecek faaliyetler ile mümkün olmaktadır. Bunların gerçekleştirilebilmesi için ise örgüt içerisinde çeşitli kapsamlarda ve karmaşıklıkta kararlar verilmesi aracılığı ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle karar verme örgütsel yapılarda çok önemli bir konudur. Örgütsel yapı içerisinde kararların pek çoğunun birden fazla değişkenin etkisinde şekillenmesi de kararların yapısını daha da karmaşıklaştırmakta ve buna bağlı olarak bu çok sayıdaki değişkenin bir şekilde karara dahil edilmesini sağlayacak yöntemler bulunmasını gerektirmektedir. Çalışmanın bu bölümü, bu tür kararlarda kullanılabilecek yöntemleri tanıtmak ve bunların tedarik zincirlerinde uygulanması ele almak üzerine tasarlanmıştır.

2.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme; bir problemin çözülmesi ve dikkate alınan özelliklere göre seçeneklerden birinin tercih edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Eş, 2013: 11). Karar verme ve karar verme sürecinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir (Tosun, 1992: 445-449):

1. Karar verme psikolojik faktörler içerir. Karar verme süreci güçlü bir muhakeme yeteneği gerektirdiğinden her birey karar sürecini rasyonel şekilde yürütememektedir. Karar vermede yetersiz olduğunu düşünen kişiler başkalarının kararlarını benimsemeye daha yatkındırlar.

2. Etkili bir karar verme süreci için öncelikle amaç net bir şekilde belirlenmelidir. Doğru bilgilerin derlenmesi ve bu bilgilerin analizi için zaman ve emek harcanması gerekir.

3. Verilen karar etkili olmalıdır. Amaçlarla sonuç birbiriyle çelişmemelidir.

4. Karar verme süreci esnek olmalıdır. Aksi taktirde karar verme süreci etkin bir şekilde yürütülemeyecektir.

5. Karar verme süreci, problemin yapısına göre kısa veya uzun sürebilmektedir. Uzun vadeyi kapsayan kararlarda, koşullar değişebileceğinden alınan karar etkisini yitirebilir. Bu nedenle karar verme süreci mümkün olan en kısa sürede tamamlanmalıdır.

6. Karar verme gelecek ile ilgilidir ve geleceğe dair belirsizlikler tahminlendiği sürece kararlar etkin şekilde sonuca ulaştırılacaktır.

7. Karar verme en uygun seçeneğin tercih edilmesi sürecidir. Seçenekler fayda ve zararlarına göre karşılaştırılarak en uygun seçenek tespit edilir.

Karar problemleri hızlı ve basit süreçler olabildiği gibi, zor ve riskli süreçler de olabilmektedir. Örneğin; kahvaltıda ne yiyeceğimizin tercihi hızlı ve basit bir süreçken, bir holdingin büyük fonlar bağlayacağı yeni yatırım kararı zor ve riskli olabilmektedir. Bu süreçlerde temel amaç kişinin maksimum faydayı sağlayacak yiyeceği seçmesi veya holdingin maksimum karlılığa ulaşacak yatırımı tercih edebilmesidir. Birçok kararda temel amaç fayda maksimizasyonu olmasına rağmen, karar alıcıları etkileyen kriterlere göre alınan kararlar değişecektir. Dolayısıyla en basit kararlar dahi karmaşık bir seçim problemine dönüşmeye yatkın olabilmektedir.

Bir araba satın almak temelde bir seçim problemidir. Fiyatın en önemli kriter olması ve minimize edilmek istenmesi olağandır. Ancak etrafınıza baktığınızda insanların satın alabilecekleri en ucuz arabaya binmediğini görürsünüz. Fiyat kriteri önemli olmasına rağmen bireylerin karar verirken tek kriteri olmadığı görülmektedir. Çünkü insanların temel hedefi, alabileceği en uygun fiyattaki en iyi arabaya binmektir. Karar sürecinde fiyat kriterine ek olarak güvenlik, marka, konfor, donanım gibi birçok kriter bulunmaktadır. Tüm kriterleri dikkate alan uzlaşımcı bir çözüm gerekmektedir. Birçok karar problemi bu örnekte olduğu gibi fazla sayıda kriter içermektedir. Karar problemlerin çözümleri sadece verilere değil, karar alıcının kendisine de bağlıdır. Tüm insanlar aynı arabayı tercih etmeyecektir. Çünkü doğada kesin ve net bir çözüm yoktur. En uygun öneri, karar vericinin kendi yargılarıyla ve bireysel tercihlerine dayanarak oluşacaktır (Brans ve Mareschal, 2005: 165).

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birden fazla kriterin yer aldığı karar ve planlama problemlerini yapılandırmak ve çözmekle ilgilidir (Aruldoss ve diğerleri, 2013: 31). ÇKKV ekonomi, üretim, malzeme seçimi, inşaat gibi birçok alanda

kullanılan faydalı bir araçtır. Özellikle yatırım kararları, proje değerlendirmesi, ekonomik fayda değerlendirmesi, tedarik, personel değerlendirmesi gibi alanlarda önemli bir rol oynamaktadır. Çok Kriterli Karar Verme, karar vericinin değerleri ve tercihleri doğrultusunda alternatifleri belirleme ve seçme çalışmasıdır. Bir karar vermek, değerlendirilebilecek alternatif seçeneklerin olduğu anlamına gelmektedir ve bu tür durumlarda hedeflere, amaçlara, isteklere, değerlere en uygun olan seçenek belirlenmelidir (Gavade, 2014: 5643).

ÇKKV problemleri, olası çözümler içerisinden kriterler dikkate alınarak en iyi seçeneğin belirlenmesi olarak ifade edilir ve üç başlıkta gruplanır (Yalçın, 2020: 68);

Seçim Problemleri: Hedef, alternatifler içinden en iyinin seçilmesidir. Örneğin, bir işletmenin reklam kampanyasını hangi kanaldan (sosyal medya, televizyon, bilboard vs.) duyuracağını seçmesi bu problemlere örnektir.

Sınıflama Problemleri: Hedef, alternatiflerin belli kriterler çerçevesinde sınıflandırılmasıdır. Temel amaç, benzerlik olan alternatiflerin aynı kümede toplanmasıdır. Örneğin, bir işletmenin ürün çeşitlendirmesini yaparken hedef pazardaki müşterilerini sınıflandırması.

Sıralama Problemleri: Hedef, en iyiden en kötüye doğru alternatiflerin sıralanmasıdır. Örneğin, bir işletme yöneticisinin departmanların başarısını ölçmek için çeşitli kriterlerle performans ölçümlemesi.

ÇKKV yaklaşımının faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Belton ve Stewart, 2002: 262).

1. Çelişen kriterleri birebir ele alarak karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.
2. Karar problemini çözümlemeye yardımcı olmaktadır.
3. Anlaşılabilir ve şeffaftır.
4. Karmaşık problemlere etkin şekilde öneri sunmaktadır.
5. Çözümleme süresi hızlıdır.

2.1.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

ÇKKV yöntemleri, çözülmesi gereken bir problem için fazla sayıda seçeneğin var olduğu durumlarda karar vericilere destek sağlamaktadır. Genellikle, bu tür

problemler için tek bir etkin çözüm olmadığından, karar vericinin tercihlerini (kriterlerini) kullanmak gereklidir (Aruldoss ve diğerleri,2013: 31).

ÇKKV yöntemlerinin temel amacı, karar vericiye en iyi seçeneği sunmaktır. ÇKKV, karar vericinin somut veya soyut değişkenlere göre alternatiflerden en iyiyi seçmesi, sıralaması ya da sınıflandırması için işletilen bir süreçtir (Guitouni ve Martel, 1997: 502). Bu süreç yürütülürken çok sayıda kriter dikkate alınır, avantaj ve dezavantajları ile birlikte alternatifler değerlendirilir (Hsieh ve diğerleri, 2004: 574).

ÇKKV kullanılarak kaliteli seçimler yapma süreci, alternatiflerin puanlanması, ilgili kriterlerin belirlenmesi, kriterlerin ağırlıklandırılması ve kriter ağaçlarının yapılandırılması için prosedürlere bağlıdır. ÇKKV için bir kriter oluşturmanın zorluklarıyla ilgili bilinen en eski tartışma, Keeney ve Raiffa (1976) tarafından yapılmıştır. Von Winterfeldt (1980: 73), yaklaşımın yapılandırma araştırmasının o dönemdeki mevcut durumunu eleştirmiş, "Karar problemlerini yönetilebilir bir formata dönüştürmek, karar analizi için muhtemelen en önemli adımdır. Şu anda sağlam bir yapılandırma metodolojisi mevcut olmadığından, bu adım hala bireysel analistin sezgisine ve becerisine bırakılan bir sanattır." şeklinde görüş belirtmiştir. Daha sonra Saaty (1980)'nin Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process- AHP) yöntemini literatüre katması ile hem ÇKKV yaklaşımının hem de diğer ÇKKV yöntemlerinin gelişmesi süreci hızlanmıştır (Brugha, 2004: 1156).

ÇKKV yöntemlerinin gelişmesi ve sayılarının artması, uygulayıcıların yöntem seçiminde bulumasını gerektirmektedir. ÇKKV tekniğinin seçilmesinde net bir kural yoktur. Karar probleminin yapısı ile yöntemin özelliklerine uyumlaşması yeterlidir. Literatürde farklı algoritmalara sahip ÇKKV yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalar yapılmaktadır. Karar vericinin içinde bulunduğu şartlar, analizde kullanacağı veriler, kriterlerin önem dereceleri gibi hususlar bakılarak yöntem seçimi gerçekleştirilir (Taha, 2000: 43-45). Literatürde en sık kullanılan yöntemler AHP, TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution- İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme), PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations- Zenginleştirilmiş Değerlendirmeler için Tercih Sıralama Düzenleme Yöntemi), VİKOR (Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje- Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık

Çözüm) gibi yöntemlerdir. Tablo 2'de literatürde yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemlerinin güçlü ve zayıf yönleri verilmektedir.

Tablo 2: ÇKKV Yöntemlerinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Yöntem Adı	Güçlü Yanları	Zayıf Yanları
AHP	- Esnekliği, sezgisel çekiciliği ve tutarsızlıkları kontrol etme yeteneğidir. Genel olarak, kullanıcılar ikili karşılaştırma formunda veri girişini kolay anlaşılır ve uygun bulurlar. - İkili karşılaştırmaların geometrik ortalamasını hesaplayarak, uzlaşma yoluyla grup karar verme sürecini destekler.	- AHP ile karar problemi bir dizi alt sistemlere ayrılır ve bu alt sistemler içinde ve arasında önemli sayıda ikili karşılaştırma gerekmektedir. Bu yaklaşımın dezavantajı, yapılması gereken ikili karşılaştırmaların sayısının çok fazla olabileceği (n(n−1)/2) ve zaman alıcı bir hale gelebileceğidir. - Yöntemde 9 puanlık ölçek kullanımının yapay bir şekilde sınırlanmasıdır. Karar vericinin bazen bu aralıklar arasında ayrım yapmakta zorlanabileceği durumlar ortaya çıkabilir.
TOPSIS	- Herhangi bir sayıda girdi olarak kullanılabilir. -İdeal çözümlere olan uzaklıkların dikkate alınmasıyla temellendirilen (nispeten) sezgisel anlam dikkate alınır.	- Kolay kullanılabilmesine rağmen, güvenilir olmayan sonuçlar verebilir. -Standart formunda deterministik bir yöntemdir ve ağırlıklarda belirsizliği dikkate almaz.
VIKOR	-Fayda grubunu maksimize ederek ve pişmanlık grubunu minimize ederek en iyi alternatif tercih edilir. - Pozitif ve negatif ideal çözüm oranını hesaplar, avantaj oranıyla bir uzlaşma çözümü önerir.	- Performans değerlendirmesi kesin değerler olarak nicelendirilir. - Birçok durumda, kesin veriler gerçek hayat durumlarını modellemek için yetersiz olabilir. Ayrıca, çelişkili durumlar veya kriterler söz konusu olduğunda, bir karar verici ayrıca belirsiz verileri de dikkate almak zorundadır.
ELECTRE	- Belirsizlik ve tercih eşiklerine izin verdiği için bulanık analizi kullanmayı sağlar. - Kalitatif ve kantitatif kriterleri kabul eder.	- Uyum ve uyumsuzluk matrislerini belirlemede kullanılan prensipler nedeniyle anlaması zor olabilir. - Bu ölçümlerden eşikler hesaplanabilir, ancak genellikle bu eşikler, konu hakkında karar vericinin görüşüne göre belirlenir ve bu da öznel bir yaklaşıma dönüşebilir.
PROMETHEE	- Aynı anda kalitatif ve kantitatif kriterlerle ilgilenebilir. Kriter puanları kendi birimlerinde ifade edilebilir. - PROMETHEE diğer yöntemlere göre çok daha az veri ile etkin sonuç sunabilir.	- Yeni bir alternatif tanıtıldığında sıralama tersine dönme sorunuyla karşılaşabilir. -Bir karar problemi için kriterlere yönelik ağırlık önerisi sunmaz. Birçok kriter ve alternatif durumunda, karar vericinin sorunu net bir şekilde anlaması ve sonuçları değerlendirmesi zor olabilir.

Kaynak: Gavade, 2014: 5643-5645.

Her yöntem farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Karar probleminin yapısına göre süreci en etkin şekilde çözüme ulaştıracak olan yöntem seçilerek

ÇKKV analizleri gerçekleştirilmektedir. Tablo 2'de en yaygın olarak kullanılan yöntemler verilmiştir. Bunlara ek olarak çok sayıda ÇKKV yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları COPRAS (Complex Proportional Assesment- Kompleks Orantısal Değerlendirme), ELECTRE (Elimination et choix traduisant la realité - Gerçekliği Yansıtan Eleme ve Seçim Yöntemi), MOORA (Multi-objective Optimisation by Ratio Analysis- Oran Analiziyle Çok - Amaçlı Optimizasyon), DEMATEL (Decision-making Trial and Evaluation Laboratory - Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı) gibi yöntemler ile Birinci Bölüm Şekil 3'te yer alan yöntemler şeklinde sıralanabilir.

2.1.2. ÇKKV Yöntemlerinin Tedarik Zinciri Yönetiminde Kullanılması (Literatür Taraması)

İşletmeler ve dolayısıyla işletmelerdeki karar alıcılar tedarik zinciri yönetimini kapsayan kararlarda yukarıda bahsedilen ÇKKV yöntemlerini kullanabilmektedir. Çalışmanın ilk bölümünde ele alınan tedarik zinciri yönetimine dair karar problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Bu bölümde yapılan çalışmaları derleyen bir literatür taraması bulunmaktadır. Literatür taramasında çok çeşitli ÇKKV yöntemlerinin tedarik zinciri kararlarında kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan yöntem ise PROMETHEE'dir. Yönteme, ilerleyen başlıkta detaylı şekilde değinilmektedir.

Tam ve Tummala (2001) çalışmalarında, bir telekomünikasyon sistemi tedarikçisini seçmek için AHP tabanlı model oluşturmuşlardır. Çalışmada sermaye harcamaları ve işletme giderleri maliyet kriteri olarak, teknik özellikler, işletme ve tedarikçi ile ilgili kriterler ise kalite kriterinin olarak kullanılmıştır. Önerilen modelin kullanımının müşteri özelliklerini karşılayan bir tedarikçi seçiminde grup karar verme sürecini iyileştirdiği ve bir tedarikçiyi seçmek için geçen süreyi azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Dulmin ve Mininno (2003), karayolu ve tren yolu taşımacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede yaptıkları uygulamada, tedarikçi seçimi problemini PROMETHEE yöntemi ile çözümlemişlerdir. Araştırmacılar herhangi bir yönteme ya da uzmana dayanmadan kriter önceliklerini kendi yargılarına dayanarak

belirlemişlerdir. Üretim süresi, kalite sistemi, üretim teknolojisi seviyesi, prototip hazırlama süresi gibi değişkenleri kullandıkları uygulama, PROMETHEE yönteminin en iyi tedarikçiyi belirlemede kullanılırlığını destekleyen bir çalışmadır.

Akman ve Alkan (2006) çalışmalarında tedarikçilerin performanslarını karşılaştırmak amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yöntemini kullanmışlardır. Otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren bir firmanın üç tedarikçisinin performansı BAHS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Yöntemin tedarikçi seçim problemi için uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Küçük ve Ecer (2007) çalışmalarında, Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) yöntemini kullanarak mağazalar zincirine mal ve hizmet sunan tedarikçileri değerlendirmişlerdir. Çalışmada, birbirine yakın performans gösteren tedarikçilerin karşılaştırılmasında BTOPSIS modelinin iyi sonuç verdiği ortaya koyularak tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesinde yöntemin uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Mendoza (2007), Meksika'da üretim yapan bir firma için tedarikçi seçimi ve sipariş dağıtımıyla ilgili ideal çözüm yaklaşımı için AHP ve hedef programlama yöntemlerini kullanmıştır. AHP çok sayıdaki alternatif tedarikçi sayısını azaltmak için, hedef programlama ise nihai sipariş tahsisine karar vermek için kullanılmıştır. Çalışmada fiyat, işlem yeteneği, kusurlu parçalar, esneklik, servis, mesafe ve teslim süresi kriterleri ele alınmıştır.

Wang ve Yang (2007), firmaların temel yetkinlik alanı dışında kalan ve dış kaynak kullanımı gerektiren bilişim sistemleri fonksiyonlarını ele aldıkları çalışmalarında AHP ve PROMETHEE yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışmada dış kaynak kullanımı kararlarında ekonomi, kalite, kaynak, risk, strateji ve yönetim kriterlerini dikkate almışlardır. Dış kaynak kullanımı yapısını analiz etmek ve kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi, duyarlılık analizi için ağırlıkları değiştirerek nihai sıralamanın belirlenmesinde PROMETHEE yöntemi uygulanmıştır. Bu iki yöntemin birlikte kullanılmasının, bilişim sistemlerinde dış kaynak kullanımı kararlarında uygun bir karar verme aracı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Alkan ve diğerleri (2007) tarımsal lastik üretimi yapan bir işletmenin en uygun hammadde tedarikçisini seçmeyi amaçladıkları çalışmalarında Alternatif

tedarikçilerin ve kriterlerin önem sıralamasını belirlemek amacıyla AHP yöntemini, alternatif tedarikçileri karşılaştırarak en uygun tedarikçinin belirlenmesi amacıyla ise PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, uygun tedarikçinin seçimi sürecinde hangi kriterlerin daha önemli olduğu ortaya koyulmuştur.

Küçük ve Ecer (2008), imalat yapan bir KOBİ (Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme) için en uygun tedarikçiyi belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada ürün fiyatı, taşıma maliyeti, hatasız ürün miktarı, kalite sorununu çözümleme, ürün kalitesi, zamanında teslim, doğru miktarda teslim, ambalajlı teslim, finansal yapı, tedarikçinin imajı ile yetenek ve kapasite kriterler olarak belirlenmiş ve bu kriterler ile dört tedarikçi arasından en uygun alternatif seçilmiştir. Tedarikçi seçim kriterlerinin önem düzeyleri, tedarikçilerin göreli skor değerleri ve uygun tedarikçiler, AHP yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve yorumlanmıştır.

Dağdeviren ve Eraslan (2008) çalışmalarında, PROMETHEE yöntemini kullanarak elektrikli ev aletleri üreten bir işletme için beş alternatif tedarikçi arasından seçim yapmışlardır. Tedarikçi seçiminde kalite, fiyat, tedarik performansı, esneklik, teknoloji ve uzaklık kriterleri kullanılmıştır. Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler için farklı tercih fonksiyonlarının kullanılabilmesi ve alternatiflere ilişkin kısmi ve tam sıralamaların elde edilmesinin PROMETHEE yönteminin tedarik seçiminde diğer sıralama yöntemlerine göre üstünlüğü olarak vurgulanmıştır. Çalışma sonucunda, bu üstünlüklerin tedarikçi seçiminde etkinliği ve doğruluğu artırdığı ortaya koyulmuştur.

Liao ve Kao (2011), Topsis ve Hedef Programlama (Goal Programming) kullanarak tedarik zincirindeki en iyi tedarikçiyi belirleme çalışması yapmışlardır. Analiz, Asya'da kendi zincir mağazalarında saatler satan büyük ve tanınmış bir üretici işletme verileriyle gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde basit sözlü mülakat teknikleri kullanılmıştır. Kriter olarak ürün kalitesi, teslimat kabiliyeti, garanti düzeyi, deneyim süresi gibi değişkenler ele alınmış ve işletmenin en iyi tedarikçiyi seçme problemi ÇKKV yöntemleri ile çözümlenmiştir.

Supçiller ve Çapraz (2011), ÇKKV yöntemlerinden AHP ve Topsis kullanarak, Türkiye'de faaliyet gösteren ve oluklu mukavva kutu üreten bir işletmenin tedarikçi seçim problemi üzerine bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. AHP

yöntemi ile kriter ağırlıklandırması yapılan çalışmada kalite, maliyet, teslimat ve hizmet olmak üzere dört adet kriter ele alınmış ve işletme için en uygun tedarikçi seçiminde bulunulmuştur.

Arıkan ve Küçükçe (2012), çalışmalarında satın alma faaliyetleri yürüten bir kamu kuruluşunda uygulama gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın temel amacı, tedarikçi seçmek, tedarikçileri değerlendirmek ve buna bağlı olarak isabetli bir fiyatlandırma sağlamaktır. Analizde kalite, teslimat, üretim tesisi kapasitesi, tamirat servisi gibi değişkenler kriter olarak alınmıştır. Öncelikli olarak AHP yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmış, ardından PROMETHEE yöntemi ile tedarikçiler sıralanmıştır. Söz konusu kuruluş için en iyi tedarikçi belirlenmiştir.

Samvedi ve diğerleri (2013), tedarik zincirindeki riskleri anlamak amacıyla ÇKKV yöntemleri kullandıkları çalışmada, Hindistan'da tekstil ve çelik endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeler üzerinde anket uygulamış ve tedarik zinciri risklerini tespit etmiştir. Bu risklerin önem dereceleri uzman görüşlerine dayanarak belirlenmiştir. Farklı risklerin puanları, dört farklı kriter altında analiz edilerek değerlendirilmiştir; bunlar sırasıyla ortaya çıkma olasılığı, tedarik zinciri performansına etkisi, etkiden iyileşme için gereken çaba ve zaman ile riskin etkisi düzeyidir.

Şenkayas ve Hekimoğlu (2013), İzmir ilinde faaliyet gösteren, duş tekneleri yapan bir işletmenin tedarikçi seçim problemine PROMETHEE yöntemi ile çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Kalite, teknolojik olanaklar, maliyet, tedarik performansı ve mesafe kriterleri ile gerçekleştirilen analizde, tüm kriterler eşit önem ağırlığında ele alınmıştır. Çalışma, çok kriterli karar verme yöntemlerinin tedarikçi seçiminde kullanılabilir olduğunu öne sürmektedir.

Polat ve Eray (2015) çalışmalarında inşaat şirketlerinin projelerinde en uygun tedarikçiyi seçmelerine yardımcı olmak için AHP ile ER (Evidential Reasoning-kanıtsal akıl yürütme)'yi bütünleştiren entegre bir yaklaşım önermişlerdir. Önerilen yaklaşımda, seçim kriterlerinin ağırlıklarını bulmak için AHP yöntemi ve alternatif tedarikçileri sıralamak için ER yöntemi kullanılmıştır. Bununla birlikte, önerilen yaklaşım Suudi Arabistan'daki bir şehirlerarası demiryolu projesi için demiryolu tedarikçisini seçme problemine de uygulanmıştır. Ürünün birim maliyeti, ödeme koşullarındaki esneklik, üretim kapasitesi, teslimat süresi, tedarikçilerle iletişim,

tedarikçilerin teknik yeterliliği kriterlerine göre beş alternatif arasından tedarikçiler değerlendirilmiştir. Bulgular, önerilen yaklaşımın başarısını ve inşaat şirketleri tarafından kolaylıkla uygulanabileceğini ortaya koymuştur.

Şimşek ve diğerleri (2015), turizm sektöründe tedarikçi seçimi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, Fethiye'de faaliyet gösteren bir otel işletmesinin en uygun tedarikçisinin belirlenmesi problemine odaklanmışlardır. ÇKKV yöntemlerinden Topsis ve Moora kullanılan uygulamada, kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek için otel işletmelerinin satın alma birimlerinden sorumlu çalışanlara anket uygulamışlardır. Belirlenen ağırlıklarla fiyat, kalite, teslimat, hizmet gibi kriterlerle tedarikçiler değerlendirilmiş ve tedarikçi seçimi problemi ÇKKV yöntemleri ile çözümlenmiştir.

Galankashi ve diğerleri (2016) otomotiv endüstrisinde tedarikçi seçimi uygulaması yaptıkları çalışmalarında, bütünleşik Dengeli Puan Kartı–Bulanık AHP (BSC–FAHP) modeli önermişlerdir. Değerlendirmede tedarikçilerin uluslararası ticari durumu, finansal durumu, öğrenme kapasiteleri ve büyümeleri ile müşteri sayıları kriterleri kullanılmıştır.

Cengiz ve diğerleri (2017), inşaat malzemesi tedarikçi seçimi uygulaması yaptıkları çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi kullamışlardır. Çalışmada maliyet, kalite, tedarikçi kapasitesi, tedarikçi profili, alıcı ve satıcı ilişkileri, teslimat, coğrafi konum, çevre özellikleri ve ödeme metodu kriterleri dikkate alınmıştır.

Sureeyatanapas ve diğerleri (2018), değerlendirme bilgilerinin belirsiz ve/veya yetersiz olması durumunda bile uygulayıcıların mantıksal olarak bir tedarikçi seçmesini kolaylaştıracak TOPSIS tabanlı bir yöntem önermişlerdir. Subjektiflik derecesini ve ağırlık atamasının belirsizliğini azaltmak için kriterlerin ağırlıkları sıralı mertebe merkezi (ROC) ile belirlenmiştir. Yöntem bir restoran zinciri için ürün kalitesi, paketleme kalitesi, ürünün fiyatı, ulaşım performansı, servis kabiliyeti kriterlerini kullanılarak yumurta tedarikçisinin seçiminde uygulanmıştır.

Agrawal (2022), literatürde daha önce kullanılan üç vaka çalışmasını ele alarak tedarikçi seçimi sürecinde PROMETHEE-II yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, ilgili vaka çalışmaları için daha önce kullanılan yöntemlerden elde edilen sonuçlar ile PROMETHEE-II yönteminden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Ayrıca, duyarlılık analizi yapılarak kriterlerin ağırlıklarının sonuca etki edip etmediği incelenmiştir. Elde edilen bulgular, PROMETHEE-II yönteminin tedarikçi seçiminde başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Deretarla ve diğerleri (2023) çalışmalarında tedarikçileri değerlendirmek ve üretim şirketleri için en uygun tedarikçileri belirlemek için Analitik AHP ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Öncelikle tedarikçi seçim kriterleri belirlemiş ve bu kriterlerin göreceli önem sırası AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Alternatif tedarikçileri değerlendirmek ve en uygun tedarikçiyi seçmek için COPRAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada en iyi tedarikçinin belirlenmesi amacıyla maliyet, kalite, teslimat süresi ve hizmet performansı kriterleri kullanılarak beş alternatif değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda AHP-COPRAS bütünleşik yönteminin uygulanabilirliği ve tedarikçi seçiminde kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu ortaya koyulmuştur.

2.2. ÇKKV YÖNTEMLERİNDEN PROMETHEE YÖNTEMİ

PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method fo Enrichment Evaluations) yöntemi, PROMETHEE I (Kısmi Sıralama) ve PROMETHEE II (Tam Sıralama) olarak J.P. Brans tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir. Brans, B. Mareschal ile birlikte PROMETHEE III (Aralıkları temel alarak Sıralama) ve PROMETHEE IV (Sürekli durumlar için Sıralama) versiyonlarını geliştirmiştir. 1992 ve 1994'te ise iki yazar PROMETHEE V (bölümlendirme kısıtları içeren) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsilini içeren) eklemelerini yayınlamışlardır (Brans ve Mareschal, 2005: 164).

PROMETHEE yöntemi alternatiflerin ikili olarak kıyaslanması prensibiyle çalışır. Bu kıyaslamalar kriterlere dayanılarak yapılır. Her kriter için tercih fonksiyonu belirlenrbilmesi, bu yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden ayıran en temel farktır (Ayçin, 2019: 159). Diğer yöntemlerde etkin sonuçlar için fazla sayıda veri girişi gerekirken, PROMETHEE yönteminin matematiksel algoritması, az veri ile etkin sonuç verebilecek şekilde geliştirilmiştir (Gavade, 2014: 5645).

PROMETHEE yöntemi aşağıdaki aşamaların takip edilmesi ile çözümlenmektedir (Brans ve Marechal, 2005: 164):

$$\max\{g_1(a), g_2(a), ..., g_j(a), ..., g_k(a) \mid a \in A \quad \text{(Eşitlik 1)}$$

Alternatifler seti $\{a_1, a_2, ...a_i, ..., a_n\}$ şeklinde A ile, değerleme kriterleri ise $\{g_1(\cdot), g_2(\cdot), ..., g_j(\cdot), ...g_k(\cdot)\}$ olarak gösterilmektedir.

Eşitlik 1'de yer alan çok kriterli karar probleminin verileri ile değerleme matrisi oluşturulmuş ve Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3: Değerleme Tablosu

a	$g_1(\cdot)$	$g_2(\cdot)$	$\cdots$	$g_j(\cdot)$	$\cdots$	$g_k(\cdot)$
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	$\cdots$	$g_j(a_1)$	$\cdots$	$g_k(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	$\cdots$	$g_j(a_2)$	$\cdots$	$g_k(a_2)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
a_i	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$	$\cdots$	$g_j(a_i)$	$\cdots$	$g_k(a_i)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	$\cdots$	$g_j(a_n)$	$\cdots$	$g_k(a_n)$

Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:164.

Doğal üstünlük ilişkisi çok kriterli problemin tipi ile ilişkilidir ve aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$Her(a,b) \in A$:

$$\begin{cases} \forall_j : g_j(a) \geq g_j(b) \\ \exists_k : g_k(a) > g_k(b) \end{cases} \Leftrightarrow aPb,$$

$$\forall_J : g_j(a) = g_j(b) \Leftrightarrow aIb, \quad \text{(Eşitlik 2)}$$

$$\begin{cases} \exists_s : g_s(a) > g_s(b) \\ \exists_r : g_r(a) < g_r(b) \end{cases} \Leftrightarrow aRb,$$

Tanımlamada P tercihi, I kayıtsızlığı ve R kıyaslanamazlığı ifade etmektedir. Bir kriter en azından diğer tüm kriterlere göre daha iyiyse, bu alternatif diğer alternatiften daha iyidir ve tercih durumu söz konusudur. Bir alternatif x kriteri için daha iyi ve diğer alternatif y kriteri için daha iyiyse, bu iki alternatif arasında seçim

yapmak için fazladan bir bilgi gerekmektedir. Bu iki alternatif karşılaştırma yapmak için uyumsuzdur. Birbirlerine baskınlık göstermeyen alternatifler için "etkin çözümler" tanımı kullanılmaktadır. Değerleme tablosunda alternatifler genellikle etkindir. Tercih ve kayıtsızlık arasındaki ilişki zayıftır. Bir alternatif bir kriter açısından iyiyse, diğer alternatif geri kalan kriterler açısından iyidir. Bu tür uyuşmazlıklar söz konusu olduğunda, ikili karşılaştırma yapmak için ek bilgilere ihtiyaç vardır. Bu ek bilgiler; kriterlerin birbirine eşdeğer olup olmadığı, tüm kriterleri kapsayan tek bir kriter oluşturulup oluşturulamayacağı, kriterlere önem değerleri belirlenip belirlenemeyeceği, tercihlere yönelik sabit eşikler tespit etmek gibi ek bilgiler olabilmektedir. Bir ÇKKV yönteminin sağlaması istenen gereklilikler şu şekildedir (Brans ve Marechal, 2005: 166):

Gereklilik 1: Her bir kriter için, alternatifleri değerlendirirken sapmaların varlığı d_j dikkate alınmalıdır.

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \qquad \text{(Eşitlik 3)}$$

Gereklilik 2: Kriterler için $g_j(a)$ değerlemesi yapılırken, her kriter kendi ölçü biriminde ifade edilmelidir.

Gereklilik 3: Bir ÇKKV yöntemi ikili karşılaştırmalar sonucunda aşağıdaki bilgileri sağlamalıdır:

a, b'ye tercih edilebilir;

a ve b birbirine kayıtsızdır;

a ve b kıyaslanamazdır.

Bu gereklilik sağlandığında kıyaslanamayan alternatiflerin sayısını azalacaktır ve yöntemin ideal şekilde çalışması söz konusu olacaktır.

Gereklilik 4: Her ÇKKV yöntemi farklı bilgileri talep ederek, farklı prosedürle çözdüğü için sonuçlar değişebilmektedir. ÇKKV yöntemlerinin sunduğu çözümlerin anlaşılabilir olması bu neden son derece önemlidir. Bir ÇKKV yönteminin prosedürleri açık olmalı ve gizlenmemelidir.

Gereklilik 5: Çözümleme prosedürlerinde karar verici için önemsiz olan teknik parametreler yer almamalıdır.

Gereklilik 6: Kriter doğası gereği çelişkili bir olgu ise, ÇKKV yöntemi bu durumu uygun bir prosedür sunmalıdır.

Gereklilik 7: ÇKKV yöntemlerinin birçoğu kriterlerin önem derecelerini dikkate almaktadır. Önem dereceleri (kriter ağırlığı) sayesinde birey iradesi büyük ölçüde yönteme dahil edilmiş olacaktır. Önem derecelerini sabitlemek zor olduğu için yöntem uygulayıcılar genellikle kriter ağırlıklandırmada tereddüt etmektedir. Bir ÇKKV yöntemi, çeşitli önem derecelerinde farklılaşan sonuçları sunan bir araç geliştirmelidir.

PROMETHEE yöntemi, sıralanan gereklilikleri sağlayan bir yöntemdir. PROMETHEE ile, seçilen kriterler açısından alternatiflerin sıralanması amaçlanmaktadır. PROMETHEE yönteminin yedi temel aşaması aşağıdaki gibi özetlenebilir (Ayçin, 2019: 56):

1. Aşama: Alternatifler, Kriterler ve Kriterler Ağırlıklarının Belirlenmesi
2. Aşama: Kriterler İçin Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi
3. Aşama: Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi
4. Aşama: Tercih Endekslerinin Belirlenmesi
5. Aşama: Pozitif ve Negatif Üstünlüklerin Hesaplanması
6. Aşama: PROMETHEE I ile Kısmi Önceliklerin Hesaplanması
7. Aşama: PROMETHEE II ile Net Önceliklerin Hesaplanması ve Tam Sıralama

PROMETHEE yönteminin modelleme bilgisi aşağıda yer almaktadır (Brans ve Marechal, 2005:168; Ayçin,2009:57):

1. Aşama: Alternatifler, Kriterler ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Yöntemin ilk aşamasında alternatifler ve kriterler karar verici tarafından tespit edilir. Sonrasında kriterlerin önem düzeylerini belirten ağırlıklar belirlenir. Bu işlemler sonucunda ağırlık verileri de eklenerek Tablo 4 oluşturulur.

Tablo 4: PROMETHEE Veri Matrisi

		Değerlendirme Kriteri			
		g_1	g_2		g_k
Alternatifler	a	g_1a	g_2a		g_ka
	a_1	g_1a_1	g_2a_1		g_ka_1
	a_2	g_1a_2	g_2a_2		g_ka_2
	…				
Ağırlıklar	w_i	w_1	w_2		w_k

Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

Tablo 4'de (g_1, g_2, …, g_k) k adet kriter ölçütünü, (a, a_1,a_2, …) alternatifleri ve son olarak w_i değeri (w_1,w_2, …, w_k) kriter ağırlıklarını, ifade etmektedir.

Kriterlere ilişkin ağırlık değerlerinin (w_i) toplamları $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ olmalıdır. Ağırlıklar belirlenirlen kriterlerin ölçü birimlerinden bağımsız şekilde, önemi yüksek görülen kritere yüksek ağırlık verilir. Önem dereceleri subjektif değerlendirmelerle verilebilir ya da Entropi, AHP, Swara vb. yöntemler kullanılabilir.

2. Aşama: Kriterler İçin Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi

Tercih fonksiyonları değerlendirme kriterlerinin birbiri arasındaki ilişkiyi göstermek ve kriterlerin yapısını belirtmek için kullanılır. Bu fonksiyonlar sayesinde alternatifler ikili olarak karşılaştırılır ve en iyi alternatife ait tercih düzeyi belirlenir. Tercih fonksiyonu değeri 0 ile 1 arasında bir değerdir. Kriterlere göre değerlendirme yapılıren iki alternatif arasındaki fark belirlenir.

PROMETHEE yöntemi ikili kıyaslamalara dayanarak tercih yapısı oluştururu. Değerleme kriterlerine ya da alternatiflere mutlak bağlılıkla bir değerleme yapmaz. İkili karşılaştırma sayesinde alternatifler arasındaki farkı belirler. Fark büyük ise tercih değeri de büyük olur, fark azaldıkça tercih değeri azalır.

Yöntemde altı adet tercih fonksiyonu belirlenmiştir;

Birinci Tip Tercih Fonksiyonu (Olağan): Karar vericinin kriter açısından bir tercihi söz konusu olmadığı durumlarda, Birinci Tip (olağan) tercih fonksiyonu kullanılır.

İkinci Tip Tercih Fonksiyonu (U Tipi): Karar verici kriterin kendi belirlediği bir değerin üstünde olmasını istiyorsa, İkinci Tip (U tipi) tercih fonksiyonu seçilmelidir.

Üçüncü Tip Tercih Fonksiyonu (V Tipi): Karar verici kriterin ortalamanın üstünde olmasını isterken, ortalama altındaki değerleri de dikkate almak istiyorsa, Üçüncü Tip (V tipi) tercih fonksiyonu seçilmelidir.

Dördüncü Tip Tercih Fonksiyonu (Seviyeli): Karar verici kriter için belirli bir değer aralığı belirliyorsa, Dördüncü Tip (seviyeli) tercih fonksiyonu seçilmelidir.

Beşinci Tip Tercih Fonksiyonu (Doğrusal*):* Karar verici kriterin ortalama üstünde bir değerde olmasını istiyorda, Beşinci Tip (doğrusal) tercih fonksiyonu seçilmelidir.

Altıncı Tip tercih Fonksiyonu (Gaussian): Karar verici kriterin ortalamadan sapma değerlerini dikkate alıyorsa, Altıncı Tip (Gaussian) tercih fonksiyonu seçilmelidir. Bu fonksiyonlar Tablo 5'te özetlenmektedir.

Tercih fonksiyonlarına dair değişkenlere aşağıda verilmiştir:

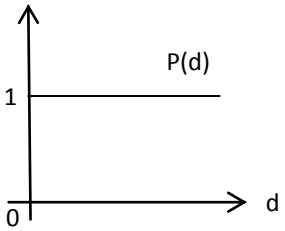
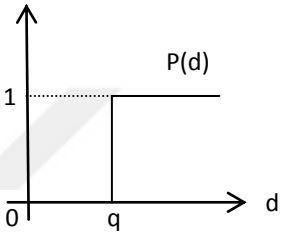
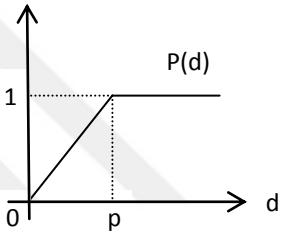
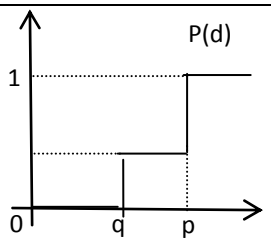
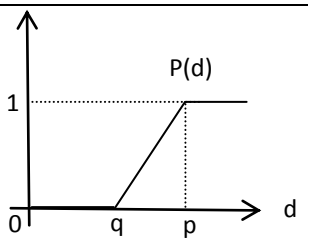
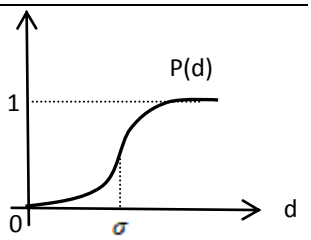
"*p*": Kesin bir tercih oluşturabilmek için alteratifler için belirlenen en küçük fark değeridir.

"*q*": Önemsiz görülebilecek değerlendirme kriterlerinin en büyük fark (farksızlık) değeridir.

"*d*": Kriter için, iki alternatifin aldığı değerler arasındaki farktır.

Tercih fonksiyonu, her bir kriterin özelliğine göre karar verici tarafından seçilir. Örneğin, karar vericinin bir kriter için beşinci tip tercih foksiyonu seçmesi durumunda, "*p*" ve "*q*" değerlerini kendisi belirlemelidir. Her bir kriter için ilgili değişkenler karar verici tarafından belirlenir.

Tablo 5: PROMETHEE Tercih Fonksiyonları

Fonksiyon Tipi	Fonksiyon	Parametre Grafiği	Tercih Fonksiyonu
Birinci Tip	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$	-	
İkinci Tip (U Tipi)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & d > q \end{cases}$	q	
Üçüncü Tip (V Tipi)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & 0 < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$	p	
Dördüncü Tip (Kademeli)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$	p, q	
Beşinci Tip (Doğrusal)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq \\ \frac{(d-q)}{(p-q)}, & q < \\ 1, & d > \end{cases}$	p,q	
Altıncı Tip (Gaussian)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \\ 1 - e^{\left(\frac{-d^2}{2\sigma^2}\right)}, & d \end{cases}$	(	

Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

3. Aşama: Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi

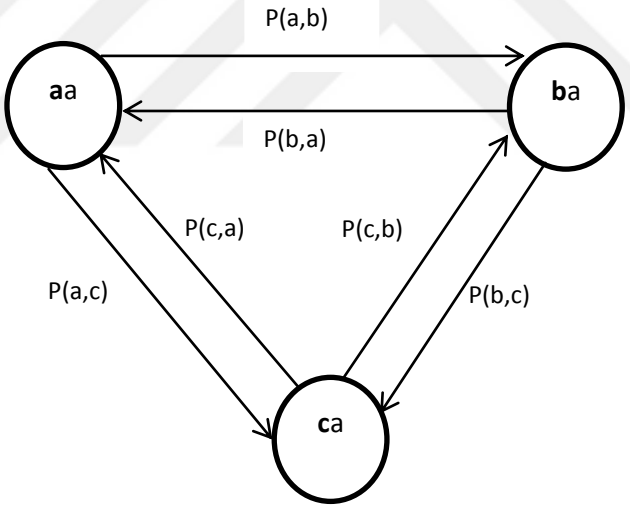
Her kriter için alternatiflerin ikili olarak karşılaştırılması işlemi sonunda ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Kriterlerin maksimizasyon ya da minimizasyon yönlü oluşu seçilmelidir. *a* ve *b* iki farklı alternatifi ifade edecek şekilde, ortak tercih fonksiyonu Eşitlik 4 ve Eşitlik 5 ile oluşturulur.

$$P_j(a,b) = F_j[d_j(a,b)] \forall a,b \in A \quad \text{(Eşitlik 4)}$$

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \quad \text{(Eşitlik 5)}$$

$g_j(a)$, *a* alternatifinin j kriteri için aldığı değeri; $d_j(a)$ ise, *a* ve *b* alternatiflerinin *j*. kriter için aldığı değerler arasındaki farkı ifade eder. Ortak tercih fonksiyonlarının grafik gösterimi Şekil 4'te yer almaktadır.

Şekil 4: Ortak Tercih Fonksiyonları



Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

4. Aşama: Tercih Endekslerinin Belirlenmesi

Her alternatifi ikilisi için tercih endeksi belirlenmelidir. Tercih endeksini belirlerken Eşitlik 6 ve Eşitlik 7'den faydalanılır.

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^{k} P_i(a,b) \cdot w_i \quad \text{(Eşitlik 6)}$$

$$\pi(b,a) = \sum_{i=1}^{k} P_i(b,a) \cdot w_i \quad \text{(Eşitlik 7)}$$

Eşitlik 6 ve Eşitlik 7'de yer alan;

w_i: Kriterlerin önem ağırlığını (i=1,2,…,*k*)

k: Kriter sayısını

$\pi(a, b)$: Tüm kriterler için *a* alternatifinin, *b* alternatifine tercih edilme derecesini

$\pi(b, a)$: Tüm kriterler için *b* alternatifinin, *a* alternatifine tercih edilme derecesini göstermektedir.

$\pi(a, b)$değerinin sıfıra yaklaşması, *a* alternatifinin *b*'ye göre zayıf tercihini ifade etmekteyken; bu değerin 1'e yaklaşması a alternatifinin *b*'ye göre güçlü tercihini gösterir. Tercih endekslerinin bazı özellikleri Eşitlik 8 ile Eşitlik 11 arasındaki eşitliklerde verilmektedir.

$$\pi(a,a) = 0 \quad \text{(Eşitlik 8)}$$

$$0 \leq \pi(a,b) \leq 1 \quad \text{(Eşitlik 9)}$$

$$0 \leq \pi(b,a) \leq 1 \quad \text{(Eşitlik 10)}$$

$$0 \leq \pi(a,b) + \pi(b,a) \leq 1 \quad \text{(Eşitlik 11)}$$

5. Aşama: Pozitif ve Negatif Üstünlüklerin Hesaplanması

Alternatiflerin sıralanması için, her alternatife ait pozitif ve negatif üstünlükler hesaplanmalıdır. Pozitif üstünlük ϕ^+ ve negatif üstünlük ϕ^- değerlerini hesaplarken için Eşitlik 12 ve Eşitlik 13'ten faydalanılır.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a,x) \quad \text{(Eşitlik 12)}$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x,a) \quad \text{(Eşitlik 13)}$$

Eşitlik 12 ve Eşitlik 13'te yer alan;

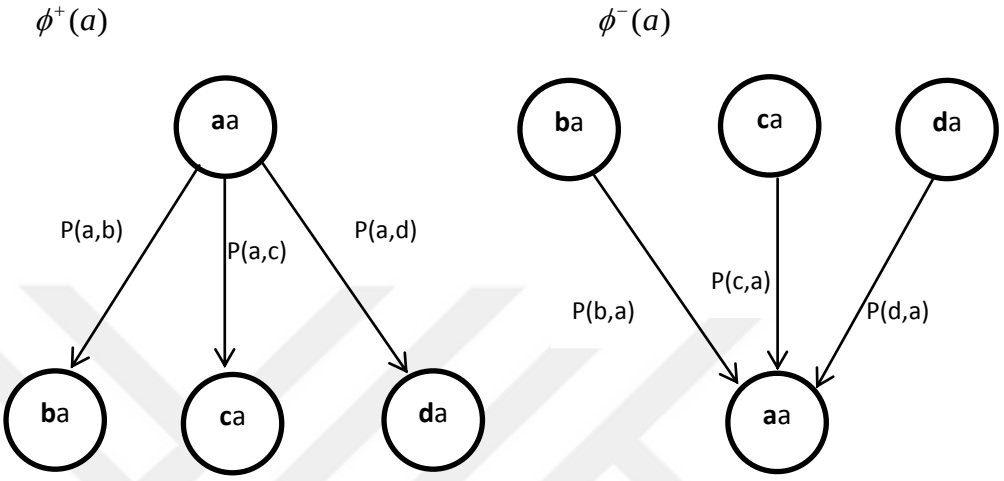
A: Alternatifleri kümesini

n: Alternatif sayısını

x: *a* dışındaki her bir alternatifi ifade eder.

Alternatiflerinden "*a*" için pozitif ve negatif üstünlüklerin grafiksel gösterimi ise Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5: Pozitif ve Negatif Üstünlükler



Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

Pozitif üstünlük $\phi^+(a)$, a alternatifinin, diğer alternatiflere karşı üstün yönlerini ifade eder. Bir alternatifin pozitif üstünlük değerinin yüksek oluşu, diğer alternatiflere göre daha iyi bir seçenek olduğunu gösterir.

Negatif üstünlük $\phi^-(a)$, a alternatifinin, diğer alternatiflere karşı zayıf yönlerini ifade eder. Bir alternatifin negatif üstünlük değerinin düşük oluşu, diğer alternatiflere göre daha iyi seçenek olduğunu gösterir.

6. Aşama: PROMETHEE I ile Kısmi Önceliklerin Hesaplanması

Pozitif üstünlük ve negatif üstünlük değerleri ikili olarak karşılaştırılır ve alternariflerin kısmi sıralaması belirlenir. Bu aşamada üç durumla karşılaşılabilir. Bu durumlar;

Alternatiflerinin birbirine üstünlüğü (Üstünlük)

Alternatiflerinin birbirinden farksızlığı (Eşitlik)

Alternatiflerin birbiriyle karşılaştırılamamasıdır (Kıyaslanamama)

Bu durum, *a* ve *b* alternatifleri için Tablo 6'daki gibi özetlenebilir:

Tablo 6: PROMETHEE I ile Kısmi Öncelikler ve Durumlar

Koşul	Durumlar
$\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) < \phi^-(b)$ $\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) = \phi^-(b)$ $\phi^-(a) < \phi^-(b)$ ve $\phi^+(a) = \phi^+(b)$	Eğer yandaki şartlardan herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi b alternatifine göre üstündür.
$\phi^+(a) = \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) = \phi^-(b)$	Eğer yandaki şart sağlanıyorsa a alternatifi ile b alternatifi birbirinden farksızdır.
$\phi^+(a) > \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) > \phi^-(b)$ $\phi^+(a) < \phi^+(b)$ ve $\phi^-(a) < \phi^-(b)$	Eğer yandaki şartlardan herhangi biri sağlanıyorsa, a alternatifi ile b alternatifi kıyaslanamaz.

Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

7. Aşama: PROMETHEE II ile Net Önceliklerin Hesaplanması ve Tam Sıralama

Kısmi sıralamanın yetersiz kalması durumu sebebiyle son aşama olan PROMETHEE II geliştirilmiştir. Tüm alternatifler için net öncelik değerleri hesaplanmaktadır. Bu değer, her alternatifin pozitif üstünlük değeri ve negatif üstünlük değeri farkıdır. Bu sayede değerlendirme yapılıp net sıralama gerçekleştirilmiş olur. Net öncelik değerini hesaplayabilmek için Eşitlik 14'ten faydalanılır:

$$\phi^{net}(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \qquad \text{(Eşitlik 14)}$$

Net öncelik değerinin özellikleri ise Eşitlik 15 ve Eşitlik 16'da gösterilmiştir.

$$0 \le \phi^{net}(a) \le 1 \qquad \text{(Eşitlik 15)}$$

$$\sum_{x \in A} \phi^{net}(a) = 0 \qquad \text{(Eşitlik 16)}$$

a ve b alternatifleri için tam sıralama yaparken karşılaşılabilecek muhtemel durumlar Tablo 7'de verilmiştir:

Tablo 7: PROMETHEE II ile Tam Sıralama

Koşul	Durum
$\phi^{net}(a) > \phi^{net}(b)$	Eğer yandaki şart sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifinden üstündür.
$\phi^{net}(a) = \phi^{net}(b)$	Eğer yandaki şart sağlanıyorsa a alternatifi ile b alternatifi birbirinden farksızdır.

Kaynak: Brans ve Marechal, 2005:168.

PROMETHEE II yönteminin aşama aşama uygulanması ile net öncelik değerleri hesaplanır ve alternatifler arasında tam bir sıralama yapılır. Bu sayede, alternatiflerin birbirinden farksız olarak değerlendirildiği durumlar nispi olarak azaltılmaktadır.

Yapılan literatür taraması ve yöntem incelendiğinde, bu çalışmanın araştırma sorularının ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE ile çözümlenebilir olduğu görülmektedir. Üçüncü bölümde Araştırma Yöntemi başlığı altında, PROMETHEE yönteminin bu çalışma için hangi yönlerden avantaj sağladığı detaylı şekilde ele alınmaktadır. Çalışmanın analiz kısmını içeren uygulama, bir sonraki bölüm olan üçüncü bölümde yer almaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KÜRESEL BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Çağdaş pazar yapılarında rekabet gücünün en önemli belirleyicilerinin başında tedarik zincirlerinin nasıl yönetildiği ve bunun sonucunda ortaya çıkan tedarik zinciri performansı gelmektedir. Bu bağlamda tedarik zincirleri kapsamında alınan kararlar, bu zincirlere katılan işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tür kararlar genel olarak hem birden fazla amacı eşzamanlı olarak sağlamaya çalışan hem de bunu yaparken çok sayıda değişkenin hesaba katılmasını gerektiren yapıdadır. Bu bağlamda karar vericilere yol gösterecek matematiksel yöntemlerin bu kararlarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde küresel bir üretim işletmesinin tedarik zinciri kararlarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı ele alınmaktadır.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Tedarik zinciri planlaması, işletmeler için son derece önemlidir ve işletmenin genel verimliliği, karlılığı ve sürdürülebilirliği üzerinde büyük bir etkisi vardır. Doğru bir tedarik zinciri planlaması ile işletmeler verimliliklerini arttırabilir, maliyet kontrolü yapabilir, müşteri memnuniyetini maksimize eder ve rakipleri üzerinde rekabet avantajı sağlar.

Araştırmanın temel amacı, küresel bir üretim işletmesinin tedarik zinciri planlamasında, karar problemlerinin çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak çözülmesi ve etkin tedarik zincirinin bu yöntemle oluşturulmasıdır. Çalışmanın çerçevesi, malzeme akış süreçlerini kapsayacak şekilde hammadde tedariği ve nihai ürün dağıtımı problemlerin çözülmesi üzerine oluşturulmuştur.

Tedarik zinciri planlaması, bir işletmenin etkinliğini ve verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için yapılan stratejik bir faaliyettir. Bu, tüm tedarik zinciri boyunca maliyetleri kontrol etmek ve israfı en aza indirmek anlamına gelmektedir. Araştırmanın amacına hizmet edebilmesi için, tedarik zinciri planlaması süreçlerinin (hammadde alımı, üretim, stok yönetimi, son müşteriye teslimat gibi…) kapsamlı

şekilde yer aldığı bir üretim işletmesi seçilmiştir. Bu sayede, maliyetlerin ve süreçlerin etkin şekilde planlandığı, *"minimum maliyet maksimum fayda"*amacını sağlayan bir araştırma hedeflenmiştir.

Tedarik zinciri planlamasının hedeflerinden biri, müşteri hizmetlerini iyileştirmeye yardımcı olmaktır. Ürünlerin zamanında ve etkin bir şekilde teslim edilmesi, müşteri memnuniyetini ve sadakatini artıracaktır. Rekabetin yoğun olduğu küresel pazarlarda, tedarik zinciri planlamasını daha doğru yapan işletmeler bir adım öne geçecek, pazardaki konumunu güçlendirecektir. Bu sebeple araştırma küresel piyasada rekabet eden bir üretim işletmesinde uygulanmıştır. Ayrıca küresel boyutta faaliyet gösteren işletmelerin yüklendikleri riskler, yerel boyutta faaliyet gösteren işletmelere göre hem daha büyük hem daha çeşitlidir. Bu sebeple, tedarik zinciri planlamasının küresel bir işletmede uygulanması, araştırmayı amacına ulaştırmada daha etkili olacaktır.

3.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Bu başlıkta, araştırmanın uygulama kısmının gerçekleştirildiği işletme hakkında genel bilgiler verilmekte ve araştırma problemi belirtilmektedir. Ticari bilgilerin gizliliği gerekçesi ile işletmenin ismi gizli tutulmakta olup, aynı gerekçe ile araştırmayı ilgilendiren temel bilgiler ve uygulama için gerekli veriler kısıtlıdır.

3.2.1. İşletme ve Sektör Hakkında Genel Bilgiler

Araştırma, kimya sektöründe faaliyet gösteren ve ilaç endüstrisinde küresel ölçekte üretim, dağıtım ve satış ağlarına sahip bir işletmede uygulanmaktadır. Sektörde önde gelen bu firmanın son 3 yıllık satış cirosu ortalaması 48 milyar euro olup, dünyada 80'i aşkın ülkede üretim/satış faaliyeti göstermekte, bünyesinde 100 bini aşkın çalışan bulundurmaktadır.

Sektörde önde gelen bir firma olarak, rakiplerinin üretim/satışını gerçekleştirdiği her ürünün ikame ürününü bünyesinde bulundurmakta, dolayısıyla devamlı iyileştirmeler yaparak rekabet yeteneğini güçlü kılma hedefindedir. Üretim işletmesi niteliği sebebiyle maliyetletini minimize edebilmek rekabet gücünü

korumak açısından son derece önemlidir. İşletme tedarik zinciri planlamasını etkin kılmak yani maliyet avantajı sağlayabilmek için her türlü çabayı gösterme eğilimindedir. Bu araştırma, işletmenin tedarik zinciri planlama çabalarına bir alternatif çözüm niteliğindedir.

İlaç endüstrisi "beşeri ve veteriner hekimlikte tedavi edici, koruyucu, besleyici ve tanı aracı olarak kullanılan, kimyasal, bitkisel, hayvansal ve biyolojik maddeleri, farmasötik teknolojiye uygun olarak ve bilimsel standartlara göre, belirli dozlarda basit veya bileşik olarak farmasötik şekil haline getiren ve seri halde üreterek, tıp ve tedavinin hizmetine sunan sanayi dalı" olarak tanımlanmaktadır (Abacıoğlu, 2010: 47). Sektörde tedarik zincirindeki aktörler sırasıyla "hammadde tedarikçileri, ilaç üreticileri, ana dağıtıcı, bayi depoları, kamu veya özel eczaneler ve son olarak hastalardır" (Tengilimoğulu ve Yiğit, 2013: 29).

Tablo 8: Dünya İlaç Pazarı (2022)

Sıralama	Ülke	Sıralama	Ülke
1	ABD	12	Rusya
2	Çin	13	Güney Kore
3	Japonya	14	Avustralya
4	Almanya	15	Arjantin
5	Fransa	16	Meksika
6	Brezilya	17	Suudi Arabistan
7	İtalya	18	Polonya
8	İngiltere	19	Belçika
9	Kanada	20	Endonezya
10	İspanya	21	Türkiye
11	Hindistan		

Kaynak: İEİS, Dünya ve Türkiye İlaç Pazarı Raporu, 2023.

IEIS (2023)'e göre, dünya ilaç pazarı 2022 yılında 1,5 trilyon dolara ulaşmıştır. Tablo 8'de görüldüğü üzere ABD, Çin, Japonya, Almanya gibi ülkeler listede üst sıralarda yer almaktadır. Türkiye, dünyada 21. sırada yer almaktadır. Türkiye ilaç pazarı 2022'de 109,8 milyar TL'ye ulaşmıştır.

Tablo 9: Dünya'da İlaç İthalat ve İhracat Rakamları (2021)

İHRACAT			%	İTHALAT			%
1	Almanya	119.348.238 $	13,4	**1**	ABD	169.163.943 $	18
2	İsviçre	110.214.475 $	12,4	**2**	Belçika	85.090.664 $	9,1
3	Belçika	101.757.013 $	11,4	**3**	Almanya	82.230.156 $	8,8
4	İrlanda	85.570.141 $	9,5	**4**	Çin	45.185.329 $	4,8
5	ABD	82.947.352 $	9,3	**5**	İsviçre	43.662.258 $	4,7
6	Çin	51.885.618 $	5,8	**6**	Japonya	39.610.182 $	4,2
7	Fransa	40.582.483 $	4,6	**7**	Fransa	37.789.020 $	4,0
8	İtalya	38.714.429 $	4,3	**8**	İtalya	35.283.245 $	3,8
9	Hollanda	34.165.476 $	3,8	**9**	İngiltere	27.819.261 $	3,0
10	İngiltere	27.794.029 $	3,1	**10**	İspanya	27.413.375 $	2,9
11	Hindistan	22.079.326 $	2,5	**11**	Hollanda	23.897.580 $	2,5
12	Danimarka	21.612.163 $	2,4	**12**	Kanada	20.502.943 $	2,2
13	İspanya	21.201.497 $	2,4	**13**	Rusya	15.167.832 $	1,6
14	Avusturya	14.484.384 $	1,6	**14**	İrlanda	13.450.263 $	1,4
15	Singapur	11.902.685 $	1,3	**15**	Avusturya	13.092.392 $	1,4
16	İsveç	11.585.385 $	1,3	**16**	Brezilya	12.951.931 $	1,4
17	Slovenya	9.851.895 $	1,1	**17**	G. Kore	11.500.343 $	1,2
18	Kanada	9.690.902 $	1,1	**18**	Avustralya	11.016.734 $	1,2
19	Japonya	9.177.663 $	1,0	**19**	Polonya	8.653.154 $	0,9
20	G. Kore	8.882.002 $	1,0	**20**	Türkiye	7.456.590 $	0,8
30	Türkiye	1.893.336 $	0,2	**21**	Çek Cumh.	7.340.960 $	0,8
	DÜNYA	**890.493.817 $**	**100**		**DÜNYA**	**938.942.738 $**	**100**

Kaynak: AIFD, Rakamlarla İlaç Sektörü Raporu, 2023.

Tablo 9'da 2021 yılına ait ilaç ihracat ve ithalat rakamları ile yüzde oranları verilmektedir. AIFD (2023)'e göre, küresel ilaç ticaretindeki ihracat ve ithalatta ilk 10 ülke ele alındığında, en büyük ihracatçı (ilaç geliştiren ve üreten) ülkelerin aynı zamanda en büyük ithalatçı ülkeler olduğu görülmektedir. Bu durum ilaç sektörünün üretim zincirinin çoklu yapısı ve dünyada önde gelen ihracatçı ülkeler de dahil olmak üzere hiçbir ülkenin kendi başına %100 yeterli olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Ayrıca sektöre yönelik araştırmalar, çoğu ilacın veya hammaddesinin ithal edildiği, bu durumun makro açıdan maliyetleri arttırdığını göstermektedir (Acar ve Bozaykut Bük, 2017: 19).

İlaç sektörüne yönelik veriler, maliyetlerin yüksek oluşuna dikkat çekmektedir. Bu sebeple sektörde maliyetleri düşürmeye yönelik yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Tedarik zinciri planlama süreçlerinin etkinliğine yönelik gelişmeler maliyetleri azaltma yönünde önemlidir. Bu nedenle bu çalışmanın, işletmelerin doğru

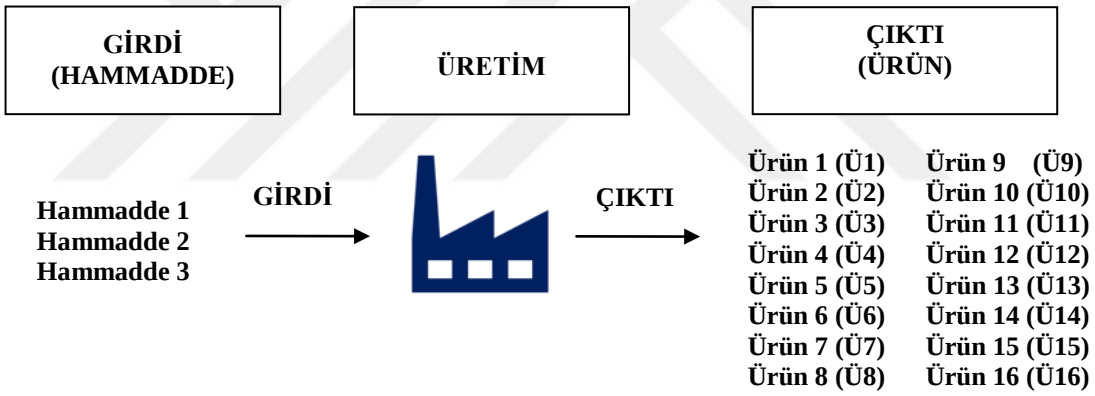
kararlar alarak rekabet güçlerini koruyabilmeleri amacına da yol gösterici olması beklenmektedir.

3.2.2. Araştırma Problemi

Araştırma probleminin doğru belirlenmesi, bilimsel bir çalışmanın temel taşı olarak görülmektedir. Araştırma probleminin doğru belirlenmesi, çalışmanın amacını gerçekleştirme ve odak noktasını netleştirmede fayda sağlayacaktır. Araştırma sorusu doğru belirlenmişse, elde edilen sonuçlar daha anlamlı ve değerli olma eğilimindedir.

Şekil 6, işletmenin tek bir ürün için hammadde kaynağından başlayarak sipariş lokasyonuna ulaştırmasını gösteren dönüşüm sürecini göstermektedir.

Şekil 6: Hammadde- Ürün Dönüşüm Süreci

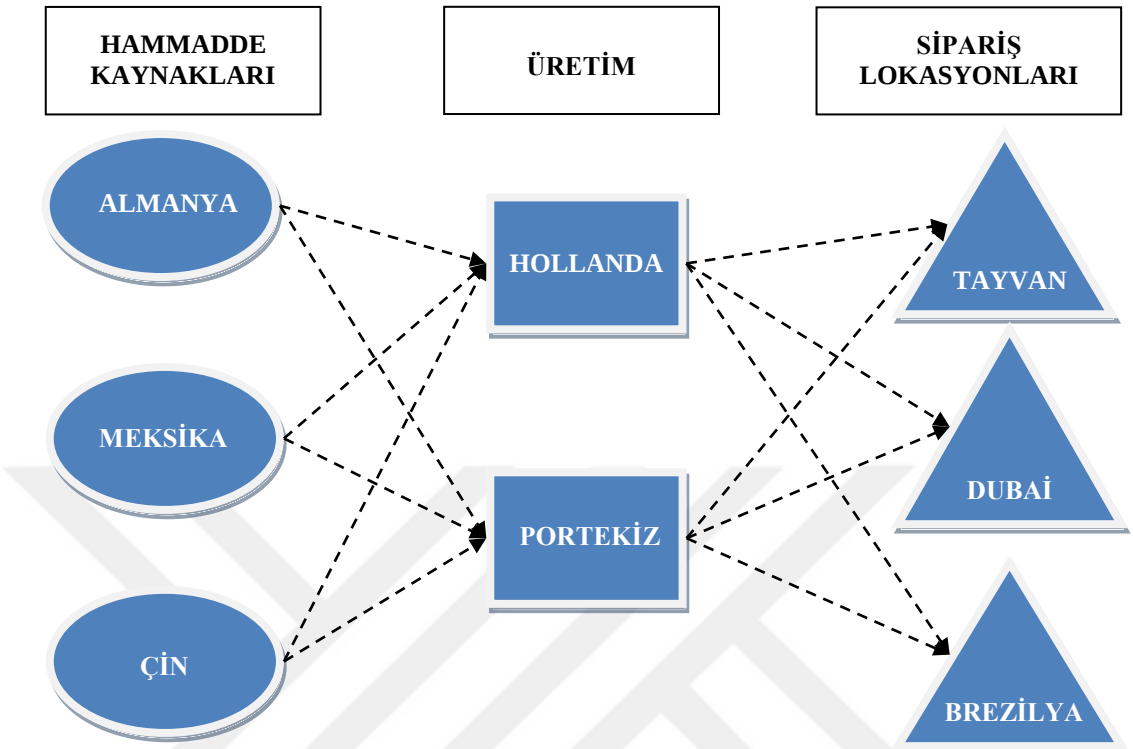


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Araştırmaya dahil edilen tek bir ürün vardır. Bu ürünün üretilmesi için üç farklı hammadde (Hammadde 1, Hammadde 2, Hammadde 3) bulunmaktadır. Üretim yapılacak olan fabrikaya hammadde kaynaklarından üç tip hammadde sağlanacaktır. Araştırma konusu olan ürün, 16 farklı varyasyon ile üretilmektedir. Bunlar Ürün 1(Ü1), Ürün 2(Ü2), … , Ürün 16 (Ü16) şeklinde kodlanarak 16 farklı çıktı şeklini almaktadır. Her ürün varyasyonu, her sipariş lokasyonuna gönderilebilmektedir.

Araştırmaya yönelik temel problem ise Şekil 7'de gösterilmektedir. Buna göre, analizin gerçekleştirileceği üretim işletmesinin tedarik zinciri planlaması kapsamında üç temel süreci bulunmaktadır.

Şekil 7: Araştırma Problemi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bunlardan ilki hammadde kaynaklarıdır. İşletmenin üç farklı hammadde kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynaklar Almanya, Meksika ve Çin olmak üzere üç farklı ülkede konumlanmaktadır. İşletme, üretim yapacağı araştırma ürünü için bu üç ülkenin birinden hammadde sağlamalıdır. Üretimde gerekli olan üç çeşit hammaddenin her birini, üç tedarik kaynağı da sağlayabilmektedir.

İkinci aşama üretim sürecidir. İşletme araştırma ürününü üretmek için Hollanda veya Portekiz'deki fabrikalarından birini seçmelidir.

Üçüncü aşama ise üretilen ürünlerin "*hub*" adı verilen sipariş lokasyonlarına gönderilmesidir. Ürünler, bu sipariş lokasyonlarında stok halinde beklemekte, sipariş verilmesi üzerine bu lokasyonlardan dağıtım kanalı vasıtasıyla nihai müşterilere iletilmektedir. İşletmenin sipariş lokasyonları Tayvan'da Taipei şehrinde, Birleşik Arap Emirlikleri'de Dubai şehrinde ve Brezilya'nın Sao Paola şehrindedir. Çalışmanın devamında anlatım ve söylem kolaylığı olması açısından bu üç lokasyon Tayvan ve Brezilya lokasyonları için ülke adıyla, Birleşik Arap Emirlikleri lokasyonu için Dubai adıyla anılacaktır.

Araştırma problemi, bahsedilen üç temel süreç arasındaki iki temel karar problemi üzerine odaklanmaktadır:

Araştırma Problemi 1 (Hammadde Tedariği Problemi): Üretimin gerçekleştiği iki farklı üretim noktasına hangi hammadde kaynağından hammadde sağlanmalıdır?

Araştırma Problemi 2(Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi): Üç farklı sipariş lokasyonuna hangi üretim noktasından ürün gönderilmelidir?

Araştırma problemleri, üç farklı hammadde noktası, iki farklı üretim noktası ve üç farklı sipariş lokasyonu alternatifleriyle çeşitlenmektedir. Buna göre hem hammaddeler hem ürün varyasyonları hem de sipariş lokasyonları dikkate alınarak aşağıdaki Araştırma Sorusu (AS)tipleri belirlenmiştir:

Hammadde Tedariği Problemi için araştırma soruları aşağıda sıralanmaktadır:

AS1: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 1'i hangi kaynaktan almalıdır?
AS2: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 2'yi hangi kaynaktan almalıdır?
AS3: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 3'ü hangi kaynaktan almalıdır?
AS4: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 1'i hangi kaynaktan almalıdır?
AS5: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 2'yi hangi kaynaktan almalıdır?
AS6: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 3'ü hangi kaynaktan almalıdır?

Üretim için gerekli olan üç hammadde, üretimin gerçekleştiği iki noktaya da (Hollanda ve Portekiz) ulaştırılmalıdır. Bu sebeple her bir üretim noktasında, her bir hammadde için etkin çözüme ihtiyaç duyulmaktadır.

Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi için araştırma soruları aşağıda belirtilmektedir:

AS7: Tayvan'a hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?
AS8: Dubai'ye hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?
AS9: Brezilya'ya hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

Tek bir ürün, 16 farklı varyasyonla üretildikten sonra sipariş lokasyonlarına gönderilmektedir. Bir sipariş lokasyonunda 16 ürün varyasyonunun hepsinin birden bulunması zorunluluğu yoktur. Ürünler birbirinin ikamesi pozisyonunda olup, bazı

maliyet kalemlerinde farklılık göstermektedir. Bu nedenle sipariş lokasyonlarına hangi ülkeden hangi ürünlerin gönderilmesi gerektiği konusundaki etkin çözüm aranmaktadır.

Belirtilen araştırma soruları, tedarik zinciri planlamasına yönelik karar problemleridir. Hangi üretim lokasyonuna hangi hammadde kaynağından hammadde gönderileceği kararı, eldeki bilgiler kapsamında etkin şekilde yürütülmesi gereken bir süreçtir. Benzer şekilde, sipariş lokasyonlarına hangi üretim lokasyonundan ürün gönderileceği de bir karar problemidir. Dolayısıyla bu karar problemlerinde sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan Çok Kriterli Karar Verme yaklaşımı çözüm aracı olarak kullanılmaktadır.

3.3. UYGULAMA

İşletmenin ulaşılabilir tüm verileri ile bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırma yöntemi, yöntemde kullanılan kriterler ve araştırmanın kısıtlarına bu bölümde değinilmektedir.

3.3.1. Araştırma Yöntemi

Karar verme süreci doğası gereği birden fazla alternatifi ve birden fazla kriteri içermektedir. Bu sebeple, *yüksek yönetim becerisi* gerektiren işletmelerin karar problemlerine çözüm getirebilmek için, sosyal bilimler alanında Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin hem önemine hem de tedarik zinciri yönetiminde kullanım alanlarına, çalışmanın ikinci bölümünde detaylı şekilde yer verilmiştir. Belirlenen araştırma problemleri, birden fazla alternatif arasından bir seçim yapılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla çok kriterli karar verme yöntemleri, belirlenen araştırma problemleri için uygun görülmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen literatür taraması, bu yöntemlerin tedarik zinciri yönetiminde kullanıldığını ve etkin çözümler sunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, araştırma problemlerinin çözümlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden PROTMETHEE yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Literatürde birden fazla ÇKKV yöntemi bulunmasına rağmen PROMETHEE yönteminin seçilmesinin

nedeni, yöntemin analizi gerçekleştirme ve bulguları yorumlama sürecinde kolay anlaşılır olmasıdır. Bu sayede, yönteme dair tecrübesi bulunmayan ve akademik yaklaşımlara aşina olmayan işletme çalışanları, bu çalışmadan faydalanabilecektir. ÇKKV yöntemlerinin fazla sayıda işletmede uygulanması ile, yönteme dair uygulamalı literatür daha da genişleyecektir. Bu sayede yöntemlerin hem güvenirlik seviyesini yükselecek hem de getirilen eleştiriler ile yöntemlerin gelişmesi hızlanacaktır. Uygulama kolaylığı ve ekonomikliği olan bir yöntem reel sektörde kendine alan edinme imkanı bulacaktır. PROMETHEE yönteminin bir başka avantajı, çok daha az veri ile etkin sonuç sunabilmesidir (Gavade, 2014: 5645). Diğer yöntemlerin etkin bir çözümleme yapabilmesi için çok fazla sayıda veriye ihtiyacı varken, PROMETHEE'nin çalışma prensibi az veri ile etkin sonuç oluşturacak şekilde programlanmıştır. Yöntemin bir diğer avantajı, program arayüzüne entegre olan *walking weights* aracıdır. Bu araç sayesinde, kriter ağırlıkları değiştirilerek sonuçlar karşılaştırılabilmektedir. Bölüm sonunda, bu araç kullanılmış, kriterlerin önem düzeyinin değişmesi (ağırlıkların değiştirilmesi) durumunda tedarik zinciri kararlarının ne yönde değişeceği birer öneri olarak sunulmuştur.

Analiz, karar matrislerinin oluşturulması ile başlamaktadır. Karar matrisinde alternatifler ve kriterler yer almaktadır. Oluşturulan matris, MS Excel'de çözülecebileceği gibi, PROMETHEE yöntemini literatüre kazandıranlar tarafından geliştirilen Visual PROMETHEE[1] paket programı ile de çözülebilmektedir. Araştırmanın kısıtları bölümünde değinildiği üzere, paket programın kriterlerin önem düzeylerini değiştirerek farklılaşan sonucu gösteren bir arayüzü vardır. Bu sebeple analizin gerçekleştirilmesinde paket programdan faydanılmıştır. Programın akademik versiyonuna ücretsiz olarak erişim mümkün olup, uygulama kolaylığı sağlamaktadır. Analizde dikkate alınan kriterlere aşağıda değinilmiştir. Analiz sonuçları ise Bulgular başlığında yer almaktadır.

3.3.2. Araştırma Yöntemine Dair Kriterler

Her karar alma süreci çeşitli kriterler içermektedir. Günlük rutin satın alma ihtiyaçlarımızda bile (örneğin deterjan, kıyafet, bebek bezi, çikolata) fiyat, kalite,

[1]http://en.PROMETHEE-gaia.net/visual-PROMETHEE.html, Erişim tarihi: 25.04.2023

renk, ambalaj gibi çeşitli kriterleri kafamızda değerlendirerek bir karar verme süreci geçiririz. Karar süreçlerinde çeşitli kriterlerin dikkate alınması olağan bir durumdur. İşletmeler ise büyük maliyet kalemlerini maksimum fayda sağlayacak şekilde matematiksel yöntemlerle karar alma hedefindedir. Dolayısıyla her karar verme sürecinde kriterlerin ve kısıtların belirlenmesi gerekmektedir.

Belirlenen araştırma sorularında karar sürecini etkileyen çeşitli kriterler bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, bu kriterleri nicel birer veri olarak değerlendirerek etkin çözüme ulaştırmakta ve kriterlerin önem derecelerini belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Araştırmanın uygulama kısmı için dikkate alınan kriterler iki başlıkta toplanmıştır.

"Hammadde Tedariği Problemi" için analize dahil edilen ulaşılabilir veriler şunlardır:

Satın Alma Maliyeti: Hammadde ve malzeme tedariğinin parasal karşılığını ifade etmektedir. Fiyat önemli bir değişken olmakla beraber, en düşük fiyatlı hammadde her zaman en uygun hammadde olmayabilmektedir. Satın alma sürecinin kalite, miktar, zaman, kaynak güvenilirliği açılarından da uygun olması istenmektedir.

Taşıma Süresi: Hammaddenin kaynak lokasyonundan çıkıp üretim noktasına ulaştığı toplam süreyi (gün cinsinden) ifade eder. Üretim faaliyetlerinin aksamaması için terminler son derece önemlidir. Üretim sürecinin istenmeyen gerekçelerle aksaması, talebin eksik tahminlenmesi gibi öngörülemeyen bazı durumlarda, kısa sürede ulaştırılan hammaddeler kritik önem taşımaktadır.

Taşıma Maliyeti: Taşıma maliyetleri toplam maliyet kalemine etki etmektedir. Bazı ucuz hammaddeye erişim imkanları taşıma maliyetlerinin yüksek oluşu sebebiyle değerlendirilememektedir.

"Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi" için analize dahil edilen ulaşılabilir veriler şu şekildedir:

Satış Fiyatı: Ürünlerin gönderildikleri lokasyondaki satış fiyatını ifade etmektedir. Ürünlerin satış lokasyonuna tedariklerinde taşıma maliyetleri değiştiği için satış fiyatları da değişmektedir.

Üretim Maliyeti: Üretim noktasından sipariş lokasyonuna çıkan ürünün birim başına tüm maliyetleri toplamını ifade etmektedir.

Taşıma Süresi: Ürünün, üretim noktasından satış lokasyonuna ulaştırılma süresini (gün cinsinden) ifade etmektedir.

Taşıma Maliyeti: Üretim noktasından çıkan ürünün ulaştırılacağı ülkenin coğrafik konumu, ulaştırma yolları (deniz, hava, kara) gibi alternatifler ürünün taşıma maliyetini etkilemektedir.

Analize dahil edilen bu kriterler, bir üretim işletmesinde dikkate alınması gereken önemli değişkenlerdir. Sadece minimize edilen maliyet kalemleri değil, maksimize edilen satış fiyatı kriterinin de analize dahil edilmesi, kriter çeşitliliği açısından önemlidir. Satış fiyatı, üreticiden sipariş lokasyonuna dağıtım kararında kullanılan bir kriter olduğu için, yüksek oluşu üretim sürecinin yüksek karlılıkla sonlanması anlamına geldiği için maksimize edilmiştir. Maliyetlerin minimize edildiği varsayım, satış fiyatı yükseldikçe yüksek kar marjı anlamına gelmektedir. Farklı pazarlarda satış fiyatı farklılaşması sadece maliyetle alakalı olmayabilir. Pazardaki yerel rakiplerin stratejileri, tüketici davranışları gibi sebeplerle yüksek fiyatlama (birim başına yüksek karlılık) söz konusu olabilmektedir. Bu sebeple satış fiyatı kriteri maksimize edilecek bir değişken olarak analiz edilmiştir. Diğer maliyet kalemleri minimize edilmiştir. Benzer şekilde taşıma süresi kriteri de hammadde ve/veya ürüne en kısa sürede erişme isteği sebebiyle minimize edilecek şekilde analize eklenmiştir.

3.3.3. Araştırma Kısıtları

Araştırma, hammaddeler ve ürünlerin akışı açısından işletmenin operasyonel hareketleri çerçevesinde oluşturulmuştur. Örneğin, 16 farklı ürün varyasyonunun her ülkede bulunması gerekmemektedir. Dolayısıyla ÇKKV yöntemi uygulanırken oluşturulan matris, bu sürecin olağan akışını gösterecek şekilde oluşturulmuştur. İşletmenin üretim sürecinde bu 16 ürünün hangi faktörler açısından maliyet farklılılığı gösterdiği bilgisine sahip olunması durumunda, sipariş lokasyonların ürün dağıtımında daha detaylı bir analizin gerçekleşmesi mümkün olabilir. Araştırmanın ticari faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmesi, ticari bilgilerin korunmak istenmesi sebebiyle bazı bilgilerin erişiminde kısıtlılık yaratmaktadır. Araştırmanın

işletme bünyesinde operasyonel bir girişim olarak gerçekleştirilmesi durumunda daha fazla bilginin analize dahil edilmesi mümkün olacaktır.

Araştırmada işletmenin karar süreçleri dikkate alınmıştır. Birinci bölümde Tablo 1'de belirtildiği üzere, tedarik zincirinin birçok aşaması vardır. Bu aşamalar talep tahmini, kapasite planlaması, tedarikçi seçimi, satın alma, stok gibi çeşitlendirilmektedir (Stevenson ve diğerleri, 2014: 35). Uygulama yapılan işletme, bu işlevlerin her birini farklı karar süreçleri ile yürütmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan süreç, hammadde tedarikçilerinin seçimi ve üretilen ürünlerin sipariş lokasyonlarına dağıtımını içermektedir. İşletme bu karar sürecinde müşterilerin taleplerini, üretim kapasitelerini dikkate almamaktadır. Dolayısıyla işletmeye uygun bir çözüm sunabilmek adına, analiz kısmında talep ve kapasite gibi değişkenler dikkate alınmamaktadır.

ÇKKV yönteminin avantajlarından biri, karar kriterlerinin önem ağırlıklarını dikkate almasıdır. Ancak işletme, karar kriterlerinin önem derecelerini paylaşmamaktadır. Bu sebeple analizler, karar kriterlerinin eşit ağırlığa sahip olduğu varsayımında gerçekleştirilmiştir. Bu kısıt, PROMETHEE yönteminin bir avantajı sayesinde elimine edilebilmektedir. PROMETHEE analizleri Visual PROMETHEE paket programı ile yapıldığında, arayüzdeki *Walking Weights* aracı sayesinde farklı önem ağırlıklarında değişen analiz sonuçları kolayca görülebilmektedir.

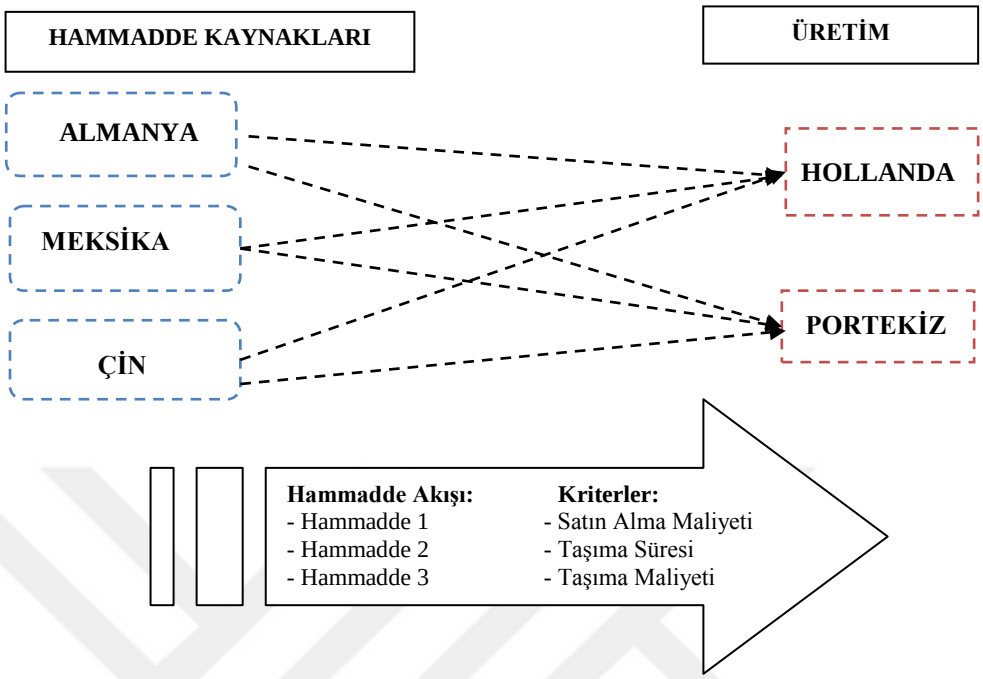
3.4. BULGULAR

Analiz, araştırma problemi genel çerçevesinde belirtildiği üzere iki temel araştırma sorusu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Her iki başlık için araştırma sorularını çözebilmek için matrisler oluşturulmuş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Ulaşılan bulgular aşağıda yer almaktadır.

3.4.1. Hammadde Tedariği Problemine İlişkin Analiz ve Bulgular

Hammadde tedariği problemi Şekil 8'de gösterilmektedir. Buna göre, üç farklı hammaddenin üretim noktaları olan Hollanda ve Portekiz'e tedarik edilmesi gerekmektedir. Bu amacı gerçekleştirirken, üç farklı kriter dikkate alınmalıdır.

Şekil 8: Hammadde Tedariği Problemi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hammadde tedariği amacına ulaşabilmek için 6 araştırma sorusu belirlenmiş ve her biri ayrı analizlerle etkin çözüme ulaştırılmıştır. Her bir araştırma sorusuna ve ulaşılan bulgulara aşağıda ayrı ayrı değinilmektedir.

AS1: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 1'i hangi kaynaktan almalıdır?

Hollanda, üretim gerçekleştirebilmek için Hammadde 1'e ihtiyaç duymaktadır. Bu tedariği gerçekleştirmek için Almanya, Meksika ve Çin olmak üzere alternatif üç hammadde kaynağı vardır. Ele alınan üç kriter kapsamında, çözümlenmesi gereken karar matrisi Tablo 10'daki gibi olacaktır:

Tablo 10: Araştırma Sorusu 1 için Veri Matrisi

	Satın Alma Maliyeti (kg. başına €)	Taşıma Süresi (gün)	Taşıma Maliyeti (kg. başına €)
Almanya	15	2	3
Meksika	13	14	10
Çin	14	26	25

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 10'da işletmenin Hammadde 1'i tedarik etmek için dikkate aldığı kriterlerin değerlerini gösteren gerçek veriler bulunmaktadır. Buna göre Hollanda Hammadde 1'i Almanya, Meksika ve Çin'den sırasıyla 15, 13, 14 birimlik ücretle satın almaktadır. Taşıma süresi sırasıyla 2, 14, 26 gündür. Taşıma maliyeti ise sırasıyla birim başına 3, 10, 25 birim ücretindedir.

Diğer araştırma soruları için veri matrislerine ait gerçek veriler ticari faaliyetin gizliliği gerekçesi ile verilememektedir. Tablo 10'a benzer şekilde diğer araştırma soruları için karar matrisleri ilgili verilerle oluşturulmuştur.

Tablo 10'da verilen karar matrisi, PROMETHEE yöntemi ile Visual PROMETHEE paket programında analiz edilmiştir. Buna göre analiz sonuçları, alternatifleri Tablo 11'deki gibi sıralamaktadır:

Tablo 11: Araştırma Sorusu 1 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Analiz sonuçlarında Net Phi değerleri görülmektedir. Analiz, alternatifleri ikili olarak karşılaştırma prensibiyle çalışmaktadır. Pozitif üstünlüklerin (Phi+) negatif üstünlüklerden (Phi-) fazla oluşu, Net Phi değerini pozitif yapmaktadır ve söz konusu alternatifi *kabul edilebilir bir alternatif* kılmaktadır. Tablo 11'deki sonuçlara göre, Almanya'nın Net Phi değeri ile Meksika'nın Net Phi değeri aynıdır. Bu sonuç, Almanya ve Meksika'nın analiz kapsamındaki kriterler kapsamında birbirlerine

herhangi bir üstünlükleri olmadığını göstermektedir. Ancak Çin'in Net Phi değerinin negatif olduğu görülmektedir. Çin'in, diğer iki ülkeye göre sahip olduğu negatif üstünlükler, sahip olduğu pozitif üstünlüklerden daha fazladır. Bu sebeple, Çin'deki hammadde kaynağı, Hollanda'nın Hammadde 1 tedariğinde etkin bir çözüm değildir. Hollanda, ihtiyaç duyduğu Hammadde 1 tedariğini Almanya veya Meksika'dan sağlamalıdır.

AS2: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 2'yi hangi kaynaktan almalıdır?

Üretim noktalarından olan Hollanda, Hammadde 2'yi Almanya, Meksika ya da Çin'den tedarik edebilmektedir. Her kaynağın üç kriter (satın alma maliyeti, taşıma süresi, taşıma maliyeti) açısından değerlendirilerek etkin çözüme ulaşılması için, PROMETHEE karar matrisi oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Analiz bulguları Tablo 12'de verilmektedir.

Tablo 12: Araştırma Sorusu 2 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 12'de Araştırma Sorusu 2 için gerçekleştirilen analiz sonuçları görülmektedir. Alternatiflerin Net Phi değerlerine göre sıralandığı görülmektedir. Buna göre, Net Phi değeri pozitif olan Almanya ve Meksika'daki hammadde kaynakları, Hammadde 2 için Çin'e göre daha iyi birer seçenektir. Almanya ve Meksika'nın 0,3333 ile aynı Net Phi değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre, üç kriter kapsamında değerlendirilen Almanya ve Meksika'nın birbirlerine göre herhangi bir üstünlüğü veya eksikliği yoktur. Dolayısıyla, Hollanda, üretim faaliyeti için edinmek istediği Hammadde 2'yi Almanya veya Meksika'dan sağlayabilir.

AS3: Üretim noktası Hollanda, Hammadde 3'ü hangi kaynaktan almalıdır?

Hammadde 3, Hollanda'daki üretim noktasına Almanya, Meksika veya Çin'de yer alan kaynakların birinden sağlanabilmektedir. Hangi kaynağın Hollanda için en uygun kaynak olduğunu belirleyebilmek için satın alma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyeti kriterleri dikkate alınarak PROMETHEE ile analiz edilmelidir. Bu sebeple ilgili alternatif ve kriterler ile karar matrisi oluşturulmuş ve analiz çözümlenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 13'te verilmektedir.

Tablo 13: Araştırma Sorusu 3 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 13'te Araştırma Sorusu 3 için gerçekleştirilen analizin sonuçları, Net Phi değerlerine göre sıralanmış şekilde görülmektedir. Buna göre, Net Phi değeri pozitif olan Almanya ve Meksika, Net Phi değeri negatif olan Çin'e göre daha iyi birer alternatiftir. Pozitif Net Phi değerlerini karşılaştırmak için Net Phi değerlerinin büyüklüklerine bakıldığında, her ikisinin de 0,3333 ile aynı olduğu görülmektedir. Bu durum, Hollanda'nın Hammadde 3'ü tedarik etme kararında, dikkate alınan üç kriter kapsamında, Almanya ve Meksika seçeneklerinin farklılık göstermediği şeklinde yorumlanmaktadır. Sonuç olarak Hollanda'nın Hammadde 3 ihtiyacını Almanya'dan veya Meksika'dan sağlaması söz konusu olduğunda, üç kriter kapsamında iki alternatif arasında bir farklılık bulunmamaktadır.

AS4: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 1'i hangi kaynaktan almalıdır?

İşletmenin üretim noktalarından biri olan Portekiz, üretim için Hammadde 1 ihtiyacını karşılamak durumundadır. Hammadde 1 Almanya, Meksika ve Çin olmak üzere üç alternatiften birinden sağlanabilmektedir. Bu durumda, Portekiz bu ihtiyacı hangi ülkeden sağlayacağının kararını vermelidir. Bunu gerçekleştirirken satın alma

maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyeti olarak üç kriteri dikkate alacaktır. Söz konusu verilerle Araştırma Sorusu 4 için karar matrisi oluşturulmuş, PROMETHEE yöntemi ile çözümlenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 14'te gösterilmektedir.

Tablo 14: Araştırma Sorusu 4 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 14'e göre, üç alternatif olan Almanya, Meksika ve Çin, pozitif üstünlükleri ve negatif üstünlükleri dikkate alarak ikili olarak karşılaştırılmış ve analiz sonucundan alternatifler sıralanmıştır. Almanya ve Meksika, aynı Net Phi değeri (0,3333) ile ilk sırayı paylaşmaktayken, Çin ise -0,6667 Net Phi değeri ile sıralamada üçüncüdür. Buna göre, Net Phi değeri negatif olan Çin, Hammadde 1'i satın almak için uygun bir seçenek değildir. Çünkü Net Phi değerinin negatif olması, Çin'in pozitif üstünlüklerinin diğer alternatiflere göre yetersiz kaldığını göstermektedir. Almanya ve Meksika alternatiflerinden birini seçmek gerektiğinde, PROMETHEE yöntemi ile gerçekleştirilen üç kriterli analize göre, iki alternatif arasında bir farklılık yoktur. Sonuç olarak Portekiz, Hammadde 1 ihtiyacını ister Almanya'dan ister Meksika'dan sağlayabilir.

AS5: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 2'yi hangi kaynaktan almalıdır?

Portekiz'de ilgili ürünün üretilebilmesi için Hammadde 2 ihtiyacı bulunmaktadır. Bu hammadde Almanya, Meksika veya Çin'deki hammadde kaynaklarından birinden sağlanabilmektedir. Hangi alternatifin en uygun olduğunun belirlenebilmesi için, kriterler dikkate alınarak PROMETHEE çözümlemesi yapılmalıdır. Kriterler satın alma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyetidir. İlgili verilerle 3x3'lük karar matrisi oluşturulmuş ve Visual PROMETHEE ile Araştırma Sorusu 5 çözümlenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 15'te paylaşılmaktadır.

Tablo 15: Araştırma Sorusu 5 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 15, Hammadde 2'yi hangi üretim kaynağından tedarik etmesi gerektiğine dair alternatifleri sıralamaktadır. Net Phi değerlerine göre yapılan sıralamada, Almanya ve Meksika'nın aynı Net Phi değeri ile ilk sırada olduğunu göstermektedir. Üçüncü sırada olan Çin'in, pozitif üstünlükler (Phi+) değeri 0,1667, negatif üstünlükler değeri 0,8333'tür. Net Phi değerinin -0,6667 olması sebebiyle Çin'deki hammadde kaynağından Hammadde 2'yi tedarik etmek, Portekiz için iyi bir seçenek değildir. Çünkü Net Phi değerleri, Almanya ve Meksika'nın Çin'e göre daha iyi birer seçenek olduğunu göstermektedir. Almanya ve Meksika'dan hangisinin tercih edileceği ise yöneticilerin seçimine bırakılabilir. Çünkü her iki seçeneğin Net Phi değeri büyüklüğü aynıdır (0,3333) ve dikkate alınan üç kriter çerçevesinde Almanya ve Meksika'nın birbirlerine göre bir farklılığı bulunmamaktadır.

AS6: Üretim noktası Portekiz, Hammadde 3'ü hangi kaynaktan almalıdır?

Hammadde 3, Portekiz'deki üretim noktasının üretim yapabilmek için ihtiyaç duyduğu hammaddelerden biridir. Bu hammadde üç farklı hammadde kaynağının birinden tedarik edilebilmektedir. Seçim yapılırken satın alma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyeti olmak üzere üç kriter dikkate alınacaktır. Bu koşullar altında, etkin çözüme ulaşmak için ilgili karar matrisi oluşturulmuş ve PROMETHEE yöntemi ile Araştırma Sorusu 6 çözüme ulaştırılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 16'da görülmektedir.

Tablo 16: Araştırma Sorusu 6 için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Almanya	0,3333	0,6667	0,3333
1	Meksika	0,3333	0,6667	0,3333
3	Çin	-0,6667	0,1667	0,8333

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 16'da yer alan analiz sonuçlarına göre, birinci sırayı 0,3333 pozitif Net Phi değeri ile Almanya ve Meksika paylaşmaktadır. Üçüncü sırada olan Çin alternatifinin Net Phi değeri -0,6667'dir. Net Phi değerinin negatif olması, Çin'in pozitif üstünlüklerinin negatif üstünlüklerinden daha az olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla Almanya ve Meksika ile karşılaştırıldığında Çin tercih edilmemelidir. Almanya ve Meksika'nın Net Phi değerinin aynı büyüklükte oluşu, ikili karşılaştırma sonucunda tercih edilebilirlik düzeylerinin aynı olduğunu göstermektedir. İşletme bu üç kriter çerçevesinde Almanya'dan ya da Meksika'dan Hammadde 3'ü tedarik edebilir.

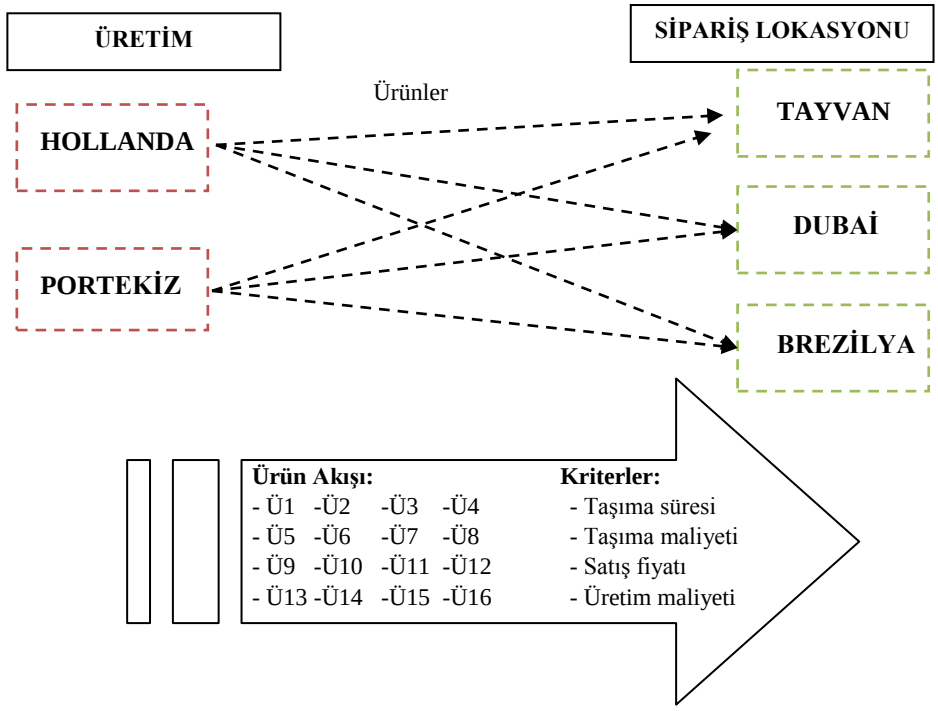
Hammadde tedariği problemine ilişkin ele alınan altı araştırma sorusunun hepsinde benzer sonuca ulaşılmıştır. Bu durum, işletmenin araştırma konusu olan ürüne yönelik hammadde tedariklerinin Almanya veya Meksika'dan yapılması gerektiği şeklinde yorumlanmaktadır. Çin, işletme için hala tedarik kaynaklarından biridir. Diğer hammadde kaynaklarından faydalanılamayan olağandışı durumlarda Çin'in hammadde kaynağı olarak kullanılması uygundur. Ancak Almanya veya Meksika'dan hammadde sağlamak işletme için daha makul ve geçerlidir. Hammadde kaynaklarına yönelik değerlendirmeler *Bulgulara İlişkin Değerlendirmeler* başlığında detaylı şekilde ele alınmaktadır. Değerlendirmelere geçilmeden önce analizin ikinci kısmı olan Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemine yönelik analizler gerçekleştirilmiş ve bulguları bir sonraki başlıkta verilmiştir.

3.4.2. Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemine İlişkin Analiz ve Bulgular

Hammadde tedarikleri sağlandıktan sonra işletme üretim noktalarında üretim faaliyetini gerçekleştirmektedir. Araştırma kapsamına alınan ürün, çeşitli değişikliklerle Ü1, Ü2, Ü3, Ü4, Ü5, Ü6, Ü7, Ü8, Ü9, Ü10, Ü11, Ü12, Ü13, Ü14, Ü15, Ü16 olarak kodlanarak 16 farklı varyasyonla sipariş lokasyonlarına gönderilmektedir. Şekil 9'da söz konusu sipariş lokasyonlarına dağıtım problemi gösterilmektedir.

İşletme *hub* da denilen sipariş lokasyonlarına 16 ürünü dağıtmaktadır. İki üretim noktasından çıkan 16'şar ürün, üç farklı sipariş noktasına bir dağıtım planı çerçevesinde gönderilmelidir. Dağıtım gerçekleştirilirken dört kriter dikkate alınmaktadır. Bu kriterler taşıma süresi, taşıma maliyeti, ürünün sipariş lokasyonundaki satış fiyatı ve üretim maliyetidir. Her bir sipariş lokasyonu için hangi ürünün hangi üretim noktasından gönderileceği araştırmanın ikinci kısmını oluşturmaktadır.

Şekil 9: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Araştırmanın ikinci kısmında, ürünlerin sipariş lokasyonuna dağıtılması amacına ulaşabilmek için üç araştırma sorusu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen analizle her sipariş lokasyonuna gönderilmesi gereken ürünler sıralanmıştır.

Sipariş lokasyonlarına dağıtım problemi için matris oluştururken, işletmenin tedarik akışı dikkate alınmıştır. 16 adet ürün çeşidinin hepsinin sipariş lokasyonlarında bulundurulma zorunluluğu yoktur. Hangi ürünün hangi lokasyona dağıtılacağı kararı verilmelidir. Bu sebeple, her ürünün üretim noktasından sipariş lokasyonuna gidişi için muhtemel 6 alternatif yol bulunmaktadır.

Analizin gerçekleştirilmesi için Tablo 17'de belirtilen karar matrisi, gerçek verilerle oluşturulmuştur.

Tablo 17: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi için Karar Matrisi

	Taşıma Süresi	**Taşıma Maliyeti**	**Satış Fiyatı**	**Üretim Maliyeti**
Ü1 Hollanda-Tayvan	…	…	…	…
Ü1 Hollanda- Dubai	…	…	…	…
Ü1 Hollanda- Brezilya	…	…	…	…
Ü1 Portekiz-Tayvan	…	…	…	…
Ü1 Portekiz- Dubai	…	…	…	…
Ü1 Portekiz- Brezilya	…	…	…	…
Ü2 Hollanda-Tayvan	…	…	…	…
Ü2 Hollanda- Dubai	…	…	…	…
Ü2 Hollanda- Brezilya	…	…	…	…
Ü2 Portekiz-Tayvan	…	…	…	…
Ü2 Portekiz- Dubai	…	…	…	…
Ü2 Portekiz- Brezilya	…	…	…	…
…				
Ü16 Hollanda-Tayvan	…	…	…	…
Ü16 Hollanda- Dubai	…	…	…	…
Ü16 Hollanda- Brezilya	…	…	…	…
Ü16 Portekiz-Tayvan	…	…	…	…
Ü16 Portekiz- Dubai	…	…	…	…
Ü16 Portekiz- Brezilya	…	…	…	…

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 17'yi tek bir ürün için açıklamak gerekirse, örneğin Ü1 ürünü için; Ü1 ürününün çıkış noktası önce Hollanda olarak ele alınır ve üç alternatif yol belirlenir.

Ü1 Hollanda'dan Tayvan'a gönderilebilir. Ü1 Hollanda'dan Dubai'ye gönderilebilir. Ü1 Hollanda'dan Brezilya'ya gönderilebilir. Ü1 ürününün çıkış noktası Portekiz olarak ele alındığında da üç alternatif bulunmaktadır. Ü1 Portekiz'den Tayvan'a gönderilebilir. Ü1 Portekiz'den Dubai'ye gönderilebilir. Ü1 Portekiz'den Brezilya'ya gönderilebilir. Ü1 için örnek olarak anlatılan altı alternatif yol, Tablo 10'da koyu renkli şekilde gösterilmiştir. Ü1 Hollanda-Tayvan şeklinde kısaltılan alternatif, Ü1 ürününün Hollanda üretim noktasından Tayvan sipariş lokasyonuna gönderilmesini ifade etmektedir.

Ü1 örneğinden anlaşıldığı üzere, her bir ürünün üretim noktasından sipariş lokasyonuna dağıtımı için altı alternatif bulunmaktadır. Toplam 16 ürün çeşidi (Ü1-Ü16) bulunduğu için karar matrisinde toplam 96 (16 ürün x 6 yol) alternatif olması gerekmektedir.

Karar matrisinin yatay kısmında ise taşıma süresi, taşıma maliyeti, ürünün sipariş lokasyonundaki satış fiyatı ve üretim maliyeti olmak üzere 4 kriter yer almaktadır. Dolayısıyla sipariş lokasyonuna dağıtım problemi için, 96x4'lük karar matrisi Tablo 17'de gösterildiği şekilde gerçek verilerle oluşturulmuştur.

İşletme ilerleyen dönemlerde dağıtım kararı ile ilgili karar değişikliği alırsa ve her ürünün en az iki lokasyonda mutlaka bulunmasını isterse, bu durumda her ürün için oluşturulan 6 alternatif yol kendi içersinde PROMETHEE ile çözümlenerek dağıtım kararı alınabilir. Ancak işletmenin mevcut dağıtım politikası "*16 ürünün etkin şekilde dağıtımı"* olduğu için, matris 16 ürünü kapsayacak şekilde oluşturulmuş ve işletmenin amacına yönelik şekilde problem çözülmüştür.

Gerçekleştirilen analiz ile Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım problemine ilişkin aşağıda belirtilen araştırma sorularına yönelik cevaplar alınmış olacaktır:

AS7: Tayvan'a hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

AS8: Dubai'ye hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

AS9: Brezilya'ya hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

Tablo 17'de verilen matris PROMETHEE ile analiz edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 18'de yer almaktadır. Tablo 18'de sadece Net Phi değerlerinin pozitif olduğu alternatifler verilmiştir.

Tablo 18: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi (AS7, AS8, AS9) için Analiz Bulguları

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,7368	0,7842	0,0474
2	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,7316	0,7789	0,0474
3	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,7316	0,7789	0,0474
4	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,6789	0,7526	0,0737
5	Ü7 Portekiz-Dubai	0,6263	0,7263	0,1
5	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,6263	0,7263	0,1
7	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,6105	0,7211	0,1105
8	Ü3 Portekiz-Dubai	0,5737	0,7	0,1263
8	Ü6 Portekiz-Dubai	0,5737	0,7	0,1263
8	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,5737	0,7	0,1263
11	Ü14 Portekiz-Dubai	0,5632	0,6947	0,1316
12	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,5368	0,6842	0,1474
13	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,5	0,6632	0,1632
14	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,4632	0,6421	0,1789
15	Ü2 Portekiz-Dubai	0,4526	0,6421	0,1895
16	Ü5 Portekiz-Dubai	0,4474	0,6368	0,1895
17	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,4421	0,6579	0,2158
18	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,4368	0,6526	0,2158
18	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,4368	0,6526	0,2158
20	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,3842	0,6263	0,2421
21	Ü12 Portekiz-Brezilya	0,3632	0,5947	0,2316
22	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,3316	0,6	0,2684
23	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,3158	0,5947	0,2789
24	Ü11 Portekiz-Dubai	0,3105	0,5632	0,2526
25	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,2789	0,5737	0,2947
26	Ü4 Portekiz-Dubai	0,2737	0,5526	0,2789
27	Ü10 Portekiz-Dubai	0,2526	0,5368	0,2842
28	Ü7 Hollanda-Dubai	0,2474	0,5579	0,3105
29	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,2421	0,5579	0,3158
30	Ü1 Portekiz-Dubai	0,2316	0,5263	0,2947
31	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,2053	0,5368	0,3316
32	Ü3 Hollanda-Dubai	0,1947	0,5316	0,3368
33	Ü6 Hollanda-Dubai	0,1947	0,5316	0,3368
34	Ü14 Hollanda-Dubai	0,1842	0,5263	0,3421
35	Ü6 Portekiz-Brezilya	0,1684	0,5	0,3316
35	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,1684	0,5158	0,3474
37	Ü15 Portekiz-Dubai	0,1579	0,4947	0,3368
38	Ü13 Portekiz-Dubai	0,1421	0,4789	0,3368
39	Ü8 Portekiz-Brezilya	0,1368	0,4789	0,3421

Tablo 18 (devamı): Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Problemi (AS7, AS8, AS9) için Analiz Bulguları

40	Ü16 Portekiz-Tayvan	0,1316	0,5211	0,3895
41	Ü12 Portekiz-Dubai	0,1158	0,4684	0,3526
42	Ü8 Portekiz-Dubai	0,1105	0,4684	0,3579
42	Ü9 Portekiz-Dubai	0,1105	0,4684	0,3579
44	Ü14 Portekiz-Brezilya	0,1053	0,4684	0,3632
45	Ü4 Portekiz-Brezilya	0,1053	0,4684	0,3632
46	Ü2 Portekiz-Tayvan	0,1	0,5053	0,4053
47	Ü11 Portekiz-Brezilya	0,0842	0,4579	0,3737
48	Ü2 Hollanda-Dubai	0,0737	0,4737	0,4
49	Ü16 Portekiz-Dubai	0,0737	0,4526	0,3789
50	Ü5 Hollanda-Dubai	0,0684	0,4684	0,4
51	Ü12 Hollanda-Brezilya	0,0684	0,4684	0,4

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 18'de, sipariş lokasyonlarına dağıtım problemi için gerçekleştirilen analizin sonuçları görülmektedir. Analize toplam 96 alternatif dahil edilmiştir. Tablo 11'de görüldüğü üzere, 96 alternatiften 51 tanesi pozitif Net Phi değerine sahiptir. Tablo 18'e eklenmeyen negatif Net Phi değerine sahip olan alternatifler tercih edilmemesi gereken alternatiflerdir. Çünkü negatif Net Phi değerine sahip olan alternatifler, pozitif Net Phi değerine sahip olan alternatiflere göre üstünlük karşılaştırmasında geri kalmaktadır. Analize dahil edilen tüm alternatiflerin sıralama sonucu (negatif Net Phi değerli alternatifler ile birlikte) Ekler bölümünde EK-1'de görülebilmektedir.

Analiz sonucuna göre en yüksek Net Phi değeri Ü10 ürününün Portekiz üretim noktasından Brezilya'daki sipariş lokasyonuna gönderilmesi alternatifindedir. Bu durum şu şekide yorumlanmaktadır: 16 ürünün lokasyonlara gönderilmesi alternatifleri içinde, dört kriter kapsamında maliyet minimizasyonu fayda maksimizasyonu açısından en iyi çözüme bu alternatif sahiptir. Birinci sırada olan Ü10 Portekiz- Brezilya alternatifini, ikinci sırada olanü Ü3'ün yine Portekiz üretim noktasından Brezilya sipariş lokasyonuna gönderilmesi takip etmektedir. Tüm alternatifler, maliyet minimizasyonu-fayda maksimizasyonu kapsamında Net Phi

değerlerine göre sıralanmaktadır. Elde edilen bu analiz sonuçları, araştırma soruları kapsamında tek tek incelenmiştir.

Sipariş lokasyonlarına dağıtım genel bir bakışla incelendiğinde, 51 alternatif ürünün dağıtımı: 2 alternatif Tayvan'a, 22 alternatif Dubai'ye, 27 alternatif Brezilya'ya şeklindedir.

Her bir araştırma sorusuna ve sipariş lokasyonlarına göre ulaşılan bulgulara aşağıda ayrı ayrı değinilmektedir.

AS7: Tayvan'a hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

Tablo 18'de yer alan ve pozitif Net Phi değerine sahip olan Tayvan varışlı alternatifler incelenerek bu araştırma sorusuna cevap alınabilecektir. Buna göre toplam 51 alternatifin 2 tanesinin Tayvan varışlı olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre, toplam alternatiflere göre sıralama yapıldığında sipariş lokasyonlarından Tayvan'ın, diğer iki sipariş lokasyonun göre daha az tercih edilebilir olduğu görülmektedir. Bu durum, Tayvan'ın üretim noktaları için önemi yüksek bir sipariş lokasyonu olmadığı şeklinde yorumlanabilmektedir. Tayvan varışlı 2 alternatifin ikisi de Portekiz üretim merkezlidir. Analiz, Tayvan sipariş lokasyonuna Hollanda üretim merkezinden herhangi bir ürün dağıtımını önermemektedir. Bunun gerekçesi, diğer ürünleri diğer sipariş lokasyonlarına gönderme seçeneğinin, kriterler dikkate alındığında daha üstün olmasıdır.

Ürünler açısından bakılacak olursa, Tayvan'a tedarik edilmesi açısından en uygun ürün ilk olarak Portekiz merkezli Ü16 ürünüdür. Bu ürünü Portekiz merkezli Ü2 ürünü takip etmektedir.

Sonuç olarak Tayvan, Portekiz'de üretilen 16 ürün çeşidinin 2 tanesi için uygun bir sipariş lokasyonudur. Bu ürünler Ü16 ve Ü2 ürünleridir. Tayvan'a bu ürünlerin gönderilmesi durumunda maliyet minimizasyonu- fayda maksimizasyonu sağlanarak etkin bir tedarik gerçekleştirilmiş olacaktır. Hollanda üretim noktasından çıkan hiçbir ürünün Tayvan'a gönderilmesi önerilmemektedir. Sonuçlardan anlaşıldığı üzere Tayvan, tüm ürün çeşitlerinin dağıtımı için az tercih edilen bir sipariş lokasyonudur.

AS8: Dubai'ye hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

Tablo 18'de verilen pozitif Net Phi değerlerine bakıldığında Dubai varışlı alternatifler, bu araştırma sorusunun cevabını oluşturmaktadır. Buna göre toplam 51 alternatifin 22 tanesinin Dubai varışlı olduğu görülmektedir. Bu 22 ürünün 6 tanesi Hollanda üretim merkezlidir. Portekiz'de üretilen 16 ürün çeşidinin hepsinin Dubai sipariş lokasyonuna dağıtılması önerilmektedir. Alınan dört kriter çerçevesinde, Dubai varışlı 22 alternatif, Net phi değeri pozitif olan diğer 29alternatife üstünlük göstermektedir.

Dubai'ye, üretilen 16 ürün çeşidinin hepsinin dağıtımının yapılabileceği görülmektedir. Dubai, Hollanda'da üretilen 6 ürün çeşidi için uygun bir sipariş lokasyonudur. Bu ürünler sırasıyla; Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5'tir. Dubai, Portekiz üretim noktasında üretilen 16 ürünün tamamı için uygun bir dağıtım lokasyonudur. Bu ürünlerin sırası; Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5, Ü11, Ü4, Ü10, Ü1, Ü15, Ü13, Ü12, Ü8, Ü9, Ü16 şeklindedir.

Dubai'ye dağıtımı yapılması önerilen ürün sayısı (22), Tayvan'a dağıtımı yapılması önerilen ürün sayısından (2) daha fazladır. Dubai'ye tedarik edilmesi önerilen ürün sayısı, Brezilya'ya dağıtım yapılması önerilen ürün sayısından (27) daha azdır. Bu neden Dubai, dağıtım ağı içinde orta yoğunlukta bir sipariş lokasyonudur.

AS9: Brezilya'ya hangi ürünler, hangi üretim noktasından gönderilmelidir?

Tablo 18'de yer alan pozitif Net Phi değerleri ile varış lokasyonu Brezilya olan alternatifler incelenmiştir. Buna göre alternatiflerden 27 tanesinin Brezilya sipariş lokasyonuna tedarik edilmesi ile etkin ürün dağıtımı gerçekleştirilecektir. 11 alternatif Hollanda üretim merkezlidir. 16 alternatif ise Portekiz üretim merkezlidir.

Brezilya'ya Hollanda üretim noktasından sırasıyla Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12 ürünlerinin gönderilmesi ile etkin tedarik gerçekleştirilecektir. Gerçekleştirilen analiz sonucuna göre Portekiz'de üretilen 16 ürünün hepsinin Brezilya'ya gönderilmesi önerilmektedir. Bu ürünler sırasıyla Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12, Ü6, Ü8, Ü14, Ü4, Ü11 şeklindedir.

Brezilya diğer sipariş lokasyonlarına göre üretim noktaları açısından çeşitlilik sunmaktadır. Örneğin Tayvan için sadece Portekiz üretim noktası çıkışlı ürünler önerilmektedir. Yine Dubai'ye Hollanda merkezli ürünlerden 6 tanesi önerilirken, Brezilya'ya Hollanda merkezli 11 adet ürün önerilmektedir.

Brezilya, dağıtımı önerilen ürün sayıları açısından da diğer sipariş lokasyonlarına göre daha fazla tercih edilebilirdir. Bunun sebebi, dikkate alınan kriterler çerçevesinde Brezilya'nın daha üstün olduğu noktalardır. Bir sonraki bölüm olan *Bulgulara İlişkin Değerlendirmeler*de kriterlerin önem düzeyine yönelik yapılan araştırma hangi kriterlerin Brezilya'yı öne çıkardığına yönelik fikir sunmaktadır.

Sonuç olarak, Tayvan'a Ü16 ve Ü2 ürünlerinin, Dubai'ye 16 ürünün hepsinin, Brezilya'ya 16 ürünün hepsinin dağıtımı yapılacak şekilde bir sipariş lokasyonu dağıtım kararına ulaşılmıştır. Sipariş lokasyonlarına dağıtım kararının sonuçları toplu şekilde bir sonraki bölüm olan *Bulgulara İlişkin Değerlendirmeler* başlığında Tablo 19'da görülmektedir.

3.5. BULGULARA İLİŞKİN DEĞERLENDİRMELER

İşletmenin hammadde ve ürün akışı hammadde kaynağından sipariş lokasyonuna tedarik edilecek şekilde iki ayrı analizle incelenmiş ve bulguları bir önceki bölümde verilmiştir. Bu bölümde araştırma problemi olarak belirlenen iki temel karara yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır.

İşletmenin tedarik zinciri planlamasında ilk adım, hammadde tedariğidir. Hammadde kaynağı olan üç ülkeden Hammadde 1, Hammadde 2 ve Hammadde 3 tedarik edilmektedir. Üretim noktaları Hollanda ve Portekiz'dir. Bu iki ülkeye hangi hammaddenin hangi ülkeden tedarik edileceği konusu, analizin karar problemidir.

Üç kriter dikkate alınarak gerçekleştirilen PROMETHEE analiz bulguları önceki bölümde detaylı şekilde ele alınmıştır. Tablo 19, hammadde tedariği kararına yönelik analiz sonuçlarını bir araya toplayarak genel bir bakış sunmaktadır.

Tablo 19: Hammadde Tedariği Kararına İlişkin Değerlendirmeler

		ÜRETİM NOKTASI	
		Hollanda	**Portekiz**
HAMMADDE KAYNAĞI	**Almanya**	Hammadde 1 Hammadde 2 Hammadde 3	Hammadde 1 Hammadde 2 Hammadde 3
	Meksika	Hammadde 1 Hammadde 2 Hammadde 3	Hammadde 1 Hammadde 2 Hammadde 3
	Çin	---	---

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 19, PROMETHEE analizinin üretim noktalarına önerilen hammadde kaynaklarını göstermektedir. Hollanda, Hammadde 1, Hammadde 2 ve Hammadde 3'ü Almanya veya Meksika'dan sağlamalıdır. Portekiz de aynı şekilde üç çeşit hammaddeyi Almanya veya Meksika'dan sağlamalıdır.

Bu sonuç çeşitli şekillerde ele alınarak değerlendirmelidir. İlk olarak, Almanya ve Meksika'nın birbirlerine üstünlük sağlamadığı görülmektedir. Hammadde kaynağı olarak birbirinin ikamesi durumundadır. Bu durum üretim noktaları açısından avantaj olarak görülebilmektedir. Örneğin, eğer Almanya herhangi bir gerekçe ile hammadde sağlamada sorun yaşarsa, ikinci bir hammadde kaynağı alternatifi (Meksika) bulunmaktadır.

Analiz sonucuna göre hammadde tedariğinde Meksika Almanya'nın ikamesi konumundadır. İki hammadde kaynağının hammadde tedariğinde birbirine herhangi bir üstünlüğü görülmemektedir. Bunun sebebi dikkate alınan kriterler olabilir. Şekil 10'da görüldüğü üzere, Meksika'nın coğrafik konumu (üretim noktalarına uzaklığı) sebebiyle taşıma maliyeti ve taşıma süresinin Almanya'ya göre yüksek olması beklenmektedir ve olağandır. Ancak analiz sonucunda iki alternatifin birbirine üstünlük göstermemesi, diğer kriterin Meksika lehinde olduğu şeklinde yorumlanabilir. Dolayısıyla bu durum çok kriterli karar verme yöntemleri ile etkin bir karar alma süreci gerçekeştirmenin önemini vurgulayan bir durumdur. Sadece taşıma kriterleri ile cazip görünmeyecek olan Meksika, farklı kriterler dahil edildiğinde Almanya ile eşdeğer bir hammadde kaynağı durumuna gelebilmektedir.

Şekil 10: Hammadde Kaynaklarının Coğrafik Konumu



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hammadde kaynağı olmasına rağmen Çin bu ürün grubuna hammadde sağlayıcısı değildir. Çin'in bu hammaddeleri boşuna üretiyor gibi görünmesi hatalı bir yorum olacaktır. Çünkü uygulama yapılan işletmenin 13 ülkede üretimi bulunmaktadır. Çin, ürettiği bu hammaddeleri başka ürünler için başka üretim noktalarına göndermektedir. Gerçekleştirilen analiz, araştırmanın konusu olan ürün için Çin'in uygun bir hammadde kaynağı olmadığını göstermektedir.

İşletmenin tedarik zinciri planlamasında ikinci kısım, üretilen ürünlerin sipariş lokasyonlarına dağıtımıdır. Bir önceki bölümde detaylı şekilde yapılan analize ait sonuçlar Tablo 20'de genel bir bakış sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Tablo 20: Sipariş Lokasyonuna Dağıtım Kararına İlişkin Değerlendirmeler

		SİPARİŞ LOKASYONU		
		Tayvan	**Dubai**	**Brezilya**
ÜRETİM NOKTASI	**Hollanda**	---	Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5	Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12
	Portekiz	Ü16,Ü2	Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5, Ü11, Ü4, Ü10, Ü1, Ü15, Ü13, Ü12, Ü8, Ü9, Ü16	Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12, Ü6, Ü8, Ü14, Ü4, Ü11

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Ü1, Ü2, Ü3, Ü4, Ü5, Ü6, Ü7, Ü8, Ü9, Ü10, Ü11, Ü12, Ü13, Ü14, Ü15 ve Ü16 olarak numaralanan 16 ürün çıktısının hangi sipariş lokasyonlarına dağıtılacağına dair analiz sonuçlarını veren Tablo 20'ye göre, üretim noktaları ve sipariş noktalarında eşit dağılım söz konusu değildir. Öncelikle üretim noktaları olarak yorumlamak gerekirse, Portekiz üretim noktasından 16 ürünün tamamı sipariş lokasyonlarına gönderilmektedir. Hollanda üretim noktasından ise 15 adet ürün sipariş lokasyonlarına gönderilmektedir. Hollanda'da üretilen Ü4 numaralı ürünün sipariş lokasyonlarına tedariği tercih edilmemektedir. Bu ürün, işletmenin ticari kaygılardan uzaklaşıp müşteri memnuniyeti sağlamak gerektiğinde, belirli bir kardan zarar kabülüyle ürettiği bir ürün olacaktır. Hollanda'da Ü4 ürününü üretmek stoka yönelik bir faaliyet olacaktır. Ayrıca işletmenin üretim noktaları arasında birbirlerine ürün tedariği yapmaları durumunda Hollanda'daki Ü4 ürünü üretimi mana bulmaktadır. İki üretim noktası karşılaştırıldığında Portekiz'in üç sipariş lokasyonuna da dağıtım yapması önerilmektedir. Etkin çözüm çerçevesinde Hollanda'nın ise Dubai ve Brezilya'ya ürün dağıtımı yapması önerilmektedir.

Tablo 20 sipariş lokasyonları açısından incelendiğinde, ele alınan kriterler çerçevesinde Brezilya'ya dağıtımı yapılan ürünlerin sayısı diğer ülkere göre daha fazladır. Dolayısıyla Brezilya'ya dağıtım yapmak, maliyet minimizasyonu fayda maksimizasyonu çerçevesinde diğer ülkelere göre daha iyi bir çözümdür. Tayvan'a sadece Portekiz üretim merkezinden ürün tedariği sağlanması önerilmektedir. Hollanda'dan Tayvan'a ürün göndermek, diğer alternatif yollara göre tercih edilmemektedir. Dubai'ye ise hem Hollanda hem Portekiz'den ürün tedariği yapılması önerilmektedir. Ancak Hollanda'dan gönderilen ürün sayısı daha azdır. Dubai'nin ürün tedariği yoğunluklu olarak Portekiz'den sağlanmalıdır.

Seçim probleminde kriter ağırlıklıkları önemli bir belirleyicidir. Analizler kriter ağırlıkları eşit olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıklarının önem derecelerinin değişmesi durumunda ne gibi farklılıklar olduğu Visual PROMETHEE üzerinden Walking Weights aracı ile incelenmiştir. Kriterlerde önem düzeyi farklılaştırması yapılması durumunda edinilecek olan sonuçlar ve analiz farklılıklarına aşağıda değinilmektedir.

Hammadde tedariğine yönelik kriter önemlerini incelemek için, her bir kriterin önem düzeyi diğer iki kriterden yüksek olacak şekilde sırayla denenmiştir ve

analiz tekrarlanmıştır. Buna göre; satın alma maliyeti %60 önemde ve diğer iki kriter eşit önemde dağıtıldığında, Net Phi değerleri Meksika (0,6000), Almanya (-0,2000), Çin (-0,4000) şeklinde sıralanmaktadır. Bu durumda en önemli kriterin satın alma maliyeti olması durumunda hammadde kaynağı Meksika olmalıdır. Mevcut analizde hammadde kaynağı olan Almanya, bu önem düzeylerinde alternatif olmaktan çıkmaktadır. Taşıma süresi %60 önemde ve diğer iki kriter eşit önemde dağıtıldığında, Net Phi değerleri Almanya (0,4000), Meksika (0,3000), Çin (-0,7000) olarak sıralanmaktadır. Bu durumda öncelikli kaynak önce Almanya sonra Meksika olur. Oysa mevcut analizde hammadde kaynağı olan Almanya ve Meksika aynı Net Phi değeri ile birbirine alternatif olarak önerilmekteydi. Son olarak taşıma maliyeti tedariği %60 önemde ve diğer iki kriter eşit önemde dağıtıldığında, Net Phi değerleri Almanya (0,7333), Meksika (0,1333), Çin (-0,8667) şeklinde bir sıralama görülmektedir. Bu önem düzeyinde Almanya öncelikli hammadde kaynağı olup, Meksika ikinci sıradadır. Mevcut analizde hammadde kaynağı olan Almanya ve Meksika aynı Net Phi değeri ile birbirine alternatif olarak önerilmekteydi. Çin'in hangi önem düzeyinde tercih edilebilir çıktığına yönelik deneme yapıldığında, satın alma maliyeti kriterinin %100 önem düzeyinde olması durumunda Çin hammadde kaynaklarından biri olduğu görülmektedir. Bu durum diğer iki kriterin dikkate alınmaması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla sadece satın alma maliyeti kriteri dikkati alınıyor olsaydı Çin'in Almanya'dan daha iyi bir seçenek olarak ikinci hammadde kaynağı olabileceği söylenebilirdi. Bu durum Çin'in taşıma süresi ve taşıma maliyeti kriterleri sebebiyle etkin bir seçenek olarak sunulmadığını göstermektedir.

Sipariş lokasyonlarına dağıtım kararına yönelik kriter önemlerini incelemek için, her bir kriterin önem düzeyi diğer iki kriterden yüksek olacak şekilde sırayla denenmiştir ve analiz sonuçları kriter önemleri açısından incelenmiştir. Taşıma süresi %70 önemde ve diğer kriterler eşit önemde ele alındığında, Tayvan'a hiçbir üretim noktasından hiçbir ürün gönderilmediği görülmektedir. Mevcut analizde Tayvan'a Portekiz'den iki adet ürün gönderilirken, taşıma süresinin önemi arttırıldığında ürün gönderilmesi önerilmemektedir. Sonuç olarak taşıma süresinin önemi arttıkça Tayvan sipariş lokasyonu olarak önemi yitirmektedir. Bir diğer kriter olan taşıma maliyetinin önemi %70 olarak alınır ve diğer kriterlerin önemi eşit olursa, benzer

durumla karşılaşılmaktadır. Tayvan taşıma maliyeti kriterinin önemi arttıkça sipariş lokasyonu olarak önerilmemektedir ve Dubai ile Brezilya'nın daha fazla öne çıktığı görülmektedir. Bu önem düzeylerinde üretim noktalarından Portekiz'den ürün gönderme oranının da daha yüksek olduğu görülmektedir. Üçüncü olarak satış fiyatı kriterinin önem düzeyi %70'e çıkarılmış diğer kriterler eşit alınmıştır. Bu durumda ilk dikkat çeken tüm sıralamaya bakıldığında Tayvan da Dubai kadar ürün dağıtım sayısına sahiptir. Satış fiyatı kriterinin önemi yükseltildiğinde Tayvan'ın tercih edilebilirliği yükselmektedir. Bu durum, üretilen aynı ürünün Tayvan'da daha yüksek fiyata satılabildiğini ve bu sayede Tayvan'a ürün gönderilmesinin etkin dağıtım sonuçlarında yer aldığını göstermektedir. Üretim noktalarına bakıldığında, üretim noktaları oranları eşite yakındır. Yani etkin ürün dağıtımlarının yarısı Portekiz çıkışlı yarısı Hollanda çıkışlıdır. Mevcut durumda eşit olmayan üretim noktaları verimliliği, satış fiyatı kriterinin önem düzeyinin arttırılması ile benzer oranlara ulaşmıştır. Son olarak dördüncü kriterin yani üretim maliyeti kriterinin önem düzeyi %70' e çıkarılmış diğer kriterler eşit alınmıştır. Analiz tekrarlandığında görülen tablo şudur; üretim noktalarından ürün gönderme sayıları aşağı yukarı eşittir. Mevcut analizde Portekiz'den gönderilen ürün sayısı daha fazlayken, bu durumda Hollanda da bir seçenek olarak daha fazla önerilmektedir. Bu da Hollanda'nın üretim maliyeti kriterinin Portekiz'e göre daha avantajlı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Sipariş lokasyonlarına bakıldığında ise, yine Brezilya ve Dubai'ye, Tayvan'a göre daha fazla sayıda ürün dağıtımı yapıldığı görülmektedir.

Kriterlerin önem düzeyleri değiştirilerek Walking Weights aracı ile gerçekleştirilen analizlerin sonuçları çalışmanın sonundaki Ekler başlığı altına, Ek-2 (Taşıma Süresi Kriteri Avantajlı Sonuçlar), Ek-3 (Taşıma Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar), Ek-4 (Satış Fiyatı Kriteri Avantajlı Sonuçlar), Ek-5 (Üretim Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar) olarak eklenmiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Küresel boyutta faaliyet gösteren işletmelerin üretim ve dağıtım faaliyetleri, yerel düzeyde faaliyet gösteren işletmelere nazaran daha büyük öneme sahip olmaktadır. Çünkü üretim maliyetleri, taşıma yolları (deniz, hava, kara) ve taşıma yollarına bağlı olarak taşıma maliyetleri, tüketici alışkanlıkları ve tüketici alışkanlıklarına bağlı olarak ürün fiyatlaması gibi kriterler, içinde bulunulan coğrafyaya göre büyük farklılıklar içermektedir. Bu durum, küresel üretim işletmelerinde tedarik zinciri ağlarının titizlikle yönetilmesini ve çeşitli matematiksel karar alma yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde tedarik zinciri yönetimi kavramına ve önemine genel çerçevede değinilmiştir. Tedarik zinciri yönetiminde üretim, stok yönetimi ve dağıtım en önemli üç temel süreçtir. Uygulama hem hammadde tedariğini hem üretim sürecini hem dağıtım sürecini kapsamaktadır. Dolayısıyla bu bölüm, işletmelerin tedarik zinciri yönetiminin titizlikle yürütülmesi gereken süreçler oluşunun önemini vurgulamak açısından önemlidir.

Çalışmanın ikinci bölümü, uygulamanın yöntemi olan çok kriterli karar verme yöntemlerini ve bu yöntemlerin tedarik zinciri yönetiminde kullanım alanlarını gösteren literatür taramasını içermektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, çok kriterliliği barındırması açısından önemli bir yaklaşımdır. Çünkü karar verme süreci doğası gereği çok kriterliliği içermektedir. Tedarik zinciri yönetiminde önemli kabul edilen kriterler dikkate alınarak tedarik planlamasının gerçekleştirilebileceği, yapılan literatür taramasında görülmektedir. Literatür taramasında farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Yöntemlerin birbirlerine göre çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada kısaca PROMETHEE olarak bilinen çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır. Yöntem matematiksel arka planını da içeren şekilde detaylı şekilde anlatılmaktadır. PROMETHEE yöntemi uygulayıcılara çeşitli kolaylıklar sunmaktadır. Bunlardan en önemlisi kriterlerin önem düzeylerinin değişkenliğinin analize kolayca aktarılmasıdır. Bir diğer avantajı, yöntemi literatüre katan yazarlar tarafından geliştirilen bir paket programa sahip olmasıdır. Bu yazılım sayesinde, kriterlere yönelik önem düzeyi değişiklikleri *Walking Weights* adı verilen yazılıma entegre

araç sayesinde ölçümlenebilmektedir. Gerçekleştirilen çalışma için bu değişken önem arz etmektedir. Çünkü uygulama yapılan işletme kriterleri eşit ağırlıklandırmaktadır. PROMETHEE ile analiz bölümünde işletmeye kriterlerin önem düzeylerine yönelik bir öneri sunulmaktadır.

Çalışmanın üçüncü (uygulama) bölümünde, küresel düzeyde faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin hammadde ve ürüne yönelik tedarik zinciri planlamasını, çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE sıralama yöntemi ile analiz etmek amaçlanmıştır. Analiz iki temel araştırma problemi üzerinden yürütülmüştür. Birincisi, hammadde tedariğinin planlanmasıdır. İkincisi ise üretilen ürünlerin dağıtımına yönelik planlamadır. Gerçekleştirilen analizlerle, tedarik zinciri planlamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir araç olarak kullanımının mümkün olduğunun gösterilmesi, bir üretim işletmesi olarak faaliyet gösteren tüm işletmelere ve planlamacılara örnek teşkil etmesi hedeflenmektedir. Analizlerin küresel bir işletmeye ait gerçek verilerle yapılmış olması bu hedefe ulaşmak açısından önemli ve destekleyicidir.

Analizin ilk kısmı hammadde tedariği problemine yöneliktir. İşletmenin tedarik zinciri yönetimine yönelik ele alınan ürün için üç adet hammadde kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynaklar Almanya, Meksika ve Çin'de bulunmaktadır. Üretim gerçekleştirebilmek için bu ülkelerden üç adet hammadde sağlanması gerekmektedir. Bu hammaddeler Hammadde 1, Hammadde 2, Hammadde 3 olarak isimlendirilmiştir. İşletmenin söz konusu ürün için iki adet üretim noktası bulunmaktadır. Bu üretim noktaları Hollanda ve Portekiz'dedir. Hammadde tedariğine yönelik temel problem, ihtiyaç duyulan hammaddelerin hangi hammadde kaynağından hangi üretim noktasına gönderilmesi durumunda, etkin tedariğin sağlanacağıdır. Bu sebeple, üç kriter dikkate alınmıştır. Satın alma maliyeti, taşıma süresi ve taşıma maliyeti kriterleri ele alınarak, PROMETHEE analizi ile karar matrisleri çözümlenmiştir. Analiz sonucuna göre, hammadde kaynaklarından Çin, hammadde tedariği için uygun bir kaynak değildir. Üretim noktalarından Hollanda ve Portekiz, ihtiyaç duyduğu Hammadde 1, Hammadde 2 ve Hammadde 3'ü, Almanya ve/veya Meksika'dan tedarik edebilir. Almanya ve Meksika, Net Phi değerleri üzerinden sonuç sunan analize göre, üstünlükler açısından birbirine eşit iki alternatiftir. Bu durumun bir avantajı, hammadde tedariğinde tek bir kaynağa bağımlı

kalmamaktır. Bir hammadde kaynağından herhangi bir sebeple hammadde sağlanamaz ise, diğer kaynaktan faydalanılabilecektir. Kriterlerin önem düzeyleri Visual PROMETHEE yazılımının *Walking Weights* aracı ile irdelenmiştir. Bu araçla ulaşılan sonuç şu şekildedir; Meksika satın alma maliyeti açısından analiz gerçekleştirildiğinde tek hammadde kaynağıdır. Dolayısıyla satın alma maliyeti açısından en avantajlı alternatif Meksikadır. Taşıma süresi ve taşıma maliyeti kriterlerinin önem düzeyi arttırıldığında ise Almanya Meksika'nın önüne geçmektedir. Çin ise, üç kriter değil sadece satın alma maliyeti dikkate alındığında bir alternatif olarak görülmektedir. Bu bulguar, Çin'in analizlerde üstünlük sağlayamamasının sebebinin taşıma süresi ve taşıma maliyetleri olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Analizin ikinci kısmı ürünlerin sipariş lokasyonlarına dağıtımına yöneliktir. Uygulamaya dahil edilen ürün, üretim aşamasından 16 ürün varyasyonu ile çıkmaktadır. Bu ürünler Ü1, Ü2, Ü3, Ü4, Ü5, Ü6, Ü7, Ü8, Ü9, Ü10, Ü11, Ü12, Ü13, Ü14, Ü15, Ü16 olarak isimlendirilmiştir. İki adet üretim noktasından (Hollanda ve Portekiz) 16'şar ürün çıktısı söz konusudur. Bu ürünler üç adet *hub* adı verilen sipariş lokasyonuna dağıtılmalıdır. Sipariş lokasyonlarına hangi ürünün hangi üretim noktasından sağlanacağı, analizin ikinci kısmı için temel araştırma sorusudur. Her bir ürün için üretim noktası çıkış- sipariş lokasyonu varış olacak şekilde alternatifler sıralanmıştır. 16 adet ürünün 2 farklı üretim noktasından çıkıp, üç farklı sipariş lokasyonuna ulaşması 96 farklı alternatif anlamına gelmektedir. 96 alternatiften hangilerinin tercih edilebilir olduğu, dört kriter dikkate alınarak analiz edilmiştir. Bu kriterler taşıma süresi, taşıma maliyeti, satış fiyatı ve üretim maliyetidir.

Oluşturulan 96x4'lük karar matrisi PROMETHEE analizi çözümlenmiş ve analiz sonuçlarına ulaşılmıştır. Buna göre, sipariş lokasyonlarından Tayvan üretim noktası olarak Portekiz'den ürün tedarik etmelidir. Tedarik etmesi önerilen ürünler Ü16 ve Ü2'dir. Çünkü Tayvan varışlı bu iki ürünün Net Phi değerleri pozitiftir. Diğer Tayvan varışlı ürünlerin Net Phi değerlerinin negatif oluşu, Ü16 ve Ü2 ürünleri tedariğinin diğer ürünlere kıyasla dört kriter çerçevesinde üstün oluşudur. Tayvan'ın Hollanda üretim noktası çıkışlı ürünlerinin Net Phi değerleri negatiftir, dolayısıyla analize göre Tayvan'ın Hollanda'dan ürün tedarik etmesi önerilmemektedir. Bir diğer sipariş lokasyonu olan Dubai, hem Hollanda'dan hem Portekiz'den toplam 22

ürün tedarik edebilmektedir. Çünkü 22 adet ürünün Net Phi değeri pozitiftir ve diğer Dubai varışlı diğer (negatif Net Phi değerli) ürünlere göre daha üstündür. Dubai'de 16 ürünün tamamı tedarik edilebilir. Portekiz'den 16 ürünün hepsi Dubai'ye gönderilebilir görülmektedir. Bu 16 ürünün sıralaması Net Phi değerlerine göre Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5, Ü11, Ü4, Ü10, Ü1, Ü15, Ü13, Ü12, Ü8, Ü9, Ü16 şeklindedir. Dubai, Hollanda üretim noktasından sırasyla Ü7, Ü3, Ü6, Ü14, Ü2, Ü5 ürünlerini terdarik etme tercihinde bulunabilir. Sipariş lokasyonlarından Brezilya ise, Net Phi değerlerine bakıldığında en fazla tercih edilen ülkedir. Brezilya sırası ile Portekiz'den tüm ürünleri tedarik edebilir (Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12, Ü6, Ü8, Ü14, Ü4, Ü11). Ayrıca Brezilya sırası ile Ü10, Ü3, Ü13, Ü1, Ü7, Ü5, Ü9, Ü16, Ü2, Ü15, Ü12 ürünlerini Hollanda'dan tedarik edebilir ve etkin tedarik ağını kurabilir. Net üstünlükleri ifade eden Net Phi değerlerinin analizi ile yapılan bu uygulamada, işletmenin söz konusu ürün için Portekiz'den bir üretim noktası olarak daha fazla faydalandığı söylenebilmektedir. Sipariş lokasyonu olarak da Brezilya'ya daha fazla ürün dağıtımı yapıldığı görülmektedir. Dikkate alınan kriterlerin önem düzeyleri eşit alınmıştır. Kriterlerin önem düzeylerinin değişmesi durumunda değişen sonuçlar W*alking Weights* aracı ile incelenmiştir. Taşıma süresi ve taşıma maliyeti kriterlerinin önemi arttırılınca, Tayvan'a ürün tedariği yapılmamaktadır. Bu durum, Tayvan'ın diğer sipariş lokasyonlarının gerisinde kalmasının önemli nedenlerinden birinin bu iki kriter olabileceği şeklinde yorumlanabilmektedir. Satış fiyatı kriterinin önem düzeyi arttırılığında Tayvan'a gönderilen ürün sayısında artış olmaktadır. Ayrıca bu durumda Hollanda üretim noktasından tedarik edilen ürün sayısı da artmaktadır. Mevcut durumda eşit olmayan üretim noktaları verimliliği, satış fiyatı kriterinin önem düzeyinin arttırılması ile benzer oranlara ulaşmıştır. Son olarak üretim maliyeti kriterinin önem düzeyi arttırılarak analiz tekrarlanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Mevcut analizde Portekiz'den gönderilen ürün sayısı daha fazlayken, bu durumda Hollanda da üretim noktası olarak daha fazla önerilmektedir. Bu da Hollanda'nın üretim maliyeti kriterinin Portekiz'e göre daha avantajlı olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir.

Bu çalışmada hammadde tedariği ve nihai ürün dağıtımına yönelik tedarik zinciri planlaması, çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE kullanılarak gerçekleştirlmiştir. Bu yöntemin tedarik zinciri planlamasında bir araç

olarak kullanılabileceği, etkin çözümler sunduğu belirtilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, literatürde yer alan diğer çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılabilir, farklı sektörlerde farklı kriterler ele alınarak yöntemlerin geçerliliğine yönelik farklı bulgular sunulabilir.

KAYNAKÇA

Abacıoğlu, N. (2010). *Türkiye'de İlaç Sanayii*. İstanbul: ITO Yayınları.

Acar, A.Z. ve Bozaykut Bük, T. (2017). A General Review of Turkish Healthcare Supply Chain Management. *International Journal of Research in Business and Socıal Science*. 6(5): 13-27.

Agrawal, N. (2022). Multi-Criteria Decision-Making Toward Supplier Selection: Exploration of PROMETHEE II Method. *Benchmarking An International Journal*. 29(7): 2122-2146.

AIFD, Araştırmacı İlaç Firmaları Derneği (AIFD) Rakamlarla İlaç Sektörü Raporu, 2023.
https://www.aifd.org.tr/faaliyet-raporu-2022/dis-ticaret.php, (17.05.2023).

Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 5(9): 23-46.

Akmut, Ö., Aktaş, R., Aykaç, B., Doğanay, M. M., Durukan, T., Müftüoğlu, M.T. ve Yüksel, Ö. (2003). *Girişimciler İçin İşletme Yönetimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Alkan, A., Kasımoğlu, H.Ç., Çelik, C. ve Aladağ, Z. (2017). AHP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Lastik Üreticisi Bir Firma İçin Tedarikçi Seçimi. *Sakarya University Journal of Science*., 21(2): 261-269.

Arıkan, F. ve Küçükçe, Y. (2012). Satın Alma Faaliyeti İçin Bir Tedarikçi Seçimi-Değerlendirme Problemi ve Çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 27(2): 255-264.

Aruldoss, M., Lakshmi, T.M. ve Venkatesan, V.P. (2013). A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and its Applications. *American Journal of Information Systems*. 1(1): 31-43.

Ayçin, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Baki, B. (2004). *Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi*. Trabzon: Lega Kitabevi.

Bechtel, C. ve Jayaram, J. (1997). Supply Chain Management: A Strategic Perspective. *International Journal of Logistics Management*. 8(1): 15-33.

Belton, V. ve Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. London: Springer Science and Business Media.

Boer, L., Eva Labro, E. ve Morlacchi P. (2001). A Review f Methods Supporting Supplier Selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*. 7(2011): 75-89.

Bolstorff, P. ve Rosenbaum, R. (2007). *Supply Chain Excellence: A Handbook For Dramatic Improvement Using the SCOR Model* (Second Edition). New York: American Management Association (AMACOM).

Bortolini, M., Faccio, M., Ferrari, E., Gamberi, M. ve Pilati, F. (2016). Fresh Food Sustainable Distribution: Cost, Delivery Time and Carbon Footprint Three-Objective Optimization. *Journal of Food Engineering*, 174: 56-67.

Brans, J.P. ve Mareschal, B. (2005). PROMETHEE Methods. *Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys* (pp.163-186). New Yor: Springer.

Brugha, C.M. (2004). Structure of Multi-Criteria Decision-Making. *Journal of the Operational research Society*. 55(11): 1156-1168.

Cengiz, A.E., Aytekin, O., Ozdemir, I., Kusan, H. ve Cabuk, A. (2017). Multi-Criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. *Procedia Engineering*. 196: 294-301.

Chopra, S. ve Meindl, P. (2007). *Supply Chain Mangement: Strategy, Planning, and Operation*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. UK: Pearson.

Çiçek, E. ve Bay, M. (2007). Stratejik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 7(13): 91-117.

Dağdeviren M. ve Eraslan E. (2008). PROMETHEE Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der*. 23(1): 69-75.

Dalay, M. (2013). *Bir İşletmede Tüm Tedarik Zincirlerinin Etkin Yönetimi, Üretim, Planlama, Envanter, Taşımacılık, Dağıtım Süreçlerinin Optimizasyonu ve Yönetim Bilişim Sistemleri ile Uygulanması: SAP Destekli*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Demir, E. (2021). *Üretim Planlama ve Kontrol Süreçlerinde Veri Madenciliğinin Yeri ve Çok Kriterli Karar Alma Yaklaşımlarıyla Çözüm Önerileri: Bir İşletme Uygulaması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Deretarla, Ö., Erdebilli, B. ve Gündoğan, M. (2023). An Integrated Analytic Hierarchy Process and Complex Proportional Assessment for Vendor Selection in Supply Chain Management. *Decision Analytics Journal*. 6: 100155.

Dulmin, R. ve Mininno, V. (2003). Supplier Selection Using A Multi-Criteria Decision Aid Method. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 9(4): 177-187.

Eş, A. (2013). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye Ekonomisinde Yer Alan Sektörlerin Performanslarının Karşılaştırması.* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Frisch, R. (1965). *Theory of Production*. Holland: D. Reidel Publishing Company.

Galankashi M.R., Helmi S.A. ve Hashemzahi P. (2016). Supplier Selection in Automobile Industry: A Mixed Balanced Scorecard- Fuzzy AHP Approach. *Alexandria Engineering Journal*. 55(1): 93-100

Ganeshan, R. ve Harrison, T. P. (1995). *An Introduction to Supply Chain Management*. Penn State University, PA.

Gavade, R.K. (2014). Multi-Criteria Decision Making: An Overview of Different Selection Problems and Methods. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. 5(4): 5643-5646.

Gökalp, B. ve Soylu B. (2011). Tedarikçinin Süreçlerini İyileştirme Amaçlı Tedarikçi Seçim Problemi. *Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 23(1): 4-15.

Görçün, Ö.F. (2013). *Tedarik Zinciri Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Yayın.

Görener, A. (2009). Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı. *Beykent Üniversitesi Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi* 4(1): 99-110.

Guitouni, A. ve Martel, J.M. (1997). Tentative Guidelines to Help Choosing an Appropriate MCDA Method. *European Journal of Operational Research*. 109: 501-521.

Hsieh, T.Y., Lu, S.T. ve Tzeng, G.T. (2004). Fuzzy MCDM Approach For Planning and Design Tenders Selection In Public Office Buildings. *International Journal of Project Management*. 22(7): 573–584.

Hugos, M.H. (2018). *Essentials of Supply Chain Management*. USA: John Wiley & Sons.

İEİS (İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası). (2023). Dünya ve Türkiye İlaç Pazarı Raporu.
https://www.ieis.org.tr/tr/dunya-ve-turkiye-ilac-pazari, (18.05.2023).

Karadelioğlu, H. (2006). *Tedarikçi Değerlendirmede Temel Ölçütlerin Araştırılması ve Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karakaya, A. (2022). *Cost Minimization By Liner Shipping Transport Integration Into The Supply Chain and Supplier Selection*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Galatasaray Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kasapoğlu, Ö.A. ve Yurder, Y. (2013). Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci Uygulaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 15(1): 163- 195.

Keeney, R.L. ve Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. New York: Wiley.

Küçük, O. ve Ecer, F. (2007). Bulanık TOPSIS Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Erzurum'da Bir Uygulama. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 3(1): 45-65.

Küçük, O. ve Ecer, F. (2008). İmalatçı İşletmelerde Uygun Tedarikçi Seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Bir KOBİ Uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi.* 22(2): 435-450.

Lambert, D.M., (2008). *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*. Florida: Supply Chain Management Institute.

Lee, H.L., Whang, S. ve Padmanabhan, V. (1997). The Bullwhip Effect in Supply Chains. *Sloan Management Review*, Spring 1997: 93-102.

Liao, C.N. ve Kao, H.P. (2011). An Integrated Fuzzy TOPSIS and MCGP Approach to Supplier Selection in Supply Chain Management. *Expert Systems with Applications*. 38(9): 10803-10811.

Liu, Y., Chen, Y. ve Yang, G. (2018). Developing Multiobjective Equilibrium Optimization Method For Sustainable Uncertain Supply Chain Planning Problems. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 27(5): 1037-1051.

Locke, D. (1996). *Global Supply Management*. (First Edition). USA: McGraw-Hill, Inc.

Mabert, V. ve Venkataramanan, M. (1998). Special Research Focus on Supply Chain Linkages: Challenges for Design and Management in the 21st Century. *Decision Sciences*. 29(3): 537-552.

Mendoza, A. (2007). *Effective Methodologies for Supplier Selection and Order Quantity Allocation*. (Unpublished Doctoral Dissertation). The Pennsylvania State University.

Mentzer, J.T., Dewitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D. ve Zacharia, Z.G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*. 22(2): 1-25.

Meredith, J.R. ve Shafer, S.M. (2002). *Operations Management for MBAS*. (Second Edition). USA: John Wiley And Sons Inc..

Min, H. ve Zhou, G. (2002). Supply Chain Modeling: Past, Present and Future. *Computers & İndustrial Engineering*. 43(1-2): 231-249.

Nebol, E., Uslu, T. ve Uzel, E. (2013). *Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi*. İstanbul: Beta.

Özdemir, A.İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23: 87-96.

Özel, B. ve Özyörük, B. (2007). Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Tedarikçi Firma Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 22(3): 415-423.

Polat G. ve Eray E. (2015). An Integrated Approach Using AHP-ER to Supplier Selection in Railway Projects. *Procedia Engineering*, 123: 415-422.

Ross, D.F. (1998). The Challenge of Today's Business Environment. *Competing Through Supply Chain Management: Creating Marketwinning Strategies Through Supply Chain Partnerships* (pp.36-71). Boston: Kluwer Academic Publishers.

Ross, D.F. (2011). *Introduction to Supply Chain Management Technologies*. USA: CRC Press.

Rushton, A., Croucher, P. ve Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding The Supply Chain*. UK: Kogan Page Publishers.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.

Samvedi, A., Jain, V. ve Chan, F.T. (2013). Quantifying Risks in A Supply Chain Through Integration of Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS. *International Journal of Production Research*, 51(8): 2433-2442.

Schoenfeldt, T.I. (2008). *A Practical Application of Supply Chain Management Principles*. USA: ASQ Quality Press.

Stevens, G. (1989). Integrating the Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*. 8(8): 3-8.

Stevenson, W., Hojati, M. ve Cao, J. (2014). *Operations Management*. USA: McGraw-Hill Education.

Supçiller, A. ve Çapraz , O. (2011). AHP-TOPSIS Yöntemine Da yali Tedarikçi Seçimi Uygulamasi . *Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal*. 13: 1-22.

Sureeyatanapas, P., Sriwattananusart, K., Niyamosoth, T., Sessomboon, W. ve Arunyanart, S. (2018). Supplier Selection Towards Uncertaion and Unavailable Information: An Extension of TOPSIS Method. *Operations Research Perspectives*. 5: 69-79.

Şenkayas, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*. 3: 63-80.

Şerbetçioğlu, H. (2007). *İnşaat Tedarik Zinciri Yönetimi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şimşek, A., Çatır, O. ve Ömürbek, N. (2015). TOPSIS ve MOORA Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 18(33): 133-161.

Taha, H.A. (2000). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Tam M.C.T. ve Tummala V.M.R. (2001). An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System. *Omega.* 29: 171-182.

Tan, K.C. (2001). A Framework of Supply Chain Management Literature. *European Journal of Purchasing and Supply Management.* 7(1): 39-48.

Tek, Ö. B. ve Karaduman, İ. (2012). *Tedarik Zinciri Bakış Açısıyla Lojistik Yönetimi: Küresel Yönetimsel Yaklaşım Türkiye Uygulamaları*. İstanbul: Ekonomi Yayınları.

Tengilimoğulu, D. ve Yiğit, V. (2013). *Sağlık İşletmelerinde Tedarik Zinciri ve Malzeme Yönetimi*. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

Tosun, K. (1992). *İşletme Yönetimi*. Ankara: Savaş Yayınları.

Ünver, C. (2010). *Tedarikçi Seçimine Bulanık AHP Yaklaşımı ve Bir Uygulama*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Visual PROMETHEE Paket Programı, Akademik Versiyon. http://en.PROMETHEE-gaia.net/visual-PROMETHEE.html, (25.04.2023).

Von Winterfeldt, D. (1980). Structuring decision problems fordecision analysis. *Acta Psychol*. 45: 71-93.

Wang, J.J. ve Yang, D.L. (2007). Using a Hybridmulti-Criteria Decision Aid Method for Information Systems Outsourcing. *Computers & Operations Research*. 34(12): 3691-3700.

Yalçın, S. (2020). *Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Portföy Seçimi: BIST'te Bir Uygulama.* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

EKLER

EK 1: Sipariş Lokasyonlarına Dağıtım Kararı için Tüm Analiz Sonuçlar

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,7368	0,7842	0,0474
2	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,7316	0,7789	0,0474
3	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,7316	0,7789	0,0474
4	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,6789	0,7526	0,0737
5	Ü7 Portekiz-Dubai	0,6263	0,7263	0,1
5	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,6263	0,7263	0,1
7	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,6105	0,7211	0,1105
8	Ü3 Portekiz-Dubai	0,5737	0,7	0,1263
8	Ü6 Portekiz-Dubai	0,5737	0,7	0,1263
8	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,5737	0,7	0,1263
11	Ü14 Portekiz-Dubai	0,5632	0,6947	0,1316
12	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,5368	0,6842	0,1474
13	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,5	0,6632	0,1632
14	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,4632	0,6421	0,1789
15	Ü2 Portekiz-Dubai	0,4526	0,6421	0,1895
16	Ü5 Portekiz-Dubai	0,4474	0,6368	0,1895
17	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,4421	0,6579	0,2158
18	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,4368	0,6526	0,2158
18	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,4368	0,6526	0,2158
20	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,3842	0,6263	0,2421
21	Ü12 Portekiz-Brezilya	0,3632	0,5947	0,2316
22	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,3316	0,6	0,2684
23	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,3158	0,5947	0,2789
24	Ü11 Portekiz-Dubai	0,3105	0,5632	0,2526
25	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,2789	0,5737	0,2947
26	Ü4 Portekiz-Dubai	0,2737	0,5526	0,2789
27	Ü10 Portekiz-Dubai	0,2526	0,5368	0,2842
28	Ü7 Hollanda-Dubai	0,2474	0,5579	0,3105
29	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,2421	0,5579	0,3158
30	Ü1 Portekiz-Dubai	0,2316	0,5263	0,2947
31	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,2053	0,5368	0,3316
32	Ü3 Hollanda-Dubai	0,1947	0,5316	0,3368
33	Ü6 Hollanda-Dubai	0,1947	0,5316	0,3368
34	Ü14 Hollanda-Dubai	0,1842	0,5263	0,3421
35	Ü6 Portekiz-Brezilya	0,1684	0,5	0,3316
35	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,1684	0,5158	0,3474
37	Ü15 Portekiz-Dubai	0,1579	0,4947	0,3368
38	Ü13 Portekiz-Dubai	0,1421	0,4789	0,3368
39	Ü8 Portekiz-Brezilya	0,1368	0,4789	0,3421

40	Ü16 Portekiz-Tayvan	0,1316	0,5211	0,3895
41	Ü12 Portekiz-Dubai	0,1158	0,4684	0,3526
42	Ü8 Portekiz-Dubai	0,1105	0,4684	0,3579
42	Ü9 Portekiz-Dubai	0,1105	0,4684	0,3579
44	Ü14 Portekiz-Brezilya	0,1053	0,4684	0,3632
45	Ü4 Portekiz-Brezilya	0,1053	0,4684	0,3632
46	Ü2 Portekiz-Tayvan	0,1	0,5053	0,4053
47	Ü11 Portekiz-Brezilya	0,0842	0,4579	0,3737
48	Ü2 Hollanda-Dubai	0,0737	0,4737	0,4
49	Ü16 Portekiz-Dubai	0,0737	0,4526	0,3789
50	Ü5 Hollanda-Dubai	0,0684	0,4684	0,4
51	Ü12 Hollanda-Brezilya	0,0684	0,4684	0,4
52	Ü16 Hollanda-Tayvan	-0,0368	0,4368	0,4737
53	Ü2 Hollanda-Tayvan	-0,0684	0,4211	0,4895
54	Ü11 Hollanda-Dubai	-0,0684	0,3947	0,4632
55	Ü4 Hollanda-Dubai	-0,1053	0,3842	0,4895
56	Ü8 Portekiz-Tayvan	-0,1053	0,4	0,5053
57	Ü10 Hollanda-Dubai	-0,1263	0,3684	0,4947
57	Ü6 Hollanda-Brezilya	-0,1263	0,3737	0,5
59	Ü1 Hollanda-Dubai	-0,1474	0,3579	0,5053
60	Ü4 Portekiz-Tayvan	-0,1526	0,3789	0,5316
61	Ü8 Hollanda-Brezilya	-0,1579	0,3526	0,5105
62	Ü11 Portekiz-Tayvan	-0,1842	0,3632	0,5474
63	Ü14 Hollanda-Brezilya	-0,1895	0,3421	0,5316
64	Ü4 Hollanda-Brezilya	-0,1895	0,3421	0,5316
65	Ü11 Hollanda-Brezilya	-0,2105	0,3316	0,5421
66	Ü15 Hollanda-Dubai	-0,2211	0,3263	0,5474
67	Ü13 Hollanda-Dubai	-0,2368	0,3105	0,5474
68	Ü12 Hollanda-Dubai	-0,2632	0,3	0,5632
69	Ü8 Hollanda-Dubai	-0,2684	0,3	0,5684
69	Ü9 Hollanda-Dubai	-0,2684	0,3	0,5684
71	Ü8 Hollanda-Tayvan	-0,2737	0,3158	0,5895
72	Ü16 Hollanda-Dubai	-0,3053	0,2842	0,5895
73	Ü4 Hollanda-Tayvan	-0,3211	0,2947	0,6158
74	Ü13 Portekiz-Tayvan	-0,3368	0,2842	0,6211
75	Ü11 Hollanda-Tayvan	-0,3526	0,2789	0,6316
76	Ü9 Portekiz-Tayvan	-0,3579	0,2789	0,6368
77	Ü10 Portekiz-Tayvan	-0,3632	0,2737	0,6368
78	Ü12 Portekiz-Tayvan	-0,4263	0,2421	0,6684
79	Ü7 Portekiz-Tayvan	-0,4474	0,2316	0,6789
80	Ü5 Portekiz-Tayvan	-0,4579	0,2263	0,6842
81	Ü1 Portekiz-Tayvan	-0,4895	0,2105	0,7
82	Ü13 Hollanda-Tayvan	-0,5053	0,2	0,7053

83	Ü9 Hollanda-Tayvan	-0,5263	0,1947	0,7211
84	Ü10 Hollanda-Tayvan	-0,5316	0,1895	0,7211
85	Ü15 Portekiz-Tayvan	-0,5368	0,1842	0,7211
86	Ü3 Portekiz-Tayvan	-0,5421	0,1789	0,7211
87	Ü14 Portekiz-Tayvan	-0,5842	0,1632	0,7474
88	Ü12 Hollanda-Tayvan	-0,5947	0,1579	0,7526
89	Ü7 Hollanda-Tayvan	-0,6158	0,1474	0,7632
90	Ü5 Hollanda-Tayvan	-0,6263	0,1421	0,7684
91	Ü1 Hollanda-Tayvan	-0,6579	0,1263	0,7842
92	Ü6 Portekiz-Tayvan	-0,6789	0,1158	0,7947
93	Ü15 Hollanda-Tayvan	-0,7053	0,1	0,8053
94	Ü3 Hollanda-Tayvan	-0,7105	0,0947	0,8053
95	Ü14 Hollanda-Tayvan	-0,7526	0,0789	0,8316
96	Ü6 Hollanda-Tayvan	-0,8474	0,0316	0,8789

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

EK 2: Taşıma Süresi Kriteri Avantajlı Sonuçlar

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,6989	0,7179	0,0189
2	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,7158	0,0189
2	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,7158	0,0189
4	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,6758	0,7053	0,0295
5	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,6547	0,6947	0,04
6	Ü7 Portekiz-Dubai	0,6547	0,6947	0,04
7	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,6484	0,6926	0,0442
8	Ü3 Portekiz-Dubai	0,6337	0,6842	0,0505
8	Ü6 Portekiz-Dubai	0,6337	0,6842	0,0505
8	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,6337	0,6842	0,0505
11	Ü14 Portekiz-Dubai	0,6295	0,6821	0,0526
12	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,6189	0,6779	0,0589
13	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,6042	0,6695	0,0653
14	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,5895	0,6611	0,0716
15	Ü2 Portekiz-Dubai	0,5853	0,6611	0,0758
16	Ü5 Portekiz-Dubai	0,5832	0,6589	0,0758
17	Ü12 Portekiz-Brezilya	0,5495	0,6421	0,0926
18	Ü11 Portekiz-Dubai	0,5284	0,6295	0,1011
19	Ü4 Portekiz-Dubai	0,5137	0,6253	0,1116
20	Ü10 Portekiz-Dubai	0,5053	0,6189	0,1137
21	Ü1 Portekiz-Dubai	0,4968	0,6147	0,1179
22	Ü6 Portekiz-Brezilya	0,4716	0,6042	0,1326
23	Ü15 Portekiz-Dubai	0,4674	0,6021	0,1347
24	Ü13 Portekiz-Dubai	0,4611	0,5958	0,1347
25	Ü8 Portekiz-Brezilya	0,4589	0,5958	0,1368
26	Ü12 Portekiz-Dubai	0,4505	0,5916	0,1411
27	Ü9 Portekiz-Dubai	0,4484	0,5916	0,1432
28	Ü8 Portekiz-Dubai	0,4484	0,5916	0,1432
29	Ü4 Portekiz-Brezilya	0,4463	0,5916	0,1453
30	Ü14 Portekiz-Brezilya	0,4463	0,5916	0,1453
31	Ü11 Portekiz-Brezilya	0,4379	0,5874	0,1495
32	Ü16 Portekiz-Dubai	0,4337	0,5853	0,1516
33	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,1768	0,4653	0,2884
34	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,1747	0,4632	0,2884
34	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,1747	0,4632	0,2884
36	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,1537	0,4526	0,2989
37	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,1326	0,4421	0,3095
38	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,1263	0,44	0,3137

39	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,1116	0,4316	0,32
40	Ü7 Hollanda-Dubai	0,0989	0,4253	0,3263
41	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,0968	0,4253	0,3284
42	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,0821	0,4168	0,3347
43	Ü3 Hollanda-Dubai	0,0779	0,4147	0,3368
43	Ü6 Hollanda-Dubai	0,0779	0,4147	0,3368
45	Ü14 Hollanda-Dubai	0,0737	0,4126	0,3389
46	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,0674	0,4084	0,3411
47	Ü2 Hollanda-Dubai	0,0295	0,3916	0,3621
48	Ü5 Hollanda-Dubai	0,0274	0,3895	0,3621
49	Ü12 Hollanda-Brezilya	0,0274	0,3895	0,3621

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

EK 3: Taşıma Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,6989	0,7179	0,0189
2	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,7158	0,0189
2	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,7158	0,0189
4	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,6758	0,7053	0,0295
5	Ü7 Portekiz-Dubai	0,6547	0,6947	0,04
5	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,6547	0,6947	0,04
7	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,6484	0,6926	0,0442
8	Ü3 Portekiz-Dubai	0,6337	0,6842	0,0505
8	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,6337	0,6842	0,0505
10	Ü6 Portekiz-Dubai	0,6337	0,6842	0,0505
11	Ü14 Portekiz-Dubai	0,6295	0,6821	0,0526
12	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,6189	0,6779	0,0589
13	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,6042	0,6695	0,0653
14	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,5895	0,6611	0,0716
15	Ü2 Portekiz-Dubai	0,5853	0,6611	0,0758
16	Ü5 Portekiz-Dubai	0,5832	0,6589	0,0758
17	Ü12 Portekiz-Brezilya	0,5495	0,6421	0,0926
18	Ü11 Portekiz-Dubai	0,5284	0,6295	0,1011
19	Ü4 Portekiz-Dubai	0,5137	0,6253	0,1116
20	Ü10 Portekiz-Dubai	0,5053	0,6189	0,1137
21	Ü1 Portekiz-Dubai	0,4968	0,6147	0,1179
22	Ü6 Portekiz-Brezilya	0,4716	0,6042	0,1326
23	Ü15 Portekiz-Dubai	0,4674	0,6021	0,1347
24	Ü13 Portekiz-Dubai	0,4611	0,5958	0,1347
25	Ü8 Portekiz-Brezilya	0,4589	0,5958	0,1368
26	Ü12 Portekiz-Dubai	0,4505	0,5916	0,1411
27	Ü9 Portekiz-Dubai	0,4484	0,5916	0,1432
28	Ü8 Portekiz-Dubai	0,4484	0,5916	0,1432
29	Ü4 Portekiz-Brezilya	0,4463	0,5916	0,1453
30	Ü14 Portekiz-Brezilya	0,4463	0,5916	0,1453
31	Ü11 Portekiz-Brezilya	0,4379	0,5874	0,1495
32	Ü16 Portekiz-Dubai	0,4337	0,5853	0,1516
33	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,2779	0,5663	0,2884
34	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,2758	0,5642	0,2884
34	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,2758	0,5642	0,2884
36	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,2547	0,5537	0,2989
37	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,2337	0,5432	0,3095
38	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,2274	0,5411	0,3137

39	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,2126	0,5326	0,32
40	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,1979	0,5263	0,3284
41	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,1832	0,5179	0,3347
42	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,1684	0,5095	0,3411
43	Ü12 Hollanda-Brezilya	0,1284	0,4905	0,3621
44	Ü6 Hollanda-Brezilya	0,0505	0,4526	0,4021
45	Ü8 Hollanda-Brezilya	0,0379	0,4442	0,4063
46	Ü4 Hollanda-Brezilya	0,0253	0,44	0,4147
46	Ü14 Hollanda-Brezilya	0,0253	0,44	0,4147
48	Ü11 Hollanda-Brezilya	0,0168	0,4358	0,4189

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

EK 4: Satış Fiyatı Kriteri Avantajlı Sonuçlar

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,8653	0,8947	0,0295
2	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,8358	0,88	0,0442
3	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,7832	0,8547	0,0716
4	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,7474	0,8442	0,0968
5	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,7368	0,8316	0,0947
6	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,7179	0,8295	0,1116
7	Ü3 Portekiz-Dubai	0,7095	0,8105	0,1011
8	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,8042	0,1074
9	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,6653	0,8042	0,1389
10	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,6189	0,7811	0,1621
11	Ü7 Portekiz-Dubai	0,6168	0,7705	0,1537
12	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,6042	0,7579	0,1537
13	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,5789	0,7537	0,1747
14	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,5705	0,7474	0,1768
15	Ü3 Hollanda-Dubai	0,5579	0,7432	0,1853
16	Ü2 Portekiz-Tayvan	0,5579	0,7579	0,2
17	Ü16 Portekiz-Tayvan	0,5326	0,7389	0,2063
18	Ü14 Portekiz-Dubai	0,5032	0,7074	0,2042
19	Ü2 Portekiz-Dubai	0,4968	0,7116	0,2147
20	Ü2 Hollanda-Tayvan	0,4905	0,7242	0,2337
21	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,4863	0,7074	0,2211
22	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,4779	0,6947	0,2168
23	Ü7 Hollanda-Dubai	0,4653	0,7032	0,2379
24	Ü16 Hollanda-Tayvan	0,4653	0,7053	0,24
25	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,4526	0,6968	0,2442
26	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,36	0,6442	0,2842
27	Ü14 Hollanda-Dubai	0,3516	0,64	0,2884
28	Ü2 Hollanda-Dubai	0,3453	0,6442	0,2989
29	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,3116	0,6105	0,2989
30	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,3074	0,6168	0,3095
31	Ü6 Portekiz-Dubai	0,2295	0,5705	0,3411
32	Ü10 Portekiz-Dubai	0,2274	0,5684	0,3411
33	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,1937	0,56	0,3663
34	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,1895	0,5663	0,3768
35	Ü11 Portekiz-Tayvan	0,1537	0,5495	0,3958
36	Ü8 Portekiz-Tayvan	0,1347	0,5389	0,4042
37	Ü10 Portekiz-Tayvan	0,1326	0,5389	0,4063
38	Ü11 Hollanda-Tayvan	0,0863	0,5158	0,4295

39	Ü14 Portekiz-Brezilya	0,08	0,5032	0,4232
40	Ü5 Portekiz-Dubai	0,0779	0,4947	0,4168
41	Ü6 Hollanda-Dubai	0,0779	0,5032	0,4253
42	Ü10 Hollanda-Dubai	0,0758	0,5011	0,4253
43	Ü8 Hollanda-Tayvan	0,0674	0,5053	0,4379
44	Ü10 Hollanda-Tayvan	0,0653	0,5053	0,44
45	Ü13 Portekiz-Tayvan	0,0421	0,4926	0,4505
46	Ü1 Portekiz-Dubai	0,0295	0,4758	0,4463
47	Ü11 Portekiz-Dubai	0,0232	0,4653	0,4421
48	Ü9 Portekiz-Dubai	0,0063	0,4653	0,4589

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

EK 5: Üretim Maliyeti Kriteri Avantajlı Sonuçlar

Sıralama	Alternatifler	Net Phi	Phi+	Phi-
1	Ü5 Portekiz-Brezilya	0,8379	0,8821	0,0442
2	Ü3 Portekiz-Brezilya	0,8358	0,88	0,0442
3	Ü10 Portekiz-Brezilya	0,8126	0,8695	0,0568
4	Ü6 Portekiz-Dubai	0,7979	0,8611	0,0632
5	Ü5 Hollanda-Brezilya	0,72	0,8316	0,1116
6	Ü3 Hollanda-Brezilya	0,7179	0,8295	0,1116
6	Ü7 Portekiz-Brezilya	0,7179	0,8211	0,1032
8	Ü13 Portekiz-Brezilya	0,6968	0,8042	0,1074
9	Ü10 Hollanda-Brezilya	0,6947	0,8189	0,1242
10	Ü6 Hollanda-Dubai	0,6463	0,7937	0,1474
11	Ü7 Hollanda-Brezilya	0,6	0,7705	0,1705
12	Ü7 Portekiz-Dubai	0,5789	0,7453	0,1663
13	Ü13 Hollanda-Brezilya	0,5789	0,7537	0,1747
14	Ü12 Portekiz-Brezilya	0,5495	0,7305	0,1811
15	Ü5 Portekiz-Dubai	0,5453	0,7347	0,1895
16	Ü1 Portekiz-Brezilya	0,4989	0,7053	0,2063
17	Ü16 Portekiz-Tayvan	0,4947	0,7263	0,2316
18	Ü14 Portekiz-Dubai	0,4905	0,7074	0,2168
19	Ü9 Portekiz-Brezilya	0,4568	0,6842	0,2274
20	Ü12 Hollanda-Brezilya	0,4316	0,68	0,2484
21	Ü4 Portekiz-Tayvan	0,4316	0,6947	0,2632
22	Ü7 Hollanda-Dubai	0,4274	0,6779	0,2505
23	Ü16 Hollanda-Tayvan	0,4274	0,6926	0,2653
24	Ü4 Portekiz-Dubai	0,4	0,6632	0,2632
25	Ü5 Hollanda-Dubai	0,3937	0,6674	0,2737
26	Ü1 Hollanda-Brezilya	0,3811	0,6547	0,2737
27	Ü2 Portekiz-Tayvan	0,3684	0,6568	0,2884
28	Ü4 Hollanda-Tayvan	0,3642	0,6611	0,2968
29	Ü15 Portekiz-Brezilya	0,3621	0,6358	0,2737
30	Ü9 Hollanda-Brezilya	0,3389	0,6337	0,2947
31	Ü14 Hollanda-Dubai	0,3389	0,64	0,3011
32	Ü3 Portekiz-Dubai	0,3179	0,6211	0,3032
33	Ü2 Hollanda-Tayvan	0,3011	0,6232	0,3221
34	Ü4 Hollanda-Dubai	0,2484	0,5958	0,3474
35	Ü15 Hollanda-Brezilya	0,2442	0,5853	0,3411
36	Ü6 Portekiz-Brezilya	0,2063	0,5663	0,36
37	Ü2 Portekiz-Brezilya	0,1874	0,5558	0,3684
38	Ü3 Hollanda-Dubai	0,1663	0,5537	0,3874

39	Ü11 Portekiz-Dubai	0,1621	0,5284	0,3663
40	Ü2 Portekiz-Dubai	0,1432	0,5347	0,3916
41	Ü8 Portekiz-Tayvan	0,1347	0,5389	0,4042
42	Ü16 Portekiz-Brezilya	0,1263	0,5263	0,4
43	Ü13 Portekiz-Dubai	0,0947	0,4947	0,4
44	Ü6 Hollanda-Brezilya	0,0884	0,5158	0,4274
45	Ü12 Portekiz-Dubai	0,0842	0,4905	0,4063
46	Ü2 Hollanda-Brezilya	0,0695	0,5053	0,4358
47	Ü8 Hollanda-Tayvan	0,0674	0,5053	0,4379
48	Ü11 Hollanda-Dubai	0,0105	0,4611	0,4505
49	Ü16 Hollanda-Brezilya	0,0084	0,4758	0,4674

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.