



**TEDARİK ZİNCİRİ AĞINDA
RİSKİN YÖNETİMİ:
TEDARİK YÖNLÜ BİR KARAR
DESTEK SİSTEMİ TASARIMI**

Hamit ERDAL

**Doktora Tezi
İşletme Ana Bilim Dalı
Prof.Dr. Osman DEMİRDÖĞEN
2017**

Her Hakkı Saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI

Hamit ERDAL

TEDARİK ZİNCİRİ AĞINDA RİSKİN YÖNETİMİ:
TEDARİK YÖNLÜ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI

DOKTORA TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN

ERZURUM 2017

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	XII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ

1.1. TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ	6
1.1.1. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Önemi	12
1.1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Amacı ve Faydaları	20
1.2. TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ SÜREÇ VE YÖNTEMLERİ	22
1.2.1. Risk Tanımlama	27
1.2.1.1. Tedarik Zinciri Risk Tanımları	29
1.2.1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları	30
1.2.1.3. Tedarik Zinciri Risk Türleri	31
1.2.1.4. Tedarik Zinciri Risk Faktörleri	36
1.2.1.5. Risk Tanımlama Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler	41
1.2.2. Risk Değerlendirme	43
1.2.2.1. Risk Değerlendirme Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler	45
1.2.3. Risk Hafifletme	50
1.2.3.1. Risk Hafifletme Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler	54

1.2.4. Risk Takip ve Gözetimi	60
1.2.4.1. Risk Takip ve Gözetimi Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler	62
1.2.5. Birden Fazla Sürecin Ele Alındığı Çalışmalar	63

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİNE YÖNELİK

KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI

2.1. ÖNERİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GENEL ÇERÇEVESİ	69
2.2. TEDARİK ZİNCİRİNİN TANIMLANMASI	71
2.2.1. Kavramsal Modelin Geliştirilmesi	71
2.3. MİNİMUM MALİYETLİ TEDARİK PLANININ OLUŞTURULMASI	74
2.3.1. Matematiksel Modelin Geliştirilmesi	74
2.3.1.1. Modelin Formülasyonu	74
2.3.1.2. Modelin Doğrulaması ve Geçerlemesi	78
2.3.1.3. Modelin Çözümü	78
2.4. RİSK TANIMLAMA	79
2.5. RİSK DEĞERLENDİRME	80
2.5.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Risk Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	83
2.5.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerinin Belirlenmesi	94
2.6. RİSK HAFİFLETME	104
2.6.1. Sezgisel Algoritmanın Geliştirilmesi	105
2.6.2. Sezgisel Algoritma ile Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerine Göre Revize Tedarik Planının Oluşturulması	111
2.7. RİSK TAKİP VE GÖZETİMİ	118

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARAR DESTEK SİSTEMİNİN YAZILIMA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE ÖRNEK BİR UYGULAMA

3.1. YAZILIM HAKKINDA GENEL BİLGİLER	121
3.2. ÖRNEK UYGULAMA	121
3.2.1. Tedarik Zincirinin Tanımlanması	125
3.2.2. Minimum Maliyetli Tedarik Planının Oluşturulması.....	132
3.2.3. Risk Tanımlama	133
3.2.4. Risk Değerlendirme	135
3.2.5. Risk Hafifletme	140
3.2.6. Risk Takip ve Gözetimi	141
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	146
KAYNAKÇA	150
EKLER.....	178
EK 1. Geliştirilen Modelin GAMS Kodu	178
EK 2. Veri Setlerinin Parametre Değerleri ve Matematiksel Model ile Çözüm Sonuçları	182
EK 3. Veri Setleri için Bulanık DEMATEL-Bulanık TOPSIS Hesaplamaları.....	187
EK 4. Geliştirilen Sezgisel Algoritmanın Kaynak Kodu	214
EK 5. Veri Setlerinin Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları	225
EK 6. TZRY-KDS Programının Kullanım Kılavuzu	230

ÖZET

DOKTORA TEZİ

**TEDARİK ZİNCİRİ AĞINDA RİSKİN YÖNETİMİ:
TEDARİK YÖNLÜ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI****Hamit ERDAL****Tez Danışmanı: Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN****2017, VI-273 sayfa****Juri: Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN****Prof. Dr. Orhan KÜÇÜK****Prof. Dr. T.Şükrü YAPRAKLI****Yrd.Doç. Dr. Dilşad GÜZEL****Yrd. Doç Dr. Abdüssamet POLATER**

Bu tez çalışmasında, tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY)'ne yönelik maliyet/risk ödünleşmesini esas alan bir karar destek sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada, tedarik zinciri (TZ)'nin sürekliliğinin sağlanması kapsamında sadece maliyetlerin göz önüne alınmadığı, bunun yanında tedarikçiler ve tedarikçilerden üretim tesislerine uzanan dağıtım ağındaki olası risklerinde değerlendirilmesini sağlayarak üretim ve stok planlamalarına yönelik daha gerçekçi kararlar alınabilmesini ve bu sayede sürdürülebilirliğin sağlanabilmesini amaçlayan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu genel çerçevede, TZ risklerinin hafifletilmesinde tedarikçilerin risk profili ve dağıtım kanalının riskleri ile toplam maliyetler hiyerarşik bir yapıda değerlendirilerek, olası herhangi bir kesinti durumunda üretici firmanın riskten daha az etkilenmesi sağlanmış olacaktır. Tedarikçiler ve bu tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağın riskinin değerlendirmeye alınması esnasında en az maliyet ve riski oluşturan dağıtım kanalından en fazla tedarikin gerçekleşmesi, hatta risk ve toplam maliyetler arasında ödünleşme yapmak sureti ile karar vericiye alternatifler arasından seçim yapma imkânı sağlanması hedeflenmiştir. Çalışma neticesinde önerilen karar destek sistemi, istenen sayıda tedarikçi ile istenen sayıda üretim merkezi arasında istenen sayıda karar vericinin görüşlerine yer vererek kullanıcının kendi problem sahasına yönelik spesifik riskleri belirleyebildiği, optimal/optimale yakın sonuçları çok kısa bir sürede elde edebildiği bir yazılıma dönüştürülmüştür. Bu sayede önerilen karar destek sisteminin kullanıldığı bir planlama ile riske göre revize edilen tedarik planı neticesinde tedarikçilerden veya dağıtım kanallarından kaynaklanabilecek bir kesintiden etkilenme derecesi azaltılmış olacaktır. Böylece, bildiğimiz kadarıyla, bu tez çalışmasında, bütün TZRY süreçlerin değerlendirildiği literatürdeki ilk metodoloji ve ilk yazılım geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri, Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Tamsayılı Programlama, Grup Karar Verme, Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS, Risk Tanımlama, Risk Değerlendirme, Risk Hafifletme, Risk Takip ve Gözetimi, Karar Destek Sistemi.

ABSTRACT**Ph. D. DISSERTATION****RISK MANAGEMENT ON SUPPLY CHAIN NETWORK: A SUPPLY SIDE
DECISION SUPPORT SYSTEM DESIGN****Hamit ERDAL****Advisor: Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN****2017, VI-273 pages****Jury: Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN
Prof. Dr. Orhan KÜÇÜK
Prof. Dr. T.Şükrü YAPRAKLI
Assist. Prof. Dr. Dilşad GÜZEL
Assist. Prof. Dr. Abdüssamet POLATER**

In this thesis, it is intended to develop a decision support system for supply chain risk management (SCRM) based on cost/risk netting. In this manner, by ensuring the continuity of the SC, It is developed a decision support system that aims not only to take into account only the cost, but to evaluate possible risks on the distribution network that ranges from suppliers to production facilities, so that more realistic decisions about stock planning can be made and continuity can be maintained. In this framework, to lessen SC risks, risk profiles of suppliers, risks of distribution channels and total costs will be examined in a hierarchical manner, and it will be ensured that the producer is affected less in the case of a possible interruption. While evaluating the risk of suppliers and the network that links the suppliers to the production facilities, it is intended that the most supply flows through the distribution channel with the least cost and risk, and that the decision maker has the opportunity to choose from the alternatives by means of risk and total cost netting. The proposed decision support system as a result of the study is transformed into a software that is able to identify specific risks about user's own problem field, taking into account the opinions of a desired number of decision makers between a desired number of suppliers and a desired number of production centers; and is able to produce optimal or near-optimal results in a short span of time. In this way, by using a recommended decision support system in planning and as a result of a supply plan revised according to the risk, the degree of exposure to interruption due to suppliers or distribution channels will be minimized. Consequently, to the best of our knowledge, in this thesis, the first methodology and the first software in literature that evaluates all SCRM processes has been developed.

Keywords: Supply Chain, Supply Chain Risk Management, Integer Programming, Group Decision Making, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy TOPSIS, Risk Identification, Risk Assessment, Risk Mitigation, Risk Monitoring, Decision Support System.

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim sürecinde ve tezimin her aşamasında değerli katkıları, her zaman yapıcı ve pozitif yaklaşımları ve her türlü desteklerinden dolayı tez danışmanım Prof. Dr. Osman DEMİRDÖĞEN'e,

Değerli katkıları için tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Ö. Selçuk EMSEN ve Yrd.Doç.Dr. Dilşad GÜZEL'e,

Geliştirilen metodolojinin yazılıma dönüştürülmesi sürecinde değerli katkılarını esirgemeyen dostum, Arş.Gör.Sinan KUL'a,

TÜBİTAK BİDEB 2211-Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında burs aldığım Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na,

Ayrıca bu süreçte desteği ve sevgisi ile her zaman yanımda olan değerli eşim Nagihan Name ERDAL'a çok teşekkür ederim.

Son olarak oyun zamanlarından çaldığım yavrularım Doruk Hakan ve Aybike Reyhan'dan çok ama çok özür dilerim.

Erzurum-2017

Hamit ERDAL

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Ritchie ve Brindley Tarafından Önerilen TZRY Süreci	23
Şekil 1. 2. Ellegaard Tarafından Önerilen TZRY Süreci	24
Şekil 1. 3. Manuj ve Mentzer Tarafından Önerilen TZRY Süreci.....	24
Şekil 1. 4. SCRLC Tarafından Önerilen TZRY Süreci.....	25
Şekil 1. 5. Waters Tarafından Önerilen TZRY Süreci	25
Şekil 1. 6. Tummala ve Schoenherr Tarafından Önerilen Üç Aşamalı TZRY Süreci	26
Şekil 1. 7. Ho ve diğ. Tarafından Önerilen TZRY Süreci.....	26
Şekil 2. 1. Geliştirilen Karar Destek Sisteminin Yapısı.....	70
Şekil 2. 2. Örnek Ağ Yapısı	72
Şekil 2. 3. Risk Değerlendirme için Önerilen Bütünleşik Yaklaşım.....	82
Şekil 2. 4. Etki (Neden-Sonuç İlişki) Diyagramı	94
Şekil 2. 5. Geliştirilen Sezgisel Algoritmanın Akış Diyagramı	106
Şekil 3. 1. Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe Üretim Süreci.....	122
Şekil 3. 2. Örnek Bir Tekstil ve Hazır Giyim TZ Ağ Yapısı	123
Şekil 3. 3. Temel Bilgiler Veri Girişi	127
Şekil 3. 4. Talep Veri Girişi	127
Şekil 3. 5. Mesafe Veri Girişi	128
Şekil 3. 6. Sipariş Maliyeti Veri Girişi.....	128
Şekil 3. 7. Satınalma Maliyeti Veri Girişi.....	129
Şekil 3. 8. Maksimum Tedarik Miktarı Veri Girişi.....	129
Şekil 3. 9. Minimum Tedarik Miktarı Veri Girişi	130
Şekil 3. 10. Taşıma Maliyeti Veri Girişi	130

VIII

Şekil 3. 11. Müşteri Hizmet Düzeyi Veri Girişi.....	131
Şekil 3. 12. Temin Süresi Veri Girişi.....	131
Şekil 3. 13. Minimum Maliyetli Tedarik Planının Hesaplanması.....	132
Şekil 3. 14. Karar Vericilerin Tanımlanması	134
Şekil 3. 15. Risk Faktörleri Veri Girişi.	134
Şekil 3. 16. Firma Sahibinin Risk Ağırlık Değerlendirmeleri	135
Şekil 3. 17. Satınalma Müdürünün Risk Ağırlık Değerlendirmeleri.	136
Şekil 3. 18. Lojistik Müdürünün Risk Ağırlık Değerlendirmeleri.....	136
Şekil 3. 19. Risk Ağırlıkları ve Etki Diyagramı.....	137
Şekil 3. 20. Firma Sahibinin Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi	138
Şekil 3. 21. Satınalma Müdürünün Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi.	138
Şekil 3. 22. Lojistik Müdürünün Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi.....	139
Şekil 3. 23. Risk Profil Değerlerinin Hesaplanması	139
Şekil 3. 24. Revize Tedarik Planının Hesaplanması	140
Şekil 3. 25. Risk Takip ve Gözetimi Arayüzü	142
Şekil 3. 26. Müşteri Hizmet Düzeyinin Değiştirilmesi	142
Şekil 3. 27. Müşteri Hizmet Düzeyi Değişimi Sonrası Revize Çözüm	143
Şekil 3. 28. Karar Verici Sayısının Değiştirilmesi	143
Şekil 3. 29. Karar Verici Sayısının Değişimi Sonrası Revize Çözüm	144
Şekil 3. 30. %5 Maliyet Artışı için Hesaplanan Revize Çözüm	145

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. 1. Literatürde Yapılan TZ Risk Tanımları	29
Tablo 1. 2. Literatürde Yapılan TZRY Tanımları.....	30
Tablo 1. 3. Literatürde Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Türleri	34
Tablo 1. 4. Literatürde Tanımlanan TZ Risk Faktörlerinin Özetlenmesi	39
Tablo 1. 5. Risk Tanımlama Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler	42
Tablo 1. 6. Risk Değerlendirme Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler	48
Tablo 1. 7. Risk Hafifletme Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler	58
Tablo 1. 8. Risk Takip ve Gözetimi Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler.....	63
Tablo 1. 9. Birden Fazla TZRY Sürecinin Ele Alındığı Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler.....	65
Tablo 2. 1. Pak'ın Önerdiği Müşteri Hizmet Düzeyleri ve Z-score Değerleri.....	74
Tablo 2. 2. Literatürde Tanımlanan TZ Risk Faktörlerinin Özetlenmesi	79
Tablo 2. 3. Üçgensel Bulanık Sayılar.....	85
Tablo 2. 4. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi.....	85
Tablo 2. 5. Örnek Bulanık Direkt İlişki Matrisi.....	86
Tablo 2. 6. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi-2	86
Tablo 2. 7. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi-3	86
Tablo 2. 8. Örnek Problem için Bulanık Direkt İlişki Matrisi (C).....	87
Tablo 2. 9. Örnek Problem için Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi.....	88
Tablo 2. 10. Örnek Problem için Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi (Yeniden Düzenlenen Hali).....	89
Tablo 2. 11. Örnek Problem için Bulanık Toplam İlişki Matrisi	89

Tablo 2. 12. Örnek Problem için Etkileyen ve Etkilenen (Gönderilen ve Alınan) Grupların Belirlenmesi.....	90
Tablo 2. 13. Örnek Problem için CFCS ile Durulaştırılmış Değerler.....	91
Tablo 2. 14. Örnek Problem için CFCS ile Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi.....	92
Tablo 2. 15. Örnek Problem için $(D_i + R_i)^{Def}$ ve $(D_i - R_i)^{Def}$ Değerleri.....	92
Tablo 2. 16. Örnek Problem için Kriter Ağırlıkları	93
Tablo 2. 17. Karar Vericiler Tarafından Gerçekleştirildiği Farz Edilen Örnek Dilsel Değerlendirmeler.....	96
Tablo 2. 18. Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesinde Kullanılan Adapte Edilmiş Dilsel İfadeler ile Bulanık Sayılar	97
Tablo 2. 19. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi.....	97
Tablo 2. 20. Örnek Problem için Bulanık Karar Matrisi(D)	98
Tablo 2. 21. Örnek Problem için Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi(R)	99
Tablo 2. 22. Örnek Problem için Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi(V)	100
Tablo 2. 23. Örnek Problem için Alternatiflerin FPIS ve FNIS'den Uzaklıkları	102
Tablo 2. 24. Örnek Problem için d_i^* ve d_i^- Değerleri	103
Tablo 2. 25. Geliştirilen Sezgisel Algoritmada Yer Alan İfadelere Yönelik Açıklamalar	107
Tablo 2. 26. Veri Seti-3'ün Parametreleri.....	112
Tablo 2. 27. Veri Seti-3'ün Çözüm Sonuçları.....	113
Tablo 2. 28. Alternatiflerin Risk Profillerine Göre Revize Trasfer İşlemi Parametreleri	113
Tablo 2. 29. Birinci İterasyon Sonunda Oluşan Birinci Planlama Dönemi için Revize Tedarik Planı	117
Tablo 2. 30. Nihai İterasyon Sonunda Oluşan Revize Tedarik Planı.....	117

Tablo 3. 1. Türkiye'nin 2007-2015 Yılları Arasında Hazır Giyim ve Konfeksiyon Dış Ticaret Hacmi.....	125
Tablo 3. 2. Türkiye'nin 2007-2015 Yılları Arasında Tekstil ve Hammaddeleri Dış Ticaret Hacmi.....	125
Tablo 3. 3. Tedarik ve Üretim Merkezlerinin Gösterimi	126
Tablo 3. 4. Risk-Maliyet Ödünleşmesi	141
Tablo 3. 5. % Artışa Göre Risk-Maliyet Ödünleşmesi	145



KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
Alt	: Alternatif
ANP	: Analitik Ağ Süreci
BAM	: İş Süreçlerini İzleme
CFCS	: Converting Fuzzy Data into Crisps Scores
CRM	: Müşteri İlişkileri Yönetimi
CSCMP	: Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
DTÖ	: Dünya Ticaret Örgütü
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
FMCE	: Hata Türü Etkileri ve Kritiklik Analizi
FMEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
Geofencing	: Coğrafi Konum Koruma
GPS	: Küresel Konumlandırma Sistemi
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu
KFG	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
Kri	: Kriter
KV	: Karar Verici
MtT	: Hedefi Iskalama
RFID	: Radyo Frekanslı Kimlik Belirleme

SCOR	:	Tedarik Zinciri Referans Modeli
SC	:	Tedarik Zinciri
SCRLC	:	Tedarik Zinciri Risk Liderlik Konseyi
TM	:	Tedarik Merkezi
TOPSIS	:	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TZ	:	Tedarik Zinciri
TZRY	:	Tedarik Zinciri Risk Yönetimi
TZRY-KDS	:	Tedarik Zinciri Risk Yönetimi-Karar Destek Sistemi
TZY	:	Tedarik Zinciri Yönetimi
ÜM	:	Üretim Merkezi
VaR	:	Riske Maruz Değer
VZA	:	Veri Zarflama Analizi

GİRİŞ

Günümüzde piyasalar; hızla artan küreselleşme, artan müşteri beklenti ve ihtiyaçları, rekabetçi fiyatlandırma, ürün ömürlerinin kısılması, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojileri, çevresel faktörler vb. nedenlerle takip edilemeyecek bir hızla değişmektedir (Tracey ve Tan, 2001:174). Firmalar bu değişen piyasa şartlarına uyum sağlamak ve rekabetçi yapılarını korumak için Tedarik Zinciri (TZ) ve Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) faaliyetlerine odaklanmışlardır.

Bir ürünün, hammadde olarak var oluşundan tüketim sonrası faaliyetler de dâhil olmak üzere hareket ettiği zincire, TZ (veya değer zinciri, talep zinciri) denir. TZ, bu zincir üzerinde faaliyet yürüten tedarikçi, üretici, nakliyecisi, depolamacısı, toptancı, perakendeci, satış sonrası hizmet firmaları vb. tüm paydaş firmaları kapsar. Bu zincirdeki işleyişin bağımlılık anlayışı içerisinde ilişki yönetimi ile düzenlenmesine TZY denir (Küçüksolak, 2006:8).

TZY Profesyonelleri Konseyi (2013: 187) ise TZY'ni şu şekilde tanımlamaktadır (<https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>): *“Tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm paydaş firmaların uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu firmalara ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm firmaları kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur. Dolayısıyla ilk hammadde tedarikçiden son kullanıcıya kadar, müşteriye değer katan ürün, hizmet ve bilgilerin sağlandığı iş süreçlerinin entegrasyonudur”*.

Bu entegrasyonun doğal sonucu olarak birden fazla firmayı kapsayan TZY yapısı, TZ’nde bulunan firmaların tek bir firma gibi hareket ederek kaynaklarının müşterek kullanımı yoluyla sinerji oluşturarak, üretilen mal ve hizmetlerin kalitesinin istenen seviyede olmasını, maliyetlerin düşürülmesini, beklenen sürede pazara sunulmasını ve müşteri memnuniyetini/sadakatinin artırmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda TZY’nin, firmanın içinde bulunduğu TZ’nin etkinliğini artırmak için çeşitli organizasyonel amaçları birleştiren bir strateji olup, firmalar tarafından tedarik faaliyetlerinde rekabet avantajından yararlanmak amacıyla kullanılmakta, ürün kalitesinin sürekliliğini sağlamakta, müşteri merkezli piyasada temel bir rekabet avantajı olarak değerlendirilmekte ve TZ üzerindeki firmaların maliyetleri düşürme, hizmet seviyesini

artırma, bilgi akışını güçlendirilme, işlem hızını artırma, rekabetçi avantaj sağlama ve firmalar arasındaki etkin bir iletişim kurarak esnekliği arttırmada önemli bir role sahip olduğu belirtilmektedir. (Barutçu, 2007:134-135).

Modern küresel piyasalarda TZ'ler artan bir hızla daha da kompleks bir yapıya kavuşmakta ve firmalar arasındaki rekabet artık TZ'ler arasında yaşanmaktadır. TZ, bu zincir üzerinde faaliyet gösteren paydaşların maliyetlerinin düşürülmesi ve kârlılıklarının artırılmasını sağladığından paydaşlar için odak noktası olmuştur (Demirdöğen ve Küçük, 2011:12). Fakat bu denli öneme sahip TZ'nde meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık/kesintinin sonuçları da tüm zincir üzerinde bir o kadar ağır olacaktır. Bu nedenle meydana gelmesi olası aksaklık/kesintileri önceden engellemek, meydana geldikten sonra etkisini hafifletmek ve eski durumuna döndürmek için etkin bir risk yönetimi hayati öneme sahiptir (Kırılmaz, 2014:27).

TZ işleyişini ve performansını etkileyen faktörler her geçen gün artmaktadır. Dünya Bankası tarafından yapılan çalışmada değerlendirmeye alınan 75 ülkenin ticaretinde yaşanan olumlu bir gelişmenin küresel ticaret hacminde 377 milyar dolar (%9.7) artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Dünya Ekonomik Forumu, 2012:9). Fakat küresel ticaret hacminin artmasına paralel olarak riskler ve belirsizlikler TZ'lerin doğal bir parçası haline gelmiştir. Bazı gelişme ve trendler yeni risklerin meydana gelmesine yol açmakta, mevcut risklerin etki ve olasılığını artırmakta ve böylece TZ'lerin kırılganlığını artırmaktadır. Bu gelişme ve trendlerden bazıları şunlardır (Norrman ve Jansson, 2004: 434-435; Cranfield University, 2002:3); (1) TZ'lerin küreselleşmesi, (2) Etkili olmaktan çok etkin olmaya odaklanma, (3) Teknolojik gelişmeler (özellikle bilgisayar ve iletişim alanında), (4) Fabrikalara ve merkezileşmiş dağıtıma odaklanma, (5) Üretim ve AR-GE alanında hızla artan dış kaynak kullanımı, (6) Tedarikçi sayısının azalması, (7) Firmaların birbirlerine olan bağımlılığındaki artış, (8) Müşteri beklentilerindeki artış, (9) Talepteki değişkenlikler, (10) Teslim sürelerinin kısalması, (11) Kontrol prosedürlerinin ve görünürlüğün azalması, (11) Ürün ömürlerinin kısalması, (12) Firmalar arasında daha fazla birbirine dolaşmış ve bütünleşmiş süreçler, (13) Koruma duvarlarının incilmesi (stok ve teslim süresi vb.), (14) Daha kısa zaman pencereleri ve teslim süreleri içerisinde artan zamanında dağıtım talepleri, (15) Temel bileşenlerin kapasite sınırlamaları.

Riskler TZ'ler üzerinde finansal, performans, fiziksel, psikolojik, sosyal ve zamansal kayıplara yol açabileceğinden firma ve organizasyonlar karar alma süreçlerinde risk ve belirsizlikleri çok daha dikkatli incelemek zorundadır (Kara ve Fırat, 2015:326)

Risk kavramı birçok alan ve disiplinde uzun yıllardır kullanılmaktadır, fakat TZY için çok daha yeni ve gelişme aşamasındadır.

Uluslararası Standartlar Organizasyonu (The International Organization for Standardization-ISO) tarafından hazırlanan 73 No.lu ISO Risk Yönetim Rehberi (ISO Guide 73 Risk Management Guidelines) risk kavramını, bir olayın gerçekleşme olasılığı ile etkilerinin bir birleşimi olarak, ayrıca hedeflerin üzerinde belirsizliğin etkisi olarak tanımlamaktadır (ISO, 2009).

Risk kavramı yerine belirsizlik, bozulma, aksama, tehlike, felaket ve kriz gibi farklı kavramlar da kullanılmaktadır (Heckmann ve diğ., 2015:123). Karşılaşılabilecek risklerin türü, olasılığı ve etkileri TZ operasyonlarına, TZ'nin yapısına ve sektöre göre benzerlik ve farklılıklar gösterebilir (Kara ve Fırat, 2015:327).

Son yıllarda firmaların TZY'nde yalın/çevik, esnek, rekabetçi ve müşteri odaklı stratejilere yöneldikleri görülmektedir (Zsidisin ve Ritchie, 2009:2). Bu yönelimler firmaların rekabetçi yapılarını güçlendirerek firmaların kârlılığını artırsa da karşı karşıya kaldıkları risk ve belirsizlikleri de artırmaktadır ki, TZY sürecinde müşteriye ürünün ve ürünle ilgili ek hizmetlerin ulaştırılmasını zorlaştıran, bazen de olanaksız hale getiren birçok riskli olay bulunmaktadır.

Her geçen gün değişen müşteri ihtiyaçlarına esneklik isteyen ve değişen çevresel faktörlere uyum sağlamak zorunda olan TZY'ndeki belirsizlikleri artırmaktadır; çünkü bu müşteri odaklı yaklaşım yeni kâr fırsatları sunduğu gibi, firmaları risk almaya zorlamaktadır (Chatzidimitriou ve diğ., 2008:591).

Yukarıda belirtildiği gibi firmalar TZRY'ne, zincir boyunca meydana gelebilecek kesinti ve belirsizliklerden dolayı ihtiyaç duymaktadırlar. Literatürde TZ riskleri her geçen gün artan bir ilgiyle ele alınmış, risklerin tanımlanması ve bu risklere karşı alınacak tedbirler ayrıntılı olarak ortaya konulmuş, fakat riskin değerlendirilmesi için önerilen karar destek sistemleri ve kantitatif modeller TZ dinamizmini yansıtamamıştır (Tang ve Musa, 2011:27).

Ayrıca yapılan literatür taramalarında TZRY konusunda kantitatif çalışmaların ve gerçek hayat uygulamalarının yetersizliği vurgulanmıştır.

Bu nedenle, bu tez çalışmasında, literatürdeki bu açığı kapatmak amacıyla TZRY'ne yönelik maliyet/risk mahsuplaşmasını esas alan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Bu kapsamda çalışmada, TZ'nin sürekliliğinin sağlanması kapsamında sadece maliyetlerin göz önüne alınmadığı, bunun yanında tedarikçiler ve tedarikçilerden üretim tesislerine uzanan dağıtım ağındaki olası risklerinde değerlendirilmesini sağlayarak üretim ve stok planlamalarına yönelik daha gerçekçi kararlar alınabilmesini ve bu sayede sürdürülebilirliğin sağlanabilmesini amaçlayan bir karar destek sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu genel çerçevede TZ risklerinin hafifletilmesinde tedarikçilerin risk profili ve dağıtım kanalının riskleri ile toplam maliyetler hiyerarşik bir yapıda değerlendirilerek, olası herhangi bir kesinti durumunda üretici firmanın riskten daha az etkilenmesi sağlanmış olacaktır. Tedarikçiler ve bu tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağın riskinin değerlendirmeye alınması esnasında en az maliyet ve riski oluşturan dağıtım kanalından en fazla tedarikin gerçekleşmesi, hatta risk ve toplam maliyetler arasında mahsuplaşma yapmak sureti ile karar vericiye alternatifler arasından seçim yapma imkânı sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışma neticesinde önerilen karar destek sistemi, istenen sayıda tedarikçi ile istenen sayıda üretim merkezi arasında istenen sayıda karar vericinin görüşlerine yer vererek kullanıcının kendi problem sahasına yönelik spesifik riskleri belirleyebildiği, optimal/optimale yakın sonuçları çok kısa bir sürede elde edebildiği bir yazılıma dönüştürülmüştür. Bu sayede önerilen karar destek sisteminin kullanıldığı bir planlama ile riske göre revize edilen tedarik planı neticesinde tedarikçilerden veya dağıtım kanallarından kaynaklanabilecek bir kesintiden etkilenme derecesi azaltılmış olacaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde genel olarak TZRY, tarihsel süreçte önemli TZ risk olaylarından başarılı ve başarısız örneklerle TZRY'nin önemi, TZRY'nin amaç ve faydaları, literatürde önerilen TZRY süreçleri, risk tanımlama kapsamında TZR ile TZRY tanımları, TZ risklerinin sınıflandırılması, TZ risk tür ve faktörleri, risk değerlendirme, risk hafifletme ve risk takip ve gözetimi süreçlerinin açıklanması ve her

bir süreç için literatürde yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler, son olarak da birden fazla TZRY sürecinin ele alındığı çalışmalar sunulmuştur.

İkinci bölümde önerilen karar destek sistemi tasarlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle karar destek sisteminin genel çerçevesi çizilmiş, TZ'nin tanımlanması için kavramsal model, minimum maliyetli tedarik planının oluşturulması için matematiksel model geliştirilmiş, kodlanmış ve doğrulaması ile geçerlemesi yapılmıştır. Daha sonra risklerin tanımlanması için literatür taraması ve görüşme tekniği kullanılarak önerilen yaklaşım sunulmuştur. Risk değerlendirme için kullanılan "Bulanık-The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)" ve "Bulanık-Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)" yöntemleri kısaca tanıtılarak risk kriter ağırlıkları ve risk profillerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Sonrasında risk profiline göre revize tedarik planının oluşturulması için geliştirilen sezgisel algoritma tanıtılmıştır. TZ ağına ilişkin bilgilerin, risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme parametrelerinde yapılacak değişikliklere göre plan alternatiflerinin oluşturulabildiği/analiz edilebildiği risk takip ve gözetimi kısmıyla bölüm tamamlanmıştır.

Üçüncü bölümde, önerilen karar destek sisteminin dönüştürüldüğü yazılım tanıtılarak, bu yazılım üzerinden tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firma için örnek bir uygulama yapılmıştır.

İleride yapılacak çalışmalara tavsiyeleri de içeren sonuç bölümüyle tez çalışması sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ

1.1. TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ

TZRY küresel çapta ses getiren bazı TZ risk olaylarının meydana gelmesi sonucu 1990'lı yılların sonunda dikkat çekmeye başlamıştır (Takata ve Yamanaka, 2013:480). TZRY'ne firmaların ilgi göstermesi çok yeni olmasına karşın tarihsel süreç içerisinde sınırlaşan suçlar kadar eski bir tarihe sahiptir.

Geçmişte İpek Yolu'nda deve kervanlarına yapılan soygunlar ve aşılan uzun yollar tüccarları deniz ticaretine yönlendirmiş fakat deniz ticaretinin de başlamasıyla beraber deniz haydutluğu da başlamıştır. 9 ile 11. yüzyıllar arasında Baltık Denzinde, deniz ticaretine yönelik deniz haydutları tarafından yapılan saldırılar neticesinde ticaretin durma noktasına gelmesi tüccarları bir araya getirmiş ve güvenliğin sağlanması için Hanseatik Cemiyeti kurulmuştur. Bu cemiyet TZRY'nin bilinen ilk kurumsallaşma çabası olarak kabul edilebilir (Kırılmaz, 2014:27).

Zaman içinde yaşanan risk olaylarına karşın devletlerin ve örgütlerin risk yönetimi çalışmaları olmuş fakat firma düzeyinde öneminin anlaşılması ve tedbir getirilmesi için maalesef yıkıcı olayların yaşanması beklenmiştir. Bilimsel anlamda ilk TZRY çalıştayını bile İngiltere'de 2003 yılında gerçekleştirilmiştir (Rowat, 2003).

TZ risklerinin etkileri beklenenin aksine sadece câri finansal kayıplar olarak karşımıza çıkmamaktadır. Kısa ve uzun vadede TZ kesintileri, ürün kalitesinin düşmesi, malzeme, teçhizat ve ürünün zarar görmesi, itibar kaybı, teslimat aksamaları vb. olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Örnek seviyede işleyen TZ'leri bile jeopolitik olaylar (ör: savaş, çatışma, terörizm), doğal afetler, salgın hastalıklar vb. risklerden etkilenebilmektedir.

TZ kesintilerinin olumsuz etkileri son yıllarda daha da artmış olmasına rağmen bu kapsamda yapılan çalışmalarda ve kurumsal planlamalarda yeterli seviyeye gelinememiştir. Hendricks ve Singhal (2005a:36), TZ çalışmalarının sadece çok az bir kısmının TZ hassasiyeti ve riskleri üzerine odaklandığını, büyük çoğunluğun maliyet etkinliğine yönelik olduğunu vurgulamıştır.

Poirier ve Quinn (2004:31)'de yaptıkları çalışmada görüşme yaptıkları firmaların sadece üçte birinin TZ hassasiyeti ve risk hafifletme çalışmalarına gereken önemi verdiklerini tespit etmişlerdir.

RiskandInsurance dergisinin işbirliğiyle Marsh, Inc. tarafından ABD'de yapılan ve 110 risk yöneticisine uygulanan anket sonuçlarına göre; ankete katılanların %73'ü TZ risklerinin 2005 yılından itibaren arttığını belirtmiş, fakat hiçbir firmalarının bu risklerle başa çıkma konusunda yeterli olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların sadece %35'i firmalarının görece olarak etkili bir TZRY olduğunu belirtmiştir. Katılımcılar ayrıca, en etkili risklerin; fiyatlandırma riskleri, tedarikçi risk ve gecikmeleri, içsel riskler, stok riskleri, nakliye gecikmeleri ve doğal afetler olduğunu belirtmiştir (Williams, 2008: 23-25).

Belkide bir yanılsama olarak TZRY ilk bakışta yöneticiler/karar vericiler için bir yük olarak görülebilmektedir. Bu konuda Kırılmaz (2004:31-32) yöneticilerin TZRY'den kaçınma nedenlerini çalışmasında şöyle sıralamıştır;

- (1) Risk yönetimi aktivitelerinin gerektireceği fazladan iş yükünden kaçınma isteği,
- (2) Bilgi eksikliği,
- (3) Sonuçları uzun vadede alınacağı gerekçesiyle hemen sonuç alınamayacak faaliyet/kararlardan kaçınma isteği,
- (4) Yetersiz liderlik,
- (5) Risk yönetiminin sadece belirli personelin sorumluluğu olduğu düşüncesi,
- (6) Üst yöneticilere riskler hakkında bilgi verenin kendisi olmama isteği,
- (7) Risklerin etki ve olasılığını değerlendirecek bir sistemin bulunmaması,
- (8) Eksik bilgi paylaşımı,
- (9) Paydaşlarla yetersiz işbirliği ve koordinasyon,
- (10) Reaktif yönetim anlayışı (Proaktif değil).

Benzer şekilde, Sodhi ve Tang (2012:8)'de çalışmalarında TZ risklerini ciddiye alan firmaların dahi gerekli tedbirleri almak konusunda neden isteksiz kaldıkları

paradoksunun ele alındığı bir çalışma tespit edemediklerini, bunun muhtemel nedenlerinin;

(1) Firmaların kesin doğrulukta TZ risk değerlendirmesi bulunmaması durumunda riski hafife almaları,

(2) Firmaların TZ risklerini yönetme yol ve yöntemlerine aşına olmadıkları,

(3) Büyük bir aksaklık/kesinti olayının meydana gelme olasılığının yanlış hesaplanması durumunda risk hafifletme programları veya ihtimalat planlarının uygunluğunu ortaya koymak için fayda/maliyet ve yatırım analizleri gerçekleştirmenin son derece zor olması, olabileceğini belirtmiştir.

En büyük küresel firmaların bile karşı karşıya kaldıkları TZ riskleri nedeniyle tarih sahnesinden silindikleri veya uzun yıllar atlatamadıkları zararlar görmeleri konunun kritikliğini göstermesi bakımından önemlidir. Ayrıca, riskli bir olayın TZ'nin bir paydaşı üzerindeki etkisi küçük olsa da sistemin bütünü üzerinde etkileri büyük olabilmektedir. Çünkü riskin etkisi tüm TZ boyunca ilerler ve diğer paydaşlara da sirayet eder. Son yıllarda TZ'lerinde bu şekilde sirayet etkisi yaratan risk olayları da meydana gelmiştir. Örneğin, Toyota 1997'de valf tedarikçisi Aisin Seiki firmasında meydana gelen yangın sebebiyle 18 üretim tesisinde iki hafta süreyle üretimini durdurmak zorunda kalmış ve sonuçta 195 milyon dolar kayıp açıklamıştır. Floyd Kasırgası nedeni ile Daimler-Chrysler için süspansiyon üretilen Greenville'deki fabrikasında su baskını olayı nedeniyle firmanın ABD'deki diğer yedi fabrikası da bir hafta süreyle üretimini durdurmuştur. 2001 yılında İngiltere'de yaşanan şap hastalığının 25 yıl aradan sonra, tarım endüstrisine çok büyük etkileri olmuştur. Hatta Volvo ve Jaguar gibi lüks otomobil üreticileri kaliteli deri tedarik edememeleri nedeniyle teslimatlarını durdurmak zorunda kalmışlardır (Norrman ve Jansson, 2004:435).

Wilfrid Laurier Üniversitesi'nden Kevin Hendricks 1989-2000 yılları arasında gerçekleşen yaklaşık 800 TZ kesinti olayını incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara bakıldığında bu 800 firma için;

(1) Kesintinin yaşandığı üç yıllık periyotta firma ortaklarına kar payı dağıtımı yaklaşık %33 ile %40 arasında azalmıştır,

(2) Kesintinin yaşandığı bir yıllık dönemde önceki yıla kıyasla paylaşılan fiyat dalgalanmaları %13,5 artmıştır,

(3) Operasyon gelirleri %107, kaynakların geri dönüşü %114, satışların geri dönüşü %93 ve satışların büyümesi %7 oranında azalmıştır (Singhal, 2008).

Aberdeen Grup tarafından yapılan çalışmaya göre katılımcı yöneticilerin %82'si önceki 24 ayda TZ kesintisi yaşadıklarını ve hemen hemen aynı oranda yönetici gelecek üç yıl içerisinde tedarik riski beklediklerini bildirmiştir (Waters, 2011: 55).

Williams (2008:61) firmalara TZRY'lerinin geliştirebilmeleri için şu önerilerde bulunmuştur;

(1) Sondan sona bakış açısına sahip çapraz fonksiyonlu bir TZ risk ekibi oluşturun. Onları sigortalanabilen ve sigortalanamayan risklerle ilgilenmek için görevlendirin; risk değerlendirme kapsamını dışsal tedarik zincirini kapsayacak şekilde genişletin; üst düzey yönetimin desteğini risk raporları ve sair suretle sürdürün ve risk hakkında düzenli olarak görüşmeler yapın.

(2) Mevcut tedarik zinciri süreçleri ve fonksiyonlarına risk yönetim faaliyetleri ve sorumlulukları yerleştirin ve organizasyonel çapta istikrar yaratın. Mesela; süreç içerisindeki çalışanların kullanabileceği şablon, yöntem ve araçlar sağlayan bir risk mükemmeliyet merkezi oluşturun. Bu şablonlar olmadan, her iş birimi ya da fonksiyonu muhtemelen kendi bildiğini yapacak ve çok düşük oranda işbirliği sağlanacaktır. Aynı zamanda, süreçleri ve politikaları yıl bazında inceleyin ve TZ yöneticilerinin iş tanımlarına risk yönetimini dâhil edin.

(3) Analitik ve risk ölçekleri tesis edin.

(4) Risk yöneticilerinin katkılarını artırın ki bu sayede stratejik TZ kararları için kilit danışmanlık yapabilsinler ve riskleri belirleyip hafifletebilsinler.

TZ risk yönetiminde bir diğer önemli husus da risklerin ortaya çıkışının önlenmesi veya ortaya çıktıktan sonra etkisinin minimize edilmesidir. Lavastre ve diğ. (2012:832) yaptıkları literatür taramasında TZ risklerinin minimize edilmesi için 21 yaklaşım tespit etmiş ve bunların en önemli dokuzunu önermişlerdir: (1) Firma içi emniyet stokları bulundurun, (2) TZ paydaşlarıyla beraber firma dışı emniyet stokları bulundurun, (3) Tek tedarikçi yerine çift tedarikçi ile çalışın, (4) Acil durum senaryoları geliştirin, (5)

Risk yönetimini kolaylaştıracak organizasyon yapısı oluşturun, (6) Bilgi paylaşımı ve koordinasyona önem verin, (7) Kalite ve performans artırıcı programlar geliştirin, (8) Dağıtım, teslimat ve diğer tüm operasyonları merkezileştirin, (9) TZ paydaşları arasında TZRY uygulamaları için yönlendirme, takip ve kontrolü sağlayacak bir paydaş belirleyin.

Risk Yönetimi kavramı firmalar için özellikle finans ve bilişim sektöründe faaliyet yürütenler için yeni bir olgu değildir. Fakat TZ özelinde konunun ciddiye alınması 11 Eylül saldırılarından sonra olmuştur. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında da 2000 yılı öncesine kadar yapılan az sayıda çalışma, bu tarihten sonra artarak devam etmiş, 2004 yılından itibaren de radikal bir şekilde tırmanma eğilimi sergilemiştir (Ghadge ve diğ., 2012:317).

Geçtiğimiz yıllarda TZRY literatürünün tarandığı kapsamlı çalışmalar yayımlanmıştır. Tang (2006a) 1964 ile 2005 yılları arasında kantitatif modellerin uygulandığı 200'den fazla makaleyi taramıştır. Yazar taradığı yayınlarda TZ risklerini yönetebilmek için bunları; tedarik yönetimi, talep yönetimi, üretim yönetimi ve bilgi yönetimi olarak dört kategoriye ayırmıştır.

Vanany ve diğ. (2009), 2000 ile 2007 yılları arasında yayınlanmış 82 makaleyi taramış ve analiz birimleri, risk türleri, risk sınıflandırmaları ve metodolojileri üzerine sektörel bazda sentezini ileride yapılacak çalışmalara tavsiyeler ile tamamlamıştır.

Rao ve Goldsby (2009), 1998 ve 2008 yılları arasında yayınlanmış 55 makaleyi taramış ve çevresel, endüstriyel, örgütsel, problem-özgü ve karar verici ile ilintili şeklinde çeşitli risk faktörlerini bir risk tipolojisi dâhilinde sentezlemiştir.

Singhal ve diğ. (2011) TZ ile ilgili risk konularını derinlemesine incelemek için iki kademeli bir sınıflandırma üzerinden 1996 ile 2010 arasında yayımlanan 114 makaleyi taramış ve gelecekteki araştırmalar için olası çalışma alanlarını ortaya koymuştur. Yazarlar ayrıca koordinasyon, karar verme ve sektöre özel TZRY konularına odaklanan TZRY havuzu literatüründe inceledikleri çalışmalarında modelleme türleri olarak matematiksel, simülasyon ve çoklu ajan yaklaşımları altında, ayrıca modelleme seçenekleri için doğrusal, tamsayı, dinamik ve stokastik ayırımına gitmişlerdir.

Tang ve Musa (2011) 1995 ve 2008 yılının ilk yarısı arasında yayınlanan ve ürün akışı, finansal akış ve bilgi akışı ile ilgili potansiyel risklerin tanımlandığı ve sınıflandırıldığı 138 makaleyi atıf analizi yöntemi ile incelemiştir. Yazar taradığı yayınlarda TZ risklerini yönetebilmek için bunları; malzeme, finansal ve bilgi akış riskleri olarak üç kategoriye ayırmıştır.

Colicchia ve Strozzi (2012)'da, 1994 ve 2010 yılları arasında yayınlanan 55 makale üzerinden atıf analizi uyguladıkları taramalarında TZRY konusunda yükselen eğilimler ve evrimsel modelleri tanımlamıştır.

Sodhi ve diğ. (2012)'de 1998 ile 2010 yılları arasında yayımlanan 31 makaleyi incelemiştir. Yazarlar ayrıca, TZ araştırmacıları ile bir açık uçlu anket kullanarak iki fokus grup görüşmesi gerçekleştirmiş, ardından da 200'den fazla araştırmacıya kapalı uçlu bir anket düzenleyerek TZRY konusunda ki şu 3 açığa cevap aramıştır. (1) Tanımlama açığı (TZRY'nin tanımı konusunda görüş birliği eksikliği), (2) İşlem açığı (risk olayları karşısında kapsayıcı cevapların yetersizliği) ve (3) metodoloji açığı (deneysel metotların kullanımında yetersizlik).

Ghadge ve diğ. (2012)'de 2000 ve 2010 yılları arasında sistematik literatür taraması yöntemiyle, yayınlanan 120 makale üzerinden TZRY konusunda eğilimleri ortaya koymuş ve ileride yapılacak çalışmalara tavsiyelerde bulunmuştur.

Heckmann ve diğ. (2015)'de TZ risk tanımları ve ilintili konseptlere odaklanarak literatürde TZRY konusunda yapılan kantitatif, özellikle matematiksel yöntemleri taramıştır.

Literatürde TZRY konusunda en kapsamlı ve en güncel tarama Ho ve diğ. (2015)'nin yaptığı taramadır. Yazarlar, yukarıda bahsedilen tarama makalelerinin önemli katkı sağlamalarına rağmen bazı konularda yetersiz kaldıklarını vurgulamıştır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir: (1) En başta bu yayınların hepsi risk sınıflandırması (Tang ve Musa, 2011), risk faktör analizi (Rao ve Goldsby, 2009), risk yönetim metotları (Tang, 2006a) ya da araştırma boşluklarının tanımlanması (Colicchia ve Strozzi, 2012) gibi, birer spesifik konuya odaklanmıştır. Hiçbiri tüm bu TZRY konularını topyekûn ele almamıştır. (2) Daha önceki taramalarda 2003 ile 2013 yılları arasında yayımlanan kalitatif risk yönetimi metotlarının uygulandığı makaleler taranmamıştır. Buna ek olarak, bu tarama makalelerinin hiçbirisi 2010 yılından sonra

yapılan yayınları kapsamamaktadır. Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, Ho ve diğ. (2015) tarafından taranan 224 makalenin 170'i daha önceki tarama çalışmalarında incelenmemiştir. Bunların 93 adedi 2010 yılından sonra yayınlanmış ve 77'side 2003 ile 2010 yılları arasında yayımlanmıştır. (3) Son olarak önceki tarama makalelerinin çoğunda yetersiz sayıda yayın taranmıştır. Daha açık bir ifadeyle, Sodhi ve diğ. (2012) 31, Rao ve Goldsby (2009) ile Colicchia ve Strozzi (2012) 55'er makale taramıştır.

Bu boşlukları tamamlamak için, Ho ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada 2003 ile 2013 yılları arasında TZRY alanı ile ilgili tüm makalelerin kapsamlı bir taramasının ve etkili bir TZRY sınıflandırmasının ele alındığı görülmektedir. Yazarlar çalışmalarında ayrıca TZRY konusunda tedarik zinciri risk türlerinin, risk faktörlerinin ve risk yönetim metotlarının sınıflandırıldığı yeni bir tanım önermiştir. Yazarlar çalışmalarının sonunda TZRY'ne ilişkin potansiyel araştırma boşluklarını da ortaya koymuştur.

1.1.1. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Önemi

TZRY uzun vadede kârlı, rekabetçi ve sürdürülebilir bir TZ için son derece önemlidir. Tarihsel süreç içerisinde küresel çapta etki gösteren pek çok yıkıcı risk olayı meydana gelmiştir. Bu risk olayları sonucu meydana gelen zararlar TZ'lerinin riskler karşısında ne kadar kırılgan olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle bu bölümde, TZRY öneminin ortaya konulabilmesi için önemli TZ risk olaylarından başarılı ve başarısız örnekler sunularak TZRY'ne olan ihtiyacın resmedilmesi amaçlanmıştır.

TZRY'nin gelişmesini tetikleyen risk olayları incelendiğinde bunların birçoğunun sadece meydana geldikleri firma ve piyasayı etkilemekle kalmadıkları görülmektedir. Bu bağlamda Vilko ve Hallikas (2012a:587), bir süreci veya TZ'nin bir paydaşını etkileyen bir risk olayının aynı firma içerisinde ki diğer birim ve operasyonlara hatta TZ'nin diğer paydaşlarına da zarar verebileceğini, dahası, düşük etkili risk olaylarının aynı anda gerçekleşmesi durumunda kartopu etkisi yaratabileceği ve ciddi sorunlara yol açabileceğini belirtmiştir.

TZ risk olaylarına bağlı aksaklık ve kesintiler son derece maliyetli sonuçlar doğurabileceği gibi uzun vadeli etkilerini de belirlemek oldukça zor olacaktır. Küresel ölçekte faaliyet yürüten 1000 firma için yapılan bir çalışmada, TZ kesintilerinin ve ilgili

finansal ve operasyonel risklerin, firmalar tarafından tek başına en büyük kaygı unsuru olarak algılandığını ortaya koymuştur (Brüning ve diğ., 2014:18).

Hendricks ve Singhal (2003:501), firmaların karşılaştıkları risk olayları nedeniyle yaşadıkları kesintilerin kamuoyuna açıklanması durumunda, borsa değerlerinde görülen değişimleri incelemiştir. Yazarlar 1989 ile 2000 yılları arasında inceledikleri 519 kesinti nedeniyle ilgili firmaların ortalama %10,28 oranında borsa değerinde düşüş tespit etmiştir.

Liu ve Cruz (2012:55) finansal risklerin 2007 küresel krizinden itibaren önem kazandığını vurguladığı çalışmasında, özellikle döviz kuru dalgalanmalarının küresel ölçekte faaliyet gösteren firmaların öncelikli endişe kaynağı olduğunu belirtmiştir. Yazarlar çalışmalarında firmaların küresel TZ'lerinin bir getirisi olarak farklı coğrafyalardaki ucuz işgücü ve hammadde kaynaklarına yöneldiklerini, bunun sonucunda da döviz kur dalgalanmaları ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiştir.

Daha açık bir örnekle TZ risklerinin ekonomik etkisini açıklamak gerekirse, Almanya'da 1200'den fazla kişinin hastalanması nedeniyle salatalık için yapılan resmi bir sağlık uyarısı neticesinde Almanya ve diğer Avrupa Birliği üyesi sekiz ülkenin ithalat oranlarını kısıtlamaları nedeniyle İspanya'daki üreticilerin tahmini haftalık 200 milyon Euro zarar ettikleri açıklanmıştır (Govan, 2011).

Literatürde yapılan deneysel çalışmalar TZRY stratejileri benimseyen ve bu alanda politikalar üreten firmaların, çalışma yapmayan firmalara oranla daha başarılı olduklarını gösteren örnekler içermektedir. Waters (2011:50), tedarik riskleri için uygulanan risk yönetim faaliyetleri neticesinde Hewlett-Packard firmasının beş yılda yaklaşık 100 milyon dolar kazanç sağladığını aktarmıştır.

Tarihsel süreçte yaşanan ve küresel etki yapan doğal afetler dışındaki en ciddi risk olaylarına bakıldığında bunların tedarik kaynaklı olaylar olduğu görülmektedir. Gerçekten de günümüzde sıradan bir üretici üretimde kullandığı malzemelerin yaklaşık %50'sini tedarikçilerinden temin etmekte (Demirkol ve diğ., 2015:22) ve tedarik kaynaklarından kaynaklanan ufak bir aksama üretimin durmasına kadar uzanacak olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu tür aksamalar firmalar için önemli maliyetlere neden olurken aynı zamanda firmaların satışları üzerinde uzun vadede olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerden kurtulabilmek ise çok uzun sürebilmektedir

(Hendricks ve Singhal, 2005a:36). Demirkol ve diğ. (2015:22), özellikle ekonomik durumun kötü olduğu ülkelerde alıcı firmalar için tedarikçi riskinin daha da artacağını iddia etmektedir. Zira tedarikçi riskiyle ilişkili olarak küresel çapta tedarikçilerin başarısızlıklarının son yıllarda %30'lara kadar çıktığı rapor edilmektedir. Boeing firmasının 1997'de üretim sürecinde kullanılan kritik hammadde tedarikinde yaşadığı sorun neticesinde tahmini kaybı 2.6 milyar dolar olmuştur (Kara ve Fırat, 2015:329).

2000'li yılların başından itibaren en çok ses getiren, genelde TZRY'nin, özelde tedarikçi kaynaklı risklerin önemini vurgulayan en çarpıcı örnekler Ericsson ve Nokia'nın yaşadığı tedarikçi problemi olmuştur. 2000 yılı itibariyle 30 milyar dolar geliri ile İsveç'in en büyük şirketi olan Ericsson, gelirinin yaklaşık %30'unu cep telefonu satışlarından elde etmekteydi. Ericsson düşük maliyet ve hızlı teslimat nedeniyle cep telefonu yongaları için tek tedarikçisi olan Philips ile çalışıyordu. Mart 2000'de Philips'in Albuquerque'deki yonga fabrikasında çıkan bir yangın nedeniyle binlerce yonga kullanılamaz hale gelmiştir. Ericsson firmasının başka yonga tedarikçisi bulunmadığından sadece doğrudan 2001 yılı zararı 400 milyon dolar olmuştur. Firmanın bu aksaklığı kamuoyuna açıkladığında borsadaki değeri birkaç saatte %14 düşmüştür. Sonuçta bu olayın, dolaylı nedenlerde dâhil olmak üzere firmaya verdiği o yıl içerisindeki toplam zarar 1.7. milyar doları bulmuş ve Ericsson cep telefonu üretimini durdurarak üretimi Flextronics International'a yaptırma kararı almıştır. Philips'in Albuquerque'deki yonga fabrikasında çıkan bu yangının meydana geldiği yıl Nokia cep telefonu endüstrisi lideriydi. Yılık 20 milyar doları bulan gelirin %70'den fazlasını cep telefonu satışı oluşturmaktaydı. Nokia'nın Ericsson'dan farklı olarak alternatif tedarikçileri olması ve risk yönetim sistemi bulunması bu olaydan Ericsson kadar etkilenmemesini sağlamıştır. Philips bu süreçte alternatif Japon ve Amerikalı tedarikçileri ile Philips'in Eindhoven, Hollanda ve Şangay fabrikalarından hemen yeni yongalar tedarik etmiş ve aynı görevi gören başka yongalar tasarlamıştır. Sonuçta bu gayreti sayesinde üretimi yangından çok az derecede etkilenmiştir (Norrman ve Jansson, 2004:441-442; Tang ve Musa, 2011:3; Basole ve Bellamy, 2014:110).

2003 yılı yılbaşı alışveriş talebinin patlaması üzerine Motorola ve Sony Ericsson cep telefonu üretimlerinde kullandıkları kritik parçaların tedarikleri nedeniyle talebi karşılayamamıştır (Vesa, 2005:33). Motorola sözcüsü bu süreçte müşterilerinin başka

firmalara yöneldiğini bu nedenle iki alternatif yeni tedarikçiyle anlaştıklarını belirtmiştir (Kara ve Fırat, 2015:330).

MG Rover firmasının Land Rover Discovery modelinin tek şasi tedarikçisi UPF-Thompson firmasının finansal çöküşü 2005 yılında bu aracın üretimini neredeyse iptal etmesine yol açmıştır (Sheffi ve Rice, 2005:45).

Yaşanan tedarik sorunlarına yönelik diğer bir örnekte de 2005 yılında Bosch firmasının müşterilerine hasarlı pompa satması nedeniyle milyonlarca dolar zarar etmesine yöneliktir. Bu parçanın hatalı üretimi aslında Bosch'un bir alt tedarikçisi nedeniyle oluşmuştur. Fakat sonuçta asıl etkilenen Bosch firması olmuştur. Yukarıda sayılan tüm bu örneklerden de anlaşılacağı üzere riskler TZ'nin paydaşlarının birbirine olan bağımlılık ve entegrasyonları sebebiyle ortaya çıkabilmektedir (Thun ve Hoeing, 2011:243).

Piyasadaki ani talep değişimleri ve pazardaki değişimler de firmaların risk yönetim süreçlerinde değerlendirmeleri gereken önemli bir risk grubudur. 1994 yılında IBM'in piyasaya yeni sürdüğü bilgisayar modeline olan talebi karşılayamaması, milyonlarca dolarlık potansiyel satıştan mahrum kalmasına ve ciddi prestij kaybetmesine neden olmuştur. Benzer şekilde 2001 yılında meydana gelen ekonomik kriz nedeniyle bilişim sistemlerine olan talebin düşmesi CISCO firmasına yaklaşık 2.25 milyar dolar fazladan stok maliyetine sebep olmuştur. Bu kayıp nedeniyle CISCO firmasının borsa değeri %6 düşmüştür (Kaya ve Özer, 2012:2).

Firmalar sürekli olarak piyasadaki yeni fırsatları değerlendirmek bunun yanında da potansiyel tehlikelerinde farkına varmak piyasadaki değişimleri takip etmelidir. DELL firmasının yeni nesil işlemci piyasasında yaşanan ani değişim ve bulundurduğu fazla stok nedeniyle 5 milyar dolarlık zarar yaşamıştır. Benzer şekilde, kablolu televizyon firmalarının televizyon yayınları için kullandıkları altyapı üzerinden telefon hizmeti sunmaya başlamaları nedeniyle telefon şirketleri ciddi müşteri kaybına uğramıştır (Kaya ve Fırat, 2015:330)

Çin'de artan çelik ihtiyacı için demir cevherine olan talep, demir cevheri üreten ve satan firmaları spot pazarda yüksek fiyatla ürünlerini satmaya yöneltmiştir. Bu nedenle, Çin Demir ve Çelik Organizasyonu, spot pazara satışları belirli oranlarda kısıtlamıştır.

Bunun sonucunda, Avustralyalı BHP Billiton ve Rio Tinto şirketleri 300 milyon Avustralya doları zarara uğradıklarını duyurmuştur (CNNMoney.com, 2008).

TZ risklerini yönetebilmek için anlık ve doğru bilgi paylaşımı ve koordinasyon son derece önemlidir. Kaya ve Fırat (2015:330), DELL firmasının başarısının altında yatan en önemli nedenlerden birinin tedarikçileriyle etkin koordinasyon olduğunu belirtmiştir.

Teknolojik gelişmeler ile özellikle bilgi paylaşımı, takım ve gözetim faaliyetleri etkinleşmiş, TZ riskleriyle baş edebilmek daha da kolaylaşmıştır. Örneğin, kurumsal kaynak planlaması (ERP) yazılımlarının kullanılmaya başlanmasıyla zincir üzerindeki faaliyet ve fonksiyonların görünürlüğü sağlanmış, bilginin anlık, doğru sağlanmasıyla eksik ve yanlış bilgi aktarım hataları ortadan kalkmış ve riskler azalmıştır. Bu faydalarına karşılık bilgi sızması, gizlilik ihlalleri gibi farklı riskleri de beraberinde getirmiştir. 2000 yılında NIKE firmasının talep planlama yazılımında yaşanan bir sızıntı nedeniyle o yaz piyasaya süreceği Air Jordan modeli için tedarik darboğazı yaşamasına neden olmuştur. Bu sızıntı nedeniyle NIKE firması tahmini 100 milyon dolar kayıp satış açıklamıştır (Koch, 2004).

Özellikle günümüzde siber riskler en yeni risk türlerinden biri haline gelmiştir. Allianz Risk Barometer (2015:2) raporuna göre 2014 yılında en fazla artış gösteren riskler arasında siber saldırılar, Almanya, ABD, Avrupa, Ortadoğu ,Afrika'da başı çekerken, İngiltere ve Brezilya'da ikinci en fazla artış gösteren risk olmuştur. Bu risk türünün önemi için çok daha çarpıcı bir örnek ABD'nde yaşanmıştır. ABD'de elektrik dağıtım şirketi sisteminde yaşanan bir virüs sorunu nedeniyle bir dağıtım hattına üç hafta süreyle enerji verilememiştir.

İşçi-işveren sorunları ile işçi grevleri de etkileri itibariyle TZ'lerde için ciddi bir sorun oluşturmaktadır. 1997'de iki hafta süren kamyon şoförlerinin grevi ABD'deki kargo teslimatlarının %80'nini elinde tutan UPS firmasının ve çok sayıda üreticinin lojistiğini felce uğratmıştır (Rothstein, 1997:474)

2002 ABD batı sahili liman grevinde 100'den işçinin gerçekleştirdiği iş bırakma eylemi nedeniyle liman işlemlerinin kesintiye uğraması sonucunda sevkiyatların normale dönmesi altı ay kadar sürmüştür (Cavinato, 2004:383; Bradley 2014:483-484).

Thun ve Hoenig (2011:244) Alman otomotiv sektörü üzerine yaptığı araştırmasında dış kaynaklı risklerin içsel risklere göre meydana gelme olasılığının daha az fakat TZ üzerindeki etkisinin içsel risklerden çok daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Dış kaynaklı risklerin neden olduğu TZ kesintileri incelendiğinde bunların ekseri doğal afetler, meteorolojik ve hidrolojik riskler, salgın hastalıklar, çatışma, savaş, terör gibi jeopolitik riskler, yasadışı ticaret, ithalat/ihracat kısıtlamaları gibi yasal düzenlemeler ve kazalardan meydana geldiği görülmektedir.

Doğal afetler meydana gelme sıklığı nadir fakat etkisi büyük olan önemli bir risk türüdür. Bu nedenle doğal afetler düşük olasılıklı-yüksek etkili risk grubunda değerlendirilirler. Doğal afetlerin bir diğer karakteristiği de etkilerinin çok boyutlu olmasıdır. Örneğin finansal risklerin etkisi neden olduğu finansal zararlar ölçülürken, doğal afetler; finansal zararın ve kesintilerin yanı sıra ölüm, yaralanma, psikolojik vb. pek çok zarara yol açabilir. Bu nedenle TZ'ler doğal afetlere yönelik başlangıçtan bir hazırlık ve tasarım içerisine girmelidirler.

Dünya Ekonomik Forumu (2012:8) "Küresel Tedarik Zinciri ve Taşımacılık Riski" araştırmasında, yaşanan TZ ve taşımacılık kesintilerinin %59'unun doğal afetler nedeniyle meydana geldiğini ortaya koyulmuştur. Tarihsel örnekler de bu tespiti doğrular niteliktedir. 1999 Tayvan depremi, 2004 Ivan Kasırgası, 2005 Katrina ve Rita Kasırgaları, 2010 Eyjafjallajökull yanardağ patlaması, 2010 Haiti depremi, 2011 Japonya depremi ve tsunami felaketi, 2011 Tayland su baskını, 2013 Filipinler tayfunu piyasalara ciddi zararlar veren doğal afetlere örnek gösterilebilir (Demirdöğen ve diğ., 2015:424).

1999 Tayvan depreminde Apple, Compaq ve Gateway gibi küresel bilgisayar üreticileri kritik parçalarının sevkiyatında ciddi sorunlar yaşamıştır (Basole ve Bellamy, 2014:110). Bu süreçte Dell bilgisayar satış fiyatlarında bir değişiklik yaparak müşteri talebini, tedariki aksayan parçaları içeren ürünlerden diğerlerine yönlendirmeyi başarmıştır (Lee, 2004:5).

2005 Katrina ve Rita kasırgaları nedeniyle birçoğu petrol ve doğal gaz sağlanamaması sebebiyle toplam enerji üretiminin %28'ine yakını durmuş, ABD'nin birçok eyaletinde akaryakıt sıkıntısı ve ekonomik çöküntü yaşanmıştır (Carbaugh,

2013:15). Bu kasırgalarda BP, Shell, Conoco Phillips ve Lyondell gibi küresel firmalar milyar dolarlık kayıplar yaşamıştır (Handfield ve diğ., 2007:30).

Swiss Re (2016) firması tarafından yapılan yıllık sigortacılık araştırmaları ile 2010-2015 yılları içerisinde meydana gelen doğal ve insan kaynaklı afetlerin küresel ekonomiye, sırasıyla, yaklaşık 218, 370, 81, 44, 35 ve 37 milyar dolar zarar verdiğini ortaya konulmuştur.

Dünya Ekonomik Forumu (2012:8)'nın 2011 Japonya depremi ve tsunami felaketi sonrası 15 küresel firma üzerinde yaptığı araştırmaya göre; yılın ilk çeyreğinde TZ kesintileri nedeniyle firmaların kârının % 33 düştüğü, kamu sektöründe de yaşanan yıkım için yapılan onarımların 239.3 milyar dolara mal olduğu tespit edilmiştir.

Salgın Hastalıkları Araştırma Merkezi ve sigorta firması Munich Re'nin yaptıkları iki farklı çalışmada insan kaynaklı afetler ile doğal afetlerin toplamının tarihsel verilere göre son 10 yılda giderek arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında Munich Re firmasının araştırmasında bu afetlerin maliyetlerinin 1960'lardan itibaren 10 kat arttığı vurgulanmıştır (Tang, 2006b: 33).

Dünya Ekonomik Forumu (2012:8) "Küresel Tedarik Zinciri ve Taşımacılık Riski" araştırmasında meteorolojik ve hidrolojik riskler, %27 ile gerçekleşmesi en olası risklerden biri olarak tanımlanmıştır. Meteorolojik ve hidrolojik riskler yıkıcı etkisinin yanında meydana gelme olasılığı öngörülebilir risklerdir. Örneğin kış aylarında Alp'lerde yaşanan ağır kar fırtınaları bilinen ve beklenen bir olay olduğundan tedbir geliştirilebilir bir risktir (Trkman ve McCormack, 2009:251).

Jeopolitik riskler; savaş, çatışma, terörizm, sınır aşan suçlar vb. çok geniş yelpazede riskleri içerir ve TZ üzerinde ciddi etkiler meydana getirir. II. Dünya Savaşı sırasında Avrupa ve Japonya'da meydana gelen yıkım sonucu ABD dünyanın en önemli çelik üreticisi konumuna gelmiş ve rakipsiz kaldığı piyasada 1970'lere kadar liderliği elinde bulundurmuştur. Bu tarihten itibaren Avrupa ve Japonya'daki firmalar yeni teknoloji ve ekipmanlarla donattıkları üretim tesisleriyle produktivitelerini artırarak ABD firmaları karşısında yeniden rakip olmuşlardır (Carbaugh, 2013:15).

11 Eylül saldırılarından sonra ABD'nin ülke içi güvenliğe yönelik yaptığı harcamalar 1 trilyon dolardan fazladır. Ayrıca, TZ'leri ve dağıtım ağlarını da kapsayan yeni yasal düzenlemeler ve sınırlandırmalar getirilmiştir (Mueller ve Stewart, 2011:1).

Bu süreçte, örneğin Ford ve Toyota firmaları yaşadıkları tedarik sorunları nedeniyle ABD'deki üretimlerini durdurmuşlardır (Thun ve Hoenig, 2011: 242). Ford aldığı koruyucu önlemler nedeniyle beş tesisini kapatmış ve araç üretiminde yaklaşık %13 düşüş yaşamıştır (Güven, 2010:26). Oluşan korku ve panik havası da ani talep değişimlerine neden olmuştur. Örneğin, sadece havayolu iç hat yolcu sayısı %21.1, dış hat yolcu sayısı ise %37.3 azalmış (Carter ve Simkins, 2004:541), ayrıca yeni bir saldırı korkusu ve alınan güvenlik önlemleri nedeniyle uçuşlarda %5.9 azalma meydana gelmiştir (Dünya Ekonomik Forumu, 2012:9). Bu örnekte de görüldüğü üzere bu durum başka bir tartışmaya yol açmıştır. Uzmanlar bu durum için TZ'nin güvenliği için alınan aşırı önlemlerin de TZ'ni en az karşılaşılan risk kadar olumsuz etkileyebileceğini değerlendirmişlerdir. Yine 11 Eylül saldırılarından sonra alınan güvenlik önlemlerinin güvenliği kısmen sağladığını bunun yanında TZ içindeki malzeme akışını da olumsuz etkilediği ortaya koyulmuştur (Dünya Ekonomik Forumu, 2012:9). Sadece saldırılarından sonra arama kurtarma, enkaz kaldırma, acil ulaşım ve ilk yardım faaliyetleri için 2.55 milyar dolar ödenek tahsis edilmiştir (Güven, 2010:44-45).

Küresel Enerji Çalışmaları Merkezi tarafından yapılan araştırmada görüşlerine başvurulmuş uzmanların %46'sı çatışma ve politik istikrarsızlığı ciddi bir risk olarak tanımlamıştır Aynı çalışmada 2011 Libya olayları nedeniyle üretilen petrolün üçte ikisinin küresel piyasaya sürülemediği belirtilmiştir (Dünya Ekonomik Forumu, 2012:9).

2003'te Çin ve Hong Kong'da yaşanan SARS salgını pek çok üreticiyi hammadde arayışları için diğer kaynaklara yönelterek risklerini çeşitlendirmelerine ve küresel çapta tedarik kaynağı olarak düşük maliyetli coğrafi bölge arayışına itmiştir (Kaba, 2013:98).

Sahte ürünler ve bu ürünlerin ticareti de önemli bir TZ riskini oluşturmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu (2012:9) Küresel Gündem Konseyi'nin verilerine göre yasa dışı ticaret, toplam küresel ticaret hacminin % 7-10'unu oluşturmaktadır. Sadece 2009 yılında yaklaşık olarak sahte ürün ticaretinin 1,3 trilyon doları bulduğu tahmin edilmektedir.

Hükümetlerin aldıkları tedbirler, ithalat/ihracat sınırlamaları, gümrük uygulamaları, yasal mevzuat vb. düzenlemeler TZ'lerde yaşanan kesinti ve aksamaların başlıca nedenleri olabilmektedir. Dünya Ekonomik Forumu (2012:9)'da TZ'lerin

küresel ticaretteki önemli büyümeye rağmen sınır geçiş işlemleri; gümrük tarifeleri, kotalar, güvenlik uygulamaları ve gümrük darboğazları gibi hususlara karşı kırılgan olduğunu belirtmiştir. Fortune Dergisi sıralamasında ilk 25'e giren firmalardan birinin yönetim kurulu başkanı, firmanın ismini New York Times'ın kapağında görmekten korktuğunu, çünkü düşük maliyetli ülkelerin birinde nakliye hizmeti sağlayan bir tedarikçinin çocuk işçi çalıştırması durumunda bu tedarikçinin kimse tarafından önemsenmeyeceğini, okuyucular nazarında firmanın imajının düşeceğini belirtmiştir (Kaba, 2013:99).

Yukarıda literatürde sıklıkla atıf yapılan önemli TZ risk olaylarında da görüleceği üzere başlangıçta önemsenmeyen küçük risk olayları bile makro seviyede milyar dolarları bulan maliyetlere ve uzun süreli TZ kesintilerine neden olabilmektedir. Yine TZ risklerinin çok boyutlu ve kompleks olması nedeniyle bir riskin TZ üzerindeki toplam etkisini belirlemek çok zordur. Riskli olay sadece TZ'nin bir bölümünü etkilemiş görünse de kısa sürede bu etkinin tüm paydaşlar üzerindeki etkisi hissedilecektir. Bu konuda Souter (2000:26), firmaların sadece kendi risklerine odaklanmamalarına, TZ'ndeki diğer riskleri de görmeleri gerektiğine vurgu yapmaktadır.

Salt maliyet faydası sağlama düşüncesiyle riskli bölge ve paydaşlarla kurulan ticari ilişkiler telafisi olmayan zararlara yol açabilir. Bu nedenle TZRY sistemleri küçük-büyük, tüm işletmeler için tesis edilmeli, her bir risk durumu iyice analiz edilerek, tedbirler geliştirilmelidir. Tüm bu tespit ve risk olayları birlikte düşünüldüğünde TZRY'nin ne kadar önemli olduğu anlaşılacaktır.

1.1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Amacı ve Faydaları

TZRY ile ulaşılmak istenen temel gaye TZ'nin aksamadan/kesintiye uğramadan faaliyetlerini sürdürmesi, mümkünse riskli olaylarla hiç karşılaşılmasının sağlanması, karşılaşılması durumunda da en az zararla bu olayın atlatılması, hatta riskin tüm paydaşlar arasında bölüşülmesidir. Bunu sağlamak için de değişen şartlara çabuk adapte olabilen, esnek ve dayanıklı bir TZ oluşturulması şarttır. Literatürde TZRY'nin amaç ve faydaları Waters (2011:86-88) tarafından şu şekilde sıralanmıştır;

TZRY'nin amaçları;

(1) Daha üst seviye organizasyonel risk stratejisi ile uyumlu bir TZ risk stratejisi tasarlamak,

(2) Riskle ilgili herhangi bir kanuni, düzenleyici, sözleşmeye dayalı veya sosyal gerekliliği yerine getirmek,

(3) TZY fonksiyonları arasına risk yönetimini dâhil etmek,

(4) TZRY için uygun kaynakları, sistemleri, tesisleri ve altyapısal gereklilikleri sağlamak,

(5) İlgili prosedürler, teknoloji, bilgi ve planlama ile TZRY için en iyi uygulamaları belirlemek,

(6) Bu uygulamaları TZY ile ilintili riske verilecek tepkiyi tanımlamak, analiz etmek ve planlamak için kullanmak,

(7) Gerekli olduğu zaman risklere karşı planlı tepkileri uygulamak ve müteakip eylemleri kontrol etmek,

(8) Performansı takip etmek, yöntemleri sürekli geliştirmek ve ilerletmek,

(9) Riske karşı tutarlı bir tavır için organizasyonun diğer bölümleri ve TZ'nin diğer paydaşları ile işbirliği yapmak.

TZRY'nin faydaları;

(1) Riski çevreleyen sorunlar erkenden tespit edilerek normal yönetim uygulamalarının bir parçası haline gelir,

(2) Riskle ilişkili olanlar da dâhil olmak üzere dengeli karar verme sağlanmış olur,

(3) Çok riskli veya finansal olarak sağlıksız faaliyetlerden kaçınılmış olur,

(4) Risk için sorumluluk en uygun personele devredilir,

(5) İyi şansla iyi yönetim birbirinden kesin çizgilerle ayrılarak yönetim performansı ölçülebilir,

(6) Olaylar tam anlamıyla meydana gelmeden ve kriz oluşmadan önce riskler tanımlanır,

(7) Risklerin erken değerlendirilmesi kaynakların daha iyi planlanmasına, önceliklendirilmesine ve tahsisine imkân verir,

(8) Risklere karşı alternatif tepkiler tasarlanabilir, değerlendirilebilir, karşılaştırılabilir ve planlanabilir,

(9) Yeterli zaman olduğunda ve olaylara acil tepki verme zorunluluğu olmadığı durumlarda yaratıcı tepkiler geliştirilebilir,

(10) Riskli olay meydana geldiğinde beklenmeyen durum planları süratle uygulanabilir,

(11) Operasyonlar daha az kesinti ve dalgalanmaya uğrar,

(12) Kesintisiz operasyonlar finansal performansı, müşteri hizmetini, firma imajını vb. artırır,

(13) İşlemler, ortaya çıkabilecek problemleri belirlemek için sürekli takip edilirler,

(14) Geçmişte meydana gelen risk profilleri belirlenerek, gelecekte meydana gelebilecek risklere karşı verilecek tepkiler geliştirilir,

(15) Risklerle ilgili gelişmiş haberleşme genel bir sağduyu ve anlayış sağlar,

(16) İnsanların analitik yetenekleri geliştirilir ve en önemli sorunlara dikkatleri yoğunlaştırmaları sağlanır.

1.2. TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ SÜREÇ VE YÖNTEMLERİ

TZRY süreci literatürde, farklı yazarlar tarafından, birbirinden küçük farklılıklar gösteren, fakat aynı temel kuramsal çerçeve ve benzer süreçleri takip edecek şekilde tanımlanmıştır.

Jüttner ve diğ. (2003:201) tarafından önerilen TZRY süreci kuramsal çerçevesi dört adımdan oluşmaktadır; (1) TZ risk kaynaklarının değerlendirilmesi, (2) En ilgili risk sonuçlarını tanımlayarak TZ risk konseptinin belirlenmesi, (3) TZ stratejisindeki risk etkenlerin takibi, (4) TZ’ndeki risklerin hafifletilmesi.

Harland ve diğ. (2003:56)’de benzer adımları takip eden altı aşamalı bir süreç önermiştir; (1) TZ haritalaması, (2) Risklerin tanımlanması ve konumlandırılması, (3) Risk değerlendirmesi, (4) Risk yönetimi, (5) İşbirlikçi TZ risk stratejilerinin oluşturulması, (6) TZ risk stratejilerinin uygulanması.

Benzer şekilde Hallikas ve diğ. (2004: 52) tarafından önerilen tipik bir TZRY sürecinde dört adımdan oluşmaktadır; (1) Risk tanımlama, (2) Risk değerlendirme, (3) Risk yönetim eylemleri için karar ve uygulama, (4) Risk takip ve gözetimi.

TZRY sürecini sistematik bir yaklaşımla ele alan Ngai ve Wat (2005a:238) bulanık bir karar destek sistemi önermiştir. Yazarlara göre öncelikle zincirdeki risk faktörlerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlama için faaliyet gösterilen sektör izlenerek risk olasılığı yüksek problem sahaları belirlenir. Daha sonra bu faktörlere ait değişkenler belirlenerek, değerlerinin belirlenmesi için mevcut veri tabanı kullanılır. Elde edilen değişken değerleri matematiksel veya sezgisel modellerle değerlendirilerek risk değerleri hesaplanır. Risk değerleri elde edildikten sonra sıra bulunan bu değerlerin yorumlanmasına gelir, eğer önceden belirlenen eşik değerin altında bir değer elde edilmişse TZ ve çevresel faktörlerin izlenmesine devam edilir. Eşik değerin üzerinde sorun olacağı değerlendiriliyorsa önleyici çalışmalar ve tedbirler üretilir. Sistem sürekli gözlenerek düzgün işleyip işlemediği gözden geçirilir.

Ritchie ve Brindley (2007b:1401) ise TZRY süreci için Şekil 1.1.'de sunulan beş adımlı yaklaşımı önermiştir. Yazarlara göre risk tetikleyicileri TZ'nin işleyişi, yapısı, paydaşların özellikleri ile faaliyet gösterilen sektör ve dış çevreden oluşmaktadır. Bu tetikleyicileri kontrol altına tutabilmek için ödül sistemi kullanılmalı, tüm paydaşlara yeni hedefler sunulmalı ve TZ planlamaları yapılmalıdır.



Şekil 1. 1. Ritchie ve Brindley Tarafından Önerilen TZRY Süreci

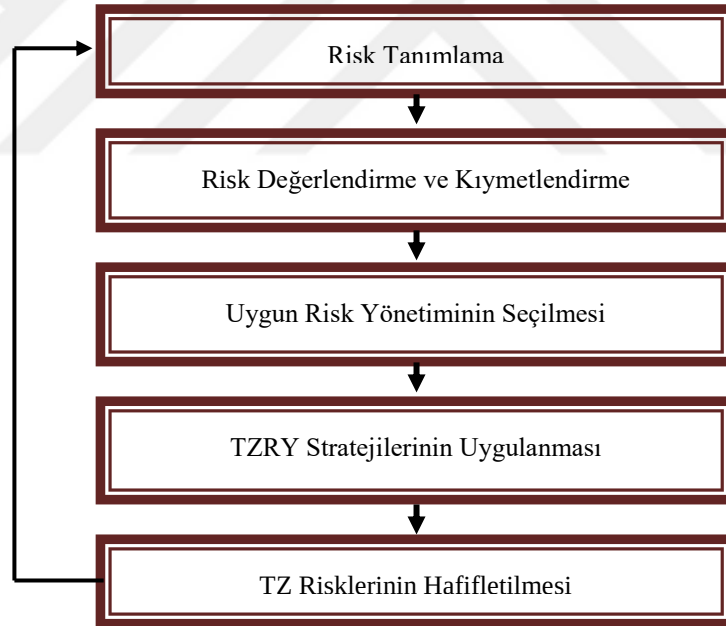
Ellegaard (2008:429) tarafından önerilen TZRY süreci Şekil 1.2.'de gösterildiği şekilde dört adımdan oluşmaktadır. Yazara göre öncelikle karşılaşılan riskin meydana

gelme nedenleri ortaya koyulmalıdır. Daha sonra nedenleri doğuran şartlar tahminleme ve analizlerle belirlenmelidir. Risk olaylarının meydana gelmesi durumunda yaşanacak satış ve itibar kaybı gibi kayıplar ve bunların etkileri hesaplanmalıdır. Son olarak da bu kayıpları engelleyecek uygun stratejiler geliştirilmelidir.



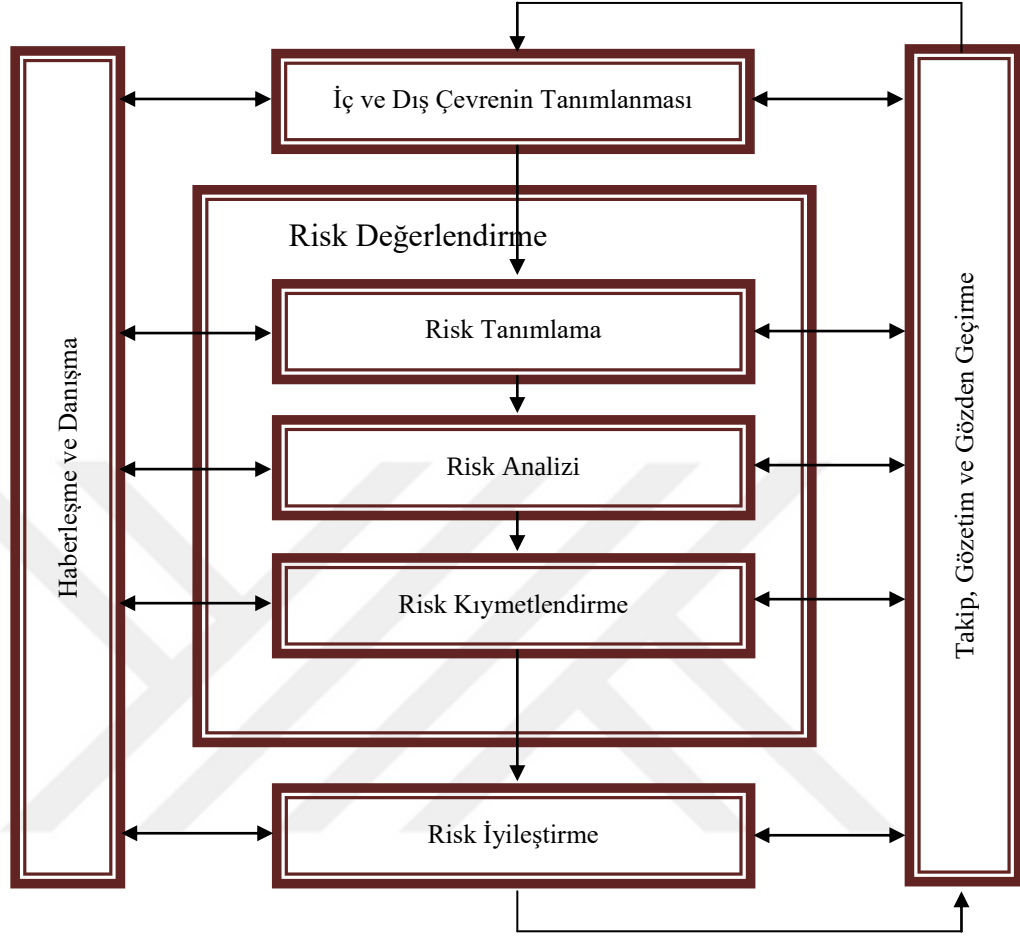
Şekil 1. 2. Ellegaard Tarafından Önerilen TZRY Süreci

Manuj ve Mentzer (2008a:137)'in tanımladıkları TZRY süreci ise Şekil 1.3.'de sunulduğu gibidir;



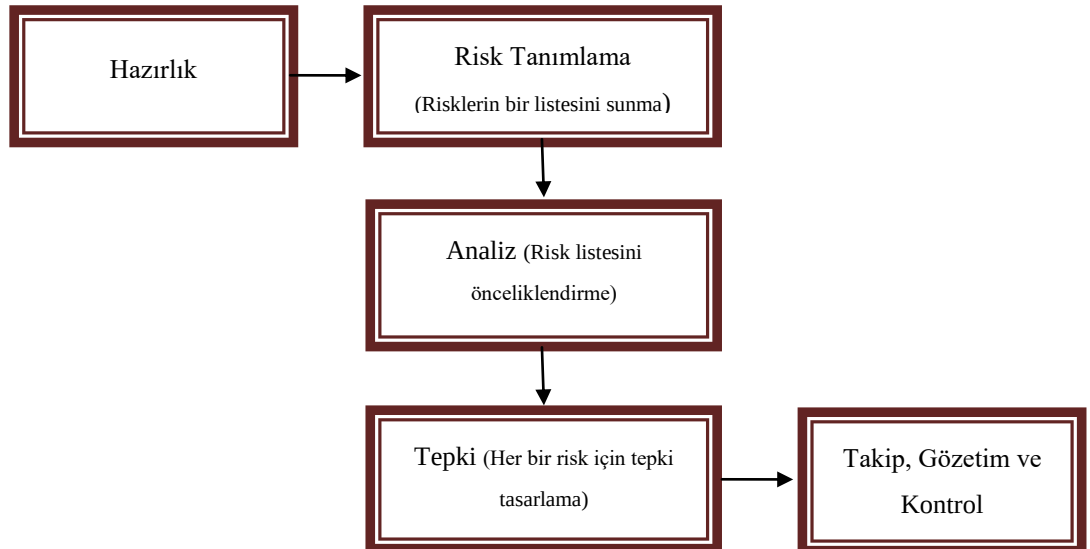
Şekil 1. 3. Manuj ve Mentzer Tarafından Önerilen TZRY Süreci

TZ Risk Liderlik Konseyi (SCRLC, 2011:4) tarafından önerilen TZRY süreci ise Şekil 1.4.'deki gibi şematize edilmiştir.



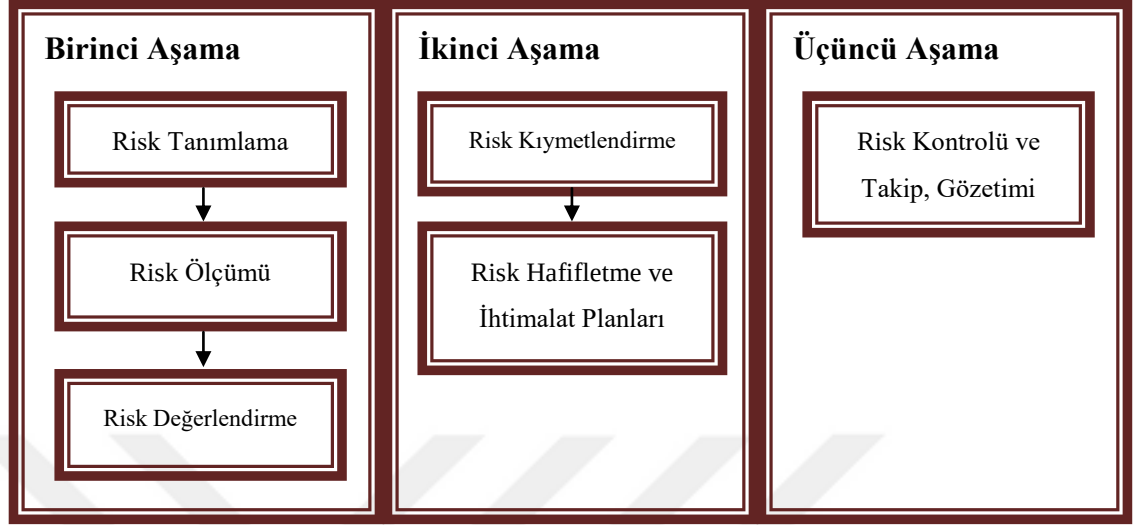
Şekil 1. 4. SCRLC Tarafından Önerilen TZRY Süreci

Waters (2011:90)'ın önerdiği TZRY süreci Şekil 1.5.'de tanımlandığı gibi beş aşamalıdır;



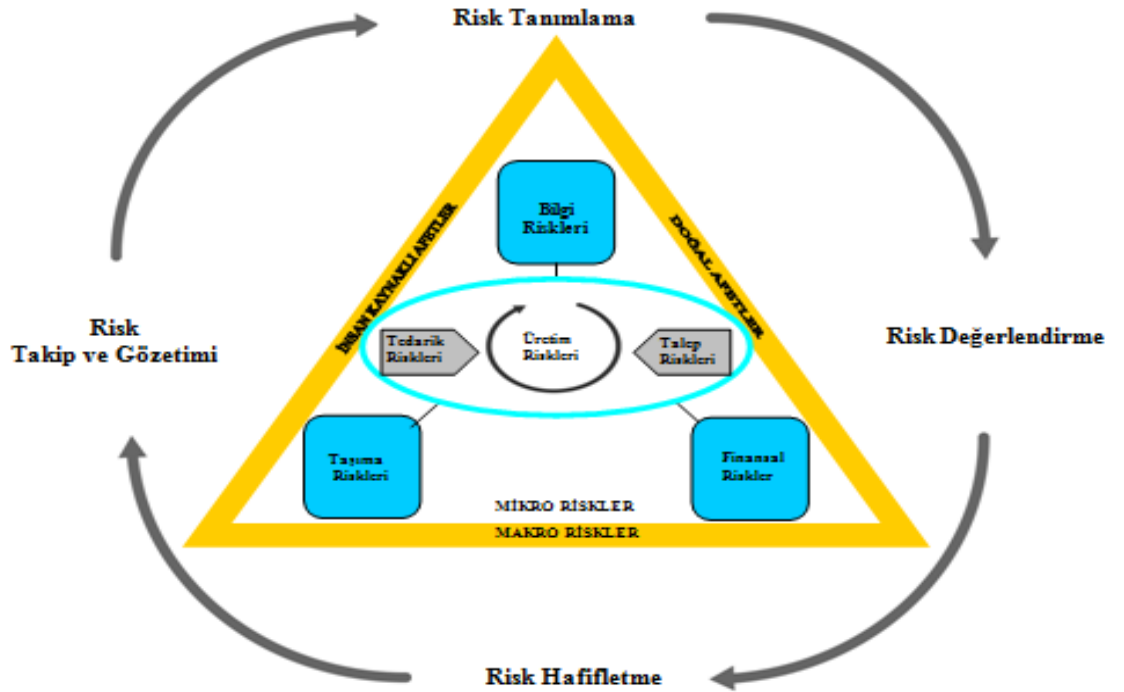
Şekil 1. 5. Waters Tarafından Önerilen TZRY Süreci

Tummala ve Schoenherr (2011a: 477)'in önerdiği üç aşamalı TZRY süreci Şekil 1.6.'daki gibi şematize edilebilir;



Şekil 1. 6. Tummala ve Schoenherr Tarafından Önerilen Üç Aşamalı TZRY Süreci

Ho ve diğ. (2015:5034)'nin önerdiği ve bu tez çalışmasında da kullanılan dört aşamalı TZRY süreci Şekil 1.7.'de sunulmuştur;



Şekil 1. 7. Ho ve diğ. Tarafından Önerilen TZRY Süreci

Literatürde önerilen tüm bu TZRY süreci yaklaşımlarının firmalarca kullanılan bilgi sistemleriyle bütünleştirilmesi risk parametre ve değişkenlerinin sürekli takibi ve oluşturulacak bütünleşik sistemin bir karar destek sistemi gibi değerlendirilmesi için önemlidir. Literatürde TZRY süreci için kurumsal kaynak planlaması (ERP), müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) gibi modüllerden veri alınması ve toplanan verilerin iş zekâsı yazılımlarıyla çok boyutlu veri sorgulamaları yapılabildiği; bu sayede veri tabanından risk kontrol kriterlerinin değerlerinin sorgulanarak risk yönetimi kararlarının alınabilmesini mümkün kılan çalışmalar da mevcuttur (Salkın, 2014:21).

Yukarıda sıralanan TZRY süreçlerinin tanımlanması için önerilen kuramsal çerçeveler incelendiğinde bunların benzer aşamalara sahip olduğu, bunu yanında küçük tanımlama ve terim farklılıkları bulunduğu görülecektir. Bu çalışmaların hepsinde önemli olan aşamaların takip ettiği sıradır. TZRY sürecinde her aşamanın sonucu bir diğerinin girdisini oluşturmaktadır. Bu tez çalışmasında önerilen karar destek sisteminde TZRY süreçleri şu aşamalardan oluşmaktadır;

- Risk Tanımlama,
- Risk Değerlendirme,
- Risk Hafifletme,
- Risk Takip ve Gözetimi.

1.2.1. Risk Tanımlama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en hayati adımıdır. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlanmasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Firmaların farkında oldukları risklere uygun tedbir alacakları düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır (Kırılmaz, 2014: 52). Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır.

Zsidişin (2003b: 220), Sodhi ve diğ. (2012:2) ve Diehl ve Spinler (2013:312), literatürde TZ riskleri ve TZRY kavramlarının tanımlarında fikir birliği sağlanamadığını belirtmiştir. Yazarlar ayrıca, genel geçer bir tanımlamanın, araştırmacılara bütün TZ risklerinin etki ve olasılığını ölçme ve belirlemede, bunun yanında TZRY yöntemlerinin etkililiğini değerlendirmede yardımcı olacağını ve bu nedenle anlaşılır tanımların

sağlanmasının zorunlu olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Ho ve diğ. (2015:5035), ortak bir anlayış ve anlaşılır tanım bulunmaması nedeniyle, araştırmacıların uygulamacılarla iletişim kurmada ve deneysel çalışmalar yapabilmek için endüstriye ulaşmada zorluk yaşadığını vurgulamıştır.

Kern ve diğ. (2012:63) ise yaptıkları çalışmada TZRY sürecinde risk tanımlama faaliyetinin, risk değerlendirme üzerinde pozitif etkisini ortaya koymuştur.

Waters (2011:13)' a göre risk, beklenmeyen bir olayın organizasyona zarar verme ihtimalidir. ISO Risk Yönetim Rehberi (ISO, 2009) her tür ve boyuttaki organizasyonların, hedeflerini başarıp başaramayacakları belirsizliğine sebep olan faktör ve etkilere karşı karşıya olduğunu belirterek, organizasyon hedeflerinin üzerindeki bu belirsizliğin etkisini risk olarak açıklamıştır. Harland ve diğ. (2003:52) ise tehlike, zarar, kayıp, yaralanma veya diğer istenmeyen sonuçları elde etme şansı olarak tanımlamıştır.

Jüttner ve Ziegenbein (2009:210), risk tanımlama safhasının; (1) analiz edilecek TZ'nin seçilmesi, (2) TZ haritasının çıkarılması ve (3) ilgili TZ risklerinin tanımlanması şeklinde birbirini izleyen üç aşamadan oluştuğunu belirtmiştir. Birinci aşamada seçilecek TZ'nin stratejik önemi ve hassasiyeti ele alınmaktadır. Örneğin, yüksek kâr sağlamasına rağmen geçmişte aksamaların yaşandığı bir TZ'nin öncelikle incelenmesi gerekmektedir. İkinci aşamada TZ'nin tüm detaylarını kapsayacak bir tanımlama için TZ'nin haritasının çıkarılması gerekmektedir. Bu doğrultuda tüm TZ paydaşlarını kapsayacak şekilde resmedilmesi ve her bir paydaşla ilgili tedarik edilen ürün/malzeme, maliyet, miktarlar, temin süresi, tedarikçi sayısı, kritik müşteriler gibi en önemli bilgiler bu resme işlenmelidir. Riskleri değerlendirmek ve hafifletmek için bu aşamada her bir riskin kaynağı çok iyi tanımlanmalıdır. Son safhada ise riskleri tanımlamak için literatür taraması, beyin fırtınası, uzman görüşleri, geçmiş olayların incelenmesi gibi kaynaklardan istifade edilebilir. Tanımlanan riskler TZRY sürecinin diğer aşamalarına temel teşkil edeceğinden bu aşamada elde edilen tanımlamaların kayıtları sağlıklı bir şekilde tutulmalıdır.

Risk tanımlama süreci için literatürde, “Hiçbir alan için risk listesi tam değildir. Beklenmeyen riskler, risk yönetiminin esas parçasıdır.” uyarısı yapılmıştır. Bu uyarıya bazı yazarlar da katılmakla beraber, risk yöneticilerinin riskleri teşhis etmede geçmişe göre çok daha başarılı olduğunu vurgulamışlardır (Güven, 2010: 4).

Balıkçı (2009:162)'nin aktarımıyla risk tanımlama sürecinin etkinliği şu hususlara bağlıdır; (1) Geniş kapsamlı, (2) Gerçekçi, (3) Cesur, (yani en kötü senaryolara cevap verebilen), (4) Her firmaya özel, (5) Periyodik olarak gözden geçirilebilen nitelikte olmalıdır.

Risklerin tanımlanması tedbir geliştirmek için öncelikleri ortaya çıkarır. Her firma kendi süreçlerine özgü bazı risklerle karşılaşabilir. Her sektör özelinde bu riskler çok farklı şekilde ortaya çıkabilir, bu nedenle farklı kriterlere duyarlı risk değerlendirmeleri de farklı olacaktır (Balıkçı, 2009: 162).

Aşağıda TZ risk tanımları, TZ risk yönetimi tanımları, risklerin sınıflandırılması, risk türleri ve risk faktörleri için açıklayıcı bilgiler sunulmuştur.

1.2.1.1. Tedarik Zinciri Risk Tanımları

Literatürde yapılan TZ risk tanımlamalarına bakıldığında bunların bazılarının sadece tedarik riskini (ör: Ellis ve diğ., 2010: 36) tanımlarken bazılarının TZ risk (ör: Ho ve diğ., 2015: 5035) tanımlaması üzerinde durduğu görülmektedir. Bütün TZ'ni kapsamayan tanımlar tedarik riski, bilgi akışı riski, materyal akış riski ve ürün akış riski gibi belirli alanlarda uygulanabilirliğe sahip olmasına rağmen, belirli bir TZ fonksiyonuna ya da TZ'nin bir bölümüne odaklanmıştır. Bu tanımlama sorununun üstesinden gelebilmek için yapılan ve literatürde tarafımızca belirlenen en kapsamlı tanımlama Ho ve diğ. (2015: 5035)'nin tanımlamasıdır. Literatürde TZ riski üzerine yapılan tanımlamaların bir özeti Tablo 1.1.'de sunulmuştur.

Tablo 1. 1. Literatürde Yapılan TZ Risk Tanımları

Çalışmalar	Tedarik Zinciri Risk Tanımları	Kapsam
Zsidisin ve Ellram (1999:187)	Alınan ürün ve hizmetlerdeki önemli ve/veya hayal kırıklığı yaratan hataların görülmesidir.	Sadece Tedarik Riskleri
Meulbrook (2000: 308)	Faaliyetlerin yürütülmesini mümkün kılan herhangi bir kaynağın içe akışını olumsuz etkileyen olaylardır.	Sadece Tedarik Riskleri
Zsidisin (2003a: 14-15)	Müşteri ihtiyaçlarını karşılayamamaya neden olacak satın alma ve organizasyondaki yetersizliklerin, içsel tedarikte potansiyel oluşma ihtimalidir.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Zsidisin (2003b: 222)	Gelen tedarik kanalındaki bireysel tedarikçinin başarısızlığı veya tedarik piyasasında meydana gelebilecek bir olayın (bu olayın oluşması durumunda müşteri taleplerinin karşılanamaması ya da müşterinin güvenliği ve yaşamının etkilenmesi söz konusudur.) olasılığıdır.	Sadece Tedarik Riskleri

Jüttner ve diğ. (2003: 200)	Tedarik zinciri olası çıktıların dağılımında, olasılığında ve öznal değerlerindeki çeşitliliğidir.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Jüttner ve diğ. (2003: 200)	Tedarikçilerden son kullanıcıya teslim edilen son ürünlerin akışı esnasında meydana gelebilecek bilgi, malzeme ve ürün akışı riskleri.	Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskler
Christopher ve Peck (2004: 11) ; Peck (2006:132)	Orijinal tedarikçilerden nihai ürün teslimatına kadar bilgi, malzeme ve ürün akışının karşılaştığı herhangi bir risk olayı.	Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskler
Wagner ve Bode (2006: 303)	Odaklanılan firmanın olumsuz sonuçlanan beklenen kesin performans ölçüm değerinden negatif sapma.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Goankar ve Viswanadham (2007: 265)	Olası TZ çıktıları, olasılıkları ve sübjektif değerlerindeki çeşitlilikten kaynaklanan kaybin dağıtımı	Genel Tedarik Zinciri Riski
Bogataj ve Bogataj (2007: 291)	Potansiyel sonuçları itibariyle tedarik zincirinin herhangi bir bölümündeki değer katılmış aktivitenin azalması yönünde etki eden varyasyonlardır.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Handfield ve diğ. (2007:33)	TZ ağında kritik düğümlerdeki kesintilerin toplamı ya da olasılıklarının son kullanıcının gelirindeki kesinti etkisi ile katlanan bir fonksiyondur.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Ellis ve diğ. (2010: 36)	Belirli bir tedarikçiden satın alınmış belirli bir tedarikin aksamasına bağlı olarak bir bireyin toplam potansiyel kayıp üzerindeki algısıdır.	Sadece Tedarik Riskleri
Ghadge ve diğ. (2012:314)	TZ ağının etkin yönetimini etkileyerek kesintiye neden olan bir olaya maruz kalma durumudur.	Genel Tedarik Zinciri Riski
Ho ve diğ. (2015: 5035)	Olası ve beklenmeyen makro ve/veya mikro düzey olay ya da şartların etki ya da operasyonel, taktiksel veya stratejik seviye aksama ve düzensizliklere yol açan tedarik zincirinin herhangi bir parçasını olumsuz olarak etkileyen koşullardır.	Genel Tedarik Zinciri Riski

1.2.1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları

Literatürde yapılan TZRY tanımları Tablo 1.2.'de özetlenmiştir. Bütün bu tanımlar TZ paydaşları ile işbirliğini vurgularken, bazı tanımlamalar TZRY'nin belirli öğeleri üzerine odaklanmış ve bütün TZRY süreçlerini kapsamamıştır.

Tablo 1. 2. Literatürde Yapılan TZRY Tanımları

Çalışmalar	Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları	Kapsam
Jüttner ve diğ. (2003: 201)	Tedarik zincirinin kırılganlığını bir bütün olarak azaltmak için tedarik zinciri paydaşları ile koordineli bir yaklaşımla tedarik zinciri risklerinin tanımlanması ve yönetilmesidir.	Tanımlama ve yönetim süreçleri
Norrman ve Jansson (2004: 436)	Lojistikle ilgili aktivite ve kaynakların etkilediği/ neden olduğu risk ve belirsizliklerin üstesinden gelebilmek için tedarik zincirinde paydaşlarla işbirliği içersinde risk yönetim süreci araçlarının uygulanmasıdır.	Genel süreçler

Tang (2006a: 453)	Kârlılığın ve devamlılığının sağlanması için tedarik zinciri paydaşlarının işbirliği ve koordinasyonu ile TZ risklerinin yönetilmesidir.	Genel süreçler
Goh ve diğ. (2007: 164-165)	Tedarik zincirinin kırılganlığını bir bütün olarak azaltmak için tedarik zinciri paydaşları üzerinde dışsal koordineli bir yaklaşımla tedarik zinciri ağındaki risklerinin tanımlanması ve yönetilmesidir.	Tanımlama ve yönetim süreçleri
Handfield ve diğ. (2007:30)	İşbirlikçi organizasyonel ilişkiler, etkili iş süreçleri ve yüksek seviyede bilgi paylaşımı sayesinde risk minimizasyonu ve kesinti ihtimalinin azaltılması amacıyla bir TZ'ndeki organizasyonların bütünleştirilmesi ve yönetilmesidir.	Tanımlama ve yönetim süreçleri
Manuj and Mentzer (2008b: 205)	Kayıplar, olasılık, olayın hızı, kayıpların hızı, olayın meydana gelme zamanının tespiti, sıklığı veya ortaya çıkması durumlarından birinin veya birkaçının azaltılması amacı ile TZ paydaşları arasında koordineli bir yaklaşımla küresel TZ içerisinde risklerin ve riske bağlı sonuçların tanımlanması ve değerlendirilmesi ve uygun stratejilerin uygulanmasıdır. Bu sayede TZ çıktılarının arzu edilen karlılık ve gerçek maliyet tasarrufu sağlayan hedeflere yaklaşılması sağlanabilir.	Tanımlama ve yönetim süreçleri
Thun ve Hoenig (2011: 243)	Sadece firma düzeyinde olmayıp, tedarik zincirinin tamamı üzerine odaklanarak paydaşlar arası yönlendirme hedefiyle risklerin tanımlanması ve azaltımı şeklinde karakterize edilen bir süreçtir.	Tanımlama ve hafifletme süreçleri
Lavastre ve diğ. (2012:830)	Stratejik ve operasyonel seviyede uzun ve kısa dönem risk (Burada tanımlanan risk, küresel tedarik zinciri (tedarikçilerin tedarikçilerinden müşterilerin müşterilerine) içerisindeki paydaşlar arasında etkin bilgi, malzeme ve ürün akışını önleyen veya değiştiren risklerdir.) yönetimlerinin uygulanmasıdır.	Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskleri ele alan süreçler
Ho ve diğ. (2015:5035)	Makro ve mikro düzey durumları veya şartları -ki bunlar tedarik zincirinin herhangi bir bölümünü olumsuz olarak etkileyebilir- tanımlamak, değerlendirmek, hafifletmek ve izlemek için kantitatif ve kalitatif risk yönetimi yöntemlerinden faydalanan örgütler arası işbirliği çalışmasıdır.	Genel süreçler

1.2.1.3. Tedarik Zinciri Risk Türleri

Literatürde TZ risk türlerinin ele alındığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bunların incelenmesi sonucunda bazılarının herhangi bir sınıflandırmaya gitmeden sadece risk türlerinin basitçe tanımlandığı (ör: Manuj ve Mentzer, 2008a:138), bazılarının ise belirli risk türlerini belirli kategoriler altında sınıflandırmaya tâbi tuttuğu (ör: Tang, 2006a: 453) tespit edilmiştir.

Dünya Ekonomik Forumu (2012: 8) tarafından küresel riskler üzerine yapılan çalışmada risk türleri sınıflandırılmış ve görülme yüzdeleri ortaya konmuştur. Forum

TZ risklerini çevresel riskler ((doğal afetler (%59), kötü hava şartları (%30), salgın hastalıklar (%11)), jeopolitik riskler ((çatışma ve politik istikrarsızlık (%46), ithalat/ihracat sınırlamaları (%33), terörizm (%32), yolsuzluk (%17), kaçak ticaret ve organize suç (%15), deniz haydutluğu (%9), nükleer/kimyasal/biyolojik silahlar (%6)), ekonomik riskler ((ani talep şokları (%44), ürün fiyat dalgalanmaları (%30), gümrük aksamaları (%26), kur dalgalanmaları (%26), küresel enerji darboğazı (%19), mülkiyet/yatırım kısıtlamaları (%17), işgücü yetersizliği (%17)), teknolojik riskler ((bilgi ve haberleşme aksamaları (%30), taşımacılık altyapısı yetersizlikleri (%6)) olarak dört kategoride ele almıştır.

Literatürde TZ risklerinin kaynağı, etkileri, oluşma sıklığı gibi yönlerden ele alınarak farklı yazar ve organizasyonlar tarafından farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bunlar;

Bazı çalışmalarda risk türleri içsel ve dışsal (ör: Wu ve diğ., 2006: 352-353; Trkman ve McCormack, 2009:249; Kumar ve diğ., 2010: 3718), operasyonel ve aksatıcı (Tang, 2006a: 453) olarak iki kategoriye ayrılmıştır.

Bunun yanı sıra, bazı çalışmalarda risk türleri benzer bir yaklaşımla fakat farklı terimler kullanılarak üç kategoride sınıflandırılmıştır (ör: Jüttner ve diğ., 2003: 201; Christopher ve Peck, 2004: 9). Bu üç kategori; organizasyonel risk veya içsel risk, ağ kaynaklı/TZ bünyesindeki riskler ve çevresel riskler veya dış çevre riskleri olarak sınıflandırılabilir.

Kar (2010: 1) risk türlerini çevresel riskler, endüstriyel riskler, organizasyonel riskler, alana özgü riskler ve karar verici ile ilgili riskler olarak beş kategori de, Maclean-Bristol (2008: 1) ise sosyal riskler, yasal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, teknik riskler ve çevresel riskler olarak altı kategoride sınıflandırmıştır.

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak sadece iki makale, şirketler üzerindeki olumsuz etki derecesine göre TZ risk türlerini sınıflandırmıştır (Tang, 2006a; Ravindran ve diğ., 2010). Ravindran ve diğ. (2010) tarafından makro risklerin aksatıcı risklere (Tang, 2006a) ve riske maruz değere (VaR) (Ravindran ve diğ., 2010) benzer olduğunu, bunun yanında mikro risklerin operasyonel risklere (Tang, 2006a) ve hedefi ıskalamaya (MtT) (Ravindran ve diğ., 2010) benzer olduğu vurgulanmıştır.

Literatürde yapılan en kapsamlı sınıflandırma Ho ve diğ. (2015:5034) tarafından yapılmıştır. Yazarlar, daha önce yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda TZ risklerinin makro ve mikro riskler (Sodhi ve diğ., 2012'ne göre katastrofik ve fonksiyonel; Tang, 2006a'a göre aksatıcı ve fonksiyonel) olarak iki temel kategoriye ayrılabilceğı tespit etmiştir.

Makro riskler firmalar üzerinde olumsuz etkileri olabilecek olumsuz ve görel olarak nadir görülen dışsal olay ve durumları ifade eder. Makro riskler; doğal afetler (ör: deprem, iklimsel felaketler) ve insan kaynaklı riskleri (ör: savaş, terör ve politik istikrarsızlık) içermektedir.

Mikro riskler ise doğrudan tüm TZ'ndeki paydaşların ilişkileri ve/veya firmaların içsel aktivitelerinden kaynaklanan görel olarak yinelenen olayları ifade eder. Genel olarak, makro riskler mikro risklere kıyasla firma üzerinde daha fazla olumsuz etkiye neden olurlar. Mikro riskler talep riskleri, üretim riskleri, tedarik riskleri ve altyapısal riskler olmak üzere dört alt kategoride ele alınabilirler. Talep ve tedarik riskleri bir firmanın sırasıyla, gelen ve giden TZ ağındaki paydaşlarından kaynaklanan olumsuz durumları ifade eder. Üretim riskleri ise firmaların ürün ve hizmet üretimi, kaliteli ve zamanında üretim ve kârlılık gibi içsel yeteneklerini etkileyen olumsuz olay ve durumları ifade eder (Ho ve diğ., 2015:5035).

Bir TZ'nin fonksiyonlarını sağlıklı olarak yerine getirebilmesi için bilgi teknolojileri, taşıma ve finansal sistemler de kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerde yaşanan herhangi bir aksama bir tedarik zincirinde ciddi problemlerin meydana gelmesine yol açabilir. Bu nedenle Ho ve diğ. (2015: 5035) çalışmalarına yukarıda sıralanan üç sistemi altyapısal risklerin altında sınıflandırmaya tabi tutmuştur.

Ambulkar ve diğ. (2015) ise bir anketle TZ risk kaynaklarını belirlemeye çalıştığı çalışmalarında; 199 kesinti olayından 62'sinin tedarik kesintilerinden, 42'sinin lojistik/teslimat kesintilerinden, 44'ünün firma içi/üretim kesintilerinden ve 51'inin de doğal afetler, hukuksal ve politik sorunlar gibi çevresel faktörlerden kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Tüm bu sınıflandırmalar görsel olarak daha açık bir şekilde ifade edilebilmesi amacıyla Tablo 1.3.'de özetlenmiştir.

Tablo 1. 3. Literatürde Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Türleri

Çalışmalar	Tedarik Zinciri Risk Türleri
Merna ve Smith (1999: 168)	Stratejik riskler, doğal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, fiziksel riskler, tedarik riski, piyasa riski, taşıma riski, ürün riski, operasyonel risk, finansal riskler, bilgi riski, organizasyonel riskler, yönetsel riskler, planlama riskleri, beşeri riskler, teknik riskler, kriminal riskler, güvenlik riskleri, çevresel riskler, mahalli müsaade riski
Michalski (2000:182)	Altyapısal riskler, iş kontrol riskleri, iş değeri riski, ilişkisel riskler
Harland ve diğ. (2003: 53)	Stratejik riskler, operasyon riskleri, tedarik riskleri, müşteri riskleri, firma varlıklarının beklenmedik değer kaybı, rekabet riskleri, itibar riskleri, finansal riskler, mali riskler, yasal düzenleme riskleri, yasal riskler
Jüttner ve diğ. (2003: 201)	Çevresel riskler, ağ kaynaklı riskler, organizasyonel riskler
Cavinato (2004: 384)	Fiziksel riskler, finansal riskler, bilgi riskleri, ilişkisel riskler, inovasyon riskleri
Finch (2004: 184)	Uygulama düzeyi: Doğal afetler, kazalar, kasıtlı eylemler, veri/bilgi güvenliği riskleri, yönetsel riskler Operasyonel düzey: yasal ve stratejik değişiklikler Organizasyonlar arası düzey: organizasyona dışsal riskler
Chopra ve Sodhi (2004: 54)	Aksamalar, gecikmeler, sistem riskleri, tahmin riskleri, entelektüel sermaye riski, tedarik riski, alacak riskleri, stok riskleri, kapasite riskleri
Raj Sinha ve diğ. (2004: 162)	Standartlar, tedarikçi riskleri, teknoloji riskleri, uygulama riskleri
Christopher ve Peck (2004:9)	Firmaya içsel riskler; süreç ve kontrol riskleri Firmaya dışsal tedarik zincirine içsel riskler: talep ve tedarik riskleri, Tedarik zinciri ağına dışsal riskler: çevresel riskler,
Minahan (2005:5)	Tedarik riski, piyasa riski, tedarikçi riski, düzenleyici riskler, tedarik stratejisi riski
Tang (2006a: 453)	Operasyonel riskler: belirsiz müşteri talebi, belirsiz tedarik, belirsiz maliyet Aksama riskleri: deprem, sel, fırtına, terörist saldırıları, ekonomik kriz, kur dalgalanmaları, grevler
Wu ve diğ. (2006: 352-353)	İçsel riskler: içsel kontrol edilebilir riskler, içsel kısmen kontrol edilebilir riskler, içsel kontrol edilemeyen riskler, Dışsal riskler: dışsal kontrol edilebilir riskler, dışsal kısmen kontrol edilebilir riskler, dışsal kontrol edilemeyen riskler,
Bogataj ve Bogataj (2007: 292)	Tedarik riskleri, süreç riskleri (üretim ve/veya dağıtım), talep riskleri, kontrol riskleri, çevresel riskler
Blackhurst ve diğ. (2008: 149)	Aksamalar/afetler, lojistik riskler, tedarikçi bağımlılığı riski, kalite riski, bilgi sistemleri riski, tahmin riski, yasal riskler, entelektüel sermaye riski, tedarik riski, alacak riskleri, stok riskleri, kapasite riskleri, yönetsel riskler, güvenlik riskleri
Maclean-Bristol (2008: 1)	Sosyal riskler, yasal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, teknik riskler, çevresel riskler
Manuj ve Mentzer (2008a: 138)	Tedarik riskleri, operasyonel riskler, talep riskleri, güvenlik riskleri, makro riskler, politik riskler, rekabetçi riskler, kaynak riskleri

Tang ve Tomlin (2008: 13-14)	Tedarik riskleri, süreç riskleri, talep riskleri, entelektüel sermaye riski, davranışsal riskler, politik/sosyal riskler
Wagner ve Bode (2008:310-312)	Talep yanlı riskler, tedarik yanlı riskler, yasal düzenleme ve bürokratik riskler, altyapısal riskler, katastrofik riskler
Vanany ve diğ. (2009: 22)	Operasyonel kazalar: yangın, araç kazaları, makina bozulmaları, grevler Operasyonel katastrofik olaylar: Doğal afetler, sosyo-politik istikrarsızlık, ekonomik kesintiler, terör saldırıları Stratejik belirsizlikler: Talep değişkenliği, tedarikçi iflası, artan rekabet, piyasa sınırlandırmaları, teknoloji değişiklikleri
Trkman ve McCormack (2009: 249)	İçsel riskler: piyasa ve teknoloji dalgalanmaları Dışsal riskler: kesikli olaylar (terörist saldırıları, salgın hastalıklar, grevler) ve sürekli olaylar (enflasyon oranı, tüfe değişim oranları)
Kumar ve diğ. (2010: 3718)	İçsel operasyonel riskler: talep riskleri, üretim ve dağıtım riskleri, tedarik riskleri Dışsal operasyonel riskler : etkileşim riskleri terörist saldırılar, doğal afetler, döviz kuru dalgalanmaları
Rao ve Goldsby (2009: 106); Kar (2010:1)	Çevresel riskler, endüstriyel riskler, organizasyonel riskler, alana özgü riskler, karar verici ile ilgili riskler
Olson ve Wu (2010: 698)	Dışsal riskler: doğa kaynaklı riskler, politik sistem riskleri, rakip ve piyasa riskleri İçsel riskler: kullanılabilir kapasite, içsel operasyonlar, bilgi sistem riskleri,
Ravindran ve diğ. (2010: 409)	Riske maruz değer (VaR): Grev, terörist saldırılar, doğal afetler Hedefi ıskalama (Miss-the-target (MtT)): geç dağıtım, eksik kalite gereksinimleri
Lin ve Zhou (2011: 164-165)	İçsel riskler: AR-GE riskleri, Planlama riskleri, üretim riskleri, bilgi riskleri, organizasyon yapısı riskleri Dış çevre riskleri/Tedarik zinciri riskleri: politik riskler, tedarik riskleri, teslimat riskleri
Waters (2011: 99)	Fiziksel riskler, finansal riskler, bilgi riskleri, organizasyonel riskler
Singhal ve diğ. (2011: 28)	Kaynak yönlü riskler: Tedarikçi sayısı ve konumu ile ilgili riskler, tedarik yanlı koordinasyon ve ilişki riskleri, tedarikçilerin güvenilirliği ve cevap verebilirliği Akış yönlü riskler: Talep çeşitliliği ve piyasa belirsizlikleri, talep aksamaları altında koordinasyon
Tang ve Musa (2011: 27)	Malzeme akış riskleri (tedarik, üretim, teslimat), finansal akış riskleri, bilgi akış riskleri
Manuj ve Dittman (2011:14)	Geleneksel risk kaynakları: politik riskler, gümrüksel riskler, mali riskler Yeni risk kaynakları: maliyet riski, kalite riski, temin zamanı riski, güvenlik riski
Tummala ve Schoenherr (2011a: 475)	Talep riskleri, gecikme riskleri, aksama riski, stok riskleri, üretim (süreç) riskleri, iflas riski, üretim tesisi (kapasite) riskleri, tedarik (satınalma) riskleri, sistem riskleri, siyasi riskler, taşıma riskleri
Dünya Ekonomik Forumu (2012: 8)	Çevresel riskler, jeopolitik riskler, ekonomik riskler, teknolojik riskler
Samvedi ve diğ. (2013: 2435)	Tedarik riskleri, talep riskleri, süreç riskleri, çevresel riskler
Dünya Ekonomik Forumu (2015:128)	Ekonomik riskler, çevresel riskler, jeopolitik riskler, toplumsal riskler, teknolojik riskler

1.2.1.4. Tedarik Zinciri Risk Faktörleri

Risk faktörleri Ho ve diğ. (2015: 5036) tarafından belli bir risk türüne yönlendiren çeşitli olaylar ve durumlar olarak tanımlanmıştır. Literatürde sınırlı sayıda çalışmada risk faktörlerinin ele alındığı ve tanımlandığı çalışmaya rastlanmıştır.

Bazı yazarlar herhangi bir sınıflandırma yapmadan sadece olası risk faktörlerinin listesini sunmuşlardır (ör: Cucchiella ve Gastaldi, 2006: 704-705; Schoenherr ve diğ., 2008:105).

TZ risk faktörlerine yönelik ilk çalışmalardan biri Hendricks ve Singhal (2003:514)'ın çalışmalarıdır. Yazarlar gözlemlenen 497 TZ kesinti olayının 185'ini firma içi faaliyetler esnasında meydana geldiğini, 83'ünün tedarik kaynaklarından, 95'inin müşterilerden, 80'inin belirli bir neden olmadan, 24'ünün hükümet ve yasal uygulamalar ile doğal nedenlerden, 20'sinin firma içi ve tedarik kaynaklarının birleşimi, 10'unun da müşteri ve tedarik kaynaklarının birleşiminde kaynaklandığını ortaya koymuştur. Aynı çalışmada ele alınan 285 TZ kesinti olayına; ihtiyaç duyulan malzeme/parça eksikliği (86), talepteki ani değişimler (65), müşteri siparişlerindeki tutarsızlıklar (39), üretim esnasında yaşanan sorunlar (41), gelişme ve mühendislik problemleri (21) ve kalite ve test problemleri (30)'nin sebep olduğu ortaya koyulmuştur.

MIT/Pricewaterhouse Coopers şirketi ise 209 firmaya uyguladıkları Tedarik Zinciri ve Risk Yönetimi anketi sonuçlarına göre, TZ risk faktörlerini; hammadde fiyatlarındaki dalgalanmalar (%53), döviz kurundaki dalgalanmalar (%47), pazardaki değişimler (%41), enerji/yakıt fiyatlarındaki değişimler (%38), çevresel felaketler (%34), hammadde yokluğu (%28), artan işçi ücretleri (%26), jeopolitik sorunlar (%22), tedarikçi veya ortakların iflası (%22), teknolojiye bağlı değişimler (%20), bilişim altyapısı çökmeleri (%12), sahte ürün (%11), diğer riskler (%6), telekomünikasyon kesintileri (%5) ve siber saldırılar (%2) olarak belirlemiştir (PwCandMIT Forum, 2013:2).

Bazı yazarlar birden fazla risk türü için risk faktörlerini tanımlamıştır (ör: Chopra ve Sodhi, 2004: 54; Gaudenzi ve Borghesi, 2006: 123-127; Manuj ve Mentzer, 2008a: 138).

Bazı çalışmalarda ise sadece belirli risk türlerinin risk faktörleri araştırılmıştır. Örneğin, Zsidisin ve Ellram (2003: 17) beş tedarik risk faktörünü dikkate almıştır. Kull

ve Talluri (2008: 410)'de tedarik riski üzerine odaklanarak benzer faktörleri göz önüne almıştır.

Ho ve diğ. (2015: 5037), bu risk faktörlerinin çoğunun, Tablo 1.4.'de gösterildiği gibi makro, talep, üretim, tedarik ve altyapısal (bilgi, taşıma ve finansal) risk faktörlerini içeren beş bölüme ayrılabilceğini belirtmiştir.

Bir TZ'nin karşılaşılabileceği çeşitli risk tür ve faktörlerinin önem seviyelerine göre genel kabul görmüş bir sıralama bulunmamaktadır. Bunu yanında farklı yazar ve kuruluşlar tarafından farklı TZ'ler üzerinde risk faktörlerinin önemi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Örneğin S. Radoff Derneğinin gerçekleştirdiği anket çalışmasının sonuçlarına göre bir TZ'ni etkileyen önde gelen riskler şunlardır; hammadde tedarikinde yaşanan aksamalar (%50), İthalat işlemlerinde yaşanan bürokrasi ve gümrük gecikmeleri (% 36), uzun tedarik ağları ve temin süreleri (% 36), jeopolitik istikrarsızlıklar (% 35), işgücü yetersizliği (% 35) ve terörist saldırıları (% 30) (Kırılmaz, 2014:60).

Benzer bir çalışmada AMR Araştırma Şirketi tarafından yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ise bir TZ'ni etkileyen riskler; tedarikçi yetersizliği (% 28), stratejik riskler (% 17), doğal afetler (% 15), jeopolitik istikrarsızlıklar (% 11), yasal düzenlemeler (% 11), lojistik yetersizlikler (% 10) ve mülkiyet haklarının ihlali (% 7) olarak belirlenmiştir (Kırılmaz, 2014: 60).

Ho ve diğ. (2015: 5038) yaptıkları kapsamlı tarama çalışmasında risk faktörleri üzerine yapılan çalışmalarda aşağıda sıralanan hususları tespit etmiştir. Bunlar; (1) Başlangıçta, tanımlanan risk faktörlerinin bazılarının belirsiz olduğunu ve onları, örneğin; tedarikçiyi etkileyen riskler, müşteriye etkileyen riskler; talep riski, lojistik risk, tedarikçi riski, taşıma riski gibi risk faktörlerinden ziyade risk türleri olarak dikkate alınmanın daha uygun olacağını belirtmiştir. (2) Talep, üretim ve tedarik risklerinin üzerinde en çok çalışma yapılan konular olduğu tespit edilmiştir. (3) Talep, üretim ve tedarik risklerine neden olabilecek birçok faktör grubunun bulunduğu bunun yanında makro, bilgi, taşıma ve finansal riskler için görece olarak önerilen çok az risk faktörü bulunduğu tespit edilmiştir. (4) Tedarik zinciri riskinin tanımına göre farklı tedarik zinciri risk türlerinin farklı seviyelerde olumsuz etkilere yol açabileceğini, hatta operasyonel, taktik ya da stratejik seviyede aksaklıklara yol açabileceğini, benzer

şekilde aynı risk türü içindeki farklı risk faktörlerinin de farklı seviyelerde olumsuz etkilere yol açabileceği belirtilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalarda tanımlanan/önerilen risk faktörleri bir araya getirilerek aşağıdaki Tablo 1.4. oluşturulmuştur. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde risk tanımlama, değerlendirme, hafifletme ile takip ve gözetimi için literatürde yapılan çalışmalar ile yöntemlerin tanıtıldığı kısımlarda, bu çalışmada ele alınan makro riskler, tedarik riskleri (tedarike yönelik finansal riskler dâhil), taşıma riskleri ve bilgi risklerine yönelik olanlar incelenmiş, buna ilave olarak herhangi bir risk türünün spesifik olarak ele alınmadığı genel risklerde çalışma kapsamında incelenmiştir. Bunu dışındaki Tablo 1.4.'de sunulan talep riskleri, üretim riskleri, finansal riskler ile ilgili çalışmalar bu tez çalışmasının kapsamında olmadığından incelenmemiştir.

Tablo 1. 4. Literatürde Tanımlanan TZ Risk Faktörlerinin Özetlenmesi

Makro risk faktörleri	Mikro risk faktörleri					
	Talep riskleri	Üretim riskleri	Tedarik riskleri	Altyapısal risk faktörleri		
				Bilgi riskleri	Taşıma riskleri	Finansal riskler
• Doğal afetler • Kargaşa ve politik istikrarsızlık • Ekonominin kötüye gitmesi • Dış hukuksal sorunlar • Savaş, çatışma ve terörizm • Siyasi riskler • Bölgesel istikrarsızlık • Hükümet düzenlemeleri • Kötü hava koşulları • Salgın hastalıklar • İthalat/ihracat sınırlamaları • Terörizm • Yolsuzluk • Korsan ticaret (Sahte ürünler) ve organize suç • Enerji darboğazı • Sosyal ve kültürel sorunlar • Mülkiyet/yatırım sınırlamaları • Yangın • Kirlilik	• Yanlış talep tahminleri • Ciddi tahmin hataları • Kamçı etkisi veya bilgi deformasyonu • Belirsiz talep • Ani talep şokları • Talep değişkenliği • Müşteri segmentleşmesi • Düşük iç üretim • Yüksek müşteri hizmet düzeyi beklentisi • Müşteri bağımlılığı • Müşteri ilişkileri yönetimi • Fonksiyonunun yetersizliği veya eksikliği • Sektörde yoğun rekabet • Uzun teslim süresi • Kısa ömürlü ürünler • Rakiplerin hamleleri • Rekabet şartlarındaki değişimler	• İşçi-işveren anlaşmazlığı • Grevler • İş kazaları • Operatör eksikliği • İş tatminsizliği • Üretim yetenek/kapasite yetersizliği • Eğitim veya tecrübe eksikliği • Ürün kalite ve güvenilirlik eksiklikleri • İstirahat süresinin yetersiz olması • Çalışma koşulları • Demode ürün oranı • Stok tutma maliyeti • Stoka dayalı tedarik zinciri • Stok sahipliği • Yalın stok politikası • Üretim esnekliği eksikliği • Teknik/Bilgi kaynakları yetersizliği • Mühendislik ve inovasyon yetersizliği • Kısa ürün ömrü • Üretimde bağlantılı süreçler	• Sipariş miktarı değişimlerinin karşılanamaması • Rekabetçi fiyatlama sağlanamaması • Teknolojik olarak rakiplerin gerisinde kalma • Kalite gereksinimlerinin karşılanamaması • Tedarikçi iflası • Tek kaynak kullanımı • Küçük tedarik üssü • Tedarikçilerin bağımlılığı • Cevap verebilirlik yeteneğinde yetersizlik • Tedarik kaynağının düşük kapasite kullanım oranı • Küresel dış kaynak kullanımı • Ara tedarikçi sayısının az olması • Tedarikçilerle entegrasyon sağlanamaması • Tedarikçilerin görünürlüğü eksikliği	• Bilgi altyapılarının çökmesi • Etkin sistem bütünleşmesi veya kapsamlı sistem ağ oluşturma eksikliği • E-ticaret • Bilgi ve haberleşme kesintileri • Lojistik ve piyasa arasında bilgi şeffaflığı eksikliği • İnternet güvenliği • Tedarik zinciri paydaşları arasında bilgi teknolojileri uyum eksikliği • Veri kaybı • Bilgi hataları • Bilgi güvenliğinin ihlali • Sistem arızaları • Hatalı işlemler	• Sınır geçişlerinde veya ulaştırma modu değişimlerinde aşırı elleçleme • Giden lojistik etkinlik eksikliği • Eğitim eksikliği • Taşıma hizmet sağlayıcılarının segmentasyonu • Ulaştırma modu alternatiflerinin olmaması • Uzun çalışma süreleri • Zamanında/Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı • Taşıma esnasında ürünün zarar görmesi • Kazalar • Deniz haydudu saldırıları • Hırsızlık • İş stresi • Bakımın ihmal edilmesi • Ulaşım altyapı kesintileri • Tedarik zinciri karmaşıklığı • Liman kapasitesi ve tıkanıklık	• Döviz kurları • Kur dalgalanmaları • Ücret oranı artışları • Faiz oranı seviyesi • Müşterilerin finansal gücü • Ücret dalgalanmaları • Üretim maliyeti • Finansal ve sigorta sorunları • Pazarın büyümesi • Pazar büyüklüğü • İçsel süreçler için teslim süreleri ve bu süreçlerle ilintili nakit akışlarının zamanlaması • Müşteri alacaklarının kredi periyotları ve alacakların erken tahsili uygulamaları • Sözleşme kaybı • Tedarikçi alacaklarının kredi periyotları ve alacakların erken tahsili uygulamaları • Yetersiz yatırım dönüşümü • Fazla maliyetler • Nakit darboğazı • Düşük kar marjı

• Baskı grupları • Sağlık ve Güvenlik hususları	• Piyasa koşullarında değişimler • Sipariş karşılama hataları • Zayıf haberleşme	• Depolama ve üretim aksamaları • Yetersiz bakım • İstikrarsız üretim süreci • Nihai ürünlerin merkezi depolanması • Dizayn değişiklikleri • Teknolojik değişim • Parça eksikliği • Malzeme ve teçhizatın güvenilirliği • İnsan hataları • Yönetimin hatalı kararları • Uygun olmayan malzeme • Ürün ve süreç tasarım riski • Operasyon kesinti riski • Artan işçi ücretleri • Kritik malzemelerin yetersizliği	• Tedarikçi yönetiminde başarısızlık • Tedarik piyasasının kontrol edilemeyecek gücü • Tedarikçi fırsatçılığı • Tekelcilik • Yanlış ortak seçimi • Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği • Sözleşmeye dayalı tedarik eksikliği • Düşük teknik güvenilirlik • Sipariş karşılama hataları • Maliyetlerde ani artış • Teslimat planı aksamaları • Tedarik kaynağında işçi-işveren anlaşmazlığı • Sipariş işleme sürecinde yaşanan aksaklıklar • Geç teslimat • Tedarikçi stok yetersizliği • Sözleşme üzerinde anlaşmazlıklar	• Gümrük gecikmeleri • Fazla evrak işleri ve çizelgeleme yükü • Yüksek taşıma maliyetleri • Ürün kaybolması • İşçi-işveren sorunları • Taşımacılık altyapı yetersizliği • Eski/güvenilmez teknoloji kullanımı • Güvenlik riski • Sınırlı kapasite • Teçhizat arızaları • Küresel tedarik ağı • Liman/karayolu sıkışıklıkları	• Ödenmemiş faturalar • Ürün fiyat dalgalanmaları • TZ ortaklarının finansal güç riski
--	--	---	--	---	--

1.2.1.5. Risk Tanımlama Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler

TZ risklerini tanımlamak için Waters (2011: 106) tarafından daha çok kalitatif yöntemler tavsiye edilmiştir. Bunlar; geçmiş verilerin analizi, beyin fırtınası yöntemi, neden-sonuç analizi, süreç haritalaması, hata ağacı yaklaşımı, olasılık-etki matris ve diyagramı, pareto (ABC) analizi, senaryo (duyarlılık) analizi, grup görüşmeleri, delphi yöntemi, görüşme tekniği, TZ haritalaması, kritik yol çalışması, tedarikçiye ve müşteriye göre nispi önem analizleridir. Kaba (2013:65)'da yaptığı çalışmada risk tanımlama için kalitatif yöntemlerin kullanılabileceğini belirtmiş ve bu yöntemleri; TZ eşlemesi (haritalaması), tarihsel problemleri incelemek, endüstri trendlerini incelemek, beyin fırtınası, değerlendirme anketleri, saha ziyaretleri ve bilgi denetimleri yöntemleri şekilde sıralamıştır.

Risk tanımlama için literatürde yapılan ilk çalışmalarda analitik hiyerarşi süreci (AHP) (Tsai ve diğ., 2008), tedarik zinciri hassasiyet haritası (Blos ve diğ., 2009) ve kavramsal modeller (Trkman ve McCormack, 2009) gibi olası TZ risklerini tanımlamak için kantitatif ve kalitatif yöntemler önerilmiştir. Bir diğer araştırmacı grubu risk faktörlerinin tanımlanması için AHP (Gaudenzi ve Borghesi, 2006; Prostean ve diğ., 2014)'yi ve tehlike ve işletilebilirlik analizi yöntemini (Adhitya ve diğ., 2009) kullanmıştır.

Diğer bazı yazarlar hem risk türlerini hem de risk faktörlerini tanımlamak için kalitatif değer odaklı süreç mühendisliği metodolojisi (Neiger ve diğ., 2009), bilgi tabanlı sistem yaklaşımına dayanan bir TZ risk tanımlama sistemi (Kays ve Karningsih, 2012) ve yapısal yorumlayıcı modelleme (Luthra ve Haleem, 2015) önermiştir. Ayrıca Wu ve Chang (2015) ile Wang ve diğ. (2016) kritik risk faktörleri ve engellerin tanımlanması ve birbirleri arasındaki ilişkinin ortaya koyulabilmesi için DEMATEL, Wu ve diğ. (2016) ise Bulanık ve Gri DEMATEL ile büyük veri yaklaşımını kullanmıştır.

Yapılan çalışmaların çoğunda risk tanımlama için kalitatif yöntemler kullanılmıştır (Adhitya ve diğ., 2009; Neiger ve diğ., 2009; Trkman ve McCormack, 2009; Kays ve Karningsih, 2012). Yazarlar çalışmalarında ne risk türlerinin ne de risk faktörlerinin negatif etkilerinin ve önceliklendirilmesi konularını ele almamıştır.

Literatürde risk tanımlama üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler Tablo 1.5.'de sunulmuştur.

Tablo 1. 5. Risk Tanımlama Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler

TZRY Süreci	Yöntemler	Çalışmalar
Risk Tanımlama	Analitik hiyerarşi süreci	Gaudenzi ve Borghesi (2006); Prostean ve diğ. (2014)
	Analitik hiyerarşi süreci	
	Anket	
	Wards' ve K-ortalama kümeleme algoritmaları	Tsai ve diğ. (2008)
	Nonparametrik Spearman sıralama korelasyon testi	
	Tedarik zinciri hassasiyet haritası	Blos ve diğ. (2009)
	Kavramsal modeller	Trkman ve McCormack (2009)
	Tehlike ve işletilebilirlik analizi	Adhitya ve diğ. (2009)
	Süreç mühendisliği	Neiger ve diğ. (2009)
	Bilgi tabanlı sistem yaklaşımı	Kayis ve Karningsih (2012)
	Yapısal yorumlayıcı modelleme	Luthra ve Haleem (2015)
	DEMATEL	Wu ve Chang (2015) Wang ve diğ. (2016)
	Bulanık ve Gri DEMATEL Büyük veri	Wu ve diğ. (2016)

Yukarıda sıralanan çalışmalar her ne kadar risk tanımlama için tabloda sunulan yöntemleri kullandıklarını belirtse de, literatürden tespit ettikleri riskleri ve uzman görüşlerine göre belirledikleri risklerin önem derecelerini hesaplayarak en önemli riskleri problemlerinde kullanmış veya probleme en çok etki eden kriterleri belirlemişlerdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar risk tanımlamadan daha çok risk değerlendirmeyi kapsar biçimdedir. Bu tez çalışmasında önceki bölümde Tablo 1.4.'de özetlenen ve literatürde farklı TZ'ler için tanımlanmış bütün TZ risk faktörleri karar vericilere sunulurken bunlar arasından seçim yapmaları (kendi işigal ettikleri sektör ve TZ'ni göz önüne alarak karşılaşılabilecekleri risklerin tanımlanması), bunun yanında

geçmiş tecrübe ve öngörülerini ile ilave risk faktörleri ekleyebilecekleri bir yaklaşımla literatür taraması ve görüşme tekniği kullanılmıştır.

1.2.2. Risk Değerlendirme

Risk değerlendirme, daha önce tanımlanmış risklerle ilgili ne yapılacağına karar verme aşamasıdır. Her bir farklı TZ’nde farklı tür ve sayıda risklerle karşılaşılacağı ve tüm riskler için aynı derecede tedbir alınamayacağından bu risklerin önem dereceleri ve etkileri belirlenerek alınacak tedbirler uygulamaya konmalıdır.

Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek riskleri en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır (Güven, 2010:17).

ISO Risk Yönetim Rehberi (ISO, 2009)’de risk değerlendirme “*risk ve/veya riskin şiddetinin kabul edilebilir veya edilemezliğini belirlemek için risk analiz sonuçlarının risk kriteri ile karşılaştırılması sürecidir*” şeklinde tanımlanmıştır.

Regester ve Larkin (2008:18) risk değerlendirmesinin (1) Yeni bir risk ortaya çıktığı, (2) Mevcut risklerde değişiklik meydana geldiği ve (3) Yeni bir risk algısı olduğu zaman önem kazandığını belirtmiştir.

Gaudenzi ve Borghesi (2006: 114) TZ risklerini değerlendirmek için iki hususa dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunlar; (1) Firma içi operasyonlardan kaynaklanan iç riskler ve TZ ağı içinde karşılaşılacak riskler olmak üzere riskin etkisi farklı düzeylerde karşımıza çıkabilmektedir, (2) Risk değerlendirme doğal olarak subjektif bir yapı gösterir, farklı karar vericiler/araştırmacılar riskli olayın neden meydana geldiğini açıklamak için kendilerine özgü kavramlar kullanabilirler. Benzer şekilde Demirdöğen ve diğ. (2010:65)’de risk değerlendirme konusunda müşteri risk algısına dikkat edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Risk değerlendirme sürecinde daha önce analiz edilmiş riskler önem derecelerine göre sıralanır. Bu aşamada en önemli olduğu değerlendirilen riskten başlanarak bir

değerlendirme yapılır ve firmanın belirlediği risk kriteri/seviyesi esas alınarak aşağıda sıralanan stratejiler benimsenebilir (Kırılmaz, 2014: 74-76).

Riski kabullenmek: Riskin etki ve/veya olasılığını hafifletmek için uygulanacak stratejilerin neden olduğu maliyetler, riskin gerçekleşmesi durumunda neden olacağı maliyetlerden çok daha fazla ise risk kabullenilebilir. Riski kabullenmek iki farklı şekilde karşımıza çıkabilir. Birincisi, yapılan analizler çerçevesinde katlanılacak maliyetlerin çok daha az olması nedeniyle riskin sonuçlarını doğrudan kabullenerek, herhangi bir tedbir almadan sonucuna katlanmak. İkincisi ise risk ile ilgili gerekli tedbirleri almak, buna rağmen meydana gelebilecek risk sonuçlarını kabullenmek şeklinde olabilir.

Riskten Kaçınmak: Mevcut durum ve imkânlar doğrultusunda alternatifler arasından seçim yaparken en düşük riskli seçeneği seçerek fazladan maliyet, gayret ve zaman kaybına yol açmadan faaliyetlere devam edilebilir veya riskten kaçınmak için karar vericilerin belirleyeceği düzeyde maliyet, gayret ve zaman kaybına katlanılabilir. Bu tez çalışmasında önerilen karar destek sisteminde risk hafifletmesi için bu strateji benimsenmiştir.

Riski göz ardı etmek: Riskin beklenen etkisi ve olasılığı firma tarafından belirlenen risk kriterinden/seviyesinden çok daha düşük bir seviyede ise firma fazladan maliyet, gayret ve zaman kaybindan kaçınmak için riski göz ardı edebilir.

Riskin olasılığını hafifletici tedbirler uygulamak: Bu tedbirler, riskli olay meydana gelmeden önce uygulanması gerektiğinden proaktif bir nitelik taşımaktadır. Özellikle sonuçları itibariyle yıkıcı olabilecek bilgi sistemlerinin çökmesi, tedarikçi iflası gibi önceden dikkatli analiz yapılması gereken risklerin olasılığı alınacak önleyici tedbirler ile düşürülebilir. Deprem, sel, kur dalgalanmaları gibi riskler ise çevresel ve makro riskler olduğundan bunların olasılığını düşürmek için firmanın yapabileceği bir şey yoktur. Bu tür riskler için başlangıçta afet bölgelerinin uzağında tesis yer seçimi kararı firmanın bu afetlerden etkilenme olasılığını düşürebilir.

Riskin etkisini hafifletici tedbirleri uygulamak: Bu kategoride ele alınabilecek tedbirler hem reaktif hem de proaktif nitelik taşıyabilir. Reaktif tedbirler riskli olayın meydana gelmesinden hemen sonra uygulanacak tedbirlerdir. Örneğin sigorta reaktif bir tedbir olarak değerlendirilebilir. Firma sigorta yaptırsa da yaptırmasa da riskli olay yine

gerçekleşecek ve aynı derecede zarar oluşacaktır. Yani sigorta riskli olayın etkisini daha meydana gelmeden önce azaltma ile ilgili olmayıp, riskli olay meydana geldikten hemen sonra zararın tazmin edilmesini kapsar. Proaktif tedbirlerde ise riskli olayın etkisinin hafifletilmesi, olay meydana gelmeden önce planlanır. Örneğin bir kamyonun takip sistemiyle donatılması hırsızlık riski etkisinin çok daha az olmasına sebep olacaktır.

Riski transfer etme/paylaşma: Bu stratejide meydana gelmesi olası riskler, TZ paydaşları arasında transfer edilir veyahutta paylaşılabilir. Riskin transfer edilmesi/paylaşılması konusunda yaygın olarak kullanılan strateji dış kaynak kullanımıdır.

Sonuç olarak, riskli bir olayın meydana gelmesini başlangıçta önleme, tam anlamıyla önlemenin sağlanamadığı durumlarda etkisini hafifletici tedbirleri alma ve meydana geldikten sonra oluşan zararı tazmin edici tedbirleri başlangıçta tasarlama her zaman tercih edilen strateji olmalıdır. Riskin etkisi firma tarafından belirlenen risk kriterinin/seviyesinin altında ise riski göz ardı etme, risk önleyici tedbirlerin neden olduğu maliyet, riskin neden olduğu maliyetten çok daha fazla ise riski kabullenme stratejisinin benimsenmesi, ikisi arasındaki durumlarda da yukarıda sayılan stratejilerin uygulanması doğru bir yaklaşım olacaktır.

1.2.2.1. Risk Değerlendirme Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler

Risk değerlendirme, meydana gelen bir durumun olasılığı ve sonuçların önemi ile ilgilenir (Harland ve diğ., 2003: 53). Son yıllarda, özellikle tedarik riski değerlendirmesi için birçok risk değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Bu bölümde, bu tez çalışmasında önerilen karar destek sisteminde ele alınan risk türlerine uygun olarak sırasıyla, makro, tedarik, bilgi ve genel risklerin değerlendirmesi üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan yöntemler sunulmuştur.

Makro risk değerlendirmesi kapsamında, Ji ve Zhu (2012) depremten etkilenen bölgelerin kurtarılabirlik derecelerini değerlendirmiştir. Yazarlar, tanımlı etki bölgesi kümelerine malzemelerin dağıtımı için acil yardım talebinin zamanla değiştiği doluluk oranının maksimizasyonu ve dağıtım zamanının minimizasyonunun amaçlandığı zaman pencereli bir iki amaçlı optimizasyon modeli önermiştir. Lockamy III (2014), TZ çevresel risk faktörlerinden tedarikçinin afetselliğini incelemek için Bayes ağlarını kullanmıştır. Niknejad ve Petrovic (2016) ise küresel üretim ağlarının makro etkilerden

en az etkilenmesini sağlamak için bulanık dinamik işletilemezlik girdi ve çıktı modeli olarak adlandırılan bir model geliştirmiştir.

Literatürde tedarik zinciri risk yönetimi konusunda üzerinde en çok çalışılan konulardan biri tedarik riskinin değerlendirilmesidir. Yayınların birçoğu; tedarikin aksaması (Wu ve Olson, 2010), tedarikçilerin finansal darboğazı (Lockamy III ve McCormack, 2010), tedarikçi iflası (Kull ve Talluri, 2008; Ravindran ve diğ., 2010; Ruiz-Torres ve diğ., 2013), tedarikçilerin risk yönetim yeteneği ve deneyimi (Ho ve diğ., 2011), tedarikçi katılım eksikliği (Chaudhuri ve diğ., 2013), tedarikçi güvenilirmezliği (Cheong ve Song, 2013), düşük tedarikçi hizmet seviyesi (Wu ve diğ., 2010; Chen ve Wu, 2013), ikinci kademe tedarikçinin başarısızlığı (Kull ve Closs, 2008), güvenilirmez çift kaynaklı tedarik ağı (Iakovou ve diğ., 2010), belirsiz kapasite (Kumar ve diğ., 2006; Viswanadham ve Samvedi, 2013), dağınık coğrafi konum (Chan ve Kumar, 2007), düşük kalite, geç dağıtım (Talluri ve Narasimhan, 2003; Talluri ve diğ., 2006), küresel dış kaynak kullanımı (Schoenherr ve diğ., 2008) ve çevresel kaygılar (Hashemi ve diğ., 2015) gibi çeşitli tedarik risklerini dikkate alırken tedarikçi değerlendirmesi ve seçim problemlerini incelemiştir.

Tedarik risklerinin değerlendirilmesi için matematiksel programlama (Talluri ve Narasimhan, 2003), AHP (Chan ve Kumar, 2007; Kull ve Talluri, 2008), bayes ağları (Lockamy III ve McCormack, 2010), veri zarflama analizi (VZA) (Wu ve diğ., 2010), Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) (Ho ve diğ., 2011), karar ağacı (Ruiz-Torres ve diğ., 2013), sıralı ağırlıklı ortalama yaklaşımı ile bulanık tabanlı hata türü ve etki analizi (Chaudhuri ve diğ., 2013) ve analitik ağ süreci (ANP) ile geliştirilmiş gri ilişki analizini (Hashemi ve diğ., 2015) de içeren çok sayıda kantitatif yöntem önerilmiştir.

Tedarik risklerinin değerlendirilmesi üzerine odaklanan yukarıdaki makalelerden farklı olarak, aşağıdaki makaleler tedarik riskleri değerlendirme metotları ve modellerini incelemiştir. Ellegard (2008), 11 küçük işletme sahiplerinin tedarik risk yönetimi uygulamalarını analiz etmek için durum tabanlı bir metodoloji uygulamıştır. Yazar bu incelenen küçük işletme sahiplerinin hemen hemen aynı tedarik risk yönetimi uygulamalarına başvurduğunu raporlamıştır ki bu uygulamaları genel olarak savunmacı olarak nitelendirmiştir. Wu ve Olson (2008) şans kısıtlı programlama, VZA ve çok amaçlı programlama olmak üzere üç tür risk değerlendirme modelini karşılaştırmak için

benzetimli veri kullanmıştır. Üç modelden de elde edilen sonuçların tedarikçi seçimi probleminde birbirleriyle tutarlı olduğu görülmüştür. Azadeh ve Alem (2010), VZA, bulanık VZA ve şans kısıtlı VZA'nın da dahil olduğu olasılıksal, belirsizlik ve kesinlik altında üç tedarikçi seçim model türlerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Üç modelden de elde edilen sonuçların en kötü tedarikçiye göre yine birbirleriyle tutarlı oldukları tespit edilmiştir. Wang ve diğ. (2012) gözde endüstrilerdeki çeşitli yeşil uygulama risklerini değerlendirmek için bulanık AHP kullanmıştır.

Taşıma risklerinin değerlendirilmesi üzerine; Berle ve diğ. (2013) taşıma sistemlerinin daha maliyet etkin bir şekilde daha gürbüz versiyonlarının oluşturulmasına müsaade eden “darboğazlara neden olan hassasiyetleri”ni tanımlamıştır. Nunes ve diğ. (2015) hidrojen TZ için bir iki aşamalı stokastik karışık tamsayılı bir programlama modeli geliştirmiştir. Lam ve Bai (2016) deniz taşımacılığı TZ'nin dayanıklılığının artırılması için taşımacılık risklerini KFG yöntemiyle değerlendirmiştir. Zhalechian ve diğ. (2016) ise taşıma risklerinin değerlendirilmesi için stokastik çok amaçlı bir programlama modeli önermiştir.

Bilgi risklerinin değerlendirilmesi kapsamına; Amoon Durowoju ve diğ. (2012) ortak paydaşlar üzerinde üretim uygulamalarında ihtiyaç duyulan önemli bilgi akışındaki aksamaların etkisini araştırmak için kesikli olay simülasyonunu kullanmıştır. Yazarlar, sistemde bir başarısızlık meydana geldiği ve elde bulundurma maliyeti en çok ön görülemeyen masrafı oluşturduğu zaman, perakendecinin TZ'nde en çok belirsizliği deneyim ettiğini ortaya koymuştur.

Spesifik bir risk türünün altında ele alınmayan genel riskler üzerine yapılan çalışmalar kapsamında, ilk olarak, bazı yazarlar genel TZ risklerini değerlendirmek için çalışmalar yapmıştır. Brun ve diğ. (2006) ileri planlama-programlama ve risk analizleri ile birlikte TZY uygulama projelerini değerlendirmek için bir tedarik ağı fırsat değerlendirme paketi metodolojisi önermiştir. Bogataj ve Bogataj (2007) aktivitelerin net bugünkü değerine dayandırılan risk maliyetlerini ölçmek için parametrik doğrusal programlama modeli kullanmıştır. Wu ve diğ. (2007) değişimlerin ya da aksamaların TZ'nde nasıl yayıldıklarını belirlemek için aksama analiz ağı yaklaşımı önermiş ve bu değişimlerin ya da aksamaların TZ üzerindeki etkisini hesaplamıştır. Kumar ve diğ. (2010) operasyonel risk faktörlerini, onların beklenen değerini, ortaya çıkma olasılığını

ve ilgili ek maliyetleri belirlemek için yapay arı kolonisi tekniği, genetik algoritmalar ve parçacık sürü optimizasyonunu kullanmıştır. Khilwani ve diğ. (2011) bir TZ'nin modellenmesi ile performans ve risk değerlendirmesi için hibrit petri ağları yaklaşımını önermiştir. Samvedi ve diğ. (2013) TZ'ndeki risklerin miktarını belirlemek için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS uygulamış ve elde ettiği değerleri kapsamlı bir risk endeksine toplamıştır. Badea ve diğ. (2014) işbirlikçi TZ risklerini değerlendirmek için AHP'yi kullanmıştır. Aqlan ve Lam (2015), karar vericilerin geçmiş tecrübelerine göre anket yöntemiyle elde ettiği risk faktörlerinin olasılık ve etkisini ölçmek için papyon analizi ve toplam risk değerinin elde edilmesi için de bulanık çıkarım sistemi yaklaşımını önermiştir. Mangla ve diğ. (2015) yeşil TZ'nde ekonomik ve ekolojik faydanın sağlanabilmesi ve risk değerlendirmesi için bulanık AHP kullanmıştır. Aqlan (2016) çabuk risk değerlendirmesi için anket, olasılık-etki matrisi, olasılık teorisi ve bulanık mantık'ın kullanıldığı bir yazılım geliştirmiştir. Hussain ve diğ. (2016) ise sürdürülebilir TZY için alternatiflerin değerlendirilmesine yönelik yapısal yorumlayıcı modelleme ve analitik ağ sürecinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir metodoloji önermiştir.

Literatürde risk değerlendirme üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 1.6.'da sunulmuştur.

Tablo 1. 6. Risk Değerlendirme Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler

TZRY Süreci	Risk Türleri	Yöntemler	Çalışmalar
Risk Değerlendirme	Makro Riskler	Bulanık küme teorisi	Ji ve Zhu (2012)
		Çok amaçlı matematiksel programlama	
		Bayes ağları	Lockamy III (2014)
		Bulanık dinamik işletilemezlik girdi ve çıktı modeli	Niknejad ve Petrovic (2016)
	Tedarik Riskleri	Max-mix doğrusal programlama	Talluri ve Narasimhan (2003)
		Şans kısıtlı veri zarflama analizi	Talluri ve diğ. (2006)
		Doğrusal olmayan programlama	
		Bulanık küme teorisi	Kumar ve diğ. (2006)
		Çok amaçlı matematiksel programlama	Wu ve diğ. (2010)
		Analitik hiyerarşi süreci	Chan ve Kumar (2007) Wang ve diğ. (2012)
		Bulanık küme teorisi	

	Simülasyon	Kull ve Closs (2008)
	Analitik hiyerarşi süreci	Schoenherr ve diğ. (2008)
	Şans kısıtlı programlama Veri zarflama analizi Çok amaçlı programlama modellerinin karşılaştırılması	Wu ve Olson (2008)
	Analitik hiyerarşi süreci Hedef programlama	Kull ve Talluri (2008)
	Kısıtlamalı ve kısıtlamasız matematiksel programlama	Iakovou ve diğ. (2010)
	Çok amaçlı karışık tamsayılı doğrusal programlama	Ravindran ve diğ. (2010)
	Bayes ağları	Lockamy III ve McCormack (2010)
	Veri zarflama analizi Bulanık veri zarflama analizi Şans kısıtlı veri zarflama analizi Monte Carlo simülasyonu	Azadeh ve Alem (2010)
	Veri zarflama analizi Riske maruz değer	Wu ve Olson (2010)
	Analitik hiyerarşi süreci Kalite fonksiyon göçerimi	Ho ve diğ. (2011)
	Gazete satıcısı modeli	Cheong ve Song (2013)
	Bulanık Analitik hiyerarşi süreci Bulanık TOPSIS	Viswanadham ve Samwedi (2013)
	Analitik hiyerarşi süreci Geliştirilmiş hata türü ve etkileri analizi	Chen ve Wu (2013)
	Karar ağacı Matematiksel programlama	Ruiz-Torres ve diğ. (2013)
	Bulanık küme teorisi Hata türü ve etkileri analizi Sıralı ağırlıklı ortalama	Chaudhuri ve diğ. (2013)
	Analitik ağ süreci Geliştirilmiş gri ilişki analizi	Hashemi ve diğ. (2015)
	Simülasyon	Berle ve diğ. (2013)
Taşıma Riskleri	İki aşamalı stokastik karışık tamsayılı programlama modeli	Nunes ve diğ. (2015)
	Kalite fonksiyon göçerimi	Lam ve Bai (2016)

	Stokastik çok amaçlı programlama modeli	Zhalechian ve diğ. (2016)
Bilgi Riskleri	Simülasyon	Amoon Durowoju ve diğ. (2012)
	Tedarik ağı fırsat değerlendirme paketi metodolojisi	Brun ve diğ. (2006)
	Parametrik doğrusal programlama	Bogataj ve Bogataj (2007)
	Aksama analizi ağ yaklaşımı	Wu ve diğ. (2007)
	Yapay arı kolonisi tekniği Genetik algoritmalar Parçacık sürü optimizasyonu	Kumar ve diğ. (2010)
	Hibrit Petri ağları	Khilwani ve diğ. (2011)
Genel Riskler	Bulanık Analitik hiyerarşi süreci Bulanık TOPSIS	Samvedi ve diğ. (2013)
	Analitik hiyerarşi süreci	Badea ve diğ. (2014)
	Bulanık analitik hiyerarşi süreci	Mangla ve diğ. (2015)
	Papyon analizi Bulanık çıkarım sistemi	Aqlan ve Lam (2015)
	Anket Olasılık-etki matrisi Olasılık teorisi Bulanık mantık	Aqlan (2016)
	Yapısal yorumlayıcı modelleme Analitik ağ süreci	Hussain ve diğ. (2016)

1.2.3. Risk Hafifletme

Yukarıda risk değerlendirme aşamasında firma yetkililerinin riski kabullenebileceği veya riskin etkisini hafifletici stratejiler benimseyebilecekleri belirtilmişti. Bu kapsamda firma yetkilileri yaptıkları risk değerlendirmesi neticesinde risk hafifletici stratejilerin hayata geçirilmesine karar verebilirler (Cendrowski ve Mair 2009: 12). Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır. Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmaları pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler

benimseyerek göğüsleyecekleri risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışırlar. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışırlar.

Pek çok farklı TZ'leri benzer veya farklı risklerle karşı karşıya kalabileceğinden, bu risklerin hafifletilmesi için farklı ihtimalat planları ve stratejiler uygulanabilir. Bu plan ve stratejilerin belirlenebilmesi için bir ekip oluşturularak, beyin fırtınası veya kıyaslama vb. yöntemler kullanılarak risk hafifletici uygulamalar ortaya konulabilir. Bu aşamada, öncelikle, risklere sebep olan faktörler derinlemesine incelenmelidir ki geliştirilen çözüm tatmin edici olabilsin. Literatürde önerilen yaygın stratejiler emniyet stoku bulundurulması ve alternatif tedarik kaynaklarına sahip olunmasıdır.

Risk hafifletme stratejileri, firmanın rekabet avantajını artıracak şekilde oluşturulmalıdır. Firmanın rekabet gücünü hangi faktörler etkiliyorsa, o faktörlerle ilgili risklerin nasıl hafifletileceğine ilişkin eylem planları hazırlanmalıdır. Bu aşamada ele alınan risklerin etkisinin büyüklüğü ve piyasadaki belirsizliğin derecesi de büyük öneme sahiptir. Belirsizliğin fazla olduğu bir piyasada, risk hafifletme stratejilerini doğru belirlemek daha da zor olacaktır. Doğru belirlenen risk hafifletme stratejileri, riskleri fırsatlara çevirmek için de kullanılabilir. Yanlış ve eksik risk hafifletme stratejileri, riskleri hafifletemeyeceği gibi yeni risklerin ortaya çıkmasına da neden olabilir (Güven, 2010:20).

Riskleri hafifletmek için benimsenebilecek stratejileri ortaya koymak için literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu stratejilerin bazı temel başlıklar altında toplandığı görülmektedir;

Sheffi (2001: 9-10) güvenlik kaygılarını göz önüne alarak, risk hafifletme için benimsenebilecek stratejileri sıralarken mahsuplaşma kararları verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yazar, (1) süreklilik sağlamanın önemine değinirken bunu yanında bu süreklilik ve tekrar edilebilirliğin esneklik kaybına yol açacağını; (2) düşük fiyat uygulayan tedarikçilerin kısa vadede maliyet faydası sağlarken uzun vadede sektörde ün yapmış ve tanınan tedarikçiler kadar güvenilir olamayabileceğini; (3) dağıtım kararların alırken kontrolü kolay ve basit merkezi karar alma yapısına karşı, sorunların oluşabileceği yerde çözülmesini esas alan ademi merkezi karar süreçlerini; (4) risklerle başa çıkabilmek için etkin bilgi paylaşımının gizlilik sorunları oluşturarak müşteri

kaybına yol açabileceğini (5) israfın azaltılması için yalın stratejiler benimsenebilmesine karşın bu stratejilerin firmanın çevikliğini azaltabileceğini vurgulamış ve yukarıda sıralanan karar problemleri için titiz bir analize dayalı mahsuplaşma yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Jüttner ve diğ. (2003:206) ise risk hafifletme stratejilerini kaçınma, kontrol, işbirliği ve esneklik olarak dört başlık altında toplamıştır. Yazarların önerdikleri stratejiler şu şekildedir: (1) Kaçınma; belirli ürünler ile belirli coğrafi bölge veya pazarlardan kaçınma, belirli tedarikçiler ve müşterilerle çalışmaktan kaçınma bu sayede bu nedenlerle karşılaşılabilecek risklerden kaçınma, (2) Kontrol; dikey bütünleşme yoluyla riskleri kontrol altına almak, emniyet stoku bulundurmak yoluyla riskleri kontrol altına almak, üretim, depolama ve taşıma yeteneklerine yönelik fazladan kapasite bulundurmak yoluyla riskleri kontrol altına almak, tedarikçilerle sözleşmeler imzalamak yoluyla yasal koruma ile tedarikçi kaynaklı riskleri kontrol altına almak, (3) İşbirliği; TZ görünürlüğünü artırmak yoluyla işbirliğini geliştirmek, olası risklere yönelik bilgi paylaşımını artırmak yoluyla işbirliğini geliştirmek, TZ'nin sürekliliğini sağlamak için ihtimalat planları hazırlamak suretiyle işbirliğini geliştirmek, (4) Esneklik; siparişleri karşılama süresini geniş bırakmak suretiyle esneklik sağlamak, çoklu tedarik ağı oluşturarak esneklik sağlamak, mahalli tedarikçiler ile çalışarak esneklik sağlamak.

Chopra ve Sodhi (2004: 56-59)'de herhangi bir sınıflandırma yapmadan risk hafifletici stratejilerin; yedek kapasite bulundurmak, emniyet stoku bulundurmak, alternatif tedarikçilerle çalışmak, bilgi sistemleri için yedekleme ve geri dönüşüm altyapısı kurmak, kamçı etkisini hafifletmek için ayarlanabilir fiyatlama, görünürlüğü artırma ve planlama yapmak, entelektüel sermaye risklerini hafifletmek için daha fazla firma sahiplik ve kontrolünde ürün bulundurmak, hızlı cevap stratejisi benimsemek, yetenekleri geliştirmek ve müşteri taleplerini birleştirmek şeklinde benimsenebileceğini belirtmiştir.

Handfield ve diğ. (2007: 39)'de risk hafifletme stratejilerinin dört başlık altında şu şekilde sıralanabileceğini belirtmiştir:

(1) Yedek Kapasite

- Süreçlerin hızlandırılması,

- Emniyet Stoku.

(2) TZ Planlaması ve İşbirliği

- Tedarikçi değerlendirme araç ve yöntemleri,
- Gümrük yazılımları,
- Risk sıralama, etki analizi ve ihtimalat planları,
- İlişki yönetimi ve koordineli planlama,
- TZ ve risk yönetim eğitimleri,
- Süreçlerin kontrolü,
- Paydaşlar arasında karşılıklı fonksiyonel risk planlaması,
- TZ boyunca tedarik/talep tahminlemelerinin revizyonu,
- Olası yeni risklere yönelik haftalık toplantılar,
- TZ ağının optimizasyonu,
- Risk yönetimi için komuta-kontrol merkezi,
- Önceden belirlenmiş iletişim ağı protokol ve yöntemleri,
- Günlük olarak yapılan durum değerlendirme toplantıları,
- Kilit performans değerlendirmelerinin yapılacağı hiyerarşik toplantılar,
- Yöneticilerin kritik olaylarda ihtimalat planlarına yönelik sorumluluklarının belirlenmesi,
- Önceden belirlenen veya duruma göre uygulanan ihtimalat planları,
- Riskli olay sonrası değerlendirme ve alınan derslere yönelik toplantılar,

(3) Kesinti Tespitine Yönelik Takip Sistemleri

- Risk takip sistemleri,
- Stok takip sistemleri,
- Durum yönetim sistemleri,
- RFID takip sistemleri.

- Olası kesintileri modelleme yöntemleri,
- TZ operasyonlarının baştan-başa analizi için komuta-kontrol ekibi oluşturulması.

(4) TZ Yeniden Tasarımı

- TZ ağının yeniden tasarımı,
- Ürün ve/veya süreçlerin yeniden tasarımı.

Jüttner ve Ziegenbein (2009: 214), her firmanın kendi özelliklerine ve karşılaşabileceği risklere göre kendi risk hafifletici stratejisini oluşturması gerektiğini belirtmiştir. Bu kapsamda firmaların alabilecekleri tedbirlerin stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde veyahutta bunların bir karması olarak değerlendirilebileceğini vurgulamıştır. Yapılacak değerlendirmelerde bütünsel bir yaklaşım sergilenmesi gerektiğini ve kıyaslamalarla en iyi stratejinin belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Tuncel ve Alpan (2010:256) TZRY risk hafifletme stratejilerini riski kabul etme, riskin etkisi azaltma, riskten kaçınma ve risk transfer etme/aktarma olarak dört kategoride ele almıştır.

Ghadge ve diğ. (2012: 321)'de TZRY risk hafifletme stratejilerini proaktif ve reaktif stratejiler olarak iki kategoride ele almıştır. Proaktif stratejileri: (1) Tedarikçi geliştirme/yönetimi, (2) TZ sözleşmeleri, (3) Ürün/süreç yönetimi ve (4) Tedarikçi ilişkileri; Reaktif stratejileri; (1) İhtimalat planları, (2) Afet yönetimi ve (3) Talep yönetimi başlıkları altında toparlamıştır.

Xia ve Chen (2011:4959) ise risk bölme, riski transfer etme/aktarma, riskin etkisini zayıflatma, riskten kaçınma ve sigortalama olarak sınıflandırmıştır.

1.2.3.1. Risk Hafifletme Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler

Bu bölümde, bu tez çalışmasında önerilen karar destek sisteminde ele alınan risk türlerine uygun olarak sırasıyla, makro, tedarik, bilgi ve genel risklerin hafifletilmesi üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan yöntemler sunulmuştur.

Büyük bir aksaklığın öncesinde, esnasında ve sonrasında firmalara yardımcı olması için, Tang (2006b:39) doğal dalgalanmaları verimli bir şekilde yönetmek ve TZ'leri daha dirençli kılmak için dokuz strateji önermiştir. Bu stratejiler; erteleme,

esnek tedarik kaynağı, stratejik stok bulundurma, yap ve satın al politikası, ekonomik tedarik teşvikleri, esnek taşıma modları, gelir yönetimi, dinamik ürün çeşitliliğinin planlanması ve sessiz ürün döngüsü olarak ifade edilebilir.

Makro risklerin hafifletilmesi kapsamında, Hale ve Moberg (2005) emniyetli yer seçimi çalışması için planlama, hafifletme, tespit etme, müdahale ve iyileştirme'den oluşan beş aşamalı bir afet yönetimi metodolojisi kullanmıştır. Önerilen metodoloji için kullanılan küme kaplama modeli riske maruz kalma seviyesi yerine emniyetli yer sayısının minimizasyonunu sağlamaktadır.

Peng ve diğ. (2014)'de deprem sonrası TZYR için stok ve lojistik planlamaya yönelik dinamik bir yaklaşım önermiştir. Önerilen metodolojinin çözümü için karar ağacı ve simülasyon kullanılmıştır. Guo ve diğ. (2016) ise makro ekonomik dalgalanmaların otomotiv sektörü üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek için stokastik bir matematiksel model önermiş ve geliştirdikleri tabu arama sezgiseli ile etkin sonuçlar elde etmiştir.

Literatürde TZRY konusunda yapılan çalışmaların kayda değer bir bölümü tedarik riskinin hafifletilmesi üzerinedir.

Başlangıçta yapılan deneysel çalışmalar tedarik riskinin; davranış tabanlı yönetim teknikleri ile (Zsidisin ve Ellram, 2003) ve stratejik tedarikçi ilişkileri inşa ederek (Hallikas ve diğ., 2005) hafifletilebileceğini ortaya koymuştur.

Tedarik aksamalarının yaşandığı durumlarda çift kaynaklama stratejisinin tek kaynaklamaya üstünlüğü hususunda genel bir mutabakat sağlanmıştır (Yu ve diğ., 2009: 798; Li ve diğ., 2010:146). Bununla birlikte çoklu kaynaklama stratejilerinin faydaları açıkça ortaya konulamamıştır. Costantino ve Pellegrino (2010:27) belirli bir durum için riskli ortamlarda çoklu kaynaklama stratejilerini benimsemenin olasılıksal yararlarını ortaya koymuştur. Fang ve diğ. (2013:1372) üçüncü ya da daha fazla tedarikçilerin tedarik kaynaklarına eklenmesinin daha az yarar sağladığını ortaya koymuştur.

Bazı yazarlar, tedarik riskini minimize etmek için tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisi konusunda, tek periyotlu stokastik doğrusal programlama modeli (Keren, 2009), bulanık çok kriterli karar verme modeli (Haleh ve Hamidi, 2011), gazete satıcısı modeli (Giri, 2011), parçaları kısımlara ayırmak için çoklu Kanban sistemi olarak adlandırılan yeni bir çekme sistemi (Nakashima ve Gupta, 2012), kısıtlamalı ve kısıtlamasız

matematiksel programlama modelleri (Gümüş ve diğ., 2012), stokastik karışık tamsayılı programlama yaklaşımı (Sawik, 2013a), karışık tamsayılı programlama modeli (Sawik, 2013b), karışık tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli (Meena ve Sarmah, 2013), bulanık stokastik çok amaçlı programlama modeli (Wu ve diğ., 2013) ve bulanık AHP (Shakourloo ve diğ., 2016)'ni içeren kantitatif yöntemler uygulamıştır.

Sawik (2013a) tarafından yüksek aksama olasılığına sahip ya da yüksek fiyat sunan tedarikçilere toplam talebin düşük bir bölümünün sipariş verildiği ya da bu tedarikçilerin tamamen seçilmediği ortaya koyulmuştur. Bunun yanı sıra Meena ve Sarmah (2013) tarafından sipariş tahsisi üzerinde tedarikçinin maliyetinin, tedarikçinin başarısızlığı olasılığından daha fazla etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Biçer ve Hagspiel (2016)'de teslim süresinin kısalmasıyla beraber miktar esnekliğinin arttığını tespit etmiştir.

Bazı yazarlar tedarik riskinin hafifletilmesi konusunda; tedarikçinin risk ve kalite kontrolü (Tapiero, 2007), birden çok tedarikçi arasından tedarikçi gelişim yatırımlarının tahsisi (Talluri ve diğ., 2010), optimal aksaklık yönetim stratejisinin değerlendirilmesi ve seçimi (Schmitt, 2011), stratejik bilgi edinimi ve tedarik risk hafifletmesi için paylaşımı (Wakolbinger ve Cruz, 2011), tedarik risk hafifletme için hibrit itme-çekme stratejisinin etkililiğin incelenmesi (Kim ve diğ., 2012), optimal stok seviyesi ve politikasının belirlenmesi (Son ve Orchard, 2013), firmaların sipariş kararları ve kalite yatırımlarında tedarik kesintilerinin incelenmesi (Clemons ve Slotnick, 2016) ve tersine lojistik (Shakourloo ve diğ., 2016) üzerine çalışmışlardır.

Taşıma riskinin hafifletilmesi üzerine literatürde kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Hishamuddin ve diğ. (2013) tedarikçiler ve perakendeciler için optimal üretim ve sipariş miktarını belirlemek için bir tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli geliştirmiştir. Çalışmada zararın tazmin edileceği süre taşıma aksamaları kısıtları altında sistemin minimum maliyeti amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar optimal zarar tazmin programının yeniden sipariş maliyeti ve kayıp satış maliyeti parametreleri arasındaki ilişkiye yüksek oranda bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Yazarlar talebin deterministik olduğunu varsaymış ve birer tedarikçi ve perakendecinin bulunduğu iki katmanlı bir TZ üzerinde çalışmıştır. Qi ve Lee (2015)'de firmaların optimal risk hafifletme stratejilerinin çabuk nakliye kapasitelerine karşın hassas olduğunu ortaya

koymuştur. Sawik (2015) risk hafifletmesi için tedarikçi seçimi ve üretim-dağıtım çizelgelemesi üzerine yaptığı çalışmasında, maksimum hizmet seviyesi amacı için en çok güvenilir ve pahalı tedarikçilerin tercih edildiğini, minimum maliyet amacı için ise en güvenilir en ucuz tedarikçinin tercih edildiğini ortaya koymuştur. Sawik (2016) risk hafifletmesi için tedarikçi seçimi ve üretim-dağıtım çizelgelemesi üzerine yaptığı çalışmasında, tüm taşıma modları için hizmet yönlü tedarik portföyünün maliyet yönlü tedarik portföyünden daha çeşitli olduğunu ve karar vericilerin ne kadar çok maliyet yönlü olursa gecikmelerin o kadar çok arttığını ortaya koymuştur. Zhao ve diğ. (2016) ise büyük veri ve çok amaçlı optimizasyon kullanarak tehlikeli madde taşımacılığı, karbon emisyonu ve bunlara bağlı maliyetlerin minimizasyonu için üç farklı model önermiştir.

Bilgi risklerinin hafifletilmesi kapsamında; Du ve diğ. (2003) şirketlere rakiplere bilgi sızdırmadan tedarik ve satışa dönük TZ paydaşlarıyla veri paylaşabilmeleri amacıyla veritabanları için nitelik yazışma matrisleri oluşturmayı önermiştir. Yazarlar çalışmalarında yeni paydaşların yatay ilişkilerini göz ardı ederken, sadece şirketlerin dikey ilişkilerini dikkate almışlardır. Le ve diğ. (2013) veri paylaşımının perakende tedarik zinciri işbirliğindeki firmalar için risk yaratma potansiyelini incelemiş ve paylaşılan veri tabanından duyarlı bilgiyi kaldırmak ve veri bozulmasını minimize etmek için bir birliktelik kuralları algoritması önermiştir. Cantor ve diğ. (2014), TZ paydaşlarının bir firmanın risk yönetimi uygulamaları üzerindeki baskısını incelemek için yapısal eşitlik modellemesini kullanmıştır. Wolden ve diğ. (2015) TZ'lere ve TZ'lerin ERP sistemlerine yönelik siber saldırıları risklerinin hafifletilmesi için COBIT 5 bilgi güvenliği platformunun faydalarını araştırmıştır.

Literatürde genel risk hafifletme üzerine odaklanan çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bazı yazarlar TZ risklerini minimize etmenin etkili yollarını araştırmak için deneysel çalışmalar yapmış ve kantitatif yöntemler geliştirmiştir. Bu çalışmaların sonucunda TZ risklerinin; esnekliği artırarak (Manuj ve Mentzer, 2008a; Tang ve Tomlin, 2008; Talluri ve diğ., 2013), çevikliği artırarak (Braunscheidel ve Suresh, 2009), işbirliği içinde rekabet ederek (Bakshi ve Kleindorfer, 2009), paydaşlar arasında işbirlikçi ilişkiler inşa ederek ve bilgi paylaşımı sağlayarak (Lavastre ve diğ., 2012; He, 2013), ortak sosyal sorumluluk faaliyetlerini yerine getirerek (Cruz, 2013), performans metriklerini tahmin ederek (Abolghasemi ve diğ., 2015) ve malzeme stokları

bulundurarak, artan rekabetten kaçınarak, ekonomik daralma ve prestij kaybının etkilerinden kaçınarak (Chowdhury ve Quaddus, 2015) hafifletilebileceği sonucuna varılmıştır.

Bazı yazarlar da TZ risklerini hafifletmek için, küresel TZ ağlarını sosyal ağlarla birleştiren Süper Ağ Modeli olarak adlandırılan model (Cruz ve diğ., 2006), Tedarik Zinciri Risk Yapısal Modeli ve Tedarik Zinciri Risk Dinamik Modeliyle (Oehmen ve diğ., 2009), KFG ve Hata türü ve etkileri analizi (FMEA)'yı birleştiren risk evi (Pujawan ve Geraldin, 2009), iki aşamalı stokastik tamsayılı programlama modeli (Hahn ve Kuhn, 2012b), konveks çok amaçlı optimizasyon modeli (Qu ve diğ., 2014), Stokastik şans kısıtlı programlama modeli (Liu ve diğ., 2014), SCOR metrik tabanlı Bayes Ağları (Abolghasemi ve diğ., 2015) ve bütünleşik optimizasyon-simülasyon modeli (Ge ve diğ., 2016) gibi yöntem ve metodolojiler önermiştir.

Literatürde risk hafifletme üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler Tablo 1.7.'de sunulmuştur.

Tablo 1. 7. Risk Hafifletme Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler

TZRY Süreci	Risk Türleri	Yöntemler	Çalışmalar
Risk Hafifletme	Makro Riskler	Küme kaplama modeli	Hale ve Moberg (2005)
		Karar ağacı	Peng ve diğ. (2014)
		Simülasyon	
	Tedarik Riskleri	Tabu arama sezgiseli	Guo ve diğ. (2016)
		Açıklayıcı faktör analizi	Zsidisin ve Ellram (2003)
		Regresyon modelleri	
		Güvenilirlik testleri	
		Kümeleme analizi	Hallikas ve diğ. (2005)
		Faktör analizi	
		Neyman–Pearson teorisi	Tapiero (2007)
		İstatistiksel kalite kontrol	
		Beklenen kar fonksiyonları	Yu ve diğ. (2009)
		Tek periyotlu Stokastik doğrusal programlama	Keren (2009)
		Karesel programlama	Talluri ve diğ. (2010)
		Oyun Teorisi	Li ve diğ. (2010)
		Monte Carlo Simülasyonu	Costantino ve Pellegrino (2010)
		Gerçek opsiyonlar yaklaşımı	

	Duyarlılık analizi	
	Çok amaçlı karışık tamsayılı doğrusal programlama	Wakolbinger ve Cruz (2011)
	Doğrusal programlama	Schmitt (2011)
	Gazete satıcısı modeli	Giri (2011)
	Bulanık küme teorisi	Haleh ve Hamidi (2011)
	Çok kriterli karar verme	
	Kısıtlamalı ve kısıtlamasız matematiksel programlama	Gümüş ve diğ. (2012)
	Doğrusal olmayan programlama	Kim ve diğ. (2012)
	Parçaları kısımlara ayırmak için çoklu kanban sistemi	Nakashima ve Gupta (2012)
	Simülasyon	Son ve Orchard (2013)
	Tamsayılı doğrusal olmayan programlama	Meena ve Sarmah (2013)
	Stokastik tamsayılı doğrusal programlama	Sawik (2013a)
	Karışık tamsayılı doğrusal programlama	Sawik (2013b)
	Yaklaşık dinamik programlama algoritması	Fang ve diğ. (2013)
	Bulanık küme teorisi	Wu ve diğ. (2013)
	Stokastik çok amaçlı programlama	
	Stokastik karışık tamsayılı programlama	Sawik (2015)
	İki amaçlı stokastik karışık tamsayılı programlama	Sawik (2016)
	Ekonomik modeller	Biçer ve Hagspiel (2016)
	Bulanık analitik hiyerarşi süreci	Shakourloo ve diğ.(2016)
	Simülasyon	Clemons ve Slotnick (2016)
	Regresyon analizi	
Taşıma Riskleri	Tamsayılı doğrusal olmayan programlama	Hishamuddin ve diğ. (2013)
	Markov zincirleri	Qi ve Lee (2015)
	Büyük veri yaklaşımı	Zhao ve diğ. (2016)
	Çok amaçlı programlama	
Bilgi Riskleri	Görsel veritabanları	Du ve diğ. (2003)
	Birliktelik kuralları algoritması	Le ve diğ. (2013)
	Yapısal eşitlik modellemesi	Cantor ve diğ. (2014)

Genel Riskler	COBIT 5 yazılımı	Wolden ve diğ. (2015)
	Süper Ağ Modeli	Cruz ve diğ. (2006)
	Kısıtlamalı ve kısıtlamasız matematiksel programlama	Tang ve Tomlin (2008)
	Hata türü ve etkileri analizi	Pujawan ve Geraldin (2009)
	Kalite fonksiyon göçerimi	
	Tedarik Zinciri Risk Yapısal Modeli	Oehmen ve diğ. (2009)
	Tedarik Zinciri Risk Dinamik Modeli	
	Yapısal eşitlik modellemesi	Braunscheidel ve Suresh (2009)
	Kısmi en küçük kareler analizi	
	Harsanyi–Selten–Nash pazarlık çerçevesi	Bakshi ve Kleindorfer (2009)
	İstatistiksel analizler	Lavastre ve diğ. (2012)
	İki aşamalı stokastik tamsayılı programlama	Hahn ve Kuhn (2012b)
	Değişimsel eşitsizlik modeli	Cruz (2013)
	Rastgele kazanç modeli	He (2013)
	Veri zarflama analizi	
	Simülasyon	Talluri ve diğ. (2013)
	Nonparametrik istatistiksel yöntemler	
	Konveks çok amaçlı optimizasyon modeli	Qu ve diğ. (2014)
	Stokastik şans kısıtlı programlama modeli	Liu ve diğ. (2014)
	SCOR modeli	Abolghasemi ve diğ. (2015)
	Bayes ağları	
	0-1 Çok amaçlı programlama	Chowdhury ve Quaddus (2015)
	Kalite fonksiyon göçerimi	
	Bütünleşik optimizasyon-simülasyon modeli	Ge ve diğ. (2016)

1.2.4. Risk Takip ve Gözetimi

TZRY sürecinin dinamik yapısı risk takip ve gözetimi sayesinde sağlanabilir. TZRY sürecinin ilk sürecinde tanımlanan riskler zaman içinde ortadan kalkabilir, etkileri değişebilir veya yeni riskler dahil olabilir. Risk takip ve gözetimi sürecinde bu değişiklikler için değerlendirmeler yapılarak yeni kararlar alınır. TZRY sürecinin ikinci safhası olan risk değerlendirme sürecinde, risk faktörlerinin kendisinde, ayrıca etki ve

olasılığında değişimler meydana gelebilir. Bu durumda önceden proaktif olarak tedbir getirilmemiş bir riske yönelik risk hafifletici stratejiler uygulama kararı verilebilir. Bunun yanında önceden tedbir getirilmiş bir riske yönelik bu ihtiyacın ortadan kalması sonucunda riski kabullenme veya işlem yapmama kararı verilebilir. Son olarak TZRY sürecinin risk hafifletme sürecinde takip ve gözetime konu olabilir. Mesela, tedarikçi kaynaklı risklerde meydana gelebilecek olası değişimler sürekli takip edilerek firmanın risk algısına göre tedarik planında bir değişime neden olabilir.

Riskler takip ve gözetimi geniş bir perspektiften ele alınmalıdır. Risk takip ve gözetimi düzenli ve sürekli yürütülmelidir. Bu süreç hem TZRY süreçlerinin etkili yönetildiğini hem de risklerin minimize edildiğini değerlendirmek amacıyla yürütülmelidir. Risklerin doğru bir biçimde ayrıştırılması ve her bir riskin diğer risklerle ilişkisinin kurulması sayesinde, risk takip ve gözetimi çalışmaları daha etkin uygulanabilir. Risk takip ve gözetimi sürecinde de önceliği önem ve etki derecesi yüksek riskler almalıdır (Güven, 2010:21).

Teknoloji, bilişim ve iletişim alanlarında yaşanan baş döndürücü gelişmeler neticesinde TZ takip ve gözetim imkânları da artmıştır. Bu imkânlar sayesinde olası riskli olayın meydana gelme olasılığı veya gerçekleşmesi durumunda etkisinin hafifletilmesi daha olası hale gelmiştir. Belli başlı takip ve gözetim araçları aşağıda sıralanmıştır (Karabay, 2006:33-34; Autry ve Sanders, 2009:321-325; Cesur, 2010:20-22; Güven, 2010: 70-76; Kırılmaz, 2014:82-84).

Otomatik Veri Toplama: Depo otomasyon sistemlerinde radyo frekanslı kimlik belirleme (RFID) sistemi ile depo giriş-çıkış ve envanter sayımları otomatik ve hatasız olarak gerçekleştirilebilmektedir.

RFID: RFID sistemi ürün, araç vb. tanımlanması için geliştirilmiş bir güvenlik ve otomasyon sistemidir. Birkaç metre uzaklıktan ürüne ait veriler okunabildiği gibi kilometrelerce uzaktan uygu aracılığıyla tanımlama yapılabilir. Ayrıca dinamik olarak ürün/araca ait verilerde/güzergâhta değişiklikler yapılabilir.

Barkod Sistemleri: Barkod, otomatik veri toplamaya yarayan, süratli, basit ve hatasız veri girişi için geliştirilmiş bir sistemdir. Pasif barkod sistemleri, mamul verilerinin gerçek zamanlı olarak alınmasını ve aktarılmasını, aktif barkod sistemleri ise alınmasını, aktarılmasını ve değiştirilebilmesini sağlar.

Ön Sevkiyat Bildirgeleri: Tedarik kaynaklarından gelecek mamullere ait sevkiyat irsaliyelerinin sayısal olarak sevkiyattan önce bildirilmesi ve gerekli kontroller yapıldıktan sonra mamullerin etiketlenmesini sağlar.

Saha Yönetimi: Depolama alanına gelen araçların yükünü, varış ve boşaltma zamanlarını, tesisten çıkış zamanlarını ve tesisteki konumlarını kontrol edebilme işlemidir.

Nakliye yönetim sistemleri: Tüm nakliye operasyonlarının optimizasyonu ve planlaması işlemlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır. Siparişlerinin alınması, dağıtılması, optimal rota planlaması, nakliye fiyatlandırma ve faturalandırma, irsaliyenin hazırlanması, nakliye yönetimi/takibi ve performans değerlendirmeleri vb. nakliyeye yönelik işlemlerin gerçekleştirilebilmesini sağlar.

Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS-Global Positioning System): Bu sistem sayesinde firmalar, TZ içerisinde malın akışını takip edebilmektedirler. Sistemdeki alıcıları sayesinde dağıtıcı firmalar anlık olarak sürücülerin ve araçların nerede olduğunu bilgisine ulaşabilirler. Bu sistem sayesinde sağlanan kontrol ile yükün zarar görmesi, kaybolması ve diğer güvenlik riskleri önemli ölçüde azaltılabilir.

Coğrafi konum koruma (Geofencing): Araç takip ve gözetimi ile bağıntılı bir konsepttir ve sevk görevlilerinin, araçların rotaya bağlılıklarını kontrol etmelerine yardımcı olur. Bu sistem ile rotadan sapma, istenmeyen bölgelere girme veya herhangi bir riskli olay bilgileri kaydedilir ve gerekli uyarılar yapılır.

İş Süreçlerini İzleme (BAM-Business Activity Monitoring): Firmaların, müşteri ve paydaşlarının faaliyetleri hakkında gerçek zamanlı bilgi toplamak ve analiz etmek için kullandıkları bir yazılımdır. Bu yazılım özünde bir raporlama aracı olmakla beraber iş süreçlerinin takip ve gözetimi için olanak sağlar.

Bu sistem ve yazılımlardan da anlaşılacağı üzere risk takip ve gözetiminde en temel konu, TZ görünürlüğüdür.

1.2.4.1. Risk Takip ve Gözetimi Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler

Literatürde risk takip ve gözetimi konusunda kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Zhang ve diğ. (2011) gıda üretimi tedarik zincirinde ürün kalitesi için erken ikaz sistemi tasarlamak için bulanık küme teorisini ve radyal tabanlı fonksiyon sinir ağlarını

birleştirerek bütünleşik bir anormallik saptama modeli geliştirmiştir. Çalışmanın simülasyon sonuçları önerilen erken ikaz sisteminin anormal veri türlerini etkili bir şekilde tanımlayabildiğini ve uyarının yapılıp yapılmayacağını doğru olarak belirleyebildiğini göstermiştir. Aung ve Chang (2014) RFID tabanlı alıcı ve vericilerle donatılmış soğuk TZ’nde ürünün bozulması riskini engellemek için simülasyon, Kim ve diğ. (2016)’de aynı problem için yapay zekâ tabanlı bir yazılım ile risk takip ve gözetimi üzerine çalışmıştır. Fan ve diğ., (2015) ise TZ’nin iç ve dış çevresindeki değişimlerin incelenerek rapor edildiği bir metodoloji önermiştir. Literatürde risk takip ve gözetimi üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemler Tablo 1.8.’de sunulmuştur.

Tablo 1. 8. Risk Takip ve Gözetimi Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler

TZRY Süreci	Yöntemler	Çalışmalar
Risk Takip ve Gözetimi	Bulanık küme teorisi	Zhang ve diğ. (2011)
	Radyal tabanlı fonksiyon sinir ağları	
	Simülasyon	Aung ve Chang (2014)
	Çok aşamalı stokastik optimizasyon modeli	Fan ve diğ., (2015)
	Büyük veri yaklaşımı	
	Yapay zekâ tabanlı yazılım	Kim ve diğ. (2016)

1.2.5. Birden Fazla Sürecin Ele Alındığı Çalışmalar

Literatürde TZRY’nin birden fazla süreciyle başa çıkabilmek için kantitatif ve kalitatif yöntemler kullanılmıştır.

Bu araştırmaların çoğunda, risk tanımlama ve değerlendirme (Wu ve diğ., 2006; Wagner ve Bode, 2008; Badurdeen ve diğ., 2014; Fazli ve diğ., 2015; Suharjito ve Marimin, 2015), risk tanımlama ve hafifletme (Christopher ve Peck, 2004; Xia ve Chen, 2011; Diabat ve diğ., 2012; Muchfirodin ve diğ., 2015; Sherwin ve diğ., 2016), risk değerlendirme ve hafifletme (Tuncel ve Alpan, 2010; Speier ve diğ., 2011; Hahn ve Kuhn, 2012a; Aqlan ve Ali, 2014; Li ve diğ., 2016) ile risk değerlendirme ve takip ve gözetimi (Blackhurst ve diğ., 2008) gibi iki TZRY sürecine odaklanılmıştır.

Bazı yazarlar, risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme aşamaları için kuramsal metodolojiler önermiştir (Kleindorfer ve Saad, 2005; Kern ve diğ., 2012; Ghadge ve diğ., 2013; Ohmori ve Yoshimoto, 2013; Elleuch ve diğ., 2014; Anggrahini ve diğ., 2015; Norlaile ve Abu Bakar, 2015). Kern ve diğ. (2012) üstün risk tanımlamanın sonraki risk değerlendirmeyi desteklediğini ve bunun sırayla daha iyi risk hafifletmeye neden olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmalarda, AHP (Wu ve diğ., 2006), Hata türü etkileri ve kritiklik analizi (FMCE) (Tuncel ve Alpan, 2010), bayes ağları (Badurdeen ve diğ., 2014) ve bulanık AHP ve bulanık mantık (Suharjito ve Marimin, 2015) ve ile risk faktörlerinin tanımlanarak, nihai etki ve meydana gelme olasılığının belirlenmesi, Petri ağları tabanlı simülasyon (Tuncel ve Alpan, 2010) ile risk hafifletme stratejilerinin verimliliğini ve etkililiğinin belirlenmesi, ANP (Xia ve Chen, 2011; Muchfirodin ve diğ., 2015), Yapısal Yorumlayıcı Modelleme (Diabat ve diğ., 2012) ile risk tanımlama ve hafifletme, Bulanık papyon analizi ve hata türü ve etki analizi (Aqlan ve Ali, 2014), hata ağacı analizi (Sherwin ve diğ., 2016) ve Simülasyon (Li ve diğ., 2016) ile risk değerlendirme ve hafifletme, çok kriterli SCOR modeli (Blackhurst ve diğ., 2008) ile risk değerlendirme ve risk takip ve gözetimi, son olarak da Ağ Güvenilirlik Teorisi (Ohmori ve Yoshimoto, 2013), görüşme, risk evi ve SCOR modeli (Anggrahini ve diğ., 2015) ve beyin fırtınası tekniği, FMEA, 5N analizi, boyut-etki analizi ve kurtarma planlaması (Norlaile ve Abu Bakar, 2015), ile risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme konularında çalışmalar yapılmıştır. Elleuch ve diğ. (2014)'de risk tanımlama için hata türü, etkileri ve kritiklik analizi, risk hafifletme ve eylem senaryoları için deney tasarımı yaklaşımı, risk değerlendirme için kesikli olay simülasyonu, risk yönetim senaryolarının değerlendirilmesi için analitik hiyerarşi süreci ve risk minimizasyonu için istenebilirlik fonksiyonu yaklaşımının hiyerarşik olarak kullanıldığı bir metodoloji önermiştir. Benzer bir çalışmada Kırılmaz ve Erol (2016) tarafından yapılmıştır. Yazarlar otomotiv sektörü için örnek bir uygulama yaptıkları çalışmalarında literatür taramasıyla tanımladıkları risk faktörlerinin değerlendirilmesi için etki-olasılık matrisi ve tedarikçiler arasında sipariş kaydırmak için doğrusal programlama modeli kullanmıştır.

Yapılan bütünleşik çalışmaların genelinde TZRY için yer seçimi, üretim, taşıma ve stok kararlarını kapsayan ağ tasarımı problemleri ele alınmıştır. Literatürde birden

fazla TZRY sürecinin ele alındığı çalışmalar ve kullanılan yöntemler Tablo 1.9.'da sunulmuştur.

Tablo 1. 9. Birden Fazla TZRY Sürecinin Ele Alındığı Çalışmalar ve Kullanılan Yöntemler

TZRY Süreci	Risk Türleri	Yöntemler	Çalışmalar
Risk Tanımlama ve Değerlendirme	Tedarik Riskleri	Analitik hiyerarşi süreci	Wu ve diğ. (2006)
	Genel Riskler	Bayes ağları	Badurdeen ve diğ. (2014)
		DEMATEL Analitik ağ süreci	Fazli ve diğ. (2015)
		Bulanık Analitik hiyerarşi süreci Bulanık mantık	Suharjito ve Marimin (2015)
Risk Tanımlama ve Hafifletme	Tedarik Riskleri	Hata ağacı analizi	Sherwin ve diğ. (2016)
	Tedarik ve Talep Riskleri	Tamsayılı doğrusal olmayan programlama	Baghalian ve diğ. (2013)
	Talep ve Üretim Riskleri	Doğrusal programlama	Qiang ve Nagurney (2012)
	Talep Riskleri	İki aşamalı stokastik tamsayılı programlama	Poojari ve diğ. (2008)
		Karışık tamsayılı doğrusal programlama	Georgiadis ve diğ. (2011)
	Tedarik, Talep ve Finansal Riskler	Çok aşamalı stokastik programlama	Goh ve diğ. (2007)
	Finansal Riskler	Çok amaçlı stokastik programlama	Azaron ve diğ. (2008)
		Konveks karışık tamsayılı programlama	Azad ve Davoudpour (2013)
	Genel Riskler	Analitik ağ süreci	Xia ve Chen (2011); Muchfirodin ve diğ. (2015)
		Yapısal yorumlayıcı modelleme	Diabat ve diğ. (2012)

	Taşıma Riskleri	Simülasyon	Li ve diğ. (2016)
Risk Değerlendirme ve Hafifletme	Genel Riskler	Hata türü, etkileri ve kritiklik analizi Petri ağları	Tuncel ve Alpan (2010)
		Kantitatif anket analizi	Speier ve diğ. (2011)
		Ekonomik katma değer Stokastik programlama	Hahn ve Kuhn (2012a)
		Bulanık papyon analizi Hata türü ve etki analizi	Aqlan ve Ali (2014)
Risk Değerlendirme ve Takip ve Gözetimi	Tedarik Riskleri	Çok kriterli SCOR modeli	Blackhurst ve diğ. (2008)
	Makro Riskler	Risk hassasiyetleri, kıymetlendirmesi ve hafifletilmesi kaynaklarının belirginleştirilmesi metodolojisi	Kleindorfer ve Saad (2005)
		Ağ güvenilirlik teorisi	Ohmori ve Yoshimoto (2013)
		Kısmi en küçük kareler analizi	Kern ve diğ. (2012)
Risk Tanımlama, Değerlendirme ve Hafifletme	Tedarik Riskleri	Beyin fırtınası tekniği Hata türü ve etki analizi 5N analizi Boyut-etki analizi Kurtarma planlaması	Norlaile ve Abu Bakar (2015)
		Etki-olasılık matrisi Doğrusal programlama	Kırılmaz ve Erol (2016)
		Hata türü, etkileri ve kritiklik analizi Deney tasarımı yaklaşımı Kesikli olay simülasyonu Analitik hiyerarşi süreci İstenebilirlik fonksiyonu yaklaşımı	Elleuch ve diğ. (2014).
		Görüşme Risk evi SCOR modeli	Anggrahini ve diğ. (2015)

Literatürde TZRY üzerine yapılan çalışmaların çoğunun kalitatif araştırmalar olduğu tespit edilmiştir.

Başlangıçta yapılan çalışmalar ile risk tanımlama, risk sınıflandırma, risk tür ve faktörlerinin belirlenmesi gibi daha sonraki yıllarda yapılan kantitatif yöntemlerin kullanıldığı çalışmalara altyapı oluşturulmuştur.

Bu çalışmada literatürde önceki yıllarda yapılan çalışmalardan farklı olarak TZRY sürecini topyekun kapsayıcı yani risk tanımlama, değerlendirme, hafifletme ile takip ve gözetim süreçlerinin tamamını kapsayan bir karar destek sistemi önerilmiştir.

Literatürde yapılan ve yukarıda sıralanan birden fazla sürecin ele alındığı çalışmalarda bile bu dört sürecin hiyerarşik olarak ele alındığı başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca literatürden farklı olarak önerilen karar destek sistemi kullanıcı dostu ve küçük/büyük tüm sektör ve firmalar tarafından kolaylıkla kullanılabilecek bir yazılıma dönüştürülmüştür.

Çalışmada minimum maliyetli tedarik planının oluşturulabilmesi için iki katmanlı, tek ürünlü, çok dönemli, çok tedarik kaynaklı, çok üretim merkezli, emniyet stoku bulundurulabilen, minimum tedarikçi sayısı belirlenebilen, kapasite kısıtlı, deterministik bir karışık tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Literatürde geliştirilen matematiksel modellerin çoğunda problem tek aşamada çözülmüş ve çok amaçlı yaklaşımlarla karar vericilere pareto optimal çözümler sunulmuştur. Bir TZ'nde yaşanabilecek olası riskler tüm akışı durdurabilecek kadar önemli olduğundan bu çalışmada, çok amaçlı bir yaklaşımdan ziyade hiyerarşik bir model önerilmiş ve kullanıcıya maliyet minimizasyonu yanında riskin önem derecesine ve karar vericinin katlanabileceği maliyet artışına göre ayarlanabilen risk profiline dayalı bir yaklaşımın sunulması daha uygun değerlendirilmiştir.

Önerilen karar destek sisteminin risk tanımlama süreci için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek kullanıcıya sunulmuş ve kendi sektör ve firmasına yönelik görüşme yöntemiyle bu riskler arasından seçim yapabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesi sağlanmıştır. Literatürde pek çok risk tür ve faktörünün tanımlanmasına yönelik çalışmalar bulunmakla beraber tedarik kaynakları

ve ağından kaynaklanabilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi risklerini ele alan bu kapsamda başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Risk değerlendirme kapsamında; makro, tedarik, taşıma ve bilgi risklerinin ağırlıklarının belirlenmesi için grup karar vermeyi esas alan bulanık DEMATEL yöntemi ile tedarik kaynakları ve ağına göre risk profilinin hesaplanması için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Literatürde risk değerlendirme ve hafifletme için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden AHP ve ANP yaklaşımları ile Hata türü ve etkileri analizi yöntemlerinin tercih edildiği tespit edilmiştir. Çalışmada, onlarca alternatif ve risk kriteri üzerinden etkin bir analiz yapılabilmesi için ilk defa risk değerlendirme kapsamında bulanık DEMATEL-bulanık TOPSIS yöntemi risk değerlendirme süreci için bütünleşik olarak kullanılmıştır.

Risk hafifletme aşamasında karar vericinin belirleyeceği ve risk karşısında katlanabileceği maliyeti esas alan, kapasite kısıtlı ve akış bazlı bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen sezgisel model tedarik kaynaklarının risk profil değerlerine göre minimum riski sağlayacak şekilde tedarik planının risk profili en fazla olan tedarik kaynağı alternatifinden risk profili en düşüğe doğru olacak şekilde revize edilebilmesini sağlamaktadır. Literatürde risk hafifletme süreci için önerilmiş ve maliyet/risk mahsuplaşmasını esas alan başkaca bir sezgisele rastlanmamıştır.

Son süreç olan risk takip ve gözetimi, önerilen karar destek sisteminin dinamikliğinin tesisi için geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen yazılım aracılığıyla değişen ve oluşan durumlara göre bir nevi duyarlılık analizi yaklaşımıyla tüm süreçteki parametrelerin değiştirilebilmesi sağlanarak yeni planın oluşturulabilmesi ve hatta karşılaştırma yapılabilmesi sağlanmıştır. Literatürde bu çalışmadan başka tedarik yanlı risk takip ve gözetimine yönelik başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sonuçta bu tez çalışmasında TZRY sürecinin tüm aşamalarını kapsayan ilk karar destek sistemi ve yazılımı geliştirilmiş ve literatür taraması, grup karar verme, karışık tamsayılı programlama, bulanık DEMATEL, bulanık TOPSIS ve akış tabanlı sezgisel algoritma yöntemleri ilk defa hiyerarşik olarak kullanılmıştır. Bu sayede geliştirilen karar destek sistemi ve yazılımının her sektörden, her büyüklükte firmalar tarafından TZRY için kullanılabilmesi bakımından da literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİNE YÖNELİK

KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI

2.1. ÖNERİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GENEL ÇERÇEVESİ

Bu tez çalışmasında, TZRY'ne yönelik maliyet/risk mahsuplaşmasını esas alan bir karar destek sistemi ve bu karar destek sisteminin uygulandığı kullanıcı dostu bir yazılım geliştirilmiştir.

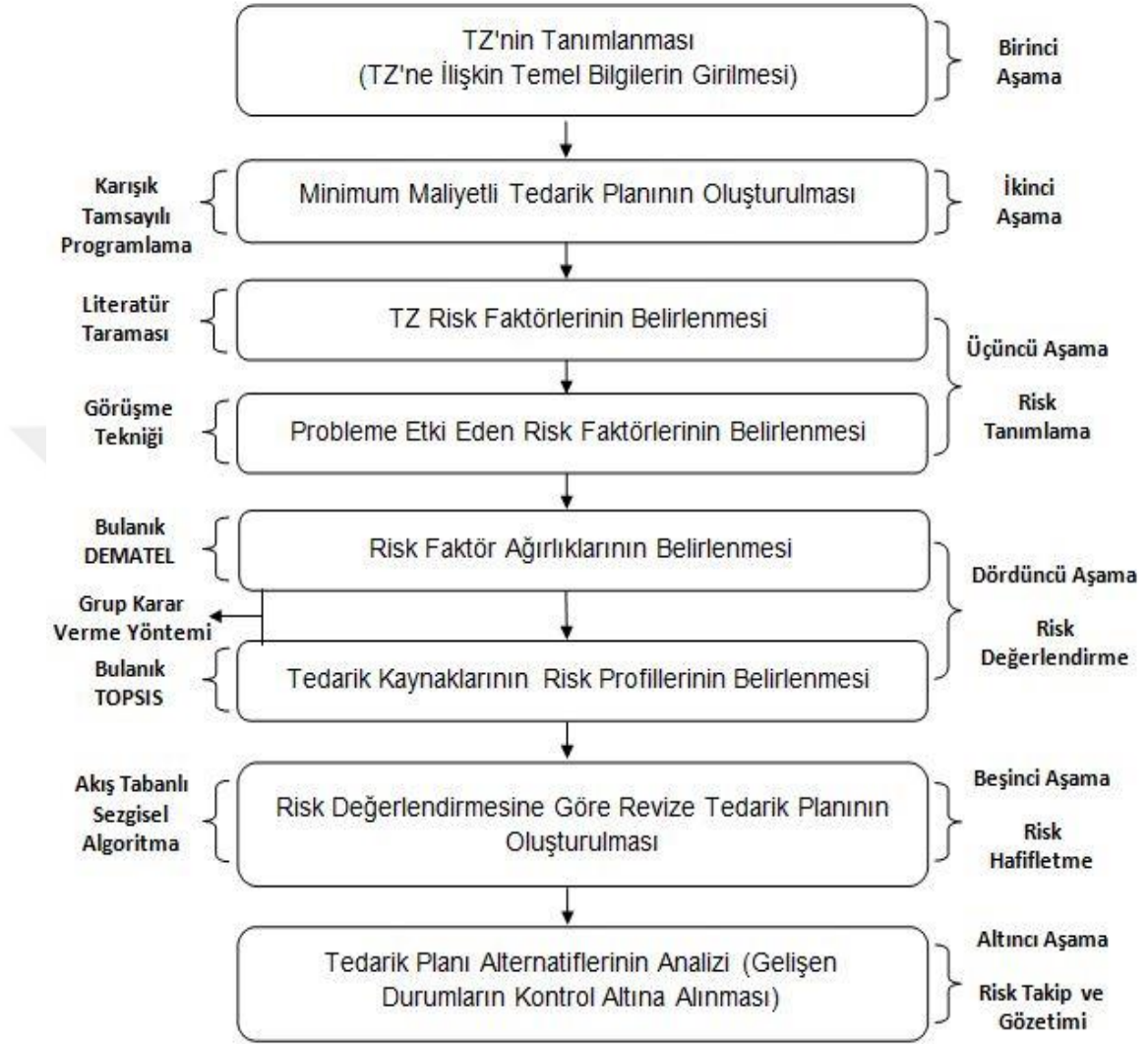
Bu kapsamda çalışmada, TZ'nin sürekliliğinin sağlanması kapsamında sadece maliyetlerin göz önüne alınmadığı, bunun yanında tedarikçiler ve tedarikçilerden üretim tesislerine uzanan dağıtım ağındaki olası risklerinde değerlendirilmesini sağlayarak üretim ve stok planlamalarına yönelik daha gerçekçi kararlar alınabilmesini amaçlayan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Bu genel çerçevede TZ risklerinin hafifletilmesinde tedarikçilerin risk profili ve dağıtım kanalının riskleri ile toplam maliyetler hiyerarşik bir yapıda değerlendirilerek, olası herhangi bir kesinti durumunda üretici firmanın riskten daha az etkilenmesi sağlanmış olacaktır.

Tedarikçiler ve bu tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağın riskinin değerlendirmeye alınması esnasında en az maliyet ve riski oluşturan dağıtım kanalından en fazla tedarikin gerçekleşmesi, hatta risk ve toplam maliyetler arasında mahsuplaşma yapmak sureti ile karar vericiye alternatifler arasından seçim yapma imkânı sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışma neticesinde önerilen karar destek sistemi, istenen sayıda tedarikçi ile istenen sayıda üretim merkezi arasında istenen sayıda karar vericinin görüşlerine yer vererek kullanıcının kendi problem sahasına yönelik spesifik riskleri belirleyebildiği, optimal/optimale yakın sonuçları çok kısa bir sürede elde edebildiği bir yazılıma dönüştürülmüştür. Bu sayede önerilen karar destek sisteminin kullanıldığı bir planlama ile riske göre revize edilen tedarik planı neticesinde tedarikçilerden veya dağıtım

kanallarından kaynaklanabilecek bir kesintiden etkilenme derecesi azaltılmış olacaktır. Geliştirilen karar destek sisteminin akış şeması Şekil 2.1.'de sunulmuştur.



Şekil 2. 1. Geliştirilen Karar Destek Sisteminin Yapısı

Geliştirilen karar destek sisteminde öncelikle, TZ'nin yapısına göre temel bilgiler toplanarak TZ tanımlanır. Ardından, minimum maliyetli tedarik planı oluşturularak sadece maliyetin esas alınması durumunda oluşacak optimal tedarik planı oluşturulur.

Daha sonra literatür taraması yöntemiyle herhangi bir TZ'nde karşılaşılabilecek riskler karar vericilere sunularak işgal edilen sektöre ve TZ'ne göre bu riskler arasından seçim yapılmasına veya yeni risk faktörü eklemesine izin verilecek bir yaklaşımla karşılaşılabilecek riskler tanımlanmaktadır.

Önerilen karar destek sisteminde risk değerlendirmesi için bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda risklerin ağırlıklarının belirlenmesi için bulanık DEMATEL ve bu risklerin tedarik planı üzerindeki etkisini belirlemek ve alternatiflerin risk profillerinin belirlenmesi için bulanık TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır.

Elde edilen risk profil değerlerine göre revize tedarik planının oluşturulması için akış tabanlı bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma ile minimum maliyetli tedarik planı başlangıç çözümü olarak kabul edilerek daha az risk profiline sahip tedarik kaynaklarından daha fazla tedarikin gerçekleşmesi sağlanmıştır.

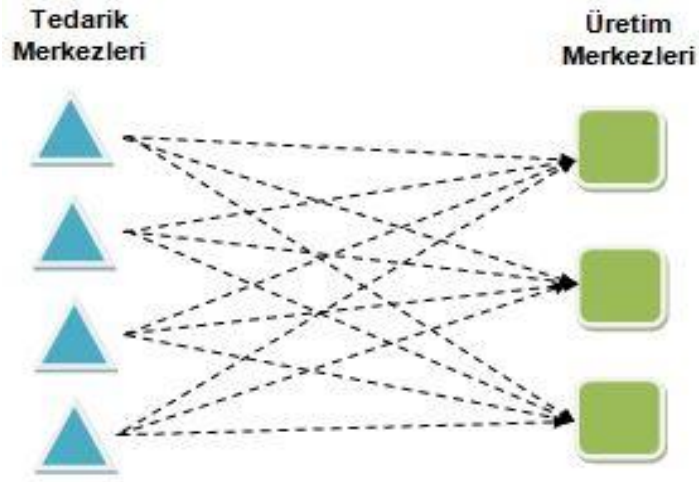
Son olarak da TZ ağına ilişkin temel verilerin, risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme parametrelerinde yapılacak değişikliklere göre tedarik plan alternatiflerinin oluşturulabildiği/analiz edilebildiği risk takip ve gözetimi aşamasıyla sistem tamamlanmıştır.

2.2. TEDARİK ZİNCİRİNİN TANIMLANMASI

Bu aşamada üretici firmanın bulunduğu TZ'nin, problemi tüm ayrıntılarıyla ele alabilmek için resmedilmesi gerekmektedir. Sonraki aşamalarda oluşturulacak minimum maliyetli ve riskin değerlendirmeye katıldığı tedarik planlarının oluşturulabilmesi için gerekli olan parametre ve değişkenler bu aşamada tanımlanacaktır. Bu nedenle başlangıç çözümü olan matematiksel modelin geliştirilebilmesi için kavramsal olarak nasıl modellendiği aşağıda sunulmuştur.

2.2.1. Kavramsal Modelin Geliştirilmesi

TZRY karar destek sistemi, düğüm kümesi N ve yönlü ayrıt kümesi E olan $G=(N,E)$ iki katmanlı bir ağ üzerinde tanımlanmıştır. Dört tedarik kaynağı ve üç üretim merkezinden oluşan örnek bir ağ yapısı Şekil 2.2.'de sunulmuştur. Hangi tedarik kaynağından hangi üretim merkezi/merkezlerine akış sağlanacağı hesaplamalar sonucunda belirleneceğinden akışlar kesikli çizgi ile gösterilmiştir.



Şekil 2. 2. Örnek Ağ Yapısı

Düğüm kümeleri $N = i \in I$ ve $j \in J$ olarak tanımlanmıştır. i tedarik kaynak düğümlerini ($i \neq j$), j üretim merkezleri düğümlerini temsil eder. E yönlü ayrıt kümesi, tedarik kaynaklarından üretim merkezlerine doğru akış sağlayacak şekilde tek yönlü olarak tanımlanmıştır.

Tedarik kaynakları ve üretim merkezleri arasında ve tedarik kaynaklarına doğru herhangi bir akışın olmadığı varsayılmıştır. Geliştirilen karar destek sistemi tek ürün için tasarlanmış ve tüm tedarik kaynaklarından tüm üretim merkezlerine akış sağlanabilmesine müsaade edilmiştir. Bir tedarik kaynağından sipariş verilip verilmemesi durumuna göre doğru bir şekilde akışın sağlanması gerekmektedir. Potansiyel bir tedarik kaynağından sipariş verilecekse, buradan üretim merkezlerine akış sağlanacaktır. Sipariş verilmezse, üretim merkezleri başka bir tedarik kaynağına atanacaktır.

Geliştirilen karar destek sistemi çok dönemli planlamanın yapılabilmesine imkân verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamda her bir planlama periyodu $t \in T$ ile temsil edilmiştir.

Her bir tedarik kaynağının her bir planlama periyodundaki kapasiteleri için mevcut durumları esas alınmış ve bu kapasiteler, Cap_{it} olarak tanımlanmıştır. Ayrıca gerçek hayat problemlerinde tedarikçilerin genellikle uyguladıkları minimum miktar kısıtı karar destek sistemine eklenerek tedarik kaynaklarının belirlediği minimum sipariş miktarı, $Qmin_i$ ile temsil edilmiştir. Benzer şekilde üreticilerin tek kaynaklamadan

doğacak riskleri hafifletmek için uyguladıkları çoklu kaynak stratejisi modele dahil edilerek sipariş verilebilecek minimum tedarik kaynağı sayısının (p) belirlenebilmesine izin verilmiştir.

j . üretim tesisinin t . planlama periyodundaki talep miktarı, D_{jt} ; j . üretim tesisinin i . tedarik kaynağından bir adet ürünü sipariş etme maliyeti, CO_{ij} ; satınalma maliyeti, CP_{ij} ; bir adet ürünü bir kilometre taşımanın maliyeti, $Ctrans_i$ olarak tanımlanmıştır. Tedarik kaynakları ile üretim tesisleri arasında yapılacak taşımalarda farklı taşıma modları kullanılabileceğinden dolayı böyle bir ayrıma gidilmiştir. Bu parametre; yakıt, personel giderleri, bakım ve amortisman giderlerini de kapsayacak şekilde hesaplanmıştır. Düşümler arasındaki mesafeler dis_{ij} ile temsil edilmiştir. Tedarik kaynaklarından sipariş edilecek ürün miktarları sektöre göre adet/kg./ton vb. birimlerle tanımlanabilecek serbestlikte, mesafeler kilometre birimleriyle tanımlanmıştır.

Karar destek sisteminde müşteri memnuniyeti için emniyet stoku bulundurulmasına müsaade edilmiştir. Bu kapsamda emniyet stokunun hesaplanması için literatürde yaygın olarak kullanılan denklemden istifade edilmiştir (Aydın, 2009: 23, 25). Bu denklemde j . üretim tesisinin t . planlama periyodundaki toplam talebinin standart sapması, σ_j ; j . üretim tesisinin müşteri hizmet düzeyi oranının ters standart normal dağılım karşılığı (Z-score değeri), $Zcsl_j$; j . üretim tesisine gönderilecek bir adet ürünün temin süresi, l_j ile temsil edilmiştir. Bir üretici için “Müşteri Hizmet Düzeyi”, % kaç olasılıkla müşteri siparişinin stoktan yani bekletmeden karşılanacağını ifade eder. Mesela % 95 müşteri hizmet düzeyinin anlamı; 100 satır siparişin 95 satırının stoktan karşılanabileceği demektir (veya hedeflenmesidir) (Pak, 2010: 5). Geliştirilen modelde Pak (2010: 9)’ın önerdiği müşteri hizmet düzeyleri kullanılmıştır (Tablo 2.1.). Ayrıca emniyet stoku bulundurmaya uygun görmeyen karar vericiler için “0” düzeyi eklenerek emniyet stoku bulundurulmamasına da müsaade edilmiştir.

Önerilen matematiksel modelin amacı, üretim tesislerinin toplam satınalma maliyeti, toplam taşıma maliyeti ve toplam sipariş maliyetlerinden oluşan toplam maliyetlerinin minimize edilmesidir.

Tablo 2. 1. Pak'ın Önerdiği Müşteri Hizmet Düzeyleri ve Z-score Değerleri

Müşteri Hizmet Düzeyi (%)	Z-score değeri
0	0.00
60	0.3125
70	0.65
80	1.05
90	1.60
93	1.85
95	2.06
97	2.35
98	2.56
99	2.91
99.86	3.75
99.99	5.00

2.3. MİNİMUM MALİYETLİ TEDARİK PLANININ OLUŞTURULMASI

Bu aşamada minimum maliyetli tedarik planının oluşturulabilmesi amacıyla iki katmanlı, tek ürünlü, çok dönemli, çok tedarik kaynaklı, çok üretim merkezli, emniyet stoku bulundurulabilen, minimum tedarikçi sayısı belirlenebilen, kapasite kısıtlı, deterministik bir karışık tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model ile tedarik kaynaklarının seçimi, üretim ve stok kararları ile sipariş atamaları maliyet minimizasyonuna göre optimal olarak hesaplanması ve karar destek sistemi için başlangıç çözümü üretilmesi sağlanacaktır. Riskin değerlendirilmesinin istenmediği durumlar da karar vericiler tarafından sadece bu aşamada geliştirilen karışık tamsayılı programlama modeli kullanılarak minimum maliyetli tedarik planı da oluşturulabilir.

2.3.1. Matematiksel Modelin Geliştirilmesi

Bu bölümde geliştirilen karışık tamsayılı programlama modeli formülize edilerek, doğrulaması ve geçerlemesi yapılacaktır.

2.3.1.1. Modelin Formülasyonu

Kümeler/İndisler

i : Tedarikçiler , $i \in I$

- j : Üretim Tesisleri, $j \in J$
- t : Planlama Periyotları, $t \in T$

Parametreler

- D_{jt} : j . üretim tesisinin t . dönemdeki talep miktarı (adet, kg.,ton, vb.)
- dis_{ij} : i tedarikçisi ile j üretim tesisi arasındaki mesafe (km)
- CO_{ij} : j . üretim tesisinin i . tedarikçiden bir adet ürünü sipariş etme maliyeti (TL/adet, kg.,ton, vb.)
- CP_{ij} : j . üretim tesisinin i . tedarikçiden bir adet ürünü satınalma maliyeti (TL/adet, kg.,ton, vb.)
- $Ctrans_i$: i . tedarikçiden bir adet ürünü bir km. taşıma maliyeti (TL/km.)
- Cap_{it} : i . tedarikçinin t . periyottaki kapasitesi (adet, kg.,ton, vb.)
- $Qmin_i$: i . tedarikçinin belirlediği minimum sipariş miktarı (adet, kg.,ton, vb.)
- p : Sipariş verilecek minimum tedarikçi sayısı
- σ_j : j . üretim tesisinin tüm t . periyotlardaki toplam talebinin standart sapması
- $Zcsl_j$: j . üretim tesisinin müşteri hizmet düzeyi oranının ters standart normal dağılım karşılığıdır (Z-score değeri).
- l_j : j . üretim tesisine gönderilecek bir adet ürünün temin süresidir (saat, gün, hafta, ay, yıl, vb.).
- M : Büyük bir sayı

Karar Değişkenleri

- X_{ijt} : i . tedarikçiden j . üretim tesisine t . periyotta gönderilecek sipariş miktarı (adet, kg.,ton, vb.)
- S_{jt} : j . üretim tesisinde t . periyotta tutulacak stok miktarı (adet, kg.,ton, vb.)
- SS_j : j . üretim tesisinde tutulacak emniyet stoku miktarı (adet, kg.,ton, vb.)

$$Y_{ijt} = \begin{cases} 1, & t.\text{periyotta } j.\text{ üretim tesisinin siparişi} \\ & i.\text{ tedarikçi tarafından karşılanırsa} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \text{Minz} = & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} CP_{ij} X_{ijt} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} C_{trans_i} dis_{ij} X_{ijt} \\ & + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} CO_{ij} Y_{ijt} \end{aligned} \quad (1)$$

Kısıtlar

$$X_{ijt} \leq Cap_{it} Y_{ijt} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} X_{ijt} \leq Cap_{it} \quad \forall i \in I, \forall t \in T \quad (3)$$

$$S_{jt} = 0 \quad \forall j \in J, t = 0 \quad (4)$$

$$SS_j = \text{round} (Zcsl_j \sigma_j \sqrt{l_j}) \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$S_{jt} = SS_j \quad \forall j \in J, \forall t \in T (t \neq 0) \quad (6)$$

$$S_{jt-1} + \sum_{i \in I} X_{ijt} \geq D_{jt} \quad \forall j \in J, \forall t \in T \quad (7)$$

$$S_{jt} = \sum_{i \in I} X_{ijt} - D_{jt} + S_{jt-1} \quad \forall j \in J, \forall t \in T \quad (8)$$

$$X_{ijt} \geq Qmin_i Y_{ijt} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (9)$$

$$X_{ijt} \leq MY_{ijt} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I} Y_{ijt} \geq p \quad \forall j \in J, \forall t \in T \quad (11)$$

$$X_{ijt}, S_{jt}, SS_j \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (12)$$

$$Y_{ijt} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (13)$$

Amaç fonksiyonu (1) toplam satınalma maliyeti, toplam taşıma maliyeti ve toplam sipariş maliyetinden oluşan toplam maliyeti minimize eder.

(2) numaralı kısıt her bir tedarik kaynağından her bir üretim merkezine gönderilecek ürün miktarının, her bir tedarik kaynağının kapasitesinden fazla olmamasını sağlar. Ayrıca sipariş tahsisi yapılmayan tedarik kaynaklarından ürün sevk edilmesini engeller.

(3) numaralı kısıt her bir planlama periyodunda, her bir tedarik kaynağından tüm üretim merkezlerine gönderilecek toplam ürün miktarının, her bir tedarik kaynağının o planlama periyodundaki kapasitesinden fazla olmamasını sağlar.

(4) numaralı kısıt her bir üretim merkezinin planlama dönemi başında ($t=0$) stok bulundurmadığını ifade eder.

(5) numaralı kısıt planlama dönemi boyunca bulundurulacak emniyet stok miktarını tanımlar.

(6) numaralı kısıt her bir üretim merkezinde her bir planlama periyodunda bulundurulacak stok miktarının sadece o üretim merkezinde bulundurulacak emniyet stok miktarına eşit olmasını sağlar.

(7) numaralı kısıt seti her bir üretim merkezinde bir önceki dönemden kalan stok miktarı ve bu üretim merkezlerine tüm tedarik kaynaklarından sevk edilen ürün miktarı toplamının, üretim merkezinin o planlama periyodundaki talebinden az olmamasını sağlar.

(8) numaralı kısıt seti her bir üretim merkezinin her bir planlama periyodunda bulunduracağı stok miktarının; tüm tedarikçilerden sevk edilecek ürün miktarına bir önceki dönemden kalan stok miktarının eklenmesi ve o dönemin talebinin çıkarılması ile elde edilecek miktara eşit olmasını sağlar. Bu sayede akış dengesi sağlanmış olur. Ayrıca emniyet stok miktarından fazla stok bulundurulmadığı için oluşabilecek hesaplama açıklarını kapatarak optimal sonucu garanti eder.

(9) numaralı kısıt bir tedarik kaynağından ürün sevkiyatı olması için tedarik kaynağının belirlediği minimum sipariş miktarı gereksinimlerinin karşılanmasını sağlar.

(10) numaralı kısıt sadece sipariş tahsisi yapılan tedarik kaynaklarından ürün sevk edilmesini sağlar.

(11) numaralı kısıt her bir planlama döneminde ve her bir üretim merkezi için sipariş verilecek tedarik kaynağı sayısının belirlenen “ p ” sayıdan aşağı olmamasını sağlar.

(12) numaralı kısıt karar değişkenlerinin pozitif değer alması sağlar.

(13) numaralı kısıt, tamsayı kısıtıdır.

2.3.1.2. Modelin Doğrulaması ve Geçerlemesi

Modelin doğrulaması için, farklı TZ’lerde iştirak eden firmalara yönelik gerçek hayat problemlerinin detaylarını yansıtacak 3 (veri seti-1), 4 (veri seti-2), 5 (veri seti-3), 6 (veri seti-4) ve 7 (veri seti-5) düğümlük, 5 test problemi oluşturulmuştur. Test problemleri, çeşitli senaryolar altında, parametreler değiştirilerek çalıştırılmış ve beklenen sonuçları verdiği görülmüştür.

Modelin geçerlemesine yönelik olarak ise, elde edilen sonuçlar firmaların karar vericileri ve akademisyenlerle beraber değerlendirilmiş ve sonuçların gerçek durumu yansıttığı değerlendirilmiştir.

2.3.1.3. Modelin Çözümü

Geliştirilen model, GAMS ile kodlanmış, CPLEX 10.1 çözücüsü ile çözülmüştür. Modelin çözümünde Intel(R) Core(TM) i7-4700MQ CPU @ 2.40GHZ işlemciye sahip dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Model için elde edilen en uzun çözüm süresi 0,110 saniye olmuştur. Geliştirilen modelinin veri seti-5 için GAMS kodu EK 1.’de sunulmuştur.

Modelde 7 düğümlük veri seti için 160 adet kısıt, 85 adet sürekli değişken ve 36 adet 0-1 tamsayılı değişken bulunmaktadır.

Yukarıda da açıklandığı şekilde modelin doğrulaması için, farklı TZ’lerde iştirak eden firmalara yönelik gerçek hayat problemlerinin detaylarını yansıtacak 5 veri seti oluşturulmuştur. Her bir test problemi için modelin geçerliliğini sağlayacak şekilde farklı parametrelerle testler gerçekleştirilmiştir. Test problemlerinin (veri setlerinin) parametre değerleri ve matematiksel model ile çözüm sonuçları EK 2.’de sunulmuştur.

2.4. RİSK TANIMLAMA

Önerilen karar destek sisteminin risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulmuş ve kendi sektör, firma ve TZ'ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasından seçim yapabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda çalışmanın 1.2.1.5. bölümünde Tablo 1.4.'de özetlenen ve literatürde farklı TZ'ler için tanımlanmış TZ risk faktörleri karar vericilere sunulurken bunlar arasından seçim yapmaları, bunun yanında geçmiş tecrübe ve öngörülleri ile ilave risk faktörleri ekleyebilecekleri/çıkarabilecekleri/değiştirebilecekleri bir yaklaşımla literatür taraması ve görüşme tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada da, literatürde yapılan diğer çalışmalara benzer bir yaklaşımla risk tanımlama için kalitatif bir yaklaşım sunulmuştur.

Önerilen karar destek sisteminde tedarik yanlı riskler (tedarik kaynaklarından ve tedarik kaynakları ile üretim merkezleri arasındaki ağdan kaynaklanan) ele alındığından Tablo 1.4.'de yer alan makro, tedarikçi, taşıma ve bilgi riskleri kullanılmıştır. Bu nedenle karar destek sisteminde kullanılmak için Tablo 2.2. oluşturulmuştur.

Tablo 2. 2. Literatürde Tanımlanan TZ Risk Faktörlerinin Özetlenmesi

Makro risk faktörleri	Mikro risk faktörleri		
	Tedarik riskleri	Altyapısal risk faktörleri	
		Taşıma riskleri	Bilgi riskleri
•Doğal afetler •Kargaşa ve politik istikrarsızlık •Ekonominin kötüye gitmesi •Dış hukuksal sorunlar •Savaş, çatışma ve terörizm •Siyasi riskler •Bölgesel istikrarsızlık •Hükümet düzenlemeleri •Kötü hava koşulları •Salgın hastalıklar •İthalat/ihracat sınırlamaları •Terörizm •Yolsuzluk •Korsan ticaret (Sahte ürünler) ve organize suç •Enerji darboğazı •Sosyal ve kültürel sorunlar	•Sipariş miktarı değişimlerinin karşılanamaması •Rekabetçi fiyatlamaya sağlanamaması •Teknolojik olarak rakiplerin gerisinde kalma •Kalite gereksinimlerinin karşılanamaması •Tedarikçi iflası •Tek kaynak kullanımı •Küçük tedarik üssü •Tedarikçilerin bağımlılığı •Cevap verebilirlik yeteneğinde yetersizlik •Tedarik kaynağının düşük kapasite kullanım oranı •Küresel dış kaynak kullanımı •Ara tedarikçi sayısının az olması •Tedarikçilerle entegrasyon sağlanamaması •Tedarikçilerin görünürlüğü eksikliği	•Sınır geçişlerinde veya ulaştırma modu değişimlerinde aşırı elleçleme •Giden lojistik etkinlik eksikliği •Eğitim eksikliği •Taşıma hizmet sağlayıcılarının segmentasyonu •Ulaştırma modu alternatiflerinin olmaması •Uzun çalışma süreleri •Zamanında/Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı •Taşıma esnasında ürünün zarar görmesi •Kazalar •Deniz haydudu saldırıları •Hırsızlık •İş stresi •Bakımın ihmal edilmesi	•Bilgi altyapılarının çökmesi •Etkin sistem bütünleşmesi veya kapsamlı sistem ağ oluşturma eksikliği •E-ticaret •Bilgi ve haberleşme kesintileri •Lojistik ve piyasa arasında bilgi şeffaflığı eksikliği •İnternet güvenliği •Tedarik zinciri paydaşları arasında bilgi teknolojileri uyum eksikliği •Veri kaybı •Bilgi hataları •Bilgi güvenliğinin ihlali •Sistem arızaları •Hatalı işlemler

•Mülkiyet/yatırım sınırlamaları •Yangın •Kirlilik •Baskı grupları •Sağlık ve güvenlik hususları	•Tedarikçi yönetiminde başarısızlık •Tedarik piyasasının kontrol edilemeyecek gücü •Tedarikçi fırsatçılığı •Tekelcilik •Yanlış ortak seçimi •Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği •Sözleşmeye dayalı tedarik eksikliği •Düşük teknik güvenilirlik •Sipariş karşılama hataları •Maliyetlerde ani artış •Teslimat planı aksamaları •Tedarik kaynağında işçi-işveren anlaşmazlığı •Sipariş işleme sürecinde yaşanan aksaklıklar •Geç teslimat •Tedarikçi stok yetersizliği •Sözleşme üzerinde anlaşmazlıklar	•Ulaşım altyapı kesintileri •Tedarik zinciri karmaşıklığı •Liman kapasitesi ve tıkanıklık •Gümrük gecikmeleri •Fazla evrak işleri ve çizelgeleme yükü •Yüksek taşıma maliyetleri •Ürün kaybolması •İşçi-işveren sorunları •Taşımacılık altyapı yetersizliği •Eski/güvenilmez teknoloji kullanımı •Güvenlik riski •Sınırlı kapasite •Teçhizat arızaları •Küresel tedarik ağı •Liman/karayolu sıkışıklıkları	
---	--	--	--

2.5. RİSK DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışması kapsamında önerilen karar destek sisteminin risk değerlendirme sürecinde bir önceki aşama olan risk tanımlama sürecinde belirlenen risk faktörlerinin önem derecelerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda; makro, tedarik, taşıma ve bilgi risklerinin ağırlıklarının belirlenmesi için grup karar vermeyi esas alan bulanık DEMATEL yöntemi ile tedarik kaynakları ve ağına göre risk profilinin hesaplanması için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde risk değerlendirme için ÇKKV yöntemlerinden AHP ve ANP ile Hata türü ve etkileri analizi yaklaşımlarının tercih edildiği tespit edilmiştir. Bu yöntemler incelendiğinde:

(1) AHP ve ANP yöntemlerinin;

- 7 ± 2 kuralı gereğince risk faktör veya alternatif sayısı 9'dan fazla olduğu problemlerde tutarsızlığa yol açacağından kullanılmasının uygun olmayacağı (Saaty ve Özdemir, 2003:233),
- Gerek hesaplama süreci, gerekse kullanılan ölçek için literatürde pek çok dezavantajın ortaya koyulması (Rangone, 1996:115; Deshmukh ve Millet, 1999:99; Timor, 2011:39).

(2) Hata türü ve etkileri analizi yönteminin;

- Belirsizlikten etkilenmesi, bazı işlem adımlarının kötü karakterizasyonu ve proje içinde hatalı karar verme sürecine neden olması (Bluvband ve Grabov (2009: 344-347),
- Hesaplama adımları için gerekli verilerin elde edilmesi çok fazla zaman, işbirliği ve kaynak gerektirmesi (Pillay ve Wang, 2003:151-152; Xiao ve diğ., 2011:1162),
- Literatürde yapılan çalışmalarda yazarların yöntemin dezavantajlarını vurgulama noktasında bir eğilim içerisinde olmaları (Chen, 2007:321-322; Wang ve diğ., 2009:1202).

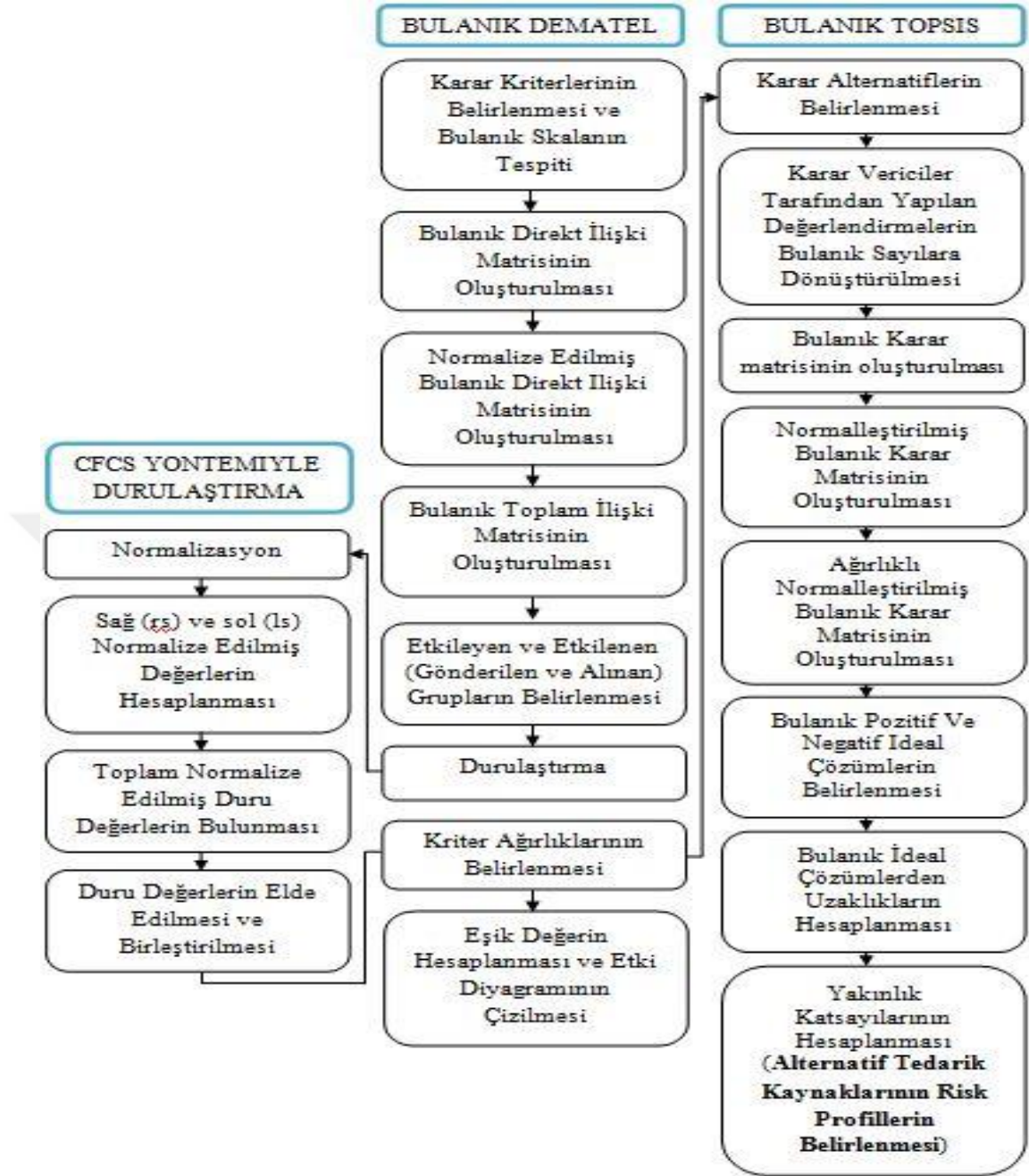
nedenleriyle onlarca alternatif ve risk kriteri üzerinden etkin bir analiz yapılabilmesi için ilk defa risk değerlendirmesi kapsamında bulanık DEMATEL-bulanık TOPSIS yöntemi bütünleşik olarak kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında bu yöntemlerin temel kullanılma nedeni yukarıda açıklanan neden olmakla beraber gerek bulanık mantık, gerek DEMATEL gerekse TOPSIS yöntemlerinin ilerleyen aşamalarda açıklanması sürecinde ifade edilecek olan faydaları bu yöntemleri kullanmamızın önemli nedenleridir.

Normal olarak belirsizlik altında karar vermek çok daha güç olacaktır. Belirsizliğin hissedildiği, benzer şekilde amaç, kısıt ve değerlendirmelerin net olmadığı ortam, bulanık ortam olarak adlandırılır. Bulanık ortamlarda, Zadeh tarafından 1965 yılında önerilen Bulanık Kümeler Teorisi tabanlı yaklaşımlardan istifade etmek karar vermeyi kolaylaştırabilmektedir (Altan ve Aydın, 2015:101).

Bulanık mantık ile sağlanabilen temel faydalardan biri “insana özgü tecrübe ile öğrenme” olgusunun kolaylıkla modellenebilmesi ve kesin olmayan kavramların/olguların bile matematiksel olarak ortaya koyulabilmesidir (Eroğlu, 2014:38).

Risk değerlendirme için önerilen bütünleşik yaklaşımın şematik gösterimi Şekil 2.3.’de sunulmuştur.



Şekil 2. 3. Risk Değerlendirme için Önerilen Bütünleşik Yaklaşım

Matematiksel modelin test edilmesi için kullanılan ve EK 2.'de sunulan 3, 4, 5, 6 ve 7 düğümlük, 5 test problemi için gerçekleştirilen bulanık DEMATEL-bulanık TOPSIS hesaplamaları EK 3.'de sunulmuştur.

2.5.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Risk Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu bölümde öncelikle Bulanık DEMATEL yöntemi tanıtılacak daha sonra yöntemin her aşamasında bir örnek problem üzerinden hesaplama adımları açıklanacaktır.

Karmaşık karar problemleri incelendiğinde, bu problemleri etkileyen pek çok farklı kriter ve bu kriterlerden etkilenen yine pek çok kriter bulunmaktadır. Bu kriterlerden hangilerinin etkileyen veya etkilenen olduğunun tespit edilmesi, ele alınan karışık problemlerin çözümünde önemli bir aşamadır. DEMATEL yöntemi karmaşık karar problemlerinde, etkileyen ve etkilenen karar kriterlerinin saptanması ve kriterler ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılan bir metottur (Türker, 2012: 53).

Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü tarafından geliştirilen DEMATEL yöntemi, özellikle kompleks ve karmaşık problemler için geliştirilmiştir. Yöntem sistem bileşenleri arasındaki yapı ve ilişkileri veya geçerli sayıda alternatifleri incelemede etkili sonuçlar vermektedir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010: 907). Yöntemin en önemli faydası, kriterler arasındaki yapı ve ilişkileri inceleyen, uzlaşmacı neden-sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayan etkili bir yöntem olmasıdır (Eroğlu, 2014:47).

Graf teorisi tabanlı bir yaklaşım olan yöntem; klasik ÇKKV yaklaşımlarından AHP gibi unsurlarının sadece hiyerarşik bir yapıda ve birbirlerinden bağımsız olduğu varsayımını reddederek unsurların karşılıklı olarak birbirlerine olan ilişkilerini de araştırmaya yarayan bir metottur (Aksakal ve Dağdeviren, 2010: 907).

DEMATEL yöntemi ele alınan kriterler arasındaki etkileşimin önemi doğrultusunda önceliklendirilmelerini sağlayabilir. Diğer karar kriterleri üzerinde daha fazla etkiye ve yüksek önceliğe sahip karar kriterleri, “sebebe kriterleri”; daha fazla etkiye maruz ve daha düşük önceliğe sahip olan karar kriterleri de “sonuç kriterleri” olarak tanımlanır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010: 907).

Karar problemlerinde kriterler arasındaki etkileşimin önem derecesinin belirlenmesi son derece zordur. Gerçek hayat problemlerinin karmaşık ve kompleks yapı ve ilişkilerinin tespitinde karar vericiler görüşlerini net olarak yansıtamayabilirler veya düşüncelerini net bir şekilde ifade edemeyebilirler. Bu sorunun aşılması amacıyla

dilsel ifadeler kullanılabilir (Eroğlu, 2014:59-60). Bu nedenden yola çıkan Lin ve Wu (2008) DEMATEL yöntemini bulanık ortama genişletmişler ve karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmelerin bulanık ortamda yapılabileceğini ve bulanık DEMATEL yönteminin kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Öztürk, 2009:78).

Bulanık DEMATEL yönteminde k adet karar verici (veya uzman) tarafından grup karar verme yöntemine uygun bir şekilde değerlendirmeye alınan ve birbirleri ile etkileşim içerisinde olan n adet kriter bulunur. Karar vericiler ve karar kriterleri belirlendikten sonra yöntemin hesaplama adımları uygulanarak değerlendirmeler yapılır. Bulanık DEMATEL yönteminin hesaplama adımları aşağıda sunulmuştur (Eroğlu, 2014:59-64; Altan ve Aydın, 2015:103-107; Wu ve Lee, 2007:503; Lin ve Wu, 2008:208-210):

Adım-1. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi ve Bulanık Skalanın Tespiti:

Bu aşamada karar problemine etki eden kriterler karar vericilerden anket, görüşme yöntemi veya doğrudan literatür taraması yöntemleriyle tespit edilebilir. Bulanık skalanın tespiti içinse literatürde yaygın olarak üçgensel ve yamuk bulanık sayılar kullanılabilir. Bu tez çalışmasında üçgen bulanık sayılar kullanıldığından bu aşamada Tablo 2.3.'de Li (1999:96)'nin önerdiği bulanık üçgen bulanık skala sunulmuştur. Bu çalışmada üçgensel bulanık sayıların kullanılma nedenleri şu şekilde sıralanabilir: (1) Karar vericilerin hesaplamalarında kolaylık sağlaması (Moon ve Kang, 2001:347), (2) İfadelerin sunumu ile bilgi işlemede kullanışlılığı (Tang, 2009:3479-3480), (3) üçgensel bulanık sayılar ile doğru olmayan ve sübjektif bilgiler kullanılarak modelleme yapılırken karar problemlerinin formülize edilebilmesi için etkili bir yol olması (Chang ve diğ., 2007:552), (4) Üçgensel bulanık sayıların uzmanların dilsel değerlendirmelerinin doğasına en uygun yaklaşım olması (Yeh ve Deng, 2004: 188-189) ve (5) Birçok ÇKKV çalışmasında etkin olarak kullanılması (ör.; Patil ve Kant, 2014; Güzel ve Erdal, 2015).

Tablo 2. 3. Üçgensel Bulanık Sayılar

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık Sayılar
Etkisiz (E)	0	(0, 0, 0.25)
Düşük Etkili (DE)	1	(0, 0.25, 0.50)
Orta Etkili (OE)	2	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek Etkili (YE)	3	(0.50, 0.75, 1)
Çok Yüksek Etkili (ÇYE)	4	(0.75, 1, 1)

Adım-2. Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bu aşamada karar kriterleri arasındaki ilişkinin düzeyinin belirlenmesi için karar vericiler tarafından kriterler arasında ikili karşılaştırma yapılır. Her bir karar verici Tablo 2.3.’deki skalaya göre; “Hangi kriter hangi kriteri ne düzeyde etkiliyor?” sorusu için görüşünü bildirir. Bu sayede oluşturulan $n \times n$ boyutlu bulanık direkt ilişki matrisinin her bir (i,j) elemanı (x_{ij}) , i . kriterden j . kritere olan direkt ilişkiyi temsil eder. Her bir karar vericinin değerlendirmelerini $(x^1, x^2, \dots, x^k)$ tamamlaması ile karar verici sayısı (k) kadar bulanık direkt ilişki matrisi (X) elde edilmiş olur.

$$X = \begin{bmatrix} 0 & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & \ddots & x_{2n} \\ \vdots & \ddots & 0 & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Tablo 2.4.’de bir karar vericinin üç kriterden oluşan bir problem için dilsel ifadeleri kullanarak yaptığı değerlendirmelerinden oluşan örnek bir direkt ilişki matrisi sunulmuştur. Bundan sonraki tablolarda “Kriter” kelimesi “Kri” ile, “alternatif” kelimesi “Alt” ile ve “Karar Verici kelimeleri “KV” ile gösterilmiştir.

Tablo 2. 4. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi

	Kri ₁	Kri ₂	Kri ₃
Kri ₁	0	OE	DE
Kri ₂	DE	0	ÇYE
Kri ₃	E	DE	0

Bu örnek tabloda sunulan karar vericinin değerlendirmesine göre Tablo 2.3.’deki skala kullanılarak Kri₁, Kri₂’yi “Orta Etkili” şekilde etkilerken; Kri₂, Kri₁’i “Düşük Etkili” şekilde etkilemektedir. Bu örnekten de anlaşılabacağı üzere direkt ilişki matrisinde

simetriklik söz konusu değildir ve köşegenlerde bulunan elemanlar 0'dır. Bu tablonun bulanık ifadelerle gösterimi ile bulanık direkt ilişki matrisi elde edilir. Aynı örnek için bulanık direkt ilişki matrisi karar vericinin değerlendirmeleri bulanık ifadelere dönüştürülerek Tablo 2.5.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 5. Örnek Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	0	(0.25, 0.50, 0.75)	(0, 0.25, 0.50)
Kri₂	(0, 0.25, 0.50)	0	(0.75, 1, 1)
Kri₃	(0, 0, 0.25)	(0, 0.25, 0.50)	0

Elde edilen matrislerin Denklem (14) ile ortalamalarının alınması sonucunda grup kararı olan ortalama bulanık direkt ilişki matrisi (C) oluşturulur.

$$a_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^k x_{ij}^n \quad (14)$$

Bir örnekle açıklamak gerekirse yukarıda Tablo 2.4.'de örnek olarak sunulan birinci karar vericinin değerlendirmeleri ile Tablo 2.6. ve 2.7.'de örnek olarak sunulan farklı iki karar vericinin değerlendirmelerinin Denklem (14) ile ortalamalarının alınması sonucunda örnek problemin grup kararı olan C matrisi oluşturulmuş ve Tablo 2.8.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 6. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi-2

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	0	YE	OE
Kri₂	OE	0	YE
Kri₃	DE	OE	0

Tablo 2. 7. Dilsel İfadelerin Kullanıldığı Örnek Bir Direkt İlişki Matrisi-3

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	0	OE	OE
Kri₂	OE	0	YE
Kri₃	DE	OE	0

Tablo 2. 8. Örnek Problem için Bulanık Direkt İlişki Matrisi (C)

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.333, 0.583, 0.833)	(0.167, 0.417, 0.667)
Kri₂	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.583, 0.833, 1.000)
Kri₃	(0.000, 0.167, 0.417)	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)

Örneğin; karar vericilere göre, sırasıyla Kri₂, Kri₁'i Düşük Etkili (0, 0.25, 0.50), Orta Etkili (0.25, 0.50, 0.75) ve Orta Etkili (0.25, 0.50, 0.75) olarak etkilemektedir. Denklem (14) kullanılarak;

$$a_{21} = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 x_{21}^n$$

$$a_{21} = \frac{1}{3} (0, 0.25, 0.50)(+)((0.25, 0.50, 0.75)(+)(0.25, 0.50, 0.75)$$

$$a_{21} = \frac{1}{3} (0.50, 1.25, 2.00)$$

$$a_{21} = (0.167, 0.417, 0.667) \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

Adım-3. Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bir önceki adımda elde edilen bulanık direkt ilişki matrisi Denklem (15) ve (16) kullanılarak normalizasyon işlemine tabi tutularak normalize edilmiş bulanık ilişki matrisi oluşturulur. Bu denklemlerde ifade edilen l_{ij} üçgen bulanık sayıların en küçüğünü, m_{ij} orta değerini, son olarak da u_{ij} en büyük değeri temsil eder.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{C}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad (15)$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n l_{ij} \right), \quad r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n m_{ij} \right), \quad r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad (16)$$

Yine aynı örnek problem üzerinden devam edersek, Denklem (15) kullanılarak Tablo 2.8.'deki örnek problem için bulanık direkt ilişki matrisinde bulunan bütün satır-sütun toplamaları hesaplanır ve satır-sütun toplamalarının maksimumları matriste ki bütün değerlere bölünerek normalizasyon işlemi yapılır.

Örnek problemdeki sütunların toplamı, sırasıyla: 0.167; 0.583; 1.083; 0.50; 1.000;1.500; 0.750;1.250 ve 1.667'dir. Bu değerlere göre $maxr_l = 0.750$, $maxr_m = 1.250$ ve $maxr_u = 1.667$ 'dir.

Böylece C matrisi içerisinde bulunan her bir üçgensel bulanık sayı kendi sütun değerinin maksimumuna bölünerek Tablo 2.9.'da verilen Örnek Problem İçin Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi oluşturulur. Mesela; Kri_2/Kri_1 satırının hesaplanması $0,167/1,750=0,222$; $0,417/1,250=0,333$; $0,667/1,667=0,400$ şeklinde olur.

Tablo 2. 9. Örnek Problem için Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.444, 0.467, 0.500)	(0.222, 0.333, 0.400)
Kri₂	(0.222, 0.333, 0.400)	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.778, 0.667, 0.600)
Kri₃	(0.000, 0.133, 0.250)	(0.222, 0.333, 0.400)	(0.000, 0.000, 0.000)

Adım-4. Bulanık Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Bulanık toplam ilişki matrisi (F)'nin oluşturulması için Denklem (17) ve (18) kullanılır. Denklem (18)'de ifade edilen (C)'ler gitgide eksilen endirekt etkileri, (I) ise $n \times n$ boyutlu birim matrisi temsil eder. Hesaplamalar esnasında bulanık sayıların kendi içerisinde ayrı matrislere bölerek işlem yapılması kolaylık sağlar.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} c + c^2 + c^3 + \dots + c^k \quad (17)$$

$$F = C + C^2 + C^3 + \dots + C^k = C(I - C)^{-1} \quad (18)$$

Örnek problem için Tablo 2.9.'da sunulan Örnek Problem İçin Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinde bulunan sağ (L), orta (M) ve sol (U) değerler işlem kolaylığı için birleştirilerek, Denklem (18) ile Bulanık Toplam İlişki Matrisi elde edilmiştir. Yeniden düzenlenen bu matris Tablo 2.10.'da, Bulanık Toplam İlişki Matrisi Tablo 2.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 10. Örnek Problem için Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi (Yeniden Düzenlenen Hali)

	L	M	U
Kri₁	(0.000, 0.444, 0.222)	(0.000, 0.467, 0.333)	(0.000, 0.500, 0.400)
Kri₂	(0.222, 0.000, 0.778)	(0.333, 0.000, 0.667)	(0.400, 0.000, 0.600)
Kri₃	(0.000, 0.222, 0.000)	(0.133, 0.333, 0.000)	(0.250, 0.400, 0.000)

Tablo 2. 11. Örnek Problem için Bulanık Toplam İlişki Matrisi

	L	M	U
Kri₁	(1.153, 0.688, 0.792)	(0.558, 1.157, 1.291)	(1.368, 2.056, 2.181)
Kri₂	(0.310, 0.394, 1.153)	(0.846, 0.914, 1.558)	(1.713, 1.804, 2.368)
Kri₃	(0.069, 0.310, 0.256)	(0.490, 0.792, 0.691)	(1.277, 1.636, 1.492)

Adım-5. Etkileyen ve Etkilenen (Gönderilen ve Alınan) Grupların Belirlenmesi:

Bir önceki adımda oluşturulan F matrisinde, her bir satırın toplamı ($\tilde{D}_i$), her bir karar kriterinden diğerlerine yönlendirilen direkt ve endirekt etkilerin toplamını; her bir sütunun toplamı ($\tilde{R}_i$) ise, aynı karar kriterine diğer karar kriterlerinden gelen etkilerin toplamını ifade eder.

Her bir karar kriteri için satır-sütun toplamlarıyla hesaplanan ($\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$) göstergesi etkileyen (gönderilen) ve etkilenen (alınan) toplam etki değerini, ($\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$) göstergesi de i karar kriterinin sistem üzerindeki net etkisini gösterir. Elde edilen sayısal değer pozitif ise net i karar kriteri “Net Etkileyen”, negatif ise “Net Etkilenen” olarak ifade edilir.

Örnek problem için mesela; Kri_1 ’in $\tilde{D}_1$ değerleri (L,M,U) sırasıyla; $0.153+0.688+0.792=1.633$; $0.558+1.157+1.291= 3.006$; $1.368+2.056+2.181=5.605$ olarak hesaplanırken; $\tilde{R}_1$ değerleri (L,M,U) sırasıyla; $0.153+0.310+0.069=0.532$; $0.688+0.394+0.310=1.392$; $0.792+1.153+0.256=2.201$ olarak hesaplanır. Örnek Problem için hesaplanan değerler Tablo 2.12.’de sunulmuştur.

Tablo 2. 12. Örnek Problem için Etkileyen ve Etkilenen (Gönderilen ve Alınan) Grupların Belirlenmesi

	$\tilde{D}_i$			$\tilde{R}_i$			$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$			$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$		
	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>U</i>
Kri₁	1.633	3.006	5.604	0.532	1.392	2.201	2.164	4.398	7.805	1.101	1.614	3.404
Kri₂	1.857	3.318	5.885	1.893	2.864	3.540	3.750	6.181	9.425	-0.037	0.454	2.345
Kri₃	0.635	1.973	4.405	4.358	5.495	6.040	4.993	7.469	10.445	-3.723	-3.522	-1.636

Adım-6. Durulaştırma:

Durulaştırma aşamasında bir bulanık kümeden belirlenen (uygun) bir durulaştırma yöntemi ile durulaştırma işlemi gerçekleştirilerek tek bir sayısal değer elde edilir. Bu aşamanın bulanıklaştırmanın tersi olduğu söylenebilir. Literatürde durulaştırma işlemi için yazarlar tarafından önerilen yöntemler (1) α –kesme yöntemi, (2) Ağırlık merkezi (Centroid) yöntemi, (3) Ortalama en büyük üyelik yöntemi, (4) Ağırlıklı ortalama yöntemi, (5) En büyük üyelik yöntemi ve (6) CFCS (Converting Fuzzy Data into Crisp Scores)’dir (Eroğlu, 2014:43-46). Centroid yöntemi literatürde yaygın olarak kullanılmasına rağmen farklı şekillerde aynı kesin değerlere sahip iki bulanık sayı arasında ayırım yapamamaktadır. Literatürde fazlaca kullanılan ve durulaştırma sürecinde etkinliği kanıtlanan CFCS yönteminin kesin değerlerin elde edilmesinde daha uygun olduğu pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Opricovic ve Tzeng, 2003:649; Wu ve Lee, 2007:503). Bu nedenle bu çalışmada CFCS yöntemi kullanılmıştır.

Opricovic ve Tzeng (2003: 643) tarafından önerilen CFCS durulaştırma yöntemi sağ ve sol değerler için bulanık minimum ve bulanık maksimum değerlerin belirlendiği bir durulaştırma yöntemidir. Durulaştırma süreci dört adımlı bir algoritma ile sağlanmaktadır.

$$\tilde{z}_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k) \text{ üçgensel bulanık küme olmak üzere;}$$

Adım-1. Normalizasyon:

$$\Delta_{min}^{max} = \max r_{ij}^k - \min l_{ij}^k \text{ olmak üzere,} \quad (19)$$

$$xr_{ij}^k = (r_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{min}^{max} \quad (20)$$

$$xl_{ij}^k = (l_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (21)$$

$$xm_{ij}^k = (m_{ij}^k - \min l_{ij}^k) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (22)$$

Adım-2. Sağ (rs) ve Sol (ls) normalize edilmiş değerlerin hesaplanması:

$$xrs_{ij}^k = xr_{ij}^k / (1 + xr_{ij}^k - xm_{ij}^k) \quad (23)$$

$$xls_{ij}^k = xm_{ij}^k / (1 + xm_{ij}^k - xl_{ij}^k) \quad (24)$$

Adım-3. Toplam normalize edilmiş duru değerlerin bulunması:

$$x_{ij}^k = [xls_{ij}^k(1 - xls_{ij}^k) + xrs_{ij}^k * xrs_{ij}^k] / [1 - xls_{ij}^k + xrs_{ij}^k] \quad (25)$$

Adım-4. Duru Değerlerin Elde Edilmesi ve Birleştirilmesi:

$$z_{ij}^k = \min l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{\min}^{\max} \quad (26)$$

$$z_{ij} = 1 / (z_{ij}^1 + z_{ij}^2 + \dots + z_{ij}^h) \quad (27)$$

Örnek problemin CFCS yöntemi ile durulaştırılması için Denklem (19)-(27) kullanılmıştır. Bu kapsamda CFCS ile durulaştırılan değerler Tablo 2.13.'de, durulaştırılmış toplam ilişki matrisi Tablo 2.14.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 13. Örnek Problem için CFCS ile Durulaştırılmış Değerler

Kriterler	Bulanık Değerler			Normalizasyon						Sol ve sağ normalleşti rilmiş değerler		Toplam Normalleşti rilmiş Değerler	Duru Değerler
	L	M	U	min	max	Δ_{min}^{max}	x_{lj}	x_{mj}	x_{rj}	x_{jls}	x_{jrs}	x_{jcrisp}	f_{ij}
Kri ₁	0.153	0.558	1.368	0.069	0.310	0.241	0.349	2.030	5.391	0.757	1.236	2.532	0.679
	0.310	0.846	1.713	0.069	0.310	0.241	1.000	3.225	6.826	1.000	1.483	3.264	0.855
	0.069	0.490	1.277	0.069	0.310	0.241	0.000	1.747	5.016	0.636	1.175	2.481	0.666
Kri ₂	0.688	1.157	2.056	0.310	0.688	0.379	1.000	2.239	4.613	1.000	1.367	2.555	1.277
	0.394	0.914	1.804	0.310	0.688	0.379	0.222	1.596	3.946	0.672	1.178	2.420	1.226
	0.310	0.792	1.636	0.310	0.688	0.379	0.000	1.275	3.502	0.560	1.085	2.171	1.132
Kri ₃	0.792	1.291	2.181	0.256	1.153	0.897	0.597	1.154	2.146	0.741	1.077	1.806	1.876
	1.153	1.558	2.368	0.256	1.153	0.897	1.000	1.452	2.354	1.000	1.237	1.894	1.955
	0.256	0.691	1.492	0.256	1.153	0.897	0.000	0.485	1.378	0.327	0.728	1.051	1.199

Tablo 2. 14. Örnek Problem için CFCS ile Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	0.679	1.277	1.876
Kri₂	0.855	1.226	1.955
Kri₃	0.666	1.132	1.199

Durulaştırılmış toplam ilişki matrisi satır-sütun toplamlarıyla hesaplanan $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$ değerleri Tablo 2.15.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 15. Örnek Problem için $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$ Değerleri

	D_i	R_i	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$
Kri₁	3.832	2.201	6.033	1.631
Kri₂	4.036	3.635	7.671	0.401
Kri₃	2.997	5.030	8.027	-2.033
Eşik Değer: 1.207				

Tablo 2.15. incelendiğinde kriter önem derecelerinin sırasıyla Kri₃, Kri₂ ve Kri₁ şeklinde olduğu görülmektedir. Bizim problemimizdeki gibi risk yapılı problemlerde ise bu önem derecesi tam tersi etki oluşturmaktadır. $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$ değeri hangi kriterin yüksekse o kriterin daha fazla risk barındırdığı sonucuna varabiliriz.

$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$ değerleri incelendiğinde ise Kri₃, -2.033 değeriyle etkilenenler (alıcı) grubunu; Kri₁, 1.631 değeriyle ve Kri₂, 0.401 değeriyle etkileyenler (gönderici) grubunu oluşturmaktadır.

Adım-7. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Denklem (28) ve (29) kullanılarak kriter ağırlıkları tespit edilir.

$$w_i = \sqrt{\left[(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}\right]^2 + \left[(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}\right]^2} \quad (28)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (29)$$

Yukarıdaki Denklem (28) ve (29)'un kullanılmasıyla örnek problem için elde edilen kriter ağırlıkları (kriter önem dereceleri) Tablo 2.16.'da sunulmuştur.

Tablo 2. 16. Örnek Problem için Kriter Ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları	
Kri₁	0.281
Kri₂	0.346
Kri₃	0.373

Buna göre kriterlerin ağırlıkları (önem sıralamaları) $Kri_3 \gg Kri_2 \gg Kri_1$ şeklinde elde edilmiştir. Bu tez çalışmasında, bu sonuç Kri_3 kriterinin en fazla risk barındırdığını göstermektedir.

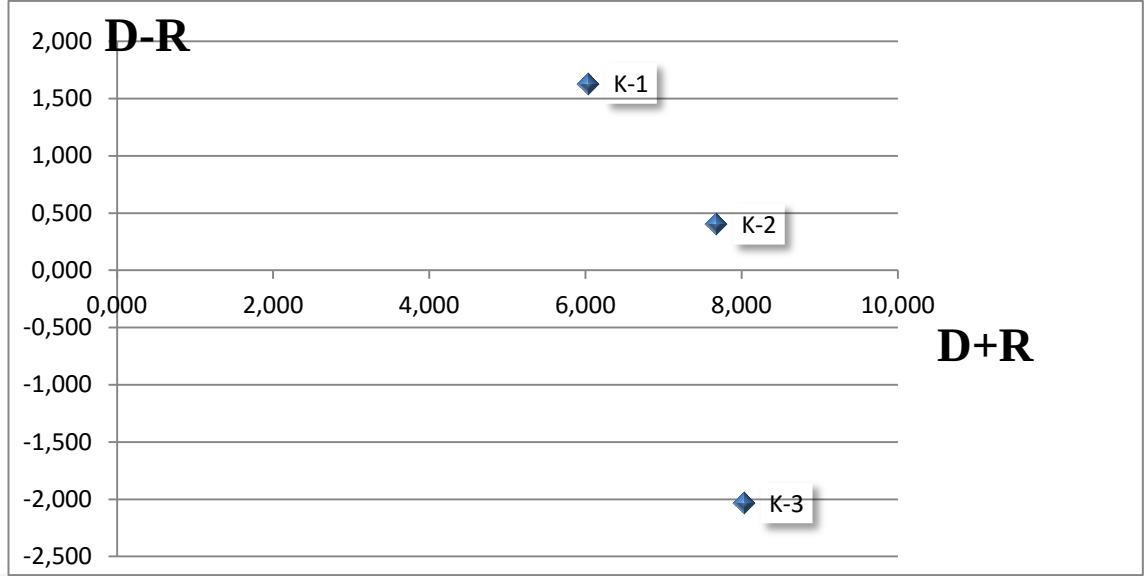
Adım-8. Eşik Değerin Hesaplanması ve Etki Diyagramının Elde Edilmesi:

Eşik değerın karar vericiler (veya uzmanlar) tarafından doğrudan belirlenmesi klasik ve yaygın bir yaklaşımdır. Ancak bazı karar problemleri için görüşlerine başvurulmuş karar verici sayısının çok olması nedeniyle eşik değerin tespiti zorlaşabilmektedir. Eşik değerin elde edilmesi için bir diğer yaygın kullanım bu çalışmada da kullanıldığı şekilde durulaştırılmış toplam ilişki matrisinin aritmetik ortalamasının alınmasıdır. Belirlenen eşik değeri elde edilmiş olan diyagramın karmaşıklığını engellemek için gereklidir. Kullanılacak eşik değerin büyük veya küçüklüğü kriterlerin birbirleri üzerindeki etkileşiminin boyutuna tesir edebilmekte ve çözümün karmaşıklığı ve basitliğini sağlayabilmektedir.

Etki diyagramı, yatay eksen $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$, düşey eksen $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$ olan bir koordinat düzleminde $([(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}, (\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}])$ noktalarının gösterilmesiyle elde edilir. Uygun bir diyagram elde edilebilmesi, eşik değerin uygunluğuna bağlıdır.

Örnek problem için eşik değeri CFCS yöntemiyle durulaştırılan, Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisinin aritmetik ortalaması ile 1,207 olarak hesaplanmıştır. Şekil 2.4.'de örnek problemin etki diyagramı sunulmuştur.

Şekil 2.4. incelendiği zaman Kri_2 ve Kri_1 kriterlerinin etkileyen faktörler, K_3 kriterinin ise etkilenen faktör olduğu görülmektedir. Kri_2 faktörü Şekil 2.4.'den de anlaşılacağı üzere en çok etkileyen faktördür. Probleme etki eden en önemli faktör ise Kri_3 'tür.



Şekil 2. 4. Etki (Neden-Sonuç İlişki) Diyagramı

2.5.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerinin Belirlenmesi

Bu bölümde bir önceki bölümde olduğu gibi öncelikle Bulanık TOPSIS yöntemi tanıtılacak daha sonra yöntemin her aşamasında aynı örnek problem üzerinden hesaplama adımları açıklanacaktır.

TOPSIS tekniği 1981’de Hwang ve Yoon tarafından önerilmiştir. TOPSIS yöntemi karar problemi için alternatifleri tercih edilebilirliğine göre sıralamak ve en uygulanabilir çözümü tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Tekniğin temelinde yatan düşünce, en uygun alternatifin, pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olmasına dayalı ideal çözümlere yakınlık yoluyla tercihlerin sıralanmasıdır (Ağdaş, 2014: 54).

Pozitif ideal çözüm, arzu edilen karar kriterlerini maksimize, arzu edilmeyen karar kriterlerini ise minimize ederken, negatif ideal çözüm ise arzu edilmeyen karar kriterlerini maksimize, arzu edilen karar kriterlerini ise minimize eder. Geleneksel TOPSIS yaklaşımının hesaplama adımlarındaki değerler ve ağırlıklar normalde kesin değerlerdir (Chen, 2000: 2). Fakat günümüz kompleks ve karmaşık gerçek hayat problemlerini modellemede, kesin değerler yetersiz kalabilmektedir. Benzer şekilde karar vericilerden (uzmanlardan) de her zaman kesin değerlerle tercihlerini ifade etmeleri beklenemez. Bu durumlarda sayısal ifadelerin yerine dilsel değerlendirmelerin

kullanılması daha uygun olabilir. Bu düşünceden hareketle Chen (2000) tarafından; bulanık ortamlarda, grup karar vermeyi esas alan ÇKKV probleminin çözümü için klasik TOPSIS tekniğinin genişletilerek bulanık TOPSIS tekniği geliştirilmiştir.

Bulanık TOPSIS yönteminde kriter ağırlıkları ile kriterlerin aldıkları değerlere göre alternatiflerin değerlendirilmesinde dilsel değişkenler kullanılmaktadır. Bu aşamada uzmanlar kriterler ve alternatifleri değerlendirmek için üçgensel ya da yamuk bulanık sayıları kullanırlar.

Hesaplama adımlarında başlangıçta belirlenen dilsel değişkenler sayısallaştırılarak bulanık karar matrisi oluşturulur. Daha sonra bu matris normalize edilmiş bulanık karar matrislerine dönüştürülür. Her bir alternatif için elde edilen bu matris ile bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS)'den olan uzaklıkların hesaplanmasında verteks metodundan istifade edilir.

Verteks metodundan yakınlık katsayılarının elde edilmesi için istifade edilir. En iyi karar alternatifinin seçiminde hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bulanık TOPSIS'in hesaplama adımları şu şekildedir (Chen, 2000: 4-6; Ağdaş, 2014: 55-59);

Adım-1. Karar Verici Grubunun, Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi:

i sayıda karar kriterinden meydana gelen kriter kümesi, $Kri = \{Kri_1, Kri_2, \dots, Kri_i\}$, j sayıda karar alternatifinden meydana gelen alternatif kümesi, $Alt = \{Alt_1, Alt_2, \dots, Alt_j\}$ ve k sayıda uzmandan oluşan karar verici grubundan, $KV = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_k\}$, oluşturulur.

Bulanık DEMATEL ile kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için kullanılan 3 kriterli 3 karar vericinin değerlendirmelerine göre hesaplama adımlarını açıklamak için kullanılan önceki bölümdeki problemi bu bölümde de kullanırsak, kriter ve karar verici kümeleri zaten tanımlanmıştır. Bu nedenle bu aşamada örnek problemimizde kullanmak maksadıyla 2 alternatif $Alt = \{Alt_1, Alt_2\}$ tanımlayarak hesaplama adımlarını açıklayabiliriz.

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerini ve Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Bu adımda kriter önem derecelerini (ağırlıklarını) belirleyecek ve alternatiflerin kriterlere göre aldığı değerleri ifade edecek dilsel değişkenler saptanır. Karar vericiler (uzmanlar) tarafından dilsel değişkenler kullanılarak gerek karar kriterlerin ağırlıkları, gerekse alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmeleri gerçekleştirilir.

Bu çalışmada bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS bütünleşik olarak kullanıldığından kriterlerin ağırlıkları bir önceki aşamada belirlenmiştir. Bu nedenle, bu aşamada sadece kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu kapsamda 3 karar verici tarafından Tablo 2.18.'de yer alan alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılan dilsel değişkenler yardımıyla değerlendirme yapıldığı farz edilmiştir. Karar vericiler tarafından gerçekleştirildiği farz edilen örnek dilsel değerlendirmeler Tablo 2.17.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 17. Karar Vericiler Tarafından Gerçekleştirildiği Farz Edilen Örnek Dilsel Değerlendirmeler

	KV ₁		KV ₂		KV ₃	
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	OFR	FR	FR	OFR	FR	FR
Kri₂	ÇFR	ER	OFR	ÇFR	FR	AR
Kri₃	OFR	ÇFR	OFR	ÇFR	OFR	FR

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

k sayıda karar vericinin (uzmanın) dilsel değişkenleri kullanarak yaptığı değerlendirmeler neticesinde elde edilen alternatiflerin kriterlere göre değerleri ile karar kriterlerinin ağırlıkları bulanık sayılara dönüştürülür. Bu dönüşüm işleminde literatürde bu amaçla önerilen skalalar kullanılır. Bu tez çalışmasında Chen (2000: 5) tarafından önerilen üçgen bulanık sayılar adapte edilerek kullanılmıştır (Tablo 2.18.).

Tablo 2. 18. Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesinde Kullanılan Adapte Edilmiş Dilsel İfadeler ile Bulanık Sayılar

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık Sayılar
Çok Az Riskli (ÇAR)	1	(0, 0, 1)
Az Riskli (AR)	2	(0, 1, 3)
Orta Az Riskli (OAR)	3	(1, 3, 5)
Eşit Riskli (ER)	4	(3, 5, 7)
Orta Fazla Riskli (OFR)	5	(5, 7, 9)
Fazla Riskli (FR)	6	(7, 9, 10)
Çok Fazla Riskli (ÇFR)	7	(9, 10, 10)

Dönüştürülen bulanık sayılar Denklem (30) ve (31) ile tek bir bulanık sayıya indirgenir.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{KV} [\tilde{x}_{ij}^1(+) \tilde{x}_{ij}^2(+) \dots \tilde{x}_{ij}^{KV}] \quad (30)$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{KV} [\tilde{w}_j^1(+) \tilde{w}_j^2(+) \dots \tilde{w}_j^{KV}] \quad (31)$$

Denklem (30)'da $\tilde{x}_{ij}$ i alternatifinin j kriterine göre aldığı değeri, Denklem (31)'de $\tilde{w}_j$, j kriterinin karar vericiler tarafından değerlendirilen ağırlığını (önem derecesini), KV de karar verici (uzman) sayısını temsil eder. Her bir kriter ve alternatifler için tek bir değer hesaplanır ve bulanık karar matrisi oluşturulur.

Örnek problem için kriterlerin ağırlıkları bir önceki bölümde bulanık DEMATEL ile hesaplandığından bu aşamada sadece alternatiflerin kriterlerden aldıkları değerler Tablo 2.18. yardımıyla üçgensel bulanık sayılara dönüştürülerek Tablo 2.19.'da sunulmuştur.

Tablo 2. 19. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

	KV ₁		KV ₂		KV ₃	
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)
Kri₂	(9,10,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(1,1,3)
Kri₃	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Karar alternatiflerinin kriterlere göre aldıkları değerleri ifade eden bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) ile bulanık kriter ağırlıkları matrisi ($\tilde{W}$) aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}, \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_k]$$

$\tilde{D}$ bulanık karar matrisi, $\tilde{W}$ ise bulanık kriter ağırlıkları matrisidir. $\tilde{x}_{ij}$ üçgensel bulanık sayılar ile temsil edilir. Bir $\tilde{x}_{ij}$ üçgensel bulanık sayısı (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) , $\tilde{w}_j$ ağırlığı ise (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) üçlü sayıları ile ifade edilir.

Örnek problem için karar alternatiflerinin kriterlerden aldığı değerleri ifade eden bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) oluşturularak Tablo 2.20.'de sunulmuştur. Örnek problem için kriterlerin ağırlıkları bir önceki bölümde bulanık DEMATEL ile hesaplandığından bu aşamada bulanık kriter ağırlıkları matrisi ($\tilde{W}$) oluşturulmamıştır.

Tablo 2. 20. Örnek Problem için Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri₂	(7.00, 8.67, 9.67)	(4.33, 5.33, 6.67)
Kri₃	(5.00, 7.00, 9.00)	(8.33, 9.67, 10.00)

Bu matristeki değerler karar vericilerin her bir alternatif için her bir kriterleri göz önüne alarak yaptıkları değerlendirmelerin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Örneğin Alt₁'in tek bir üçgensel bulanık sayıya dönüştürülmesi Denklem (30) kullanılarak şu şekilde hesaplanmıştır;

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{3} [\tilde{x}_{11}^1 (+) \tilde{x}_{11}^2 (+) \tilde{x}_{11}^3]$$

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{3} [(5,7,9)(+)(7,9,10)(+)(7,9,10)]$$

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{3} [(19, 25, 29)]$$

$$\tilde{x}_{11} = (6.33, 8.33, 9.67)$$

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra bu matris normalleştirme işlemine tabi tutulur. Normalleştirilen bulanık karar matrisi $\tilde{R} = [r_{ij}]_{m \times n}$ şeklindedir. Kriterlerin fayda (F) ve maliyet (M) yapılı olarak belirlenmesine göre sırasıyla Denklem (32) ve (33) ile normalizasyon işlemi yapılır. Bu hesaplamalar sonunda üçgensel bulanık ifadeler, 0-1 arasında bir değer alır.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in F \text{ (fayda yapılı)} \quad (32)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in M \text{ (maliyet yapılı)} \quad (33)$$

$$c_j^* = \max c_{ij}, \text{ eğer } j \in F \quad (34)$$

$$a_j^- = \min a_{ij}, \text{ eğer } j \in M \quad (35)$$

Örnek problem için bir önceki aşamada oluşturulan bulanık karar matrisi normalleştirilmiş ve normalleştirilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$) oluşturularak Tablo 2.21.'de sunulmuştur. Önerilen risk modelinde her bir kriter fayda yapılı olarak hesaplamaya dahil edilmiş ve karar vericilerin değerlendirmeleri için de sorular bu şekilde sorulmuştur. Daha açık bir ifadeyle hangisinin en fazla risk barındırdığı sorulmuştur. Bu nedenle hesaplamalarda fayda yapılı modeller için kullanılan Denklem (32) ve (34) kullanılmıştır. Bu nedenle her bir kriter için o kriterin tüm alternatiflerden aldığı en yüksek üçgensel bulanık sayının en yüksek değeri olan sağ değeri (c_j^*)'ne bölünmüştür.

Tablo 2. 21. Örnek Problem için Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri₂	(0.700, 0.867, 0.967)	(0.433, 0.533, 0.667)
Kri₃	(0.500, 0.700, 0.900)	(0.833, 0.967, 1.000)

Örneğin, birinci kriterin alternatiflerden aldığı en büyük üçgensel bulanık değeri (9, 10, 10)'dur. Bu üçgensel bulanık sayının en yüksek değeri olan sağ değeri de 10'dur.

Bu nedenle, 10 değeri birinci kriter için yapılacak normalleştirme işleminde payda da bulunacaktır. Alt_1 (birinci alternatifin)'in, Kri_1 (birinci kriter)'e göre normalizasyon işlemi aşağıda sunulmuştur.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{6,33}{10}, \frac{8,33}{10}, \frac{9,67}{10} \right) = (0.633, 0.833, 0.967)$$

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Normalleştirilmiş bulanık kriter matrisinin oluşturulmasından sonra Denklem (36) ile ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi ($\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$) oluşturulur. Ağırlıklı normalleştirilmiş bulanık karar matrisindeki her $\tilde{v}_{ij}$ bulanık sayısı, normalleştirilmiş pozitif üçgensel bulanık sayı olup, 0-1 arasında bir değer alır.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(x) \tilde{w}_i \quad (36)$$

Örnek problem için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$)'nin oluşturulması için, normalleştirilmiş bulanık kriter matrisinde her bir alternatifin her bir kriterden aldığı üçgensel bulanık sayı ile bu kriterin ağırlık değeri ($\tilde{w}_i$) Denklem (36)'da görüldüğü şekilde çarpılarak oluşturulmuş ve Tablo 2.22.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 22. Örnek Problem için Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt_1	Alt_2
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.178, 0.234, 0.272)
Kri₂	(0.242, 0.300, 0.334)	(0.150, 0.185, 0.231)
Kri₃	(0.187, 0.261, 0.336)	(0.311, 0.361, 0.373)

Örneğin Alt_1 (birinci alternatifin)'in, Kri_1 (birinci kriter)'e göre ağırlıklı normalize edilmiş değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$$\tilde{v}_{11} = \tilde{r}_{11}(x) \tilde{w}_1$$

$$\tilde{v}_{11} = [(0.633, 0.833, 0.967)(x)(0.281, 0.281, 0.281)]$$

$$\tilde{v}_{11} = (0.178, 0.234, 0.272)$$

Adım-7. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

Her bir alternatif için Denklem (37) ve (38) ile en iyi (A^*) ve en kötü (A^-) bulanık sayılardan uzaklığını ifade eden bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) değerleri hesaplanır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad (37)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (38)$$

Bu adımda örnek problem için her bir alternatifin en iyi ve en kötü bulanık değerlerden uzaklığını gösteren FPIS (A^*) ve FNIS (A^-) değerleri hesaplanmıştır. Örnek problemimizde üç alternatifin değerlendirilmesi için üç karar kriteri bulunduğundan, kümeler şu şekilde oluşturulmuştur;

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.178, 0.234, 0.272) (0.242, 0.300, 0.334) (0.311, 0.361, 0.373)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.178, 0.234, 0.272) (0.150, 0.185, 0.231) (0.187, 0.261, 0.336)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:

Bu adımda tüm alternatiflerin bulanık ideal çözümlerden uzaklığı, en iyi bulanık pozitif ideal çözüm ($\tilde{v}_j^*$) ve en kötü bulanık negatif ideal çözüm ($\tilde{v}_j^-$) değerlerinden çıkarılır.

Bulanık iki sayı arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında Denklem (39)'da sunulan Vertex yöntemi kullanılır (Chen, 2000: 3).

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (39)$$

$(\tilde{v}_j^*) - (\tilde{v}_j^-)$ değeri elde edildikten sonra bu değerler Denklem (40) ve (41) ile toplanarak (d_i^*) ve (d_i^-) değerleri hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (40)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (41)$$

d_i^* değeri alternatiflerin ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisindeki kriterlerden aldığı değerlerin bulanık pozitif ideal çözüm değerinden uzaklıklarının toplamını, d_i^- ise bulanık negatif ideal çözüm değerinden uzaklıklarının toplamını temsil eder.

Örnek problem için birinci alternatifin üçüncü kriterden aldığı normalleştirilmiş bulanık değer FPIS ve FNIS değerlerinden uzaklıkları şu şekilde hesaplanır;

$$\begin{aligned} d(\tilde{m} - \tilde{n}) &= d[(0.311, 0.361, 0.373) - (0.187, 0.261, 0.336)] \\ &= \sqrt{\frac{1}{3}[(0.311 - 0.187)^2 + (0.261 - 0.361)^2 + (0.336 - 0.373)^2]} = 0.094 \\ d(\tilde{m} - \tilde{n}) &= d[(0.187, 0.261, 0.336) - (0.187, 0.261, 0.336)] \\ &= \sqrt{\frac{1}{3}[(0.187 - 0.187)^2 + (0.261 - 0.261)^2 + (0.336 - 0.336)^2]} = 0.000 \end{aligned}$$

Örnek problem için alternatiflerin FPIS ve FNIS'ten olan uzaklıkları Tablo 2.23.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 23. Örnek Problem için Alternatiflerin FPIS ve FNIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1, A^*)$	$d(Alt_2, A^*)$	$d(Alt_1, A^-)$	$d(Alt_2, A^-)$
Kri₁	0.000	0.000	0.000	0.000
Kri₂	0.000	0.104	0.104	0.000
Kri₃	0.094	0.000	0.000	0.094

Alternatiflerin kriterlere göre FPIS'den ve FNIS'den uzaklıkları bulunduğundan sonra, sırasıyla Denklem (40) ve (41) kullanarak her bir alternatifin tüm kriterler için FPIS'den ve FNIS'den uzaklıkları toplanmıştır. Bu sayede d_i^* ve d_i^- değerleri elde edilmiş ve Tablo 2.24.'de sunulmuştur. Örneğin; $0.000+0.000+0.094=0.094$ ve $0.000+0.104+0.000=0.104$ 'tür.

Tablo 2. 24. Örnek Problem için d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt ₁	Alt ₂
d_i^*	0.094	0.104
d_i^-	0.104	0.094

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:

Bu aşamada her bir alternatifin yakınlık katsayısı değerleri (CC_i) Denklem (42) ile hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (42)$$

Örnek problem için her bir alternatifin yakınlık katsayısı değerleri (CC_i) Denklem (42) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$CC_1 = \frac{0.104}{0.094 + 0.104} = 0.525$$

$$CC_2 = \frac{0.094}{0.104 + 0.094} = 0.475$$

Adım-10. Alternatiflerin Sıralanması:

Son aşamada CC_i değerlerine göre alternatifler sıralanır. Fayda yapılı modellerde CC_i değeri 1'e en yakın alternatif en ideal alternatiftir. Maliyet yapılı modellerde ise bu durumun tam tersidir.

Örnek problem için CC_i değerleri göz önüne alınarak alternatiflerin büyükten küçüğe doğru sıralaması yapılmış ve bu sıralama $CC_2 \gg CC_1$ olarak gerçekleşmiştir. Buna göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi sonucunda en riskli tedarik kaynağı ikinci alternatif, en az riskli tedarik kaynağı ise birinci alternatif olarak belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında önerilen karar destek sisteminde bütünleşik bulanık DEMATEL-bulanık TOPSIS yöntemiyle bir sonraki süreçte revize tedarik planının oluşturulması için tedarik kaynaklarının risk profilleri esas alınacağından, bu aşamada tedarik kaynaklarının risklilik sıralamasından ziyade risk faktörlerinden aldıkları puan önemlidir. Bu nedenle Adım-10'un Şekil 2.3.'de bulunmaması doğaldır.

2.6. RİSK HAFİFLETME

Risk hafifletme aşamasında karar vericinin belirleyeceği ve risk karşısında katlanabileceği maliyeti esas alan, kapasite kısıtlı ve akış bazlı bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen sezgisel model tedarik kaynaklarının risk profil değerlerine göre minimum riski sağlayacak şekilde tedarik planının risk profili en fazla olan kaynak alternatifinden risk profili en düşüğe doğru olacak şekilde revize edilebilmesini sağlamaktadır. Burada amaç, firmaları/TZ'leri riskin etkisinden mümkün olabildiğince veya karar vericilerin belirlediği ölçüde korumaktır.

Bu nedenle, bu aşamada bir önceki aşamada elde edilen tedarik kaynaklarının risk profilleri ve matematiksel modelden elde edilen minimum maliyetli tedarik planı girdi olarak kullanılarak sipariş planının revizyonu yapılacaktır. Literatürde önceki çalışmaların incelenmesi sonucunda yazarların büyük bir çoğunluğunun çok amaçlı matematiksel modellerle risk ve maliyet arasında mahsuplaşma yaparak kullanıcılara pareto optimal çözümler sunduğu tespit edilmiştir. Bu yaklaşımla elde edilen çözümlerin her ne kadar bilimsel yaklaşımlar olsa da bizce gerçek hayat problemlerini net bir şekilde yansıtmadığı değerlendirilmiştir.

TZ'lerde meydana gelen veya olası riskler TZ kesintilerine, aksamalara hatta üretim/sevkiyatın durmasına neden olabilecek kadar önemli olabildiğinden bu çalışmada tedarik kaynaklarının risk profillerine göre gerekirse en az maliyetli kaynaktan hiç tedarik yapılmaması bile gündeme gelebilmesi amaçlanmış, çok amaçlı bir yaklaşımla maliyet ve riski aynı potada eritmekten ziyade hiyerarşik bir yaklaşım daha uygun görülerek, karar vericilerin beklentilerine cevap verebilecek bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir.

Hatırlanacağı üzere bu tez çalışmasında ele alınan TZ'nde farklı lokasyonlarda konuşlu m adet üretim tesisi bulunan bir firma, farklı lokasyonlarda konuşlu n adet tedarik kaynağından aynı tip ürünü tedarik etmektedir. Tedarik planı hazırlanırken normal olarak tedarik kaynaklarının birim ürün fiyatı ve sipariş maliyeti ile birim taşıma maliyeti dikkate alınmaktadır.

Fakat çalışmanın önceki bölümlerinde de açıklandığı şekilde sadece maliyeti esas alan planlamalar tedarik kaynağının kendisinden, bulunduğu lokasyondan ve dağıtım kanalından kaynaklanan riskliliği göz ardı etmekte, riske karşı savunmasız, TZ

kesintilere karşı kırılgan TZ'lere neden olmaktadır. Ayrıca gerçek hayat problemleri incelendiğinde bazen ucuz tedarik kaynaklarının daha riskli, fazla maliyete neden olan tedarik kaynaklarının ise daha az risk barındırdığı görülmektedir. Bu nedenle firmaların riski değerlendirmeye almasının zorunlu bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu aşamada karar vericiler tarafından dikkat edilmesi gereken konu, risk ve maliyet mahsuplaşmasını kendi firmaları ve TZ'leri özelinde ciddiyle değerlendirmeye almalarıdır. Meydana gelme olasılığı çok düşük veya meydana gelmesi durumunda etkisi son derece az olacak bir risk için de gereksiz gayret ve maliyetlere maruz kalmamak da aynı derecede önemlidir.

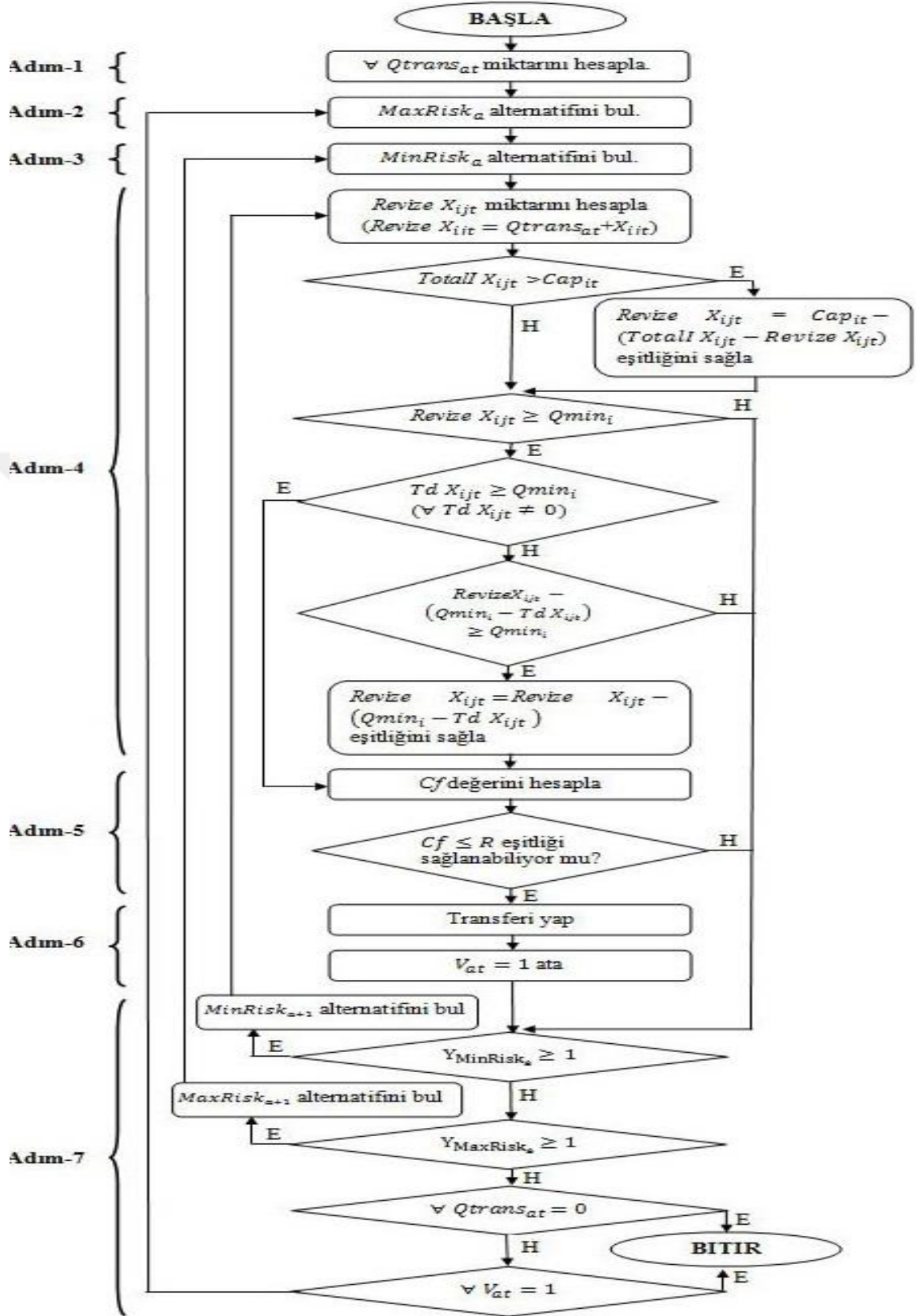
Bu değerlendirme karar vericiye göre değişiklik göstermekle beraber, rasyonel olarak bakıldığında maliyet, riskten daha önceliklidir. Bu nedenle bu tez çalışmasında öncelikle minimum maliyetli tedarik planının oluşturulmasına öncelik verilmiş daha sonra karar vericinin değerlendirmeleri ve risk karşısında katlanabileceği maliyet göz önüne alınacak bir yaklaşım geliştirilmiştir.

2.6.1. Sezgisel Algoritmanın Geliştirilmesi

Risk hafifletme süreci için önerilen sezgisel algoritma Microsoft Visual Studio Professional 2015 ortamında Visual C# diliyle kodlanmış ve çözülmüştür. Algoritmanın çözümünde Intel(R) Core(TM) i7-4700MQ CPU @ 2.40GHZ işlemciye sahip dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Doğal olarak problemin boyutunun artışına paralel olarak çözüm süresinde artış kaydedilmiştir.

Algoritma rassal değerlerle test edilmiş ve tüm veri setleri için bir saniyeden aşağıda çözüm sunabildiği gözlenmiştir.

Geliştirilen sezgisel algoritmanın akış diyagramı Şekil 2.5.'de, algoritmanın kaynak kodu EK 4.'de sunulmuştur.



Şekil 2. 5. Geliştirilen Sezgisel Algoritmanın Akış Diyagramı

Geliştirilen sezgisel algoritmada yer alan ifadelere yönelik açıklamalar Tablo 2.25.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 25. Geliştirilen Sezgisel Algoritmada Yer Alan İfadelere Yönelik Açıklamalar

a	: Alternatif TM-ÜM düğüm çiftleri ($a \in A$)
Başlangıç Çözümü	: Matematiksel modelin çözümü sonucunda elde edilen optimal tedarik planı.
$Q_{transat}$	: t . planlama periyodunda a alternatif TM-ÜM çiftleri arasında, tedarik planında değişiklik yapılmasına esas, transfer edilebilecek sipariş miktarı. Daha açık bir ifadeyle, en riskli alternatiften en risksize doğru transfer edilmeye çalışılacak sipariş miktarıdır.
Durdurma Koşulu	: Algoritmanın iterasyonu durdurarak, hesaplamalar sonucunda elde edilen çözümü en iyi çözüm olarak sunması için gerekli koşullar. Durdurma koşulu sağlanırsa algoritma hesaplamaları ve işlemleri durdurur. Durdurma koşulu sağlanmazsa algoritma iterasyona devam eder.
$Risk_a(CC_i)$	: Her bir alternatif TM-ÜM çiftinin yakınlık katsayısı değerleridir. Bu değer ne kadar 1'e yaklaşırsa söz konusu alternatif düğüm çiftinin o kadar risk barındırdığı ne kadar 0'a yakınsa o alternatif düğüm çiftinin o kadar az risk barındırdığını ifade eder.
$MaxRisk_a$	: En büyük yakınlık katsayısı değerine sahip alternatif düğüm çifti. Daha açık bir ifadeyle en fazla risk barındıran alternatiftir.
$MinRisk_a$	: En küçük yakınlık katsayısı değerine sahip alternatif düğüm çifti. Daha açık bir ifadeyle en az risk barındıran alternatiftir.
$Y_{MaxRisk_a} \in \{0 - 1\}$	$= \begin{cases} 1, & t. \text{ planlama periyodunda iterasyonlar süresince işleme tabi tutulmamış başkaca en büyük yakınlık katsayısı değerine sahip alternatif düğüm çifti } (MaxRisk_a) \text{ varsa,} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$
$Y_{MinRisk_a} \in \{0 - 1\}$	$= \begin{cases} 1, & t. \text{ planlama periyodunda iterasyonlar süresince işleme tabi tutulmamış başkaca en küçük yakınlık katsayısı değerine sahip alternatif düğüm çifti } (MinRisk_a) \text{ varsa,} \\ 0, & \text{dd.} \end{cases}$
R	: Risk için katlanılabilecek toplam maliyet miktarı
D_{jt}	: j . üretim tesisinin t . dönemdeki talep miktarı
Cap_{it}	: i . tedarikçinin t . periyottaki kapasitesi
SS_j	: j . üretim tesisinde tutulacak emniyet stoku miktarı
X_{ijt}	: i . tedarikçiden j . üretim tesisine t . periyotta gönderilecek sipariş miktarı

$Revize X_{ijt}$	: İterasyonlar süresince i . tedarikçiden j . üretim tesisine t . periyotta gönderilmeye çalışılan riske göre revize sipariş miktarı
$Td X_{ijt}$	: İterasyonlar süresince i . tedarikçiden j . üretim tesisine t . periyotta riske göre revize edilmeye çalışılan sipariş miktarı için gerekli $Qtrans_{at}$ miktarı düşüldükten sonra kalan sipariş miktarı
$TotalI X_{ijt}$	: İterasyonlar süresince t . periyotta, i . tedarikçiden her bir j üretim tesisine gönderilmeye çalışılan (artış ve azalışların bellekteki son durumlarının toplamı) toplam revize sipariş miktarı
$V_{at} \in \{0 - 1\}$	$= \begin{cases} 1, t. \text{ planlama periyodunda } a. \text{ alternatif TM-ÜM çiftine } \forall a \text{ alternatif düğüm çiftinden transfer edilebilecek } \forall Qtrans_{at} \text{ miktarı transfer edilmeye çalışıldıysa,} \\ 0, \text{ dd.} \end{cases}$
Maliyet fonksiyonu (Cf)	$Cf = Revminz - minz$ dir. Yani, iterasyonlar süresince oluşan $Revize X_{ijt}$ miktarlarına göre amaç fonksiyonu (Denklem 1) ($Revminz$) değerinden başlangıç çözümü sonucunda elde edilen amaç fonksiyonu ($minz$) değeri çıkarılması sonucu elde edilen tutardır.
Kabul aralığı $\in \{0 - 1\}$	$= \begin{cases} 1, Cf \text{ tutarının karar verici tarafından belirlenen } R \text{ 'den küçük veya eşit olması durumu,} \\ 0, \text{ dd.} \end{cases}$

Geliştirilen sezgisel algoritmanın genel adımları ile açıklamaları aşağıda sunulmuştur.

Adım-1: $\forall Qtrans_{at}$ miktarını hesapla.

Bu adımda öncelikle algoritma, GAMS çözümünden elde edilen X_{ijt} , yani minimum maliyete göre her bir dönemde her bir tedarik merkezinden her bir üretim merkezine sevk edilecek optimal sipariş miktarlarını alır. Bu değerleri başlangıç çözümü yapar ve başlangıç çözümünde her bir tedarikçiden her bir üretim merkezi için sipariş edilen miktarları o tedarik kaynağının risk profil değeri ile çarparak transfer edilebilecek ürün miktarını hesaplar ($X_{ijt} * Risk_a = Qtrans_{at} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T, a \in A$). Hesaplanan bu $Qtrans_{at}$ miktarı en riskli alternatiften en risksize doğru transfer edilmeye çalışılacak sipariş miktarıdır.

Adım-2: $MaxRisk_a$ alternatifini bul.

Bu adımda algoritma tüm a alternatif TM-ÜM düğüm çiftlerinin $Risk_a$ değeri en büyük olanını seçer ve Adım-3'e gider.

Adım-3: $MinRisk_a$ alternatifini bul.

Bu adımda algoritma Adım-1'de belirlenen $Qtrans_{at}$ miktarlarının transfer edilmeye başlanması için en az risk profil değerine sahip alternatif TM-ÜM düğüm çiftini belirleyerek Adım-4'e gider. Doğal olarak j . üretim merkezine her bir i tedarik merkezinden sipariş verilebileceğinden, algoritma tüm alternatifler arasında arama yapmak yerine sadece farklı TM bulunan düğüm çifti alternatiflerini tarar. Bir örnek ile açıklamak gerekirse, 3 TM ve 2 ÜM bulunan bir TZ ağında 6 farklı TM-ÜM çifti bulunacaktır (TM1-ÜM1, TM1-ÜM2, TM2-ÜM1, TM2-ÜM2, TM3-ÜM1, TM3-ÜM3). ÜM1'e TM1, TM2 ve TM3'ten sipariş verilebileceğinden algoritma sadece bu üç alternatif düğüm çiftinin bulunduğu satırlarda (TM1-ÜM1, TM2-ÜM1 ve TM3-ÜM1) arama yapacaktır. Böylece transferin yapılacağı alternatif TM-ÜM çifti belirlenmiş olacaktır.

Adım-4: Kısıtları sağla.

Adım-4a: Revize X_{ijt} miktarını hesapla ($Revize X_{ijt} = Qtrans_{at} + X_{ijt}$),

Adım-4b: $TotalI X_{ijt} > Cap_{it}$ ise $Revize X_{ijt} = Cap_{it} - (TotalI X_{ijt} - Revize X_{ijt})$ eşitliğini sağla,

Adım-4c: $Revize X_{ijt} \geq Qmin_i$ ise Adım-4d'ye, değilse Adım-7'ye git.

Adım-4d: $Td X_{ijt} \geq Qmin_i$ ($\forall Td X_{ijt} \neq 0$) ise Adım-5'e, değilse Adım-4e'ye git.

Adım-4e: $Revize X_{ijt} - (Qmin_i - Td X_{ijt}) \geq Qmin_i$ ise $Revize X_{ijt} = Revize X_{ijt} - (Qmin_i - Td X_{ijt})$ eşitliğini sağla ve Adım-5'e, değilse Adım-7'ye git.

Bu adımda öncelikle transferin yapılacağı alternatifin, başlangıç çözümündeki X_{ijt} miktarı ile $Qtrans_{at}$ miktarı toplanarak o alternatifin yeni X_{ijt} miktarı olan $Revize X_{ijt}$ miktarı hesaplanır ve bellekte tutulur. Sonrada bu toplam miktarın kapasite ve minimum

tedarik miktarı kısıtlarını karşılaması sağlanır. Önce *Revize X_{ijt}* miktarının eklenmesiyle oluşan *Total X_{ijt}* miktarının *t.* dönemde *i.* tedarik merkezinin kapasitesini (*Cap_{it}*) aşmaması sağlanır. Yani *Revize X_{ijt}* miktarının eklenmesiyle oluşan *Total X_{ijt}* miktarı *t.* dönemde *i.* tedarik merkezinin sevk edebileceği sipariş miktarından fazla ise, gönderilebilecek sipariş miktarı *Cap_{it}*'den, *Total X_{ijt}* – *Revize X_{ijt}* işleminin sonucu çıkarılarak, tedarik merkezinin kapasitesine göre transfer edilebilecek sipariş miktarının, yeni *Revize X_{ijt}* miktarı olması sağlanır. Başlangıç iterasyonunda *X_{ijt}* miktarı, başlangıç çözümünden elde edilen *X_{ijt}* miktarı iken diğer iterasyonlarda ki *X_{ijt}* miktarı bir önceki iterasyonda elde edilen *Revize X_{ijt}* miktarı olacaktır (Halen kesinleşmemesine rağmen algoritma bellekte yeni *Revize X_{ijt}* miktarı ile iterasyona devam eder.). Bu kısıtın sağlanmasından sonra *Revize X_{ijt}* ve *Td X_{ijt}* miktarlarının *Qmin_i* miktarı ile uyumu incelenecektir. Bu aşamada transferin gerçekleştirilebilmesi için hem transferi sağlayan hemde transferin sağlandığı düğüm çiftlerinin her ikisinin de transfer sonrası sipariş miktarlarının *t.* dönemde *i.* tedarik merkezinin minimum sipariş miktarı gereksinimlerinin karşılanması sağlanır. Eğer sağlanamazsa iterasyona bir sonraki en küçük *Risk_a* değerine sahip alternatif (*MinRisk_{a+1}*) ile devam etmek için algoritma Adım-7'ye, sağlanırsa Adım-5'e gider. Dikkat edilirse bu aşamada talep kısıtlarının karşılanıp karşılanmadığı yeniden incelenmemiştir. Çünkü matematiksel modelden alınan veriler de bu kısıt sağlandığından ve sezgisel algoritma ile tedarik kaynakları arasında bir aktarım söz konusu olduğundan talep kısıtlarının yeniden incelenmesine gerek kalmamıştır.

Adım-5: Cf değerini hesapla ve $Cf \leq R$ eşitliğini sağla.

Bu adım algoritmanın aktarma yapabilmesi için son kısıtın araştırıldığı adımdır. Adım başlangıcında öncelikle yeni oluşan *Revize X_{ijt}* miktarlarına göre amaç fonksiyonu (Denklemler 1-*Revminz*)'nu hesaplayarak başlangıç çözümü sonucunda elde edilen amaç fonksiyonu (*minz*) değerinden çıkarır ve bu değer karar verici tarafından belirlenen risk için katlanılabilecek maliyet artış değeri olan *R* 'den küçük olup olmadığı araştırılır. Eğer kabul aralığında ise algoritma transferin sağlanması için Adım-6'ya gider, aksi durumda iki durum araştırılır. Öncelikle *Revize X_{ijt}* miktarı, *Revize $X_{ijt} \geq 0$* ve *Qmin_i* kısıtını sağlayan tüm değerler için azalarak tekrar hesaplanır. Eğer daha düşük *Revize X_{ijt}* miktarı ile maliyet fonksiyonu sağlanabiliyorsa algoritma bu

yeni miktarı *Revize* X_{ijt} olarak bellekte tutar ve Adım-6'ya gider. Yine de sağlanamazsa algoritma iterasyona bir sonraki en küçük $Risk_a$ değeri ($MinRisk_{a+1}$) ile devam etmek için Adım-7'ye gider.

Adım-6: Transferi yap.

Bir önceki adımda maliyet fonksiyonunun hesaplanması sonucunda elde edilen tutar kabul aralığında ise bu aşamada algoritma transferi gerçekleştirir ve $V_{at} = 1$ eşitliğini yaparak durdurma şartları oluşana kadar iterasyonun yenilenmesi için Adım-7'ye gider. Artık bellekte tutma işlemi sona erer ve kesin olarak X_{ijt} miktarı *Revize* X_{ijt} olur. Bundan sonraki iterasyona yeni değer ile devam edilir.

Adım-7: $MinRisk_{a+1}$ ve $MaxRisk_{a+1}$ alternatiflerini araştır.

Adım-4 veya 5 sağlanamazsa veya Adım-6'da transfer sağlanmışsa, bu adımda algoritma transferin gerçekleştirilebileceği bir sonraki en küçük $Risk_a$ değerine sahip TM-ÜM düğüm çiftini ($MinRisk_{a+1}$) belirler ve $MinRisk_{a+1}$ alternatifinin $Qtrans_{at}$ miktarını transfer etmeye çalışmak için Adım-4'e gider. Eğer transferin gerçekleştirilebileceği bir sonraki $MinRisk_a$ alternatifi kalmamışsa, sonraki en büyük $Risk_a$ değerine sahip TM-ÜM çiftini ($MaxRisk_{a+1}$) belirler ve bu alternatif ile iterasyona devam etmek için Adım-3'e gider. Tüm iterasyonların sonucunda daha fazla aktarım sağlanamıyorsa bu aşamada durdurma koşulları devreye girer ve algoritmayı sonlandırarak, elde edilen çözümü en iyi çözüm olarak seçer. Geliştirilen algoritma iki durdurma koşuluna sahiptir. Bunlardan birincisi $\forall Qtrans_{at} = 0$ koşuludur. Yani iterasyonlar sonucunda artık transfer edilebilecek sipariş miktarı kalmamıştır. İkinci koşul ise $\forall V_{at} = 1$ eşitliği sağlanmışsa yani her bir planlama periyodunda her bir a alternatif TM-ÜM çiftine $\forall a$ alternatif düğüm çiftinden transfer edilebilecek $\forall Qtrans_{at}$ miktarı transfer edilmeye çalışıldıysa algoritma sonlandırılır.

2.6.2. Sezgisel Algoritma ile Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerine Göre Revize Tedarik Planının Oluşturulması

Revize tedarik planı yapılmasında temel gaye nispeten riskli tedarik kaynağından yani $Risk_a(CC_i)$ değeri 1'e yakın tedarik kaynağından yapılması planlanan tedarik miktarını barındırdığı risk profili oranında azaltarak, azaltılan bu tedarik miktarının daha az risk profiline sahip tedarik kaynaklarından sağlanmasıdır.

İşlem adımlarının başında tedarik kaynakları arasında, bunların risk profillerine göre, kendileri arasında yapılan bir transfer söz konusudur. Bu transfer işlemi fiziksel bir transfer olmayıp, yapılan planlamayı işaret etmektedir.

Risk profil değeri yüksek (1'e yakın) tedarik kaynağının, içinde bulunulan TZ'nde kesinti/aksama yaşatma ihtimali ve/veya bu kesintinin/aksamanın etkisi yüksek olacağından, üretici firma bu tedarik kaynağından vereceği sipariş miktarını risk profili ile orantılı olarak azaltmış olacak ve riskli olayın meydana gelmesi durumunda yaşayacağı etki de nispeten daha az olacaktır.

Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere önerilen sezgisel algoritma riskin olasılığını değil, etkisini azaltmak amacıyla riskten kaçınma stratejisine uygun olarak tasarlanmıştır.

Aşağıda veri seti-3 için geliştirilen sezgisel algoritma kullanılarak gerçekleştirilen örnek çözüm ile algoritma adımları açıklanmıştır.

Veri seti-3'ün parametre değerleri ve minimum maliyetli çözüm sonuçları Tablo 2.26. ve 2.27.'de sunulmuştur.

Tablo 2. 26. Veri Seti-3'ün Parametreleri

i	Cap_{it}		Q_{min_i}	dis_{ij}		C_{trans_i}	CO_{ij}		CP_{ij}	
	t_1	t_2		$\bar{U}M1$	$\bar{U}M2$		$\bar{U}M1$	$\bar{U}M2$	$\bar{U}M1$	$\bar{U}M2$
1	500	600	50	160	200	3.5	0.2	0.2	3	3
2	700	700	100	130	450	3.3	0.2	0.2	3	3
3	900	1000	50	140	190	3.8	0.1	0.1	4	3
j	D_{jt}		l_j	σ_j	Z_{csl_j} (%90)	$minp$				
	t_1	t_2								
1	1200	1300	0.6	70.71	1.60	2				
2	600	750	0.6	106.066	1.60					

Tablo 2. 27. Veri Seti-3'ün Çözüm Sonuçları

z (TL)	SS ₁	SS ₂	i,j	t_1	t_2	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
2.291.094,200	88	131	1.2	500	600	61	31	0.147
			2.1	700	700			
			3.1	588	600			
			3.2	231	150			

Açıklama kolaylığı sağlaması bakımından Tablo 2.28.'de her bir alternatif tedarik kaynağının sadece birinci dönem için minimum maliyetli tedarik planı ve risk profil değerleri sunulmuştur.

Tablo 2. 28. Alternatiflerin Risk Profillerine Göre Revize Transfer İşlemi Parametreleri

Tedarik Alternatifleri	Minimum Maliyetli Tedarik Planı (X_{ijt})	Tedarik Alternatifi Risk Profil Değeri (CC_i)	Risk Profiline Göre Transfer Edilebilecek Sipariş Miktarı	$R=\%5$
TM1-ÜM1	0	0.072	0	114.555 TL
TM1-ÜM2	500	0.067	34	
TM2-ÜM1	700	0.778	545	
TM2-ÜM2	0	0.809	0	
TM3-ÜM1	588	0.539	317	
TM3-ÜM2	231	0.444	103	

Adım-1: Bu adımda öncelikle GAMS çözümünden elde edilen X_{ijt} miktarı, yani Tablo 2.28.'in 2.sütununda bulunan değerler ile bu siparişin karşılanmasının planlandığı tedarik kaynağı alternatifinin risk profil değeri çarpılarak nispeten riskli olan alternatiflerden daha az risk barındıran alternatiflere doğru transfer edilebilecek ürün miktarı hesaplanır (Tablo 2.28.'in 4. sütunu).

Adım-2: Bu adımda algoritma tüm a alternatif TM-ÜM düğüm çiftlerinin $Risk_a$ değeri en büyük olanını seçer ve Adım-3'e gider. Tablo 2.28.'e bakıldığında bu değeri 4. alternatifin verdiği ve TM2-ÜM2 alternatifinden bu miktarda sipariş verilmesinin en fazla riske neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu alternatiften elde edilen $Qtrans_{at}=0$ olduğundan algoritma transfer sağlayamayacak bu şekilde Adım-4'ten Adım-7'ye giderek bir sonraki $MaxRisk_a$ değeri olan $MaxRisk_{a+1}$ ile iterasyona devam etmek

için tekrar Adım-2'ye gelecektir. $MaxRisk_{a+1}$ için Tablo 2.28.'e bakıldığında bu değeri 3. alternatifin sunduğu ve TM2-ÜM1 düğüm çiftinin en fazla ikinci büyük riske neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu alternatiften elde edilen $Qtrans_{at}=545$ olduğundan, bu miktar daha risksiz alternatiflere doğru transfer edilmeye çalışılacak sipariş miktarıdır. Bu nedenle algoritma en büyük risk değerine sahip alternatif olan TM2-ÜM1 düğüm çiftini belirleyerek Adım-3'e gider.

Adım-3: Bu adımda algoritma bir önceki adımda belirlenen $Qtrans_{at}=545$ miktarının transfer edilmeye başlanması için en az risk profil değerine sahip alternatifi belirleyecektir. Tablo 2.28.'de görüldüğü şekilde ÜM1'in siparişini karşılayabilecek alternatifler arasında en az risk profil değerine sahip olanı TM1-ÜM1 alternatifidir (0.072). Algoritma bu düğüm çiftini belirleyerek Adım-4'e gider.

Adım-4a: Bu adımda öncelikle transferin yapılacağı alternatifin, başlangıç çözümündeki X_{ijt} miktarı olan 0 ile $Qtrans_{at}$ miktarı olan 545 toplanarak TM1-ÜM1 alternatifin yeni X_{ijt} miktarı olan *Revize* X_{ijt} miktarını 545 olarak bellekte tutulur. Sonrada bu toplam miktar kapasite ve minimum tedarik miktarı kısıtları yönünden incelenir.

Adım-4b: Öncelikle *Revize* X_{ijt} miktarının eklenmesiyle oluşan *Total* X_{ijt} miktarının t . dönemde i . tedarik merkezinin kapasitesini (Cap_{it}) aşmaması sağlanır. Yani *Revize* X_{ijt} miktarının eklenmesiyle oluşan *Total* $X_{ijt} = 545 + 500 = 1045$ miktarı t . dönemde i . tedarik merkezinin sevk edebileceği sipariş miktarından ($Cap_{11} = 500$) fazla olduğundan, gönderilebilecek sipariş miktarı Cap_{it} 'den, *Total* $X_{ijt} - \text{Revize } X_{ijt}$ işleminin sonucu çıkarılarak, tedarik merkezinin kapasitesine göre transfer edilebilecek sipariş miktarının, yeni *Revize* X_{ijt} miktarı olarak bellekte tutulması sağlanır ($\text{Revize } X_{ijt} = 500 - (1045 - 545) = 0$). Yani, 1. dönemde 1. tedarik merkezinin tüm kapasitesi TM1-ÜM2 alternatifi tarafından kullanıldığı için bu aşamada bu transfer gerçekleştirilemez ve algoritma transfer sağlayamayacak, bu şekilde Adım-4e'den Adım-7'ye giderek bir sonraki $MinRisk_a$ değeri olan $MinRisk_{a+1}$ ile iterasyona devam etmek için tekrar Adım-3'e gider.

Adım-3: Tablo 2.28.'de görüldüğü şekilde ÜM1'in siparişini karşılayabilecek alternatifler arasında son alternatif üçüncü en az risk profil değerine sahip olan TM3-

ÜM1 alternatiftir (0.539). Algoritma bu düğüm çiftini belirleyerek tekrar Adım-4'e gider.

Adım-4a: Bu adımda öncelikle transferin yapılacağı alternatfin, başlangıç çözümündeki X_{ijt} miktarı olan 588 ile $Qtrans_{at}$ miktarı olan 545 toplanarak TM3-ÜM1 alternatfin yeni X_{ijt} miktarı olan *Revize* X_{ijt} miktarını 1133 olarak belleğe alınır. Sonrada bu toplam miktar kapasite ve minimum tedarik miktarı kısıtları yönünden incelenir.

Adım-4b: *Revize* X_{ijt} miktarının eklenmesiyle oluşan *Total* X_{ijt} miktarının 1. dönemde 3. tedarik merkezinin kapasitesini (Cap_{31}) aşmaması sağlanır. Yani *Revize* X_{ijt} miktarının eklenmesiyle oluşan *Total* $X_{ijt} = 1133 + 231 = 1364$ miktarı, 1. dönemde 3. tedarik merkezinin sevk edebileceği sipariş miktarından ($Cap_{31} = 900$) fazla olduğundan, gönderilebilecek sipariş miktarı $Cap_{31} = 900$ 'den, *Total* $X_{ijt} - \text{Revize } X_{ijt}$ işleminin sonucu çıkarılarak, tedarik merkezinin kapasitesine göre transfer edilebilecek sipariş miktarının, yeni *Revize* X_{ijt} miktarı olarak belleğe kaydedilmesi sağlanır. Yani, $\text{Revize } X_{ijt} = 900 - (1364 - 1133) = 669$ olarak belleğe kaydedilir ve Adım-4c'ye geçilir.

Adım-4c: Bu adımda *Revize* X_{ijt} miktarlarının $Qmin_i$ miktarı ile uyumu incelenir. $\text{Revize } X_{ijt} = 669 \geq 50$ eşitliği sağlandığından algoritma Adım-4d'ye gider. Algoritma bu adımda eşitliği sağlayamasa, bir sonraki en küçük $Risk_a$ değerine sahip alternatif ($MinRisk_{a+1}$) ile devam etmek için Adım-7'ye giderdi. Veri setimiz için şartlar sağlandığından dolayı Adım-4d'ye gitmiştir.

Adım-4d: Bu adımda da $Td X_{ijt}$ miktarlarının $Qmin_i$ miktarı ile uyumu incelenir. Transferin gerçekleştirilebilmesi için $700 - 81 = 619 \geq 100$ eşitliği sağlandığından algoritma Adım-5'e gider. Algoritma bu adımda eşitliği sağlayamasa, Adım-4e'ye giderek yeni *Revize* X_{ijt} miktarlarını belirleyerek iterasyona devam etmeye çalışacaktı. Yinede sağlanamazsa bir sonraki en küçük $Risk_a$ değerine sahip alternatif ($MinRisk_{a+1}$) ile devam etmek için Adım-7'ye giderdi. Veri setimiz bu adımda da şartlar sağlandığından dolayı Adım-5'e gitmiştir.

Adım-5: Bu adımın algoritmanın transfer yapabilmesi için gerekli son kısıtın araştırıldığı adım olduğu daha önce ifade edilmişti. Adım başlangıcında öncelikle yeni

oluşan *Revize* X_{ijt} miktarlarına göre bu adımda öncelikle planlanan sipariş miktarı değişikliğine uygun olarak amaç fonksiyonu (*Revminz*) yeniden hesaplanır. Tedarik planlamasında TM3-ÜM1 alternatifinden sağlanacak sipariş miktarının 669'a yükselmesi ve TM2-ÜM1 alternatifinin sipariş miktarının da 619'a düşmesi nedeniyle yeni oluşan toplam maliyet 2.299.518,200 TL olacaktır. Bu tutardan iterasyonun başında minimum maliyet için hesaplanan ve Tablo 2.27.'de sunulan amaç fonksiyonu (*minz*) değerinin çıkarılması sonucu 8.424 TL maliyet artışı olduğu görülecektir. Bu iki amaç fonksiyonu tutarının birbirinden çıkarılması sonucu elde edilen 8.424 TL tutarın karar vericinin belirlediği risk için katlanılabilecek maliyet artışı sınırları içerisinde kalıp kalmadığı incelenir. Örnek problemimiz için %5 yani 114.555 TL artış öngörüldüğünü varsayarsak, bu tutarın iki amaç fonksiyonu arasındaki farktan küçük olması nedeniyle algoritma Adım-6'ya gider. Bu adımda eğer maliyet fonksiyonu şartı sağlanamıyorsa, öncelikle *Revize* X_{ijt} miktarı $Revize\ X_{ijt} \geq 0$ ve $Qmin_i$ kısıtını sağlayan tüm değerler için azalarak tekrar hesaplanacaktı. Eğer daha düşük *Revize* X_{ijt} miktarı ile maliyet fonksiyonu sağlanabiliyorsa algoritma bu yeni miktarı *Revize* X_{ijt} olarak bellekte tutacak ve Adım-6'ya gidecekti. Yine de sağlanamıyorsa, algoritma iterasyona bir sonraki en küçük $Risk_a$ değeri ($MinRisk_{a+1}$) ile devam etmek için Adım-7'ye gidecekti.

Adım-6: Bir önceki adımda maliyet fonksiyonunun hesaplanması sonucunda elde edilen tutar kabul aralığında olduğundan bu adımda algoritma transferi gerçekleştirir ve $V_{at} = 1$ eşitliğini yaparak durdurma şartları oluşana kadar iterasyonun yenilenmesi için Adım-7'ye gider. Artık bellekte tutma işlemi sona ermiş ve kesin olarak X_{ijt} miktarı *Revize* X_{ijt} olmuştur. Bundan sonraki iterasyona yeni değer ile devam edilir. Yeni iterasyonda artık başlangıç çözümü Tablo 2.29.'da görüldüğü gibi olacaktır.

Tablo 2. 29. Birinci İterasyon Sonunda Oluşan Birinci Planlama Dönemi için Revize Tedarik Planı

Tedarik Alternatifleri	Revize Tedarik Planı (Revize X_{ijt})	Revize Tedarik Planının Maliyeti
TM1-ÜM1	0	2. 299.518,200 TL
TM1-ÜM2	500	
TM2-ÜM1	619	
TM2-ÜM2	0	
TM3-ÜM1	669	
TM3-ÜM2	231	

Adım-7: Bir önceki adımda transfer sağlandığından ve transferin kalanının sağlanabileceği başkaca bir sonraki en küçük $Risk_a$ değeri bulunmadığından, algoritma sonraki en büyük $Risk_a$ değerine sahip TM-ÜM çiftini ($MaxRisk_{a+1}$) belirleyerek bu alternatif ile iterasyona devam etmek için Adım-3'e gider. Durdurma şartları sağlanıncaya kadar iterasyona devam edilmesi sonucunda elde edilen çözüm en iyi çözüm olarak sunulur.

Bu veri seti (veri seti-3) için en iyi çözüme 48 iterasyon sonucunda ulaşılmış ve her iki planlama dönemini kapsayan çözüm sonucu Tablo 2.30.'da sunulmuştur.

Tablo 2. 30. Nihai İterasyon Sonunda Oluşan Revize Tedarik Planı

Tedarik Alternatifleri	Revize Tedarik Planı (Revize X_{ijt})		Revize Tedarik Planının Maliyeti
	t_1	t_2	
TM1-ÜM1	0	0	2. 325.529,00 TL
TM1-ÜM2	500	600	
TM2-ÜM1	619	450	
TM2-ÜM2	0	0	
TM3-ÜM1	669	850	
TM3-ÜM2	231	150	

Tablo 2.27. ve Tablo 2.30. beraber incelendiğinde birinci dönemde TM3'den ÜM1 için başlangıçta yüksek maliyet nedeniyle 588 adet sipariş verilirken, bu tedarik

kaynağının risk profilinin düşüklüğü nedeniyle riske göre revize planlamada 669 adet sipariş verildiği, tersi yaklaşımla da daha önce ÜM1 için 700 adet sipariş verilen TM2'nin risk profil değerinin yüksek olması nedeniyle revize planlamada sipariş miktarının 619 adede düştüğü görülmektedir.

Görüldüğü üzere karar verici tarafından belirlenen katlanılabilecek risk maliyet artışı olan %5 için algoritma çalıştırılmış ve 34.434,8 TL maliyet artışı sayesinde % 4.01 risk azalışı sağlanmıştır.

TZ içerisinde yaşanabilecek aksaklık/kesintilerin sonuçları ve etkileri değerlendirilerek yapılacak bir ödünleşme sayesinde küçük maliyet artışları ile büyük oranda riskten kaçınılabileceği görülecektir.

Diğer bölümlerde kullanılan veri setlerinin sezgisel algoritma ile çözüm sonuçları EK 5.'de sunulmuştur.

2.7. RİSK TAKİP VE GÖZETİMİ

TZRY sürecinin dinamik yapısı risk takip ve gözetimi sayesinde sağlanabildiği ve TZRY sürecinin ilk sürecinde tanımlanan risklerin zaman içinde ortadan kalkabileceği, etkilerinin değişebileceği veya yeni risklerin dahil olabileceği birinci bölümde bahsedilmişti. Etkin bir risk takip ve gözetimi sürecinde bu değişiklikler için değerlendirmeler yapılarak ve yeni kararlar alınarak, TZ boyunca karşılaşılabilecek aksama/kesintilerin belirli seviyelerde önlenbilmesi mümkündür.

Bu nedenle TZRY'nin dinamik yapısının korunabilmesi ve sürecin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için bu çalışmada risk takip ve gözetimi bir nevi duyarlılık analizi kapsamında ele alınmış ve sürecin başından sonuna meydana gelebilecek değişimlere uygun olarak yeniden planlama yapılabilmesine imkân veren, ayrıca olası risk durumlarının önceden prova edilmesini sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamda TZRY'nin bütün süreçlerine yönelik değişim/olası değişimlerin yaratacağı etki ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada önerilen karar destek sistemi içerisinde risk takip ve gözetimi süreci kapsamında her bir süreç için yapılabilecek işlemler/analizler aşağıda sunulmuştur.

TZ'nin Tanımlanması:

- Yeni tedarik kaynakları eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Yeni üretim merkezleri eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Planlama döneminde değişikliğe gidilebilir.
- En az çalışılmak istenen tedarikçi sayısı değiştirilebilir.
- Her bir üretim merkezinin talebi değiştirilebilir.
- Tedarik kaynakları ve üretim merkezlerinin değişimine bağlı olarak tesisler arasındaki mesafeler değiştirilebilir.
- Sipariş maliyetleri değiştirilebilir.
- Satınalma maliyetleri değiştirilebilir.
- Her bir tedarikçinin gönderebileceği ürün miktarı (kapasitesi) değiştirilebilir.
- Her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarları değiştirilebilir.
- Taşıma maliyetleri değiştirilebilir.
- Üretim tesislerinin müşteri memnuniyet seviyeleri değiştirilebilir.
- Emniyet stoku bulundurma kararları değiştirilebilir.
- Malzeme temin süreleri değiştirilebilir.

Risk Tanımlama:

- Karar vericiler eklenip, çıkarılabilir ve değiştirilebilir.
- Yeni risk kriterleri eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Mevcut riskler yeniden tanımlanabilir.
- Yeni risk kriterleri tanımlanabilir.

Risk Değerlendirme:

- Risk değerlendirmesine katılacak yeni karar vericiler eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Karar vericilerin değerlendirmeleri değiştirilebilir.

Risk Hafifletme:

- Yüzdesel veya tutar olarak risk için katlanılabilecek maliyet artış miktarı değiştirilebilir.

Tüm bu süreçlerde TZ içerisinde faaliyetlere başlanmadan, faaliyetler esnasında ve sonunda oluşan/oluşabilecek değişikliklerin etkileri gözlemlenebilir ve bu sayede yapılacak tedarik planlamalarında dinamiklik sağlanabilir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARAR DESTEK SİSTEMİNİN YAZILIMA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE

ÖRNEK BİR UYGULAMA

3.1. YAZILIM HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Önceki bölümde detayları açıklanan minimum maliyetli tedarik planını oluşturulabileceği, TZRY süreçlerinin sırasıyla uygulandığı karar destek sistemi; bu bölümde ihtiyaç duyulan diğer programları arka planda çalıştırabilecek, kullanıcı dostu, uzmanlık gerektirmeyen, sonuçları herkesin basitçe yorumlayabileceği bir yazılıma dönüştürülmüştür.

Microsoft Visual Studio Professional 2015 ortamında Visual C# diliyle kodlanan yazılım, 3725 kod satırından oluşmakta olup, kod paketinin boyutu 2,83 MB., arka planda çalışan diğer programlarla beraber toplam boyutu 132 MB. dır.

Yazılımda 16 adet arayüz bulunmakta olup veri girişi için doğrudan giriş ve açılır pencereler kullanılmıştır. Hesaplama sonuçlarının kullanıcı tarafından detaylı olarak inceleyebilmesi için excel sayfası olarak sunabilme özelliği eklenmiştir. Programın arayüzleri üzerinden kullanımına yönelik açıklamaların bulunduğu ve dikkat edilmesi gereken hususları içeren kullanım kılavuzu EK 6.'da sunulmuştur.

3.2. ÖRNEK UYGULAMA

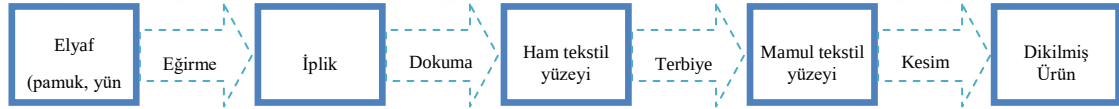
Bu bölümde programlanan yazılım kullanılarak ve yazılım arayüzleri paylaşılarak tekstil sektöründe iştigal eden bir firmanın tedarik planı hazırlanacaktır.

TZ'nin bazı unsurları tüm sektörler için benzerlik gösterse de bazı unsurları sektör bazında farklılıklar sergileyebilir. Örneğin, çabuk bozulabilen ürünlerin bulunduğu gıda sektöründe temin süresi ve soğuk zincir araç ve teçhizatı önemli iken, kimya sektöründe güvenlik ön plandadır.

Bu tezde önerilen karar destek sistemi, her ne kadar imalat yapan her sektör için uygulanabilir olsa da tekstil sektörü TZ üzerinde uygulama gerçekleştirileceğinden öncelikle tekstil sektörü TZ yapısı hakkında genel bilgiler sunulacaktır.

Tekstil ve hazır giyimin bütün ülkelerde tüketim kalemlerinin temel ürünlerinden biri olması ve görelî olarak küçük sermayeler ile sektöre kolayca girilebilmesi, bu sektörün, sanayileşme sürecinin ilk başladığı sektörlerden biri olmasına neden olmuştur (Ekti, 2013:5). Tekstil ve hazır giyim üretim süreci, en genel ifadesiyle elyaf ve ipliği nihai ürüne dönüştürecek süreçleri kapsayan üretim işlemlerini içerir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere tekstil ve hazır giyim üretim süreci; elyaf eğirme, iplik, örgü/dokuma, terbiye (apre, baskı, boya vb.) ile kesim/dikim süreçlerini kapsamaktadır. Elyaftan iplik ve mamul kumaşa kadar olan süreç tekstil, kumaştan nihai ürün elde edilene kadar olan süreç ise hazır giyim sektörünün içinde değerlendirilmektedir (Aülüftekin ve diğ., 2009: 2).

Tekstil sektörü, hazır giyim sektörü TZ altında ele alınan ve geniş kapsamlı üretim yelpazesine sahip olan bir sektördür (Ekti, 2013:6). Tekstil ve hazır giyim üretim süreci Şekil 3.1.'de gösterildiği şekilde özetlenebilir (Halkbank, 2010: 4).



Şekil 3. 1. Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe Üretim Süreci

Tekstil sektörü yapay elyaflar nedeniyle petro-kimya endüstrisi ile, yün ve pamuk gibi doğal elyaflar nedeniyle hayvancılık ve tarım sektörü ile, süreçte kullanılan kimyasallar nedeniyle kimya sektörü ile ilişkilidir. Bunun yanında tekstil sektörü otomotivden, ağır sanayiye, inşaattan, tıbbaya kadar birçok sektöre girdi sağlamaktadır (Ekti, 2013: 7).

Örnek bir tekstil ve hazır giyim TZ ağ yapısı aşağıda Şekil 3.2.'de sunulmuştur (Eraslan ve diğ., 2008:267).

Bu sektörün ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet edebilirliğinde en önemli faktörlerden biri maliyettir. Sektörün üretim maliyetlerinin büyük bölümünü hammadde ve insan kaynakları maliyetlerinden oluşmaktadır (Halkbank, 2010: 7).

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) tarafından 1995’de imzalanan ve 2005 sonrası tekstil ve hazır giyim ticaretinin tamamen liberalleşmesini öngören Tekstil ve Hazır Giyim Anlaşmasına 2001 yılında Çin’in taraf olması ile sektörde yeni bir dönem başlamıştır (Ekti, 2013: 8).

Ülkemiz; Avrupa Birliği (AB) ülkelerine tekstil ve hazır giyim nihai mamul ve hammadde ihracatında ikinci, open-end iplik üretiminde dünyada dördüncü, ring iplik üretiminde dünyada beşinci, pamuk tüketiminde dünyada dördüncü, pamuk üretiminde dünyada yedinci ve organik pamuk üretiminde ise dünya lideridir (Halkbank, 2010: 9).

1980’lerde ihracata dayalı büyüme stratejisine geçilmesiyle beraber ihracatta artış yaratılarak, 1970’lerde sadece ham pamuk ihraç ederken ülkemiz, 1990’larda özellikle Avrupa ülkelerinin en büyük tekstil ve hazır giyim ihracatçısı konumuna yükselmiştir (Ekti, 2013: 8).

Türk tekstil ve hazır giyim sektörü, halen Avrupa’daki, hatta Avro-Akdeniz ve Avrasya bölgelerindeki en büyük üretim kapasitesine sahip tekstil ve hazır giyim endüstrisine sahiptir (Halkbank, 2010: 9).

Türk tekstil ve hazır giyim sanayinin rakip ülkelere göre dünyadaki konumu kaliteli fakat yüksek fiyatlı olmayan kategorisindedir (Ekti, 2013: 38). Sektör, küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) ağırlıklı olup, özellikle kayıt dışılığın çok yüksek seviyelerde olması nedeniyle, işletme sayısı hakkındaki rakamlar bile çok büyük farklılıklar göstermektedir (Halkbank, 2010: 10).

Tablo 3.1.’de Türkiye’nin 2007-2015 yılları arasında hazır giyim ve konfeksiyon (İTKİB, 2016: 3)., Tablo 3.2.’de ise tekstil ve hammaddeleri dış ticaret istatistikleri sunulmuştur. (İTKİB, 2016: 4).

Tablo 3. 1. Türkiye'nin 2007-2015 Yılları Arasında Hazır Giyim ve Konfeksiyon Dış Ticaret Hacmi

Yıllar	İhracat (\$)	Yıllık Değişim (%)	İthalat (\$)	Yıllık Değişim (%)
2007	15.563.491.645		1.516.892.282	
2008	15.234.868.195	-2	2.117.836.346	40
2009	12.854.444.401	-16	2.016.595.151	-5
2010	14.205.917.174	11	2.704.270.671	34
2011	15.648.660.734	10	3.165.676.374	17
2012	15.753.400.255	1	2.502.472.382	-21
2013	17.158.866.915	9	2.971.390.815	19
2014	18.484.603.209	8	3.062.449.818	3
2015	16.756.309.314	-9	2.846.994.376	-7

Tablo 3. 2. Türkiye'nin 2007-2015 Yılları Arasında Tekstil ve Hammaddeleri Dış Ticaret Hacmi

Yıllar	İhracat (\$)	Yıllık Değişim (%)	İthalat (\$)	Yıllık Değişim (%)
2007	6.363.917.840		8.039.756.467	
2008	6.640.492.320	4	7.301.405.106	-9
2009	5.374.056.670	-19	6.301.202.314	-14
2010	6.352.784.994	18	9.079.066.534	44
2011	7.709.384.326	21	10.386.750.480	14
2012	7.749.225.552	1	8.674.485.448	-16
2013	8.370.751.010	8	9.301.556.059	7
2014	8.535.980.789	2	9.712.850.457	4
2015	7.590.798.394	-11	8.270.402.329	-15

3.2.1. Tedarik Zincirinin Tanımlanması

Örnek uygulama için seçilen firma; Rusya, Ukrayna, Moldova ve Bulgaristan başta olmak üzere, bay/bayan hazır giyim mamulü üretim ve ihracatı yapmaktadır. Firmanın ana üretim merkezi olan İstanbul-Merter'deki 80 dikiş makinesine ilave olarak Bursa-Nilüfer'deki üretim merkezinde 50 dikiş makinesi ile toplam 312 kişilik çalışana sahip tesislerinde aylık ortalama 100.000 adet mamul üretme kapasitesi ile faaliyetlerine

devam etmekte ve 3 ila 6 hafta arasında değişen sürelerde sipariş teslimi yapmaktadır. Ürün grupları, moda ve trendlere uygun olarak standart ve özel örme kumaş kalitelerinden üretilen bay ve bayan hazır giyim mamullerinden oluşmaktadır.

Söz konusu firmanın hazır giyim ürünleri üretmek için ana hammadde kalemini kumaş oluşturmaktadır. Kumaşlar, kumaşın özelliklerine göre top cinsinden (bir top kumaş cinsine göre yaklaşık 100 metre veya 30 kg gelmektedir) tedarik edilmektedir. Firmanın yukarıda sıralanan iki üretim merkezi ihtiyacı için sipariş verdiği dört ana tedarikçisi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Bursa-Osmangazi’de, ikincisi Adana-Sarıçam’da, üçüncüsü Kahramanmaraş-Pazarcık’ta ve son olarak dördüncüsü Tekirdağ-Çorlu’da konuşludur.

Her bir tedarikçisinden aynı kumaş türünü tedarik edebildiğinden yazlık üretimi için ihtiyaç duyduğu bir kalem kumaşın tedarik planlamasının yapılması için firma sahibi, lojistik müdürü ve satınalma müdürü ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında karar vericiler ile yapılan görüşmelerde elde edilen bilgiler ve geçmiş ayların verilerinden elde edilen bilgilerin geliştirilen yazılıma girişi ve arayüzlerin paylaşımı ile örnek üzerinden açıklama ve işlemler sürdürülecektir.

Çalışmada kolaylık sağlaması bakımından tedarik ve üretim merkezlerinin isimleri aşağıda Tablo 3.3.’de gösterildiği şekilde programa girilmiştir.

Tablo 3. 3. Tedarik ve Üretim Merkezlerinin Gösterimi

Tedarik Merkezleri		Üretim Merkezleri	
Bursa-Osmangazi	TM1	İstanbul-Merter	ÜM1
Adana-Sarıçam	TM2	Bursa-Nilüfer	ÜM2
Kahramanmaraş-Pazarcık	TM3		
Tekirdağ-Çorlu	TM4		

Tablo 3.3.’de gösterildiği şekilde 4 tedarik merkezi ve 2 üretim merkezi programa girilmiş, planlama dönemi için 4 dönem belirlenmiş ve yine minimum tedarikçi sayısı karar vericiler tarafından 2 olarak belirlenerek Şekil 3.3.’de gösterilen arayüze veri girişi sağlanmıştır.

Şekil 3. 3. Temel Bilgiler Veri Girişi

Her bir üretim merkezinin her bir dönemde ihtiyaç duyacağı kumaş miktarı sırasıyla ÜM1 için 210, 240, 225 ve 210; ÜM2 için 120, 165, 150 ve 150 olarak firmanın üretim planı kayıtlarından temin edilerek Şekil 3.4.'de sunulan arayüze girilmiştir.

Üretim Tesisi/Dönem	1. dönem	2. dönem	3. dönem	4. dönem
ÜM1	210	240	225	210
ÜM2	120	165	150	150

Şekil 3. 4. Talep Veri Girişi

Her bir tedarik merkezi ile her bir üretim merkezi arasındaki mesafe karayolu şebekesi üzerinden kullanılan güzergâhların Google maps uygulaması üzerinden rota oluşturulması sayesinde elde edilmiş ve Şekil 3.5.'de sunulan arayüze girilmiştir.

Tedarikçi\Üretim Tesisi	OM1	OM2
TM1	171	26
TM2	984	1010
TM3	1081	1196
TM4	114	294

Açıklama
Soldaki tabloya her bir tedarik merkezi ile her bir üretim merkezi arasındaki mesafeyi giriniz.
Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılacaksa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır.
Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 km).

Şekil 3. 5. Mesafe Veri Girişi

Her bir üretim merkezi için her bir tedarik merkezinden bir top kumaşın sipariş verilmesi için katılan maliyet firmanın geçmiş tedarik kayıtlarından elde edilen verilerle hesaplanmış ve Şekil 3.6.'da sunulan arayüze girilmiştir. Bu aşamada tedarik kaynaklarının uyguladıkları prosedürler nedeniyle oluşan iletişim ve kırtasiye masrafları dikkate alınmıştır.

Tedarikçi\Üretim Tesisi	OM1	OM2
TM1	0.003	0.003
TM2	0.002	0.002
TM3	0.001	0.001
TM4	0.005	0.005

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim merkezi için her bir tedarikçi'den bir birim malzemeyi sipariş etmenin maliyetini giriniz.
Sipariş Maliyeti: Satın alınan her türlü malzemenin siparişinin gerektirdiği tedarik işlemleri masrafları olup, bu maliyet kalemini oluşturan bazı unsurlar; stok düzeylerinin gözden geçirilmesi, satın alma talebinin hazırlanması, alternatif tedarikçiler arasından seçim yapılması, piyasa araştırması yapılması, sipariş verilmesi ve işleme konması, mal kabul işlemleri, gelen malzemelerin kontrol ve muayenesi, ödeme işlemlerinin yapılması şeklinde sıralanabilir. Daha genel bir ifadeyle sipariş maliyeti belirli bir dönemde yapılan sipariş sayısından etkilenen her türlü maliyeti içerir. Bir birim malzemeyi sipariş etmek için katılan maliyet firmanız için hangi maliyet kalemlerinden oluşuyorsa bu bölümde o maliyetin hesaplanarak girilmesi gerekmektedir. Firmanız için sadece sipariş formunun gönderilmesi bir sipariş maliyeti oluşturabileceği gibi yukarıda sayılan tüm işlemler bir maliyet oluşturabilir.
Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 km).

Şekil 3. 6. Sipariş Maliyeti Veri Girişi

Her bir üretim merkezi için her bir tedarik merkezinden bir top kumaş satınalma maliyeti firmanın satınalma müdürü tarafından tedarikçilerle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiş ve Şekil 3.7.'de sunulan arayüze girilmiştir.

HERBİR ÜRETİM TESİSİ İÇİN HERBİR TEDARİKÇİDEN BİR BİRİM MALZEME SATINALMA FİYATINI GİRİNİZ

Tedarikçi\Üretim Tesisi	OM1	OM2
TM1	1200	1200
TM2	1300	1300
TM3	1400	1300
TM4	1700	1700

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim merkezi için her bir tedarikçi'den bir birim malzemeyi satınalma maliyetini giriniz. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 0.5 TL).

Geri İleri

Şekil 3. 7. Satınalma Maliyeti Veri Girişi

Her bir tedarik merkezinin her bir planlama döneminde gönderebileceği maksimum kumaş miktarı firmanın satınalma müdürü tarafından tedarikçilerle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiş ve Şekil 3.8.'de sunulan arayüze girilmiştir.

HERBİR TEDARİKÇİNİN HERBİR DÖNEMDE SIZE GÖNDEREBİLECEĞİ MAKSİMUM MALZEME MİKTARINI GİRİNİZ

Tedarikçi\Dönem	1. dönem	2. dönem	3. dönem	4. dönem
TM1	90	100	100	100
TM2	150	130	130	130
TM3	240	240	240	240
TM4	60	50	50	50

Açıklama
Soldaki tabloya her bir tedarikçinin her bir dönemde gönderebileceği maksimum malzeme miktarını giriniz. Burada girilecek miktar planlamaya esas olacağından doğru veri girişi çok önemlidir. Bu aşamada tüm tedarikçilerin gönderebileceği miktar emniyet stoğu dahil toplam talep edilen miktardan az olursa program çözüm üretemeyecek ve hata verecektir. Eğer tedarikçileriniz her bir dönemde istediğiniz kadar malzeme gönderebilecek kapasiteye sahipse burada büyük bir değer girilmelidir (Ör: talebiniz 100 adet ise 1000 girebilirsiniz.). Girilen miktarın birimi (adet,ton,gram vb.) talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 kg.).

Geri İleri

Şekil 3. 8. Maksimum Tedarik Miktarı Veri Girişi

Her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarı firmanın satınalma müdürü tarafından tedarikçilerle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiş ve Şekil 3.9.'da sunulan arayüze girilmiştir.

HERBİR TEDARİKÇİNİN BELİRLİDİĞİ MINIMUM SATIŞ MİKTARINI GİRİNİZ

	MINIMUM SATIŞ MİKTARI (ADET)
TM1	5
TM2	10
TM3	10
TM4	5

Açıklama

Soldaki tabloya her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarını giriniz. Takdir edileceği üzere tedarikçilerin kendi üretim bantları ve siparişler için bu bantları hazırlamaları ciddi bir gayret ve maliyet oluşturmaktadır, hatta sevkiyat planlamalarında da değişiklik gerektirmektedir. Bu nedenle bazen tedarikçilerin eğer bir malzemeden sipariş verilecekse en az belirli bir miktar sipariş verilmesi durumunda sipariş karşılayacakları hususunda bir koşulunu öne sumeleri genel bir uygulamadır. Bu programda bu koşulu sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Eğer tedarikçileriniz böyle bir koşul sunmuyorsa bu boşluklara "1" yazın (1 gönderilebilecek en az miktar ifade eder). Böylece program tüm tedarikçilerden istenilen miktarda sipariş verilebileceği kabulüne uygun olarak hesaplama yapacaktır. Girilen miktarın birimi (adet/ton/gram vb.), talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 1.5 gram).

Geri İleri

Şekil 3. 9. Minimum Tedarik Miktarı Veri Girişi

Bir top kumaşı bir kilometre taşımanın maliyeti firmanın lojistik müdürü tarafından geçmiş dönem kayıtları ile tedarikçilerle yapılan görüşmeler neticesinde hesaplanmış ve Şekil 3.10.'da sunulan arayüze girilmiştir.

BİR BİRİM MALZEMİYİ BİR KM. TAŞIMANIN MALİYETİNİ GİRİNİZ

	TAŞIMA MALİYETİ
TM1	0.005
TM2	0.006
TM3	0.006
TM4	0.008

Açıklama

Soldaki tabloya bir birim malzemeyi bir kilometre taşımanın maliyetini giriniz. Örneğin 1000 TL ile 100 adet malzemeyi 50 km. naklettiğimizi düşünürsek buraya girilecek değer "0.2 TL" olacaktır. (1000/100=10 TL ile 1 malzemeyi 50 km. taşıyız. 10/50 =0.2 TL ise bir adet malzemeyi bir km. taşımanın maliyetidir). Taşıma maliyetinin bir birim malzeme bir km. olarak ifade edilmesinin nedeni her bir tedarik kaynağından yapılacak sevkiyatlar için farklı taşıma modlarının (karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu) kullanılabilmesi olacaktır. Örneğin 100 adet malzemeyi 50 km. karayoluyla ve 100 km. demiryoluyla naklettiğimizi ve karayolu için 1000 TL ve demiryolu için 500 TL ödediğimizi düşünürsek buraya girilecek değer "0.2 +0.05=0.25 TL" olacaktır. Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılacaksa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 km).

Geri İleri

Şekil 3. 10. Taşıma Maliyeti Veri Girişi

Her bir üretim merkezinde bulundurulacak emniyet stok miktarının hesaplanmasına esas müşteri hizmet düzeyinin belirlenmesi için firma sahibi ile yapılan görüşmelerde firma sahibi tarafından geçmiş talep durumları ve kumaş temin süreleri göz önüne alınarak yapılan değerlendirme sonucunda her iki üretim merkezi hizmet düzeyinde %80 olması yeterli görülmüş ve Şekil 3.11.'de sunulan arayüze girilmiştir.

ÜRETİM TESİSLERİNİN MÜŞTERİ HİZMET DÜZEYLERİNİ GİRİNİZ

Üretim Tesisi	Müşteri Hizmet Düzeyi
OM1	80
OM2	80

Açıklama
Soldaki tabloda her bir üretim tesisinde bulunulacak emniyet stok miktarının hesaplanmasına esas müşteri hizmet düzeyini belirleyiniz. Bir üretici için "Müşteri Hizmet Düzeyi", % kaç olasılıkla müşteri siparişinin stoktan yani beklemeden karşılanacağını ifade eder. Mesela % 95 müşteri hizmet düzeyinin anlamı; 100 satır sipariş 95 satırının stoktan karşılanabileceği demektir (veya hedeflenmesidir). Planlamada emniyet stoğu bulunmak istenmemesi durumunda "0" seçilmelidir. Emniyet stoğunun planlamaya dahil edilmesi durumunda tüm üretim tesisleri için bir müşteri hizmet düzeyi değeri girilmelidir. Daha açık bir ifade ile bir üretim tesisi için "0" değeri girilmesi durumunda tüm üretim tesisleri için "0" girilmelidir. Bunun dışında her bir üretim merkezinin müşteri hizmet düzeyi farklılık gösterebilir.

Geri İleri

Şekil 3. 11. Müşteri Hizmet Düzeyi Veri Girişi

Her bir üretim tesisinin ihtiyaç duyacağı kumaşların temin süresi firmanın satınalma ve lojistik müdürü tarafından tedarikçilerle yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiş ve Şekil 3.12.'de sunulan arayüze girilmiştir. Bir dönem bu problemde bir haftayı temsil ettiğinden 0.25 değeri yaklaşık 2 gündür. Satınalma ve lojistik müdürü ile yapılan görüşmelerde siparişlerin bir buçuk veya iki gün içerisinde teslim edildiği öğrenilmiştir.

ÜRETİM TESİSLERİNE GÖNDERİLECEK MALZEMENİN TEMİN SÜRESİNİ GİRİNİZ

Üretim Tesisi	Temin Süresi
OM1	0.25
OM2	0.25

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim tesisinde bulunulacak emniyet stok miktarının hesaplanmasına esas malzeme temin süresini giriniz. Temin süresi; malzemenin sipariş edilmesi ile üretim tesisine ulaşması arasında geçen süredir. Bu aşamada veri girişi çok önemlidir. Çünkü yanlış hesaplama nedeniyle verinin yanlış girilmesi programın yanlış sonuç/hata vermesine neden olacaktır. Örneğin temin süresinin 0.6 dönem olarak belirlendiğini ve başlangıçta planlama dönemi için 2 seçildiğini düşünürsek, eğer 2 dönem 2 hafta ise 0.6 dönem teslim süresi 8.5 gün olacaktır. Eğer 2 dönem 2 ay için kullanılmışsa 36 gün olacaktır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır. Önceki arayüzlerde dahil tüm veri girişleri eksiksiz olarak tamamlandıktan sonra "Kaydet" sekmesine basınız. Bu sayede verileriniz eksiksiz olarak kaydedildi ise "Kaydedildi" uyarısını alacaksınız. Aksi takdirde düzgün veri girişi sağlanmadığına dair uyarı alacaksınız. Bu durumda geri sekmesine basarak eksik kalan verinin tespit edilmesi ve doldurulması.

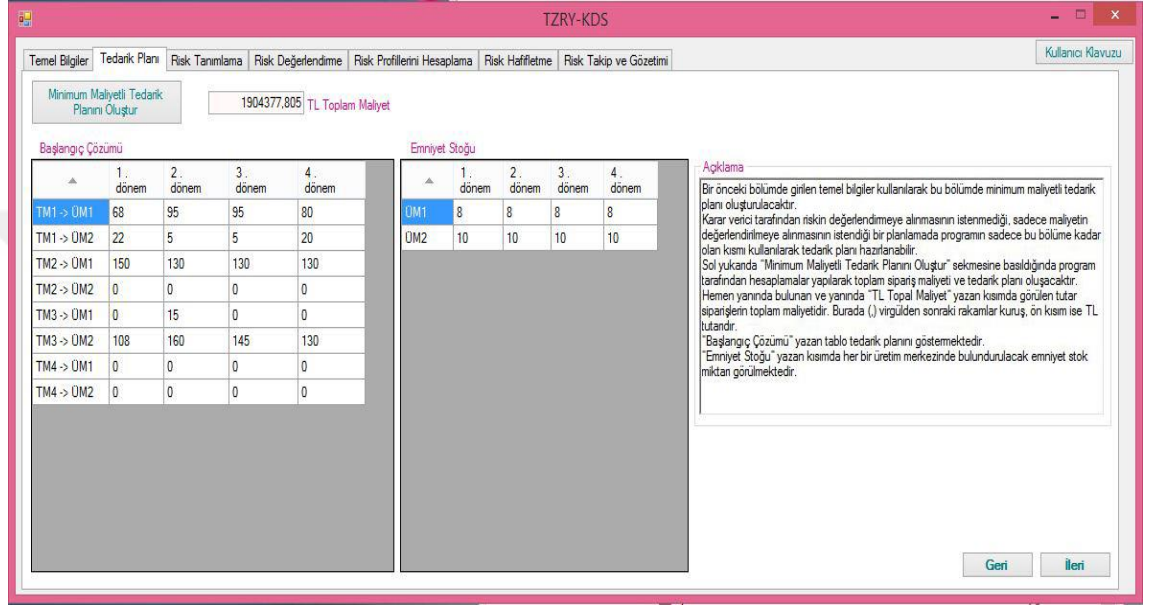
Kaydet

Geri İleri

Şekil 3. 12. Temin Süresi Veri Girişi

3.2.2. Minimum Maliyetli Tedarik Planının Oluşturulması

Bir önceki aşamada TZ'nin tanımlanması ve minimum maliyetli tedarik planının oluşturulabilmesi için ihtiyaç duyulan tüm veri girişleri sağlandıktan sonra program tarafından bu veriler uygun formatta arka planda çalışan GAMS programına aktarılmaktadır. Aşağıda Şekil 3.13.'de gösterilen arayüzde "Minimum Maliyetli Tedarik Planını Oluştur" sekmesine tıklanarak optimal tedarik planı hesaplanmıştır.



Şekil 3. 13. Minimum Maliyetli Tedarik Planının Hesaplanması

Şekil 3.13.'de de görüldüğü şekilde üretim tesislerinin her bir dönemde ihtiyaç duyacağı kumaş talepleri karşılanmış (emniyet stok miktarı dahil) ve tedarik planlamasının toplam maliyeti 1.904.377,805 TL olarak gerçekleşmiştir. ÜM1'in tüm dönemlerde ihtiyaç duyacağı toplam 878 top kumaş talebi TM1 ve TM2'den, sadece 2.dönemde ihtiyaç duyacağı 15 top kumaş ise TM3'den karşılanmıştır. ÜM2'nin ise 52 top kumaş ihtiyacı TM1'den, 543 top kumaş ihtiyacı ise TM3'den karşılanmıştır. Her iki üretim merkeze de TM4'den sipariş sağlanmamıştır. ÜM1'de 8 top, ÜM2'de ise 10 top kumaşın tüm dönemler boyunca emniyet stoku olarak tutulması planlanmıştır. karar vericiler tarafından riskin değerlendirilmesinin istenmediği veya gerek duyulmayan durumlarda sadece bu adım kullanılarak minimum maliyetli tedarik planı da oluşturulabilir.

3.2.3. Risk Tanımlama

TZ’lerde karşılaşılan/mejdana gelen risk tür ve faktörleri TZ’ne göre farklılık gösterebileceği gibi benzerliklerde gösterebilir. Bu nedenle literatürde TZ risk tanımlama konusunda yapılan çalışmalarda ele alınan risklerin bir kısım tekstil TZ için de geçerlidir. Fakat tekstil TZ üretim hattında yaşanabilecek kalite sorunları ile moda ve sezon geçiş sürelerine son derecede bağılı olduğundan TZ risklerinin bazıları tekstil TZ’nde çok daha fazla hissedilmektedir.

Önerilen karar destek sisteminin risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulduğu ve kendi sektör, firma ve TZ’ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasından seçim yapabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesinin sağlanmasının amaçlandığı daha önce bahsedilmişti. Bu kapsamda çalışmanın 2.4. bölümünde Tablo 2.2.’de özetlenen ve literatürde farklı TZ’ler için tanımlanmış TZ risk faktörleri firma sahibi, satınalma müdürü ve lojistik müdürüne sunulmuştur. Karar vericiler risk faktörlerinin çok detaylı olduğu ve gerçek hayatta yaşadıkları riskleri içerdiğini ifade etmiş ve makro risk faktörleri arasından “kötü hava koşulları”, tedarik riskleri arasından “düşük teknik güvenilirlik”, taşıma riskleri arasından “ Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı” ve son olarak da bilgi riskleri arasından “ bilgi hataları” nın kendi firma ve TZ’lerinde aksamaya neden olabilecek riskler olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca karar vericiler düşük teknik güvenilirlik riskinin kendileri için “hatalı kumaş üretimi” olarak tanımlanmasının daha uygun olacağını ve değiştirilmesini istemişlerdir.

Bu kapsamda yapılan görüşmeler neticesinde risk değerlendirme aşamasında görüşlerine başvurulacak karar vericiler öncelikli olarak tanımlanarak Şekil 3.14.’de görüldüğü şekilde programa girilmiştir.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesapla | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

Karar Verici:

Risk Türleri:

Risk Faktörleri:

Risk Faktörü:

Açıklama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en önemli adımıdır. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlanmasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Fırsatların farkında oldukları risklere uygun tedbir alınacak düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır. Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır.

TZ'lerde karşılaşılan/mejdana gelen risk tür ve faktörleri TZ'ne göre farklılık gösterebileceği gibi benzerliklerde gösterebilir. TZRY-KDS programında risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro ve mikro (tedarik, taşıma ve bilgi riskleri) risklerin literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulduğu ve kendi sektör, firma ve TZ'ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasında seçim yapılabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesinin sağlandığı bir yaklaşım kullanılmıştır.

Sol en üstte "Karar Verici" yazan kısma risk değerlendirilmeleri için görüşlerine başvurulacak karar vericilerin adını/kodunu giriniz ve "Ekle" sekmesine basınız. Yanlış yazım/ism değiştirme veya karar verici adı çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz karar vericisi seçerek "Sil" sekmesine basınız.

TZRY-KDS programı grup karar verme üzerine geliştirilmiştir. Sadece bir karar vericinin görüşleri ile risk değerlendirilmesi yapılabileceği gibi istenilen sayıda karar vericinin değerlendirilmelerine göre de karar verilebilir.

Ülkemizde uçtan az hafif bandıran isim bulunmadığından program uç karakterlerden az veri girişini kabul etmeyecektir.

Bundan sonra yapılacak risk değerlendirilmelerinde her bir karar verici için ayrı bir değerlendirme sayfası olacaktır.

"Risk Türleri" yazan kısımdan risk türü belirlendikten sonra her bir risk türüne göre risk faktörlerinin belirlenerek "Ekle" sekmesine basılmalıdır.

Belirlenmiş risk faktörü otomatik olarak ekle sekmesinin yanındaki risk bölümüne işlenecektir. Dilerseniz burada kendinize has riskleri ekleyebilir/değiştirebilirsiniz. Seçtiğiniz herhangi bir riski silmek için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz risk faktörünü seçerek klavyenizdeki "Delete" tuşuna basınız.

Tedarikçi kaynaklı ve tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağı üzerinde meydana gelebilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde Tedarik Zinciri Risk Yönetimi konusundaki yapılan çalışmaların analizi sonucunda bir araya getirilerek programda dahil edilmiştir. İhtimal adları risklerdir.

Şekil 3. 14. Karar Vericilerin Tanımlanması

Daha sonra yukarıda tanımlanan riskler Şekil 3.15'de sunulduğu şekilde programa girilmiştir.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesapla | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

Karar Verici:

Risk Türleri:

Risk Faktörleri:

Risk Faktörü:

Açıklama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en önemli adımıdır. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlanmasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Fırsatların farkında oldukları risklere uygun tedbir alınacak düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır. Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır.

TZ'lerde karşılaşılan/mejdana gelen risk tür ve faktörleri TZ'ne göre farklılık gösterebileceği gibi benzerliklerde gösterebilir. TZRY-KDS programında risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro ve mikro (tedarik, taşıma ve bilgi riskleri) risklerin literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulduğu ve kendi sektör, firma ve TZ'ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasında seçim yapılabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesinin sağlandığı bir yaklaşım kullanılmıştır.

Sol en üstte "Karar Verici" yazan kısma risk değerlendirilmeleri için görüşlerine başvurulacak karar vericilerin adını/kodunu giriniz ve "Ekle" sekmesine basınız. Yanlış yazım/ism değiştirme veya karar verici adı çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz karar vericisi seçerek "Sil" sekmesine basınız.

TZRY-KDS programı grup karar verme üzerine geliştirilmiştir. Sadece bir karar vericinin görüşleri ile risk değerlendirilmesi yapılabileceği gibi istenilen sayıda karar vericinin değerlendirilmelerine göre de karar verilebilir.

Ülkemizde uçtan az hafif bandıran isim bulunmadığından program uç karakterlerden az veri girişini kabul etmeyecektir.

Bundan sonra yapılacak risk değerlendirilmelerinde her bir karar verici için ayrı bir değerlendirme sayfası olacaktır.

"Risk Türleri" yazan kısımdan risk türü belirlendikten sonra her bir risk türüne göre risk faktörlerinin belirlenerek "Ekle" sekmesine basılmalıdır.

Belirlenmiş risk faktörü otomatik olarak ekle sekmesinin yanındaki risk bölümüne işlenecektir. Dilerseniz burada kendinize has riskleri ekleyebilir/değiştirebilirsiniz. Seçtiğiniz herhangi bir riski silmek için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz risk faktörünü seçerek klavyenizdeki "Delete" tuşuna basınız.

Tedarikçi kaynaklı ve tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağı üzerinde meydana gelebilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde Tedarik Zinciri Risk Yönetimi konusundaki yapılan çalışmaların analizi sonucunda bir araya getirilerek programda dahil edilmiştir. İhtimal adları risklerdir.

Şekil 3. 15. Risk Faktörleri Veri Girişi.

3.2.4. Risk Değerlendirme

Risk değerlendirme süreci için önerilen karar destek sisteminde bir önceki aşamada tanımlanan kötü hava koşulları, hatalı kumaş üretimi, zamanında/bütçeye uygun teslimat başarısızlığı ve bilgi hataları risklerinin ağırlıklarının belirlenmesi için grup karar vermeyi esas alan bulanık DEMATEL yöntemi ile tedarik kaynakları ve ağına göre risk profilinin hesaplanması için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Söz konusu yöntemler her ne kadar grup karar vermeyi esas alan ve bilimsel olarak etkinliği pek çok çalışmada kanıtlanan yöntemler olsa da ticaretle uğraşan insanların bu yöntemleri kullanabilmesi hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle karar destek sistemi içerisinde sadece basit iki arayüze karar vericilerin değerlendirmelerinin girildiği geri kalan tüm hesaplamaların programın arkasında hesaplandığı bir yaklaşım tercih edilmiştir.

Öncelikle risk kriter ağırlıklarının hesaplanması için sırasıyla 3 karar vericinin görüşleri alınmış ve Şekil 3.16, 3.17 ve 3.18’de sunulmuştur.

	Kötü hava koşulları	Hatalı kumaş üretimi	Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı	Bilgi hataları
Kötü hava koşulları	▼	Etkisiz	Çok Yüksek...	Düşük Etkili
Hatalı kumaş üret...	Etkisiz	▼	Yüksek Etkili	Düşük Etkili
Zamanında / Büt...	Etkisiz	Orta Etkili	▼	Orta Etkili
Bilgi hataları	Etkisiz	Çok Yüksek...	Çok Yüksek...	▼

Açıklama
Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek risklerin en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır.

Şekil 3. 16. Firma Sahibinin Risk Ağırlık Değerlendirmeleri

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Klavuzu

Karar Verici Seçiniz: Satınalma Müdürü

Hesapla

Açıklama

Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek risklerin en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır.

	Kötü hava koşulları	Hatalı kumaş üretimi	Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başansızlığı	Bilgi hataları
Kötü hava koşulları		Etiketsiz	Çok Yüks...	Düşük Etkili
Hatalı kumaş üret...	Etiketsiz		Çok Yüks...	Orta Etkili
Zamanında / Büt...	Etiketsiz	Orta Etkili		Orta Etkili
Bilgi hataları	Düşük ...	Yüksek...	Orta Etkili	

Geri İleri

Şekil 3. 17. Satınalma Müdürünün Risk Ağırlık Değerlendirmeleri.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Klavuzu

Karar Verici Seçiniz: Lojistik Müdürü

Hesapla

Açıklama

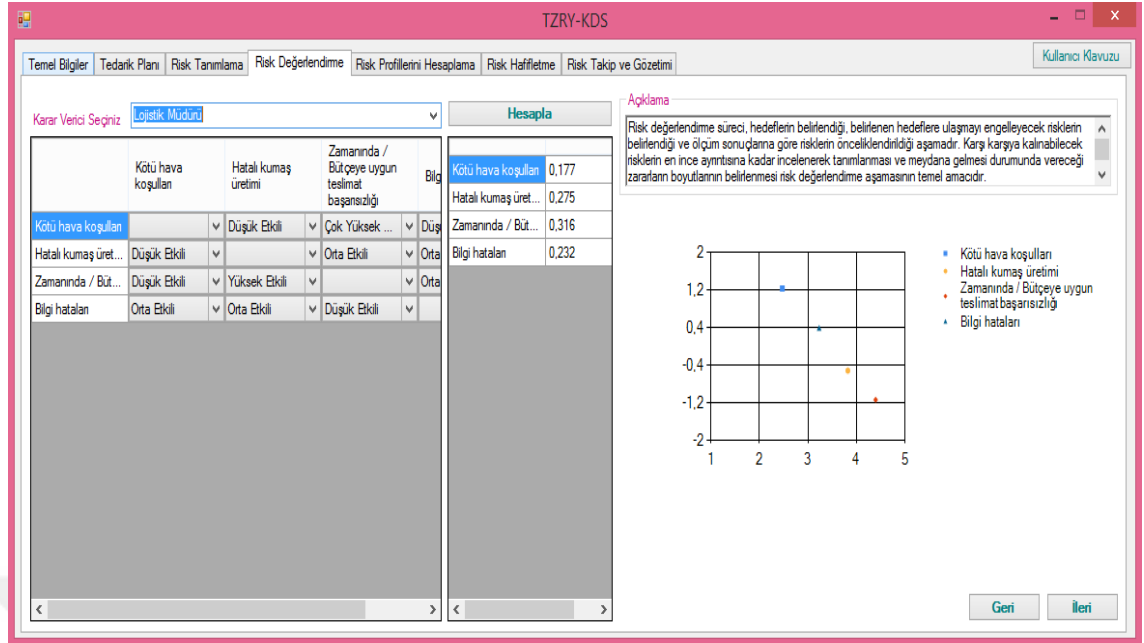
Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek risklerin en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır.

	Kötü hava koşulları	Hatalı kumaş üretimi	Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başansızlığı	Bilgi hataları
Kötü hava koşulları		Düşük Et...	Çok Yüks...	Düşük Etkili
Hatalı kumaş üret...	Düşük ...		Orta Etkili	Orta Etkili
Zamanında / Büt...	Düşük ...	Yüksek ...		Orta Etkili
Bilgi hataları	Orta Et...	Orta Etkili	Düşük Et...	

Geri İleri

Şekil 3. 18. Lojistik Müdürünün Risk Ağırlık Değerlendirmeleri

Her 3 karar vericinin de görüşleri programa girildikten sonra risk ağırlıkları ve etki diyagramı Şekil 3.19.'da sunulduğu şekilde hesaplanmıştır.



Şekil 3. 19. Risk Ağırlıkları ve Etki Diyagramı

Buna göre risk kriterlerinin ağırlıkları (önem sıralamaları) zamanında/bütçeye uygun teslimat başarısızlığı (0.316) >> hatalı kumaş üretimi (0.275) >> bilgi hataları (0.232) >> kötü hava koşulları (0.177) şeklinde elde edilmiştir. Böylece firma için en fazla risk oluşturan kriter zamanında/bütçeye uygun teslimat başarısızlığı olarak belirlenmiştir.

Etki diyagramının incelenmesi neticesinde Kötü hava koşulları ve bilgi hatalarının etkileyen risk faktörleri, zamanında/bütçeye uygun teslimat başarısızlığı ve hatalı kumaş üretimi kriterlerinin ise etkilenen faktör olduğu görülmektedir. Bilgi hataları faktörü en çok etkileyen faktördür. Probleme etki eden en önemli faktör ise zamanında/bütçeye uygun teslimat başarısızlığı'dır.

Risk kriterlerinin ağırlıkları hesaplandıktan sonra risk değerlendirme sürecinin son aşaması olan alternatif tedarik kaynağı-üretim merkezi çiftlerinin risk profil değerlerinin hesaplanması işlemi için yine sırasıyla 3 karar vericinin değerlendirmeleri alınmış ve Şekil 3.20, 3.21 ve 3.22'de sunulmuştur.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

Karar Verici Seçiniz: Firma Sahibi

Hesapla

Risk Profil Değerleri

	Kötü hava koşulları	Hatalı kumaş üretimi	Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı	Bilgi hataları
TM1 -> OM1	Eğit Riskli	▼	Az Riskli	▼
TM1 -> OM2	Çok Az Riskli	▼	Az Riskli	▼
TM2 -> OM1	Orta Fazla Ri...	▼	Orta Az Riskli	▼
TM2 -> OM2	Orta Fazla Ri...	▼	Az Riskli	▼
TM3 -> OM1	Fazla Riskli	▼	Çok Az Riskli	▼
TM3 -> OM2	Fazla Riskli	▼	Çok Az Riskli	▼
TM4 -> OM1	Çok Az Riskli	▼	Orta Fazla Ri...	▼
TM4 -> OM2	Orta Az Riskli	▼	Orta Fazla Ri...	▼

Açıklama

Önceki arayüzde hesaplanan risk kriteri ağırlıklarının yardımıyla bu aşamada her bir tedarikçi-üretim tesisi alternatifinin risk profili değeri hesaplanacaktır. Sol üstte "Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerinin Hesaplanması" yazan kısmın hemen yanından değerlendirilmelerine başvurulacak karar vericisi seçiniz. Bu açılır pencereden değerlendirilmelerine başvurulacak karar vericisi seçiniz. Hemen aşağıda her bir karar verici için değerlendirilmelerin yapılacağı tablonun yenilendiği görülecektir. Bu tablodan her bir Tedarikçi-Üretim tesisi alternatifi için her bir risk faktörüne göre değerlendirilmelerini "Çok Az Riskli", "Az Riskli", "Orta Az Riskli", "Eğit Riskli", "Orta Fazla Riskli", "Fazla Riskli" ve "Çok Fazla Riskli" ölçütlerini kullanarak yapınız. Örneğin bir alternatif ilk risk kriteri için "Orta Az Riskli", diğer bir

Geri İleri

Şekil 3. 20. Firma Sahibinin Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

Karar Verici Seçiniz: Satınalma Müdürü

Hesapla

Risk Profil Değerleri

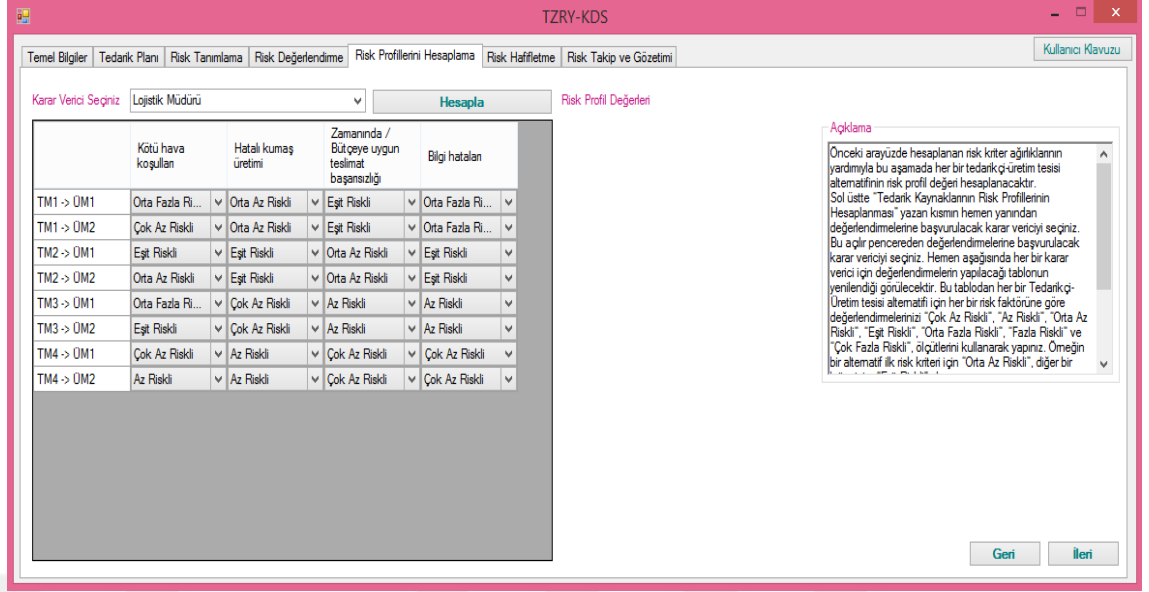
	Kötü hava koşulları	Hatalı kumaş üretimi	Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı	Bilgi hataları
TM1 -> OM1	Orta Fazla Ri...	▼	Orta Az Riskli	▼
TM1 -> OM2	Eğit Riskli	▼	Orta Az Riskli	▼
TM2 -> OM1	Fazla Riskli	▼	Eğit Riskli	▼
TM2 -> OM2	Orta Fazla Ri...	▼	Eğit Riskli	▼
TM3 -> OM1	Orta Fazla Ri...	▼	Çok Az Riskli	▼
TM3 -> OM2	Orta Az Riskli	▼	Çok Az Riskli	▼
TM4 -> OM1	Çok Az Riskli	▼	Az Riskli	▼
TM4 -> OM2	Az Riskli	▼	Az Riskli	▼

Açıklama

Önceki arayüzde hesaplanan risk kriteri ağırlıklarının yardımıyla bu aşamada her bir tedarikçi-üretim tesisi alternatifinin risk profili değeri hesaplanacaktır. Sol üstte "Tedarik Kaynaklarının Risk Profillerinin Hesaplanması" yazan kısmın hemen yanından değerlendirilmelerine başvurulacak karar vericisi seçiniz. Bu açılır pencereden değerlendirilmelerine başvurulacak karar vericisi seçiniz. Hemen aşağıda her bir karar verici için değerlendirilmelerin yapılacağı tablonun yenilendiği görülecektir. Bu tablodan her bir Tedarikçi-Üretim tesisi alternatifi için her bir risk faktörüne göre değerlendirilmelerini "Çok Az Riskli", "Az Riskli", "Orta Az Riskli", "Eğit Riskli", "Orta Fazla Riskli", "Fazla Riskli" ve "Çok Fazla Riskli" ölçütlerini kullanarak yapınız. Örneğin bir alternatif ilk risk kriteri için "Orta Az Riskli", diğer bir

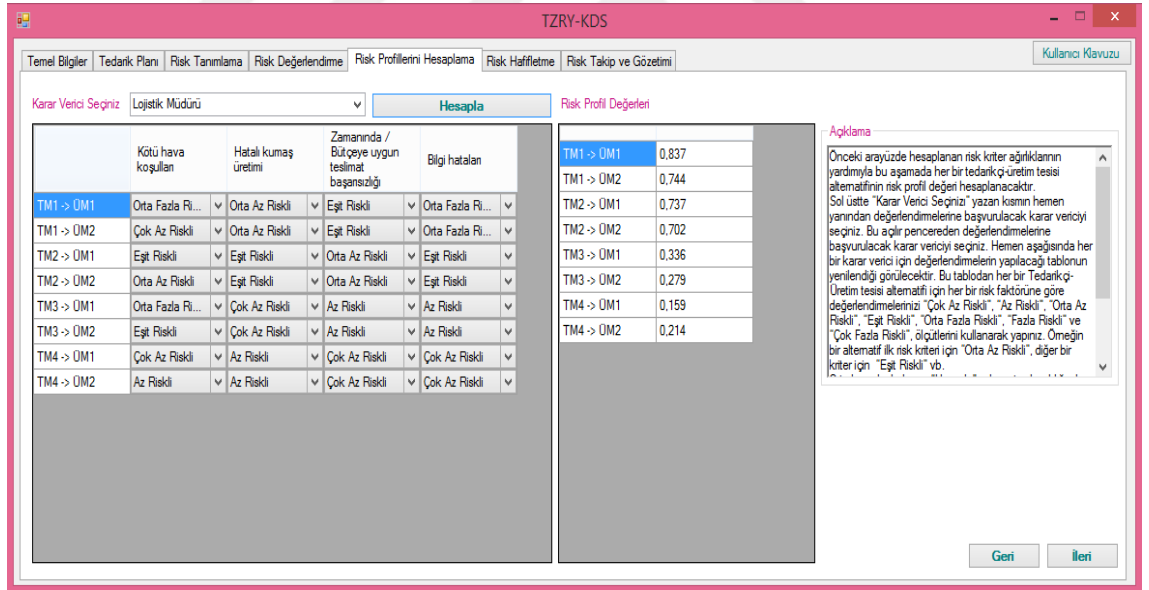
Geri İleri

Şekil 3. 21. Satınalma Müdürünün Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi



Şekil 3. 22. Lojistik Müdürünün Alternatiflerin Riskliliğini Değerlendirmesi

Her 3 karar vericinin de görüşleri programa girildikten sonra hesaplanan risk profil değerleri Şekil 3.23.'de sunulduğu şekilde hesaplanmıştır.



Şekil 3. 23. Risk Profil Değerlerinin Hesaplanması

Buna göre tedarik kaynaklarının risk profilleri en fazla risk barındıran alternatiften en aza doğru sıralandığında; TM1-ÜM1(0.837) >> TM1-ÜM2 (0.744) >> TM2-ÜM1 (0.737) >> TM2-ÜM2 (0.702) >> TM3-ÜM1 (0.336) >> TM3-ÜM2 (0.279) >> TM4-ÜM2 (0.159) >> TM4-ÜM1 (0.214) olarak hesaplanmıştır. Böylece firma için en fazla risk profiline sahip alternatif TM1-ÜM1, en az risk profiline sahip alternatif TM4-ÜM1 olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Risk Hafifletme

Önceki bölümlerde açıklandığı şekilde risk hafifletme sürecinde alternatif tedarik kaynağı-üretim merkezi çiftlerinin risk profil değerlerine göre göreceli olarak risksiz tedarik kaynağından riskli olana doğru sipariş aktarması yapılmaktadır. Bu aşamada belirleyici faktör karar vericinin riskin etkisini hafifletmek için katlanılabileceği maliyet artış miktarıdır.

Problemimizde minimum maliyetli çözümün tutarı yani tüm siparişlerin toplam maliyeti 1.904.377,805 TL gibi hiç de azımsanamayacak bir maliyet tutarı olduğundan karar vericiler bu aşamada son derece dikkatli davranmış ve maliyet için katlanılabilecek maliyet oranı %3 (57.131,334 TL) olarak belirlenmiştir.

Bu maliyet artışına göre hesaplanan revize tedarik planı Şekil 3.24.'de sunulmuştur.

Başlangıç Çözümü **1904377,805 TL Toplam Maliyet** **Riske Göre Revize Çözüm** **1961445,589 TL Toplam Maliyet**

	1. dönem	2. dönem	3. dön
TM1 -> OM1	68	95	95
TM1 -> OM2	22	5	5
TM2 -> OM1	150	130	130
TM2 -> OM2	0	0	0
TM3 -> OM1	0	15	0
TM3 -> OM2	108	160	145
TM4 -> OM1	0	0	0
TM4 -> OM2	0	0	0

	1. dönem	2. dönem	3. dön
TM1 -> OM1	11	66	95
TM1 -> OM2	6	5	5
TM2 -> OM1	39	130	130
TM2 -> OM2	0	0	0
TM3 -> OM1	111	15	0
TM3 -> OM2	121	160	145
TM4 -> OM1	57	29	0
TM4 -> OM2	3	0	0

Açıklama
Sadece maliyeti esas alan planlamalar tedarik kaynağının kendisinden, bulunduğu lokasyondan ve dağıtım kanalından kaynaklanan riskliği göz ardı etmekte, riske karşı savunmasız, TZ kesintilerine karşı kırılgan TZ'lere neden olmaktadır. Ayrıca gerçek hayat problemleri incelendiğinde bazen ucuz tedarik kaynaklarının daha riskli, fazla maliyete neden olan tedarik kaynaklarının ise daha az risk barındırdığı görülmektedir. Bu nedenle firmaların riski değerlendirilmeye alınmasının zorunlu bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır. Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmaları pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler benimsenerek gözlemlenecek risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışılır. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışılır. TZRY-KDS programında risk hafifletme sürecinde alternatif Tedarik-Üretim Tesisi

Şekil 3. 24. Revize Tedarik Planının Hesaplanması

Buna göre başlangıçta tüm siparişlerin toplam maliyeti 1.904.377,805 TL iken %3'lük bir maliyet artışına katlanılarak yeni toplam maliyet 1.961.445,589 TL olarak hesaplanmış ve 57.069,737 TL'lik maliyet artışı meydana gelmiştir. Dikkat edilirse öngörülen %3'lük bir artış 57.131,334 TL maliyet artışına neden olması gerekirken hesaplamalar sonucunda 57.067,784 TL'lik maliyet artışı oluşmuştur. Aradaki fark minimum miktarda sevkiyat transferi için yeterli olmamıştır.

Başlangıçta ÜM1'in talebinin büyük bölümü risk profili fazla olan TM1 ve TM2'den, çok küçük bir kısım TM3'den karşılanırken riske göre revize planlamada büyük kısmı risk profil değeri daha az olan TM4 ve TM3'den çok az bir kısmının ise kapasite tahditleri nedeniyle TM1 ve TM2'den sipariş edildiği görülmektedir.

Benzer şekilde ÜM2'nin başlangıçta risk profil değeri fazla olan TM1'den sipariş miktarı azaltılarak görece olarak daha az risk profil değerine sahip TM3'den olan sipariş miktarı artmıştır. Her ne kadar daha da fazla sipariş transferi sağlanması gerekirse de burada da TM3'ün kapasitesi etkili olmuştur.

Risk ile maliyet ödünleşmesinin daha anlaşılır bir şekilde gösterilebilmesi için başlangıçta hesaplanan minimum maliyetli tedarik miktarları ile alternatiflerin risk profil değerlerinin çarpılması sonucu elde edilen değer ile revize tedarik planına göre hesaplanan değer farkı ve oluşan maliyet artışı karşılaştırması, benzer şekilde alternatiflerin risk profil değerleriyle toplam sipariş miktarlarının çarpılması sonucu elde edilen değerlerin farkı sonucunda elde edilen risklilik farkı Tablo-3.4'te sunulmuştur.

Tablo 3. 4. Risk-Maliyet Ödünleşmesi

Optimal Maliyet	1.904.377,805 TL	Optimal Maliyete Göre Risklilik	876,111
Riske Göre Revize Maliyet	1.961.445,589 TL	Revize Maliyete Göre Risklilik	765,657
Maliyet Farkı	57.067,784 TL	Risklilik Farkı	110,454
Optimale Göre Fark Yüzdesi	%3		%12,61

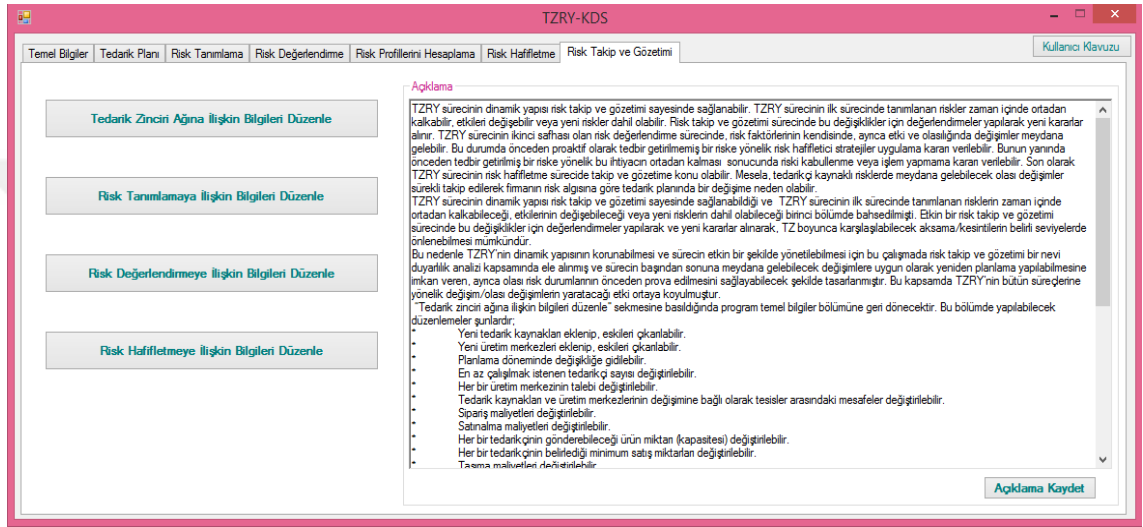
Tablo 3.4.'de görüldüğü toplam maliyette %3'lük bir artışla, riskte %12,61'lık bir azalış elde edilmiş ve TZ'nin riskliliği hafifletilmiştir.

3.2.6. Risk Takip ve Gözetimi

Daha öncede bahsedildiği gibi bu çalışmada önerilen karar destek sisteminin dinamikliği risk takip ve gözetimi süreci ile sağlanmıştır. Değişen durumlara göre planlamanın süratle gözden geçirilebilmesi ve yeni duruma göre tedarik planlamasının

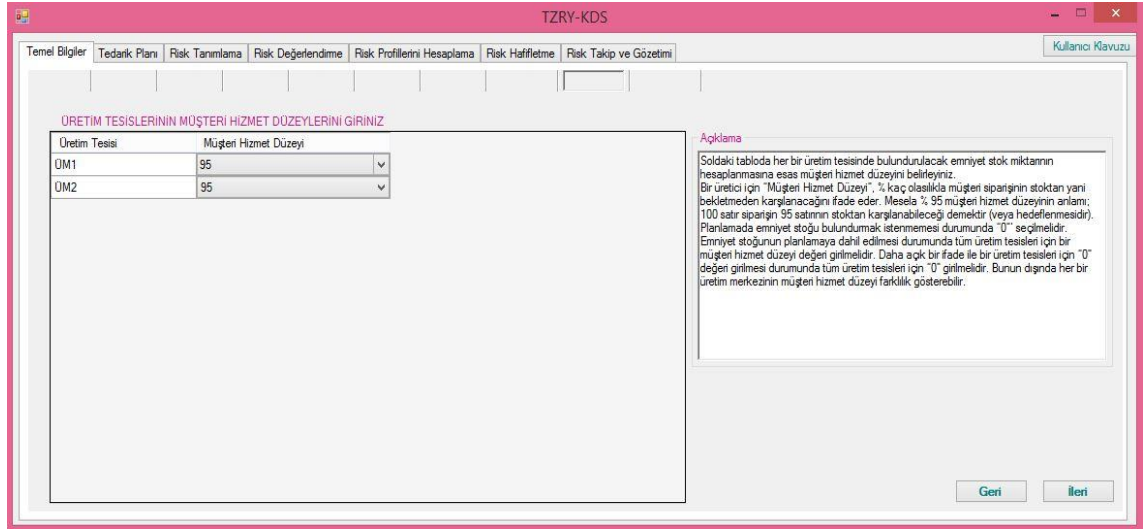
yapılabilmesi için karar vericilerle yapılan görüşmelerde bazı olası gelişmelerin tedarik planı üzerindeki etkilerinin incelenmesi istenmiştir.

Bu kapsamda öncelikle karar vericiler tarafından belirlenen müşteri hizmet düzeyinin her iki üretim merkezi içinde %80'den %95'e çıkarılması durumunda meydana gelecek değişimin ortaya koyulması talep edilmiş ve bu doğrultuda Şekil 3.25'te görüldüğü gibi "Tedarik Zinciri Ağına İlişkin Bilgileri Düzenle" sekmesinden bu değişikliğin yapılacağı Temel Bilgiler arayüzüne dönmüştür.



Şekil 3. 25. Risk Takip ve Gözetimi Arayüzü

Şekil-3.26'da görüldüğü gibi müşteri hizmet düzeyinin her iki üretim merkezi içinde %80'den %95'e çıkarılmış ve yeni duruma göre hesaplanan minimum maliyetli tedarik planı Şekil 3.26'da sunulmuştur.



Şekil 3. 26. Müşteri Hizmet Düzeyinin Değiştirilmesi

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi | Kullanıcı Klavuzu

Minimum Maliyetli Tedarik Planını Oluştur 1925297.696 TL Toplam Maliyet

Başlangıç Çözümü

	1. dönem	2. dönem	3. dönem	4. dönem
TM1 -> OM1	75	95	95	80
TM1 -> OM2	15	5	5	20
TM2 -> OM1	150	130	130	130
TM2 -> OM2	0	0	0	0
TM3 -> OM1	0	15	0	0
TM3 -> OM2	124	160	145	130
TM4 -> OM1	0	0	0	0
TM4 -> OM2	0	0	0	0

Emniyet Stoku

	1. dönem	2. dönem
OM1	15	15
OM2	19	19

Açıklama

Bir önceki bölümde girilen temel bilgiler kullanılarak bu bölümde minimum maliyetli tedarik planı oluşturulacaktır. Karar verici tarafından riskin değerlendirilmesine alınmasının istendiği bir planlamada programın sadece bu bölüme kadar olan kısmı kullanılarak tedarik planı hazırlanabilir. Sol yukarıda "Minimum Maliyetli Tedarik Planını Oluştur" sekmesine basıldığında program tarafından hesaplamalar yapılarak toplam sipariş maliyeti ve tedarik planı oluşacaktır. Hemen yanında bulunan ve yanında "TL Toplam Maliyet" yazan kısımda görülen tutar siparişlerin toplam maliyetidir. Burada () virgülden sonraki rakamlar kuruş, ön kısım ise TL tutandır. "Başlangıç Çözümü" yazan tablo tedarik planını göstermektedir. "Emniyet Stoku" yazan kısımda her bir üretim merkezinde bulundurulacak emniyet stok miktarı görülmektedir.

Geri İleri

Şekil 3. 27. Müşteri Hizmet Düzeyi Değişimi Sonrası Revize Çözüm

Buna göre müşteri hizmet düzeyindeki artış nedeniyle başlangıçta her bir üretim merkezinde bulundurulacak emniyet stok miktarı sırasıyla; 8 ve 10'dan, 15 ve 19'a yükselmiş, böylece toplam maliyet tutarı 1.925.297,696 TL olmuştur.

Daha sonra karar vericiler tarafından grup karar vermenin problem üzerindeki etkisini görmek amacıyla önceden tanımlanan 3 karar vericinin değerlendirmeleri yerine sadece firma sahibinin değerlendirmelerine göre yeniden hesaplama talep etmişlerdir.

Şekil-3.28'de görüldüğü gibi karar verici olarak sadece firma sahibi programa girilmiş ve yeni duruma göre hesaplanan revize tedarik planı Şekil 3.28'de sunulmuştur.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi | Kullanıcı Klavuzu

Karar Verici: Firma Sahibi

Risk Türleri: Tagma Riskleri

Risk Faktörleri: Zamanında / Bütçeye uygun teslimat başansızlığı

Risk: Bilgi hataları

Risk Kriteri: Kötü hava koşulları

Açıklama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en önemli adımdır. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlanmasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Fimaların farkında oldukları risklere uygun tedbir alınacakları düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır. Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır. TZ'lerde karşılaşılan/mejdana gelen risk tür ve faktörleri TZ'ne göre farklılık gösterebileceği gibi benzerliklerde gösterebilir. TZRY-KDS programında risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağlardan kaynaklanabilecek makro ve mikro (tedarik, tagma ve bilgi riskleri) risklerini literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulduğu ve kendi sektör, firma ve TZ'ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasında seçim yapılabilir/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapılabilmesinin sağlandığı bir yaklaşım kullanılmaktadır. Sol en üstte "Karar Verici" yazan kısma risk değerlendirmeleri için görüşlerine başvurulacak karar vericilerin adını/kodunu giriniz ve "Ekle" sekmesine basınız. Yanlış yazım/sim değişikliği veya karar verici adı çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz karar vericisini seçerek "Sil" sekmesine basınız. TZRY-KDS programı grup karar verme üzerine geliştirilmiştir. Sadece bir karar vericinin görüşleri ile risk değerlendirilmesi yapılabileceği gibi istenilen sayıda karar vericinin değerlendirilmesine göre de karar verilebilir. Ülkemizde üçten az harf bantlıdan isim bulunmadığından program üç karakterden az veri girişini kabul etmeyecektir. Bundan sonra yapılacak risk değerlendirmelerinde her bir karar verici için ayrı bir değerlendirme sayfası olacaktır. "Risk Türleri" yazan kısımdan risk türü belirlendikten sonra her bir risk türüne göre risk faktörlerinin belirlenerek "Ekle" sekmesine basılmalıdır. Belirlenmiş risk faktörleri otomatik olarak ekle sekmesinin yanındaki risk bölümüne işlenecektir. Dilerseniz burada kendinizin has riskleri ekleyebilir/değiştirebilirsiniz. Seçtiğiniz herhangi bir riski silmek için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz risk faktörünü seçerek klavyenizdeki "Delete" tuşuna basınız. Tedarikçi kaynaklı ve tedarikçilerin üretim tesislerine bağlayan ağ üzerinde meydana gelebilecek makro, tedarik, tagma ve bilgi riskleri literatürde Tedarik Zinciri Risk Yönetimi konusuna ilişkin olarak yapılan çalışmaların sonucunda bir araya getirilerek programda dahil edilmiştir. İstisnai edilen riskler:

Geri İleri

Şekil 3. 28. Karar Verici Sayısının Değiştirilmesi

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi | Kullanıcı Klavuzu

Kullanıcı risk için katlanılabilecek maliyet artış yüzdesini girin 3 veya Tutar(TL): 57131.33415 Çözümü Hesapla Excel'e Aktar

Başlangıç Çözümü 1904377.805 TL Maliyet Nihai Çözüm 1961508.690 TL Maliyet

	1. dönem	2. dönem	3. dön		1. dönem	2. dönem	3. dön
TM1 -> OM1	68	95	95	TM1 -> OM1	22	31	85
TM1 -> OM2	22	5	5	TM1 -> OM2	10	2	5
TM2 -> OM1	150	130	130	TM2 -> OM1	67	82	129
TM2 -> OM2	0	0	0	TM2 -> OM2	0	0	0
TM3 -> OM1	0	15	0	TM3 -> OM1	120	79	11
TM3 -> OM2	108	160	145	TM3 -> OM2	120	161	145
TM4 -> OM1	0	0	0	TM4 -> OM1	9	48	0
TM4 -> OM2	0	0	0	TM4 -> OM2	0	2	0

Açıklama

Sadece maliyeti esas alan planlamalar tedarik kaynağının kendisinden, bulunduğu lokasyondan ve dağıtım kanalıdan kaynaklanan riskliliği göz ardı etmekte, riske karşı savunmasız, TZ kesintilerine karşı kırılgan TZ lere neden olmaktadır. Ayrıca gerçek hayat problemleri incelendiğinde bazen ucuz tedarik kaynaklarının daha riskli, fazla maliyete neden olan tedarik kaynaklarının ise daha az risk barındırdığı görülmektedir. Bu nedenle firmaların riski değerlendirmeye almasının zorunlu bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır. Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmadan pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler benimseyerek göğüsleyecekleri risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışır. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışır.

TZRY-KDS programında risk hafifletme sürecinde alternatif Tedarikç-Üretim Tesisi

Geri İleri

Şekil 3. 29. Karar Verici Sayısının Değişimi Sonrası Revize Çözüm

Buna göre karar verici sayısının 1'e düşmesi nedeniyle risk değerlendirmeleri değişmiş ve dolayısıyla alternatiflerin risk profil değerleri değişmiştir. 3 karar vericinin değerlendirmelerine göre hesaplanan revize toplam maliyet 1.961.452,053 TL iken sadece firma sahibinin değerlendirmelerine göre 1.961.508,690 TL olarak hesaplanmıştır.

Son olarak karar vericiler tarafından risk için katlanılabilecek maliyet artışının %3'ten fazla olması durumunun incelenmesi ve hangi seviyede en fazla risk azalışı elde edildiğinin belirlenmesi talep edilmiştir.

Şekil-3.30'da örnek olarak %5 için veri güncellemesinin programa girilişi sunulmuş olup, %1'lik artışlarla en son değişimin elde edildiği %9'a kadar elde edilen hesaplama değerleri Tablo 3.5.'de sunulmuştur.

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı risk için katlanılabilecek maliyet artış yüzdesini girin 5 veya Tutar(TL): 95218,89025 **Çözümü Hesapla** **Excel'e Aktar**

Başlangıç Çözümü 1904377,805 TL Maliyet Nihai Çözüm 1999566,855 TL Maliyet

	1. dönem	2. dönem	3. dönem	4. dönem
TM1 -> OM1	68	95	95	80
TM1 -> OM2	22	5	5	20
TM2 -> OM1	150	130	130	130
TM2 -> OM2	0	0	0	0
TM3 -> OM1	15	0	0	0
TM3 -> OM2	108	160	145	130
TM4 -> OM1	0	0	0	0
TM4 -> OM2	0	0	0	0

	1. dönem	2. dönem	3. dönem	4. dönem
TM1 -> OM1	11	15	59	80
TM1 -> OM2	12	5	5	20
TM2 -> OM1	40	80	130	130
TM2 -> OM2	0	0	0	0
TM3 -> OM1	122	80	2	0
TM3 -> OM2	118	160	145	130
TM4 -> OM1	60	50	34	0
TM4 -> OM2	0	0	0	0

Açıklama

Sadece maliyeti esas alan planlamalar tedarik kaynağının kendisinden, bulunduğu lokasyondan ve dağıtım kanalından kaynaklanan riskliği göz ardı etmekte, riske karşı savunmasız, TZ kesintilerine karşı kırılgan TZ'lere neden olmaktadır. Ayrıca gerçek hayat problemleri incelendiğinde bazen ucuz tedarik kaynaklarının daha riskli, fazla maliyete neden olan tedarik kaynaklarının ise daha az risk barındırdığı görülmektedir. Bu nedenle firmaların riski değerlendirilmeye almasının zorunlu bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır. Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmaları pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler benimseyerek göğüsleyecekleri risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışır. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışır.

TZRY-KDS programında risk hafifletme sürecinde alternatif Tedarikçi-Üretim Tesisi

Geri İleri

Şekil 3. 30. %5 Maliyet Artışı için Hesaplanan Revize Çözüm

Tablo 3. 5. % Artışa Göre Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	1.904.377,805	---	---
%3 Maliyet Artışı İçin	1.961.455,589	57.067,784	12,61
%4 Maliyet Artışı İçin	1.980.538,112	76.160,307	17,22
%5 Maliyet Artışı İçin	1.999.566,855	95.189,05	20,72
%6 Maliyet Artışı İçin	2.018.555,699	114.177,894	25,94
%7 Maliyet Artışı İçin	2.037.677,473	133.299,668	29,37
%8 Maliyet Artışı İçin	2.056.716,148	152.338,343	35,16
%9 Maliyet Artışı İçin	2.057.721,968	153.344,163	35,64

Tablo 3.5.'de görüldüğü gibi %10'dan az bir maliyet artışı ile önerilen karar destek sistemi sayesinde %35'den fazla oranda risk hafifletmesinin sağlanabildiği tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Modern küresel piyasalarda tedarik zincir (TZ)'leri artan bir hızla daha da kompleks bir yapıya evrilmekte ve firmalar arasındaki rekabet artık TZ'ler arasında yaşanmaktadır. TZ, bu zincir üzerinde faaliyet gösteren paydaşların maliyetlerinin düşürülmesi ve kârlılıklarının artırılmasını sağladığından paydaşlar için odak noktası olmuştur. Fakat bu denli öneme sahip TZ'nde meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık/kesintinin sonuçları da tüm zincir üzerinde bir o kadar ağır olacaktır. Bu nedenle meydana gelmesi olası aksaklık/kesintileri önceden engellemek, meydana geldikten sonra etkisini hafifletmek ve eski durumuna döndürmek için etkin bir risk yönetimi hayati öneme sahiptir (Kırılmaz, 2014:27).

Son yıllarda firmaların tedarik zinciri yönetimi (TZY)'nde yalın/çevik, esnek, rekabetçi ve müşteri odaklı stratejilere yöneldikleri görülmektedir (Zsidisin ve Ritchie, 2009:2). Bu yönelimler firmaların rekabetçi yapılarını güçlendirerek firmaların kârlılığını artırsa da karşı karşıya kaldıkları risk ve belirsizlikleri de artırmaktadır ki, TZY sürecinde müşteriye ürünün ve ürünle ilgili ek hizmetlerin ulaştırılmasını zorlaştıran, bazen de olanaksız hale getiren birçok riskli olay bulunmaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi firmalar tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY)'ne, zincir boyunca meydana gelebilecek kesinti ve belirsizliklerden dolayı ihtiyaç duymaktadırlar. Literatürde TZ riskleri her geçen gün artan bir ilgiyle ele alınmış, risklerin tanımlanması ve bu risklere karşı alınacak tedbirler ayrıntılı olarak ortaya konulmuş, fakat riskin değerlendirilmesi için önerilen karar destek sistemleri ve kantitatif modeller TZ dinamizmini yansıtamamıştır (Tang ve Musa, 2011:27). Ayrıca yapılan literatür taramalarında TZRY konusunda kantitatif çalışmaların ve gerçek hayat uygulamalarının yetersizliği vurgulanmıştır (Ho vd. 2015: 5045).

Bu nedenle, bu tez çalışmasında, literatürdeki bu açığı kapatmak amacıyla TZRY'ne yönelik maliyet/risk mahsuplaşmasını esas alan, TZRY sürecini topyekûn kapsayıcı yani risk tanımlama, değerlendirme, hafifletme ile takip ve gözetim süreçlerinin tamamını kapsayan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen karar destek sistemi kullanıcı dostu ve küçük/büyük tüm sektör ve firmalar tarafından kolaylıkla kullanılabilecek bir yazılıma dönüştürülmüştür.

Çalışmada minimum maliyetli tedarik planının oluşturulabilmesi için iki katmanlı, tek ürünlü, çok dönemli, çok tedarik kaynaklı, çok üretim merkezli, emniyet stoku bulundurulabilen, minimum tedarikçi sayısı belirlenebilen, kapasite kısıtlı, deterministik bir karışık tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir.

Geliştirilen karar destek sisteminin risk tanımlama süreci için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek kullanıcıya sunulmuş ve kendi sektör ve firmasına yönelik görüşme yöntemiyle bu riskler arasından seçim yapabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesi sağlanmıştır.

Risk değerlendirmesi kapsamında; makro, tedarik, taşıma ve bilgi risklerinin ağırlıklarının belirlenmesi için grup karar vermeyi esas alan bulanık DEMATEL yöntemi ile tedarik kaynakları ve ağına göre risk profilinin hesaplanması için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Risk hafifletme aşamasında karar vericinin belirleyeceği ve risk karşısında katlanabileceği maliyeti esas alan, kapasite kısıtlı ve akış bazlı bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen sezgisel model tedarik kaynaklarının risk profil değerlerine göre minimum riski sağlayacak şekilde tedarik planının risk profili en fazla olan tedarik kaynağı alternatifinden risk profili en düşüğe doğru olacak şekilde revize edilebilmesini sağlamaktadır.

Son süreç olan risk takip ve gözetimi, önerilen karar destek sisteminin dinamikliğinin tesisi için geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen karar destek sistemi ve yazılım aracılığıyla değişen ve gelişen durumlara göre bir nevi duyarlılık analizi yaklaşımıyla tüm süreçteki parametrelerin değiştirilebilmesi sağlanarak yeni planın oluşturulabilmesi ve hatta karşılaştırma yapılabilmesi sağlanmıştır.

Sonuçta bu tez çalışmasında TZRY sürecinin tüm aşamalarını kapsayan ilk karar destek sistemi ve yazılımı geliştirilmiş ve literatür taraması, grup karar verme, karışık tamsayılı programlama, bulanık DEMATEL, bulanık TOPSIS ve akış tabanlı sezgisel algoritma yöntemleri ilk defa hiyerarşik olarak kullanılmıştır. Bu sayede geliştirilen karar destek sistemi ve yazılımının her sektörden, her büyüklükte firmalar tarafından TZRY için kullanılabilmesi bakımından da literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

TZ risklerinin hafifletilmesinde tedarikçilerin risk profili ve dağıtım kanalının riskleri ile toplam maliyetlerin hiyerarşik bir yapıda değerlendirilmesi ile olası herhangi bir kesinti durumunda üretici firmanın riskten daha az etkilenmesi sağlanmış olacaktır. Tedarikçiler ve bu tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağın riskinin değerlendirmeye alınması esnasında en az maliyet ve riski oluşturan dağıtım kanalından en fazla tedarikin gerçekleşmesi, hatta risk ve toplam maliyetler arasında mahsuplaşma yapmak sureti ile karar vericiye alternatifler arasından seçim yapma imkânı sağlanması ile TZ risklerini yönetmekte çok daha etkili olunacağı değerlendirilmektedir.

Çalışma neticesinde önerilen karar destek sistemi, istenen sayıda tedarikçi ile istenen sayıda üretim merkezi arasında istenen sayıda karar vericinin görüşlerine yer vererek kullanıcının kendi problem sahasına yönelik spesifik riskleri belirleyebildiği, optimal/optimale yakın sonuçları çok kısa bir sürede elde edebildiği bir yazılıma dönüştürülmüştür. Bu sayede önerilen karar destek sisteminin kullanıldığı bir planlama ile riske göre revize edilen tedarik planı neticesinde tedarikçilerden veya dağıtım kanallarından kaynaklanabilecek bir kesintiden etkilenme derecesi azaltılmış olacaktır.

Tezin son bölümde geliştirilen metodolojinin uygulandığı programla tekstil sektöründe iştigal eden bir firmanın tedarik planı hazırlanmıştır. Gerçek hayat probleminde son derece kısa çözüm süresi içinde etkin çözümlerin elde edilebildiği ve %10'dan daha az maliyet artışı ile %35'den fazla risk hafifletme sağlanabildiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın devamı niteliğinde, her bilgisayarda çalışabilecek bir veri tabanı yönetim programıyla entegre edilerek çok ürünlü bir model/metodoloji ortaya koyulabilir. Benzer şekilde bu çalışmada her seviyede firma tarafından kullanılabilmesi amacıyla verilerin bilindiği/bilinebileceği kabulüyle deterministik bir model geliştirilmiştir. Kullanıcı firmalar tarafından aynı kolaylıkla veri girişi sağlanabilirse stokastik bir model geliştirilerek gerçek hayat problemlerinin olasılıklı yapısına daha uygun hale getirilebilir. Tedarik merkezleri-üretim merkezleri arasındaki TZ ağında ele alınan problem tüm TZ ağına uygulanacak bütünsel bir şekilde geliştirilebilir. Bu sayede bu çalışmada ele alınmayan üretim riskleri gibi risk faktörleri de metodolojiye dahil edilebilir. Risk değerlendirme sürecinde kullanılan bulanık DEMATEL-bulanık-TOPSIS yöntemlerinden farklı risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak

karşılaştırmalı ilave çalışmalar yapılabileceği değerlendirilmektedir. Diğer yandan, üretim merkezlerinde bulundurulacak stok/emniyet stok miktarlarını daha gerçekçi bir şekilde ortaya koyacak farklı tahminleme araç ve yöntemleri ile stok politikasının analiz edilmesi de mümkündür.



KAYNAKÇA

- Abolghasemi, M., Khodakarami, V., ve Tehranifard, H. (2015). "A New Approach for Supply Chain Risk Management: Mapping SCOR into Bayesian Network". *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 280-302.
- Adhitya, A., Srinivasan, R., ve Karimi, I. A. (2009). "Supply Chain Risk Identification Using A Hazop Based Approach". *AIChE journal*, 55(6), 1447-1463.
- Ağdaş, M. (2014). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ile Lojistik Tesis Yer Seçimi: Kamu Sektöründe Bir Uygulama*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü.
- Aksakal, E., ve Dağdeviren, M. (2010). "ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.
- Allianz Risk Barometer. (2015). *Allianz Risk Barometer: Top Business Risks 2015*, http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/Allianz-Risk-Barometer-2015_EN.pdf
- Altan, Ş., ve Aydın, E. K. (2015). "Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçimi için Bütünleşik Bir Model Yaklaşımı". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(3), 99-119.
- Alüftekin, N., Yüksel, Ö., Taş, A., Çakar, G. ve Bayraktar, F. (2009). "Küresel Krizden Çıkışta Kümelenme Modeli: Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü Örneği". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 5(10), 1-19.
- Ambulkar, S., Blackhurst, J., ve Grawe, S. (2015). "Firm's Resilience to Supply Chain Disruptions: Scale Development and Empirical Examination". *Journal of Operations Management*, 33, 111-122.
- Amoo Durowoju, O., Kai Chan, H., ve Wang, X. (2012). "Entropy Assessment of Supply Chain Disruption". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(8), 998-1014.

- Anggrahini, D., Karningsih, P. D., ve Sulistiyono, M. (2015). "Managing Quality Risk in A Frozen Shrimp Supply Chain: A Case Study". *Procedia Manufacturing*, 4, 252-260.
- Aqlan, F. (2016). "A Software Application for Rapid Risk Assessment in Integrated Supply Chains". *Expert Systems with Applications*, 43, 109-116.
- Aqlan, F., ve Ali, E. M. (2014). "Integrating Lean Principles and Fuzzy Bow-Tie Analysis for Risk Assessment in Chemical Industry". *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, 29, 39-48.
- Aqlan, F., ve Lam, S. S. (2015). "A Fuzzy-Based Integrated Framework for Supply Chain Risk Assessment". *International Journal of Production Economics*, 161, 54-63.
- Aung, M. M., ve Chang, Y. S. (2014). "Temperature Management for The Quality Assurance of A Perishable Food Supply Chain". *Food Control*, 40, 198-207.
- Autry, C., ve Sanders, N. (2009). "Supply Chain Security: A Dynamic Capabilities Approach". In George A. Zsidisin ve Bob Ritchie (Eds.), *Supply Chain Risk*, (pp. 307-329), US: Springer.
- Aydın, C. (2009). *Tedarik Zincirinde Müşteri Hizmet Düzeyi-Stok Optimizasyonu*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Azad, N., ve Davoudpour, H. (2013). "Designing A Stochastic Distribution Network Model Under Risk". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64(1-4), 23-40.
- Azadeh, A., ve Alem, S. M. (2010). "A Flexible Deterministic, Stochastic and Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach for Supply Chain Risk and Vendor Selection Problem: Simulation Analysis". *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7438-7448.
- Azaron, A., Brown, K. N., Tarim, S. A., ve Modarres, M. (2008). "A Multi-Objective Stochastic Programming Approach for Supply Chain Design Considering Risk". *International Journal of Production Economics*, 116(1), 129-138.

- Badea, A., Prostean, G., Goncalves, G., ve Allaoui, H. (2014). "Assessing Risk Factors in Collaborative Supply Chain with The Analytic Hierarchy Process (AHP)". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 114-123.
- Badurdeen, F., Shuaib, M., Wijekoon, K., Brown, A., Faulkner, W., Amundson, J., ve diğeri. (2014). "Quantitative Modeling and Analysis of Supply Chain Risks Using Bayesian Theory". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 631-654.
- Baghalian, A., Rezapour, S., ve Farahani, R. Z. (2013). "Robust Supply Chain Network Design with Service Level Against Disruptions and Demand Uncertainties: A Real-Life Case". *European Journal of Operational Research*, 227(1), 199-215.
- Bakshi, N., ve Kleindorfer, P. (2009). "Coopetition and Investment for Supply Chain Resilience". *Production and Operations Management*, 18(6), 583-603.
- Balıkçı, Y. (2009). *İşletmelerde Risk Yönetimi*. (1. Baskı), İstanbul: Cinius Yayınları.
- Barutçu, S. (2007). "İnternet Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetimi (Denizli Tekstil İşletmelerinin İnternet Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetiminden Yararlanma Durumuna Yönelik Bir Araştırma)". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18, 133-150.
- Basole, R. C., ve Bellamy, M. A. (2014). "Visual Analysis of Supply Network Risks: Insights from The Electronics Industry". *Decision Support Systems*, 67, 109-120.
- Berle, Ø., Norstad, I., ve Asbjørnslett, B. E. (2013). "Optimization, Risk Assessment and Resilience in LNG Transportation Systems". *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(3), 253-264.
- Biçer, I., ve Hagspiel, V. (2016). "Valuing Quantity Flexibility Under Supply Chain Disintermediation Risk". *International Journal of Production Economics*, 180, 1-15.
- Blackhurst, J. V., Scheibe, K. P., ve Johnson, D. J. (2008). "Supplier Risk Assessment and Monitoring for The Automotive Industry". *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 38(2), 143-165.

- Blos, M. F., Quaddus, M., Wee, H. M., ve Watanabe, K. (2009). "Supply Chain Risk Management (SCRM): A Case Study on The Automotive and Electronic Industries in Brazil". *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(4), 247-252.
- Bluvband, Z., ve Grabov, P. (2009, January). "Failure Analysis of FMEA". In *Reliability and Maintainability, RAMS. Annual* (pp. 344-347). IEEE.
- Bogataj, D., ve Bogataj, M. (2007). "Measuring The Supply Chain Risk and Vulnerability in Frequency Space". *International Journal of Production Economics*, 108(1), 291-301.
- Bradley, J. R. (2014). "An Improved Method for Managing Catastrophic Supply Chain Disruptions". *Business Horizons*, 57(4), 483-495.
- Braunscheidel, M. J., ve Suresh, N. C. (2009). "The Organizational Antecedents of A Firm's Supply Chain Agility for Risk Mitigation and Response". *Journal of Operations Management*, 27(2), 119-140.
- Brun, A., Caridi, M., Salama, K. F., ve Ravelli, I. (2006). "Value and Risk Assessment of Supply Chain Management Improvement Projects". *International Journal of Production Economics*, 99(1), 186-201.
- Brüning, M., Buchholz, J. H., ve Bendul, J. (2014). "Transferability of Self-Healing Principles to The Recovery of Supply Network Disruptions–The Case of Renesas Electronics". *Procedia CIRP*, 19, 14-20.
- Cantor, D. E., Blackhurst, J., Pan, M., ve Crum, M. (2014). "Examining The Role of Stakeholder Pressure and Knowledge Management on Supply Chain Risk and Demand Responsiveness". *The International Journal of Logistics Management*, 25(1), 202-223.
- Carbaugh, R. J. (2013). *Contemporary Economics: An Applications Approach*. (7th. Edition). London: ME Sharpe.
- Carter, D. A., ve Simkins, B. J. (2004). "The Market's Reaction to Unexpected, Catastrophic Events: The Case of Airline Stock Returns and The September 11th Attacks". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(4), 539-558.

- Cavinato, J. L. (2004). "Supply Chain Logistics Risks: From The Back Room To The Board Room". *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 34, 383–387.
- Cendrowski, H., ve Mair, W. C. (2009). *Enterprise Risk Management and COSO: A Guide for Directors, Executives and Practitioners*. John Wiley ve Sons.
- Cesur, K. (2010). *Tekstilde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Performans Değerlendirmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chan, F. T., ve Kumar, N. (2007). "Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP-based Approach". *Omega*, 35(4), 417-431.
- Chang, Y.H., Yeh, C.H. ve Wang, S.Y. (2007). "A Survey and Optimization-based Evaluation of Development Strategies for The Air Cargo Industry". *International Journal of Production Economics*, 106(2), 550-562.
- Chatzidimitriou, K. C., Symeonidis, A. L., Kontogounis, I., ve Mitkas, P. A. (2008). "Agent Mertacor: A Robust Design for Dealing with Uncertainty and Variation in SCM Environments". *Expert Systems with Applications*, 35(3), 591-603.
- Chaudhuri, A., Mohanty, B. K., ve Singh, K. N. (2013). "Supply Chain Risk Assessment During New Product Development: A Group Decision Making Approach Using Numeric and Linguistic Data". *International Journal of Production Research*, 51(10), 2790-2804.
- Chen, C. T. (2000). "Extensions of The TOPSIS for Group Decision-making Under Fuzzy Environment". *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- Chen, J. K. (2007). "Utility Priority Number Evaluation for FMEA". *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 7(5), 321-328.
- Chen, P. S., ve Wu, M. T. (2013). "A Modified Failure Mode and Effects Analysis Method for Supplier Selection Problems The Supply Chain Risk Environment: A Case Study". *Computers and Industrial Engineering*, 66(4), 634-642.

- Cheong, T., ve Song, S. H. (2013). "The Value of Information on Supply Risk Under Random Yields". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 60, 27-38.
- Chowdhury, M. M. H., ve Quaddus, M. A. (2015). "A Multiple Objective Optimization Based QFD Approach for Efficient Resilient Strategies To Mitigate Supply Chain Vulnerabilities: The Case of Garment Industry of Bangladesh". *Omega*, 57, 5-21.
- Christopher, M., ve Peck, H. (2004). "Building The Resilient Supply Chain". *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-29.
https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/2666/3/Building_the_resilient_supply_chain-2003.pdf
- Chopra, S., ve Sodhi, M. S. (2004). "Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 46(1), 53.
- Clemons, R., ve Slotnick, S. A. (2016). "The Effect of Supply-Chain Disruption, Quality and Knowledge Transfer on Firm Strategy". *International Journal of Production Economics*, 178, 169-186.
- CNNMoney.com. (20 Mart 2008). *China steel association denies boycott of Australian spot iron ore imports*.
- Colicchia, C., ve Strozzi, F. (2012). "Supply Chain Risk Management: A New Methodology for A Systematic Literature Review". *Supply Chain Management: An International Journal*, 17, 403–418.
- Costantino, N., ve Pellegrino, R. (2010). "Choosing Between Single and Multiple Sourcing Based on Supplier Default Risk: A Real Options Approach". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(1), 27-40.
- Cranfield University. (2002). "Supply chain Vulnerability", *Executive Report*, http://www.som.cranfield.ac.uk/som/research/centres/lscm/downloads/Vulnerability_report.pdf.
- Cruz, J. M. (2013). "Mitigating Global Supply Chain Risks Through Corporate Social Responsibility". *International Journal of Production Research*, 51(13), 3995-4010.

- Cruz, J. M., Nagurney, A., ve Wakolbinger, T. (2006). “Financial Engineering of The Integration of Global Supply Chain Networks and Social Networks with Risk Management”. *Naval Research Logistics*, 53(7), 674-696.
- Cucchiella, F., ve Gastaldi, M. (2006). “Risk Management in Supply Chain: A Real Option Approach”. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(6), 700-720.
- Demirdöğen, O., ve Küçük, O. (2011). *Üretim İşlemler Yönetimi*. (2.Baskı). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Demirdöğen, O., Tatlı, Y., ve Korucuk, S. (2015). “Türkiye’de ve Dünyada Afet Lojistiği Uygulamalarının Genel Durumu Üzerine Bir Literatür Araştırması”, *IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 21-23 Mayıs 2015, Gümüşhane.
- Demirdöğen, O., Yapraklı, S., Yılmaz, M. K., ve Husain, J. (2010). Customer Risk Perceptions of Internet Banking–A Study In Turkey. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 26(6), 57-68.
- Demirkol, İ., Ünğan, M. C., ve Ayanoğlu, M. (2015). “Tedarik Zinciri Risklerinin İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”. *İşletme Bilimi Dergisi*, 3(1), 20-37.
- Deshmukh, A., ve Millet, I. (1999). “Analytic Hierarchy Process Approach to Assessing The Risk of Management Fraud”. *The Journal of Applied Business Research*, 15 (1), 87-102.
- Diabat, A., Govindan, K., ve Panicker, V. V. (2012). “Supply Chain Risk Management and Its Mitigation in A Food Industry“. *International Journal of Production Research*, 50(11), 3039-3050.
- Diehl, D., ve Spinler, S. (2013). “Defining A Common Ground for Supply Chain Risk Management–A Case Study in The Fast-Moving Consumer Goods Industry”. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(4), 311-327.
- Du, T. C. T., Lee, H. M., ve Chen, A. (2003). “Constructing Federated Databases in Coordinated Supply Chains”. *Decision Support Systems*, 36(1), 49-64.

- Dünya Ekonomik Forumu. (2012). *New models for addressing supply chain and transport risk*.
- Dünya Ekonomik Forumu. (2015). *Global Risks 2015*. (10th. Edition), http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_2015_Report15.pdf
- Ekti, E. (2013). *Tekstil Sektörü Raporu Sektörel Raporlar Serisi V*. Düzce: T.C. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Düzce Yatırım Destek Ofisi.
- Ellegaard, C. (2008). “Supply Risk Management in A Small Company Perspective“. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6), 425-434.
- Ellis, S. C., Henry, R. M., ve Shockley, J. (2010). “Buyer Perceptions of Supply Disruption Risk: A Behavioral View and Empirical Assessment”. *Journal of Operations Management*, 28(1), 34-46.
- Elleuch, H., Hachicha, W., ve Chabchoub, H. (2014). “A Combined Approach for Supply Chain Risk Management: Description and Application to A Real Hospital Pharmaceutical Case Study”. *Journal of Risk Research*, 17(5), 641-663.
- Eraslan, İ. H., Bakan, İ. ve Helvacıoğlu Kuyucu, A. D. (2008). “Türk Tekstil ve Hazırgiyim Sektörünün Uluslararası Rekabetçilik Düzeyinin Analizi”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 265-300.
- Eroğlu, Ö. (2014). *Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü.
- Fan, Y., Heilig, L., ve Voß, S. (2015, August). “Supply Chain Risk Management in the Era of Big Data”. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 283-294). Springer International Publishing.
- Fang, J., Zhao, L., Fransoo, J. C., ve Van Woensel, T. (2013). “Sourcing Strategies in Supply Risk Management: An Approximate Dynamic Programming Approach”. *Computers and Operations Research*, 40(5), 1371-1382.
- Fazli, S., Mavi, R. K., ve Vosooghizadeh, M. (2015). “Crude Oil Supply Chain Risk Management with DEMATEL–ANP”. *Operational Research*, 15(3), 453-480.

- Finch, P. (2004). "Supply Chain Risk Management". *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(2), 183-196.
- Gaonkar, R. S., ve Viswanadham, N. (2007). "Analytical Framework for The Management of Risk in Supply Chains". *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 4(2), 265-273.
- Gaudenzi, B., ve Borghesi, A. (2006). "Managing Risks in The Supply Chain Using The AHP Method". *The International Journal of Logistics Management*, 17(1), 114-136.
- Ge, H., Nolan, J., Gray, R., Goetz, S., ve Han, Y. (2016). "Supply Chain Complexity and Risk Mitigation—A Hybrid Optimization—Simulation Model". *International Journal of Production Economics*, 179, 228-238.
- Georgiadis, M. C., Tsiakis, P., Longinidis, P., ve Sofioglou, M. K. (2011). "Optimal Design of Supply Chain Networks Under Uncertain Transient Demand Variations". *Omega*, 39(3), 254-272.
- Ghadge, A., Dani, S., Chester, M., ve Kalawsky, R. (2013). "A Systems Approach for Modelling Supply Chain Risks". *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(5), 523-538.
- Ghadge, A., Dani, S., ve Kalawsky, R. (2012). "Supply Chain Risk Management: Present and Future Scope". *The International Journal of Logistics Management*, 23(3), 313-339.
- Giri, B. C. (2011). "Managing Inventory with Two Suppliers Under Yield Uncertainty and Risk Aversion". *International Journal of Production Economics*, 133(1), 80-85.
- Goh, M., Lim, J. Y., ve Meng, F. (2007). "A Stochastic Model for Risk Management in Global Supply Chain Networks". *European Journal of Operational Research*, 182(1), 164-173.
- Govan, F. (31 Mayıs 2011). *Spain calls for compensation after being 'wrongly' blamed for E.coli cucumbers* <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/spain/8548296/Spain-calls-for-compensation-after-being-wrongly-blamed-for-E.coli-cucumbers.html>.

- Guo, C., Liu, X., Jin, M., ve Lv, Z. (2016). “The Research on Optimization of Auto Supply Chain Network Robust Model Under Macroeconomic Fluctuations”. *Chaos, Solitons and Fractals*, 89, 105-114.
- Gümüş, M., Ray, S., ve Gurnani, H. (2012). “Supply-side Story: Risks, Guarantees, Competition, and Information Asymmetry”. *Management Science*, 58(9), 1694-1714.
- Güven, B. (2010). *Arz Zinciri Risklerinin Yönetiminde Enformasyon Teknolojilerinin Kullanımı*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güzel, D., ve Erdal, H. (2015). “A Comparative Assesment of Facility Location Problem via fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR: A Case Study on Security Services”. *International Journal of Business and Social Research*, 5(5), 49-61, 2015.
- Hahn, G. J., ve Kuhn, H. (2012a). “Value-Based Performance And Risk Management In Supply Chains: A Robust Optimization Approach”. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 135-144.
- Hahn, G. J., ve Kuhn, H. (2012b). “Designing Decision Support Systems for Value-based Management: A Survey and An Architecture”. *Decision Support Systems*, 53(3), 591-598.
- Hale, T., ve Moberg, C. R. (2005). “Improving Supply Chain Disaster Preparedness: A Decision Process for Secure Site Location”. *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 35(3), 195-207.
- Haleh, H., ve Hamidi, A. (2011). “A Fuzzy MCDM Model for Allocating Orders to Suppliers in A Supply Chain Under Uncertainty Over A Multi-period Time Horizon”. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9076-9083.
- Halkbank. (Aralık 2010). *Halkbank Kurumsal Sosyal Sorumluluk Projesi – Tekstil ve Hazır Giyim Sektör Raporu*, http://www.riskmedakademi.com.tr/images/stories/dokumanlar/tekstil_sektor_raporu.pdf.

- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V. M., ve Tuominen, M. (2004). "Risk Management Processes in Supplier Networks". *International Journal of Production Economics*, 90(1), 47-58.
- Hallikas, J., Puumalainen, K., Vesterinen, T., ve Virolainen, V. M. (2005). "Risk-based Classification of Supplier Relationships". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(2), 72-82.
- Handfield, R. B., Blackhurst, J., Elkins, D., ve Craighead, C. W. (2007). "A Framework for Reducing The Impact of Disruptions to The Supply Chain: Observations from Multiple Executives". *Supply Chain Risk Management: Minimizing Disruption in Global Sourcing*. (pp. 29-49). Boca Raton, FL: Taylor and Francis.
- Harland, C., Brenchley, R., ve Walker, H. (2003). "Risk in Supply Networks". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 51-62.
- Hashemi, S. H., Karimi, A., ve Tavana, M. (2015). "An Integrated Green Supplier Selection Approach with Analytic Network Process and Improved Grey Relational Analysis". *International Journal of Production Economics*, 159, 178-191.
- He, Y. (2013). "Sequential Price and Quantity Dcisions Under Supply and Demand Risks". *International Journal of Production Economics*, 141(2), 541-551.
- Heckmann, I., Comes, T., ve Nickel, S. (2015). "A Critical Review on Supply Chain Risk-Definition, Measure and Modeling". *Omega*, 52, 119-132.
- Hendricks, K. B., ve Singhal, V. R. (2003). "The Effect of Supply Chain Glitches on Shareholder Wealth". *Journal of Operations Management*, 21(5), 501-522.
- Hendricks, K. B., ve Singhal, V. R. (2005a). "An Empirical Analysis of The Effect of Supply Chain Disruptions on Long-run Stock Price Performance and Equity Risk of The Firm". *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52.
- Hishamuddin, H., Sarker, R. A., ve Essam, D. (2013). "A Recovery Model for A Two-echelon Serial Supply Chain with Consideration of Transportation Disruption". *Computers and Industrial Engineering*, 64(2), 552-561.

- Ho, W., Dey, P. K., ve Lockström, M. (2011). “Strategic Sourcing: A Combined QFD and AHP Approach in Manufacturing”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 446-461.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., ve Talluri, S. (2015). “Supply Chain Risk Management: A Literature Review”. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069.
- Hussain, M., Awasthi, A., ve Tiwari, M. K. (2016). “Interpretive Structural Modeling-Analytic Network Process Integrated Framework for Evaluating Sustainable Supply Chain Management Alternatives”. *Applied Mathematical Modelling*, 40(5), 3671-3687.
- Iakovou, E., Vlachos, D., ve Xanthopoulos, A. (2010). “A Stochastic Inventory Management Model for A Dual Sourcing Supply Chain with Disruptions”. *International Journal of Systems Science*, 41(3), 315-324.
- ISO, International Standards Organisation. (2009). *Risk Management Vocabulary*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en>.
- İTKİB, İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri. (Nisan 2016). *Türkiye Genel, Hazır Giyim ve Tekstil Dış Ticareti 2007-2015 Yıllık*, <http://www.ithib.org.tr/tr/bilgi-bankasi-istatistik-yillik-istatistik-rakamlari.html>.
- Ji, G., ve Zhu, C. (2012). “A Study on Emergency Supply Chain and Risk Based on Urgent Relief Service in Disasters”. *Systems Engineering Procedia*, 5, 313-325.
- Jüttner, U., Peck, H., ve Christopher, M. (2003). “Supply Chain Risk Management: Outlining An Agenda for Future Research”. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 6(4), 197-210.
- Jüttner, U., ve Ziegenbein, A. (2009). “Supply Chain Risk Management for Small and Medium-sized Businesses”. In *Supply Chain Risk* (pp. 199-217). Springer US.
- Kaba, N. (2013). *Lojistik İşletmesinde Risk Odaklı Bir Yönetim*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kar, A., (2010), “Risk in Supply Chain Management”, <http://business-fundas.com/2010/risk-in-supply-chain-management>.

- Kara, M.E. ve Fırat, Ü.O. (2015). “Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Gelişmesini Tetikleyen Risk Olayları Üzerine Bir İnceleme”, *IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 21-23 Mayıs 2015, Gümüşhane.
- Karabay, G. (2006). *Tekstil Sektöründe Tedarik Zinciri Uygulamalarının Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, M., ve Özer, Ö.. (2012). “Pricing in Business-to-Business Contracts: Sharing Risk, Profit, and Information”, Özalp Özer ve Robert Phillips (Eds.). *The Oxford Handbook of Pricing Management*, (pp. 738-783).
- Kayis, B., ve Karningsih, P.D. (2012). “SCRIS: A Knowledge-based System Tool for Assisting Manufacturing Organizations in Identifying Supply Chain Risks”. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7), 834-852.
- Keren, B. (2009). “The Single-period Inventory Problem: Extension to Random Yield from The Perspective of The Supply Chain”. *Omega*, 37(4), 801-810.
- Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., ve Moder, M. (2012). “Supply Risk Management: Model Development and Empirical Analysis”. *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 42(1), 60-82.
- Khilwani, N., Tiwari, M. K., ve Sabuncuoglu, I. (2011). “Hybrid Petri-nets for Modelling and Performance Evaluation of Supply Chains”. *International Journal of Production Research*, 49(15), 4627-4656.
- Kırılmaz, O. (2014). *Tedarik Zinciri Şebekesinde Risk Yönetimi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Uygulama*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kırılmaz, O., ve Erol, S. (2016). “A Proactive Approach to Supply Chain Risk Management: Shifting Orders Among Suppliers to Mitigate The Supply Side Risks”. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 23(1), 54-65.
- Kim, K., Kim, H., Kim, S. K., ve Jung, J. Y. (2016). “I-RM: An Intelligent Risk Management Framework for Context-aware Ubiquitous Cold Chain Logistics”. *Expert Systems with Applications*, 46, 463-473.

- Kim, S. H., Fowler, J. W., Shunk, D. L., ve Pfund, M. E. (2012). "Improving The Push-pull Strategy in A Serial Supply Chain by A Hybrid Push-pull Control with Multiple Pulling Points. *International Journal of Production Research*, 50(19), 5651-5668.
- Kleindorfer, P. R., ve Saad, G. H. (2005). "Managing Disruption Risks in Supply Chains". *Production and Operations Management*, 14(1), 53-68.
- Koch, C. (2004). "Nike Rebounds: How (and Why) Nike Recovered from Its Supply Chain Diaster". *CIO Australia's Magazine for Executives*. http://www.cio.com.au/article/166633/nike_rebounds/.
- Kull, T.J., ve Closs, D. (2008). The Risk of Second-tier Supplier Failures in Serial Supply Chains: Implications for Order Policies and Distributor Autonomy". *European Journal of Operational Research*, 186(3), 1158-1174.
- Kull, T. J., ve Talluri, S. (2008). "A Supply Risk Reduction Model Using Integrated Multicriteria Decision Making". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 409-419.
- Kumar, M., Vrat, P., ve Shankar, R. (2006). "A Fuzzy Programming Approach for Vendor Selection Problem in A Supply Chain". *International Journal of Production Economics*, 101(2), 273-285.
- Kumar, S. K., Tiwari, M. K., ve Babiceanu, R. F. (2010). "Minimisation of Supply Chain Cost with Embedded Risk Using Computational Intelligence Approaches". *International Journal of Production Research*, 48(13), 3717-3739.
- Küçüksolak, B. T. (2015). *Dünyada ve Türkiye’de Lojistik Eğitimi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversiteis Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lam, J. S. L., ve Bai, X. (2016). "A Quality Function Deployment Approach to Improve Maritime Supply Chain Resilience". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 92, 16-27.
- Lavastre, O., Gunasekaran, A., ve Spalanzani, A. (2012). "Supply Chain Risk Management in French Companies". *Decision Support Systems*, 52(4), 828-838.

- Le, H. Q., Arch-Int, S., Nguyen, H. X., ve Arch-Int, N. (2013). "Association Rule Hiding in Risk Management for Retail Supply Chain Collaboration". *Computers in Industry*, 64(7), 776-784.
- Lee, H. L. (2004). "The Triple-A Supply Chain". *Harvard Business Review*, 82(10), 102-113.
- Li, C., Ren, J., ve Wang, H. (2016). "A System Dynamics Simulation Model of Chemical Supply Chain Transportation Risk Management Systems". *Computers and Chemical Engineering*, 89, 71-83.
- Li, J., Wang, S., ve Cheng, T. E. (2010). "Competition and Cooperation in A Single-retailer Two-supplier Supply Chain with Supply Disruption". *International Journal of Production Economics*, 124(1), 137-150.
- Li, R. J., (1999), "Fuzzy Method in Group Decision Making", *Computers and Mathematics with Applications*, 38(1), 91-101.
- Lin, C. J., ve Wu, W. W. (2008). "A Causal Analytical Method for Group Decision-making Under Fuzzy Environment". *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205-213.
- Lin, Y., ve Zhou, L. (2011). "The Impacts of Product Design Changes on Supply Chain Risk: A Case Study". *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 41(2), 162-186.
- Liu, L., Li, S., ve Wu, Y. (2014). "Supply Chain Risk Management in Chinese Chemical Industry Based on Stochastic Chance-Constrained Programming Model". *Applied Mathematics and Information Sciences*, 8(3), 1201.
- Liu, Z., ve Cruz, J. M. (2012). "Supply Chain Networks with Corporate Financial Risks and Trade Credits Under Economic Uncertainty". *International Journal of Production Economics*, 137(1), 55-67.
- Lockamy III, A. (2014). "Assessing Disaster Risks in Supply Chains". *Industrial Management and Data Systems*, 114(5), 755-777.

- Lockamy III, A., ve McCormack, K. (2010). "Analysing Risks in Supply Networks to Facilitate Outsourcing Decisions". *International Journal of Production Research*, 48(2), 593-611.
- Luthra, S., ve Haleem, A. (2015). "Hurdles in Implementing Sustainable Supply Chain Management: An Analysis of Indian Automobile Sector". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 189, 175-183.
- Maclean-Bristol, C. (2008) "Business Continuity's Role in Supply Chain Resilience", <http://www.continuitycentral.com/feature0558.htm>.
- Mangla, S. K., Kumar, P., ve Barua, M. K. (2015). "Risk Analysis in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP Approach: A Case Study". *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390.
- Manuj, I. ve Dittmann, J.P. (2011). "Current State of Risk Management in Global Sourcing". O. Khan ve G.A. Zsidisin (Eds.). *Handbook for Supply Chain Risk Management: Case Studies, Effective Practices and Emerging Trends*. (pp. 11-28). Florida, ABD: J.Ross Publishing.
- Manuj, I., ve Mentzer, J. T. (2008a). "Global Supply Chain Risk Management". *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-155.
- Manuj, I., ve Mentzer, J. T. (2008b). "Global Supply Chain Risk Management Strategies". *International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management*, 38(3), 192-223.
- Meena, P. L., ve Sarmah, S. P. (2013). "Multiple Sourcing Under Supplier Failure Risk and Quantity Discount: A Genetic Algorithm Approach". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 50, 84-97.
- Merna, A., ve Smith, N. J. (1999). "Privately Financed Infrastructure in The 21st Century". In Proceedings of the Institution of Civil Engineers. *Civil Engineering*, 132 (4), 166-173.
- Meulbrook, L. (2000). "Total Strategies for Company-wide Risk Control". *Financial Times*, 9, 1-4.

- Michalski, L. (2000). "How to Identify Vendor Risk". *Pharmaceutical Technology*, 24(10), 180-184.
- Minahan, T. (2005). *The Supply Risk Benchmark Report*. Boston, MA: Aberdeen Group.
- Moon, J.H. and Kang, C.S. (2001). "Application of Fuzzy Decision Making Method to The Evaluation of Spent Fuel Storage Options". *Progress in Nuclear Energy*, 39(3), 345-351.
- Muchfirodin, M., Guritno, A. D., ve Yuliando, H. (2015). "Supply Chain Risk Management on Tobacco Commodity in Temanggung, Central Java (Case Study at Farmers and Middlemen Level)". *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 235-240.
- Mueller, J., ve Stewart, M. G. (2011). "Balancing The Risks, Benefits, and Costs of Homeland Security". *Homeland Security Affairs*, 7(1).
- Nakashima, K., ve Gupta, S. M. (2012). "A Study on The Risk Management of Multi Kanban System in A Closed Loop Supply Chain". *International Journal of Production Economics*, 139(1), 65-68.
- Neiger, D., Rotaru, K., ve Churilov, L. (2009). "Supply Chain Risk Identification with Value-focused Process Engineering". *Journal of Operations Management*, 27(2), 154-168.
- Ngai, E. W., ve Wat, F. K. T. (2005a). "Fuzzy Decision Support System for Risk Analysis in E-commerce Development". *Decision Support Systems*, 40(2), 235-255.
- Niknejad, A., ve Petrovic, D. (2016). "A Fuzzy Dynamic Inoperability Input-output Model for Strategic Risk Management in Global Production Networks". *International Journal of Production Economics*, 179, 44-58.
- Norlaile, S. H. ve Abu Bakar, A.H. (2015). "Supply Chain Risk Management in Automotive Small and Medium Enterprises in Malaysia". *Applied Mechanics and Materials*, 773, 799-803.

- Norrman, A., ve Jansson, U. (2004). "Ericsson's Proactive Supply Chain Risk Management Approach After A Serious Sub-supplier Accident". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(5), 434-456.
- Nunes, P., Oliveira, F., Hamacher, S., ve Almansoori, A. (2015). "Design of A Hydrogen Supply Chain with Uncertainty". *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(46), 16408-16418.
- Oehmen, J., Ziegenbein, A., Alard, R., ve Schönsleben, P. (2009). "System-oriented Supply Chain Risk Management". *Production Planning and Control*, 20(4), 343-361.
- Ohmori, S., ve Yoshimoto, K. (2013). "A Framework of Managing Supply Chain Disruption Risks Using Network Reliability". *Industrial Engineering and Management Systems*, 12(2), 103-111.
- Olson, D. L., ve Wu, D.D. (2010). "A Review of Enterprise Risk Management in Supply Chain". *Kybernetes*, 39(5), 694-706.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2003). "Defuzzification within A Multicriteria Decision Model". *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(5), 635-652.
- Öztürk, O. (2009). *Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pak, C. (2010). *Güvenlik Stoğu Nasıl Hesaplanır?* http://www.cengizpak.com.tr/FREE/GUVENLIKSTOGU_CENGIZPAK.pdf
- Patil, S.K. ve Kant, R. (2014). "A Hybrid Approach Based on Fuzzy DEMATEL and FMCDM to Predict Success of Knowledge Management Adoption in Supply Chain". *Applied Soft Computing*, 18, 126-135.
- Peck, H. (2006). "Reconciling Supply Chain Vulnerability, Risk and Supply Chain Management". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(2), 127-142.

- Peng, M., Peng, Y., ve Chen, H. (2014). "Post-seismic Supply Chain Risk Management: A System Dynamics Disruption Analysis Approach for Inventory and Logistics Planning". *Computers and Operations Research*, 42, 14-24.
- Pillay, A. ve Wang J. (2003). "Technology and Safety of Marine Sstems". Bhattacharyya, R. ve McCormick, M.E. (Eds.). *Elsevier Ocean Engineering Book Series*. Vol. 7. UK: Oxford.
- Poirier, C.C. ve Quinn, F.J. (2004). "How Are We Doing: A Survey of Supply Chain Progress". *Supply Chain Management Review*, 8 (8), 24-31.
- Poojari, C. A., Lucas, C., ve Mitra, G. (2008). "Robust Solutions and Risk Measures for A Supply Chain Planning Problem Under Uncertainty". *Journal of the Operational Research Society*, 59(1), 2-12.
- Prostean, G., Badea, A., Vasar, C., ve Octavian, P. (2014). "Risk Variables in Wind Power Supply Chain". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 124-132.
- Pujawan, I.N, ve Geraldin, L. H. (2009). "House of Risk: A Model for Proactive Supply Chain Risk Management". *Business Process Management Journal*, 15(6), 953-967.
- PwCandMIT Forum. (2013). *PwC and the MIT Forum for Supply Chain Innovation. Making the Right Risk Decisions to Strengthen Operations Performance* https://www.pwc.com/gx/en/operations-consulting-services/pdf/pwc-and-the-mit-forum-for-supply-chain-innovation_making-the-right-risk-decisions-to-strengthen-operations-performance_st-13-0060.pdf.
- Qi, L., ve Lee, K. (2015). "Supply Chain Risk Mitigations with Expedited Shipping". *Omega*, 57, 98-113.
- Qiang, P., ve Nagurney, A. (2012). "A Bi-criteria Indicator to Assess Supply Chain Network Performance for Critical Needs Under Capacity and Demand Disruptions". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(5), 801-812.
- Qu, S. J., Goh, M., De Souza, R., ve Wang, T. N. (2014). "Proximal Point Algorithms for Convex Multi-criteria Optimization with Applications to Supply Chain Risk

- Management". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 163(3), 949-956.
- Raj Sinha, P., Whitman, L. E., ve Malzahn, D. (2004). "Methodology to Mitigate Supplier Risk in An Aerospace Supply Chain". *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(2), 154-168.
- Rangone, A. (1996). "An Analytic Hierarchy Process Framework for Comparing The Overall Performance of Manufacturing Departments". *International Journal of Operation and Production Management*, 16 (8), 104-119.
- Rao, S., Goldsby, T.J., (2009). "Supply Chain Risks: A Review and Typology". *The International Journal of Logistics Management*, 20, 97-123.
- Ravindran, A. R., Ufuk Bilsel, R., Wadhwa, V., ve Yang, T. (2010). "Risk Adjusted Multicriteria Supplier Selection Models with Applications". *International Journal of Production Research*, 48(2), 405-424.
- Reger, M., ve Larkin, J. (2008). "Risk Issues and Crisis Management". In *Public Relations: A Casebook Of Best Practice*. Kogan Page Publishers.
- Ritchie, B., ve Brindley, C. (2007b). "An Emergent Framework for Supply Chain Risk Management and Performance Measurement". *Journal of The Operational Research Society*, 58(11), 1398-1411.
- Rothstein, R. (1997). "Union Strength in The United States: Lessons from The UPS Strike". *International Labour Review*, 136(4), 469-491.
- Rowat, C. (2003). "Supply-chain Risk and Vulnerability Workshop", *Logistics and Transports Focus*, 5(2), 68-69.
- Ruiz-Torres, A. J., Mahmoodi, F., ve Zeng, A. Z. (2013). "Supplier Selection Model with Contingency Planning for Supplier Failures". *Computers and Industrial Engineering*, 66(2), 374-382.
- Saaty, T. L., ve Ozdemir, M. S. (2003). "Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two". *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3), 233-244.

- Salkın, S. C. (2014). *Geleneksel ve E-ticaret Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Sistem Dinamiği Yaklaşımıyla Modellenmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 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.
- Sawik, T. (2013a). “Integrated Selection of Suppliers and Scheduling of Customer Orders in The Presence of Supply Chain Disruption Risks”. *International Journal of Production Research*, 51(23-24), 7006-7022.
- Sawik, T. (2013b). “Selection of Resilient Supply Portfolio Under Disruption Risks”. *Omega*, 41(2), 259-269.
- Sawik, T. (2015). “Integrated Supply Chain Scheduling Under Multi-Level Disruptions”. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1515-1520.
- Sawik, T. (2016). “Integrated Supply, Production and Distribution Scheduling Under Disruption Risks”. *Omega*, 62, 131-144.
- Schmitt, A. J. (2011). “Strategies for Customer Service Level Protection Under Multi-echelon Supply Chain Disruption Risk”. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(8), 1266-1283.
- Schoenherr, T., Tummala, V. R., ve Harrison, T. P. (2008). “Assessing Supply Chain Risks with The Analytic Hierarchy Process: Providing Decision Support for The Offshoring Decision by A US Manufacturing Company”. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 14(2), 100-111.
- SCRLC, Supply Chain Risk Leadersip Council. (2011). *Supply Chain Risk Management: A Compilation of Best Practices*. Unpublished document. Online http://www.scrhc.com/articles/Supply_Chain_Risk_Management_A_Compilation_of_Best_Practices_final [1]. pdf.
- Shakourloo, A., Kazemi, A., ve Javad, M. O. M. (2016). “A New Model for More Effective Supplier Selection and Remanufacturing Process in A Closed-loop Supply Chain”. *Applied Mathematical Modelling*, 40(23), 9914-9931.

- Sheffi, Y. (2001). "Supply Chain Management Under The Threat of International Terrorism". *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 1-11.
- Sheffi, Y., ve Rice Jr, J. B. (2005). "A Supply Chain View of The Resilient Enterprise". *MIT Sloan Management Review*, 47(1), 41.
- Sherwin, M. D., Medal, H., ve Lapp, S. A. (2016). "Proactive Cost-effective Identification and Mitigation of Supply Delay Risks in A Low Volume High Value Supply Chain Using Fault-tree Analysis". *International Journal of Production Economics*, 175, 153-163.
- Singhal, P., Agarwal, G., ve Mittal, M. L. (2011). "Supply Chain Risk Management: Review, Classification and Future Research Directions". *International Journal of Business Science and Applied Management*, 6(3), 15-42.
- Singhal, V.R. (2008). *Managing Supply Chain Risks*. <http://www.mhi.org/media/news/7777>.
- Sodhi, M. S., Son, B. G., ve Tang, C. S. (2012). "Researchers' Perspectives on Supply Chain Risk Management". *Production and Operations Management*, 21(1), 1-13.
- Sodhi, M. S., ve Tang, C. S. (2012). *Managing Supply Chain Risk* (Vol. 172). Springer Science ve Business Media.
- Son, J. Y., ve Orchard, R. K. (2013). "Effectiveness of Policies for Mitigating Supply Disruptions". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 43(8), 684-706.
- Souter, G. (2000). "Risks from Supply Chain Also Demand Attention". *Business Insurance*, 34(20), 26-28.
- Speier, C., Whipple, J. M., Closs, D. J., ve Voss, M. D. (2011). "Global Supply Chain Design Considerations: Mitigating Product Safety and Security Risks". *Journal of Operations Management*, 29(7), 721-736.
- Suharjito, M., ve Marimin, M. (2015). DSS for Agricultural Products Supply Chain Risk Balancing Using Stakeholder Dialogues and Fuzzy Nonlinear Regression". *International Journal of Hybrid Information Technology*, 8(1), 11-26.

- Swiss Re. (2016). *Natural Catastrophes and Man-made Disasters in 2015*.
<http://www.swissre.com/sigma/?year=2016#anchor0>.
- Talluri, S., Kull, T. J., Yildiz, H., ve Yoon, J. (2013). "Assessing The Efficiency of Risk Mitigation Strategies in Supply Chains". *Journal of Business Logistics*, 34(4), 253-269.
- Talluri, S., ve Narasimhan, R. (2003). "Vendor Evaluation with Performance Variability: A Max-min Approach". *European Journal of Operational Research*, 146(3), 543-552.
- Talluri, S., Narasimhan, R., ve Chung, W. (2010). "Manufacturer Cooperation in Supplier Development Under Risk". *European Journal of Operational Research*, 207(1), 165-173.
- Talluri, S., Narasimhan, R., ve Nair, A. (2006). "Vendor Performance with Supply Risk: A Chance-constrained DEA Approach". *International Journal of Production Economics*, 100(2), 212-222.
- Takata, S., ve Yamanaka, M. (2013). "BOM Based Supply Chain Risk Management". *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 62(1), 479-482.
- Tang, C.S., (2006a). "Perspectives in Supply Chain Risk Management". *International Journal of Production Economics*, 103, 451-488.
- Tang, C. S. (2006b). "Robust Strategies for Mitigating Supply Chain Disruptions". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33-45.
- Tang, C.S, ve Tomlin, B. (2008). "The Power of Flexibility for Mitigating Supply Chain Risks". *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12-27.
- Tapiero, C. S. (2007). "Consumers Risk and Quality Control in A Collaborative Supply Chain". *European Journal of Operational Research*, 182(2), 683-694.
- Tang, O., ve Musa, S. N. (2011). "Identifying Risk Issues and Research Advancements in Supply Chain Risk Management". *International Journal of Production Economics*, 133(1), 25-34.

- Tang, Y.C. (2009). “An Approach to Budget Allocation for An Aerospace Company Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Network”. *Neurocomputing*, 72, 3477–3489.
- Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi , CSCMP. (2013) . “Supply Chain Management Terms and Glossary “, http://cscmp.org/imis0/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921.
- Thun, J. H., ve Hoenig, D. (2011). “An Empirical Analysis of Supply Chain Risk Management in The German Automotive Industry”. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249.
- Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. Ankara: Türkmen Kitabevi.
- Tracey, M., ve Tan, C.L. (2001). “Empirical Analysis of Supplier Selection and Involvement, Customer Satisfaction, and Firm Performance”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(4), 174-188.
- Trkman, P., ve McCormack, K. (2009). “Supply Chain Risk in Turbulent Environments-A Conceptual Model for Managing Supply Chain Network Risk”. *International Journal of Production Economics*, 119(2), 247-258.
- Tsai, M. C., Liao, C. H., ve Han, C. S. (2008). “Risk Perception on Logistics Outsourcing of Retail Chains: Model Development and Empirical Verification in Taiwan”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6), 415-424.
- Tummala, R., ve Schoenherr, T. (2011a). “Assessing and Managing Risks Using The Supply Chain Risk Management Process (SCRMP)”. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483.
- Tuncel, G., ve Alpan, G. (2010). “Risk Assessment and Management for Supply Chain Networks: A Case Study”. *Computers in Industry*, 61(3), 250-259.
- Türker, T. (2012). *Üniversitelerde Bölümlerin Performanslarının Değerlendirilmesinde Bulanık DEMATEL ve Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemlerinin Kullanımı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak: Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Vanany, I., Zailani, S., ve Pujawan, N. (2009). "Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research". *IGI Global*, 16-33.
- Vesa, J. (2005). *Mobile Services in The Networked Economy*. IGI Global.
- Vilko, J. P., ve Hallikas, J. M. (2012a). "Risk Assessment in Multimodal Supply Chains". *International Journal of Production Economics*, 140(2), 586-595.
- Viswanadham, N., ve Samvedi, A. (2013). "Supplier Selection Based on Supply Chain Ecosystem, Performance and Risk Criteria". *International Journal of Production Research*, 51(21), 6484-6498.
- Wagner, S. M., ve Bode, C. (2006). "An Empirical Investigation into Supply Chain Vulnerability". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(6), 301-312.
- Wagner, S. M., ve Bode, C. (2008). "An Empirical Examination of Supply Chain Performance along Several Dimensions of Risk". *Journal of Business Logistics*, 29(1), 307-325.
- Wakolbinger, T., ve Cruz, J. M. (2011). "Supply Chain disruption Risk Management Through Strategic Information Acquisition and Sharing and Risk-sharing Contracts". *International Journal of Production Research*, 49(13), 4063-4084.
- Wang, X., Chan, H. K., Yee, R. W., ve Diaz-Rainey, I. (2012). "A Two-stage Fuzzy-AHP Model for Risk Assessment of Implementing Green Initiatives in The Fashion Supply Chain". *International Journal of Production Economics*, 135(2), 595-606.
- Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., ve Yang, J. B. (2009). "Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean". *Expert Systems With Applications*, 36(2), 1195-1207.
- Wang, Z., Mathiyazhagan, K., Xu, L., ve Diabat, A. (2016). "A Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Approach to Analyze The Barriers to Green Supply Chain Management Adoption in A Food Packaging Company". *Journal of Cleaner Production*, 117, 19-28.
- Waters, D. (2011). *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics*. Kogan Page Publishers.

- Williams, K. (2008). "Supply Chain Risks: Are You Prepared?". *Strategic Finance*, N.J: Montvale, 89 (11), 23,61.
- Wolden, M., Valverde, R., ve Talla, M. (2015). "The Effectiveness of COBIT 5 Information Security Framework for Reducing Cyber Attacks on Supply Chain Management System". *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1846-1852.
- Wu, D., ve Olson, D. L. (2008). "Supply Chain Risk, Simulation, and Vendor Selection". *International Journal of Production Economics*, 114(2), 646-655.
- Wu, D., Wu, D. D., Zhang, Y., ve Olson, D. L. (2013). "Supply Chain Outsourcing Risk Using An Integrated Stochastic-fuzzy Optimization Approach". *Information Sciences*, 235, 242-258.
- Wu, D. D., ve Olson, D.L. (2010). "Enterprise Risk Management: A DEA VaR Approach in Vendor Selection". *International Journal of Production Research*, 48(16), 4919-4932.
- Wu, D. D., Zhang, Y., Wu, D., ve Olson, D. L. (2010). "Fuzzy Multi-objective Programming for Supplier Selection and Risk Modeling: A Possibility Approach". *European Journal of Operational Research*, 200(3), 774-787.
- Wu, H. H., ve Chang, S. Y. (2015). "A Case Study of Using DEMATEL Method to Identify Critical Factors in Green Supply Chain Management". *Applied Mathematics and Computation*, 256, 394-403.
- Wu, K. J., Liao, C. J., Tseng, M. L., Lim, M. K., Hu, J., ve Tan, K. (2016). "Toward Sustainability: Using Big Data to Explore The Decisive Attributes of Supply Chain Risks and Uncertainties". *Journal of Cleaner Production*, 142, 663-676.
- Wu, T., Blackhurst, J., ve Chidambaram, V. (2006). "A Model for Inbound Supply Risk Analysis". *Computers in Industry*, 57(4), 350-365.
- Wu, T., Blackhurst, J., ve O'Grady, P. (2007). "Methodology for Supply Chain Disruption Analysis". *International Journal of Production Research*, 45(7), 1665-1682.

- Wu, W.W. ve Lee, Y.T. (2007). "Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method". *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.
- Xia, D., ve Chen, B. (2011). "A Comprehensive Decision-making Model for Risk Management of Supply Chain". *Expert Systems with Applications*, 38(5), 4957-4966.
- Xiao, N., Huang, H. Z., Li, Y., He, L., ve Jin, T. (2011). "Multiple Failure Modes Analysis and Weighted Risk Priority Number Evaluation in FMEA". *Engineering Failure Analysis*, 18(4), 1162-1170.
- Yeh, C. H., ve Deng, H. (2004). "A Practical Approach to Fuzzy Utilities Comparison in Fuzzy Multicriteria Analysis". *International Journal of Approximate Reasoning*, 35(2), 179-194.
- Yu, H., Zeng, A. Z., ve Zhao, L. (2009). "Single or Dual Sourcing: Decision-making in The Presence of Supply Chain Disruption Risks". *Omega*, 37(4), 788-800.
- Zhalechian, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Zahiri, B., ve Mohammadi, M. (2016). "Sustainable Design of A Closed-loop Location-routing-inventory Supply Chain Network under Mixed Uncertainty". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 89, 182-214.
- Zhang, K., Chai, Y., Yang, S. X., ve Weng, D. (2011). "Pre-warning Analysis and Application in Traceability Systems for Food Production Supply Chains". *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2500-2507.
- Zhao, R., Liu, Y., Zhang, N., ve Huang, T. (2016). "An Optimization Model for Green Supply Chain Management by Using A Big Data Analytic Approach". *Journal of Cleaner Production*, 142, 1085-1097.
- Zsidisin, G. A. (2003a). "Managerial Perceptions of Supply Risk". *Journal of Supply Chain Management*, 39(4), 14-26.
- Zsidisin, G. A. (2003b). "A Grounded Definition of Supply Risk". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(5), 217-224.

- Zsidisin, G. A., ve Ellram, L. (1999). "Supply Risk Assessment Analysis". *Best Practices in Purchasing ve Supply Chain Management*, 2(4), 9-12.
- Zsidisin, G. A., ve Ellram, L. M. (2003). "An Agency Theory Investigation of Supply Risk Management". *Journal of Supply Chain Management*, 39(2), 15-27.
- Zsidisin, G. A., ve Ritchie, B. (2009). "Supply Chain Risk Management–Developments, Issues and Challenges". In *Supply Chain Risk* (pp. 1-12). US: Springer.



EKLER

EK 1. Geliştirilen Modelin GAMS Kodu

Sets

i tedarikciler kumesi /1*4/
 j uretim tesisleri /1*3/
 t planlama planlama periyotlari /1*3/

Table D(j,t) uretim tesislerinin talep miktarı

\$include "C:\Users\hamit\Desktop\gams-verisetleri\tez-veri7\D1.txt" ;

Table CO(i,j) bir birim malzemeyi siparis maliyeti

\$include "C:\Users\hamit\Desktop\gams-verisetleri\tez-veri7\CO1.txt" ;

Table CP(i,j) bir birim malzemeyi satinalma maliyeti

\$include "C:\Users\hamit\Desktop\gams-verisetleri\tez-veri7\CP1.txt" ;

Table dis(i,j) kaynak noktaları ile uretim noktaları arasi mesafe

\$include "C:\Users\hamit\Desktop\gams-verisetleri\tez-veri7\dis1.txt" ;

Table Capit(i,t) tedarikci kapasitesi

\$include "C:\Users\hamit\Desktop\gams-verisetleri\tez-veri7\Capit1.txt" ;

Scalar p minimum tedarikci sayisi

/2/ ;

Scalar M nuyuk bir sayi

/1000000000/ ;

parameter L(j) temin süresi

/1 0.4

2 0.3

3 0.5/;

parameter G(j) standart sapma

/1 52.041

2 50

3 11.55 /;

parameter Zcsl(j) müşteri hizmet düzeyi %95=

/1 1.05

2 1.05

3 1.05/;

parameter Qmin(i) en az satış miktarı

/1 50

2 50

3 50

4 50/;

parameter ctrans(i) taşıma maliyeti

/1 0.09

2 0.09

3 0.08

4 0.09/;

variables

z amac_fonksiyonu ;

positive variables

$X(i,j,t)$ i den j ye t . periyotta gonderilecek malzeme miktarı

$S(j,t)$ j . üretim tesisinin t . periyottaki stok miktarı

$SS(j)$ j . üretim tesisinin emniyet stok miktarı;

Binary variables

$Y(i,j,t)$ 1 t .periyotta i . kaynak noktasından j . üretim tesisine sevkiyat olur ise 0 değil;

Equations

amac_fonksiyonu satınalma taşıma ve sipariş maliyetini minimize eder

$kisit2(i,j,t)$ kaynak kapasite kısıtı1

$kisit3(i,t)$ kaynak kapasite kısıtı2

$kisit4(j,t)$ başlangıç stok seviyesi

$kisit5(j)$ emniyet stok seviyesi

$kisit6(j,t)$ stok seviyesi

$kisit7(j,t)$ talep kısıtı

$kisit8(j,t)$ akis dengesi kısıtı

$kisit9(i,j,t)$ minimum sipariş miktarı kısıtı

$kisit10(i,j,t)$ atama kısıtı

$kisit11(j,t)$ minimum tedarikçi sayısı;

```

amac_fonksiyonu.. z =e= sum((i,j,t), X(i,j,t)*CP(i,j))
                    +sum((i,j,t)$dis(i,j),dis(i,j)*ctrans(i)*X(i,j,t))
                    +sum((i,j,t),CO(i,j)*Y(i,j,t));

```

```

kisit2(i,j,t)..    X(i,j,t)=L=Capit(i,t)*Y(i,j,t);
kisit3(i,t)..      sum ((j), X(i,j,t))=L=Capit(i,t);
kisit4(j,t)..      S(j,t)$ (ord (t)=0)=E=0;
kisit5(j)..        SS(j)=E=round(Zcsl(j)*G(j)*sqrt (L(j)));
kisit6(j,t)..      S(j,t)=E=SS(j);
kisit7(j,t)..      S(j,t-1)+sum((i),X(i,j,t))=G=D(j,t);
kisit8(j,t)..      S(j,t)=E=sum((i),X(i,j,t))-D(j,t)+S(j,t-1);
kisit9(i,j,t)..    X(i,j,t)=G=Qmin(i)*Y(i,j,t);
kisit10(i,j,t)..   X(i,j,t)=L=M*Y(i,j,t);
kisit11(j,t)..     sum((i),Y(i,j,t))=G=p;

```

Model tez /all/ ;

Solve tez using mip minimizing z;

Display z.l,X.l,S.l,SS.l,Y.l;

EK 2. Veri Setlerinin Parametre Değerleri ve Matematiksel Model ile Çözüm Sonuçları

VERİ SETİ-1 (3 Düğümlü)

Tablo Ek 2.1. Veri Seti-1'in Parametreleri

i	Cap_{it}			$Qmin_i$	dis_{ij}	$Ctrans_i$	CO_{ij}	CP_{ij}	j	D_{jt}			l_j	σ_j	$Zcsl_j$ (%90)	$minp$
	t_1	t_2	t_3		ÜM1		ÜM1	ÜM1		t_1	t_2	t_3				
1	120	80	120	20	80	15	12	120	1	100	200	100	1	57.74	1.60	1
2	150	150	100	25	120	13	18	230								

Tablo Ek 2.2. Veri Seti-1'in Çözümü

z (TL)	SS_1	i,j	t_1	t_2	t_3	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
739,7 52	92	1.1	120	80	100	38	17	0.016
		2.1	72	120	0			

VERİ SETİ-2 (4 Düğümlü)

Tablo Ek 2.3. Veri Seti-2'nin Parametreleri

i	Cap_{it}			Q_{min_i}	dis_{ij}		C_{trans_i}	CO_{ij}		CP_{ij}		j	D_{jt}			l_j	σ_j	Z_{csl_j} (%70)	min_p
	t_1	t_2	t_3		ÜM1	ÜM2		ÜM1	ÜM2	ÜM1	ÜM2		t_1	t_2	t_3				
1	120	80	100	30	80	100	1.6	12	12	120	120	1	100	200	100	0.7	57.74	0.65	1
2	150	320	100	20	120	75	1.3	18	18	130	130	2	100	200	100	0.7	57.74	0.65	

Tablo Ek 2.4. Veri Seti-2'nin Çözümü

z (TL)	SS_1	SS_2	i,j	t_1	t_2	t_3	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
212.771,500	31	31	1.1	90	80	100	69	33	0.109
			1.2	30	0	0			
			2.1	41	120	0			
			2.2	101	200	100			

VERİ SETİ-3 (5 Düğümlü)

Tablo Ek 2.5. Veri Seti-3'ün Parametreleri

i	Cap_{it}		Q_{min_i}	dis_{ij}		C_{trans_i}	CO_{ij}		CP_{ij}		j	D_{jt}		l_j	σ_j	Z_{csl_j} (%90)	min_p
	t_1	t_2		ÜM1	ÜM2		ÜM1	ÜM2	ÜM1	ÜM2		t_1	t_2				
1	500	600	50	160	200	3.5	0.2	0.2	3	3	1	1200	1300	0.6	70.71	1.60	2
2	700	700	100	130	450	3.3	0.2	0.2	3	3	2	600	750	0.6	106.066	1.60	
3	900	1000	50	140	190	3.8	0.1	0.1	4	3							

Tablo Ek 2.6. Veri Seti-3'ün Çözümü

z (TL)	SS ₁	SS ₂	i,j	t_1	t_2	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
2.291.094,200	88	131	1.2	500	600	61	31	0.147
			2.1	700	700			
			3.1	588	600			
			3.2	231	150			

VERİ SETİ-4 (6 Düğümlü)

Tablo Ek 2.7. Veri Seti-4'ün Parametreleri

i	Cap_{it}				$Qmin_i$	dis_{ij}		$Ctrans_i$	CO_{ij}		CP_{ij}		j	D_{jt}				l_j	σ_j	$Zcsl_j$ (%95)	$minp$
	t_1	t_2	t_3	t_4		ÜM1	ÜM2		ÜM1	ÜM2	ÜM1	ÜM2		t_1	t_2	t_3	t_4				
1	50	40	50	50	5	75	25	0.013	0.003	0.003	14	13	1	70	80	75	70	0.8	4.79	2.06	2
2	40	40	50	50	5	600	750	0.015	0.002	0.002	13	13	2	40	55	50	50	0.8	6.29	2.06	
3	50	30	30	50	5	800	90	0.017	0.001	0.001	17	17									
4	50	40	40	40	5	300	85	0.018	0.005	0.005	15	15									

Tablo Ek 2.8. Veri Seti-4'ün Çözümü

z (TL)	SS_1	SS_2	i,j	t_1	t_2	t_3	t_4	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
8.855,004	9	12	1.1	50	40	50	50	75	32	0.210
			2.1	29	40	25	20			
			3.2	5	15	10	10			
			4.2	47	40	40	40			

VERİ SETİ-5 (7 Düğümlü)

Tablo Ek 2.9. Veri Seti-5'in Parametreleri

i	Cap_{it}			Q_{min_i}	dis_{ij}			C_{trans_i}	CO_{ij}			CP_{ij}			j	D_{it}			l_j	σ_j	Z_{csl_j} (%80)	$minp$
	t_1	t_2	t_3		$\ddot{U}M1$	$\ddot{U}M2$	$\ddot{U}M3$		$\ddot{U}M1$	$\ddot{U}M2$	$\ddot{U}M3$	$\ddot{U}M1$	$\ddot{U}M2$	$\ddot{U}M3$		t_1	t_2	t_3				
1	300	300	500	50	182	258	867	0.09	0.05	0.05	0.05	4	4	4	1	600	400	700	0.4	152.75	1.05	2
2	400	400	500	50	475	750	287	0.09	0.06	0.06	0.06	4	4	4	2	400	450	500	0.3	50	1.05	
3	600	600	600	50	836	908	132	0.08	0.05	0.05	0.05	3.8	3.8	3.8	3	500	480	500	0.5	11.55	1.05	
4	500	400	400	50	326	856	169	0.09	0.05	0.05	0.05	3.9	3.9	3.9								

Tablo Ek 2.10. Veri Seti-5'in Çözümü

z (TL)	SS_1	SS_2	SS_3	i,j	t_1	t_2	t_3	Sürekli Değişken Sayısı	0-1 Değişken Sayısı	Çözüm Süresi
141.262,820	101	29	9	1.1			50	85	36	0.216
				1.2	300	300	450			
				2.1	201	50	250			
				2.2	129	150	50			
				2.3	50		50			
				3.3	459	430	450			
				4.1	500	350	400			
				4.2		50				

EK 3. Veri Setleri için Bulanık DEMATEL-Bulanık TOPSIS Hesaplamaları

İşlem kolaylığı bakımından 5 veri setinin de çözümü için 3 kriter rassal olarak belirlenmiştir. Bunlar;

Doğal afet

Taşımacılık altyapı yetersizliği

Tedarikçi iflası

kriterleridir.

Tüm veri setleri için aynı kriter ağırlıkları kullanılacağından bulanık DEMATEL hesaplamaları sadece bir kez, bulanık TOPSIS hesaplamaları ise alternatif sayısı farklı tüm veri setleri için sırasıyla sunulacaktır.

BULANIK DEMATEL HESAPLAMALARI

Adım-1. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi ve Bulanık Skalanın Tespiti:

Kri₁: Doğal afet

Kri₂: Taşımacılık altyapı yetersizliği

Kri₃: Tedarikçi iflası

KV: KV₁, KV₂, KV₃

Tablo Ek 3.1. Üçgensel Bulanık Sayılar (Li, 1999:96)

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık İfade
Etkisiz (E)	0	(0, 0, 0.25)
Düşük Etkili (DE)	1	(0, 0.25, 0.50)
Orta Etkili (OE)	2	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek Etkili (YE)	3	(0.50, 0.75, 1)
Çok Yüksek Etkili (ÇYE)	4	(0.75, 1, 1)

Adım-2. Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.2. Direkt İlişki Matrisleri

		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₁	Kri₁	0	OE	DE
	Kri₂	DE	0	ÇYE
	Kri₃	E	DE	0
		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₂	Kri₁	0	YE	OE
	Kri₂	OE	0	YE
	Kri₃	DE	OE	0
		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₃	Kri₁	0	OE	OE
	Kri₂	OE	0	YE
	Kri₃	DE	OE	0

Tablo Ek 3.3. Karar Vericilerin Bulanık Direkt İlişki Matrisleri

		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₁	Kri₁	0	(0.25, 0.50, 0.75)	(0, 0.25, 0.50)
	Kri₂	(0, 0.25, 0.50)	0	(0.75, 1, 1)
	Kri₃	(0, 0, 0.25)	(0, 0.25, 0.50)	0
		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₂	Kri₁	0	(0.50, 0.75, 1)	(0.25, 0.50, 0.75)
	Kri₂	(0.25, 0.50, 0.75)	0	(0.50, 0.75, 1)
	Kri₃	(0, 0.25, 0.50)	(0.25, 0.50, 0.75)	0
		Kri₁	Kri₂	Kri₃
KV₃	Kri₁	0	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)
	Kri₂	(0.25, 0.50, 0.75)	0	(0.50, 0.75, 1)
	Kri₃	(0, 0.25, 0.50)	(0.25, 0.50, 0.75)	0

Tablo Ek 3.4. Bulanık Direkt İlişki Matrisi (C)

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.333, 0.583, 0.833)	(0.167, 0.417, 0.667)
Kri₂	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.583, 0.833, 1.000)
Kri₃	(0.000, 0.167, 0.417)	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)

Adım-3. Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.5.** Maxr Değerlerinin Hesaplanması

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.333, 0.583, 0.833)	(0.167, 0.417, 0.667)
Kri₂	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.583, 0.833, 1.000)
Kri₃	(0.000, 0.167, 0.417)	(0.167, 0.417, 0.667)	(0.000, 0.000, 0.000)
Sütun toplamları	0.167; 0.583; 1.083	0.50; 1.000; 1.500	0.750; 1.250 1.667
Maxr	$maxr_l = 0.750$	$maxr_m = 1.250$	$maxr_u = 1.667$

Tablo Ek 3.6. Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.444, 0.467, 0.500)	(0.222, 0.333, 0.400)
Kri₂	(0.222, 0.333, 0.400)	(0.000, 0.000, 0.000)	(0.778, 0.667, 0.600)
Kri₃	(0.000, 0.133, 0.250)	(0.222, 0.333, 0.400)	(0.000, 0.000, 0.000)

Adım-4. Bulanık Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.7.** Normalize Edilmiş Bulanık Direkt İlişki Matrisi (Yeniden Düzenlenen Hali)

	L	M	U
Kri₁	(0.000, 0.444, 0.222)	(0.000, 0.467, 0.333)	(0.000, 0.500, 0.400)
Kri₂	(0.222, 0.000, 0.778)	(0.333, 0.000, 0.667)	(0.400, 0.000, 0.600)
Kri₃	(0.000, 0.222, 0.000)	(0.133, 0.333, 0.000)	(0.250, 0.400, 0.000)

Tablo Ek 3.8. Birim Matris (3x3)

1,000	0,000	0,000
0,000	1,000	0,000
0,000	0,000	1,000

Tablo Ek 3.9. I-C Matrisi

	L	M	U
Kri₁	(1.000, -0.444, -0.222)	(1.000, -0.467, -0.333)	(1.000, -0.500, -0.400)
Kri₂	(-0.222, 1.000, -0.778)	(-0.333, 1.000, -0.667)	(-0.400, 1.000, -0.600)
Kri₃	(0.000, -0.222, 1.000)	(-0.133, -0.333, 1.000)	(-0.250, -0.400, 1.000)

Tablo Ek 3.10. Ters (I-C) Matrisi

	L	M	U
Kri₁	(1.153, 0.688, 0.792)	(1.558, 1.157, 1.291)	(2.368, 2.056, 2.181)
Kri₂	(0.310, 1.394, 1.153)	(0.846, 1.914, 1.558)	(1.713, 2.804, 2.368)
Kri₃	(0.069, 0.310, 1.256)	(0.490, 0.792, 1.691)	(1.277, 1.636, 2.492)

Tablo Ek 3.11. Bulanık Toplam İlişki Matrisi (C*Tersi (I-C))

	L	M	U
Kri₁	(1.153, 0.688, 0.792)	(0.558, 1.157, 1.291)	(1.368, 2.056, 2.181)
Kri₂	(0.310, 0.394, 1.153)	(0.846, 0.914, 1.558)	(1.713, 1.804, 2.368)
Kri₃	(0.069, 0.310, 0.256)	(0.490, 0.792, 0.691)	(1.277, 1.636, 1.492)

Adım-5. Etkileyen ve Etkilenen (Gönderilen ve Alınan) Grupların Belirlenmesi:

Tablo Ek 3.12. Bulanık Toplam İlişki Matrisi (Düzenlenmiş Hali)

	Kri₁			Kri₂			Kri₃		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U
Kri₁	0,153	0,558	1,368	0,688	1,157	2,056	0,792	1,291	2,181
Kri₂	0,310	0,846	1,713	0,394	0,914	1,804	1,153	1,558	2,368
Kri₃	0,069	0,490	1,277	0,310	0,792	1,636	0,256	0,691	1,492

Tablo Ek 3.13. Etkileyen ve Etkilenen (Gönderilen ve Alınan) Grupların Belirlenmesi

	$\tilde{D}_i$			$\tilde{R}_i$		
	L	M	U	L	M	U
Kri₁	1.633	3.006	5.604	0.532	1.392	2.201
Kri₂	1.857	3.318	5.885	1.893	2.864	3.540
Kri₃	0.635	1.973	4.405	4.358	5.495	6.040

	$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$			$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$		
	L	M	U	L	M	U
Kri₁	2.164	4.398	7.805	1.101	1.614	3.404
Kri₂	3.750	6.181	9.425	-0.037	0.454	2.345
Kri₃	4.993	7.469	10.445	-3.723	-3.522	-1.636

Adım-6. Durulaştırma:

Tablo Ek 3.14. CFCS ile Durulaştırılmış Değerler

Kriterler	Bulanık Değerler			Normalizasyon							Sol ve sağ normalleş tirilmiş değerler	Toplam Normalleş tirilmiş Değerler	Duru Değerler
	L	M	U	min	max	Δ_{min}^{max}	x_{lj}	x_{mj}	x_{rj}	x_{jls}	x_{jrs}	x_{jcrisp}	f_{ij}
Kri₁	0.153	0.558	1.368	0.069	0.310	0.241	0.349	2.030	5.391	0.757	1.236	2.532	0.679
	0.310	0.846	1.713	0.069	0.310	0.241	1.000	3.225	6.826	1.000	1.483	3.264	0.855
	0.069	0.490	1.277	0.069	0.310	0.241	0.000	1.747	5.016	0.636	1.175	2.481	0.666
Kri₂	0.688	1.157	2.056	0.310	0.688	0.379	1.000	2.239	4.613	1.000	1.367	2.555	1.277
	0.394	0.914	1.804	0.310	0.688	0.379	0.222	1.596	3.946	0.672	1.178	2.420	1.226
	0.310	0.792	1.636	0.310	0.688	0.379	0.000	1.275	3.502	0.560	1.085	2.171	1.132
Kri₃	0.792	1.291	2.181	0.256	1.153	0.897	0.597	1.154	2.146	0.741	1.077	1.806	1.876
	1.153	1.558	2.368	0.256	1.153	0.897	1.000	1.452	2.354	1.000	1.237	1.894	1.955
	0.256	0.691	1.492	0.256	1.153	0.897	0.000	0.485	1.378	0.327	0.728	1.051	1.199

Tablo Ek 3.15. CFCS ile Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi

	Kri₁	Kri₂	Kri₃
Kri₁	0.679	1.277	1.876
Kri₂	0.855	1.226	1.955
Kri₃	0.666	1.132	1.199

Tablo Ek 3.16. $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$ ve $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$ Değerleri

	D_i	R_i	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{Def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{Def}$
Kri₁	3.832	2.201	6.033	1.631
Kri₂	4.036	3.635	7.671	0.401
Kri₃	2.997	5.030	8.027	-2.033

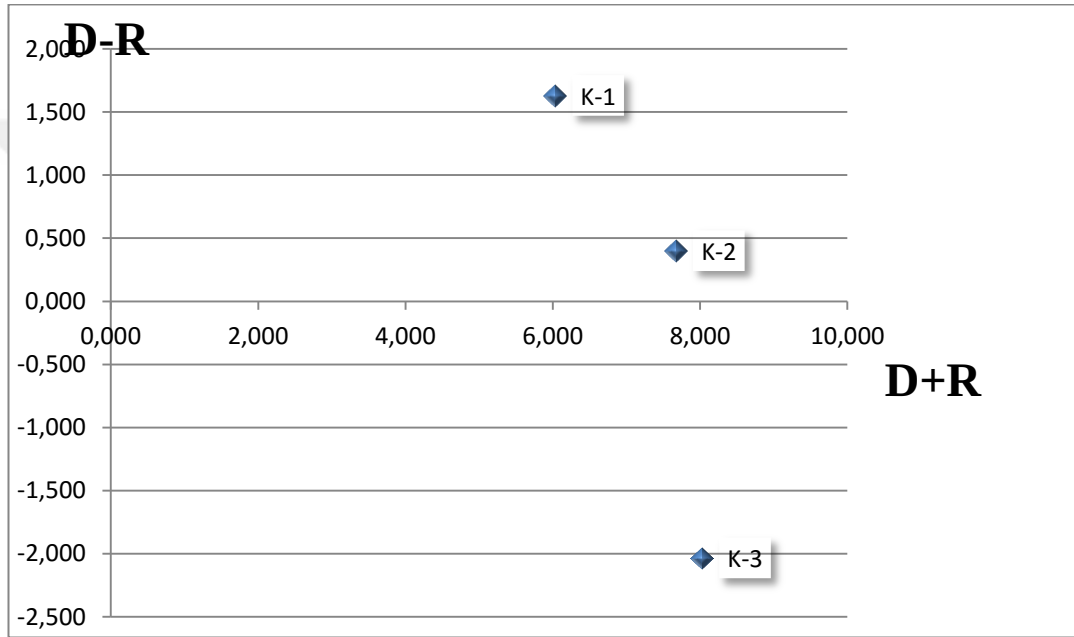
Eşik Değer: 1.207

Adım-7. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Tablo Ek 3.17. Kriter Ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları	
Kri₁	0.281
Kri₂	0.346
Kri₃	0.373

Adım-8. Eşik Değerin Hesaplanması ve Etki Diyagramının Elde Edilmesi:



Şekil Ek 3. 1. Etki Diyagramı

BULANIK TOPSIS HESAPLAMALARI

Bu bölümde farklı alternatif sayısına sahip tüm veri seti için rassal verilerle bulanık TOPSIS hesaplamaları yapılacaktır. Her bir veri seti için alternatifler, matematiksel çözümün sonunda elde edilen tedarik alternatifleridir.

Değerlendirmeler esnasında Chen (2000:5) tarafından önerilen ve Tablo Ek 3.18’de sunulan üçgensel bulanık sayılar kullanılacaktır.

Tablo Ek 3.18. Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler ve Bulanık İfadeler (Chen, 2000: 5)

Dilsel İfade	Etki Skoru	Bulanık İfade
Çok Az Riskli (ÇAR)	1	(0, 0, 1)
Az Riskli (AR)	2	(0, 1, 3)
Orta Az Riskli (OAR)	3	(1, 3, 5)
Eşit Riskli (ER)	4	(3, 5, 7)
Orta Fazla Riskli (OFR)	5	(5, 7, 9)
Fazla Riskli (FR)	6	(7, 9, 10)
Çok Fazla Riskli (ÇFR)	7	(9, 10, 10)

VERİ SETİ-1 ÇÖZÜMÜ

Adım-1. Alternatiflerin Belirlenmesi:

Alt₁: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi1

Alt₂: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi2

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Tablo Ek 3.19. Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi

	KV ₁		KV ₂		KV ₃	
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	OFR	FR	FR	OFR	FR	FR
Kri₂	ÇFR	ER	OFR	ÇFR	FR	AR
Kri₃	OFR	ÇFR	OFR	ÇFR	OFR	FR

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

Tablo Ek 3.20. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

	KV ₁		KV ₂		KV ₃	
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)
Kri₂	(9,10,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(1,1,3)
Kri₃	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.21. Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri₂	(7.00, 8.67, 9.67)	(4.33, 5.33, 6.67)
Kri₃	(5.00, 7.00, 9.00)	(8.33, 9.67, 10.00)

Tablo Ek 3.22. Kriter Ağırlıkları Matrisi(W)

	W ₁	W ₂	W ₃
W	0.281	0.346	0.373

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.23. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt ₁	Alt ₂
Kri₁	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri₂	(0.700, 0.867, 0.967)	(0.433, 0.533, 0.667)
Kri₃	(0.500, 0.700, 0.900)	(0.833, 0.967, 1.000)

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.24. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt_1	Alt_2
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.178, 0.234, 0.272)
Kri₂	(0.242, 0.300, 0.334)	(0.150, 0.185, 0.231)
Kri₃	(0.187, 0.261, 0.336)	(0.311, 0.361, 0.373)

Adım-7. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.1780, 0.2342, 0.2716) (0.2422, 0.2999, 0.3345) (0.3108, 0.3606, 0.3730)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.1780, 0.2342, 0.2716) (0.1499, 0.1845, 0.2307) (0.1865, 0.2611, 0.3357)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:

Tablo Ek 3.25. Alternatiflerin FPIS ve FNIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1, A^*)$	$d(Alt_2, A^*)$	$d(Alt_1, A^-)$	$d(Alt_2, A^-)$
Kri₁	0.000	0.000	0.000	0.000
Kri₂	0.000	0.104	0.104	0.000
Kri₃	0.094	0.000	0.000	0.094

Tablo Ek 3.26. d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt_1	Alt_2
d_i^*	0.094	0.104
d_i^-	0.104	0.094

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:

Tablo Ek 3.27. Yakınlık Katsayıları

	CC
Alt_1	0.525
Alt_2	0.475

VERİ SETİ-2 ÇÖZÜMÜ

Adım-1. Alternatiflerin Belirlenmesi:

Alt₁: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi1

Alt₂: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi2

Alt₃: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi1

Alt₄: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi2

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Tablo Ek 3.28. Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi

	KV ₁				KV ₂				KV ₃			
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄
Kri₁	ER	FR	ER	ER	OFR	FR	ER	ER	ER	FR	OFR	OFR
Kri₂	FR	OFR	FR	FR	ÇFR	ÇFR	ER	OFR	FR	ÇFR	ER	FR
Kri₃	ER	ER	AR	OAR	OFR	ER	OFR	OAR	ER	ER	OAR	OAR

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

Tablo Ek 3.29. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

	KV ₁				KV ₂			
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄
Kri₁	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)
Kri₂	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(3,5,7)	(5,7,9)
Kri₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,3)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)
	KV ₃							
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄				
Kri₁	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)				
Kri₂	(7,9,10)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)				
Kri₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)				

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.30.** Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt_1	Alt_2	Alt_3	Alt_4
Kri_1	(3.67, 5.67, 7.67)	(7.00, 9.00, 10.00)	(3.67, 5.67, 7.67)	(3.67, 5.67, 7.67)
Kri_2	(7.67, 9.33, 10.00)	(7.67, 9.00, 9.67)	(4.33, 6.33, 8.00)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri_3	(3.67, 5.67, 7.67)	(3.00, 5.00, 7.00)	(2.33, 3.67, 5.67)	(1.00, 3.00, 5.00)

Tablo Ek 3.31. Kriter Ağırlıkları Matrisi(W)

	W_1	W_2	W_3
W	0.281	0.346	0.373

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.32.** Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt_1	Alt_2	Alt_3	Alt_4
Kri_1	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.700, 0.900, 1.000)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.367, 0.567, 0.767)
Kri_2	(0.767, 0.933, 1.000)	(0.767, 0.900, 0.967)	(0.433, 0.633, 0.800)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri_3	(0.407, 0.630, 0.852)	(0.333, 0.556, 0.778)	(0.259, 0.407, 0.630)	(0.111, 0.333, 0.556)

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.33.** Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt_1	Alt_2	Alt_3	Alt_4
Kri_1	(0.103, 0.159, 0.215)	(0.197, 0.253, 0.281)	(0.103, 0.159, 0.215)	(0.103, 0.159, 0.215)
Kri_2	(0.265, 0.323, 0.346)	(0.265, 0.311, 0.334)	(0.150, 0.219, 0.277)	(0.219, 0.288, 0.334)
Kri_3	(0.152, 0.235, 0.318)	(0.124, 0.207, 0.290)	(0.097, 0.152, 0.235)	(0.041, 0.124, 0.207)

Adım-7. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.1967, 0.2529, 0.2810) (0.2653, 0.3229, 0.3460) (0.1520, 0.2349, 0.3177)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.1030, 0.1592, 0.2154) (0.1499, 0.2191, 0.2768) (0.0414, 0.1243, 0.2072)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:

Tablo Ek 3.34. Alternatiflerin FPIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1, A^*)$	$d(Alt_2, A^*)$	$d(Alt_3, A^*)$	$d(Alt_4, A^*)$
Kri₁	0.085	0.000	0.085	0.085
Kri₂	0.000	0.009	0.098	0.034
Kri₃	0.000	0.028	0.075	0.111

Tablo Ek 3.35. Alternatiflerin FNIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1, A^-)$	$d(Alt_2, A^-)$	$d(Alt_3, A^-)$	$d(Alt_4, A^-)$
Kri₁	0.000	0.085	0.000	0.000
Kri₂	0.098	0.092	0.000	0.066
Kri₃	0.111	0.083	0.039	0.000

Tablo Ek 3.36. d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄
d_i^*	0.085	0.037	0.258	0.230
d_i^-	0.209	0.260	0.039	0.066

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:

Tablo Ek 3.37. Yakınlık Katsayıları

	CC
Alt₁	0.710
Alt₂	0.875
Alt₃	0.131
Alt₄	0.223

VERİ SETİ-3 ÇÖZÜMÜ

Adım-1. Alternatiflerin Belirlenmesi:

Alt₁: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi1

Alt₂: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi2

Alt₃: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi1

Alt₄: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi2

Alt₅: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi1

Alt₆: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi2

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Tablo Ek 3.38. Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi

KV ₁						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	ER	ER	FR	FR	FR	ER
Kri ₂	ER	AR	FR	ER	OFR	OFR
Kri ₃	OFR	OFR	FR	FR	OFR	OFR
KV ₂						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	ER	OFR	FR	FR	OFR	OFR
Kri ₂	ER	ER	FR	FR	ER	ER
Kri ₃	OFR	ER	OFR	ÇFR	FR	OFR
KV ₃						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	ER	ER	ER	OFR	OFR	OFR
Kri ₂	ER	OFR	OFR	ER	ER	OFR
Kri ₃	OFR	ER	OFR	FR	OFR	OFR

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

Tablo Ek 3.39. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

KV ₁						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)
Kri ₂	(3,5,7)	(1,1,3)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri ₃	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
KV ₂						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri ₂	(1,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)
Kri ₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)
KV ₃						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri ₂	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)
Kri ₃	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.40. Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃
Kri ₁	(3.67, 5.67, 7.67)	(3.67, 5.67, 7.67)	(5.67, 7.67, 9.00)
Kri ₂	(2.33, 3.67, 5.67)	(3.00, 4.33, 6.33)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri ₃	(4.33, 6.33, 8.33)	(3.67, 5.67, 7.67)	(5.67, 7.67, 9.33)
	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(6.33, 8.33, 9.67)	(5.67, 7.67, 9.33)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri ₂	(4.33, 6.33, 8.00)	(3.67, 5.67, 7.67)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri ₃	(7.67, 9.33, 10.00)	(5.67, 7.67, 9.33)	(5.00, 7.00, 9.00)

Tablo Ek 3.41. Kriter Ağırlıkları Matrisi(W).

	W₁	W₂	W₃
W	0.281	0.346	0.373

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.42.** Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt₁	Alt₂	Alt₃
Kri₁	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.567, 0.767, 0.900)
Kri₂	(0.233, 0.367, 0.567)	(0.300, 0.433, 0.633)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri₃	(0.433, 0.633, 0.833)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.567, 0.767, 0.933)
	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.567, 0.767, 0.933)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₂	(0.433, 0.633, 0.800)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₃	(0.767, 0.933, 1.000)	(0.567, 0.767, 0.933)	(0.500, 0.700, 0.900)

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.43.** Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt₁	Alt₂	Alt₃
Kri₁	(0.103, 0.159, 0.215)	(0.103, 0.159, 0.215)	(0.159, 0.215, 0.253)
Kri₂	(0.081, 0.127, 0.196)	(0.104, 0.150, 0.219)	(0.219, 0.288, 0.334)
Kri₃	(0.162, 0.236, 0.311)	(0.137, 0.211, 0.286)	(0.211, 0.286, 0.348)
	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.159, 0.215, 0.262)	(0.122, 0.178, 0.234)
Kri₂	(0.150, 0.219, 0.277)	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.150, 0.219, 0.288)
Kri₃	(0.286, 0.348, 0.373)	(0.211, 0.286, 0.348)	(0.187, 0.261, 0.336)

Adım-7. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.1780, 0.2342, 0.2716) (0.2191, 0.2883, 0.3345) (0.2860, 0.3481, 0.3730)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.1030, 0.1592, 0.2154) (0.0807, 0.1269, 0.1961) (0.1368, 0.2114, 0.2860)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:

Tablo Ek 3.44. Alternatiflerin FPIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1.A^*)$	$d(Alt_2.A^*)$	$d(Alt_3.A^*)$	$d(Alt_4.A^*)$	$d(Alt_5.A^*)$	$d(Alt_6.A^*)$
Kri₁	0.069	0.069	0.019	0.000	0.016	0.051
Kri₂	0.146	0.124	0.000	0.066	0.085	0.062
Kri₃	0.103	0.127	0.058	0.000	0.058	0.079

Tablo Ek 3.45. Alternatiflerin FNIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1.A^-)$	$d(Alt_2.A^-)$	$d(Alt_3.A^-)$	$d(Alt_4.A^-)$	$d(Alt_5.A^-)$	$d(Alt_6.A^-)$
Kri₁	0.000	0.000	0.051	0.069	0.053	0.019
Kri₂	0.000	0.023	0.146	0.081	0.062	0.085
Kri₃	0.025	0.000	0.071	0.127	0.071	0.050

Tablo Ek 3.46. d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄	Alt₅	Alt₆
d_i^*	0.319	0.320	0.077	0.066	0.159	0.192
d_i^-	0.025	0.023	0.268	0.278	0.186	0.154

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:

Tablo Ek 3.47. Yakınlık Katsayıları

	CC
Alt₁	0.072
Alt₂	0.067
Alt₃	0.778
Alt₄	0.809
Alt₅	0.539
Alt₆	0.444

VERİ SETİ-4 ÇÖZÜMÜ

Adım-1. Alternatiflerin Belirlenmesi:

Alt₁: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi1

Alt₂: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi2

Alt₃: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi1

Alt₄: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi2

Alt₅: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi1

Alt₆: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi2

Alt₇: Tedarik Merkezi4-Üretim Merkezi1

Alt₈: Tedarik Merkezi4-Üretim Merkezi2

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Tablo Ek 3.48. Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi

KV ₁								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	FR	FR	ER	AR	FR	FR	ER	ER
Kri₂	ER	FR	FR	ER	FR	ER	OFR	ER
Kri₃	FR	FR	ER	FR	FR	FR	AR	ER
KV ₂								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	FR	FR	OAR	ER	FR	FR	OFR	OFR
Kri₂	OFR	OFR	FR	ER	ER	OFR	FR	OFR
Kri₃	ÇFR	FR	ER	FR	FR	ÇFR	OAR	OFR
KV ₃								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	OFR	OFR	ER	OFR	OFR	OFR	OFR	OFR
Kri₂	ER	FR	OFR	OFR	ER	ER	FR	OFR
Kri₃	FR	OFR	OFR	OFR	OFR	FR	OAR	ER

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

Tablo Ek 3.49. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

KV ₁								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,1,3)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)
Kri₂	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
Kri₃	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,1,3)	(3,5,7)
KV ₂								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri₂	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri₃	(9,10,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(1,3,5)	(5,7,9)
KV ₃								
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri₂	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri₃	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.50. Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄
Kri₁	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(2.33, 4.33, 6.33)	(3.00, 4.33, 6.33)
Kri₂	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(3.67, 5.67, 7.67)
Kri₃	(7.67, 9.33, 10.00)	(6.33, 8.33, 9.67)	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)
	Alt ₅	Alt ₆	Alt ₇	Alt ₈
Kri₁	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(4.33, 6.33, 8.33)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri₂	(4.33, 6.33, 8.00)	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri₃	(6.33, 8.33, 9.67)	(7.67, 9.33, 10.00)	(1.00, 2.33, 4.33)	(3.67, 5.67, 7.67)

Tablo Ek 3.51. Kriter Ağırlıkları Matrisi(W)

	W₁	W₂	W₃
W	0.281	0.346	0.373

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.52.** Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄
Kri₁	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.233, 0.433, 0.633)	(0.300, 0.433, 0.633)
Kri₂	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.367, 0.567, 0.767)
Kri₃	(0.767, 0.933, 1.000)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)
	Alt₅	Alt₆	Alt₇	Alt₈
Kri₁	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.433, 0.633, 0.833)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₂	(0.433, 0.633, 0.800)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₃	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.767, 0.933, 1.000)	(0.100, 0.233, 0.433)	(0.367, 0.567, 0.767)

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:**Tablo Ek 3.53.** Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.277)	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.066, 0.122, 0.178)	(0.084, 0.122, 0.178)
Kri₂	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.127, 0.196, 0.265)
Kri₃	(0.286, 0.348, 0.373)	(0.236, 0.311, 0.361)	(0.137, 0.211, 0.286)	(0.236, 0.311, 0.361)
	Alt₅	Alt₆	Alt₇	Alt₈
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.122, 0.178, 0.234)	(0.122, 0.178, 0.234)
Kri₂	(0.150, 0.219, 0.277)	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.150, 0.219, 0.288)
Kri₃	(0.236, 0.311, 0.361)	(0.286, 0.348, 0.373)	(0.037, 0.087, 0.162)	(0.137, 0.211, 0.286)

Adım-7. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.1780, 0.2342, 0.2716) (0.2191, 0.2883, 0.3345) (0.2860, 0.3481, 0.3730)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.0656, 0.1218, 0.1780) (0.1269, 0.1961, 0.2653) (0.0373, 0.0870, 0.1616)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:

Tablo Ek 3.54. Alternatiflerin FPIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1.A^*)$	$d(Alt_2.A^*)$	$d(Alt_3.A^*)$	$d(Alt_4.A^*)$
Kri₁	0.000	0.000	0.107	0.100
Kri₂	0.085	0.000	0.000	0.085
Kri₃	0.000	0.037	0.127	0.037
	$d(Alt_5.A^*)$	$d(Alt_6.A^*)$	$d(Alt_7.A^*)$	$d(Alt_8.A^*)$
Kri₁	0.000	0.000	0.051	0.051
Kri₂	0.066	0.085	0.000	0.062
Kri₃	0.037	0.000	0.241	0.127

Tablo Ek 3.55. Alternatiflerin FNIS'den Uzaklıkları.

	$d(Alt_1.A^-)$	$d(Alt_2.A^-)$	$d(Alt_3.A^-)$	$d(Alt_4.A^-)$
Kri₁	0.107	0.107	0.000	0.011
Kri₂	0.000	0.085	0.085	0.000
Kri₃	0.241	0.208	0.117	0.208
	$d(Alt_5.A^-)$	$d(Alt_6.A^-)$	$d(Alt_7.A^-)$	$d(Alt_8.A^-)$
Kri₁	0.107	0.107	0.056	0.056
Kri₂	0.020	0.000	0.085	0.023
Kri₃	0.208	0.241	0.000	0.117

Tablo Ek 3.56. d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄
d_i^*	0.085	0.037	0.234	0.222
d_i^-	0.102	0.085	0.292	0.240
	Alt₅	Alt₆	Alt₇	Alt₈
d_i^*	0.348	0.399	0.202	0.218
d_i^-	0.334	0.348	0.141	0.196

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:**Tablo Ek 3.57. Yakınlık Katsayıları**

	<i>CC</i>
Alt₁	0.803
Alt₂	0.916
Alt₃	0.463
Alt₄	0.496
Alt₅	0.766
Alt₆	0.803
Alt₇	0.326
Alt₈	0.449

VERİ SETİ-5 ÇÖZÜMÜ**Adım-1. Alternatiflerin Belirlenmesi:**Alt₁: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi1Alt₂: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi2Alt₃: Tedarik Merkezi1-Üretim Merkezi3Alt₄: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi1Alt₅: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi2Alt₆: Tedarik Merkezi2-Üretim Merkezi3Alt₇: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi1Alt₈: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi2Alt₉: Tedarik Merkezi3-Üretim Merkezi3Alt₁₀: Tedarik Merkezi4-Üretim Merkezi1Alt₁₁: Tedarik Merkezi4-Üretim Merkezi2Alt₁₂: Tedarik Merkezi4-Üretim Merkezi3

Adım-2. Karar Vericilerin Karar Kriterlerine Göre Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi:

Tablo Ek 3.58. Alternatiflerin Dilsel İfadelerle Değerlendirmesi

KV₁						
	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	FR	FR	FR	AR	ER	FR
Kri₂	ER	FR	FR	ER	FR	OFR
Kri₃	FR	FR	FR	FR	ER	AR
	Alt₇	Alt₈	Alt₉	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
Kri₁	AR	AR	AR	ER	FR	OFR
Kri₂	ER	ER	ER	ER	OFR	ER
Kri₃	ER	ER	OFR	OFR	AR	ER
KV₂						
	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	FR	FR	FR	ER	OAR	FR
Kri₂	OFR	OFR	ER	ER	FR	ÇFR
Kri₃	ÇFR	FR	FR	FR	ER	OAR
	Alt₇	Alt₈	Alt₉	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
Kri₁	AR	ER	ÇAR	OFR	OFR	ER
Kri₂	ER	OFR	ER	ER	FR	OFR
Kri₃	OFR	OFR	OFR	OFR	OAR	OFR
KV₃						
	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	OFR	OFR	OFR	OFR	ER	OFR
Kri₂	ER	FR	ER	OFR	OFR	ÇFR
Kri₃	FR	OFR	OFR	OFR	OFR	OAR
	Alt₇	Alt₈	Alt₉	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
Kri₁	ÇAR	ÇAR	OFR	OFR	OFR	OFR
Kri₂	OFR	OFR	OFR	OFR	FR	OFR
Kri₃	ER	ER	ER	ER	OAR	ER

Adım-3. Karar Vericiler Tarafından Yapılan Değerlendirmelerin Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi:

Tablo Ek 3.59. Alternatiflerin Kriterlere Göre Aldığı Değerlerin Üçgensel Bulanık Sayılar ile İfadesi

KV ₁						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)
Kri ₂	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri ₃	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,1,3)
	Alt ₇	Alt ₈	Alt ₉	Alt ₁₀	Alt ₁₁	Alt ₁₂
Kri ₁	(1,1,3)	(1,1,3)	(1,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri ₂	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
Kri ₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,1,3)	(3,5,7)
KV ₂						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)
Kri ₂	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)
Kri ₃	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)
	Alt ₇	Alt ₈	Alt ₉	Alt ₁₀	Alt ₁₁	Alt ₁₂
Kri ₁	(1,1,3)	(3,5,7)	(0,0,1)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
Kri ₂	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri ₃	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)
KV ₃						
	Alt ₁	Alt ₂	Alt ₃	Alt ₄	Alt ₅	Alt ₆
Kri ₁	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
Kri ₂	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)
Kri ₃	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)
	Alt ₇	Alt ₈	Alt ₉	Alt ₁₀	Alt ₁₁	Alt ₁₂
Kri ₁	(0,0,1)	(0,0,1)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Kri ₂	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)
Kri ₃	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)

Adım-4. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.60. Bulanık Karar Matrisi($\tilde{D}$)

	Alt_1	Alt_2	Alt_3
Kri_1	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri_2	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(4.33, 6.33, 8.00)
Kri_3	(7.67, 9.33, 100)	(6.33, 8.33, 9.67)	(6.33, 8.33, 9.67)
	Alt_4	Alt_5	Alt_6
Kri_1	(3.00, 4.33, 6.33)	(2.33, 4.33, 6.33)	(6.33, 8.33, 9.67)
Kri_2	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(7.67, 9.00, 9.67)
Kri_3	(6.33, 8.33, 9.67)	(3.67, 5.67, 7.67)	(1.00, 2.33, 4.33)
	Alt_7	Alt_8	Alt_9
Kri_1	(0.67, 0.67, 2.33)	(1.33, 2.00, 3.67)	(2.00, 2.67, 4.33)
Kri_2	(3.67, 5.67, 7.67)	(4.33, 6.33, 8.33)	(3.67, 5.67, 7.67)
Kri_3	(3.67, 5.67, 7.67)	(3.67, 5.67, 7.67)	(4.33, 6.33, 8.33)
	Alt_{10}	Alt_{11}	Alt_{12}
Kri_1	(4.33, 6.33, 8.33)	(5.67, 7.67, 9.33)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri_2	(3.67, 5.67, 7.67)	(6.33, 8.33, 9.67)	(4.33, 6.33, 8.33)
Kri_3	(4.33, 6.33, 8.33)	(1.00, 2.33, 4.33)	(3.67, 5.67, 7.67)

Tablo Ek 3.61. Kriter Ağırlıkları Matrisi(W)

	W_1	W_2	W_3
W	0.281	0.346	0.373

Adım-5. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.62. Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{R}$)

	Alt_1	Alt_2	Alt_3
Kri_1	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri_2	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.433, 0.633, 0.800)
Kri_3	(0.767, 0.933, 1.000)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.633, 0.833, 0.967)

	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	(0.300, 0.433, 0.633)	(0.233, 0.433, 0.633)	(0.633, 0.833, 0.967)
Kri₂	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.767, 0.900, 0.967)
Kri₃	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.100, 0.233, 0.433)
	Alt₇	Alt₈	Alt₉
Kri₁	(0.067, 0.067, 0.233)	(0.133, 0.200, 0.367)	(0.200, 0.267, 0.433)
Kri₂	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.433, 0.633, 0.833)	(0.367, 0.567, 0.767)
Kri₃	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.433, 0.633, 0.833)
	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
Kri₁	(0.433, 0.633, 0.833)	(0.567, 0.767, 0.933)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₂	(0.367, 0.567, 0.767)	(0.633, 0.833, 0.967)	(0.433, 0.633, 0.833)
Kri₃	(0.433, 0.633, 0.833)	(0.100, 0.233, 0.433)	(0.367, 0.567, 0.767)

Adım-6. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması:

Tablo Ek 3.63. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi($\tilde{V}$)

	Alt₁	Alt₂	Alt₃
Kri₁	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.178, 0.234, 0.272)	(0.178, 0.234, 0.272)
Kri₂	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.150, 0.219, 0.277)
Kri₃	(0.286, 0.348, 0.373)	(0.236, 0.311, 0.361)	(0.236, 0.311, 0.361)
	Alt₄	Alt₅	Alt₆
Kri₁	(0.084, 0.122, 0.178)	(0.066, 0.122, 0.178)	(0.178, 0.234, 0.272)
Kri₂	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.265, 0.311, 0.334)
Kri₃	(0.236, 0.311, 0.361)	(0.137, 0.211, 0.286)	(0.037, 0.087, 0.162)
	Alt₇	Alt₈	Alt₉
Kri₁	(0.019, 0.019, 0.066)	(0.037, 0.056, 0.103)	(0.056, 0.075, 0.122)
Kri₂	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.150, 0.219, 0.288)	(0.127, 0.196, 0.265)
Kri₃	(0.137, 0.211, 0.286)	(0.137, 0.211, 0.286)	(0.162, 0.236, 0.311)
	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
Kri₁	(0.122, 0.178, 0.234)	(0.159, 0.215, 0.262)	(0.122, 0.178, 0.234)
Kri₂	(0.127, 0.196, 0.265)	(0.219, 0.288, 0.334)	(0.150, 0.219, 0.288)
Kri₃	(0.162, 0.236, 0.311)	(0.037, 0.087, 0.162)	(0.137, 0.211, 0.286)

Adım-7. Bulanık Pozitif Ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*) = [(0.1780, 0.2342, 0.2716) (0.2653, 0.3114, 0.3345) (0.2860, 0.3481, 0.3730)]$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-) = [(0.0187, 0.0187, 0.0656) (0.1269, 0.1961, 0.2653) (0.0373, 0.0870, 0.1616)]$$

Adım-8. Bulanık İdeal Çözümlerden Uzaklıkların Hesaplanması:**Tablo Ek 3.64.** Alternatiflerin FPIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1.A^*)$	$d(Alt_2.A^*)$	$d(Alt_3.A^*)$	$d(Alt_4.A^*)$	$d(Alt_5.A^*)$	$d(Alt_6.A^*)$
Kri₁	0.000	0.000	0.000	0.100	0.107	0.000
Kri₂	0.111	0.030	0.092	0.111	0.030	0.000
Kri₃	0.000	0.037	0.037	0.037	0.127	0.241
	$d(Alt_7.A^*)$	$d(Alt_8.A^*)$	$d(Alt_9.A^*)$	$d(Alt_{10}.A^*)$	$d(Alt_{11}.A^*)$	$d(Alt_{12}.A^*)$
Kri₁	0.195	0.163	0.145	0.127	0.016	0.051
Kri₂	0.111	0.089	0.111	0.111	0.030	0.089
Kri₃	0.127	0.127	0.103	0.103	0.241	0.127

Tablo Ek 3.65. Alternatiflerin FNIS'den Uzaklıkları

	$d(Alt_1.A^*)$	$d(Alt_2.A^*)$	$d(Alt_3.A^*)$	$d(Alt_4.A^*)$	$d(Alt_5.A^*)$	$d(Alt_6.A^*)$
Kri₁	0.195	0.195	0.195	0.096	0.092	0.195
Kri₂	0.000	0.085	0.020	0.000	0.085	0.111
Kri₃	0.241	0.208	0.208	0.208	0.117	0.000
	$d(Alt_7.A^*)$	$d(Alt_8.A^*)$	$d(Alt_9.A^*)$	$d(Alt_{10}.A^*)$	$d(Alt_{11}.A^*)$	$d(Alt_{12}.A^*)$
Kri₁	0.000	0.032	0.051	0.147	0.180	0.147
Kri₂	0.000	0.023	0.000	0.000	0.085	0.023
Kri₃	0.117	0.117	0.141	0.141	0.000	0.117

Tablo Ek 3.66. d_i^* ve d_i^- Değerleri

	Alt₁	Alt₂	Alt₃	Alt₄	Alt₅	Alt₆
d_i^*	0.111	0.066	0.128	0.248	0.264	0.241
d_i^-	0.436	0.488	0.423	0.303	0.294	0.307
	Alt₇	Alt₈	Alt₉	Alt₁₀	Alt₁₁	Alt₁₂
d_i^*	0.434	0.380	0.359	0.342	0.287	0.267
d_i^-	0.117	0.172	0.192	0.288	0.265	0.286

Adım-9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması:**Tablo Ek 3.67. Yakınlık Katsayıları**

	<i>CC</i>
Alt₁	0.797
Alt₂	0.880
Alt₃	0.767
Alt₄	0.550
Alt₅	0.527
Alt₆	0.560
Alt₇	0.212
Alt₈	0.312
Alt₉	0.349
Alt₁₀	0.457
Alt₁₁	0.480
Alt₁₂	0.517

EK 4. Geliştirilen Sezgisel Algoritmanın Kaynak Kodu

```

private void txtArtisYuzdesi_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    try
    {
        txtKatlanilacakMaliyetArtisi.Text = (double.Parse(txtArtisYuzdesi.Text)*double.
        Parse(txtAmacFonksiyonu.Text.Replace(".", ""))/100).ToString();
    }
    catch { }
}

private void TablolariOlustur(int par)
{
    if (par == 1)
    {
        GridBaslangic.Rows.Clear();
        GridRisk.Rows.Clear();
        for (int i = 0; i < lbTedarikci.Items.Count ; i++)
        {
            for (int j = 0; j < lbUretimTesisleri.Items.Count; j++)
            {
                GridBaslangic.Rows.Add();
                GridRisk.Rows.Add();
                GridBaslangic.Rows[i* lbUretimTesisleri.Items.Count + j ].Cells[0].Value =
                (i+1).ToString() + "." + (j+1).ToString();
            }
        }
        for (int j = 0; j < listBox1.Items.Count; j++)
        {
            int k = 0;
            int sayac = 0;
            string[] a = listBox1.Items[j].ToString().Split(' ');
            for (int i = 0; i < a.Length && k < GridBaslangic.ColumnCount; i++)
            {
                //sayac = j;
                if (i == 0) while (a[i] != GridBaslangic.Rows[sayac].Cells[0].Value.ToString())
                {
                    sayac++;
                }
                if (a[i].Length > 2)
                {
                    if (k != 0 )

```

```

GridBaslangic.Rows[sayac].Cells[k].Value=float.Parse(a[i].Replace(".", ","));
else
GridBaslangic.Rows[sayac].Cells[k].Value = a[i];
k++; }
else
{GridBaslangic.Rows[sayac].Cells[k].Value = 0;
for (int s = 0; s < 6; s++)
    {if ((i + s) <a.Length&& a[i + s].Length> 2) i = i + (s - 1);}}
for (int s = 1; s < 6; s++)
    {if ((i + s)<a.Length&& a[i + s].Length> 2)
i = i + (s-1);}
GridEmniyetStogu.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount;
GridToplamTalep.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount;
GridEmniyetStogu.Rows.Clear();
for (int j = 0; j < listBox2.Items.Count; j++)
{GridEmniyetStogu.Rows.Add();
int k = 0;
string[] a = listBox2.Items[j].ToString().Split(' ');
for (int i = 0; i <a.Length&& k <GridBaslangic.ColumnCount; i++)
    {if (a[i].Length> 0)
        {GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[k].Value=float.Parse(a[i].
Replace(".", ","));}
else
    {GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[k].Value = 0; i = i + 5;}
i = i + 5;

```

```

        if (i < a.Length && a[i + 1].Length < 1) i++;
        k++;}}

if (GridEmniyetStogu.Rows.Count == 0)
for (int j = 0; j < lbUretimTesis.Items.Count; j++)
    {GridEmniyetStogu.Rows.Add();
    for (int i = 0; i < donem.Value + 1; i++)
        {if (i == 0) GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[i].Value =
lbUretimTesis.Items[j].ToString();
else GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[i].Value = "0";}}
    for (int i = 1; i <= donem.Value; i++)
        {GridEmniyetStogu.Columns[i].Name = (i).ToString() + " . dönem";}
GridToplamTalep.Rows.Clear();
for (int j = 0; j < GridEmniyetStogu.RowCount; j++)
    {GridToplamTalep.Rows.Add();
    for (int i = 1; i < GridEmniyetStogu.ColumnCount; i++)
        {GridToplamTalep.Rows[j].Cells[i].Value = float.
Parse(GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[i].Value.ToString());
        if (i > 0) GridToplamTalep.Rows[j].Cells[i].Value = float.
Parse(Grid1.Rows[j].Cells[i].Value.ToString()) + float.Parse
(GridEmniyetStogu.Rows[j].Cells[i].Value.ToString());}}
for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
    {for (int j = 0; j < GridBaslangic.ColumnCount; j++)
        {if (GridBaslangic.Rows[i].Cells[j].Value == null)
            GridBaslangic.Rows[i].Cells[j].Value = "0";}}}
else

```

```

{GridSonuc.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount;
GridSonuc.Rows.Clear();
for (int i = 0; i <GridBaslangic.RowCount; i++)
    {GridRisk.Rows[i].Cells[0].Value = GridBaslangic.Rows[i].Cells[0].Value;
GridSonuc.Rows.Add();
for (int j = 0; j <GridBaslangic.ColumnCount; j++)
    {GridSonuc.Rows[i].Cells[j].Value = GridBaslangic.Rows[i].Cells[j].Value;
for (int i = 0; i <GridBaslangic.RowCount; i++)
    {for (int j = 1; j <GridBaslangic.ColumnCount; j++)
        {GridSonuc.Rows[i].Cells[j].Value=Math.Round(decimal.
Parse(GridBaslangic.Rows[i].Cells[j].Value.ToString()*decimal.
Parse (GridRisk.Rows[i].Cells[1].Value.ToString())));}
GridAraCozum.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount + 1;
GridAraCozum.Rows.Clear();
for (int i = 0; i <GridBaslangic.RowCount; i++)
    {GridAraCozum.Rows.Add();
for (int j = 0; j <GridBaslangic.ColumnCount; j++)
    {GridAraCozum.Rows[i].Cells[j].Value = GridBaslangic.Rows[i].
Cells[j].Value;}}
for (int i = 1; i <= donem.Value; i++)
    {GridSonuc.Columns[i].Name = (i).ToString() + " . dönem";
GridAraCozum.Columns[i].Name = (i).ToString() + " . dönem";}
ToplamlariHesapla();
enbuyukRiskId = -1;
enkucukRiskId = -1;

```

```

EnKucukRisk = -1;

enbuyukRisk = -1;

for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
    {intted = Int16.Parse(GridBaslangic.Rows[i].Cells[0].Value.ToString().
    Split('.').First().ToString());

    inturt = Int16.Parse(GridBaslangic.Rows[i].Cells[0].Value.ToString().
    Split('.').Last().ToString());

    GridRisk.Rows[i].Cells[0].Value = lbTedarikci.Items[tet - 1].ToString() + " -> "
    + lbUretimTesisleri.Items[urt - 1].ToString();

    GridSonuc.Rows[i].Cells[0].Value = lbTedarikci.Items[tet - 1].ToString() + " ->
    "+ lbUretimTesisleri.Items[urt - 1].ToString();

    GridAraCozum.Rows[i].Cells[GridAraCozum.ColumnCount - 1].Value =
    GridAraCozum.Rows[i].Cells[0].Value.ToString();

    GridAraCozum.Rows[i].Cells[0].Value = lbTedarikci.Items[tet - 1].
    ToString()+"-> "+ lbUretimTesisleri.Items[urt - 1].ToString();

    GridAraCozum.Columns[GridAraCozum.ColumnCount - 1].Visible = false; }

GridBaslangicGorunen.Rows.Clear(); GridBaslangicGorunen.ColumnCount =
GridBaslangic.ColumnCount;

for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
    { GridBaslangicGorunen.Rows.Add();

    for (int j = 0; j < GridBaslangic.ColumnCount; j++)
        { GridBaslangicGorunen.Rows[i].Cells[j].Value = GridBaslangic.Rows[i].
        Cells[j].Value;

        if (j==0)

        GridBaslangicGorunen.Rows[i].Cells[j].Value = lbTedarikci.Items[Int16.

```

```

Parse(GridBaslangic.Rows[i].Cells[0].Value.ToString().
Split('.').First().ToString()-1].ToString() + " -> " +lbUretimTesis.Items[Int16.
Parse(GridBaslangic.Rows[i].Cells[0].Value. ToString().
Split('.').Last().ToString()) - 1].ToString();}}
GridEmniyetStoguGorunen.Rows.Clear(); GridEmniyetStoguGorunen.
ColumnCount = GridEmniyetStogu.ColumnCount; short deneme;
for (int i = 0; i <GridEmniyetStogu.RowCount; i++)
{GridEmniyetStoguGorunen.Rows.Add();
for (int j = 0; j <GridEmniyetStogu.ColumnCount; j++)
{GridEmniyetStoguGorunen.Rows[i].Cells[j].Value = GridEmniyetStogu.
Rows[i].Cells[j].Value.ToString ();
if (j==0 && Int16.TryParse(GridEmniyetStogu.Rows[i].Cells[0].
Value.ToString(),out deneme) )
GridEmniyetStoguGorunen.Rows[i].Cells[j].Value=lbUretimTesis.
Items [Int16.Parse(GridEmniyetStogu.Rows[i].Cells[0].Value.
ToString()) - 1].ToString();}}
for (int i = 1; i <= donem.Value; i++)
{GridEmniyetStoguGorunen.Columns[i].Name = (i).ToString() + " . dönem";
GridBaslangicGorunen.Columns[i].Name = (i).ToString() + " . dönem";}}
privatevoidToplamlariHesapla()
{intSatirSayisi = GridEmniyetStogu.RowCount;
if (GridAlinanToplam.RowCount == 0)
{GridAlinanToplam.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount;
GridAlinanToplam.Rows.Clear();
for (int i = 0; i <GridEmniyetStogu.RowCount; i++)

```

```

GridAlinanToplam.Rows.Add();
for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
    {for (int j = 0; j < GridBaslangic.ColumnCount; j++
        {if (j == 0) GridAlinanToplam.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value =
            GridEmniyetStogu.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value.ToString();
            else
                if (GridAlinanToplam.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value == null)
                    GridAlinanToplam.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value = float.
                        Parse(GridAraCozum.Rows[i].Cells[j].Value.ToString());
                    else
                        GridAlinanToplam.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value = float.
                            Parse(GridAlinanToplam.Rows[i % SatirSayisi].Cells[j].Value.
                                ToString()) + float.Parse(GridAraCozum.Rows[i].Cells[j].
                                    Value.ToString());}}}

GridGonderilenToplam.ColumnCount = GridBaslangic.ColumnCount;
GridGonderilenToplam.Rows.Clear();
for (int i = 0; i < lbTedarikci.Items.Count; i++)
    GridGonderilenToplam.Rows.Add();
for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
    {for (int j = 0; j < GridBaslangic.ColumnCount; j++)
        {if (j == 0) GridGonderilenToplam.Rows[i / SatirSayisi].Cells[j].
            Value = i / SatirSayisi + 1;
            else
                if (GridGonderilenToplam.Rows[i / SatirSayisi].Cells[j].Value == null)
                    GridGonderilenToplam.Rows[i / SatirSayisi].Cells[j].Value = float.

```

```

        Parse(GridAraCozum.Rows[i].Cells[j].Value.ToString());
    else
        GridGonderilenToplam.Rows[i / SatirSayisi].Cells[j].Value = float.
        Parse(GridGonderilenToplam.Rows[i / SatirSayisi].Cells[j].Value.
        ToString()) + float.Parse(GridAraCozum.Rows[i].Cells[j].Value.ToString());} }
shortdeger = 0;
if (Int16.TryParse(GridEmniyetStogu.Rows[0].Cells[0].
Value.ToString(), outdeger))
for (int i = 0; i < GridEmniyetStogu.RowCount; i++)
{
    inturt = Int16.Parse(GridEmniyetStogu.Rows[i].Cells[0].Value.ToString());
    GridEmniyetStogu.Rows[i].Cells[0].Value = lbUretimTesis.
    Items[urt - 1].ToString();
    GridToplamTalep.Rows[i].Cells[0].Value = lbUretimTesis.
    Items[urt - 1].ToString();
    GridAlinanToplam.Rows[i].Cells[0].Value = lbUretimTesis.
    Items[urt - 1].ToString();}
for (int i = 0; i < GridGonderilenToplam.RowCount; i++)
{
    intted = Int16.Parse(GridGonderilenToplam.Rows[i].Cells[0].
    Value.ToString());
    GridGonderilenToplam.Rows[i].Cells[0].Value = lbTedarikci.
    Items[ted - 1].ToString();} }
private void Enbuyuk(int j)
{
    decimal enbuyuk = -1;
    int enbuyukId = enbuyukRiskId;
    if (enbuyukRiskId == -1) EnBuyukBul = true;

```

```

for (int i = 0; i < GridBaslangic.RowCount; i++)
{
    decimal Risk = decimal.Parse(GridRisk.Rows[i].Cells[1].Value.ToString());
    if(!EnBuyukBul && (( Risk == enbuyukRisk &&enbuyukRiskId< i)
    ||enbuyukRisk> Risk) && Risk >enbuyuk)
    {
        enbuyuk = Risk;
        enbuyukId = i;}
    if(EnBuyukBul && Risk >enbuyuk)
    {
        enbuyuk = Risk;
        enbuyukId = i;}}
    if (enbuyuk == -1)
    {
        if (!Islem)
        {
            dur = true;
        }
        else
        {
            {dur = false; EnBuyukBul = true; Islem = false;
            EnKucukRisk = -1; enkucukRiskId = -1; }}
    }
    else
    {
        enbuyukRisk = enbuyuk; enbuyukRiskId = enbuyukId; lblEnbuyuk.
        Text = enbuyuk.ToString(); EnBuyukBul = false;}}
}

private void Enkucuk(int j)
{
    decimal enkucuk = 100; intenkucukId = -1;
    int uretici = int.Parse(GridAraCozum.Rows[enbuyukRiskId].
    Cells[GridAraCozum.ColumnCount1].Value.ToString().Split('.').Last().Trim());
    for (int i = enbuyukRiskId % lbUretimTesis.Items.
    Count; i < GridBaslangic.RowCount; i= i+lbUretimTesis.Items.Count)
    {
        decimal risk = decimal.Parse(GridRisk.Rows[i].Cells[1].Value.ToString());
    }
}

```

```

if (i == enbuyukRiskId)
    continue;

if (enbuyukRisk <= risk) continue;

if (risk < enkucuk && EnKucukRisk == -1 && enkucukRiskId < i)
    {enkucuk = risk; enkucukId = i;}

elseif (risk < enkucuk && EnKucukRisk != -1 && ((risk ==
    EnKucukRisk && enkucukRiskId < i) || (risk > EnKucukRisk))
    && enkucukRiskId != i
    {enkucuk = risk; enkucukId = i;})

if (enkucuk == 100)
    {EnBuyukBul = false; EnKucukRisk = -1; enkucukRiskId = -1; Enbuyuk(j); }
else
    {EnKucukRisk = enkucuk; enkucukRiskId = enkucukId;}

lblEnkucuk.Text = enkucuk.ToString();}

private bool FonksiyonSaglaniyorMu()
{
    decimal toplam = 0;

    for (int t = 0; t < donem.Value; t++)
    {
        for (int i = 0; i < Grid3.RowCount; i++)
        {
            for (int j = 1; j < Grid3.ColumnCount; j++)
            {
                if (decimal.Parse(GridAraCozum.Rows[i * (Grid3.ColumnCount - 1) +
                    j - 1].Cells[t + 1].Value.ToString()) > 0) toplam += decimal.
                    Parse(Grid3.Rows[i].Cells[j].Value.ToString());
            }
        }
    }

    for (int t = 0; t < donem.Value; t++)
    {
        for (int i = 0; i < Grid3.RowCount; i++)
        {
            for (int j = 1; j < Grid3.ColumnCount; j++)

```

```

        {toplaml += decimal.Parse(Grid4.Rows[i].Cells[j].Value.ToString()) *decimal.
        Parse(GridAraCozum.Rows[i * (Grid4.ColumnCount - 1) + j - 1].
        Cells[t + 1].Value.ToString());}}}
for (int t = 0; t < donem.Value; t++)
    {for (int i = 0; i < Grid3.RowCount; i++)
        {for (int j = 1; j < Grid3.ColumnCount; j++)
            {toplaml += decimal.Parse(Grid2.Rows[i].Cells[j].Value.ToString()) *decimal.
            Parse(Grid9.Rows[i].Cells[1].Value.ToString().Replace(".", ",")) *decimal.
            Parse(GridAraCozum.Rows[i * (Grid3.ColumnCount - 1) + j - 1].Cells[t + 1].
            Value.ToString());}}}
lblDurum.Text = toplaml.ToString();
txtAmacFonksiyonu2.Text = Math.Round(toplam,3) .ToString();
return (toplaml - decimal.Parse(txtAmacFonksiyonu.Text.Replace(".", ",")) <=
decimal.Parse(txtKatlanilacakMaliyetArtisi.Text));}

private void gridBoya(int j)
    {for (int i = 0; i < GridSonuc.RowCount; i++)
        {GridSonuc.Rows[i].DefaultCellStyle.BackColor = Color.White;}
    if (enbuyukRiskId > -1) GridSonuc.Rows[enbuyukRiskId].
   DefaultCellStyle.BackColor = Color.Aqua;
    if (enkucukRiskId > -1) GridSonuc.Rows[enkucukRiskId].
   DefaultCellStyle.BackColor= Color.IndianRed;}

```

EK 5. Veri Setlerinin Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Tablo Ek 5.1. Veri Seti-1'in %10 Artış için Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Optimal Çözüm						Riske Göre Revize Çözüm						
z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	Risk Profil Değeri	z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	İterasyon Sayısı	Çözüm Süresi
739.752,00	1.1	120	80	100	0.525	807.920,00	1.1	57	50	48	18	0.006
	2.1	72	120	0	0.475		2.1	135	150	52		

Tablo Ek 5.2. % Artışa Göre Veri Seti-1 için Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	739.752,00	---	---
%1 Maliyet Artışı İçin	746.802,00	7.050,00	0,31
%2 Maliyet Artışı İçin	754.322,00	14.570,00	0,62
%3 Maliyet Artışı İçin	761.842,00	22.090,00	0,95
%4 Maliyet Artışı İçin	768.892,00	29.140,00	1,25
%5 Maliyet Artışı İçin	776.412,00	36.660,00	1,57
%6 Maliyet Artışı İçin	783.950,00	44.198,00	1,89
%7 Maliyet Artışı İçin	791.470,00	51.718,00	2,21
%8 Maliyet Artışı İçin	798.520,00	58.768,00	2,51
%9 Maliyet Artışı İçin	806.040,00	66.288,00	2,84
%10 Maliyet Artışı İçin	807.920,00	68.168,00	2,92

Tablo Ek 5.3. Veri Seti-2'nin %1 Artış için Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Optimal Çözüm					Risk Profil Değeri	Riske Göre Revize Çözüm						
z (TL)	ij	t_1	t_2	t_3		z (TL)	ij	t_1	t_2	t_3	İterasyon Sayısı	Çözüm Süresi
212.771,500	1.1	90	80	100	0.710	212.282,360	1.1	90	80	100	24	0,005
	1.2	30	0	0	0.875		1.2	22	0	0		
	2.1	41	120	0	0.131		2.1	41	120	0		
	2.2	101	200	100	0.223		2.2	109	200	100		

Tablo Ek 5.4. % Artışa Göre Veri Seti-2 için Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	212.771,500	---	---
%1 Maliyet Artışı İçin	212.282,360	8.510,860	1,59

Tablo Ek 5.5. Veri Seti-3'ün %2 Artış için Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Optimal Çözüm					Riske Göre Revize Çözüm					
z (TL)	i,j	t_1	t_2	Risk Profil Değeri	z (TL)	i,j	t_1	t_2	İterasyon Sayısı	Çözüm Süresi
2.291.094,200	1.1	0	0	0.072	2.325.529,00	1.1	0	0	24	0.007
	1.2	500	600	0.067		1.2	500	600		
	2.1	700	700	0.778		2.1	619	450		
	2.2	0	0	0.809		2.2	0	0		
	3.1	588	600	0.539		3.1	669	850		
	3.2	231	150	0.444		3.2	231	150		

Tablo Ek 5.6. % Artışa Göre Veri Seti-3 için Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	2.291.094,20	---	---
%1 Maliyet Artışı İçin	2.313.985,00	22.890,80	2,67
%2 Maliyet Artışı İçin	2.325.529,00	34.434,80	4,02

Tablo Ek 5.7. Veri Seti-4'ün %10 Artış için Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Optimal Çözüm						Riske Göre Revize Çözüm								
z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	t_4	Risk Profil Değeri	z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	t_4	İterasyon Sayısı	Çözüm Süresi
8.855,004	1.1	50	40	50	50	0.803	9.738,485	1.1	10	25	36	50	160	0.085
	1.2	0	0	0	0	0.916		1.2	0	0	0	0		
	2.1	29	40	25	20	0.463		2.1	40	40	39	20		
	2.2	0	0	0	0	0.496		2.2	0	0	0	0		
	3.1	0	0	0	0	0.766		3.1	26	15	0	0		
	3.2	5	15	10	10	0.803		3.2	5	15	10	10		
	4.1	0	0	0	0	0.326		4.1	3	0	0	0		
	4.2	47	40	40	40	0.449		4.2	47	40	40	40		

Tablo Ek 5.8. % Artışa Göre Veri Seti-4 için Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	8.855,004	---	---
%5 Maliyet Artışı İçin	9.295,385	440,381	1,88
%10 Maliyet Artışı İçin	9.738,485	883,481	3,67
%15 Maliyet Artışı İçin	10.177,590	1.322,581	7,00
%18 Maliyet Artışı İçin	10.419,14	1.564,131	8,42

Tablo Ek 5.9. Veri Seti-5'in %10 Artış için Sezgisel Algoritma ile Çözüm Sonuçları

Optimal Çözüm						Riske Göre Revize Çözüm						
z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	Risk Profil Değeri	z (TL)	i,j	t_1	t_2	t_3	İterasyon Sayısı	Çözüm Süresi
141.262,820	1.1	0	0	50	0.797	155.385,580	1.1	0	0	50	180	0,53
	1.2	300	300	450	0.880		1.2	139	165	450		
	1.3	0	0	0	0.767		1.3	0	0	0		
	2.1	201	50	250	0.550		2.1	201	22	232		
	2.2	129	150	50	0.527		2.2	149	143	49		
	2.3	50	0	50	0.560		2.3	50	0	22		
	3.1	0	0	0	0.212		3.1	0	3	18		
	3.2	0	0	0	0.312		3.2	141	141	1		
	3.3	459	430	450	0.349		3.3	459	456	478		
	4.1	500	350	400	0.457		4.1	500	375	400		
	4.2	0	50	0	0.480		4.2	0	1	0		
	4.3	0	0	0	0.517		4.3	0	24	0		

Tablo Ek 5.10. % Artışa Göre Veri Seti-5 için Risk-Maliyet Ödünleşmesi

	Toplam Maliyet (TL)	Optimale Göre Maliyet Farkı (TL)	Optimale Göre Risklilik Farkı (%)
Optimal Çözüm İçin	141.262,820	---	---
%5 Maliyet Artışı İçin	148.322,480	7.059,660	4,64
%10 Maliyet Artışı İçin	155.385,580	14.122,760	7,31
%15 Maliyet Artışı İçin	162.447,740	21.184,920	9,41
%20 Maliyet Artışı İçin	169.514,760	28.251,940	12,09
%25 Maliyet Artışı İçin	175.643,310	34.380,490	14,02

EK 6. TZRY-KDS Programının Kullanım Kılavuzu

YAZILIM HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Tedarik Zinciri Risk Yönetimi-Karar Destek Sistemi (TZRY-KDS), TZRY'ne yönelik maliyet/risk ödünleşmesini esas alan bir karar destek sistemidir.

TZRY-KDS'nin amacı TZ'nin sürekliliğinin sağlanması kapsamında sadece maliyetlerin göz önüne alınmadığı, bunun yanında tedarikçiler ve tedarikçilerden üretim tesislerine uzanan dağıtım ağındaki olası risklerinde değerlendirilmesini sağlayarak üretim ve stok planlamalarına yönelik daha gerçekçi kararlar alınabilmesidir.

Bu genel çerçevede, TZ risklerinin hafifletilmesinde tedarikçilerin risk profili ve dağıtım kanalının riskleri ile toplam maliyetler hiyerarşik bir yapıda değerlendirilerek, olası herhangi bir kesinti durumunda üretici firmanın riskten daha az etkilenmesi sağlanmış olacaktır. Tedarikçiler ve bu tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağın riskinin değerlendirmeye alınması esnasında en az maliyet ve riski oluşturan dağıtım kanalından en fazla tedarikin gerçekleşmesi, hatta risk ve toplam maliyetler arasında ödünleşme yapmak sureti ile karar vericilere alternatifler arasından seçim yapma imkânı sağlanması hedeflenmiştir.

Bu karar destek sistemi ile istenen sayıda tedarikçi ile istenen sayıda üretim merkezi arasında istenen sayıda karar vericinin görüşlerine yer verilerek kullanıcının kendi problem sahasına yönelik spesifik riskleri belirleyebildiği, optimal/optimale yakın sonuçları çok kısa bir sürede elde edilebilmektedir.

Yapılacak tüm hesaplamalar ve veri girişleri sadece tek bir hammadde/malzeme/yarı mamul/ürün için olacaktır. Programın bundan sonraki bölümlerinde tedarik edilmesi planlanan meta “malzeme” olarak anılacaktır.

Yazılımda 16 adet arayüz bulunmakta olup veri girişi için doğrudan giriş ve açılır pencereler kullanılmıştır.

Her bir açıklama için bir örnek üzerinden açıklamalar yapılmış olup açıklamalar için ilgili arayüz resminin üzerinde gösterilen rakamlar kullanılmıştır.

Başlangıç Ayarlaması

Denetim Masası-Saat, Dil ve Bölge-Tarih, saat veya sayı biçimlerini değiştir-Ek ayarlar...- sekmesinden

1. Ondalık simgesini: “ , (virgül) ”, olarak değiştirin.

2. Basamak gruplandırma simgesini: “ . (nokta) ” olarak değiştirin.

1. Program 7 aşamadan oluşmaktadır. Amacınız sadece en az maliyetli tedarik planını oluşturmaksa ikinci aşama olan “Tedarik Planı” bölümüne kadar olan bilgileri doldurmanız yeterli olacaktır. Riske göre hesaplanacak tedarik planı için altıncı bölüm olan “Risk Hafifletme” bölümüne kadar olan bilgileri doldurmanız gerekmektedir. Son bölüm olan “Risk Takip ve Gözetimi” bölümünde istediğiniz her bölüme geri dönerek istediğiniz değişikliklere ve güncellemelere göre tedarik planınızda oluşan değişimi analiz edebilirsiniz.

2. Programın her aşamasında bu kullanıcı kılavuzunu açarak yardım alabilirsiniz.

3. İlgili arayüzde dikkat etmeniz gereken hususlar “Açıklamalar” bölümünde olacaktır.

Açıklamalar bölümünde istediğiniz değişiklikleri kendiniz veya personelinizin daha net anlayacağı şekilde yapabilirsiniz. “İleri” sekmesine tıkladığınızda yaptığınız değişiklikler kaydedilecektir.

4. Arayüzde ki veri girişleri tamamlandıktan sonra “İleri” sekmesine tıklayın.

Temel Bilgilerin Girilmesi/Tedarik Zincirinin Tanımlanması

Bu bölümde tedarik planının hazırlanabilmesi için ihtiyaç duyulan temel bilgiler programa girilecektir. Bölüm 10 arayüzden oluşmakta olup, her bir arayüzde veri girişinin tamamlanmasını müteakip “İleri” sekmesine, geri dönmek istediğinizde “Geri” sekmesine basınız.

Program bu bölümde en son kaydedilen verileri kolaylık sağlaması bakımından belleğinde tutmaktadır. Programı kapatıp yeniden açtığınızda bu veriler karşınıza gelecektir.

1. Malzemeyi tedarik edebileceğiniz tedarikçilerinin adını/kodunu giriniz ve “Ekle” sekmesine basınız. Yanlış yazım/isim değiştirme veya tedarikçiyi çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz tedarikçiyi seçerek “Sil” sekmesine basınız.

Buraya gireceğimiz veri tedarikçi firmanın adı olabileceği gibi onu tanımlayacak herhangi bir isim veya kod da olabilir. Şekilde sunulan örnekte, anlatım kolaylığı sağlaması bakımında “Tedarikçi” ismi kullanılmış ve 3 tedarikçi için 1,2 ve 3 numaraları kullanılmıştır. Bu aşamada istediğiniz sayıda tedarikçi tanımlayabilirsiniz.

2. Üretimin gerçekleştirileceği ve malzemenin sevk edileceği üretim tesislerinin adını/kodunu giriniz ve “Ekle” sekmesine basınız. Yanlış yazım/isim değiştirme veya üretim tesisini çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz üretim tesisini seçerek “Sil” sekmesine basınız.

Buraya gireceğimiz veri üretim tesisinizin adı olabileceği gibi onu tanımlayacak herhangi bir isim veya kod da olabilir. Şekildeki örnekte anlatım kolaylığı sağlaması bakımında “Üretim Tesisi” ismi kullanılmış ve 2 üretim tesisi için 1 ve 2 numaraları kullanılmıştır. Bu aşamada istediğiniz sayıda üretim tesisi tanımlayabilirsiniz.

3. Tedarik planının yapılacağı dönem sayısını belirleyiniz.

Planlama dönemi gün/hafta/ay veya yıl olabilir. Şekilde sunulan “2” yapılacak planlamanın 2 dönem için olduğunu belirtmektedir.

4. En az kaç tedarikçi ile çalışmak istediğinizi belirleyin.

Malzeme sipariş etmek için en az kaç tedarikçi ile çalışmak istiyorsanız o sayıyı seçmeniz gerekmektedir. Tedarikçinizin size malzeme sağlayamadığı durumlarda üretiminizin aksamaması için bazen bir, hatta iki tedarikçiyle bile çalışmak riskli olabilir. Eğer böyle bir sınırlandırma yapmak istemiyorsanız “1” i seçin. “0”ı seçmeniz durumunda program hiç bir tedarikçiyle çalışmak istemediğinizi algılayacak ve hata verecektir. Örnek problemde girilen “1” sayısı belirlenen 3 tedarikçinin en az biri ile çalışılmak istendiğini ifade etmektedir. Bu sayede planlamada sadece Tedarikçi1, 2 veya 3’den tek başına malzeme alınabileceği gibi, Tedarikçi1 ve 2, Tedarikçi1 ve 3, Tedarikçi2 ve 3 ve son olarak da tüm tedarikçilerden aynı planlama döneminde malzeme alınabilmesini mümkün kılar.

5. Arayüzdeki veri girişleri tamamlandıktan sonra “İleri” sekmesine basınız.

Üretim Tesis/Dönem	1. dönem	2. dönem
Üretim Tesis1	1200	1300
Üretim Tesis2	600	750

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim merkezinin her bir dönemde ihtiyaç duyacağı malzeme miktarını giriniz. İstihgal ettiğiniz sektöre ve tedarik edeceğiniz malzemeye göre buraya gideceğiniz talep miktarı adet/ton/gram vb. ve tamsayı olabileceği gibi ondalıklı bir sayı da olabilir. Dikkat edilmesi gereken husus tüm arayüzlerde aynı birimin kullanılması ve veri girişinin bu doğrultuda yapılması gerektirir. Bir arayüzde talebi adet olarak girip, diğer bir arayüzde kapasite miktarının kilogram olarak girilmesi hataya neden olacaktır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 10.25).

Geri İleri

6. Her bir üretim merkezinin her bir dönemde ihtiyaç duyacağı malzeme miktarını giriniz.

Şekilde gösterilen örnekte Üretim Tesis1'in 1. dönemde 1200 adet malzemeye ihtiyaç duyacağı anlaşılmaktadır. İstihgal ettiğiniz sektöre ve tedarik edeceğiniz malzemeye göre buraya gideceğiniz talep miktarı adet/ton/gram vb. ve tamsayı olabileceği gibi ondalıklı bir sayı da olabilir. Dikkat edilmesi gereken husus tüm arayüzlerde aynı birimin kullanılması ve veri girişinin bu doğrultuda yapılması gerektirir. Bir arayüzde talebi adet olarak girip, diğer bir arayüzde kapasite miktarının kilogram olarak girilmesi hataya neden olacaktır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse “nokta(.)” kullanılması gerektirir (Ör: 10.25).

Tedarikçi/Üretim Tesisi	Üretim Tesisi1	Üretim Tesisi2
Tedarikçi1	160	200
Tedarikçi2	130	450
Tedarikçi3	140	190

Açıklama
Soldaki tabloya her bir tedarik merkezi ile her bir üretim merkezi arasındaki mesafeyi giriniz.
Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılacaksa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır.
Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 km).

Geri İleri

7. Her bir tedarik merkezi ile her bir üretim merkezi arasındaki mesafeyi giriniz.

Şekilde gösterilen örnekte Tedarikçi1'in bulunduğu yerle Üretim Tesis1'in bulunduğu yer arasında 160 km. bulunduğu anlaşılmaktadır. Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılacaksa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır. (Ör: 100.50 km).

Tedarikçi/Üretim Tesisi	Üretim Tesisi1	Üretim Tesisi2
Tedarikçi1	0.2	0.2
Tedarikçi2	0.2	0.2
Tedarikçi3	0.1	0.1

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim merkezi için her bir tedarikçiden bir birim malzemeyi sipariş etmenin maliyetini giriniz.
Sipariş Maliyeti: Satın alınan her türlü malzemenin siparişinin gerektirdiği tedarik işlemleri masrafları olup, bu maliyet kalemini oluşturan bazı unsurlar; stok düzeylerinin gözden geçirilmesi, satın alma talebinin hazırlanması, alternatif tedarikçiler arasından seçim yapılması, piyasa araştırması yapılması, sipariş verilmesi ve işleme konması, mal kabul işlemleri, gelen malzemelerin kontrol ve muayenesi, ödeme işlemlerinin yapılması şeklinde sıralanabilir. Daha genel bir ifadeyle sipariş maliyeti belirli bir dönemde yapılan sipariş sayısından etkilenen her türlü maliyeti içerir. Bir birim malzemeyi sipariş etmek için katılan maliyet firmanız için hangi maliyet kalemlerinden oluşuyorsa bu bölümde o maliyetin hesaplanarak girilmesi gerekmektedir. Firmanız için sadece sipariş formunun gönderilmesi bir sipariş maliyeti oluşturabileceği gibi yukarıda sayılan tüm işlemler bir maliyet oluşturabilir.
Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 TL).

Geri İleri

8. Her bir üretim merkezi için her bir tedarikçiden bir birim malzemeyi sipariş etmenin maliyetini giriniz.

Sipariş Maliyeti: Satın alınan her türlü malzemenin siparişinin gerektirdiği tedarik işlemleri masrafları olup, bu maliyet kalemini oluşturan bazı unsurlar; stok düzeylerinin gözden geçirilmesi, satın alma talebinin hazırlanması, alternatif tedarikçiler arasından

seçim yapılması, piyasa araştırması yapılması, sipariş verilmesi ve işleme konması, mal kabul işlemleri, gelen malzemelerin kontrol ve muayenesi, ödeme işlemlerinin yapılması şeklinde sıralanabilir. Daha genel bir ifadeyle sipariş maliyeti belirli bir dönemde yapılan sipariş sayısından etkilenen her türlü maliyeti içerir. Bir birim malzemeyi sipariş etmek için katlanılan maliyet firmanız için hangi maliyet kalemlerinden oluşuyorsa bu bölümde o maliyetin hesaplanarak girilmesi gerekmektedir. Firmanız için sadece sipariş formunun gönderilmesi bir sipariş maliyeti oluşturabileceği gibi yukarıda sayılan tüm işlemler bir maliyet oluşturabilir.

Şekilde gösterilen örnekte Üretim Tesis1 için Tedarikçi1'den 1 adet malzemeyi sipariş etmenin maliyetinin “0.2 TL” olduğu anlaşılmaktadır. Burada da şekilde görüldüğü gibi ondalıklı bir değer girilecekse “nokta(.)” kullanılmalıdır. (Ör: 100.50 km).

Tedarikçi\Üretim Tesis	Üretim Tesis1	Üretim Tesis2
Tedarikçi1	3	3
Tedarikçi2	3	3
Tedarikçi3	4	3

Açıklama
Soldaki tabloya her bir üretim merkezi için her bir tedarikçiden bir birim malzemeyi satınalma maliyetini giriniz.
Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 0.5 TL).

9. Her bir üretim merkezi için her bir tedarikçiden bir birim malzemeyi satınalma maliyetini giriniz.

Şekilde gösterilen örnekte Tedarikçi1'in Üretim Tesis1'e bir adet malzemeyi “3 TL”den satacağı anlaşılmaktadır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse “nokta(.)” kullanılmalıdır. (Ör: 0.5 TL).

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

HERBİR TEDARİKÇİNİN HERBİR DÖNEMDE SİZE GÖNDEREBİLECEĞİ MAKSİMUM MALZEME MİKTARINI GİRİNİZ

Tedarikçi Dönem	1. dönem	2. dönem
Tedarikçi1	500	600
Tedarikçi2	700	700
Tedarikçi3	900	1000

10

Açıklama
Soldaki tabloya her bir tedarikçinin her bir dönemde gönderebileceği maksimum malzeme miktarını giriniz. Burada girilecek miktar planlamaya esas olacağından doğru veri girişi çok önemlidir. Bu aşamada tüm tedarikçilerin gönderebileceği miktar emniyet stoğu dâhil toplam talep edilen miktardan az olursa program çözüm üretemeyecek ve hata verecektir. Eğer tedarikçileriniz her bir dönemde istediğiniz kadar malzeme gönderebilecek kapasiteye sahipse burada büyük bir değer girmelisiniz (Ör: talebiniz 100 adet ise 1000 girebilirsiniz.). Girilen miktarın birimi (adet/ton/gram vb.) talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 kg.).

Geri İleri

10. Her bir tedarikçinin her bir dönemde gönderebileceği maksimum malzeme miktarını giriniz.

Şekilde gösterilen örnekte Tedarikçi1'in 1. dönemde en fazla "500" adet malzeme gönderebileceği anlaşılmaktadır. Burada girilecek miktar planlamaya esas olacağından doğru veri girişi çok önemlidir. Bu aşamada tüm tedarikçilerin gönderebileceği miktar emniyet stoğu dâhil toplam talep edilen miktardan az olursa program çözüm üretemeyecek ve hata verecektir. Eğer tedarikçileriniz her bir dönemde istediğiniz kadar malzeme gönderebilecek kapasiteye sahipse burada büyük bir değer girmelisiniz (Ör: talebiniz 100 adet ise 1000 girebilirsiniz.). Girilen miktarın birimi (adet/ton/gram vb.) talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır. (Ör: 100.50 kg.).

TZRY-KDS

Temel Bilgiler | Tedarik Planı | Risk Tanımlama | Risk Değerlendirme | Risk Profillerini Hesaplama | Risk Hafifletme | Risk Takip ve Gözetimi

Kullanıcı Kılavuzu

HERBİR TEDARİKÇİNİN BELİRLEDİĞİ MINİMUM SATIŞ MİKTARINI GİRİNİZ

Tedarikçi	MINİMUM SATIŞ MİKTARI (ADET)
Tedarikçi1	50
Tedarikçi2	100
Tedarikçi3	50

11

Açıklama
Soldaki tabloya her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarını giriniz. Takdir edileceği üzere tedarikçilerin kendi üretim bantları ve siparişleri için bu bantları hazırlamaları ciddi bir gayret ve maliyet olmaktadır, hatta sevkiyat planlamalarında da değişiklik gerektirmektedir. Bu nedenle bazen tedarikçilerin eğer bir malzemeden sipariş verilecekse en az belirli bir miktar sipariş verilmesi durumunda sipariş karşılayacakları hususunda bir kısıtlama örneği sumeleni genel bir uygulamadır. Bu programda bu kısıtlama sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Eğer tedarikçileriniz böyle bir kısıtlama sunmuyorsa bu boşluklara "1" yazın (1 gönderilecek en az miktar ifade eder). Böylece program tüm tedarikçilerden istenilen miktarda sipariş verilebileceği kabulüne uygun olarak hesaplama yapacaktır. Girilen miktarın birimi (adet/ton/gram vb.), talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 1.5 gram).

Geri İleri

11. Her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarını giriniz.

Takdir edileceği üzere tedarikçilerin kendi üretim bantları ve siparişler için bu bantları hazırlamaları ciddi bir gayret ve maliyet oluşturmakta, hatta sevkiyat planlamalarında da değişiklik gerektirmektedir. Bu nedenle bazen tedarikçilerin eğer bir malzemedan sipariş verilecekse en az belirli bir miktar sipariş verilmesi durumunda siparişi karşılayacakları hususunda bir koşulunu öne sürmeleri genel bir uygulamadır. Bu programda bu koşulu sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Şekilde gösterilen örnekte Tedarikçi1'in eğer kendisine sipariş verilecekse en az "50 adet" sipariş verilmesi durumunda bu siparişi karşılayabileceği anlaşılmaktadır.

Eğer tedarikçileriniz böyle bir koşul sunmuyorlarsa bu boşluklara "1" yazın (1 gönderilebilecek en az miktarı ifade eder.). Böylece program tüm tedarikçilerden istenilen miktarda sipariş verilebileceği kabulüne uygun olarak hesaplama yapacaktır.

Girilen miktarın birimi (adet/ton/gram vb.), talep edilen miktarın birimiyle aynı olmalıdır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır. (Ör: 0.5 gram).

Tedarikçi	TAŞIMA MALİYETİ
Tedarikçi1	3.5
Tedarikçi2	3.3
Tedarikçi3	3.8

12

Açıklama
 Soldaki tabloya bir birim malzemeyi bir kilometre taşımanın maliyetini giriniz. Örneğin 1000 TL ile 100 adet malzemeyi 50 km. naklettiğimizi düşünürsek buraya girilecek değer "0.2 TL" olacaktır. $(1000/100=10 \text{ TL ile } 1 \text{ malzemeyi } 50 \text{ km. taşıyız, } 10/50=0.2 \text{ TL ise bir adet malzemeyi bir km. taşımanın maliyetidir.})$
 Taşıma maliyetinin bir birim malzeme bir km. olarak ifade edilmesinin nedeni her bir tedarik kaynağından yapılacak sevkiyatlara için farklı taşıma modlarının (karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu) kullanılabilmesi olmasıdır. Örneğin 100 adet malzemeyi 50 km. karayoluyla ve 100 km. demiryoluyla naklettiğimizi ve karayolu için 1000 TL. ve demiryolu için 500 TL. ödediğimizi düşünürsek buraya girilecek değer "0.2 +0.05=0.25 TL" olacaktır.
 Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılırsa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır.
 Eğer ondalıklı bir değer girilecekse "nokta(.)" kullanılmalıdır (Ör: 100.50 km).

Geri İleri

12. Bir birim malzemeyi bir kilometre taşımanın maliyetini giriniz.

Şekilde gösterilen örnekte Tedarikçi1'den 1 adet malzeme alındığında bu malzemenin üretim tesislerine sevk edilmesi için kilometre başına "3.5 TL" taşıma maliyetine katlanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Örneğin 1000 TL ile 100 adet malzemeyi 50 km. naklettiğimizi düşünürsek buraya girilecek değer "0.2 TL" olacaktır.

Taşıma maliyetinin km. olarak ifade edilmesinin nedeni her bir tedarik kaynağından yapılacak sevkiyatlar için farklı taşıma modlarının kullanılabilir olmasıdır. Örneğin 100 adet malzemeyi 50 km. karayoluyla ve 100 km. demiryoluyla naklettiğimizi ve karayolu için 1000 TL. ve demiryolu için 500 TL ödediğimizi düşünürsek buraya girilecek değer “0.2 +0.05=025 TL” olacaktır.

Dikkat edilmesi gereken husus diğer tüm arayüzlerde mesafeye bağlı olarak yapılacak hesaplamalarda kilometre bazında işlem yapılmasıdır. Eğer burada metre kullanılacaksa diğer arayüzlerde de yapılacak hesaplamalar metre cinsinden olmalıdır. Benzer şekilde eğer ondalıklı bir değer girilecekse “nokta(.)” kullanılmalıdır. (Ör: 100.50 km).

13. Her bir üretim tesisinde bulundurulacak emniyet stok miktarının hesaplanmasına esas müşteri hizmet düzeyini belirleyiniz.

Bir üretici için “Müşteri Hizmet Düzeyi”, % kaç olasılıkla müşteri siparişinin stoktan yani bekletmeden karşılanacağını ifade eder. Mesela % 95 müşteri hizmet düzeyinin anlamı; 100 satır siparişin 95 satırının stoktan karşılanabileceği demektir (veya hedeflenmesidir).

Planlamada emniyet stoku bulundurmak istenmemesi durumunda “0” seçilmelidir. Emniyet stokunun planlamaya dâhil edilmesi durumunda tüm üretim tesisleri için bir müşteri hizmet düzeyi değeri girilmelidir. Daha açık bir ifade ile bir üretim tesisleri için “0” değeri girilmesi durumunda tüm üretim tesisleri için “0” girilmelidir. Bunun dışında her bir üretim merkezinin müşteri hizmet düzeyi farklılık

gösterebilir. Örneğin bu örnekte Üretim Tesisi1 için %70, Üretim Tesisi2 için %90 seçilebilir.

14. Her bir üretim tesisinde bulundurulacak emniyet stok miktarının hesaplanmasına esas malzeme temin süresini giriniz.

Temin süresi; malzemenin sipariş edilmesi ile üretim tesisine ulaşması arasında geçen süredir.

Şekilde gösterilen örnekte her iki üretim merkezi içinde malzeme temin süresi “0.6” dönem olarak belirlenmiştir.

Bu aşamada veri girişi çok önemlidir. Çünkü yanlış hesaplama nedeniyle verinin yanlış girilmesi programın yanlış sonuç/hata vermesine neden olacaktır. Yukarıda verilen örnek için temin süresinin 0.6 dönem olarak belirlendiği söylenmiştir. Dikkat edilirse bu aşamada girilen değerlerin dönem cinsinden olduğu fark edilecektir. Örnek problemimizde ele alınan problemde 2 dönemlik bir planlama yapıldığı düşünüldüğünde, eğer 2 dönem 2 hafta ise 0.6 dönem teslim süresi 8,5 gün olacaktır. Eğer 2 dönem 2 ay için kullanılmışsa 36 gün olacaktır.

Diğer arayüzlerde olduğu gibi eğer ondalıklı bir değer girilecekse “nokta(.)” kullanılmalıdır.

15. Önceki arayüzlerde dâhil tüm veri girişleri eksiksiz olarak tamamlandıktan sonra “Kaydet” sekmesine basınız.

Bu sayede verileriniz eksiksiz olarak kaydedildi ise “Kaydedildi” uyarısını alacaksınız. Aksi takdirde düzgün veri girişi sağlanmadığına dair uyarı alacaksınız. Bu durumda geri sekmesine basarak eksik kalan verinin tespit edilmesi ve doldurulması gerekecektir. Daha sonra bir diğer bölüme geçmek için ileri sekmesine basınız.

Minimum Maliyetli Tedarik Planının Hazırlanması

Bir önceki bölümde girilen temel bilgiler kullanılarak bu bölümde minimum maliyetli tedarik planı oluşturulacaktır.

Karar verici tarafından riskin değerlendirmeye alınmasının istenmediği, sadece maliyetin değerlendirilmeye alınmasının istendiği bir planlamada programın sadece bu bölüme kadar olan kısmı kullanılarak tedarik planı hazırlanabilir.

Başlangıç Çözümü

	1. dönem	2. dönem
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi1	0	0
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi2	500	600
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi1	700	700
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi2	0	0
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi1	588	600
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi2	231	150

Emniyet Stoğu

	1. dönem	2. dönem
Üretim Tesisi1	88	88
Üretim Tesisi2	131	131

Açıklama

Bir önceki bölümde girilen temel bilgiler kullanılarak bu bölümde minimum maliyetli tedarik planı oluşturulacaktır. Karar verici tarafından riskin değerlendirilmeye alınmasının istenmediği, sadece maliyetin değerlendirilmeye alınmasının istendiği bir planlamada programın sadece bu bölüme kadar olan kısmı kullanılarak tedarik planı hazırlanabilir. Sol yukarıda "Minimum Maliyetli Tedarik Planını Oluştur" sekmesine basıldığında program tarafından hesaplamalar yapılarak toplam sipariş maliyeti ve tedarik planı oluşacaktır. Hemen yanında bulunan ve yanında "TL Toplam Maliyet" yazan kısımda görülen tutar siparişlerin toplam maliyetidir. Burada (,) virgülden sonraki rakamlar kuruş, ön kısım ise TL tutandır. "Başlangıç Çözümü" yazan tablo tedarik planını göstermektedir. "Emniyet Stoğu" yazan kısımda her bir üretim merkezinde bulunulacak emniyet stok miktarı görülmektedir.

1. “Minimum Maliyetli Tedarik Planını Oluştur” sekmesine basınız.

2. Program tarafından oluşturulan tedarik planının toplam maliyeti görülmektedir.

Şekilde gösterilen örnekte minimum maliyetli tedarik planı 2.291.094,200 (iki milyon iki yüz doksan bir bin doksan dört Türk Lirası ve iki yüz kuruş) TL olarak hesaplanmıştır.

3. Optimal tedarik planı görülmektedir.

Şekilden de anlaşılacağı üzere Üretim Tesisi1’e Tedarikçil’den ve Üretim Tesisi2’ye Tedarikçi2’den sipariş verilmesinin optimal bir karar olmadığı görülmektedir. Örneğin, 1. dönemden itibaren tutulmaya başlanacak stok miktarları da

dâhil olmak üzere 1. dönemde Üretim Tesis1'in ihtiyaç duyacağı 700 adet malzemenin Tedarikçi2'den ve 588 adet malzemenin Tedarikçi3'den sipariş verilmesi kararının en iyi çözüm olduğu ortaya konulmuştur.

4. Program ile belirlenen ve her bir üretim merkezinde bulundurulacak emniyet stok miktarı görülmektedir.

Şekilde gösterilen örnekte Üretim Tesis1'de 88 adet, Üretim Tesis2'de 131 adet malzeme emniyet stoku olarak bulundurulması gerektiği hesaplanmıştır.

Risk Tanımlama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en önemli adımıdır. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlamasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Firmaların farkında oldukları risklere uygun tedbir alacakları düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır. Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır.

TZ'lerde karşılaşılan/mejdana gelen risk tür ve faktörleri TZ'ne göre farklılık gösterebileceği gibi benzerliklerde gösterebilir. TZRY-KDS programında risk tanımlama aşaması için tedarik kaynakları ve ağından kaynaklanabilecek makro ve mikro (tedarik, taşıma ve bilgi riskleri) risklerin literatürde yapılan önceki çalışmalardan belirlenerek karar vericilere sunulduğu ve kendi sektör, firma ve TZ'ne yönelik grup karar verme yöntemiyle bu riskler arasından seçim yapabilme/tanımlayabilme, ekleme, çıkarma ve değişiklik yapabilmesinin sağlandığı bir yaklaşım kullanılmıştır.

1. Risk değerlendirmeleri için görüşlerine başvurulacak karar vericilerin adını/kodunu giriniz ve “Ekle” sekmesine basınız. Yanlış yazım/isim değiştirme veya karar verici adı çıkarmak için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz karar vericiyi seçerek “Sil” sekmesine basınız.

TZRY-KDS programı grup karar verme üzerine geliştirilmiştir. Sadece bir karar vericinin görüşleri ile risk değerlendirmesi yapılabileceği gibi istenilen sayıda karar vericinin değerlendirmelerine göre de karar verilebilir.

Ülkemizde ten az harf barındıran isim bulunmadığından program  karakterden az veri girişini kabul etmeyecektir.

şekilde gösterilen örnekte “Firma Sahibi”, “Lojistik Müdürü” ve “Satınalma Müdürü” adlarıyla 3 karar verici tanımlanmıştır. Bundan sonra yapılacak risk değerlendirmelerinde her bir karar verici için ayrı bir değerlendirme sayfası olacaktır.

2. Risk Türlerini seçiniz. Her bir Risk türüne göre Risk Faktörlerinin belirleyiniz ve “Ekle” sekmesine basınız. Belirlediğiniz risk faktörü otomatik olarak ekle sekmesinin yanındaki risk faktörü bölümüne işlenecektir. Dilerseniz burada kendinize has riskleri ekleyebilir/değiştirebilirsiniz. Seçtiğiniz herhangi bir riski silmek için alt kutuda değişiklik yapmak istediğiniz risk faktörünü seçerek klavyenizdeki “Delete” tuşuna basınız.

Tedarikçi kaynaklı ve tedarikçileri üretim tesislerine bağlayan ağ üzerinde meydana gelebilecek makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri literatürde Tedarik Zinciri Risk Yönetimi konusunda yapılan çalışmaların analizi sonucunda bir araya getirilerek programa dâhil edilmiştir. İştibal edilen sektör ve tedarik zincirine göre tedariki etkileyebileceği değerlendirilen riskler buradan seçilebileceği gibi kullanıcı tarafından değiştirilip, yeni risklerde tanımlanabilir.

şekilde gösterilen örnekte “Doğal afetler”, “Geç teslimat” ve “Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği” risk faktörlerinin tedariki aksatabilecek/kesintiye ğratabilecek riskler olduğunun değerlendirildiği anlaşılmaktadır.

Makro riskler firmalar üzerinde olumsuz etkileri olabilecek olumsuz ve göreli olarak nadir görülen dışsal olay ve durumları ifade eder. Makro riskler; doğal afetler (r:

deprem, iklimsel felaketler) ve insan kaynaklı riskleri (ör: savaş, terör, politik istikrarsızlık) içermektedir.

Mikro riskler ise doğrudan tüm TZ'ndeki paydaşların ilişkileri ve/veya firmaların içsel aktivitelerinden kaynaklanan görece olarak yinelenen olayları ifade eder. Genel olarak, makro riskler mikro risklere kıyasla firma üzerinde daha fazla olumsuz etkiye neden olurlar. Bu programda ele alınan risk türlerinden tedarik riskleri ve altyapısal riskler (taşıma riskleri ve bilgi riskleri) mikro risklerin alt kategorileridir. Tedarik riskleri (tedarik kaynaklı finansal riskler de bu risk kapsamında ele alınmıştır.) bir firmanın gelen TZ ağındaki paydaşlarından kaynaklanan olumsuz durumları ifade eder.

Bir TZ'nin fonksiyonlarını sağlıklı olarak yerine getirebilmesi için bilgi teknolojileri ve taşımalar da kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerde yaşanan herhangi bir aksama bir TZ'nde ciddi problemlerin meydana gelmesine yol açabilir. Bu nedenle bilgi ve taşıma riskleri de mikro riskler kapsamında kategorize edilmektedir.

Risk Değerlendirme

Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek risklerin en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır.

TZRY-KDS programı kapsamında yapılan risk değerlendirmesinin bu aşamasında ele alınan risk kriterleri arasındaki etkileşimin önemi doğrultusunda önceliklendirilmelerini ve sebep (etkileyen)-sonuç (etkilenen) risk kriterlerinin belirlenmesi sağlanacaktır. Diğer risk kriterleri üzerinde daha fazla etkiye ve yüksek önceliğe sahip kriterler, “sebep kriterleri”; daha fazla etkiye maruz ve daha düşük önceliğe sahip olan karar kriterleri de “sonuç kriterleri” olarak tanımlanır.

The screenshot shows the TZRY-KDS software interface. The main window is divided into several sections. On the left, there is a sidebar with a dropdown menu labeled 'Karar Verici Seçiniz' (1). Below this is a table with three columns: 'Doğal afetler', 'Geç teslimat', and 'Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği'. The table contains three rows: 'Doğal afetler' (Etkisiz, Orta Etkili), 'Geç teslimat' (Etkisiz, Çok Yüksek ...), and 'Montaj hattı geçiş...' (Etkisiz, Düşük Etkili). (2) points to this table. In the center, there is a large grey area. To the right of this area is a table with two columns: 'Doğal afetler' and 'Geç teslimat'. The values are 0.289 and 0.291 respectively. (4) points to this table. Above this table is a button labeled 'Hesapla' (3). Below the table is a graph (5) showing three data series: 'Doğal afetler' (blue dots), 'Geç teslimat' (yellow dots), and 'Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği' (red dots). The graph has a y-axis from -2 to 2 and an x-axis from 5 to 8. On the far right, there is a text box with a description of the risk assessment process.

1. Değerlendirmelerine başvurulacak karar vericiyi seçiniz.

Hangi karar verici seçilirse aşağıda “2” ile gösterilen bölümdeki sayfa yenilenecek ve açılır pencereleri kullanarak değerlendirme yapılacaktır.

2. Risk faktörlerinin önem derecelerinin ve her bir risk faktörünün birbirleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için değerlendirmelerinizi yapınız.

Her bir karar verici tarafından kendi için açılan sayfada “Etkisiz”, “Düşük Etkili”, “Orta Etkili”, “Yüksek Etkili” ve “Çok Yüksek Etkili” ölçütlerini kullanarak; “Hangi kriter hangi kriteri ne düzeyde etkiliyor?” sorusu için görüşünü bildirir.

Şekildeki örnekte sunulan karar vericinin değerlendirmesine göre Doğal afetler, Montaj hattı geçiş süresi değişkenliğini “Orta Etkili” şekilde etkilerken; Geç teslimat, Doğal afetleri “Etkisiz” şekilde etkilemektedir. Yani üzerinde hiçbir tesiri bulunmamaktadır.

3. Hesaplamaların yapılması için “Hesapla” sekmesine basınız.

Tüm açılır pencerelerde seçim yapılmaz ise program uyarı verecek ve hesaplama yapmayacaktır. Bu nedenle köşegenlerdeki boş kutular dışındaki tüm pencerelerde seçim yapılmalıdır.

Programın içerisinde bulunan yöntemin bir gereği olarak çok sayıda etkisiz ve düşük etkili seçeneklerinin girildiği bir değerlendirmede 0’a bölünemezlik kuralı nedeniyle bazen hata verebilir. Bu durumda yapılan tüm değerlendirmeler birer artırılarak hem hata giderilebilir hem de kriterler arasındaki önem sırası korunabilir.

4. Risk kriter/faktör ağırlıkları görülmektedir.

Program tarafından yapılan hesaplamalar sonucunda her bir risk kriteri 0 ile 1 arasında bir risk kriter ağırlık değeri alacaktır. Bu değer ne kadar 1'e yakında o kriterin o kadar risk barındırdığı, ne kadar 0'a yakında bir o kadar risksiz olduğu anlaşılmaktadır.

Şekildeki örnekte sunulan risk kriterleri ağırlıkları (önem sıralamaları) Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği (0.420) >> Geç teslimat (0.291) >> Doğal afetler (0.289) şeklinde elde edildiği görülmektedir. Böylece bu örnekteki firma için en fazla risk oluşturan kriter montaj hattı geçiş süresi değişkenliği olarak belirlenmiştir.

5. Etki diyagramı görülmektedir.

Etki diyagramı sayesinde kriterlerin önem dereceleri ve sebep-sonuç kriterlerinin tespiti görsel olarak sağlanabilir. Yatay ekseninde 0'ın üzerinde kalan kriterler sebep (etkileyen) risk kriterleri iken, altında kalanlar sonuç (etkilenen) kriterleri olacaktır. Yatay ekseninde nerede olduklarına bakılmaksızın düşey ekseninde sağa gidildikçe kriterin öneminin yüksek olduğu anlaşılır.

Şekildeki etki diyagramının incelenmesi neticesinde geç teslimat ve doğal afetler kriterleri yatay ekseninde 0'ın üzerinde kalmaları nedeniyle sebep (etkileyen) kriterleri, montaj hattı geçiş süresi değişkenliği ise sonuç (etkilenen) kriteri olduğu anlaşılmaktadır. Yine diyagramda en sağda kalan montaj hattı geçiş süresi değişkenliği kriterinin probleme etki eden en önemli risk faktörü olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıda hesaplanan risk kriter ağırlıklarının da yardımıyla bu aşamada her bir tedarikçi-üretim tesisi alternatifinin risk profil değeri hesaplanır.

The screenshot shows the TZRY-KDS software interface. The main window displays a table with risk factors and their weights. The 'Risk Profil Değerleri' table shows the calculated risk profile values for each alternative. The 'Açıklama' box provides a detailed explanation of the calculation process.

Kriter	Doğal afetler	Geç teslimat	Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi1	Orta Az Riskli	Eğil Riskli	Orta Az Riskli
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi2	Az Riskli	Eğil Riskli	Orta Az Riskli
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi1	Çok Fazla Riskli	Orta Fazla Riskli	Fazla Riskli
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi2	Fazla Riskli	Orta Fazla Riskli	Fazla Riskli
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi1	Eğil Riskli	Fazla Riskli	Çok Az Riskli
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi2	Az Riskli	Fazla Riskli	Çok Az Riskli

Risk Profil Değerleri	Değer
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi1	0,240
Tedarikç1 -> Üretim Tesisi2	0,175
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi1	0,927
Tedarikç2 -> Üretim Tesisi2	0,875
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi1	0,296
Tedarikç3 -> Üretim Tesisi2	0,156

Açıklama
Önceki arayüzde hesaplanan risk kriter ağırlıklarının yardımıyla bu aşamada her bir tedarikçi-üretim tesisi alternatifinin risk profili değeri hesaplanacaktır. Sol üstte "Karar Verici Seçiniz" yazan kısımın hemen yanından değerlendirilmeye başlanacaktır. Karar vericiyi seçiniz. Bu açılır pencereden değerlendirilmeye başlanacaktır. Karar vericiyi seçiniz. Hemen aşağıda her bir karar verici için değerlendirilmeye başlanacaktır. Bu tablodan her bir tedarikçi-üretim tesisi alternatifini seçiniz. Her bir risk faktörüne göre değerlendirilmeye başlanacaktır. "Çok Az Riskli", "Az Riskli", "Orta Az Riskli", "Eğil Riskli", "Orta Fazla Riskli", "Fazla Riskli" ve "Çok Fazla Riskli" ölçülerini kullanarak yapınız. Örneğin bir alternatif için ilk risk kriteri için "Orta Az Riskli", diğer bir kriter için "Eğil Riskli" vb.

1. Değerlendirmelerine başvurulacak karar vericiyi seçiniz.

Hangi karar verici seçilirse aşağıda “2” ile gösterilen bölümdeki sayfa yenilenecek ve açılır pencereleri kullanarak değerlendirme yapılacaktır.

2. Her bir Tedarikçi-Üretim tesisi alternatifi için her bir risk faktörüne göre değerlendiriniz.

Her bir karar verici tarafından kendi için açılan sayfada “Çok Az Riskli”, “Az Riskli”, “Orta Az Riskli”, “Eşit Riskli”, “Orta Fazla Riskli”, “Fazla Riskli” ve “Çok Fazla Riskli”, ölçütlerini kullanarak; her bir alternatif Tedarikçi-Üretim Tesisi alternatifini değerlendirir.

Şekildeki örnekte sunulan karar vericinin değerlendirmesine göre Tedarikçi1-Üretim Tesisi1 alternatifi Doğal afetler yönünden “Orta Az Riskli”, Geç teslimat yönünden “Eşit Riskli” ve Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği yönünden “Orta Az Riskli” bulunmuştur.

3. Hesaplamaların yapılması için “Hesapla” sekmesine basınız.

Hesapla sekmesine basılınca hemen sağında bulunan risk değerleri bölümünde her bir alternatif için hesaplanan risk profil değeri oluşacaktır.

4. Alternatiflerin Risk Profil Değerleri görülmektedir.

Program tarafından yapılan hesaplamalar sonucunda her bir alternatifin risk profil değeri 0 ile 1 arasında bir değer alacaktır. Bu değer ne kadar 1’e yakında o alternatifin o kadar risk barındırdığı, ne kadar 0’a yakında bir o kadar risksiz olduğu anlaşılmaktadır.

Şekildeki örnekte sunulan alternatiflerin risk profil değerleri en fazla risk barındıran alternatiften en aza doğru sıralandığında; Tedarikçi2-Üretim Tesisi1 (0.927) >> Tedarikçi2-Üretim Tesisi2 (0.875) >> Tedarikçi3-Üretim Tesisi1 (0.296) >> Tedarikçi1-Üretim Tesisi1 (0.240) >> Tedarikçi1-Üretim Tesisi2 (0.175) >> Tedarikçi3-Üretim Tesisi2 (0.156) şeklinde olduğu görülmektedir. Böylece bu örnekteki tedarikçi-üretim merkezi alternatifleri arasındaki en riskli alternatifin Tedarikçi2-Üretim Tesisi1 (0.927) olduğu görülmektedir.

Risk Hafifletme

Sadece maliyeti esas alan planlamalar tedarik kaynağının kendisinden, bulunduğu lokasyondan ve dağıtım kanalından kaynaklanan riskliliği göz ardı etmekte, riske karşı savunmasız, TZ kesintilerine karşı kırılgan TZ'lere neden olmaktadır. Ayrıca gerçek hayat problemleri incelendiğinde bazen ucuz tedarik kaynaklarının daha riskli, fazla maliyete neden olan tedarik kaynaklarının ise daha az risk barındırdığı görülmektedir. Bu nedenle firmaların riski değerlendirmeye almasının zorunlu bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır. Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmaları pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler benimseyerek göğüsleyecekleri risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışırlar. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışırlar.

TZRY-KDS programında risk hafifletme sürecinde alternatif Tedarikçi-Üretim Tesisi çiftlerinin risk profil değerlerine göre görece olarak risksiz tedarik kaynağından riskli olana doğru sipariş aktarması yapılmaktadır. Bu aşamada belirleyici faktör karar vericinin riskin etkisini hafifletmek için katlanabileceği maliyet artış miktarıdır.

Karar vericiler tarafından dikkat edilmesi gereken konu ise, risk ve maliyet mahsuplaşmasının kendi firmaları ve TZ'leri özelinde ciddiyetle değerlendirmeye alınması gerektiğidir.

1. Risk için katlanılabilecek maliyet artış miktarını % veya TL olarak giriniz.

Yüzde olarak değer girmek için yukarı-aşağı sekmelerini kullanarak değer artış-azalışı sağlayabilirsiniz. Şekildeki örmekte %5 değeri seçildiğinden TL tutarı otomatik olarak hesaplanmıştır.

TL olarak değer girilmesi durumunda ondalıklı tutar girilecekse “virgül(,)”kullanılmalıdır.

2. Hesaplamaların yapılması için “Çözümü Hesapla” sekmesine basınız.

Çözümü Hesapla sekmesine basılınca hemen aşağısında “3” ve “4” numaralar ile gösterilen iki kısım karşınıza gelecektir. Sol tarafta “2” ile gösterilen kısımda matematiksel model ile hesaplanan minimum maliyetli tedarik planı, sağ tarafta ise “3” ile gösterilen kısımda sezgisel algoritma ile hesaplanan riske göre revize tedarik planı oluşacaktır.

3. Matematiksel model ile hesaplanan minimum maliyetli tedarik planı ve toplam maliyet görülmektedir.

4. Sezgisel algoritma ile hesaplanan riske göre revize tedarik planı ve toplam maliyet görülmektedir.

“1” ile gösterilen risk için katlanılabilecek maliyet artışı değeri değiştirildikçe bu kısımda tedarik planında oluşan değişim gözlenebilir.

5. Tabloların excel sayfasına aktarılması için “Excel’e aktar” sekmesine basınız.

“2” ve “3” numaralar ile gösterilen kısımların excel sayfasına aktarılması sağlanarak karşılaştırılabilir veri olarak saklanması sağlanabilir.

Her aktarımda TZRY-KDS programının bulunduğu klasördeki aynı excel sayfası kullanılacağından değişikliklerin kaydedilmesi için uyarı alacaksınız. Bu nedenle her aktarımdan sonra veri kaybının önüne geçilebilmesi amacıyla önceki oluşturulan dosyayı farklı bir isimle farklı bir dosyaya kaydedebilirsiniz.

Şekilde “2” ve “3” ile gösterilen tablolar incelendiğinde başlangıçta tüm siparişlerin toplam maliyeti 2.291.094,20 TL iken %5’lik bir maliyet artışına katlanılarak yeni toplam maliyet 2.325.518,20 TL olarak hesaplanmıştır. Başlangıçta Üretim Tesisi1’in 700 adet malzeme tedariki Tedarikçi2’den karşılanırken riske göre revize planlamada bu miktarın 619’a düştüğü ve Tedarikçi3’den başlangıçta planlanan 588 adet malzeme siparişinin 669’a çıktığı görülmektedir.

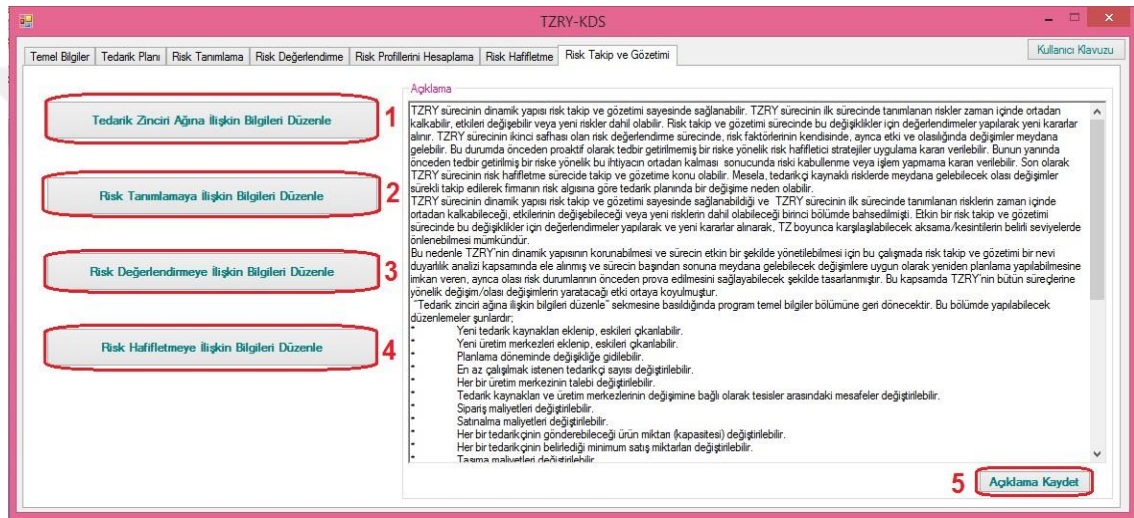
Risk Takip ve Gözetimi

TZRY sürecinin dinamik yapısı risk takip ve gözetimi sayesinde sağlanabilir. TZRY sürecinin ilk sürecinde tanımlanan riskler zaman içinde ortadan kalkabilir, etkileri değişebilir veya yeni riskler dâhil olabilir. Risk takip ve gözetimi sürecinde bu değişiklikler için değerlendirmeler yapılarak yeni kararlar alınır. TZRY sürecinin ikinci safhası olan risk değerlendirme sürecinde, risk faktörlerinin kendisinde, ayrıca etki ve olasılığında değişimler meydana gelebilir. Bu durumda önceden proaktif olarak tedbir getirilmemiş bir riske yönelik risk hafifletici stratejiler uygulama kararı verilebilir. Bunun yanında önceden tedbir getirilmiş bir riske yönelik bu ihtiyacın ortadan kalması sonucunda riski kabullenme veya işlem yapmama kararı verilebilir. Son olarak TZRY sürecinin risk hafifletme sürecinde takip ve gözetime konu olabilir. Mesela, tedarikçi kaynaklı risklerde meydana gelebilecek olası değişimler sürekli takip edilerek firmanın risk algısına göre tedarik planında bir değişime neden olabilir.

TZRY sürecinin dinamik yapısı risk takip ve gözetimi sayesinde sağlanabildiği ve TZRY sürecinin ilk sürecinde tanımlanan risklerin zaman içinde ortadan kalkabileceği, etkilerinin değişebileceği veya yeni risklerin dâhil olabileceği birinci bölümde bahsedilmişti. Etkin bir risk takip ve gözetimi sürecinde bu değişiklikler için değerlendirmeler yapılarak ve yeni kararlar alınarak, TZ boyunca karşılaşılabilecek aksama/kesintilerin belirli seviyelerde önlenmesi mümkündür.

Bu nedenle TZRY'nin dinamik yapısının korunabilmesi ve sürecin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için bu çalışmada risk takip ve gözetimi bir nevi duyarlılık analizi kapsamında ele alınmış ve sürecin başından sonuna meydana gelebilecek değişimlere uygun olarak yeniden planlama yapılabilmesine imkân veren, ayrıca olası risk durumlarının önceden prova edilmesini sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamda TZRY'nin bütün süreçlerine yönelik değişim/olası değişimlerin yaratacağı etki ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada önerilen karar destek sistemi içerisinde risk takip ve gözetimi süreci kapsamında her bir süreç için yapılabilecek işlemler/analizler aşağıda sunulmuştur.



1. “Tedarik zinciri ağına ilişkin bilgileri düzenle” sekmesine basınız.

Tedarik zinciri ağına ilişkin bilgileri düzenle sekmesine basıldığında program temel bilgiler bölümüne geri dönecektir. Bu bölümde yapılabilecek düzenlemeler şunlardır;

- Yeni tedarik kaynakları eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Yeni üretim merkezleri eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Planlama döneminde değişikliğe gidilebilir.
- En az çalışılmak istenen tedarikçi sayısı değiştirilebilir.
- Her bir üretim merkezinin talebi değiştirilebilir.
- Tedarik kaynakları ve üretim merkezlerinin değişimine bağlı olarak tesisler arasındaki mesafeler değiştirilebilir.

- Sipariş maliyetleri değiştirilebilir.
- Satınalma maliyetleri değiştirilebilir.
- Her bir tedarikçinin gönderebileceği ürün miktarı (kapasitesi) değiştirilebilir.
- Her bir tedarikçinin belirlediği minimum satış miktarları değiştirilebilir.
- Taşıma maliyetleri değiştirilebilir.
- Üretim tesislerinin müşteri memnuniyet seviyeleri değiştirilebilir.
- Emniyet stoku bulundurma kararları değiştirilebilir.
- Malzeme temin süreleri değiştirilebilir.

2. “Risk tanımlamaya ilişkin bilgileri düzenle” sekmesine basınız.

Risk tanımlamaya ilişkin bilgileri düzenle sekmesine basıldığında program risk tanımlama bölümüne geri dönecektir. Bu bölümde yapılabilecek düzenlemeler şunlardır;

- Karar vericiler eklenip, çıkarılabilir ve değiştirilebilir.
- Yeni risk /kriterleri eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Mevcut riskler yeniden tanımlanabilir.
- Yeni risk kriterleri tanımlanabilir.

3. “Risk değerlendirmeye ilişkin bilgileri düzenle” sekmesine basınız.

Risk değerlendirmeye ilişkin bilgileri düzenle sekmesine basıldığında program risk değerlendirme bölümüne geri dönecektir. Bu bölümde yapılabilecek düzenlemeler şunlardır;

- Risk değerlendirmesine katılacak yeni karar vericiler eklenip, eskileri çıkarılabilir.
- Karar vericilerin değerlendirmeleri değiştirilebilir (Bu aşamada sayısal olarak girilen değerlendirmelerinde değiştirilerek sonuçtaki değişim hızlı bir şekilde incelenebilir. Bunu için hesaplamalar sonucunda elde edilen değer bulunduğ kutuya tıklanarak yeni değer girilebilir. Önceki bölümlerden farklı olarak burada virgül (,) kullanılmalıdır.).

4. *“Risk hafifletmeye ilişkin bilgileri düzenle” sekmesine basınız.*

Risk hafifletmeye ilişkin bilgileri düzenle sekmesine basıldığında program risk değerlendirme bölümüne geri dönecektir. Bu bölümde yapılabilecek düzenlemeler şunlardır;

- Yüzdesel veya tutar olarak risk için katlanılabilecek maliyet artış miktarı değiştirilebilir.

Tüm bu süreçlerde TZ içerisinde faaliyetlere başlanmadan, faaliyetler esnasında ve sonunda oluşan/oluşabilecek değişikliklerin etkileri gözlemlenebilir ve bu sayede yapılacak tedarik planlamalarında dinamiklik sağlanabilir.

5. *“Açıklama Kaydet” sekmesine basınız.*

Sadece bu arayüzde “Açıklama” bölümünde değişiklik yapıldığında kaydetmek için bu sekme basılmalıdır. Diğer tüm arayüzlerde “İleri” sekmesine basıldığında otomatik olarak kaydedecektir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Hamit ERDAL
Doğum Yeri ve Tarihi	İzmit/13.06.1982
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Kara Harp Okulu Mühendislik Fakültesi Sistem Mühendisliği
Y.Lisans Öğrenimi	Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetler	Eserler: A. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler: 1. Erdal, H. & Akgün, İ. (2014). Mühimmat Dağıtım Ağı Optimizasyonu ve Bir Uygulama, <i>Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 34. Ulusal Kongresi, YAEM 2014</i>, 25-27 Haziran 2014, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye. B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler : 1. Demirdöğen, O., Erdal, H. & Akbaba, A.İ. (2015). The Analysis of Factors That Affect Innovation Performance of Logistics Enterprises In Turkey, <i>Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve İnovasyon Yönetimi Kongresi</i>, 4-6 Kasım 2015, Münih, Almanya. 2. Demirdöğen, O., Akbaba, A.İ. & Erdal, H. (2015). İşletme Özellikleri ile Yeniliğin Önündeki Engeller Arasındaki İlişki: TRA1 Bölgesindeki KOBİ’lerde Bir Uygulama, <i>Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve İnovasyon Yönetimi Kongresi</i>, 4-6 Kasım 2015, Münih, Almanya.

3. Demirdöğen, O., Kaya, A., Akbaba, A.İ. & **Erdal, H.** (2016). Innovation Barriers In Small And Medium Sized Enterprises: An Application In Turkish Statistical Regional Units Classification TRA1 Region, *16.Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 12-14 Ekim 2016, İstanbul.

4. Demirdöğen, O., **Erdal, H.** & Kul, S. (2016). Dağıtım Merkezi Yer Seçimi Problemine Stokastik Bir Model Önerisi: TRA Bölgesinde Bir Uygulama, *II.Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi*, 20-22 Ekim 2016, Erzurum.

C. Makale/ SSCI, SCI-E Kapsamında

1. Aydogmus, H.Y., Erdal, H.İ., Karakurt, O., Namli, E., Turkan, Y.S. & **Erdal, H.** (2015). A comparative assessment of bagging ensemble models for modeling concrete slump flow, *Computers and Concrete*, 16(5), 741-757. DOI: <http://dx.doi.org/10.12989/cac.2015.16.5.741>.

2. **Erdal, H.** & Karahanoğlu, İ. (2016). Bagging Ensemble Models for Bank Profitability: An Emprical Research on Turkish Development and Investment Banks, *Applied Soft Computing*, 49(C), 861-867. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2016.09.010>.

D. Makale/SSCI, SCI-E Dışı Hakemli

1. Işık, M. & **Erdal, H.** (2015). Türkiye'nin Madde Kullanımı ve Bağımlılığı ile Mücadele Politikasının Değerlendirilmesi ve Yeni Bir Model Önerilmesi, *Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(2), 461-482. DOI Number: <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7552>

2. **Erdal, H.** (2015). Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin İnşaat Sektörüne Katkısı: Basınç Dayanımı Tahminlemesi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik*

	<i>Bilimleri Dergisi</i>, 21(3), 109-114. 3. Aydoğmuş, H.Y., Ekinci, A., Erdal, H.İ. & Erdal, H. (2015). Optimizing the monthly crude oil price forecasting accuracy via bagging ensemble models, <i>Journal of Economics and International Finance</i>, 7(5), 127-136. 4. Güzel, D. & Erdal, H. (2015). A Comparative Assesment of Facility Location Problem via fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR: A Case Study on Security Services, <i>International Journal of Business and Social Research</i>. 5(5), 49-61. 5. Güzel, D., Erdal, H. & Acar, E. (2015). Kolluk Kuvvetlerinin Hizmet Üretim Etkinliğinin Artırılmasına Yönelik Bir Model Önerisi: Bütünleşik Araç Atama Modeli, <i>The Journal of Academic Social Science Studies</i>, 40, 463-483, Winter I 2015. Doi number: http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3111. 6. Demirdöğen, O., Erdal, H. & Acar, E. (2015). An integrated model proposal for increasing the effectiveness of security service production: a multi-criteria maximal covering model, <i>International Journal of Recent Scientific Research</i>, 6(6), 4881-4890. 7. Yapraklı, T.Ş. & Erdal, H. (2015). Bankacılık Sektöründe Pazarlama Karması Elemanlarının Önceliklerinin Belirlenmesi: Erzurum İli Örneği, <i>The Journal of Academic Social Science Studies</i>, 38, 481-500, Autumn II 2015. DOI number: http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3055. 8. Türkan, Y. S., Aydoğmuş, H. Y., & Erdal, H. (2016). The prediction of the wind speed at different heights by machine learning methods. <i>An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)</i>, 6(2), 179-187. 9. Yapraklı, T.Ş. & Erdal, H. (2016). Firma Başarısızlığı Tahminlemesi: Makine Öğrenmesine Dayalı Bir
--	--

	Uygulama. <i>International Journal of Informatics Technologies</i>, 9(1), 21. 10. Erdal, H. & Korucuk, S. (2016). Toplam Kalite Yönetimine Askeri Bakış Açısı: Toplam Kalite Liderliği. <i>Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi</i>, 6(2), 456-475. 11. Namlı, E., Erdal, H.İ., & Erdal, H. (2016). Dalgacık Dönüşümü ile Beton Basınç Dayanım Tahmininin İyileştirilmesi, sayfa: 471-480. <i>Politeknik Dergisi</i>, 19(4). E. Kitap/Araştırma-İnceleme niteliğindeki (özgün) kitap: 1. Erdal, H. (2011). Ansiklopedik Uluslararası İlişkiler Kavram ve Olaylar Sözlüğü, Barış Platin Yayınları, Ankara. 2. Erdal, H. (2012). Uluslararası İlişkiler Kavram ve Olaylar Sözlüğü, Barış Platin Yayınları, Ankara. F. Kitap/Bölüm, madde ve ünite yazarlığı: 1. Korucuk, S. & Erdal, H. (2015). Depo Yönetimi. Selçuk KORUCUK (Ed.). <i>Temel Lojistik Bilgisi</i> (s.33-64). Trabzon: Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık. ISBN:978-605-4361-59-5. 2. Erdal, H. & Korucuk, S. (2015). Stok Kontrolü. Selçuk KORUCUK (Ed.). <i>Temel Lojistik Bilgisi</i> (s.64-91). Trabzon: Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık. ISBN:978-605-4361-59-5. 3. Demirdöğen, O. Erdal, H. & Akbaba, A.İ. (2016). The analysis of factors that affect innovation performance of logistic enterprises in Turkey (Eds. Bakırcı, F., Heupal, T., Kocagöz, O., Özen, Ü.). <i>German-Turkish Perspectives on IT and Innovation Management Challenges and Approachs</i>. Germany: Springer Gabler. 4. Demirdöğen, O. & Erdal, H. (2016). An Assessment on Innovative Activity and Performance of Turkish Logistics
--	---

	Sector (Eds. Bakırcı, F., Heupal, T., Kocagöz, O., Özen, Ü.). German-Turkish Perspectives on IT and Innovation Management Challenges and Approachs. Germany: Springer Gabler. G. Tezler 1. Erdal, H. (2014). “Mühimmat Dağıtım Ağı Optimizasyonu”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Savunma Bilimleri Enstitüsü, Kara Harp Okulu, Ankara. H. Dergilerde hakemlik: 1. Applied Soft Computing (SCI/SCI-E) 2. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi (SCI/SCI-E) 3. Computational Economics (CSEM) (SCI/SCI-E) 4. International Journal of Informatics Technologies I. Ödüller-Burslar: 1. TÜBİTAK 2211 Genel Yurtiçi Doktora Bursiyerliği. İ. Verdiği Dersler: 1. Lojistik 2. Liderlik ve Meslek Ahlakı 3. Veri Analizi
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	Jandarma Genel Komutanlığı (2004-...)
İletişim	
E Posta Adresi	hamit_erdal@hotmail.com
Tarih	2017