

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

**TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİNİN VE RİSK
AZALTMA STRATEJİLERİNİN BAYES
AĞLARIYLA MODELLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Sinan ÇIKMAK

Enstitü Anabilim Dalı : İşletme

Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN

KASIM – 2020

Sinan ıkımak tarafından hazırlanan ‘‘Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Bayes Ağlarıyla Modellenmesi’’ başlıklı bu tez, 20/11/2020 tarihinde Sakarya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve ğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından ~~Yksek Lisans~~/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN

Sakarya Üniversitesi

Juri yeleri: Prof. Dr. Bayram TOPAL

Sakarya Üniversitesi

Prof.Dr. Selim İNANÇLI

Sakarya Üniversitesi

Prof.Dr. Selami ÖZCAN

Yalova Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İsa DEMİRKOL

Bursa Teknik Üniversitesi

 SAKARYA ÜNİVERSİTESİ	T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ İŞLETME ENSTİTÜSÜ TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU	Sayfa : 1/1
Öğrencinin		
Adı Soyadı	: Sinan ÇIKMAK	
Öğrenci Numarası	: 1460D04027	
Enstitü Anabilim Dalı	: İşletme	
Enstitü Bilim Dalı	: Üretim Yönetimi ve Pazarlama	
Programı	: ☐ YÜKSEK LİSANS ☒ DOKTORA	
Tezin Başlığı	: Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Bayes Ağlarıyla Modellenmesi	
Benzerlik Oranı	: % 7	
İŞLETME ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,		
☐ Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim. 04/11/2020 İmza		
☐ Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir. Bilgilerinize arz ederim. /...../20..... İmza		
Uygundur		
Danışman Unvanı / Adı-Soyadı: Prof. Dr. M. Cahit UNGAN Tarih: 04/11/2020 İmza:		
☐ KABUL EDİLMİŞTİR ☐ REDDEDİLMİŞTİR EYK Tarih ve No:	Enstitü Birim Sorumlusu Onayı	

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında, bana akademik anlamda yol gösteren ve yoğun idari görevlerine rağmen desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN'a içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Çalışmanın verilerinin elde edilmesin de oldukça yoğun iş tempolarına rağmen vakitlerini ayırarak değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan otomotiv firmalarının tedarik zinciri yöneticilerine teşekkür ediyorum. Son olarak bu günlere gelmemi sağlayan, dualarıyla manevi desteğini eksik etmeyen anneme ve motive edici tavsiyeleriyle beni cesaretlendiren eşime yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

Sinan ÇIKMAK

20.11.2020

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
GRAFİK LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	
KAVRAMLARI	9
1.1. Tedarik Zinciri	9
1.2. Tedarik Zincirinin Yapısı ve Türleri	11
1.3. Tedarik Zincirinin Üyeleri	15
1.4. Tedarik Zinciri Yönetimi	17
1.4.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi	19
1.4.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları.....	19
1.4.3. Tedarik Zinciri Yönetim Süreçleri	20
BÖLÜM 2: RİSK KAVRAMI VE TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ.....	24
2.1. Risk Kavramı	24
2.2. Risk ve Belirsizlik	26
2.3. Risk Yönetimi	27
2.4. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi	30
2.5. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Süreci.....	36
2.6. Tedarik Zinciri Riskleri ve Sınıflandırılması	40
2.6.1 Tedarik Zinciri Risk Türleri ve Alt Risk Faktörleri	49
2.6.1.1.Tedarik Riskleri.....	49
2.6.1.2.Üretim (Operasyonel/ Süreç) Riskleri.....	51
2.6.1.3.Talep Riskleri	53
2.6.1.4. Bilgi Sistemleri Riskleri	54

2.6.1.5. Taşımacılık Riskleri	56
2.6.1.6. Finansal Riskler.....	57
2.6.1.7. Çevresel Riskler	58
2.7. Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri.....	59

BÖLÜM 3: BAYES YAKLAŞIMI VE BAYES AĞLARI 72

3.1. Bayes Teoremi ve Yaklaşımı	72
3.1.1. Bayes Teoremi.....	73
3.1.2. Önsel Dağılım, Sonsal Dağılım ve Olabilirlik Fonksiyonu.....	75
3.2. Bayes Yaklaşımı ile Klasik Yaklaşımın Farkları	77
3.3. Bayes Ağları (Bayes İnanç Ağları)	78
3.3.1. Bayes Ağlarında Zincir Kuralı	82
3.3.2. Bayes Ağlarında Olasılığa Dayalı Çıkarım	83
3.3.3. Koşullu Bağımsızlık	84
3.3.4. Bayes Ağlarının Oluşturulması	86
3.3.5. Bayes Ağlarının Avantajları ve Sınırlamaları	89
3.4.2. Bayes Ağlarının Kullanım Alanları.....	91
3.4.2.1. Bayes Ağlarının Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Alanında Kullanımı	92

BÖLÜM 4: TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ VE RİSK AZALTMA STRATEJİLERİNİN BAYES AĞLARIYLA MODELLENMESİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNE UYGULANMASI 95

4.1. Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri.....	95
4.2. Önerilen Bayes Ağı Modelinin Adımları.....	100
4.3. Modelin Niteliksel Kısımının Oluşturulması	101
4.3.1. Türkiye Otomotiv Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Belirlenmesi.....	102
4.3.2. Türkiye Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri Riskleri.....	104
4.3.2.1. Talep Riskleri	106
4.3.2.2. Üretim Riskleri.....	106
4.3.2.3. Tedarik Riskleri.....	108
4.3.2.4. Taşımacılık Riskleri	110

4.3.2.5. Finansal Riskler.....	111
4.3.2.6. Çevresel Riskler	112
4.3.3. Türkiye Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri.....	114
4.3.3.1. Esnek Tedarik.....	115
4.3.3.2. Erteleme	119
4.3.3.3. Esnek Kapasite	120
4.3.3.4. İşbirliği	121
4.3.3.5. Stok Artırma.....	124
4.3.3.6. Esnek Taşımacılık	125
4.3.3.7. Bilgi Paylaşımı	127
4.3.4. Bayes Ağ Modelinin Grafıksel Gösterimi	128
4.3.5. Değişkenlerin Durum İfadeleri	130
4.4. Modelin Niceliksel Kısmının Oluşturulması	132
4.4.1. Modelin Koşullu Olasılık Değerlerinin Belirlenmesi ve Verilerin Toplanması	132
4.4.2. Modelin GeNIe Programında Tanımlanması	135
4.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması.....	137
4.5. Senaryo Analizleri.....	142
4.5.1. Otomotiv Ana Sanayi Firması Örneği	143
4.5.2. Birinci Kademe Tedarikçi Firma Örneği.....	149
4.6. Duyarlılık Analizleri	156
4.6.1. Esnek Tedarik Stratejisi Duyarlılık Analizi.....	156
4.6.2. Esnek Kapasite Stratejisi Duyarlılık Analizi	158
4.6.3. İşbirliği Stratejisi Duyarlılık Analizi	159
4.6.4. Stok Artırma Stratejisi Duyarlılık Analizi.....	161
4.6.5. Esnek Taşımacılık Stratejisi Duyarlılık Analizi	163
4.6.6. Bilgi Paylaşımı Stratejisi Duyarlılık Analizi	165
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	167
KAYNAKÇA	174
EKLER.....	193
ÖZGEÇMİŞ.....	200

KISALTMALAR

AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
APICS	: American Production and Inventory Control Society
BCI	: Business Continuity Institute
CTPAT	: Customs-Trade Partnership Against Terrorism (Terörizme Karşı Gümrük-Ticaret Ortaklığı)
EDI	: Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
FMEA	: Failure Mode and Effect Analysis (Hata Türü ve Etkileri Analizi)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IRM	: Institute of Risk Management
ISM	: Interpretive Structural Modelling (Yorumlayıcı Yapısal Modelleme)
ISO	: International Organization For Standardization
İSO	: İstanbul Sanayi Odası
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanımlama)
SCOR	: Supply Chain Operations Reference (Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli)
TDK	: Türk Dil Kurumu
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TSOM	: Toplam Sahip Olma Maliyeti
TUSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği
VMI	: Vendor Managed Inventory (Tedarikçi Yönetimli Envanter)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Çeşitli Yazarlar Tarafından Yapılmış Risk Tanımları.....	25
Tablo 2 : Risk Yönetimi Tanımları	27
Tablo 3 : Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları.....	33
Tablo 4 : Tedarik Zinciri Risk Türleri ve Risk Faktörleri (Sürücüler)	41
Tablo 5 : Tedarik Zinciri Risk Tipleri ve Risk Kaynakları	44
Tablo 6 : Tedarik Zinciri Risk Kategorileri	45
Tablo 7 : Tedarik Zinciri Risk Türleri.....	47
Tablo 8 : Tedarik Risk Faktörleri.....	50
Tablo 9 : Üretim Risk Faktörleri	53
Tablo 10: Talep Risk Faktörleri	54
Tablo 11: Taşımacılık Risk Faktörleri	56
Tablo 12: Finansal Risk Faktörleri.....	57
Tablo 13: Çevresel Risk Faktörleri	59
Tablo 14: Tedarik Zincirlerinde Risk Azaltma Stratejileri	61
Tablo 15: Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri ve Karşılıklı Etkileri	62
Tablo 16: Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri	68
Tablo 17: Klasik ve Bayes Yaklaşımına Göre Olasılık Süreçleri	78
Tablo 18: ISO 500 Listesindeki Otomotiv Ana Sanayi Firmaları.....	97
Tablo 19: Görüşme Yapılan Tedarik Zinciri Uzmanlarının Unvan ve Deneyimleri ...	103
Tablo 20: Uzman Değerlendirmesine Sunulan Tedarik Zinciri Riskleri ve Risk Faktörleri	104
Tablo 21: Uzman Değerlendirmesine Sunulan Risk Azaltma Stratejileri ve Uygulamaları.....	114
Tablo 22: Modelde Kullanılan Risk Faktörleri ve Kodları	130
Tablo 23: Risk Faktörleri ve Risklerin Durum İfadeleri	131
Tablo 24: Risk Azaltma Stratejilerinin Durum İfadeleri	132
Tablo 25: Tedarik Riski Koşullu Olasılık Tablosu Örneği	133
Tablo 26: Otomotiv Ana Sanayi Firması Örneği İçin Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Faktörlerinin Marjinal Olasılık Değerleri	143
Tablo 27: Tedarikçi Firma Örneği İçin Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Faktörlerinin Marjinal Olasılık Değerleri	150

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Temel Tedarik Zinciri Modeli.....	11
Şekil 2 : Tedarik Zinciri Türleri	12
Şekil 3 : Geleneksel ve Çağdaş Tedarik Zincirleri	13
Şekil 4 : Genel Tedarik Zinciri Modeli.....	14
Şekil 5 : Tedarik Zinciri Yapısı	15
Şekil 6 : Dört Adımda Döngüsel Risk Yönetim Süreci.....	29
Şekil 7 : ISO 31000: 2009'a Göre Risk Yönetim.....	29
Şekil 8 : Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Kaynağı	32
Şekil 9 : Küresel Tedarik Zinciri Risk Yönetiminde Beş Adım.....	37
Şekil 10: Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Temel Adımları	38
Şekil 11: Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Kavramsal Modeli	39
Şekil 12: Tedarik Zincirlerindeki Risk Kaynakları	40
Şekil 13: Tedarik Zinciri Riskleri ve Risk Faktörleri	43
Şekil 14: Bayesyen Çıkarsamanın Aşamaları.....	76
Şekil 15: Beş Değişkenden Oluşan Bayes Ağı Örneği.....	79
Şekil 16: Koşullu Olasılık Tablolarına Sahip Bayes Ağı Örneği	81
Şekil 17: Koşullu Bağımsızlığa Örnek Ağ Yapısı.....	85
Şekil 18: (a)Doğrudan Bağlantı (b)Seri İlişki (c)İraksak İlişki (d)Yakınsak İlişki	86
Şekil 19: Bir Bayes Ağı Modelinin Oluşturulmasındaki Adımlar ve Aşamalar	88
Şekil 20: Otomotiv Tedarik Zinciri	98
Şekil 21: Bayes Ağı Modelinin Adımları	100
Şekil 22: Modelde Kullanılacak Talep Risk Faktörleri	106
Şekil 23: Modelde Kullanılacak Üretim Risk Faktörleri.....	107
Şekil 24: Modelde Kullanılacak Tedarik Risk Faktörleri.....	109
Şekil 25: Modelde Kullanılacak Taşımacılık Risk Faktörleri	110
Şekil 26: Modelde Kullanılacak Çevresel Risk Faktörleri	113
Şekil 27: Esnek Tedarik Uygulamaları.....	117
Şekil 28: Modelde Kullanılacak Esnek Tedarik Stratejisi ve Etkilediği Riskler.....	119
Şekil 29: Esnek Kapasite Uygulamaları	121
Şekil 30: Modelde Kullanılacak Esnek Kapasite Stratejisi ve Etkilediği Riskler	121
Şekil 31: İşbirliği Uygulamaları	122
Şekil 32: Modelde Kullanılacak İşbirliği Stratejisi ve Etkilediği Riskler	123
Şekil 33: Modelde Kullanılacak Stok Artırma Stratejisi ve Etkilediği Riskler	124

Şekil 34: Esnek Taşımacılık Uygulamaları	126
Şekil 35: Modelde Kullanılacak Esnek Taşımacılık Stratejisi ve Etkilediği Riskler ...	126
Şekil 36: Bilgi Paylaşımı Uygulamaları	128
Şekil 37: Modelde Kullanılacak Bilgi Paylaşımı Stratejisi ve Etkilediği Riskler	128
Şekil 38: Bayes Ağ Modelinin Grafıksel Gösterimi.....	129
Şekil 39: Doğru ve Hatalı Değerlendirilmiş Anket Formu Örneği Kesiti	135
Şekil 40: GeNie Programında Oluşturulan Koşullu Olasılık Tablosu Kesiti	137
Şekil 41: Bayes Ağ Modelinin GeNie Programında Oluşturulmuş Görseli.....	138
Şekil 42: Otomotiv Ana Sanayi Firması Bayes Ağı	146
Şekil 43: Tedarikçi Firma Bayes Ağı	152



GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Esnek Tedarik Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri.....	157
Grafik 2: Esnek Kapasite Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri	158
Grafik 3: İşbirliği Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri	160
Grafik 4: Stok Artırma Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri.....	162
Grafik 5: Esnek Taşımacılık Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri	164
Grafik 6: Bilgi Paylaşımı Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri	166



Tezin Başlığı: Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Bayes Ağlarıyla Modellenmesi

Tezin Yazarı: Sinan ÇIKMAK

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Cahit UNGAN

Kabul Tarihi: 20/11/2020

Sayfa Sayısı: x(ön kısım) + 192(tez) + 7(ek)

Anabilim Dalı: İşletme

Bilimsel Dalı: Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Tedarik zincirlerinin küreselleşmesi, ürün çeşitliliğinin artması, tedarikçi sayısının azaltılması, firmaların birbirlerine olan bağımlılıklarının artması, müşteri beklentilerinin yükselmesi ve teslim sürelerinin kısalması gibi nedenlerden dolayı işletmelerin risklere karşı hassasiyeti artmaktadır. Günümüzde, tedarik zincirlerinin genişleyerek daha karmaşık hale gelmesi ve risklerin çok ciddi kesintilere sebep olması tedarik zinciri risk yönetimi kapsamındaki çalışmalara akademisyenlerin ve uygulamacıların ilgi göstermelerine neden olmuştur. Tedarik zinciri risk yönetimi kapsamında işletmelerin riskleri tanımlaması, değerlendirmesi ve uygun risk azaltma stratejilerini belirlemesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, tedarik zincirinin yüksek seviyedeki karmaşıklığı ve zincir üyelerinin birbirlerine olan bağımlılığı nedeniyle risklere karşı hassasiyeti yüksek olan otomotiv sektörüne odaklanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle literatürdeki tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileriyle ilgili güncel ve kapsamlı bir tarama yapılmıştır. Daha sonra otomotiv tedarik zincirindeki risk faktörleri, riskleri ve uygun risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi amacıyla otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 15 farklı işletmenin yönetici kademesinde bulunan 20 tedarik zinciri uzmanıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uzmanlarla yapılan görüşmelerin değerlendirilmesinin ardından yine uzmanlardan elde edilen anket verileriyle risk olasılıklarını belirleyen ve risk azaltma stratejilerinin uygulanma olasılıklarını tespit edilmesini sağlayan bir Bayes ağı modeli oluşturulmuştur. Model üzerinde senaryo ve duyarlılık analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Model çıktılarına göre tedarik riski en yüksek olasılıklı tedarik zinciri riski olmuştur. Üretim riski ise son sıralarda yer almıştır. Bunun başlıca sebebi, otomotiv sektöründe içsel risk faktörlerinin büyük ölçüde kontrol altına alınmış olmasıdır. Risk azaltma stratejileri arasında işbirliği stratejisi otomotiv sektöründe tüm risklere karşı etkili ve uygulanma olasılığı yüksek olan önemli bir risk azaltma stratejisi olduğu görülmüştür.

Çalışmanın sonucunda, otomotiv tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejilerinin neler olduğu konusunda uygulayıcıların değerlendirmelerine dayalı ve örneklerle desteklenen önemli bulgulara ulaşılmıştır. Elde edilen bulguların otomotiv sektöründe faaliyet gösteren yöneticilerin ve tedarik zinciri risk yönetimi alanındaki araştırmacıların bilgi birikimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca yeni verilere ulaşıldıkça güncellenebilen Bayes ağı modeli sayesinde otomotiv sektöründeki karar vericilerin risk olasılıklarına göre risk azaltma stratejilerinin uygulanma olasılıklarının belirlenmelerine yardımcı olabilecek bir model önerisi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Tedarik Zinciri Riskleri, Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri, Otomotiv Sektörü, Bayes Ağları

Title of the Thesis: Modeling Supply Chain Risks and Risk Mitigation Strategies with Bayesian Networks

Author: Sinan ÇIKMAK

Supervisor: Professor Mustafa Cahit UNGAN

Date: 20/11/2020

Nu. of Pages: x(pre text) + 192(main) + 7(app)

Department: Business Administration

Subfield: Product Management and Marketing

The globalization of supply chains, increasing product variety, single sourcing, increasing interdependencies between companies, increasing customer expectations and the shortening of lead times lead to vulnerability of business to risks. Nowadays, supply chains are expanding rapidly and becoming more complex and risks are causing serious disruptions. Therefore, studies in supply chain risk management have attracted the attention of academics and practitioners. Companies need to identify and assess risks and determine appropriate risk mitigation strategies.

This study focuses on the automotive sector, which is highly vulnerable to risks due to the high level of complexity of its supply chain and interdependence of chain members. In this study, firstly, a current and comprehensive literature review on supply chain risks and risk mitigation strategies was conducted. Subsequently, semi-structured interviews were conducted with 20 supply chain experts working as managers in 15 different automotive companies to identify risk drivers, risks, and appropriate risk mitigation strategies. After evaluating the interviews with the experts, a Bayesian network model was created to determine the risk probabilities and the probabilities of applying risk mitigation strategies. Scenario and sensitivity analysis on the model were conducted and the results of these analyses were examined. According to the model outputs, supply chain risk has the highest probability of occurrence. Operations risk is ranked the last. The most important reason for this finding is that internal risk factors in the automotive industry are largely under control. It has been observed that the collaboration strategy, one of the risk mitigation strategies, is an important strategy that is effective against all risks and has a high probability of implementation.

As a result of this study, important findings of the automotive supply chain risks and risk mitigation strategies were obtained based on the practitioners' evaluations and their real-world examples. The findings will contribute to the knowledge of managers working in the automotive sector and researchers in the field of supply chain risk management. Also, A Bayesian network model, which can be updated as new data are available, is presented that can help decision-makers in the automotive sector to determine the possibilities of applying risk mitigation strategies according to risk probabilities.

Keywords: Supply Chain Risk Management, Supply Chain Risks, Supply Chain Risk Mitigation Strategies, Automotive Industry, Bayesian Networks

GİRİŞ

Tedarik zincirleri gün geçtikçe genişlemekte ve daha karmaşık hale gelmektedir. Bunun sonucu olarak zincir içerisindeki aksaklıkların meydana gelme olasılıkları artmaktadır (Sharma ve Sharma, 2014: 50). Tedarik zincirindeki işletmelerin birbirine bağlı olması, zincirin herhangi bir noktasında meydana gelen bozulmanın dalga etkisi oluşturarak zincirindeki tüm paydaşların zarar görmesine neden olabilmektedir (Fischer-Preßler vd. 2020: 235).

Risk kavramı aralarında farklılıklar olmasına rağmen belirsizlik, bozulma (kesinti), kırılganlık, tehlike, felaket ve kriz gibi farklı kavramlarla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Ghadge, Dani ve Kalawsky, 2012; Heckmann, Comes ve Nickel: 2015). Tedarik zinciri riski, genel olarak kesintiye neden olan ve dolayısıyla tedarik zinciri ağının verimli yönetimini olumsuz bir şekilde etkileyen bir olaya maruz kalma olarak tanımlanabilir (Wang, Foerstl ve Zimmermann, 2017). Küreselleşen pazar, kısalan ürün yaşam süreleri, endüstriyel ortakların karmaşık uluslararası ağları, öngörülemeyen talep, tedarik sürecindeki belirsizlikler, maliyet baskıları, yalın olma zorunluluğu, dış kaynak kullanımının artması ve tedarikçilere duyulan güven gibi unsurlar işletmelerin karşı karşıya kaldıkları riskleri artırmaktadır (Lavastre, Gunesekekan ve Spalanzani, 2012: 828). Ayrıca, işletmelerin maliyetlerini azaltmak, karlılıklarını artırmak ve daha fazla rekabet avantajı elde etmek için yer verdikleri bazı uygulamalar, tedarik zincirlerinin risklere karşı kırılganlığını artırmıştır (Kırılmaz ve Erol, 2017: 54). Tam zamanın üretim, yalınlaşma, dış kaynak kullanımı ve tedarikçi konsolidasyonu gibi faydalı uygulamalar işletmelerin verimliliklerini artırarak, maliyetlerini azaltmakta ve değişen müşteri isteklerine hızlı bir şekilde cevap verebilmelerine olanak sağlamaktadır. Ancak işletmelerin önem verdikleri bu uygulamalar zincirlerindeki hata toleransını azaltmakta ve yeni tedarik zinciri risklerini beraberinde getirmektedir (Deloitte, 2012: 2).

Tedarik zinciri faaliyetlerini olumsuz etkileyen, tedarik zinciri üyelerinin harcadıkları zamanı ve maliyetleri artıran risklerle birçok alanda karşılaşmaktadır. Doğru şekilde öngörülemeyen, yeteri biçimde azaltılamayan ve yönetilemeyen riskler hem merkez işletmeyi hem de zincirdeki tüm işletmeleri olumsuz etkilemektedir (Akkan, 2014: 64). Business Continuity Institute (BCI) tarafında 2017 yılında hazırlanan tedarik zinciri dirençliliği raporunda 64 farklı ülkeden 408 katılımcıyla gerçekleştirilen ankette, katılımcıların %69'u en az bir kez tedarik zinciri bozulmasıyla karşılaştıklarını

belirtmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada tedarik zincirinde bozulma yaşayan işletmelerin hisse senedi getirilerinin, endüstrideki diğer işletmelerden %33 ila %40 oranında daha düşük olduğu görülmüştür (Hendricks ve Singhal, 2005).

Bir örgütün temel faaliyetlerinin etkinliğini ve verimliliğini olumsuz bir şekilde etkileyebilecek olan riskler tedarik zincirindeki bilgi, malzeme, para ve ürün akışını kesintiye uğratabilecek olan olaylardır. Malzeme tedarikinde ortaya çıkan aksaklıklar, ekonomik krizler, talep dalgalanmaları, makine arızaları, hatalı üretim, stok yetersizliği gibi işletme içi operasyonel süreçlerde ortaya çıkan sorunlar, taşımacılık faaliyetlerinde meydana gelen gecikmeler, zincirin farklı noktalarında ortaya çıkan grevler ve doğal felaketler vb. durumlar tedarik zinciri işleyişini kesintiye uğratan tedarik zinciri risk örnekleridir.

Risklere karşı hazırlıksız ve savunmasız bir şekilde maruz kalan işletmelerde olumsuz sonuçlar meydana gelmektedir. Bu sonuçlar; satışlarda azalma, artan maliyetler, mali kayıplar, ürün kalitesinin azalması, teslimat gecikmeleri, itibar kaybı ve hatta müşterilerin hayatını tehlikeye sokan sorunların ortaya çıkması şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Ceryno, Scavarda ve Klingebiel, 2015: 1151). Bu nedenle işletmelerin tedarik zincirleri risklerine karşı hazırlıklı olabilmeleri ve bu risklerin olumsuz etkilerini azaltabilmeleri çok önemlidir. İşletmelerin risklerin olumsuz etkilerinden korunmak ve tedarik zincirlerinin dirençliliğini artırmak için tedarik zinciri risk yönetimini benimsemeleri gerekmektedir.

Tedarik zinciri risk yönetimi, işletme risk yönetiminin bir unsuru, uygulanabilir, proaktif ve stratejik tedarik zinciri yönetiminin bir uygulaması olarak ortaya çıkmıştır (Curkovic, Scannell ve Wagner, 2016: 43). Tedarik zinciri risk yönetiminin, işletmelerdeki geleneksel risk yönetiminden farkı, sadece işletme seviyesinde değil tüm zincir üyelerine odaklanıyor olmasıdır. Tedarik zinciri risk yönetimi; tedarik zinciri risklerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi, iyileştirilmesi ve izlenmesini için içsel araçların, tekniklerin ve stratejilerin kullanılması ve tedarik zinciri üyeleriyle işbirliği ve dış koordinasyonun sağlanması, böylece kırılganlığın azaltılması ve sürekliliğin karlılıkla bir araya getirilerek ve rekabet avantajı sağlanması olarak tanımlanmıştır (Fan ve Stevenson, 2018: 205).

Tedarik zinciri risk yönetimi çeşitli adımlardan oluşan bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Hallikas vd., 2004; Manuj ve Mentzer, 2008; Tuncel ve Alpan,

2010). Literatürde tedarik zinciri risk yönetim aşamaları konusunda farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak sürecin dört aşamadan meydana geldiğini belirten çalışmalar bulunmaktadır. Bu aşamalar; risk tanımlama, risk değerlendirme, risk azaltma (iyileştirme) ve risk izlemedir (Tuncel ve Alpan, 2010; Ho vd., 2015; Fan ve Stevenson, 2018). Daha önce yürütülen çalışmalarda genellikle, risk tanımlama ve değerlendirme (Cheng ve Kam, 2008; Wagner ve Bode, 2008) veya risk değerlendirme ve azaltma (Blome ve Schoenherr, 2011; Kumar ve Havey, 2013) gibi tedarik zinciri risk yönetimi sürecinin iki adımına odaklanmışlardır. Bu çalışmada ise dört adımlı tedarik zinciri risk yönetimi sürecinin ilk üç aşaması olan risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve azaltılması adımlarına yer verilmiştir. Risk tanımlama ve risk değerlendirme, tedarik zincirini tehdit eden risklerin belirlenmesi ve sonrasında risklerin önem derecelerine göre önceliklendirilerek olasılıklarının belirlenmesi adımlarıdır (Tuncel ve Alpan, 2010). Risk azaltma aşamasında ise risklerin ortaya çıkma olasılığı ve risklerin olumsuz etkilerini azaltılması amaçlanmaktadır (Tomlin, 2006). Risk azaltma aşamasında, uygun risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Çeşitli risklerin neden olduğu olumsuz etkileri kontrol altına almak ve azaltmak için hem akademik hem de uygulayıcı çevrelerde tedarik zinciri risk yönetimi alanında önemli çalışmalar yapılmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca, işletmeler her ne kadar tedarik zinciri risklerini değerlendirirler de bu riskleri yönetmek amacıyla çok az yatırım ve kaynak tahsisi yapmaktadır (Sodhi ve Tang, 2012: 7). McKinsey Quarterly dergisi 2006 yılında dünya çapında faaliyet gösteren 3172 işletme yöneticilerine uygulamıştır. Anket sonuçlarına göre yöneticilerin %67'si tedarik zincirini etkileyen risklerin son 5 yılda arttığını, buna karşılık yöneticilerin %24'nün biçimsel bir risk değerlendirme sistemi yürütmediklerini ve %45'i ise riskleri azaltmaya ve yönetmeye yardımcı olacak işletme çapında standartlarının olmadığını belirtmişlerdir (McKinsey Quarterly, 2006). Çoğu yönetici, tedarik zincirlerini ciddi ve maliyetli aksamalara karşı korumaları gerektiğini bildikleri halde bu konuda harekete geçmemektedir. Bunun nedeni risk azaltma maliyetlerinin, oluşabilecek risklerin olumsuz etkilerinin maliyetlerinden daha yüksek olacağı düşüncesi olmuştur (Chopra ve Sodhi, 2014: 73). Ancak, meydana geldiklerine işletmeler için maliyetli sonuçlara neden olan tedarik zinciri risklerinin etkili bir şekilde azaltılması kritik önem taşımaktadır (Dellana vd., 2020). Dolayısıyla tedarik zinciri risk önleyici stratejiler üzerine çalışmalar yapmak uygulayıcılara örnek olmak ve literatüre katkı sağlamak için oldukça yararlı olacaktır.

Otomotiv sektörü tedarik zincirinin yüksek seviyedeki karmaşıklığı ve zincir üyelerinin yakın işbirlikleri nedeniyle tedarik zinciri risk yönetimi araştırmalarına uygun bir sektördür (Thun ve Hoenig, 2011). Ayrıca sektörler arasında var olan farklılıklar nedeniyle, belirli bir sektöre odaklanmak daha doğru olacaktır. Otomotiv tedarik zincirlerinin küreselleşmeden kaynaklanan riskler, artan dış kaynak kullanımı, ürün çeşitliliğinden etkisiyle ortaya çıkan risklerle ve bitmiş ürün veya malzeme tedarikini tehdit eden tedarikçi hatalarından kaynaklanan risklerle yüzleşmek zorunda kaldığı kanıtlanmıştır (Salleh Hudin ve Abdul Hamid, 2015). Otomotiv sektöründe tedarik zinciri risk yönetimi konusunda çeşitli çalışmalar olmasına rağmen bu alandaki deneysel çalışmalar hala başlangıç aşamasındadır (Ceryno vd., 2015). Bu nedenle çalışmanın uygulama kısmında otomotiv sektörü tedarik zincirine odaklanılmıştır.

Tedarik zinciri risk değerlendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi için verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak ilgili konularda nesnel bilgiye ulaşılamamaktadır. İşte bu noktada uzman görüşlerinden yararlanmak çözüm yolu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmada, tedarik zinciri risk olasılıklarının belirlenmesi ve önleyici stratejilerinin neler olması gerektiği konusundaki değerlendirme aracı olarak kantitatif bir yöntem olan Bayes ağlarından yararlanılmıştır. Bayes ağları, temelinde Bayes'in koşullu olasılıklar teorisine dayanan belirsizlik altında akıl yürütmek amacıyla kullanılan grafiksel bir yöntemdir (Norrington vd., 2008). Bayes ağları, nesnel verilere erişilemediğinde uzman bilgisine dayalı kantitatif modeller geliştirmek için uygun bir modelleme yöntemidir (Fenton ve Neil, 2012). Ayrıca, nesnel verilere erişilebildiğinde ise uzman bilgilerinden yararlanılarak elde edilen öznel tahmin bilgileri kolaylıkla güncellenebilir veya değiştirilebilir olması Bayes ağlarının avantajlarından (Jones vd., 2010: 269). Bayes ağlarının bir diğer avantajı değişkenler arasında çift yönlü çıkarım yapılabilmesine olanak sağlamasıdır. Bunun anlamı yeni kanıtlara ulaşıldığında etkilerden sebeplere doğru çıkarımlar yapılabilirdiği gibi sonuçlardan sebeplere doğru çıkarım yapılabilmesidir (Lauria ve Duchessi, 2006: 1575). Literatürde, tedarik zinciri risklerinin analiz edilmesi için oluşturulan modellerde çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; AHP (Analytic Hierarchy Process/ Analitik Hiyerarşi Prosesi), bulanık küme teorisi, ISM (Interpretive Structural Modelling/ Yorumlayıcı Yapısal Modelleme), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis/ Hata Türü ve Etkileri Analizi) ve söz konusu yöntemleri birlikte kullanan hibrit yöntemlerdir. Ancak bu yöntemlerin temel sınırlaması, yeni bilgilere erişildikten sonra inançları kapsamlı bir şekilde yayma ve güncellemede

yetersiz olmalarıdır (Qazi vd., 2018). Bayes ağlarıyla oluşturulacak olan modelde ise sonradan elde edilecek verilerle güncelleştirmeler yapılabilmektedir. Dolayısıyla sahip olduğu özelliklerinden dolayı tez çalışmasında Bayes ağı yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı otomotiv tedarik zinciri risk faktörleri, riskleri ve risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi, ardından uzmanlardan elde edilecek bilgiler ışığında tedarik zinciri risklerinin meydana gelme olasılıkları tespit edilerek ve risk ihtimalleri karşısında uygulanabilecek risk azaltma stratejilerinin olasılıklarını tespit edilmesine yönelik bir Bayes ağı modeli oluşturulmasıdır. Böylece hem tedarik zinciri risk yönetimi konusundaki yetersiz olan gerçek hayat uygulamalarının sayısı artırılmış hem de otomotiv sektöründe çalışan profesyonellere, tedarik zincirinde karşılaştıkları riskleri tanımlama ve uygun stratejilerin belirlenmesinde yardımcı olacak bir model önerisi sunulmuştur.

Araştırmanın başka bir amacında, otomotiv sektöründeki tedarik zinciri uzmanlarının değerlendirmeleri neticesinde sektördeki tedarik zinciri risklerinin ve bu riskleri azaltan stratejilerin mevcut durumunu ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, tedarik zinciri riskleri, bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri ve tedarik zinciri risk azaltma stratejileri konusunda kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Ardından, otomotiv sektöründe yönetici kademesinde bulunan 20 tedarik zinciri uzmanıyla yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek otomotiv sektörünü ilgilendiren risk faktörleri, riskler ve risk azaltma stratejileri belirlenmiştir.

Daha detaylı ve sistematik bir şekilde ifade etmek gerekirse bu tez çalışmasında aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Literatürde yer alan tedarik zinciri riskleri, bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri ve risk azaltma stratejileri nelerdir?
2. Literatürde yer alan tedarik zinciri risk faktörleri ve risklerle ilgili otomotiv sektörü tedarik zinciri uzmanlarının değerlendirmeleri nelerdir? Hangi risk ve risk faktörleri otomotiv tedarik zincirini tehdit etmektedir?
3. Otomotiv tedarik zincirinde, tedarik zinciri risk azaltma stratejilerinin hangilerine ve hangi uygulamalarına yer verilmektedir?
4. Otomotiv tedarik zinciri risk faktörlerinin ve risklerin meydana gelme olasılıkları ile söz konusu riskleri azaltacak stratejilerin uygulanma olasılıkları nelerdir?

5. Otomotiv sektöründeki tedarik zinciri risklerine karşı etkili olan stratejiler nelerdir?

Araştırmanın Önemi

Öncelikle tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileriyle ilgili güncel ve kapsamlı bir literatür taramasının yapılmasının alandaki yazına önemli bir katkıda bulunacağı düşünülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda dört aşamalı tedarik zinciri risk yönetimin sürecinin sadece iki aşamasına odaklanılmıştır. Bu çalışmada ise, risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve azaltılması olmak üzere toplam 3 adıma yer verilmiştir.

Literatürde, tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileri konusunda otomotiv sektöründeki tedarik zinciri yöneticileriyle derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilerek elde edilen verilerin analiz edildiği başka bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Çalışmayı orijinal kılan başka bir özelliği ise, uzman anlatımlarıyla yaşanmış riskler ve risk azaltma uygulamaları konusunda gerçek olaylardan örneklerin verilmesidir. Ayrıca otomotiv tedarik zinciri risk yönetimi alanında çalışmaların artırılması gerektiği için yapılan bu çalışmayla literatürdeki bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlanmaktadır.

Tedarik zinciri risk yönetimi konusunda gerçek hayat uygulamalarının yetersiz olduğu ve bu tür çalışmaların sayısının artırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Ho vd. 2015; Erdal, 2018). Çalışmada geliştirilen Bayes ağ modelinin vaka temeline dayalı senaryo analizleriyle test edilmesi bu boşluğu doldurulmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca geliştirilen Bayes ağı modeli örneğinin grafiksel yapısı sayesinde yöneticilerin tedarik zinciri risklerini görselleştirebilmeleri ve etkili risk azaltma stratejileri belirleyebilmelerine yardımcı olabilir.

Araştırmanın Kapsamı

Giriş bölümünün ardından çalışmanın ilk bölümünde, tedarik zinciri, tedarik zincirinin yapısı ve türleri, tedarik zincirinin üyeleri ve tedarik zinciri yönetimi kavramları detaylı bir şekilde incelendikten sonra tedarik zinciri yönetiminin önemi, amaçları ve süreçleri açıklanmıştır.

İkinci bölümde, öncelikle risk kavramına, risk ve belirsizlik arasındaki ilişkiye ve risk yönetimine değinilmiştir. Daha sonra tedarik zinciri risk yönetimi ve süreci anlatılmıştır. Literatürdeki tedarik zinciri riskleri ve bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri detaylı bir

şekilde incelendikten sonra tedarik zinciri risk azaltma stratejileri araştırılmasıyla ikinci bölüm tamamlanmıştır.

Üçüncü bölümde, çalışmanın uygulama kısmında kullanılan Bayes ağları yönteminin teorik çerçevesine değinilmiştir. Bayes ağlarının daha iyi anlaşılabilmesi için Bayes teoremi açıklanmıştır. Ardından, Bayes ağlarının tanımı, yapısı ve özelliklerini içeren başlıklara yer verilmiştir. Bayes ağlarının oluşturulması, avantajları, sınırlamaları ve kullanım alanları anlatıldıktan sonra yöntemin kullanıldığı tedarik zinciri risk yönetimi kapsamındaki çalışmalar incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, otomotiv sektörü ve tedarik zinciri yapısı kısaca açıklandıktan sonra çalışmanın uygulama kısmını oluşturan Bayes ağ modelinin oluşturulması aşamalarına yer verilmiştir. Son olarak oluşturulan model üzerinde vaka ve duyarlılık analizleri yapılarak elde edilen yeni sonuçlar incelenmiştir.

Sonuç bölümünde ise, test edilen modele ilişkin ortaya çıkan sonuçlar değerlendirildikten sonra çalışmanın sınırlılıklarına ve ileriki çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Yöntemi

Tez çalışması kapsamında aşamalı olarak nitel ve nicel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Öncelikle otomotiv sektörünü tehdit eden tedarik zinciri riskleri, risk faktörlerini ve uygun risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi amacıyla nitel araştırmalarda veri toplama yöntemlerinden olan mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Kasti örnekleme yöntemiyle Türkiye otomotiv sanayinde faaliyet gösteren 15 farklı firmadan 20 tedarik zinciri yöneticisiyle toplamda 25 saati geçen yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Görüşülen uzmanlar 4 yıl ila 22 yıl arasında değişen yöneticilik deneyimlerine sahip tedarik zinciri profesyonelleridir. Görüşmeler sonrasında elde edilen veriler yazılı hale getirilerek betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Böylece çalışma kapsamında oluşturulacak Bayes ağ modelinde değerlendirmeye alınacak olan ve modelin değişkenlerini oluşturan risk faktörleri, riskler, stratejiler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Çalışmada, tedarik zinciri risk faktörlerine bağlı tedarik zinciri risk olasılıklarının belirlenmesi ve risklere bağlı risk azaltma stratejilerinin neler olması gerektiği konusundaki olasılıkların ortaya çıkarılması amacıyla koşullu olasılıklar teorisine dayanan grafiksel bir yöntem olan Bayes ağı modeli kullanılmıştır. Oluşturulacak Bayes

ağı modeli için gerekli olan olasılık değerlerinin elde edilmesi için anket formu hazırlanmıştır. Hazırlanan anket formu daha önce görüşülen uzmanların değerlendirmelerine sunularak değişkenlerin marjinal ve koşullu olasılık değerleri belirlenmiştir. Bayes ağı modelinin oluşturulması, çalıştırılması ve olasılığa dayalı çıkarımların yapılması için etkin algoritmaları kullanan yazılımlar gerekmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında, Bayes ağ modelinin çalıştırılması, senaryo ve duyarlılık analizlerinin yapılması için GeNIe 2.2 programının akademik versiyonu kullanılmıştır.



BÖLÜM 1: TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

KAVRAMLARI

Bu bölümde, literatürdeki tedarik zinciri, tedarik zincirinin yapısı ve türleri, tedarik zincirinin üyeleri ve tedarik zinciri yönetimi kavramları incelendikten sonra detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ardında tedarik zinciri yönetiminin önemi, amaçları ve süreçleri anlatılmıştır.

1.1. Tedarik Zinciri

Organizasyonlar ve işletme birimleri birbirlerinden izole bir şekilde faaliyetlerine yürütemezler. Aksine son müşterinin satın almasıyla başlayan süreç geriye doğru incelendiğinde, birbirine bağımlı aşamaların ve organizasyonların yer aldığı görülecektir.

Tedarik zinciri süreci en basit haliyle, ürün veya hizmet için gereken hammadde ile başlayan ve nihai ürünün müşteriye ulaştırılmasıyla son bulan bir süreçtir (Keskin, 2015: 3).

Görçün, tedarik zincirini, üretim süreçleri dışında ana faaliyet olan üretimi desteklemek ve en iyi şartlarda faaliyetlerini sürdürmek için yapılan çabaların genel adı olarak tanımlamıştır (Görçün, 2019: 3).

Acar ve Köseoğlu (2020: 53) tedarik zincirini, bir ürünün tasarım aşamasından tüketim aşamasına kadar bütün ömür devrini kapsayan faaliyetler dizisi olarak ifade etmişlerdir.

Üç ya da daha fazla organizasyon veya bireyin doğrudan yer aldığı, ürünlerin, hizmetlerin, paranın ve bilgi akışının çift yönlü olarak yaşandığı varlıklar setidir (Mentzer vd. 2001: 4).

Tedarik zinciri, müşteri isteklerini yerine getirmek için tüm tarafların dolaylı ya da doğrudan yer almasıdır. Tedarik zinciri sadece üretici ve tedarikçilerden oluşmaz nakliyeciler, perakendeciler, depolama işlemleri/yönetimi ve hatta müşterilerin kendileri de tedarik zinciri içerisinde yer alırlar. Organizasyonun içerisinde de tüm fonksiyonlar tedarik zinciri içerisinde yer alır. Bu fonksiyonlar (bunlarla sınırlı kalmaksızın); yeni ürün geliştirme, pazarlama, finans ve müşteri hizmetleridir (Chopra, 2019: 15).

Tedarik zinciri aynı zamanda lojistik ağ anlamına da gelmektedir. Bu ağ; tedarikçilerden, üretim merkezlerinden, depolardan, dağıtım merkezlerinden, perakende satış

noktalarından ve bunlara ilave olarak hammaddelerin, yarı mamullerin ve bitmiş ürünlerin tesisler arası akışından meydana gelir (Simchi-Levi ve Kaminsky, 2009:1).

Tedarik zinciri, bir sonraki aşamanın tedarikini sağlayan birimlerin oluşturduğu bir sistemdir. Ve bu sistemin içerisindeki birimler birbirinden bağımsız şirketler olabileceği gibi, tek bir firma altında toplanmışta olabilirler (Long, 2019: 45).

Tedarik zinciri; ortaklar, tedarikçiler, imalatçılar, perakendeciler ve müşteriler arasında iletişimi geliştirmek, birlikte çalışmak, müşteri isteklerini yerine getirmek, sahip olunan kaynakları, etkin ve verimli kullanmak, planlı ve esnek bir tedarik, üretim ve dağıtım zinciri kurmak üzerine ortaya çıkmış bir kavramdır (Lysons, 2006: 90).

Tedarik zinciri; (1) hammadde ve parçalarını temin etmek, (2) bu hammadde ve parçaları bitmiş ürünlere dönüştürmek, (3) bu ürünlere ilave değer katmak, (4) hem perakendecilere hem de müşterilere ürünlerin dağıtımını gerçekleştirmek, (5) çeşitli ticari kuruluşlar (örneğin; tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılar ve perakendeciler) arasında bilgi alışverişini kolaylaştırmak amaçlarıyla, birbirleriyle ilişkili bir dizi iş sürecinin senkronizasyonunu sağlayan bütünlük bir sistemdir (Min ve Zhou, 2002: 231-232).

Bir işletmenin tedarik zincirinde, hammadde ve malzeme sağlayan işletme dışından tedarikçiler, işletmenin kendi bünyesinde yer alan yarı mamul ve malzeme tedarikçileri, üretim birimi, ürünlerin dağıtımını gerçekleştiren toptancılar, bitmiş ürünleri nihai tüketiciye ulaştıran perakendeciler gibi değer yaratan birçok unsur bulunur. İşte bu unsurlar bir zinciri oluşturan halkalardır ve temel fikir bu zincirin bir bütün olarak düşünülmesidir (Güleş vd., 2019).

Tedarik zinciri, hammaddenin tedariki ile başlayan, ürünlerin son kullanıcılara ulaştırılması aşamasına kadar ki ürünün/malzemenin ve bilginin akışı ile ilişkili tüm faaliyetleri içine alan, kapsamı ve düzeyi işletmeler arasında farklılık göstermekle birlikte tüm üretim ve hizmet işletmelerinde mevcut olan bir tür faaliyetler ağı olarak belirtilebilir (Yüksel, 2013: 78).

Tedarik zinciri, üretici firmalarla birlikte, tedarikçilerini, dağıtıcıları ve perakendecileri kapsayan ve hammadde girişinden nihai ürünün müşterilere ulaşmasına kadar tüm lojistik faaliyetleri, bilgi ve ürün akışını bir bütün halinde ele alan bir ağıdır (Sezen, 2011: 85).

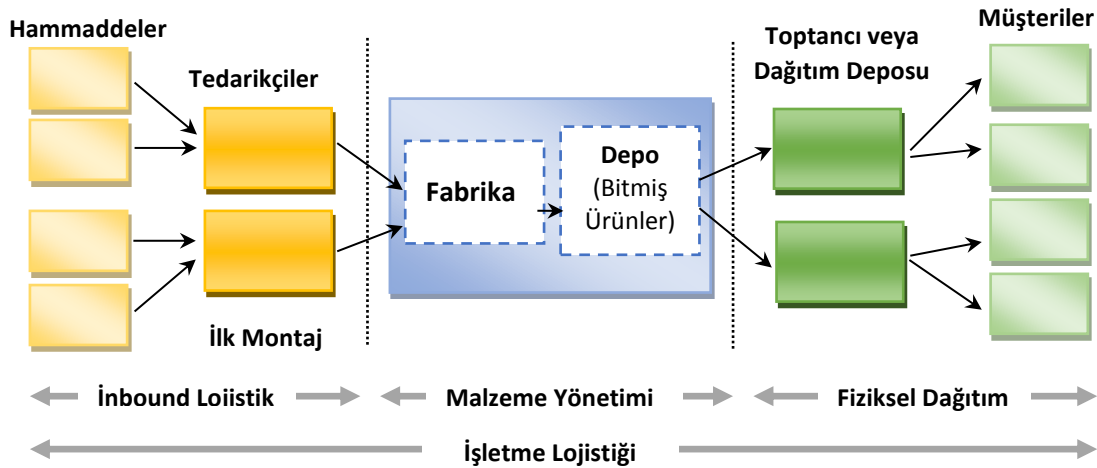
Tedarik zinciri nihai tüketiciye yönelik ürün ve hizmetler formunda değerler üreten, ileriye ve geriye doğru bağlantılı farklı süreç ve faaliyetleri olan organizasyonlar ağıdır (Christopher, 2016: 13).

Yapılan tüm tedarik zinciri tanımlarında bütüncül bir bakış açısı söz konusudur. Bunun nedeni, işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri ve hedeflerine ulaşabilmelerinin bireysel çabalarından ziyade son kademe tedarikçiden başlayarak müşteriye kadar uzanan tüm aşamalarındaki zincir üyelerinin başarılı bir şekilde faaliyetlerini yürütmelerine bağlı olmasıdır.

1.2. Tedarik Zincirinin Yapısı ve Türleri

Bir tedarik zincirinin en basit yapısı, tek bir ürün akışının yer aldığı ve her bir aşamada ürüne ilave değer sağlandığı bir dizi organizasyonlar serisinden meydana gelmektedir (Water, 2011: 38). Basit bir tedarik zinciri, hammadde/malzeme sağlayıcısı, üretici, dağıtıcılar ve müşteri veya alıcı olmak üzere dört temel bileşenden meydana gelmektedir.

Şekilde 1’de görüleceği üzere işletmelerin lojistik faaliyetlerinin bütününe tedarik zinciri olduğunu belirten Murphy ve diğerlerinin (2004: 11, aktaran Keskin, 2015: 22) oluşturduğu model tedarik zincirini göstermek için en çok kullanılan yapılardan birisidir.

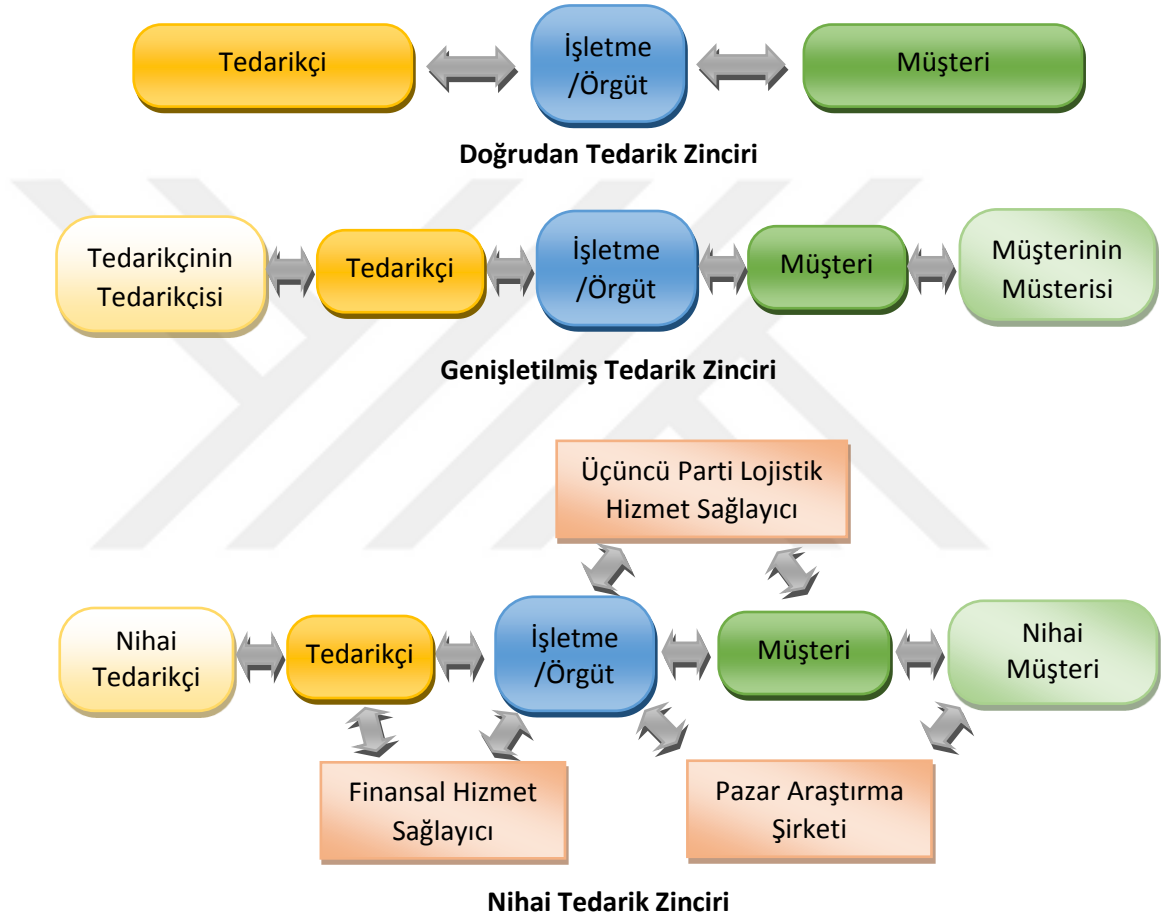


Şekil 1: Temel Tedarik Zinciri Modeli

Kaynak: Murphy, P.R. & Wood, D.F. (2004). *Contemporary logistics* (9. Baskı). USA: Pearson Education International.

Mentzer ve diğerlerine göre (2001: 4) tedarik zinciri karmaşıklık derecesine göre 3 kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar; “doğrudan tedarik zinciri”, “genişletilmiş tedarik zinciri” ve “nihai tedarik zinciri” olarak belirtilmiştir (Şekil 2).

Doğrudan tedarik zinciri, ürünlerin, hizmetlerin, finansmanın ve bilginin ileriye ve/veya geriye doğru akışının yaşandığı işletme, tedarikçi ve müşteriden meydana gelmektedir. Genişletilmiş tedarik zinciri, tedarikçinin de tedarikçisinden ve müşterinin de müşterisinden oluşan ve her birinin ürünlerin, hizmetlerin, finansmanın ve bilginin ileriye ve/veya geriye doğru akışına dâhil olduğu bir zincirdir. Nihai tedarik zinciri ise, ürünlerin, hizmetlerin, finansmanın ve bilginin, nihai tedarikçiden son müşteriye kadar ki çift yönlü akışın yer aldığı tüm organizasyonları içermektedir (Mentzer vd., 2001:4).



Şekil 2: Tedarik Zinciri Türleri

Kaynak: Mentzer, J.T., DeWit, W., Keebler, J.S., Soonhoong, M., Nix, N.W., Smith C.D & Zacharia Z.G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25

Günümüz işletmeleri sahip oldukları üretim süreçlerine bağlı olarak tedarik zincirleri farklılıklar gösterebildikleri gibi aynı işletmede üretilen farklı ürünlerde de değişebilen tedarik zinciri süreçlerinin gözlenmesi mümkün olduğundan tedarik zincirlerinin yapısı basitleştirilerek çözümlenmelidir (Keskin, 2015: 18).

Keskin (2015: 18), bu çözümlemeyi yaparken tedarik zinciri yapısını 4 temel sınıfta toplamıştır. Bunlar; temin /tedarik süreci, imalat süreci, dağıtım süreci ve son olarak tüketim sürecidir.

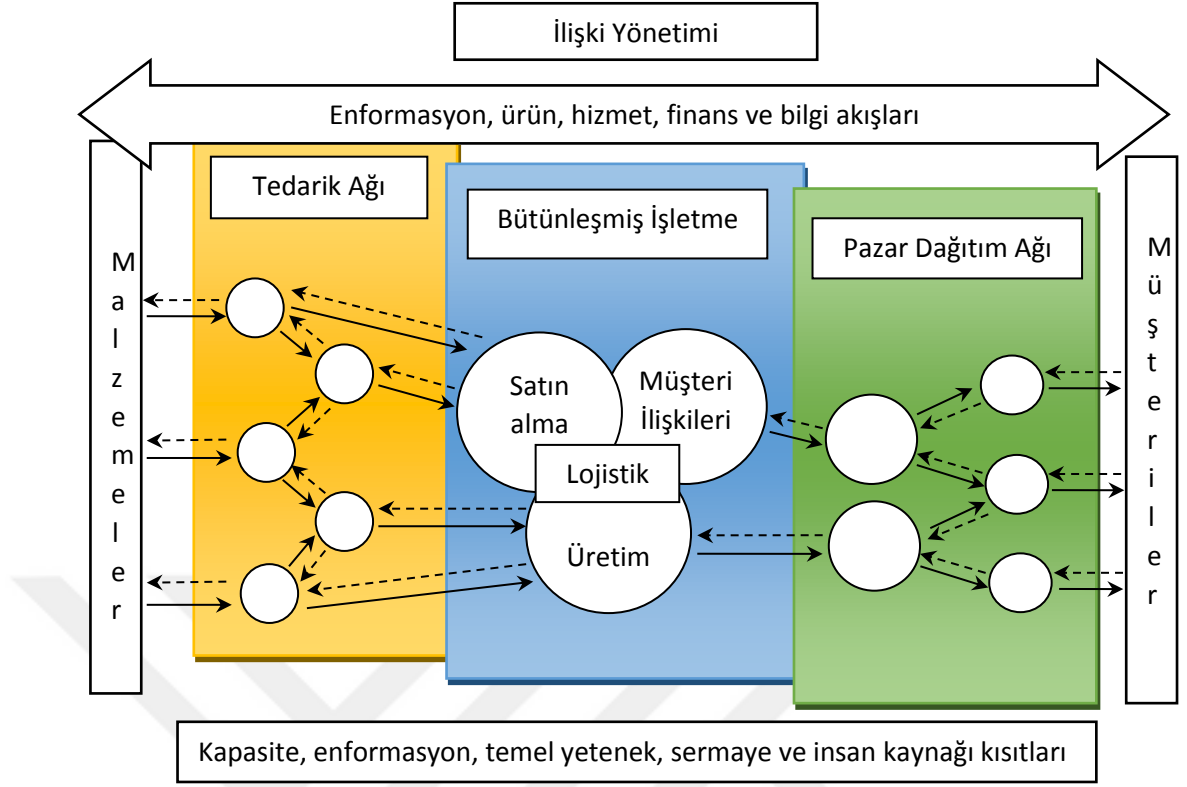
Görçün (2019: 39), Şekil 3'te görüleceği üzere tedarik zinciri yapısının geleneksel ve çağdaş tedarik zinciri olmak üzere iki farklı yapısı olduğunu ifade etmiştir. Geleneksel tedarik zincirinde, işletmenin farklı bölümleri vasıtasıyla hammadde malzemede tedarikinden, bitmiş ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar ki süreçte, faaliyetlerin işletmenin kendi iş birimleriyle gerçekleştirmesi söz konusudur. Çağdaş tedarik zincirinde ise işletme dış kaynak kullanımına giderek zincirdeki birçok operasyonu daha düşük maliyet ve yüksek hizmet düzeyi ile gerçekleştirmek için farklı işletmelere yaptırmaktadır (Görçün, 2019: 38-29).



Şekil 3: Geleneksel ve Çağdaş Tedarik Zincirleri

Kaynak: Görçün, Ö.F. (2019). *Örnek olay ve uygulamalarla tedarik zinciri yönetimi* (4. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.

Bowersox, Closs ve Cooper (2019:6) günümüz tedarik zinciri genel yapısının akışlar ve kısıtlar çerçevesinde birçok firmanın işbirliğinden oluşan entegre bir yapıda olduğunu ifade etmişlerdir.

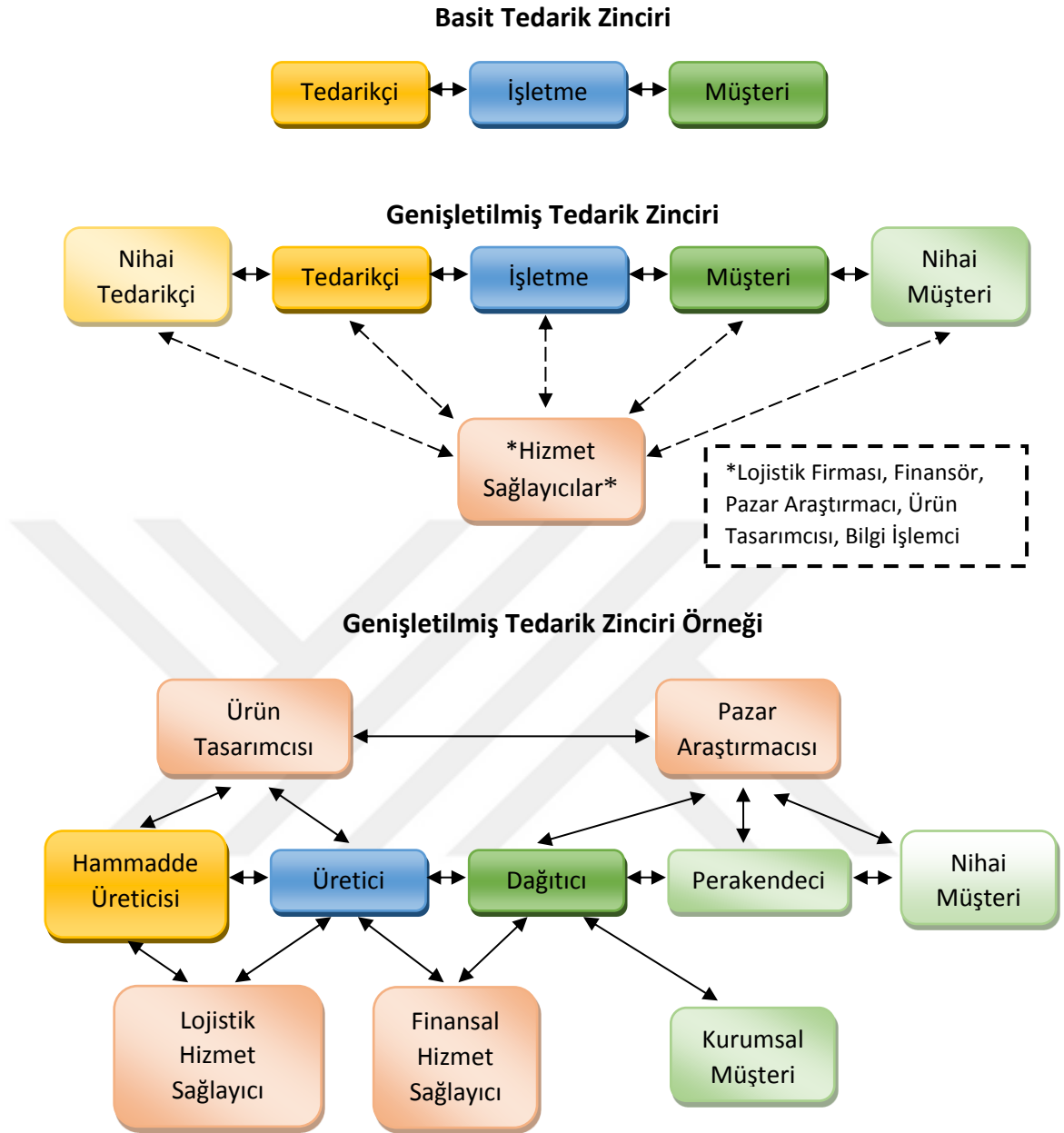


Şekil 4: Genel Tedarik Zinciri Modeli

Kaynak: Bowersox, D.J., Closs, D.J. & Cooper, M.B. (2019). *Supply chain logistics management* (5. Baskı). Singapore: McGraw-Hill.

Şekil 5’de görüldüğü üzere Hugos (2018: 26)’un önerdiği tedarik zincirinin yapısında, tedarik zincirinin en basit halini; tedarikçi, işletme ve müşteriler şeklindeki model ile göstermiştir. Genişletilmiş tedarik zincirinde ise, tedarikçinin tedarikçisi ve müşterinin müşterisi ve hizmet sağlayıcı işletmeler sürece dahil edilmektedir. Genişletilmiş tedarik zincirinde perakendeciler ve hizmet sağlayıcılar, yapıyı genişleten ve çeşitlendiren unsurlar olarak yerini almıştır.

Tedarik zinciri içerisinde hammadde tedarikçisinden nihai müşteriye kadar ki süreç içerisinde odak işletmenin faaliyetlerine destek sağlayan hizmet sağlayıcılar yer almaktadır. Bu hizmet sağlayıcılar; lojistik firmaları, finans kuruluşları, pazar araştırmacıları, ürün tasarımcısı, bilgi teknolojileri firmalarından oluşmaktadır (Hugos, 2018: 26).



Şekil 5: Tedarik Zinciri Yapısı

Kaynak: Hugos, M. (2018). *Essential of supply chain management* (4.Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons

1.3. Tedarik Zincirinin Üyeleri

Tedarik zincirinin en basit formunu işletme, tedarikçiler ve müşteriler oluşturmaktadır (Hugos, 2018: 23). Bu basit tedarik zinciri yapısı tedarikçilerin tedarikçilerini, müşterilerin müşterilerini de içine olarak genişleyerek birçok farklı kategoride işletmeyi zincir içerisine almıştır. Tedarik zinciri içerisinde farklı faaliyetleri yerine getiren birçok farklı işletme ve hizmet sağlayıcılar yer almaktadır (Hugos, 2018: 23). Sektörün yapısına ve ihtiyaca göre farklılık gösterebilmekle birlikte tedarik zincir üyeleri; hammadde

tedarikçileri, yarı mamul tedarikçileri, toptancılar, perakendeciler, üretim destek sorumluları ve müşteriler olarak sınıflandırılmaktadır (Keskin, 2015: 24).

Tedarik zinciri üyelerinin yaygın sınıflandırılması aşağıdaki gibidir (Erturgut, 2019: 7);

- Üreticiler
- Dağıtıcılar
- Perakendeciler
- Müşteriler
- Hizmet Sağlayıcılar

Üreticiler: Bir malın üretimini fiili olarak gerçekleştiren üreticiler hammadde imalatçıları ve son ürün imalatçılarından oluşmaktadır (Erturgut, 2019: 8). Bir tedarik zinciri üyesinin üretici olarak değerlendirilebilmesi için hammadde-yarı mamul/ürün ya da yarı mamul-ürün çevrimlerinden birinde yer alması ve malzeme üzerinde katma değer oluşturması gerekmektedir (Görçün, 2019: 42).

Dağıtıcılar: Üreticilerden gelen ürünleri alıp kısa/uzun süreli depolayan ve bir dağıtım hattı boyunca tüketiciye yönlendiren dağıtıcılar, toptancı (wholassalers) olarak da adlandırılan işletmelerdir (Erturgut, 2019: 8). Müşteriler için yer ve zaman faydası sağlayan dağıtıcılar ellerinde bulundurdıkları stoklar sayesinde ürün talebindeki dalgalanmalara karşı üreticileri korumaktadır (Hugos, 2018: 24). Dağıtıcılar, ürünün müşteriye ulaşması sürecindeki depolama, taşıma, şebeke tasarımı, rota planlama gibi operasyonları yürütmektedirler (Görçün, 2019: 43).

Perakendeciler: Küçük miktarlarda aldıkları ürünlerin birim satışını gerçekleştiren işletmelerdir. Perakendeciler müşterilerinin tercihlerini ve taleplerini yakından takip ederler (Hugos, 2018: 25). Perakendecilerin birim satış gerçekleştirmesi küçük ölçekli işletmeler olacakları ya da tedarik zinciri içerisinde küçük bir aktör olacakları anlamına gelmemelidir. Bu duruma en iyi örnek BİM (Birleşik Mağazalar A.Ş.) gibi perakendecilerdir.

Müşteriler: Tedarik zinciri içerisinde müşteriler, ürünü satın alan veya kullanan organizasyonlar veya kişiler konumundakilerdir (Hugos, 2018: 25). Müşteri, bir ürünü kendi kullanımı için tüketmek üzere alabileceği gibi, başka bir ürüne dönüştürmek, ilave değer kazandırmak veya değiştirmeden satmak amacıyla da satın alabilir (Erturgut, 2019: 9). Üretilen ürün ve yarı mamuller müşteri talepleri göz önünde bulundurularak

üretildiğinden, tedarik zincirinin yapısı, işleyişi, alınacak kararlarda müşteriler etki eden en temel unsur olmaktadır (Görçün, 2019: 48).

Hizmet sağlayıcılar: Belirli konularda uzmanlaşarak, üreticilere, dağıtıcılara, tedarikçilere ve müşterilere hizmet sağlayan işletmelerdir (Erturgut, 2019: 9). Hizmet sağlayıcılar kendi alanlarında uzmanlaşmış oldukları için hizmet sundukları işletmelerden çok daha başarılı ve uygun maliyetlerle hizmet verebilmektedirler.

1.4. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi kavramıyla ilgi yapılan çalışmalarda tedarik zinciri yönetimi kavramının evrensel kabul görmüş ortak bir tanımının olmadığı görülmektedir. Bu durum tedarik zinciri yönetimi kapsamının çok geniş olmasından kaynaklanmaktadır (Stock ve Boyer, 2009: 691; Felea ve Albastroiu, 2013a: 75; Ellram ve Cooper, 2014: 8).

Tedarik zinciri yönetimi kavramı yazında birçok boyutuyla ve farklı bakış açısıyla tarif edilmiş ve yapılan tanımlamalar, konuyla ilgilenen akademisyenlerin mensup olduğu disiplinlere bağlı olarak farklılıklar göstermiştir (Erturgut, 2019: 14).

Tedarik zinciri yönetimi yerine, literatürde “talep zinciri” ya da “değer zinciri” gibi kavramlardan da bahsedilmiştir. Ancak tedarik zinciri yönetimi ile kastedilmek istenilenin sadece işletme içindeki süreçlerin entegrasyonu değil, zincirdeki tüm işletmelerin entegrasyonunu gerçekleştirmek ve bütünleşik süreç yönetimiyle müşteriler için değer oluşturmaktır (Güleş vd., 2019).

Tedarik zinciri yönetimi, belirli bir işletmeyi, bir bütün olarak tedarik zincirini ve bu zincir içerisindeki her bir işletmenin uzun dönemli performansının artırılması amacıyla, tedarik zincirindeki işletmelerin ve işletme içerisindeki geleneksel işletme fonksiyonlarının sistematik ve stratejik koordinasyonudur (Mentzer vd., 2001:18).

Bir bütün olarak tedarik zincirine daha az maliyetle üstün müşteri değeri sunmak için tedarikçiler ve müşterilerle olan ilişkilerin ileriye ve geriye doğru akışının yönetimidir (Christopher, 2016: 3). Christopher yaptığı bu tanımla taraflar arasındaki ilişki yönetiminin önemini vurgulamıştır. Ancak zincirdeki tüm üyelerin aynı anda karlılığa ulaşmasını sağlayabilmek tedarik zinciri yönetiminin en zor kısmını oluşturmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi; ticari malların, doğru yerde, doğru zamanda ve doğru miktarda üretim ve dağıtımını yapabilmek ve bu faaliyetleri gerçekleştirirken en yüksek seviyede müşteri tatminiyle birlikte sistem genelinde maliyetleri en aza indirebilmek için

tedarikçilerin, üreticilerin ve dağıtıcıların etkin bir şekilde entegrasyonunda kullanılan yaklaşımlar setidir (Simchi-Levi ve Kaminsky, 2009:1). Literatürde tedarik zinciri yönetimi konusunda önemli yeri olan Simchi-Levi'nin tanımında, zincir üyelerinin verimliliği, etkinliği ve müşteri odaklılığını minimum maliyetle yapabilmesi gerekliliği ve zincirin entegre bir sistem yaklaşımıyla ele alınması zorunluluğu öne çıkan boyutlar olmuştur.

Tedarik zinciri yönetimi, hizmet sunulun pazarda verimliliğin ve tepkiselliğin en iyi karışımını elde etmek için tedarik zinciri katılımcıları arasındaki üretim, envanter, konum ve ulaşım koordinasyonudur (Hugos, 2018: 4). Tedarik zinciri yönetimi, malzeme, hizmet ve bilgi akışını gerçekleştirerek talebi karşılamak amacıyla tedarikçilerin, müşterilerin ve işletme süreçlerinin uyumlu hale getirilmesidir (Krajewski, 2014: 324).

Tedarik zinciri yönetimi; ürüne veya hizmete ilave değer katarak rekabet avantajı kazanmak ve müşteri tatminini sağlamak için ilk tedarikçiden son müşteriye kadarki süreçte yer alan tüm faaliyetlerin (taşımacılık, üretim, hammadde ve malzeme depolama, bitmiş ürünlerin stoklanması) araçlarında (ilk tedarikçiler, toptancılar, üreticiler vb) vasıtasıyla etkin bir şekilde planlanması, uygulanması, motivasyonu ve kontrolünden oluşmaktadır (Felea ve Albastroiu, 2013a: 85).

Tedarik zinciri yönetiminin temel özellikleri şu şekilde belirtilebilir (Erdal, 2011: 13):

- Tedarik zinciri tedarikçilerden başlayarak müşterilere kadar uzanan tüm süreçleri içine almaktadır.
- Tedarik zinciri, müşteri tatmininde zincir içerisinde doğrudan ve dolaylı yer alan tüm tarafların katılımını gerektirmektedir.
- Her aşama, ürün, hammadde, malzeme, bilgi ve para akışı ile birbirine bağlıdır.
- Tedarik zinciri yönetimi, pazarlama, satın alma, yeni ürün geliştirme gibi işletme fonksiyonlarının entegrasyonunu içermektedir.

APICS (American Production and Inventory Control Society) sözlüğünde tedarik zinciri yönetimini; net değer yaratmak, rekabetçi bir altyapı oluşturmak, dünya lojistiğini kullanmak, arz ile talebi senkronize etmek ve küresel performansı ölçmek amacıyla tedarik zinciri faaliyetlerinin tasarımı, planlanması, uygulanması, kontrolü ve izlenmesi olarak tanımlamıştır (APICS Dictionary, 2010).

Son olarak Stock ve Boyer (2009: 691) tedarik zinciri yönetimi kavramının tanımlanmasında bir fikir birliğinin olmadığını ifade etmişler ve literatürde yer alan 173

tedarik zinciri tanımını inceleyerek tanımların temel bileşenlerini ortaya çıkararak tedarik zinciri yönetiminin kapsamlı bir tanımını yapmışlardır. Bir firma içindeki ilişkiler ağının, bağımlı organizasyonlar ve malzeme tedarikçileri, satınalma, üretim tesisleri, lojistik, pazarlama ve ilgili sistemlerden meydana gelen iş birimleri arasında ileriye ve geriye doğru malzemelerin, hizmetlerin, paranın ve bilginin ilave değer sağlayarak ilk üreticiden son müşteriye akışının kar maksimizasyonunu ve müşteri tatmini sağlayarak etkin bir şekilde yönetimidir (Stock ve Boyer, 2009: 706).

1.4.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi

Son yıllarda, işletmelerin başarılarını artırmaları ve rekabetçi performans elde etmeleri için tedarik zincirlerini iyi bir şekilde yönetebilmeleri gerekmektedir (Kherbach ve Mocana, 2016: 409). Örgütlerin maliyet avantajı ve verimliliklerini sağlamada etkili bir araç olan tedarik zinciri yönetimi, tedarikçiler, mamul ve hizmet üreticileri, dağıtıcılar ve perakendeciler gibi birçok işletmeyi kapsayan ve kaynakların ortak kullanımı sayesinde tek bir işletme gibi davranarak ortaya çıkan sinerjiyle müşteri memnuniyetini sağlamaktadır (Güleş vd., 2019).

Tedarik zinciri yönetiminin, zincir içerisinde yer alan işletmeler arasında sağladığı işbirliği ve bilgi paylaşımı sonucu olarak kaynakların gereksiz kullanımı ve zaman israfının önlenmesi, maliyetleri azaltması ve müşteri tatminini sağlaması gibi faydaları bulunmaktadır (Acar ve Köseoğlu, 2020: 61). Bu nedenle, bir firmanın başarılı ya da başarısız olmasında, tedarik zincirinin tasarımı, planlanması ve operasyon kararları önemli bir rol üstlenmektedir (Chopra, 2019: 20).

1.4.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin amacı ya da misyonu, Eli Goldratt'ın sözleriyle şu şekilde tanımlanabilir: "Envanter ve işletme masraflarını aynı anda düşürürken çıktı miktarını artırmaktır" (Hugos, 2018: 10).

Christopher (2016: 4), etkin lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin önemli rekabet avantajı sağlaması gerektiği üzerine durmuştur. Tedarik zinciri yönetiminin birincil odağında zincir içerisinde ki tüm üyelerin tatmin düzeyini artırmak yatmaktadır. Çoğu çalışma tedarik zinciri yönetiminin temel amacının; doğru ürünün, doğru yerde, doğru miktarda, doğru zamanda, mümkün olan en düşük maliyet ve istenen şartlarda temin edilmesi olarak ifade etmektedir (Acar ve Köseoğlu, 2020: 59).

Tedarik zinciri yönetimi, stratejik pozisyonu güçlendirmek ve operasyon etkinliğini geliştirmek için bir araya gelmiş ve iş birliği içindeki işletmelerden oluşmaktadır (Bowersox, Closs ve Cooper, 2019:4). Ve her tedarik zincirinin amacı üretilen toplam değeri maksimize etmek olmalıdır (Chopra, 2019: 17).

Minimum toplam işlem prensibi doğrultusunda işlem sayısını azaltmak ve malzemelerin tedarik zinciri içindeki hareket hızlarını artırmak amacını taşıyan tedarik zinciri yönetimi, birbirleriyle çelişen bu iki amaç arasında optimum koşulları sağlamayı hedeflemektedir (Long, 2019: 53).

Keskin (2015: 26-27) tedarik zinciri yönetiminin temel amacının kısaca daha çok kar elde etmek olarak ifade etmiştir. Bu hedefi gerçekleştirmek isteyen işletmeler, üretim süreçlerini destekleyen ve tedarik zincirini oluşturan; depolama yönetimi, ulaştırma yönetimi, envanter yönetimi, elleçleme imkanlarının dizaynı, paketleme yönetimi ve bakım yönetimi gibi birçok alanda daha etkin olma gayreti içinde olmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi, aşağıda yer alan operasyonel performans ölçütlerinin geliştirilmesi için araştırma ve izleme faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Bunlar (Sodhi ve Tang, 2012: 6);

- Ürün geliştirme döngü süresi, pazara sürme süresi, ürün teslim zamanı, teslimat süresi, nakit döngüsü gibi zamanla ilgili ölçütler,
- Ürün geliştirme maliyeti, malzeme maliyeti, üretim maliyeti, işçilik maliyeti, stok maliyeti, nakliye ve elleçleme maliyeti, satış ve pazarlama maliyeti, sabit ve genel gider maliyeti gibi maliyetle ilgili ölçütler ve
- Ürüne ulaşılabilirlik, ürün ve hizmet kalitesi, güvenilirlik, satış sonrası destek ve toplam sahip olma maliyeti gibi müşteri memnuniyetiyle ilgili ölçütlerdir.

Tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları; üretim maliyetlerinin azaltmak, karlılığı artırmak, rekabet gücünü artırmak, işletmeleri daha değerli hale getirmek, pazar entegrasyonunu sağlamak, pazar payını, müşteri hizmetlerini ve her düzeyde işletme performansının artırmaktır (Sağbaş, 2015: 23).

1.4.3. Tedarik Zinciri Yönetim Süreçleri

Modern işletme yönetiminde en önemli paradigma değişimlerinden birinin de işletmelerin bireysel rekabetinden çok tedarik zincirlerinin rekabetine dönüştüğünü söyleyen Lambert (2014:2) tedarik zinciri yönetimini, müşterilere ve diğer paydaşlara

değer sağlamak için işlevler arası kilit iş süreçleri kullanarak, son müşterilerden ilk tedarikçilere kadar ki organizasyonlar arasındaki ilişkilerin yönetimi olarak tanımlamıştır. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetimi, çeşitli iş süreçlerinin kordinasyonu ve bütünleşmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin süreçleri, Küresel Tedarik Zinciri Forumu (The Global Supply Chain Forum) üyelerinin de kabul ettiği sekiz ana başlıkta toplanmıştır (Croxtton vd., 2001: 14; Lambert, 2014: 3). Bu süreçler aşağıdaki gibidir:

- Müşteri ilişkileri yönetimi,
- Tedarikçi ilişkileri yönetimi,
- Müşteri hizmet yönetimi,
- Talep yönetimi,
- Sipariş karşılama,
- Üretim akış yönetimi,
- Ürün geliştirme ve ticarileştirme,
- İade yönetimi

Her tedarik zinciri yönetimi sürecinin hem stratejik hem de operasyonel alt süreçleri vardır. Stratejik alt süreçler, sürecin nasıl uygulanacağı ile ilgili temel yapıyı, operasyonel alt süreçler ise uygulamalar için ayrıntılı adımları verir (Lambert, 2014: 10). Aşağıda sekiz ana başlıktan oluşan tedarik zinciri yönetim süreçlerinin açıklamalarına yer verilmiştir.

(1) Müşteri ilişkileri yönetimi: Müşteri ilişkileri yönetimi süreci, müşterilerle ilişkilerin nasıl geliştirileceği ve sürdürüleceğine dair bir yapı sağlar (Croxtton vd., 2001: 15). Müşteri ilişkileri yönetimiyle, yeni müşterilerin elde edilmesi, müşteri bağlılığının sağlanması ve karlılığın devam ettirilebilmesi için müşteri davranışlarını anlamak ve böylece müşterileri etkilemek amaçlanır (Acar ve Köseoğlu, 2020: 66). Yönetim, hedeflenecek kilit müşterileri ve müşteri gruplarını firmanın misyonunun bir parçası olarak tanımlar. Müşteri ilişkileri yönetimi takımı, hedef müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayacak ve müşteri tatmini sağlayacak ürün ve hizmet anlaşmaları hazırlar. Ayrıca bu yönetim takımı süreçleri geliştirmek, talepteki değişkenliği ve katma değer sağlamayan faaliyetleri azaltmak için önemli müşterilerle birlikte çalışırlar (Lambert, 2014: 11).

(2) *Tedarikçi ilişkileri yönetimi*: Özellikle önemli tedarikçilerle ilişkilerin iyi bir şekilde yönetilmesi en az müşteri ilişkileri kadar önemlidir. Tedarikçiler müşterilerde olduğu gibi üstlendikleri kritik görevlere ve ürüne yaptıkları katkının boyutlarına göre kategorilere ayrılarak, kritik görülen belirli bir tedarikçi grubuyla uzun vadeli stratejik anlaşmalar yapılmalıdır. Tedarik zinciri yönetiminde istenen sonuç, her iki tarafın da yararlandığı bir kazan-kazan ilişkisinin oluşturulmasıdır (Lambert, 2014: 11). Bu süreç değer zinciri içerisinde destek faaliyeti olarak görülüyor olsada, işletmelerin kaynak bağımlılıklarının artması, tedarikçilerinden sürekli ürün akışının kesintiye uğramamasının önem kazanması ve girdi maliyetlerinin stratejik kararlar üzerindeki etkisi nedeniyle temel tedarik zinciri süreçlerinden biridir (Acar ve Köseoğlu, 2020: 69).

(3) *Müşteri hizmet yönetimi*: Müşteri hizmet yönetimi süreci firmanın müşteriye dönük yüzüdür. Bu süreçte ürünün bulunabilirliği, yükleme zamanları ve siparişin durumu gibi konularda birincil bilgi kaynağı olarak müşterilerin bilgilendirilmesi sağlanır. Firma fonksiyonlarından olan üretim ve lojistik ile ilgili tam zamanlı bilgiler ara yüzler aracılığıyla müşterilere sunulur. Ayrıca ürün ve hizmet anlaşmalarının yürütülmesinden müşteri hizmetleri yönetimi sorumludur (Croxtan vd., 2001: 15). Bu sürecin hedeflerinden biride müşterileri sağladıkları değere göre bölümlendirerek kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunarak hedef müşterilerin sadakatini elde etmektir (Acar ve Köseoğlu, 2020: 66).

(4) *Talep yönetimi*: Talep yönetimi, müşterilerin talebi ile tedarik zinciri yeteneklerini dengeleyen tedarik zinciri yönetim sürecidir (Lambert, 2014: 11). Bu süreç, talep tahminini ve tahminle üretim, satın alma ve dağıtımın senkronizasyonu içermektedir (Croxtan vd., 2001: 18). İşletmenin ürettiği ürün ve hizmetlere yönelik gelecekteki talebin tahmin edilmesine talep tahmini denilmektedir (Acar ve Köseoğlu, 2020: 67). Talep yönetimi doğru uygulandığında, proaktif olarak arz imkanları ile müşteri talebi eşleştirebilir ve planlar minimum aksamalarla yürütebilir. Sadece talep tahminiyle sınırlandırılmaması gereken bu süreçte, arz ve talebin dengelenmesi, değişkenliğin azaltılması ve esnekliğin artırılması da amaçlanmaktadır (Lambert, 2014: 12).

(5) *Sipariş karşılama*: Müşteri sipariş karşılama süreci, müşteri taleplerinin karşılanması yanı sıra toplam teslim maliyetlerini en aza indirmek, zincirler oluşturmak ve müşteri isteklerini karşılamak için gerekli tüm faaliyetleri içerir (Rakickas, Čiegis ve Skunčikienė, 2009: 81). Etkili sipariş karşılama, firmanın üretim, lojistik ve pazarlama planlarının entegrasyonunu gerektirir. Firma müşteri gereksinimlerini

karşılayabilmek ve toplam teslim maliyetini azaltabilmek için, tedarik zincirindeki kilit üyelerle ortaklıklarını geliştirmelidir (Croxtan vd., 2001: 18). Amaç, çeşitli müşteri segmentlerinden firmaya ve daha sonra da tedarikçilere kadar uzanan sorunsuz bir süreç geliştirmektir (Lambert, 2014: 12).

(6) *Üretim akış yönetimi*: Üretim akış yönetimi süreci, ürünleri üretmek ve hedef pazara hitap edebilecek şekilde üretim esnekliğini sağlamakla ilgilenir. Üretim akış yönetimi, üretim faaliyetleri ve ürünün elde edilmesi, esnekliğin uygulaması ve yönetilmesi ile ilgili ürün akış yönetiminde gerekli olan tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Croxtan vd., 2001: 22).

(7) *Ürün geliştirme ve ticarileştirme*: Yeni ürün ve hizmetleri müşterilerle ve tedarikçilerle birlikte geliştirerek doğru zamanda pazara sunabilmek için gerekli yapıyı sağlayan tedarik zinciri sürecidir (Lambert, 2014: 12). Firmanın başarısını devam ettirebilmesinde ürün geliştirme kritik öneme sahiptir. Bu sürecin başarılı olabilmesi ve sürenin kısaltılabilmesi için müşteriler ve tedarikçilerde ürün geliştirme ve ticarileştirmeye dâhil edilmelidir. Hızlı bir şekilde yeni ürünler geliştirmek ve bunları etkin bir şekilde pazara sunmak kurumsal başarının önemli bir bileşenidir. Yeni ürünün pazara doğru zamanda çıkmış olması bu sürecin kritik bir hedefidir. Ürün yaşam süreleri kısalmışken, firmaların rekabetçi kalabilmeleri için doğru ürünleri geliştirip, kısa zaman aralıklarında başarılı bir şekilde pazara sunmaları gerekmektedir (Croxtan vd., 2001: 26).

(8) *İade yönetimi*: İade yönetimi, iptaller, iadeler, eşik bekçiliği ve tersine lojistik ile ilgili faaliyetlerin firma içinde ve tedarik zincirinin kilit üyeleri arasında yönetildiği tedarik zinciri yönetim sürecidir (Lambert, 2014: 12). Birçok firma iade yönetim sürecinin önemli olduğuna inanmadıkları için bu süreci göz ardı etmektedirler. Oysaki geri dönüş sürecinin etkin yönetimi, firmaların verimliliklerini artırabilir ve sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayabilir (Croxtan vd., 2001: 29).

BÖLÜM 2: RİSK KAVRAMI VE TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ

Bu bölümde öncelikle risk kavramına, risk ve belirsizlik arasındaki ilişkiye ve risk yönetimini değinilmiştir. Ardından tedarik zinciri risk yönetimi ve süreci anlatılmıştır. Son olarak literatürdeki tedarik zinciri riskleri ve bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri detaylı bir şekilde incelendikten sonra tedarik zinciri risk azaltma stratejilerine yer verilmiştir.

2.1. Risk Kavramı

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük'te risk kavramı Fransızca bir kelime olup anlamı “zarara uğrama tehlikesi, riziko” olarak belirtilmiştir (TDK, 2019). Bazı araştırmacılar, sözcüğün cesaret etmek anlamına gelen İtalyanca “risicare” kelimesinden geldiğini ifade etmektedirler (Khan ve Burnes, 2007: 198). Bununla birlikte, sözcüğün kökenlerinin Arapça “risq” sözcüğüne dayandığını anlamının da “Allah’tan hediye” olduğunu söyleyenlerde bulunmaktadır (Rao ve Goldsby, 2009: 99).

Ortak bir bakış açısıyla riski basitçe; tehlike ya da birtakım kayıplara maruz kalma durumu olarak ifade edebiliriz (Schlegel ve Trent, 2015: 2). Formal bir tanımlama dışında risk konusu her alanda düşünülen bir terimdir. Risk konusu, bir yatırımın para kaybettireceği, bir trenin gecikeceği, araba kazasının olacağı ya da birinin hasta olacağı gibi hoş olmayan olaylarla birlikte düşünülmektedir (Water, 2011:1). İşletme sözlüğü riski; harici veya dâhili güvenlik açıklarının neden olduğu ve alınabilecek tedbirler yoluyla önlenilecek hasar, yaralanma, sorumluluk, kayıp veya herhangi bir olumsuzluk olasılığı veya tehdidi olarak tanımlamıştır (Businessdictionary, 2017).

Risk tanımlamalarının çoğunda riskin 3 temel boyutundan bahsedilmektedir. Bunlar; belirli bir olayın veya sonucun oluşma ihtimali, meydana gelen olayın sonuçları ve olayın sebep olduğu maruziyet durumudur (Ritchie ve Brindley, 2009: 11).

Türev Ürünler ve Risk Yönetimi Sözlüğüne (Akçay, Kayahan ve Yürükoğlu, 2015: 338) göre risk tanımlanırken, “gelecekteki olayları ve sonuçları çevreleyen belirsizliktir. Kurumun hedeflerine ulaşabilmesini etkileyebilecek potansiyele sahip bir olayın, olasılık ve şiddetini açıklar. Genel anlamıyla da kayıp olasılığını ifade eder. Varlık fiyatlama teorisine göre toplam yatırımın getirisinin standart sapması olarak tanımlanır ve bir varlığın getirisi üzerindeki belirsizlik derecesini gösterir” ifadeleri kullanılmıştır.

Risk terimi için ortak bir tanımın kabul edilmesi akademisyenler ve uygulayıcılar için yüz yıldan uzun bir süredir zorlayıcı bir konu olmuştur. Muhtemelen konuyla ilgilenen yazarlar kadar farklı tanımlar bulunmaktadır (Ritchie ve Brindley, 2009: 10).

Literatürde çeşitli risk kavramlaştırmaları bulunmaktadır. Bunlar (Manuj ve Mentzer, 2008:135); finans literatürü, riske, beklenen çıktılarının olasılıkları açısından bakmaktadır; bir yatırım portföyündeki getirilerin değişkenliği ya da temerrüde düşme, iflas gibi sonuçlardır. Pazarlama ise risk konusuna müşteri davranışları açısından bakmaktadır; satın alma amaçlarının doğası ve önemi, psikolojik veya performans hedeflerinin karşılanmasındaki başarısızlıkla ilgilidir.

Tablo 1: Çeşitli Yazarlar Tarafından Yapılmış Risk Tanımları

Yazar	Tanım
Rowe (1980)	Risk, bir olay ya da faaliyetten kaynaklanan istenmeyen olumsuz sonuçların potansiyelidir.
March ve Shapira (1987)	Risk, gelirler, maliyetler ve karlar gibi işletme çıktılarındaki olumsuz varyasyon anlamına gelmektedir.
Miller (1991)	Risk, çıktılarda ya da performansta tahmin edilemeyen değişkenliklerdir.
Chiles ve Mackin (1996)	Risk, kaybetme olasılığıdır.
Mitchell (1999)	Risk, yaygın olarak, olası sonuçların, meydana gelme ihtimallerinin ve etkilerinin bir yansıması olarak görülür.
Harland, Brenchley ve Walker (2003)	Risk, yaygın olarak; tehlike, hasar, kayıp ve diğer arzu edilmeyen sonuçlardaki değişimdir.
Sinha, Whitman ve Malzahm (2004)	Risk, bir olayın belirsizlik seviyesinin ve etkisinin fonksiyonudur.
Holton (2004)	Risk iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; maruziyet ve belirsizliktir.
Rao ve Goldsby (2009)	Risk, sonucu belirsiz olan bir çıktıya, bir öncüle maruz kalmaktır.
Hopkin (2014)	Bir organizasyonun temel süreçlerinin etkililiğini ve verimliliğini etkileyebilen (engelleyen, güçlendiren veya şüphe uyandıran) bir olaydır.

Kaynak: Faisal, M.N., Banwet, D.K. & Shankar, R. (2007). Supply chain risk management in SMEs: Analysing the barriers. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 4(5), 588-607
ve Rao, S. & Goldsby, T.J. (2009). Supply chain risks: A review and typology. *International Journal of Logistics Management*, 20(1), 97-123.

Tehlikeleri oluşturan potansiyel tehdit kaynakları, işletmeler düzeyinde firmanın net bugünkü değerini olumsuz bir şekilde etkileyebilecek her şeydir ve tehlikelerin olumsuz etkileri vardır. Risk ise olumsuz bir olay veya tehlikenin meydana gelme ihtimali ve bu olayın sonuçlarından meydana gelmektedir (Van Mieghem, 2012: 14). Tablo 1’de, literatürde yer alan ve çeşitli yazarlar tarafından yapılmış risk tanımlamalarına yer verilmiştir.

Riskler birçok firma faaliyetlerinde mevcuttur ve risk konusuyla strateji, finans, üretim, muhasebe, pazarlama ve tedarik zinciri yönetimi gibi pek çok perspektiften çalışılmaktadır (Felea ve Albastroiu, 2013b: 58).

Riskler çok çeşitlidir. Genel bir sınıflandırmaya tabi tutulsalar bile birçok farklı risk sınıfı ortaya çıkabilmektedir. Örneğin; Piyasa riskleri, kredi riskleri, faaliyet riskleri, yasal riskler, bilgi riski, çevresel riskler, ülke riski, temel iş ile ilgili riskler, fiyat riskleri, doğal riskler, finansal raporlama riskleri, kontrol riski gibi birbirlerinden farklı olan bu riskler farklı risk tanımlamalarına da ihtiyaç duymaktadır (TUSİAD, 2008: 16).

Riskler, hedeflerin gerçekleşmesine engel olan birer durum olarak bireylerin ve kurumların karşısına çıkmaktadır. Bu nedenle, bu risklerin doğru bir şekilde tanımlanması, analiz edilmesi ve gerekli kaynaklar aktararak etkilerinin azaltılması gerekmektedir (Bozkurt, 2010: 18). Risklerin belirlenmesi, ölçülmesi ve kontrol edilmesi risk yönetimi konusunu devreye sokmaktadır.

2.2. Risk ve Belirsizlik

Enyinda, Ogbuehi ve Briggs (2008: 280) risk ve belirsizlik arasındaki ayrımı açıklarken, "Ne olacağını kesin olarak bilmiyor, ancak olasılıkları biliyorsanız bu risktir. Olasılıkları bile bilmiyorsanız, bu belirsizliktir" ifadelerini kullanmışlardır. Risk ve belirsizlik birbirlerini çağrıştıran kavramlar olarak algılanmaktadır. Ancak risk için sonuç olasılıklarının ölçülebilir olması söz konusu iken, belirsizlikte muhtemel sonuçların olasılıkları bilinmemektedir (Khan ve Burnes, 2007: 200). Belirsizliğin temel karakteristiği, olasılıklı bir tahmin ortaya koyamaması, ya da bir karar/olayla ilgili olası tüm alternatif sonuçların listesini sunamamasıdır (Manuj ve Mentzer, 2008: 134). Belirsizlik ölçülemezken, risk ölçülebilir ve yönetilebilir bir kavram olarak değerlendirilmelidir (Khan ve Burnes, 2007: 200).

Belirsizlik kavramına tedarik zincirleri açısından bakıldığında; Ghadge, Dani ve Kalawsky (2012: 315) belirsizliği, karar vericinin tedarik zinciri ağı ve çevresi hakkında bilgi sahibi olmadığı bir durum olarak tanımlamıştır. Bu nedenle meydana gelebilecek bir olayın tedarik zincirine olan etkisinin tahmin edilemeyeceği belirtilmiştir. Öte yandan risk, kayıp veya diğer istenmeyen sonuçları içeren bazı olasılıklarla birlikte belirsizliğin bir sonucu olduğu için ölçülebilir.

2.3. Risk Yönetimi

Birçok alanda ve çok geniş bir perspektifte uzmanların kullanımında olan risk yönetiminin ortaya çıkışı, 1950’li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri’nde sigortacılık faaliyetlerine dayanmaktadır (Hopkin, 2014; 37). Başlangıçta sigortacılıkla beraber ele alınan risk yönetimi zamanla birbirlerinin yerine kullanılmaya başlamıştır (Emhan, 2009: 212). Ancak günümüze gelindiğinde risk yönetimi; finans, ticaret ve pazarlama olmak üzere birçok alanda önemli bir konu haline gelmiştir (Hopkin, 2014; 37).

Günümüzde, risk yönetiminin gerçekleştiği hemen hemen her alanın belirli bir risk tanımı veya en azından belirli bir terim anlayışına sahip oldukları görülmektedir. (Jereb, Cvahte ve Rosi, 2012: 272). Tablo 2’de risk yönetimi konusunda önemli çalışmalar yürüten organizasyonların risk yönetimi tanımları verilmiştir.

Tablo 2: Risk Yönetimi Tanımları

Organizasyon	Risk Yönetimi Tanımı
ISO 31000	Riskle ilgili olarak bir organizasyonun eşgüdümlü faaliyetler ile yönetilmesi ve kontrol edilmesidir.
Institute of Risk Management (IRM)	Kuruluşların başarı olasılıklarını artırmak ve başarısızlık olasılığını azaltmak amacıyla tüm risklerini anlamalarına, değerlendirmelerine ve harekete geçmelerine yardımcı olmayı amaçlayan süreçtir.
Birleşik Krallık Maliye Bakanlığı	Risklerin, tanımlanması, değerlendirilmesi, kararların verilmesi, görev sorumluluklarının tayin edilmesi, risklerin önlenmesi ya da tahmin edilebilmesi için harekete geçilmesi, ardından gözlemlerin yapılması ve gerekiyorsa süreçlerin yeniden düzenlenmesini gerektiren faaliyetlerin tümüdür.
London School of Economics	Bir işletmenin alması gereken risklerin ve kaçınılması gereken veya azaltılması gereken risklerin seçilmesi ve bunu takiben riskleri önlemek veya azaltmak için harekete geçilmesidir.

Kaynak: Hopkin, P. (2014). *Fundamentals of risk management: Understanding, evaluating and implmenting effective risk management* (3. Baskı). London: Kogan Page.

Risk konusunda yapılan genel tanımda, risk, olaylarla ilgili sonuçların istatistiksel değişimi veya standart sapmayı anlatmasıdır. Bu tanım bağlamında risk yönetiminin amacı; beklentiler ile muhtemel sonuçlar arasındaki farklılığı mümkün olduğunca en aza indirmektedir (TUSİAD, 2008: 15).

Olasılıkların planlamasını beraberinde getiren risk yönetimi, sürekli olarak “eğer olursa ne olur”, “ya olursa” sorularının yinelenmesini içermektedir (Emhan, 2009: 212). Risklerin iş dünyasındaki inkâr edilemez etkisi konusunda fikir birliğine varılması ile

birlikte, zamanla, risklerle baş edebilme süreci, basit bir mücadeleden öte, sürekli kontrol altında tutulması ve yönlendirilmesi gereken bir faaliyet olarak görülmeye başlanmıştır (Bozkurt, 2010: 18). Bu nedenle risk yönetimi; risklerin belirlendiği, bu risklerin içerisinde hangilerinin öncelikli olarak çözülmesi gerektiği, risklerin başarılı bir şekilde yönetilmesi için stratejilerin ve planların geliştirilerek uygulandığı sistematik bir süreç olarak ifade edilmiştir (TUSİAD, 2008: 17).

Risk yönetim süreci aşamaları temelde üç aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar; risk belirleme (bir projede oluşması muhtemel tüm risk faktörlerini belirlenmesi), risk analizi (en ciddi risk olasılıklarının ve kapsamalarının tespit edilmesi) ve risk değerlendirme (her bir risk veya risk kombinasyonu için en uygun yönetim cevabının belirlenmesi) (Khan ve Zsidisin, 2012: 3).

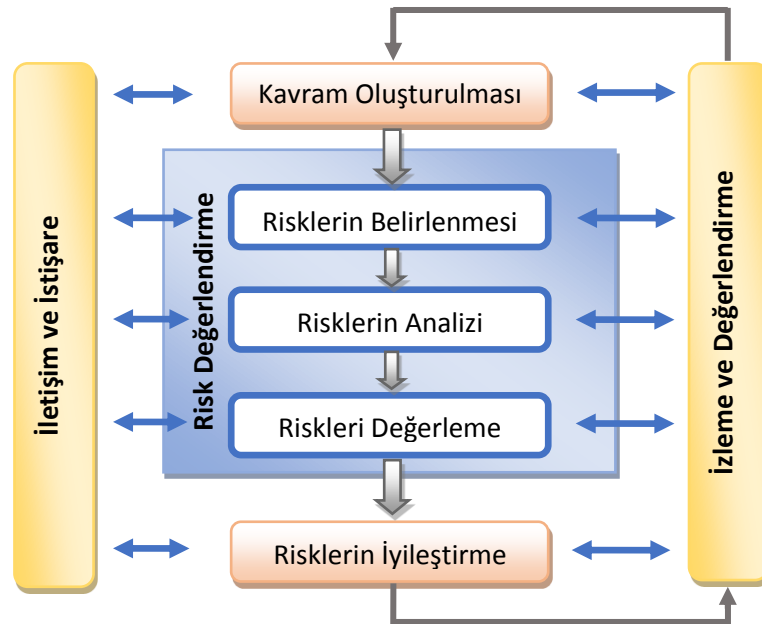
Van Mieghem (2008: 17) risk yönetim sürecinin 4 adımdan oluşan ve yöneticilerin belirli aralıklarla yenilemesi gereken döngüsel bir süreç olduğunu ifade etmiştir. Şekil 6'da 4 adımdan oluşan risk yönetiminin aşamaları gösterilmiştir. Buna göre ilk adım, tehlikelerin tanımlanmasıdır; operasyondaki temel risk kaynaklarının belirlenmesi herhangi bir risk yönetim programının başlangıcını oluşturur. İkinci adım, risk değerlendirmesidir; her bir tehlike ile ilişkili risk derecesini değerlendirmek gerekir. Bunun anlamı, tehlikeleri önceliklendirmek ve işletmeye olan toplam etkilerini belirlemektir. Üçüncü adım, taktiksel risk kararlarının alınmasıdır; bir tehlikenin yakın zamanda meydana gelme ihtimalinin yüksek olması veya tehlikenin ortaya çıkması durumunda alınması gereken uygun kararlardır. Yüksek risk seviyelerinde bu kararlara "kriz yönetimi" de denir. Son adım, stratejik risk azaltma veya korunma yöntemlerinin uygulanmasıdır. Gelecekteki risk maruziyetini azaltmak için operasyonel sistemi yapılandırmayı içermektedir.



Şekil 6: Dört Adımda Döngüsel Risk Yönetim Süreci

Kaynak: Van Mieghem, J.A. (2008). Risk management and operational hedging: An overview. İçinde P. Kouvelis, L. Dong, O. Boyabatlı & R. Li. (Eds.). *Handbook of integrated risk management in global supply chains* (ss.13-49). New Jersey: John Wiley & Sons.

Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO), 2009 yılında işletmelerde risk yönetimi sisteminin oluşturulması konusunda ISO 31000: 2009 Risk Yönetimi İlkeleri ve Prensiplerini yayınlamıştır (Curkovic, Scannell ve Wagner, 2016: 70). Purdy (2010: 883), ISO 31000 standarttı üzerine yaptığı çalışmada; risk yönetim sürecinin şekil 7’de görüldüğü üzere 5 aşamadan meydana geldiğini ifade etmiştir.



Şekil 7: ISO 31000: 2009'a Göre Risk Yönetim

Kaynak: Purdy, G. (2010). ISO 31000: 2009: Setting a new standard for risk management. *Risk Analysis: An International Journal*, 30(6), 881–886.

İletişim ve istişare risk yönetim sürecinin her aşamasında yer almaktadır. Çünkü iç ve dış paydaşlarla, hedef birliğine varılması ve risk bilgilerinin paylaşılması gerekmektedir. Risk değerlendirme çalışmalarından önce, kavram oluşturma aşaması gelmektedir. Bu adımda, amaçlar belirlenir ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde hangi iç ve dış faktörlerin başarıyı etkileyeceğinin tespiti yapılır. Sonraki aşama olan risk değerlendirme, risklerin belirlenmesi, risklerin analizi ve risklerin değerlemesinden oluşan 3 adımdan meydana gelmektedir. Riskin belirlenmesi, ne gibi olayların olabileceğini, zamanını, nasılını ve nedenini anlamak için sistematik bir sürecin uygulanmasını gerektirir. Risk analizi ise her bir riskin, sonuçlarının ve bu sonuçların olasılıklarının anlaşılması ile ilgilidir. Risklerin sıralanarak önceliklendirilmesi ve hangi risklerin ne tür iyileştirmeleri gerektirdiğinin tespiti risk değerlendirme aşamasında yapılmaktadır. Risklerin iyileştirilmesi adımı, iyileştirme seçeneklerinin belirlenmesi, rekabet avantajı sağlayacak risklerin seçimi, riskten kaçınma, risk olasılıklarının veya riskin doğurduğu sonuçların azaltılması ya da ortadan kaldırılması faaliyetlerini içermektedir. Son olarak izleme ve değerlendirmede ise, değişen koşullar ve işletme amaçlarındaki değişimler nedeniyle meydana gelen risklerin ve mevcut risklerdeki değişimlerin gözlenmesi ve risk iyileştirme faaliyetlerinin başarısının değerlendirilmesi söz konusudur (Purdy, 2010: 884; Curkovic, Scannell ve Wagner, 2016: 71).

2.4. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Kısalan ürün yaşam süreleri, maliyet baskıları, artan rekabet ve küreselleşmeyle birlikte tedarik zincirleri genişlemiş ve sistemdeki düğüm noktalarının sayısı artmıştır (Tang ve Musa, 2010: 25). Modern işletmeler, hızla değişen karmaşık bir çevrede faaliyet gösterirken, sürekli olarak maliyet ve kalite baskıları altında doğru miktarda, istenilen zamanda ve yerde mal ve/veya hizmet sunmak için karmaşık tedarik zinciri ağlarına giderek daha fazla bağımlı hale gelmişlerdir (Munir vd. 2020). E-ticaret, gelişmiş teknolojilerin kullanımı ve yaygınlaşan yeni üretim teknikleri tedarik zincirlerinin etkinliklerini ve ilave değer kazanımlarını artırmıştır. Ancak, sayısız avantajlarına rağmen, sözü edilen bu faktörler tedarik zincirlerini risklere karşı daha kırılgan ve hassas hale getirmiştir (Kırılmaz ve Erol, 2017: 54). Tedarik zincirlerinin hassaslaşmasının nedenleri (Ceryno, Scavarda ve Klingebiel, 2015: 1148); küreselleşme, artan ürün çeşitliliği, dış kaynak kullanımının yaygınlaşması, verimliliğe odaklanması, ortaklıkların oluşturulması ve zincir üyeleri arasında daha yakın ilişkilerin kurulması,

merkezden üretim ve dağıtımın yaygınlaşması, tedarikçilere ve müşterilere olan bağımlılığın artması şeklinde ifade edilmiştir.

Son yıllarda, tedarik zincirlerindeki aksamalar işletmelerin performansını olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Ho vd., 2015; 5031). Tedarik zincirlerindeki aksamalar, kapasite kısıtları, makine arızaları, belirsiz üretim, kalite problemleri, operasyonel sorunlar, zayıf iletişim gibi değişen konularda kendisini çok farklı şekillerde gösterebilmektedir (Blackhurst vd., 2005: 4067-4068). Ayrıca, dünyanın çeşitli bölgelerinde meydana gelen terörist saldırıları, savaşlar, depremler, virüsler, ekonomik krizler işletmelerin tedarik zincirleri akışını zor duruma sokmaktadır.

2000 yılında Phillips Elektronik'in mikroçip üretimini gerçekleştirdiği fabrikasında çıkan yangın nedeniyle müşterisi Ericsson üretimini bir ay boyunca durdurmak zorunda kalmış ve bu aksaklık Ericsson'u 400 milyon dolar zarara uğratmıştır (Chopra ve Sodhi, 2004; 53). Japonya'da 2011 yılında meydana gelen deprem ve tsunami felaketi ardından ortaya çıkan nükleer kriz, Toyota'nın üretimini 40,000 araca kadar düşürmesine sebep olmuş ve bu durum Toyota'nın her gün için 72 milyon dolar kaybetmesine yol açmıştır (Pettit, Croxton ve Fiksel, 2013: 46;). Meydana gelen aksamalar tedarik zincirinin kendisinden de kaynaklanabilmektedir.

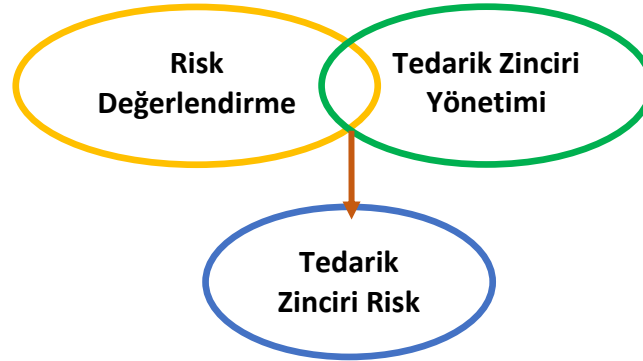
Firmalar çoğu kez, tedarikçilerinin söz verdikleri zamanda teslimatları yerine getirmemesi sorunlarıyla karşılaşmaktadırlar. Örneğin 2006 yılında Sony firmasının ürünü olan Sony Play Station 3'ün tedarikçi problemleri nedeniyle pazara sunumunda gecikmeler yaşanmış ve bu durum Sony'nin hem gelir kaybına uğramasına hem de pazar payının azalmasına sebep olmuştur (Sodhi ve Tang, 2012: 4). Otomobil üreticisi Land Rover, bir tedarikçisinin iflas etmesi nedeniyle 1400 çalışanını işten çıkarmak zorunda kalmıştır (Sodhi ve Tang, 2012: 4). Tedarikçilerin kusurlu ürün göndermesinden kaynaklanan ve milyonlarca dolar zarara neden olan diğer bir örnek ise 2005 yılının başlarında meydana gelmiştir. Tamamlayıcı parça üreten Bosch firması, dizel yakıtlı enjeksiyon sistemleri için ürettiği yüksek basınçlı pompaları kusurlu çıkmıştır. Bu hatanın Bosch'un alt tedarikçisi olan bir firmadan kaynaklandığı tespit edilmiş olsa da zincirin tümünü etkileyen bu hata önemli maddi zararlara neden olmuştur (Thun ve Hoenig, 2011: 243).

Çeşitli sebeplerden dolayı meydana gelen riskler işletmerde çok çeşitli olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Ceryno, Scavarda ve Klingebiel (2015: 1151) çalışmalarında meydana

gelen risklerin sonuçlarını sıralamışlardır. Bunlar; satış kayıpları, maliyetlerde artış, finansal kayıplar, ürün kalitesinin azalması, sosyal kayıplar, müşterilerin hayatını riske sokan veya güvenliğine yönelik tehditlerin ortaya çıkması, olumsuz işletme imajı veya itibar kaybı ve ürün teslimlerinde gecikmeler şeklinde ortaya çıkan olumsuz sonuçlardır.

Günümüzde tedarik zincirlerinin beklenmedik olayların sebep olduğu aksamalara karşı hassasiyetleri artmıştır. Ve bunun altında yatan nedenler üç kategoride değerlendirilmektedir. Bunlar (Sodhi ve Tang, 2012: 7); (1) günümüz tedarik zincirleri geçmişte olduğundan daha fazla muhtemel aksama noktalarına sahiptirler, (2) uzun tedarik zincirleri, daha az görünürlüğe sahip olduğu için herhangi bir aksaklıkta yanıt verebilmekte ve karar vermede yavaşlırlar, (3) yerel iyileştirmeler tedarik zincirinin diğer bölümlerinde problemlere neden olmaktadır.

Tedarik zinciri risklerini yöneterek proaktif uygulamalarla tedarik zinciri güvenliğini ve performansı artıran tedarik zinciri risk yönetimi yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Rajesh ve Ravi: 2017). Ve son yıllarda, tehditlerin ve zorlukların üstesinden gelmek için, tedarik zinciri risk yönetimi kavramı daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Saglam, Çankaya ve Sezen: 2020). Şekil 8’de görüleceği üzere tedarik zinciri risk yönetimi, risk yönetimi ve tedarik zinciri yönetiminin kesişiminden meydana gelmiştir (Blos vd., 2009:248).



Şekil 8: Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Kaynağı

Kaynak: Bloss, M.F., Quaddus, M., Wee, H.M. & 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.

Tedarik zinciri risk yönetimi, işletme risk yönetiminin bir unsuru, uygulanabilir, proaktif ve stratejik tedarik zinciri yönetiminin bir uygulaması olarak ortaya çıkmaktadır (Curkovic, Scannell ve Wagner, 2016: 43). Tedarik zinciri risk yönetiminin, işletmelerdeki geleneksel risk yönetiminden farkı, sadece işletme seviyesinde değil tüm zincir üyelerine odaklanıyor olmasıdır. Tedarik zincirlerindeki işletmelerin birbirine bağlı olması nedeniyle, zincirin herhangi bir noktasında meydana gelen bozulama dalga etkisi

oluşturarak tedarik zincirindeki tüm ortakları etkileyebilir (Fischer-Pfeßler vd. 2020: 235).

APICS Tedarik Zinciri Konseyi tedarik zinciri risk yönetimini, risk maruziyetini kontrol etmek veya riskin tedarik zinciri performansı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla, muhtemel tedarik zinciri kesintilerinin sistematik olarak tanımlanması, değerlendirilmesi ve ölçülmesi olarak tanımlamıştır (Davis ve Sullivan, 2017: 16). Tedarik zinciri risk yönetimi ile ilgi çeşitli yazarların tanımları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları

Yazar	Tanım
Jüttner, Peck ve Christopher (2003: 202)	Tedarik zinciri risk yönetimi, Tedarik zinciri kırılganlığının tüm zincir boyunca azaltılması amacıyla zincir üyeleri arasında koordineli bir yaklaşımla, risklerin tanımlanması ve yönetilmesi anlamına gelmektedir.
Giunipero ve Eltantawy (2004: 703)	Risk yönetimi, tedarik zinciri üyelerinin uzun soluklu özverisini içeren sürekli bir süreçtir.
Norrman ve Jansson (2004: 436)	Tedarik zinciri riski yönetimi, bir tedarik zincirinde ortaklarla işbirliği yaparak, lojistikle ilgili faaliyetlerin veya kaynakların etkilediği ya da neden olduğu riskleri ve belirsizlikleri gidermek için risk yönetimi süreci araçlarını uygulanmasıdır.
Tang (2006a: 453)	Tedarik zinciri risk yönetimi, karlılığı ve sürekliliği güvence altına almak için tedarik zinciri üyeleri arasında işbirliğinin ya da koordinasyonun sağlanmasıdır.
Goh, Lim ve Meng (2007: 164-165)	Tedarik zinciri risk yönetimi, Tedarik zinciri kırılganlığının tüm zincir boyunca azaltılması amacıyla zincir üyeleri arasında koordineli bir yaklaşım vasıtasıyla, tedarik ağı içindeki risklerin tanımlanması ve yönetilmesidir.
Manuj ve Mentzer (2008: 205)	Tedarik zinciri içindeki maliyetlere, karlılığa ve çıktılara olumsuz etkileri olan faktörlerin (kayıplar, kayıp olasılıkları, olayın ve kayıpların hızı, tespit süresi, maruziyet vb.) azaltılması amacıyla tedarik zinciri üyelerinin eşgüdümlü bir yaklaşımla doğru stratejileri uygulamaları ve tedarik zincirindeki risklerin ve risklerin sonucunda ortaya çıkacak olan kayıpların tanımlanması ve değerlendirilmesidir.
Thun ve Hoenig (2011: 243)	Genel olarak risk yönetimi, risklerin tanımlanması, analizi ve kontrolü olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel risk yönetiminin aksine, tedarik zinciri risk yönetiminin temel özelliği, yalnızca şirket düzeyinde değil tüm tedarik zincirlerine odaklanarak risklerin tanımlanması ve azaltılmasını amaçlayan şirketler arası bir uyum olarak nitelendirilmektedir.

**Wieland ve Wallenburg
(2012: 890-891)**

Sürekliliği sağlamak ve kırılganlığı azaltmak amacıyla sürekli risk değerlendirme temeline dayanarak, tedarik zinciri boyunca günlük ve olağandışı riskleri yönetmek maksadıyla stratejilerin uygulanmasıdır.

**Lavastre, Guneseckaran
ve Spalanzani (2012:
830)**

Uzun ve kısa dönemli değerlendirmeler yapmak için hem stratejik hem de operasyonel bakış açılarına sahip risk yönetimidir.

**Singh, Rahim ve Wahid
(2014: 45-46)**

Üye kuruluşlara sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlayacak yüksek performanslı değer sistemleri oluşturmak için işbirlikçi organizasyonel ilişkiler, etkin iş süreçleri, risk yönetimi ve yüksek düzeyde bilgi paylaşımı yoluyla tedarik zinciri organizasyonlarının ve faaliyetlerinin entegrasyonu ve yönetimidir.

**Kilubi ve Haasis (2015:
46).**

Tedarik zinciri ağları içindeki ve dışındaki risklerin ve potansiyel tehditlerin tanımlanmasını, belirlenmesini, izlenmesini ve değerlendirilmesini içermektedir. Risk maruziyetini azaltmak veya ortadan kaldırmak için yeterli araç, teknik ve stratejiler yardımıyla, tedarik zinciri risklerinin üstesinden gelebilecek ortak ve işbirliğine dayalı yönetimi desteklemektedir. Bu yüzden tedarik zinciri risk yönetimi, operasyonel mükemmelliğe ulaşabilmek, üstün performans ve müşteri değeri elde edebilmek için esneklik ve çeviklik sağlamayı amaçlamaktadır.

Kaynak: Kilubi, I., & Haasis, H. (2015). Supply chain risk management enablers: A framework development through systematic review of the literature from 2000 to 2015. *International Journal of Business Science & Applied Management*, 10(1), 35-54.

Son olarak tedarik zinciri risk yönetiminin kapsamlı bir tanımının oluşturmak için Fan ve Stevenson (2018: 205), 2000-2016 yılları arasında yayınlanmış tedarik zinciri risk yönetimi ile ilgili 354 nitelikli makalenin sistematik literatür taramasını yapmışlardır. Fan ve Stevenson (2018: 205) tedarik zinciri risk yönetimini; tedarik zinciri risklerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi, iyileştirilmesi ve izlenmesini için içsel araçların, tekniklerin ve stratejilerin kullanılması ve tedarik zinciri üyeleriyle işbirliği ve dış koordinasyonun sağlanması, böylece kırılganlığın azaltılması ve sürekliliğin karlılıkla bir araya getirilerek ve rekabet avantajı sağlanması olarak tanımlamışlardır.

Tedarik zincirlerinin sürekliliğinin sağlanabilmesi açısından tedarik zinciri risk yönetimi temel konulardan biri haline gelmiştir (Trkman ve McCormack, 2009: 247). Genel olarak risklerin tedarik zinciri performansına olumsuz etkilerinin olduğu düşüncesi, işletmelerin riskleri azaltmak amacıyla çalışmalar yapmalarına neden olmaktadır (Stolte, 2014: 49). Ancak, Sodhi ve Tang (2012: 7) işletmelerin her ne kadar tedarik zinciri risklerini değerlendirseler de bu riskleri yönetmek amacıyla çok az yatırım ve kaynak tahsisi

yaptıklarını ifade etmiştir. McKinsey Quarterly dergisi 2006 yılında dünya çapında faaliyet gösteren 3172 işletme yöneticisiyle bir anket çalışması yapmıştır. Yöneticilerin %67'si tedarik zincirini etkileyen risklerin son 5 yılda arttığını, buna karşılık yöneticilerin %24'nün biçimsel bir risk değerlendirme sistemi yürütmediklerini ve %45'i ise riskleri azaltmaya ve yönetmeye yardımcı olacak işletme çapında standartlarının olmadığını belirtmişlerdir (McKinsey Quarterly, 2006). Çoğu yönetici, tedarik zincirlerini ciddi ve maliyetli aksamalara karşı korumaları gerektiğini bildikleri halde bu konuda harekete geçmezler. Bunun nedeni risk azaltma maliyetlerinin, oluşabilecek risklerin olumsuz etkilerinin maliyetlerinden daha yüksek olacağı düşüncesidir (Chopra ve Sodhi, 2014: 73). Ayrıca yöneticilerin bazı risklerin tedarik zincirine yapacakları olumsuz etkileri ve bu risklerin meydana gelme olasılıklarını önemsenmeyecek düzeyde bulmaları nedeniyle tedarik zinciri risk yönetimi uygulamalarını göz ardı ettikleri ifade edilmiştir (Thun ve Hoenig 2011: 244).

Tedarik Zinciri Konseyi'nin yaptığı bir çalışmada, tedarik zinciri risk yönetimi uygulamalarını etkileyen bir dizi engel tespit edilmiştir. Bu engellerden ilki üst kademe yöneticilerin sadece kriz zamanlarında risk yönetimi konusuna odaklanıyor olmalarıdır. İkincisi, tedarik zinciri risk yönetimi için birçok işletme fonksiyonunun işbirliği içerisinde olması gerekliliğidir ki bu koşul iyi günlerde bile gerçekleşmemektedir. Üçüncü olarak, risk yönetimi sorumluluğu personele ilave bir görev olarak verilmekte ve bu durum kaynakların paylaşılmasında rekabete neden olurken, risk yönetimi çalışmalarının başarısız olmasına sebep olmaktadır. Dördüncüsü, ürünlerin, bölgelerin, pazarların ve tedarik zincirinin artan karmaşıklığı, eşgüdümlü bir tedarik zinciri risk yönetimi çabalarını daha zorlu hale getirmektedir. Son olarak, tedarik zinciri risk yönetimine kısmi bir çaba gösterilmesi, gerçek ve sürekli bir risk yönetimi çabasına olan ihtiyacı hafifletmektedir (Schlegel ve Trent, 2015: 11).

Sodhi ve Tang (2012: 8), firmaların tedarik zinciri risklerini önemli bulmalarına rağmen bu konuda somut çalışmalar yapmamalarının muhtemel 3 nedenini şu şekilde açıklamıştır;

- Firmaların doğru tedarik zinciri risk değerlendirme çalışmalarının olmayışı riskleri hafife aldıklarını göstermektedir.
- Firmalar, tedarik zinciri risklerini yönetmenin yollarını bilmiyorlar.

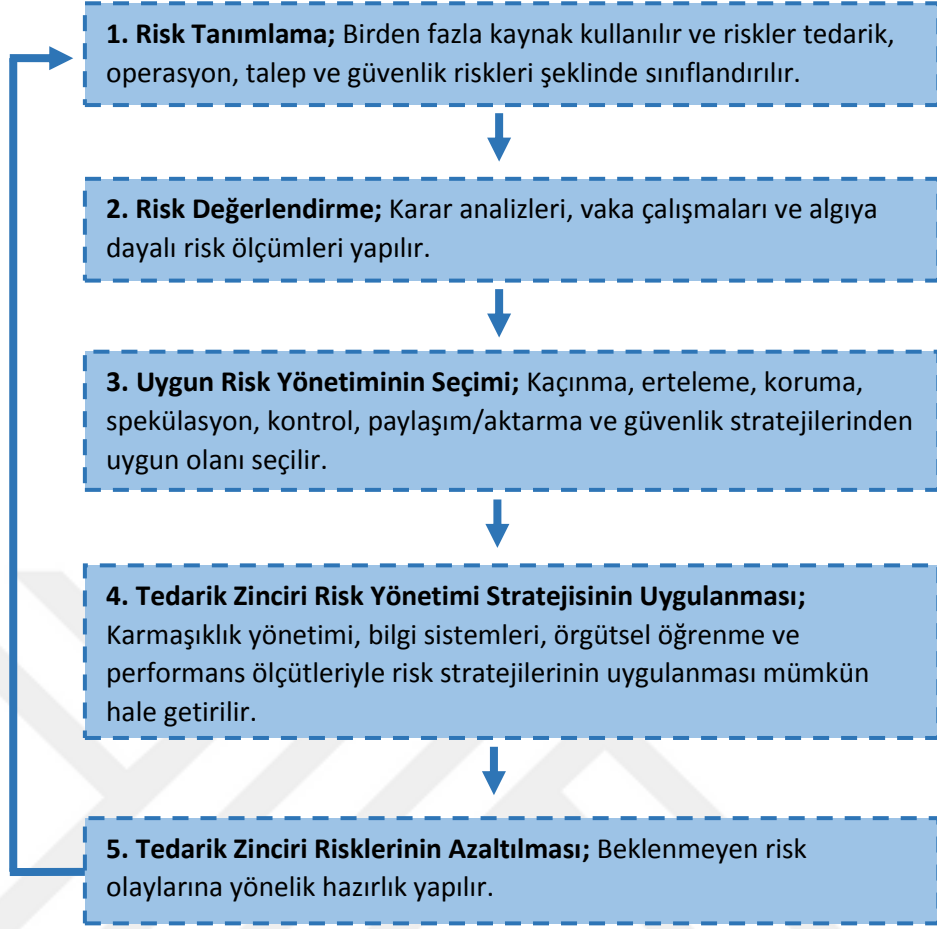
- Önemli bir aksamanın meydana gelme olasılığının hatalı tahmin edilmesi nedeniyle, firmalar risk azaltma programlarını ya da acil durum planlarını doğrulayacak yatırımın getirisi veya maliyet/fayda analizlerini yapmaktan kaçınmaktadırlar.

2.5. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Süreci

Literatürde tedarik zinciri risk yönetim sürecinin aşamalarıyla ilgili birbirleri arasında küçük değişiklikler gösteren tanımlamalara yer verilmiştir. Hallikas vd. (2004: 52) işletmelerdeki tipik risk yönetim sürecinin 4 aşamadan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu adımlar; riskin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi, risk yönetimi faaliyet kararlarının uygulanması ve riskin izlenmesinden oluşmaktadır.

Riskin tanımlanmasından başlayıp, riskin izlenmesiyle son bulan bu süreç modeli literatürde karşılaşılan en yaygın yaklaşımdır (Stolte, 2014: 53). Benzer şekilde Sodhi ve Tang (2012: 10) tedarik zinciri risk yönetim sürecinin; risklerin tanımlanması, risklerin değerlendirilmesi, risklerin azaltılması, iletişim, koordinasyon ve diğer araçlarla risk olaylarına tepki verilmesi olarak dört adımdan meydana geldiğini ifade etmiştir.

Manuj ve Mentzer (2008: 137) işletmelerin, küresel anlamda tedarik zincirlerindeki riskleri yönetebilmek ve azaltabilmek için 5 adımdan oluşan bir süreci uygulamaları gerektiğinden bahsetmiştir. Bu sürecin aşamaları Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9: Küresel Tedarik Zinciri Risk Yönetiminde Beş Adım

Kaynak: Manuj, I. & Mentzer, J.T. (2008). Global supply chain risk management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-154

Waters (2011: 91) tedarik zinciri risk yönetiminin 3 temel adımının olduğunu belirtmiştir. Bunlar;

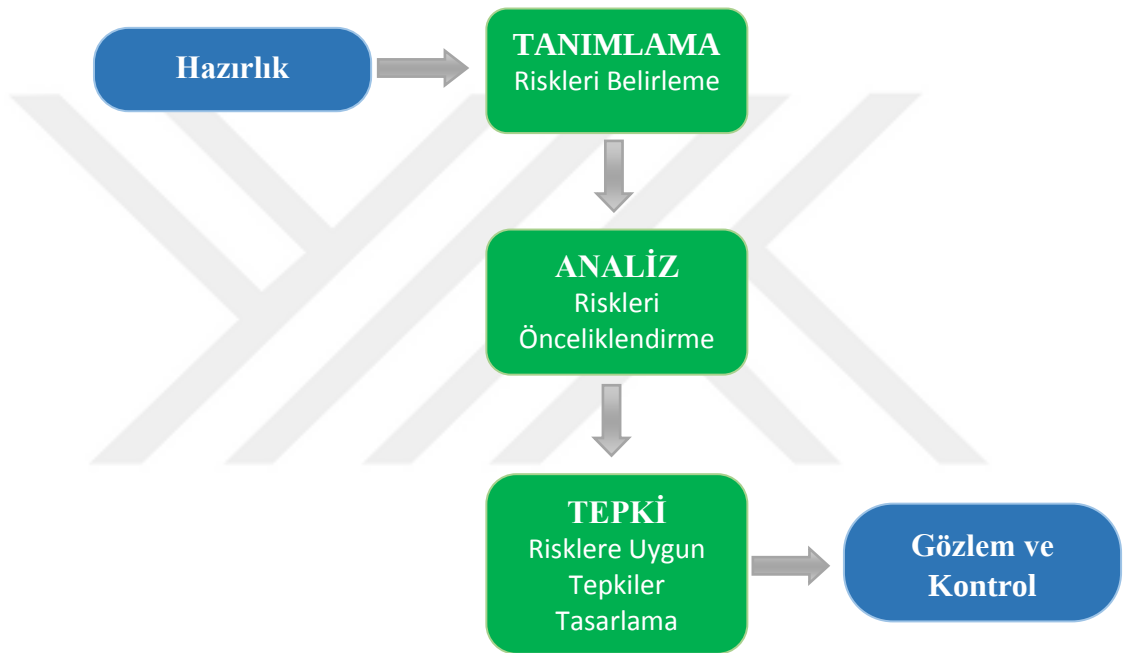
Tedarik zincirindeki risklerin tanımlanması; bu adımda tedarik zincirini incelenerek, ayrı faaliyetler ve aralarındaki ilişkiler tanımlanarak ve sistemli incelemeler sonucunda risk alanları tespit edilir. Bu ilk adımın çıktısı, tedarik zincirinin karşılaştığı risklerin bir listesidir.

Risklerin analiz edilmesi; risklerin belirlenmesinden sonraki adım potansiyel etkilerinin değerlendirilmesidir. Etki iki faktöre bağlıdır; bir olayın meydana gelme ihtimali ve sonuçlarının şiddetidir. Riskleri etkilerine göre önceliklendirilerek ve hangi kaynaklara yoğunlaşılacağına karar verilir. Bu adımın çıktısı risklerin öncelikli bir listesi ve beklenen etkileridir.

Riske uygun tepkilerin tasarlanması; bu aşamada yöneticiler risklerin ciddiyetini bilirler ve onlarla baş etmenin farklı yollarını düşünürler. Yaygın olarak risklere verilen tepkiler

üçe ayrılmaktadır. Bunlar; önleme (riskli bir olayın meydana gelme olasılığının azaltılması), azaltma (riskin olumsuz sonuçlarının azaltılması) ve tepkidir (bir yanıt üzerinde karar vermeden önce fiili olayların değerlendirilmesi). Üçüncü adımın çıktısı, her bir riske planlı bir tepkinin verilmesidir.

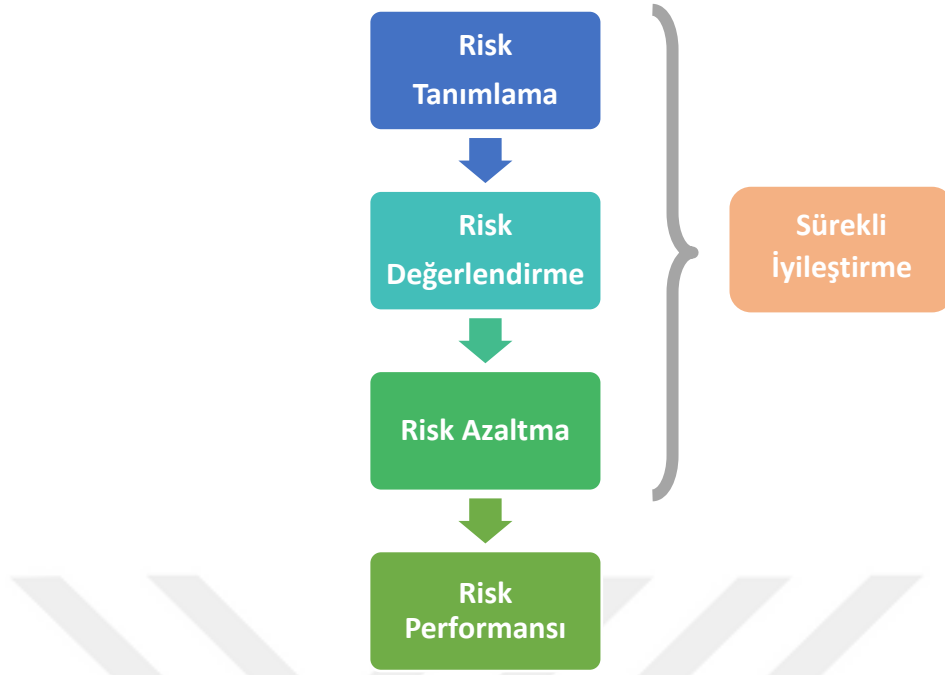
Waters (2011: 91-92) tedarik zinciri risk yönetimi, 3 temel adımının öncesinde ve sonrasında ilave faaliyetlerinde olması gerektiğini ifade etmiştir. Bunlar; risklerin tanımlanmasından önceki hazırlık safhası ve risklere uygun tepkilerin belirlenmesinden sonraki gözlem ve kontrol aşamasıdır (Şekil 10).



Şekil 10: Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Temel Adımları

Kaynak: Waters, D. (2011). *Supply chain risk management: Vulnerability and resilience in logistics* (2. Baskı). London: Kogan Page.

Kern ve arkadaşlarının (2012: 63) önerdikleri tedarik zinciri risk yönetimi modeli Şekil 11’de görülmektedir. Bu modelin farklı yanı, risk olaylarının etkilerinin ve sıklığının azaltılması, sürecin tasarımı ve risk farkındalığının ölçülmesini içeren risk performansı adımının yer almasıdır. Ayrıca, işletme çevresinin değişen koşullarına karşı risk yönetimi sürecinin adaptasyonunun sağlanmasını içeren sürekli iyileştirme sürecinde tedarik zinciri risk yönetimi aşamalarının kontrolünü ve güncellenmesini sağlamaktadır.



Şekil 11: Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Kavramsal Modeli

Kaynak: Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., & Moder, M. (2012). Supply risk management: model development and empirical analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 60-82

Rangel, Oliveira ve Leite (2015: 6870) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri risk yönetimi adımlarını 5 aşamalı olarak değerlendirmişlerdir. Bu adımlar; riskin tanımlanması, risk değerlendirme, risk yönetimi, risk izleme ve son olarak örgütsel ve kişisel öğrenme olarak aktarılmıştır.

Oliveira vd.'nin (2017: 618) yaptıkları araştırmada; çeşitli veritabanlarından taratılan makalelerin incelenmesi neticesinde, tedarik zinciri risk yönetim süreci konusunda makalelerde tanımlanan adımları tespit ederek tekrarlanma oranlarını belirlemişlerdir. Araştırma neticesinde makalelerin %96,30'unun risk tanımlanmasına, %44,44'ü risk analizine, %92,59'unun risk değerlendirmesine, %100'ünün risk iyileştirmesine ve son olarak %66,67'sinin risk izleme adımına yer verdikleri tespit edilmiştir.

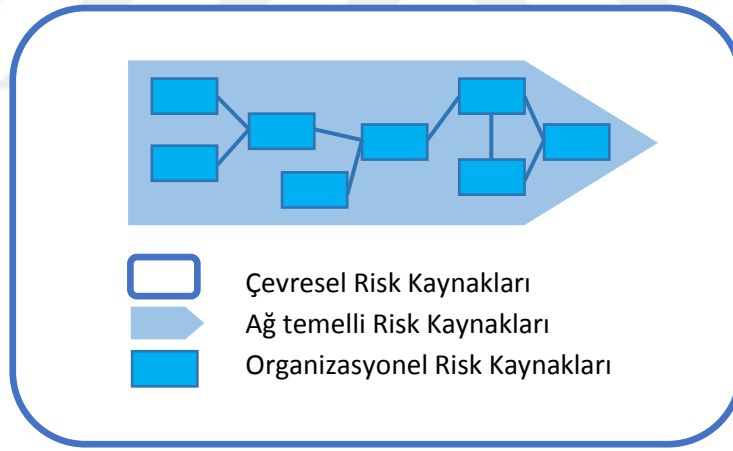
Qazi vd., (2018: 26), risk yönetimi yapısı konusunda farklı terminolojiler kullanılmış olsada, tedarik zinciri risk yönetim sürecinin ardışık beş aşamadan oluştuğu ile ilgili bir fikir birliği bulunduğunu belirtmiştir. Buna göre bu aşamalar: risk tanımlama, risk analizi, risk değerlendirme, risk iyileştirme (risk azalma) ve risk izlemedir. Diğer taraftan Ho vd. (2015:5034), tedarik zinciri yönetimi alanında yaptıkları kapsamlı literatür incelemesi olarak hazırladıkları çalışmalarında, tedarik zinciri risk yönetim sürecini; risk tanımlama, risk değerlendirme, risk azaltma ve risk izleme olarak 4 adımla belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründeki tedarik zinciri risk faktörlerinin, risklerin ve risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi ve ardından bu faktörlerin birebirleriyle etkileşiminin değerlendirildiği bir modelin oluşturulmasıyla 4 adımlı risk yönetimi sürecinin ilk üç aşaması olan risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve azaltılması adımları uygulanmıştır.

2.6. Tedarik Zinciri Riskleri ve Sınıflandırılması

Tedarik zinciri risk yönetiminin ilk aşaması tedarik zinciri risklerinin tanımlanmasıdır. Bu aşamada tedarik zincirindeki risklerin ve risk kaynaklarının tanımlanmasında çok çeşitli sınıflandırmalar yer almaktadır. Literatürde tedarik zinciri risklerini kaynağına, etkilerine, meydana gelme sıklıklarına göre değerlendiren farklı yazar ve organizasyonlar tarafından yapılan çeşitli sınıflandırmalar bulunmaktadır (Erdal, 2018: 767).

Jüttner, Peck ve Christopher (2003: 201-202), tedarik zinciriyle ilgili risk kaynaklarını 3 temel kategoride değerlendirmiştir (Şekil 12). Bunlar; çevresel risk kaynakları, ağ temelli risk kaynakları ve organizasyonel risk kaynaklarıdır.



Şekil 12: Tedarik Zincirlerindeki Risk Kaynakları

Kaynak: Jüttner U., Peck, H. & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: Outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 6(4), 197-210

Tedarik zincirlerinin çevreleriyle etkileşimi sonucunda çevresel risk kaynakları oluşmaktadır. Bunlar; kazalar, sosyal-politik olaylar ve doğal afetlerdir. Grevler, üretim belirsizliklerine sebep olan makine arızaları, bilgi sistemlerindeki aksaklıklar organizasyonel risk kaynaklarını oluşturmaktadır. Ağ temelli risk kaynaklarını ise, mülkiyet eksikliği, kaos ve eylemsizlikler oluşturmaktadır (Jüttner, Peck ve Christopher 2003: 201-202).

Cavinato (2004: 384), tedarik zincirindeki riskleri, fiziksel, finansal, enformasyon, ilişkisel ve inovasyonel riskler olarak belirtmiştir. Fiziksel riskler, işletme içindeki ve firmalar arasındaki malzeme akışında meydana gelebilecek, taşımacılık, teslimat, depolama, envanter işlemleri ve üretim kesintilerini içine alan risklerden oluşmaktadır. Organizasyonlar arasındaki parasal akışın bozulmasına neden olan riskler finansal riskleri meydana getirmektedir. Fiziksel ve finansal akışı sağlayan bilgi sistemlerindeki aksaklıklar, ürün ve hizmet sunumunu kesintiye uğratacak olanlar enformasyon riskleridir. Zincir içerisindeki alıcılar, satıcılar ve lojistik firmaları arasındaki koordinasyon eksiklikleri ilişkisel risklere neden olmaktadır. Son olarak, değişen pazar koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlanamaması inovasyonel riskleri meydana getirmektedir (Cavinato, 2004: 385)

Tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileri konusunda önemli bir çalışma yapmış olan Chopra ve Sodhi (2004: 54), tedarik zinciri risklerini dokuz temel kategoride incelemişlerdir. Söz konusu risk türleri ve risk faktörleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Tedarik Zinciri Risk Türleri ve Risk Faktörleri (Sürücüler)

Risk Türleri	Risk Faktörleri (Sürücüler)
Bozulmalar	Doğal afet İşçi-İşveren anlaşmazlığı Tedarikçinin iflası Savaş ve terör Tek tedarikçiye bağımlılık ve alternatif tedarikçilerin tepkisellikleri, kapasitelerinin yetersizliği
Gecikmeler	Tedarik kaynağından daha yüksek kapasite kullanımı Tedarik kaynağının esnek olmaması Tedarik kaynağının düşük kalitede ya da yetersiz ürün sunması Gümrük işlemleri veya taşıma modlarındaki değişimler nedeniyle elleçleme işlemlerindeki artış
Bilgi Sistemleri	Bilgi sistemleri altyapısının bozulması Sistem entegrasyonun veya genişletilmiş sistem ağlarının neden olduğu sorunlar Elektronik ticaret nedeniyle oluşan sorunlar
Tahmin	Uzun teslim süreleri, mevsimsellik, ürün çeşitliliği, kısa ürün yaşam süreleri ve küçük müşteri gruplarının neden olduğu hatalı tahminler Teşviklere, tedarik zincirinin görünürlük eksikliğine, ürün yokluğunda talebin abartılmasına ve satış promosyonlarına bağlı olarak “kamçı etkisi”nin oluşması veya bilginin çarpıtılması
Fikri Mülkiyet	Tedarik zincirinde dikey bütünleşme Küresel dış kaynak kullanımı ve pazarlar

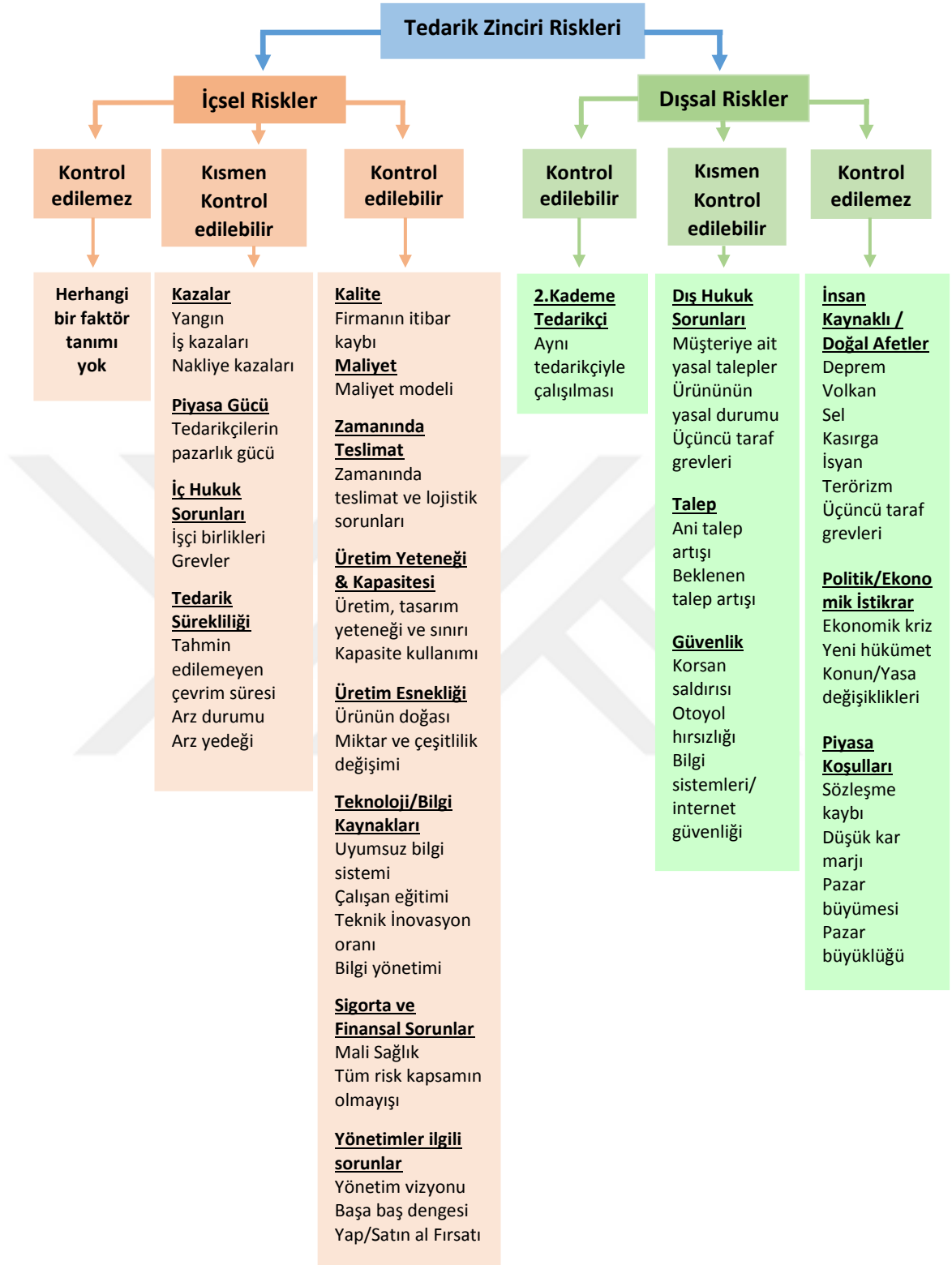
Tedarik	Döviz kuru riski Tek kaynaktan tedarik edilen hammadde veya temel bileşenin oranı Sektör çapında kapasite kullanımı Kısa döneme karşılık uzun dönemli sözleşmelerin yapılması
Alıcılar	Müşteri sayısı Müşterilerin finansal gücü
Envanter	Ürünün modasının geçme oranı Stok bulundurma maliyeti Ürün değerinin azalması Talep ve tedarikteki belirsizlikler
Kapasite	Kapasite maliyeti Kapasite esnekliğinin olmayışı

Kaynak: Chopra, S. & Sodhi, M. S. (2004). Supply chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 26(1), 52-61.

Tedarik zinciri riskleri birçok yolla ve farklı perspektiflerden sınıflandırılabilirliğini ifade eden Christopher ve Peck (2004: 4), tedarik zinciri risklerini 3 temel başlık altında ve 5 farklı kategoride değerlendirmişlerdir. Buna göre; firma içi riskler, süreç ve kontrol riskini; firma dışındaki fakat tedarik zinciri ağındaki riskler, talep ve tedarik risklerini; tedarik zinciri dışındaki riskle ise, çevresel riskleri meydana getirmektedir (Christopher ve Peck, 2004: 5)

Tang (2006a: 453) tedarik zinciri risklerini operasyonel riskler ve bozulma riskleri olarak ikiye ayırmıştır. Operasyonel riskler; belirsiz müşteri talebi, belirsiz tedarik ve belirsiz maliyetlerden oluşan içsel belirsizliklerdir. Bozulma riskleri; terör saldırıları, ekonomik krizler, devalüasyonlar, grevler gibi insan kaynaklı bozulmalar ile afetler, depremler, sel baskınları, kasırgalar gibi doğal afetlerin neden olduğu tedarik zinciri bozulmalarıdır.

Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006: 352), yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri risklerini sınıflandırmak için literatür taraması yaparak bir sınıflandırma oluşturmuşlar ardından da 4 farklı endüstri yöneticisiyle yaptıkları görüşmelerle sınıflandırmanın son şeklini vermişlerdir. Tedarik zinciri risklerini içsel ve dışsal riskler olmak üzere 2 temel kategoride değerlendirmişlerdir. İçsel ve dışsal riskleri, kontrol edilebilir, kısmen kontrol edilebilir ve kontrol edilmez riskler şeklinde gruplandırmışlardır. Şekil 13'te bahsedilen riskler ve risk faktörleri gösterilmektedir.



Şekil 13: Tedarik Zinciri Riskleri ve Risk Faktörleri

Kaynak: Wu, T., J. Blackhurst & Chidambaram V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. Computers in Industry, 57, 350–365.

Blackhurst, Scheibe ve Johnson (2008: 149) tedarik zinciri risklerini, bozulmalar/afetler, lojistik kaynaklı riskler, tedarikçi bağımlılığı riski, kalite riskleri, bilgi sistemleri riskleri,

tahmin riskleri, yasal düzenlemelerle ilgili riskler, fikri mülkiyet riskleri, satın alma/tedarik riskleri, alacaklarla ilgili riskler, envanter riskleri, yönetim riskleri, kapasite riskleri ve son olarak güvenlik riskleri olmak üzere 14 farklı kategoride değerlendirmişlerdir.

Manuj ve Mentzer (2008: 137) temelde kalitatif ve kantitatif riskler olarak sınıflandırdıkları tedarik zinciri risklerini küresel anlamda daha anlaşılır bir kategorizasyon geliştirerek 8 farklı risk tipini önermişlerdir. Yazarların önerdikleri tedarik zinciri risk sınıflandırmaları ve risk kaynakları Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5: Tedarik Zinciri Risk Tipleri ve Risk Kaynakları

Risk Tipleri	Risk Kaynakları
Tedarik Riskleri	Planlama, stok ve tedarikteki aksamalar, teknoloji erişiminden kaynaklanan sorunlar, fiyat artışları, kalite sorunları, teknoloji belirsizliği, ürün karmaşıklığı, malzeme tasarımındaki değişikliklerin sıklığı
Operasyonel Riskler	Operasyonların aksaması, yetersiz imalat ya da işletme kapasitesi, süreç varyasyonlarındaki yüksek değişim seviyesi, teknolojideki değişimler, değişimlerin operasyonlara etkisi
Talep Riskleri	Yeni ürün girişleri, talep değişimleri (ürün modasının geçmesi, mevsimsellik ve rakiplerin pazara yeni ürün sürmesi), sistemdeki kaos (kamçı etkisi)
Güvenlik Riskleri	Bilgi sistemlerinin güvenliği, altyapı güvenliği, terörizm, sabotaj, vandalizm kaynaklı nakliye aksamaları
Makro Riskler	Ücret oranları, faiz oranları, döviz kurları ve fiyatlardaki ekonomik değişimler
Politik Riskler	Hükümetlerin kota kısıtlamaları veya yaptırımları
Rekabetçi Riskler	Rakiplerin faaliyetleri hakkında bilgi eksikliği
Kaynak Riskleri	Beklenmedik kaynak gereksinimleri

Kaynak: Manuj, I. & Mentzer, J.T. (2008). Global supply chain risk management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-154

Kasırgalar, seller, yangınlar, terör saldırıları gibi nadir ama etkisi yüksek olan olayların neden olduğu tedarik zinciri aksamalarının yanında tedarik ve talep koordinasyonu problemlerinden ortaya çıkan tedarik zinciri aksamaları, devamlı olarak karşılaşılan risklerden kaynaklanmaktadır (Tang ve Tomlin, 2008: 13). Sözü edilen tedarik zinciri riskleri 6 ana başlıkta verilmiştir. Bunlar; tedarik riskleri, süreç riskleri, talep riskleri, fikri mülkiyet riskleri, davranışsal riskler ve politik/sosyal risklerdir.

Wagner ve Bode (2008: 310) tedarik zinciri risk kaynaklarını 5 farklı sınıfta değerlendirmişlerdir: talep yönlü riskler, tedarik yönlü riskler, yasal ve bürokratik riskler, altyapı ve katastrofik riskler.

Trkman ve McCormack (2009: 249) farklı risk çeşitleri arasında ayırım yapabilmek için belirsizlik/risk kaynaklarını endojen (içsel) ve ekzojen (dışsal) riskler olmak üzere iki farklı yapıda incelemişlerdir. Endojen belirsizlikler, tedarik zinciri içersinden kaynaklanan, merkez işletme ile tedarikçiler arasındaki ilişkilerin değişmesine sebep olan ve çoğunlukla pazar ve teknoloji türbülansları olarak ortaya çıkan risklerdir. Ekzojen belirsizlikler ise, risklerin tedarik zincirinin dışından kaynaklandığı, ayrık ve sürekli riskler olmak üzere iki sınıfa ayrılan risklerdir. Ayrık riskler, terör saldırıları, bulaşıcı hastalıklar, işçi grevleri gibi olasılığı düşük ancak etkisi yüksek olan olaylardır. Sürekli riskler, enflasyon oranı, tüketici fiyat endeksi değişiklikleri gibi tedarik zincirlerinin sürekli olarak karşılaştığı risklerden meydana gelmektedir.

Birçok faktöre bağlı olarak ortaya çıkan tedarik zinciri riskleri genellikle iç risk faktörleri ve dış risk faktörleri olarak sınıflandırılmaktadır (Kumar, Tiwari ve Babiceanu, 2010: 3718). İç operasyonel risk faktörleri, tedarik zinciri içerisinde farklı seviyeler arasındaki koordinasyonsuzluklar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Talep riski, üretim riski ve tedarik riski, iç risk faktörlerine birkaç örnektir. Dış operasyonel riskler, tedarik zinciri ve çevresi arasındaki etkileşim nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Terörist saldırılar, doğal afetler ve döviz kuru dalgalanmaları bu kategoriye girmektedir. İç ve dış risk faktörleri, tedarik zinciri içinde verimsizlik ve kesintiler oluşturabilmektedir (Kumar, Tiwari ve Babiceanu, 2010: 3718).

Olson ve Wu (2010: 698), içsel ve dışsal olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirdikleri risk kategorileri Tablo 6’da detaylı bir şekilde gösterilmektedir.

Tablo 6: Tedarik Zinciri Risk Kategorileri

Risk Kategorisi	Riskler
<i>Dışsal</i>	Doğal felaketler: Sel, deprem vb.
Doğal Olaylar	Fabrika yangını
	Savaş, terör
Siyasal Sistem	İşçi-işveren uyumsuzlukları
	Gümrük işlemleri ve yasal düzenlemeler

Rakip ve Pazar	Fiyat dalgalanmaları Ekonomik kriz Kur riski Tüketici talebi değişkenliği Müşteri ödemeleri Yeni teknoloji Rekabet avantajındaki değişiklikler Modası geçme İkame ürünler
-----------------------	---

İçsel

Kapasite Kullanımı

Operasyon

Bilgi Sistemleri

Kapasite maliyeti
Mali kapasite/sigorta
Üretim artışı yeteneği
Yapısal kapasite
Tedarikçi iflası
Tahmin hataları
İş kazaları
Kamçı etkisi
Çeviklik/esneklik
Elde bulundurma/sipariş işleme maliyeti
Zamanında teslimat
Kalite
Bilgi sistemi arızası
Çarpık bilgi
Virüsler/Dinleme cihazları/hackerler

Kaynak: Olson, D. L. & Wu, D. D. (2010). A review of enterprise risk management in supply chain. *Kybernetes*, 39(5), 694-706.

Dünya Ekononik Formu (2012) tarafından hazırlanan raporda, tedarik zinciri ve taşımacılık riskleri konusunda yürütülen anket çalışması sonuçlarına yer verilmiştir. Özel ve kamu sektörü yöneticileri tarafından cevaplanan ankette tedarik zinciri veya ulaşım ağları üzerinde önemli ve sistemik etkilere yol açma olasılığı en yüksek olan dışsal riskler sıralanmıştır. Anket sonuçlarına göre; doğal afetler, kötü hava koşulları en yüksek olasılıklı ve kontrol edilemez çevresel riskler olarak belirlenmiştir. Sırasıyla; çatışma ve politik huzursuzluklar, terörizm, yolsuzluklar, yasadışı ticaret ve organize suç, deniz korsanlığı ve nükleer/kimyasal/biyolojik silahlar müdahale edilebilen jeopolitik riskler olarak tespit edilmiştir. Ani talep şokları, ürün fiyatlarında yüksek dalgalanmalar, gümrük gecikmeleri, kur dalgalanmaları, küresel enerji kıtlığı ve işgücü eksikliği ise ekonomik riskler olarak sıralanmıştır. Son olarak; bilgi ve iletişim kesintileri ve ulaşım altyapısı sorunları kontrol altına alınabilen teknolojik riskler olarak belirtilmiştir.

Ho vd. (2015: 5031) hazırladıkları çalışmada, 2003 ile 2013 yılları arasında tedarik zinciri risk yönetimiyle ilgili makaleleri inceleyerek tedarik zinciri risk tipleri ve risk faktörlerine bütüncül bir yaklaşımla yeni bir sınıflandırma önermişlerdir. Tedarik zinciri riskleri için

geliştirdikleri kavramsal çerçevede riskleri makro riskler ve mikro riskler olmak üzere iki temel kategoride değerlendirmişlerdir. Makro riskler, depremler, olumsuz hava koşulları gibi doğal felaketlerin neden olduğu doğal riskler ile savaş, terörizm ve politik istikrarsızlık gibi insan kaynaklı risklerden meydana gelmektedir. Diğer taraftan mikro riskler, tedarik zinciri içerisinde kaynaklanan, talep riski, imalat riski, tedarik riski ve alt yapı risklerinden meydana geldiği ifade edilmiştir. Alt yapı riskleri ise bilgi, taşımacılık ve finansal risk faktörleri olmak üzere üçe ayrılmıştır.

Yukarıda açıklanan tedarik zinciri risk sınıflandırmalarıyla birlikte literatürde farklı yazarlarında yer aldığı tedarik zinciri risk türleri, bütünlük sağlaması ve daha anlaşılır olması için Tablo 7’ de özetlenmiştir.

Tablo 7: Tedarik Zinciri Risk Türleri

Yazarlar	Risk Türleri
Harland, Brenchley ve Walker (2003)	Stratejik, operasyon, tedarik, müşteri, şirket varlıklarının değer kaybetmesi, rekabet, itibar, finansal, mali, yasal düzenleme ve hukuki riskler
Jüttner, Peck ve Christopher (2003)	Çevresel, ağ kaynaklı ve organizasyonel riskler
Cavinato (2004)	Fiziksel, finansal, enformasyon, ilişkisel ve inovasyonel riskler
Chopra ve Sodhi (2004)	Bozulma, gecikme, bilgi sistemleri, tahmin, fikri mülkiyet, tedarik, alıcılar, envanter ve kapasite riskleri
Christopher ve Peck (2004)	Firma içi riskler; süreç ve kontrol riskleri. Firma dışındaki fakat tedarik zinciri ağındaki riskler; talep ve tedarik riskleri Tedarik zinciri dışındaki riskler; çevresel riskler
Tang (2006a)	Operasyonel riskler; belirsiz müşteri talebi, belirsiz tedarik ve belirsiz maliyet. Bozulma riskleri; terör saldırıları, ekonomik krizler, devalüasyonlar, grevler, depremler, sel baskınları, kasırgalar
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	İçsel riskler; kontrol edilebilir, kısmen kontrol edilebilir ve kontrol edilmez riskler Dışsal riskler; kontrol edilebilir, kısmen kontrol edilebilir ve kontrol edilmez riskler
Blackhurst, Scheibe ve Johnson (2008)	Bozulmalar/afetler, lojistik, tedarikçi bağımlılığı, kalite, bilgi sistemleri, tahmin, yasal düzenlemeler, fikri mülkiyet satın alma/tedarik, alacaklar, envanter, yönetim, kapasite ve güvenlik riskleri
Manuj ve Mentzer (2008)	Tedarik, operasyonel, talep, güvenlik, makro, politik, rekabet ve kaynak riskleri
Tang ve Tomlin (2008)	Tedarik, süreç, talep, fikri mülkiyet, davranışsal ve politik/sosyal riskler
Wagner ve Bode (2008)	Talep yönlü, tedarik yönlü, yasal ve bürokratik, altyapı ve katastrofik riskler

Trkman ve McCormack (2009)	Endojen(içsel) riskler; pazar ve teknoloji türbülansları. Ekzojen(dışsal) riskler; ayırık olaylar (terör saldırıları, bulaşıcı hastalıklar, işçi grevleri ve sürekli olaylar (enflasyon oranı, tüketici fiyat endeksi değişiklikleri)
Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010)	İç operasyonel riskler; talep, üretim ve dağıtım riskleri, tedarik riskleri Dış operasyonel riskler; terörist saldırılar, doğal afetler, döviz kuru dalgalanmaları
Olson ve Wu (2010)	Dışsal riskler; doğal olaylar, siyasal sistem, rakip ve pazar riskleri İçsel riskler; kapasite kullanımı, iç operasyon ve bilgi sistemleri riskleri
Ravindran vd. (2010)	Riske maruz değer (Value at risk); grev, terör saldırıları ve doğal afet riskleri Hedefi iskalamak (Miss the target); geç teslimat, kalite gereksinimlerinin karşılanmama riskleri
Lin ve Zhou (2011)	İçsel riskler; AR-GE, planlama, üretim, bilgi ve organizasyon yapısı riskleri Dışsal riskler; politika, tedarik ve teslimat riskleri
Tang ve Musa (2011)	Malzeme akışı, finansal akış ve bilgi akışı riskleri
Tummala ve Schoenherr (2011)	Talep, gecikme, bozulma, envanter, üretim (süreç) bozulmaları, kapasite, tedarik (satın alma), sistem, ülke ve taşımacılık riskleri
Waters (2011)	Fiziksel, finansal, bilgi ve organizasyonel riskler
Sodhi ve Tang (2012)	Tedarik, süreç, talep ve işletme düzeyi riskler
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Tedarik, süreç, talep ve çevresel riskler
Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan (2013)	Tedarik, üretim, talep, lojistik, bilgi sistemleri ve çevresel riskler
Ho vd. (2015)	Makro riskler Mikro riskler; talep, üretim, tedarik ve alt yapı riskleri (bilgi sistemleri, taşımacılık ve finansal riskler)
Rangel, de Oliveira ve Leite (2015)	Planlama; strateji, durağanlık, bilgi sistemleri, kapasite ve talep riskleri Tedarik; satınalma, finansal ve ilişki riskleri Üretim; operasyonel ve bozulma riskleri Dağıtım; müşteri riski İade; yasal risk Diğer; çevresel ve kültürel riskler
Prakash, Soni ve Rathore (2017)	Tedarik, talep, kontrol, süreç ve çevresel riskler
Shahbaz, Rasi ve Ahmad (2019)	Tedarik, süreç, talep, lojistik, işbirliği, finansal, çevresel riskler
Chu, Park ve Kremer (2020)	Politik, çevresel, finansal, tedarik ve talep, lojistik, sistem ve operasyonel riskler

Bu çalışmada önerilen risk türleri; tedarik, üretim, talep, bilgi sistemleri, taşımacılık, finansal ve çevresel risklerdir. Bundan sonraki kısımda çalışmada değerlendirilecek olan tedarik zincirleri risk türleri açıklanmış ve alt risk faktörleri belirlenmiştir.

2.6.1 Tedarik Zinciri Risk Türleri ve Alt Risk Faktörleri

Literatür taraması sonucunda çeşitli yazarların risk sınıflandırmaları göz önünde bulundurularak daha önce belirlenen risk türleri ve bunları oluşturan risk faktörler kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.

2.6.1.1.Tedarik Riskleri

Tedarik riski talep yönlü olup, ağda yer alan merkez işletmeden geriye doğru ürün ve bilgi akışında meydana gelen bozulmalardır (Christopher ve Peck, 2004: 6). Tedarik zincirinde meydana gelen ürün akışında, kalite, zaman, miktar konularında değişimlerin yaşanması ve bu nedenlerle müşteri siparişlerinin karşılanamama ihtimali tedarik risklerini oluşturmaktadır (Kumar, Tiwari ve Babiceanu, 2010: 3718).

Manuj ve Mentzer (2008:138) tedarik riskinin, tedarikçilerden ya da arz pazarından kaynaklanan sorunların meydana gelme olasılıklarıyla ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. Ortaya çıkan tedarik kaynaklı sorunlar merkezdeki işletmenin müşteri talebini karşılayamamasına ve beklenmedik maliyetlerle mücadele etmesine neden olmaktadır. Tedarik riskleri, tedarikçinin tedarikçisinden merkez firmaya malzeme hareketi sürecinde yer alan, tedarikçinin güvenilirliğini, tek tedarikçidense birden fazla tedarikçi ile çalışmayı, yap/satınal kararlarının verilmesini, merkezileştirmeye karşı merkezden uzaklaştırmayı ve güvenlik konularını içermektedir (Manuj ve Mentzer, 2008:138)

Tedarik yönlü riskler, satın alma faaliyetleri, tedarikçi kaynaklı sorunlar, tedarikçi ilişkileri ve tedarik ağlarındaki aksamalardan kaynaklanmaktadır. Bu riskler; tedarikçi hataları, arz piyasasındaki üretim kapasitesi kısıtlamaları, kalite sorunları ve tedarikçilerin değişen teknolojiye ve ürün tasarımlarındaki değişikliklere uyum sağlayamaması şeklinde sıralanabilir (Wagner ve Bode, 2008: 311).

Tedarikçilerin başarısızlıkları ya da tedarik maliyetlerinde, teslimatlarda, kalitede ya da güvenilirlikte girdi yönlü beklenmedik değişimler tedarik risklerini oluşturmaktadır (Sodhi ve Tang, 2012: 23). Dış kaynak kullanımı da tedarik risk kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bunun nedeni, 1980'ler ve 1990'larda ABD üreticilerinin maliyetleri azaltmak amacıyla çoklu tedarikçi uygulamalarını azaltarak, yerine tek tedarikçi ile uzun vadeli ilişkiler geliştirmeye yönelmiş olmalarıdır. Tek tedarikçi politikası beraberinde büyük risklere sebep olmaktadır. Örneğin 2001 yılında Land Rover'ın tek şasi üreticisi

olan UFS-Thomson'ın iflas etmesi Land Rover'ın üretimini durma noktasına getirmiştir (Sodhi ve Tang, 2012: 23).

Tedarik risklerinin özünde, zamanında teslimde tedarikçinin yetersiz olması, kalite kusurları, finansal başarısızlık, uyum sorunları, kanalın karmaşık olması ve iletişim sorunlarından kaynaklanan tedarik zinciri bozulmaları yatmaktadır (Schlegel ve Trent, 2015: 37).

Fikri mülkiyetle ilgili sorunlarda tedarik riski kapsamında değerlendirilebilir. Chopra ve Sodhi (2004: 57), tedarik zincirlerinde dikey entegrasyonun yaygınlaşması ve küreselleşmenin etkisiyle dış kaynak kullanımının her aşamada uygulanması işletmelerin entelektüel sermayelerinin çalınmasına neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Fikri mülkiyet sorunları küçümsenmemesi gereken önemli bir problemdir. Birçok firma dikkatsizlikleri sonucu, kendi küresel rakiplerinin oluşmasına neden olmuştur (Dittman, 2014: 21). Özellikle yasal denetimlerin yetersiz olduğu ülkelerde bu risk daha yüksek olmaktadır. İşletmelerin fikri mülkiyet riskine karşı alabilecekleri önlemler, önemli üretimlerini kendi bünyelerinde gerçekleştirmek ya da doğrudan işletme kontrolünde üretim yaptırmak şeklinde olabilir. Örneğin, elektronik sektöründe faaliyet gösteren Sharp firması, tamirat işlemlerini bayilere vermek yerine kendi bünyelerinde yapmayı tercih etmektedir (Chopra ve Sodhi, 2004: 57).

Tedarik riski, odak firmanın müşteri talebini (hem miktar hem de kalite açısından) öngörülen maliyetler ve süreç içinde karşılama kabiliyetini etkileyen veya müşteri yaşamına ve güvenliğine yönelik tehditlere neden olan malzeme tedarikindeki olumsuz olaylarla ilgili sonuçların dağılımıdır (Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan, 2013: 82). Tedarik yönlü risklerle ilgili farklı risk faktörlerinden bahsedilmiştir. Tablo 8'de literatürde yer alan tedarik risk faktörleri gösterilmektedir.

Tablo 8: Tedarik Risk Faktörleri

Yazarlar	Tedarik Risk Faktörleri
Zsidisin ve Ellram (2003)	Tedarikçinin miktar değişimlerini karşılayamaması
Manuj ve Mentzer (2008)	Kalite şartlarının sağlanamaması
Kull ve Talluri (2008)	İstenilen zamanda teslimatın yapılmaması
Tummala ve Schoenherr (2011)	Tedarikçinin rekabetçi fiyatlamaya sağlayamaması
Tuncel ve Alplan (2010)	Tedarikçinin teknolojik olarak geride kalması
Chopra ve Sodhi (2004)	Tedarikçinin iflas etmesi
Tummala ve Schoenherr (2011)	Tek tedarikçi ile çalışma

Lavastre, Gunesekaran ve Spalanzani (2012)	Tedarikçilerle entegrasyon eksikliği
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Tedarikçi görünürlüğünün eksikliği
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	Tedarikçinin pazardaki gücü
Manuj ve Mentzer (2008)	Tedarikçinin fırsatçılığı
Tuncel ve Alplan (2010)	Tedarikçinin tekel olması
Schoenherr, Tummala ve Harrison (2008)	Yanlış tedarikçi seçimi
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Tedarik maliyetlerinde ani artış
Tuncel ve Alplan (2010)	Sözleşmeye bağlı kalma riski
Tummala ve Schoenherr (2011)	Tedarikçinin tasarım değişimlerini karşılayamaması
Chopra ve Sodhi (2004)	Fikri mülkiyet riski

2.6.1.2.Üretim (Operasyonel/ Süreç) Riskleri

Genellikle tasarım, üretim ve dağıtım ile ilgili kuruluşun dâhili tedarik zinciri içinde yer alan risklerle ilgilidir (Sodhi ve Tang, 2012: 24; Deloitte, 2012: 3). Çalışmalarda süreç veya operasyonel riskler olarak ifade edilmektedir (Samvedi, Jain ve Chan 2013; Prakash, Soni ve Rathore, 2017; Chu, Park ve Kremer, 2020). Bu risk türü, istenilen kaliteyi ve miktarı doğru zamanda üretmedeki başarısızlıklardan kaynaklanmaktadır (Kumar, Tiwari ve Babiceanu, 2010: 3718). Merkezi firmanın mal ve hizmet üretim kabiliyetini, üretim kalitesini ve zamanlamasını ve/veya şirketin kârlılığını etkileyebilecek bir olayın meydana gelme olasılığı operasyonel riski meydana getirir (Manuj ve Mentzer, 2008:139). Her ne kadar işletmeler iç kaliteyi ve yetenekleri iyileştirmek için Toplam Kalite Yönetimi (TKY), Yalın Üretim ve Altı Sigma gibi programlara büyük yatırım yapsalar da iç operasyonlar, etkin kapasite ve kalitede dalgalanmalara neden olabilecek sorunlara karşı hala duyarlıdırlar (Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan, 2013: 82).

Operasyonel risk, yetersiz veya başarısız iç süreçler, insanlardan veya sistemlerden kaynaklanan kayıpların riski olarak tanımlanmaktadır (Lockamy III, 2017: 179). En önemli operasyonel risklerden biride kalitesizliktir. Tennessee Üniversitesi Küresel Tedarik Zinciri Enstitüsünün yaptığı bir anket çalışmasında, tedarik zinciri yöneticilerinin en fazla endişe duydukları riskin işletmelerinde yaşanabilecek kalite sorunları olduğu ortaya çıkmıştır (Dittman, 2014: 12).

Toplam Kalite Yönetimi, Yalın Üretim ve Altı Sigma uygulamalarına yönelik önemli çabalara rağmen, birçok şirket halen hatalı tasarım veya üretimden dolayı sorunlar

yaşamaktadırlar. Örneğin Toyota'nın 2009'un sonu 2010 yılının başlarında gaz pedalı sorunu nedeniyle tüm dünyada bazı modellerini geri çağırması itibar kaybına neden olmuş ve şirketin borsadaki hisselerinde ve ürün talebinde düşüşler yaşamasına sebep olmuştur (Sodhi ve Tang, 2012: 24).

Firma içinde yer alan operasyonel risk faktörleri; çekirdek operasyonlarda meydana gelen sorunlar, yetersiz üretim veya işleme kapasitesi, yüksek düzeyde süreç değişkenlikleri, teknolojiye hızlı değişimler nedeniyle mevcut tesislerin eskimesi gibi risk kaynaklarından meydana gelmektedir (Manuj ve Mentzer, 2008: 139).

Firma içi risklerden oluşan süreç riskleri, firma içindeki farklı süreçlerde yer alan ürün akışındaki aksamalardan meydana gelmektedir. Süreç riskleri arasında makine arızaları, önemli teknolojik değişimler, işçi grevleri ve kalite problemleri yer almaktadır. Örneğin, Hindistan'daki Maruti Suzuki fabrikasındaki işçi grevleri, neredeyse bir ay boyunca otomobil üretimini durdurma noktasına getirmiştir (Samvedi, Jain ve Chan, 2013: 2435). 2013 yılında Hong Kong liman işçilerinin sürdürdüğü 40 günlük grev dünya genelinde birçok işletmeyi zor duruma düşürmüştür (Dittmann, 2014: 21)

Süreç riskleri organizasyonun içsel faaliyetlerinde konumlanmışlardır. Bu durum işletmenin bu riskleri kontrol altına almasını kolaylaştırmaktadır. Birçok işletme süreç risklerini 3 kategoride değerlendirerek sorunlara çözüm bulmaya çalışmaktadır. Bu sınıflandırmada riskler, bilinen/zorlu, bilinmeyen/yumuşak ve kronik riskler olarak gruplandırılmaktadır (Schlegel ve Trent, 2015: 134). Bilinen riskler, ölçülebilen risk faktörleridir. Bu risk faktörlerinin nedenleri, kötü malzeme kullanımı, insan hataları, kötü iletişim, yetersiz kalite kontrol, başarısız bilgi sistemleri uygulamaları, planlama hataları gibi tesislerde karşılaşılan sorunlardır. Bilinmeyen riskler, yangınlar, terör saldırısı, olumsuz hava olayı ve deprem gibi tespit edilmesi ya da tahmin edilmesi zor olan risklerdir. Kronik riskler ise, ortaya çıktıklarında yalnızca küçük çaplı iç kesintilere neden olurlar. Sürekli olarak ortaya çıkabilirler ve düşük etkileri nedeniyle işletmeler bu riskleri absorbe etme ya da geçici çözümler geliştirme eğilimindedir. Kapasite sorunları, üretim hataları, gecikmeler, teknik hatalar bu risk kategorisine girmektedir (Schlegel ve Trent, 2015: 136-137).

Yalın üretim, malzemenin tam zamanında teminine dayalı stoklama sistemi ve kapasite rasyonalizasyonu gibi yöntemler tedarik zincirlerinin verimliliğini artırmışlar ve işletmelerin daha çevik ve tepkisel olmalarını sağlamışlardır. Ancak, tüm bu

iyileştirmeler ağıdaki boşluğun daralmasına ve tedarik zincirlerinin hata toleransının azalmasına sebep olmuştur (Deloitte, 2012: 3). Üretim riski, firmaların ürün ve hizmet üretme iç yeteneklerini, üretimin kalitesini, üretimin zamanında yapılmasını ve karlılığı etkileyen olumsuz olay veya durumları ifade eder (Wu, Blackhurst ve Chidambaram, 2006). Tablo 9’da üretim riskini meydana getiren olumsuz olay ve durumları temsil eden risk faktörleri gösterilmektedir.

Tablo 9: Üretim Risk Faktörleri

Yazarlar	Üretim Risk Faktörleri
Wagner ve Bode (2008)	İş kazaları
Trkman ve McCormack (2009)	İş gücü kaynaklı aksamalar
Chopra ve Sodhi (2004)	Stok fazlalığı
Ho vd. (2015)	Tasarım değişiklikleri
Tuncel ve Alplan (2010)	Ürünün demode olması
Chopra ve Sodhi (2004)	Stok tutma maliyeti
Tummala ve Schoenherr (2011)	Kapasite esnekliğinin olmaması
Schlegel ve Trent (2015)	Hatalı üretim
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Teknolojik değişimler
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	İşçi grevleri
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Kalite problemleri
Tuncel ve Alplan (2010)	Yetersiz bakım
Schlegel ve Trent (2015)	İnsan hataları
Badurdeen vd. (2014)	Makine arızaları

2.6.1.3.Talep Riskleri

Büyük kazançlar sağlayan işletmeler çok çeşitli ülkelerde ürün satışları gerçekleştirmeye başlamıştır. Farklı coğrafyalarda ortaya çıkan farklı gereksinimleri karşılamaya çalışan Hewlett-Packard (HP) gibi işletmeler artan ürün çeşitlilikleri nedeniyle talepleri karşılayamama ya da yüksek stok seviyesi sorunlarıyla baş etmek zorunda kalmışlardır (Tang ve Tomlin, 2008: 13). Ürün talebindeki belirsizlik, tüm işletmelerin yüzleşmek zorunda olduğu miktar ve ürün çeşitliğini içeren bir çeşit tedarik zinciri riskidir (Sodhi ve Tang, 2012: 26). Talep riski, ürün talebindeki dalgalanmalardan doğan aksaklıklar ile ilgilidir. Ve bu durum arz ve talep arasında boşluk oluşturarak işletmeleri olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Samvedi, Jain ve Chan, 2013: 2436). Arz ve talebin dengelenmesinde sorunlara neden olan tahmin hataları, uzun teslim süreleri, mevsimsel

talep dalgalanmaları, ürün çeşitliliği ve kısalan ürün yaşam süreleri nedeniyle artış göstermektedir (Chopra ve Sodhi: 2004: 56).

Manuj ve Mentzer (2008:139), talep riskinin nedenlerini, işletmelerin pazara sundukları yeni ürünlerde zamanlama hatası yapması, moda, mevsimsellik ya da rakiplerin pazara yeni ürün sunması nedeniyle meydana gelen talep dalgalanmaları ve dağıtım kanalındaki zincir üyelerinin abartılı talep bilgileri vermesi (kamçı etkisi) olarak sıralamışlardır. Kamçı etkisine neden olan zincir içerisindeki yanlış ve abartılı bilgi akışı, odak işletmenin hatalı talep bilgilerine ulaşmasına sebep olmaktadır. Düşük talep tahmini işletmenin yetersiz ürün üretmesine ve yok satmasına neden olurken, yüksek talep tahmini gereğinden fazla üretimle birlikte aşırı stok birikmesine ve fiyat indirimlerine gidilmesi neden olmaktadır (Sodhi ve Tang, 2012: 26).

Başlıca tedarik zinciri risklerinden olan talep riskiyle literatürde çeşitli risk faktörlerinden bahsedilmektedir (Tablo 10).

Tablo 10: Talep Risk Faktörleri

Yazarlar	Talep Risk Faktörleri
Manuj ve Mentzer (2008)	Talep değişkenliği
Hahn ve Kuhn (2012)	Talep belirsizliği
Chopra ve Sodhi (2004)	Yanlış talep tahmini
Wagner ve Neshat (2010)	Müşteri bağımlılığı
Tuncel ve Alplan (2010)	Pazardaki yüksek rekabet
Olson ve Wu (2010)	Talep bilgisinin hatalı olması
Tummala ve Schoenherr (2011)	Sipariş karşılama hataları
Gaudenzi ve Borghesi (2006)	Kısa teslim süresi
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Pazar koşullarının değişmesi
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Ani talep dalgalanmaları

2.6.1.4. Bilgi Sistemleri Riskleri

Bir tedarik zincirindeki çeşitli fonksiyonların koordinasyonunu sağlamak için önemli bir mekanizma, tedarik zincirinin üyeleri arasındaki bilgi akışıdır (Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan, 2013: 83). Birçok tedarik zinciri yönetimi işlevi, bilgi işleme ve paylaşım üzerine kurulduğundan bilgi teknolojileri ile ilgili sorunlar tedarik zinciri yönetimi ile oldukça yakından ilgilidir (Wagner ve Bode, 2008: 312). Günümüzde bilgi teknolojileri, satın alma, sipariş işleme, üretim planlama, stok yönetimi ve lojistik faaliyetlere kadar tedarik zinciri içerisinde birçok faaliyetin gerçekleşmesinde önemli bir

role sahiptir. Bilgi sistemleri altyapısında meydana gelecek herhangi bir arıza, günümüzün yüksek düzeyde ağına bağlı ortamlarına ciddi tahribatlar verebilir (Sodhi ve Tang, 2012: 29). Bir işletme ne kadar geniş ve etkin bir bilişim ağına sahip ise, herhangi bir noktada meydana gelen bir sorunun sistemin tümünü etkileme ihtimali o denli yüksek olacaktır (Chopra ve Sodhi, 2004: 56).

Son yıllarda işletmelerin bilişim teknolojilerine olan bağımlılıkları bilgi sistemlerinde meydana gelebilecek bozulmalara karşı hassasiyetlerini artırmıştır (Wagner ve Bode, 2008: 312). Elektronik sistemlere bağlı olan tedarik zinciri yönetimi kötü niyetli birey ya da grupların siber saldırılarına maruz kalabilmektedir (Warren ve Hutchinson, 2000: 710). 2002'de hızlı bir şekilde yayılmış olan "Love Bug" bilgisayar virüsü, Pentagon, NASA, Ford Motor Company ve birçok işletmenin e-posta sistemlerini kapatarak milyonlarca dolar zarara neden olmuştur (Chopra ve Sodhi, 2004: 56).

Günümüzde ERP (Enterprise Resource Planning/Kurumsal Kaynak Planlama) sistemlerinin kullanıyor olması, şirketlerin kendi iç süreçlerini ve veritabanlarını hem tedarikçilerine hem de müşterilerine açmaya zorlamaktadır. Ve bu durum bilgi teknolojileriyle ilgili tehditleri beraberinde getirmektedir (Wagner ve Bode, 2008: 312). Bankacılık sektörü, bilişim sistemleri riskini iş sistemleri için büyük bir tehdit olarak görmektedirler. 1988'de Basel Bankacılık Denetleme Komitesi, küresel olarak entegre bilişim sistemlerine artan bağımlılık konusunda uyarıda bulunarak, yüksek seviyede bilişim teknolojileri kullanımının, basit işlem hatalarının sistemin tümünü etkileyecek hatalara dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir (Sodhi ve Tang, 2012: 29).

Bilgi sistemleri riskleri, veri yakalama ve aktarımı, veri bütünlüğü, bilgi işleme, pazar istihbaratı ve sistem arızalarıyla ilgilidir. Ve bu riskler eksik veri, bilgi hataları, veri güvenliği ihlalleri, sistem arızaları, yanlış işlemler vb. şekillerde ortaya çıkmaktadır (Waters, 2011: 99). Literatürde ele alınan bilgi sistemleri risk faktörleri; bilgi sistemi arızası (Tummala ve Schoenherr, 2011), hacker saldırıları (Sharma ve Routroy, 2016), siber saldırılar (Warren ve Hutchinson, 2000), tedarik zinciri paydaşları arasında bilgi teknolojileri uyumsuzluğu (Tummala ve Schoenherr, 2011) ve veri güvenliği ihlali (Waters, 2011) olarak sıralanabilir.

2.6.1.5. Taşımacılık Riskleri

Taşımacılık riskleri, lojistik süreç boyunca firmanın veya ortaklarının lojistik sistemlerinden veya doğal afetlerden kaynaklanan gecikmelere veya kesintilere neden olan bir faktör olarak görülmektedir (Shahbaz, Rasi ve Ahmad, 2019: 205). Taşımacılıktaki aksaklıkları, tüm tedarik zincirini etkileyerek operasyonların durmasına, satış kayıplarına, geç teslimatlara ve itibar kaybı gibi sorunlara yol açabilir (Garvey, Carnovale ve Yeniuyurt, 2015). Tedarik zincirlerinde taşımacılık faaliyetlerinde ortaya çıkan aksaklıklar birtakım gecikmelerin yanı sıra üretim faaliyetlerine kısmen veya tamamen zarar verebilir. Örneğin, 11 Eylül saldırıları sonrasında sınır güvenliği gerekçesiyle Kanada ve Meksika sınır kapılarını kapanması kara yolu taşımacılığını aksamasına ve tam zamanında üretim yaklaşımına sahip işletmelerin zarar görmesine neden olmuştur (Paul vd. 2020).

Depolama işlemlerinde yaşanan sorunlar, lojistik hizmet sağlayıcıların finansal gücü, taşıma ağı yönetimi ve teslimde yaşanan gecikmeler lojistik kaynaklı risk faktörlerinden bazılarıdır (Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan, 2013: 83). Gümrüklerde ve limanlarda yaşanan sorunlar başlıca taşımacılık riskleridir. Gümrük mevzuatları her zaman değişkenlik gösterir. Nakliyecilerin kuralları ve yasal düzenlemeleri doğru bir şekilde anlayamamaları taşımacılık işlemlerinde gecikmelere ve çeşitli cezalara maruz kalınmasına neden olabilmektedir (Dittmann, 2014: 21).

Literatürde yer alan taşımacılık risk faktörleri Tablo 11’de özetlenmiştir.

Tablo 11: Taşımacılık Risk Faktörleri

Yazarlar	Taşımacılık Risk Faktörleri
Manuj ve Mentzer (2008)	Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması
Tummala ve Schoenherr (2011)	Taşıma maliyetlerinde artış
Venkatesh, Rathin ve Patwa (2015)	Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi
Chopra ve Sodhi (2004)	Sınır geçişleri ya da taşıma modundaki değişimlerde aşırı elleçleme
Gaudenzi ve Borghesi (2006)	Taşıma alternatiflerinin olmayışı
Tuncel ve Alplan (2010)	Araç bakımının ihmal edilmesi
Tummala ve Schoenherr (2011)	Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar
Tummala ve Schoenherr (2011)	Liman grevleri
Wagner ve Neshat (2010)	Küresel taşımacılık
Wagner ve Neshat (2010)	Tedarik zinciri karmaşıklığı

2.6.1.6. Finansal Riskler

Hemen hemen tüm tedarik zinciri risk olayları finansal sonuçlar doğurmaktadır. Bir tedarik zinciri içinde olan her şey sonuçta gelir tablosu, bilanço ya da nakit akış tablosunda birtakım sonuçları değiştirebilmektedir (Schlegel ve Trent, 2015: 104). Finansal riskler para akışlarıyla ilişkilidir. Tedarik zincirindeki finansal sorunlar sadece odak işletme dışında tedarikçilerin ve müşterilerin mali sıkıntılarını da kapsamaktadır. Yöneticilerin, tedarikçilerin ve müşterilerin potansiyel mali sıkıntılarını öngörme yeteneklerini geliştirmeleri olası tedarik zinciri kesintilerinin daha erken tespit edilerek ve daha etkin bir şekilde yönetilebilmesini sağlayacaktır (Dellana ve West, 2016: 132). Dolayısıyla finansal riskler, tedarik zincirinin herhangi bir üyesinin karşılaştığı, belirli mal / hizmetleri üretme ve tedarik etme kabiliyetini etkileyebilecek finansal zorluklar olarak tanımlanabilir (Shahbaz, Rasi ve Ahmad, 2019: 206).

Bu riskler ödemeler, nakit akışları, borçlar, yatırımlar, muhasebe sistemleri vb. faaliyetlerdeki riskleri içermekte olup düşük yatırım getirisi, aşırı yüksek maliyetler, ödenmemiş faturalar, nakit sıkıntısı, eksik hesaplar vb. sorunlara neden olur (Waters, 2011: 99). Döviz kuru riski başlıca karşılaşılan finansal riskler arasındadır. İşletmeler döviz kuru değişim riskini finansal koruma, maliyet ve gelir akışını esnek kapasiteyle dengelenme gibi yöntemlerle kontrol altına almaya çalışmaktadırlar (Chopra ve Sodhi, 2004: 58). Çeşitli çalışmalarda yer alan finansal risk faktörleri Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12: Finansal Risk Faktörleri

Yazarlar	Finansal Risk Faktörleri
Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010)	Döviz kuru dalgalanmaları
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Faiz oranlarındaki değişim
Chopra ve Sodhi (2004)	Müşterilerin finansal gücü
Cucchiella ve Gastaldi (2006)	Fiyat dalgalanmaları
Tummala ve Schoenherr (2011)	Ürün maliyetlerindeki artış
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	Düşük kar marjı
Schoenherr, Tummala ve Harrison (2008)	Ürün maliyeti

2.6.1.7. Çevresel Riskler

Küreselleşme, işletmelere daha düşük maliyetlerle iş gücü ve malzeme temin etmelerine ve çok daha geniş pazarlarda faaliyet gösterebilmelerine olanak sağlamıştır. Ancak bu durum beraberinde, tedarik zincirlerinin karmaşıklığını artırmaktadır. Geçmişte ortaya çıkan olumsuz olaylar (doğal felaketler, siyasi kargaşa ve bölgesel ekonomik kriz gibi) bulunduğu bölgede sınırlı kalabiliyorken, günümüzde bu bozulmaların etkisi artmakta, genişlemekte ve karmaşık hale gelen tedarik zincirlerini zora sokmaktadır (Deloitte, 2012: 3; Punniyamoorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan, 2013: 83).

Çevresel riskler, olasılığı düşük ancak etkisi büyük olan risklerdir (Knemeyer, Zinn & Eroglu, 2009). Firma dışı risklerden oluşan çevresel riskler, zincir içindeki tek bir kademeyi ya da organizasyonu etkileyebileceği gibi tedarik zincirinin tümünü etki edecek olaylardan da meydana gelebilir (Samvedi, Jain ve Chan, 2013: 2435). Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010: 3718) çevresel riskleri etkileşim riskleri olarak ifade etmişler ve tedarik zinciri çevresinin fiziksel, sosyal, yasal, operasyonel, ekonomik ve politik faktörlerle olan etkileşimin sonucu ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Örneğin doğal afetler, ekonomik sorunlar, terör saldırıları, siyasi istikrarsızlık ve soysa-kültürel sorunlar gibi çevresel riskler, zincir içerisinde nereden patlak verdiklerine bağlı olarak tedarik zinciri üzerinde çeşitli etkilere sahip olabilirler. Zincirde büyük bir oyuncu zarar gördüğünde, bütün zincir ciddi şekilde etkilenmektedir (Samvedi, Jain ve Chan, 2013: 2435). Schlegel ve Trent (2015: 137), çevresel riskleri iki kategoride değerlendirmiştir. Bunlardan ilki bilinen riskler, tüm yasal düzenlemeleri içine almaktadır. Bilinmeyen riskler ise, beklenmedik siyasi olaylar, doğal felaketler, dolandırıcılık gibi olumsuz olaylardır. Miller'a (1991: 313) göre, çevresel risk değişkenleri, siyasi istikrarsızlık, hükümet politikalarındaki değişimler, makroekonomik belirsizlikler, sosyal belirsizlikler ve doğal belirsizliklerdir. Küresel bir tedarik zinciri, birden fazla ülkenin dâhil olduğu toplumsal / politik risklere maruz kalmaktadır (Sodhi ve Tang, 2012: 29). Çok uluslu bir işletme için ideal politik çevre, istikrarlı ve dost yanlısı hükümetlerin bulunduğu çevredir. Hükümet politikalarında radikal değişimlere sebep olacak bir siyasi partinin iktidara yükselmesi, milliyetçi ve çıkar gruplarından gelen baskılar, zayıf ekonomik koşullar, yabancı yatırımlara karşı ortaya çıkan önyargı veya hükümetler arasındaki çatışmalar istikrarı etkileyebilecek konuları oluşturmaktadır (Cateora ve Graham, 2011: 162). Her ne kadar yapılan bir çalışmada, işletme yöneticileri politik/toplumsal karışıklıkları risk sıralamasında listenin sonuna yerleştirmiş olsalar da firmaların bu riski ithalat ve ihracat

yaptığı ülkelerin durumuna göre değerlendirmelerinin doğru olacağından bahsedilmiştir (Dittmann, 2014: 20).

Ancak net bir şekilde söylenebilir ki, politik istikrarsızlık önemli bir tedarik zinciri riskidir. Örneğin, Wal-Mart Baglades'teki politik belirsizlik nedeniyle bu ülkedeki faaliyetlerini durdurma kararı almıştır (Rao ve Goldsby, 2009: 107).

Sosyal ve kültürel sorunlar küresel çapta hizmet veren işletmelere zor zamanlar yaşatabilmektedir. Örneğin, McDonald's Fransa pazarına girmek istediğinde Anti-Amerikan tutumlar ve fast food yemek kültürüne karşı olumsuz bakış açısı nedeniyle büyük zorluklar yaşamıştır (Akkan, 2014: 37).

Tablo 13'te literatürde yer alan çevresel risk faktörleri gösterilmektedir.

Tablo 13: Çevresel Risk Faktörleri

Yazarlar	Çevresel Risk Faktörleri
Ravindran vd. (2010)	Dağal felaketler
Ho vd. (2015)	Savaş ve terör riski
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	Yangınlar
Olson ve Wu (2010)	Siyasi Belirsizlikler
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Ekonomik krizler
Venkatesh, Rathi ve Patwa (2015)	Yasal düzenlemeler
Samvedi, Jain ve Chan (2013)	Politik istikrarsızlıklar
Ho vd. (2015)	Sosyal ve kültürel sorunlar
Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006)	Dış yasal sorunlar

2.7. Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri

Stratejik düzeyde risk yönetimi, risklerin olasılıklarını ve sonuçlarını belirlemek ve değerlendirmek, sonrasında ise istenmeyen olaylarla ilgili olasılıkları veya kayıpları azaltmak için uygun stratejileri seçmek üzerine odaklanmıştır. Risk azaltma, olumsuz bir olay gerçekleştiğinde sonuçlarının azaltılması ile ilgilidir (Manuj ve Mentzer, 2008: 141). En temel tanımına göre azaltmak, bir şeyin etkisini hafifletmek demektir. Tedarik zinciri içersindeki bu "bir şey", tedarikçide meydana gelen bir yangın veya zincir içersindeki kalite sorunları gibi bir risk olayının etkisi olabilir (Schlegel ve Trent, 2015: 19). Risk yönetimi faaliyetleri, riskleri ve etkilerini azaltacak stratejilerin belirlenmesini amaçlar.

Riskler ortaya çıktığında önemli bir soru gündeme gelir: şirketler riskli olaylardan nasıl kaçınabilir veya risklerin etkilerini nasıl azaltabilirler? Esasen, belirli bir tedarik zinciri

riski tanımlandıktan ve değerlendirildikten sonra, risk olasılığının azaltılması ve/veya riskin potansiyel etkisinin hafifletilmesi gerekmektedir (Sodhi ve Tang, 2012: 52).

Tedarik zinciri risk azaltma stratejileri, risklerin ortaya çıkma olasılıklarını ve olumsuz etkilerini azaltmayı amaçlayan işletme faaliyetlerini içermektedir (Chang, Ellinger ve Blackhurst, 2015: 645). Uygun risk azaltma stratejisinin seçimi ise, risk türüne ve işletmenin ayırdığı bütçeye göre değişmektedir (Fan ve Stevenson, 2018: 216).

Literatürde risk azaltma stratejileriyle ilgili olarak çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Bunlardan ilki Tablo 14’te görülebileceği üzere Jüttner, Peck ve Christopher (2003: 206)’in önerdiği, (1) kaçınma, (2) kontrol, (3) işbirliği ve (4) esneklikten oluşan stratejilerdir. Ürünle, coğrafi bölgeyle veya pazarla ilgili riskler kabul edilemez seviyede ise kaçınma stratejisi uygulanır. Kaçınma stratejisi, özel üretim malların üretiminden vazgeçilmesi, pazara girişin ertelenmesi veya sadece düşük belirsizlikteki pazarlarda faaliyet gösterilmesi şeklinde uygulanabilir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Kaçınma stratejisinde, sabit talepli ve az çeşitlilikteki ürünlerin sunumu ve sadece güvenli pazarlarda faaliyet göstermek amaçlanır (Thun ve Hoenig, 2011: 245).

İşletmeler, belirsizliklerle pasif bir şekilde mücadele etmek yerine, çeşitli risklerden kaynaklanan beklenmedik olayları kontrol etme yolunu seçebilirler. Örneğin, dikey entegrasyonun yer aldığı tedarik zincirlerinde, stok yapmak, tampon stok kullanmak ya da üretimde yüksek kapasite kullanımına devam etmek kontrol stratejisi uygulamalarıdır (Jüttner, Peck ve Christopher, 2003: 206).

Kontrol stratejileri ile karşılaştırıldığında işbirliği stratejileri ise, belirsizliği azaltmada tek taraflı kontrol yerine, ortak anlaşmaları içermektedir. Tedarik zinciri perspektifinden bakıldığında amaç, tedarik zincirindeki organizasyonlar arasındaki ortak anlaşmalarla, tedarik zinciri görünürlüğünü artırmak, belirli risk kaynakları ile ilgili bilgi paylaşımında bulunmak ve ortak iş sürekliliği planları hazırlamaktır (Jüttner, Peck ve Christopher, 2003: 207).

Kontrol stratejileri çeşitli risklerden kaynaklanan beklenmedik olayların öngörülebilirliğini artırmaya çalışırken, esneklik stratejisi tepkiselliği artırmayı amaçlar (Jüttner, Peck ve Christopher, 2003: 207). Tablo 14’de Jüttner, Peck ve Christopher (2003)’un önerdiği tedarik zinciri risk azaltma stratejilerine ve uygulamalarına yer verilmiştir.

Tablo 14: Tedarik Zincirlerinde Risk Azaltma Stratejileri

Kaçınma	Belirli ürünleri üretmeyi bırakmak, bazı coğrafi pazarlardan çekilmek, kimi tedarikçiler ve/veya müşterilerle çalışmayı bırakmak
Kontrol	Dikey entegrasyon Stoku artırmak ve tampon stok kullanmak Üretimde, depolama faaliyetlerinde, elleçlemede ve taşımacılıkta kapasiteyi yüksek tutmak Tedarikçilere sözleşmeye dayalı yükümlülükler vermek
İşbirliği	Müşterek tedarik zinciri devamlılık planları hazırlamak Riskle ilgili bilginin paylaşımında ortaklık kurmak Tedarik zinciri görünülüğünü artırmak için işbirliği yapmak
Esneklik	Erteleme Çoklu tedarikçi ile çalışmak Yerel tedarikçi ile çalışmak

Kaynak: Jüttner U., Peck, H. & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: Outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 6(4), 197-210

İşletmelerin faaliyetlerini tehdit eden riskleri tespit etmelerinden sonra kendi firmalarına uygun etkin risk azaltma yaklaşımlarını uygulamaları gerekmektedir (Chopra ve Sodhi, 2004: 54). Tedarik zinciri içerisindeki davranışsal riskleri azaltmak için zincir üyelerinin *uyumlu* olması, yalnızca talep risklerinin azaltılması için değil, aynı zamanda tedarik ve süreç risklerinin azaltılması için *esneklik* ve *yedekli çalışma* uygulamaları, Sodhi ve Tang (2012: 53)'in önerdikleri tedarik zinciri risk azaltma stratejileridir.

Tedarik zinciri risklerinin yönetilmesinin zorluğu, risklerin birbirlerine bağlı olmasıdır. Bunun anlamı, bir riskin azaltılması başka bir riskin şiddetlenmesine neden olmasıdır (Chopra ve Sodhi, 2004: 54). Tablo 15'de Chopra ve Sodhi (2004: 55)'nin sundukları risk azaltma stratejileri ve karşılıklı etkileri gösterilmektedir.

Lider firmalar yedekleme yöntemlerini (kapasiteyi ve envanter miktarını artırmak, yedek tedarikçi bulundurmak) kullanarak risklerle (bozulmalar, gecikmeler ve tedarik riski) baş etmeye çalışmaktadırlar. Ancak buradaki sorun karı azaltmadan, akıllıca bir konumlandırma ve boyutlandırma yaparak yedeklemeleri gerçekleştirebilmektir. Örneğin, yüksek stok tutmak bir işletmeyi teslimat gecikmelerine karşı koruyabilir. Fakat bu uygulama eldeki stokların demode olması (modasının geçmesi) riskini artırarak işletmeyi zarara sokabilir (Chopra ve Sodhi, 2004: 54).

Tablo 15: Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri ve Karşılıklı Etkileri

Riskler Stratejiler	Bozulma Riski	Gecikme Riski	Tahmin Riski	Tedarik Riski	Alacak Riski	Kapasite Riski	Envanter Riski
Kapasite Artırımı		↓		▼		↑	▼
Envanter Artırımı	▼	↓		▼		▼	↑
Fazladan Tedarikçi Bulundurma	↓			▼		▲	▼
Tepkiselliği Artırma		↓	↓				↓
Esnekliği Artırma		▼		▼		↓	▼
Biriktirilmiş/ Havuz Talep Oluşturma			↓			↓	↓
Yetenekleri Artırma		▼					▼
Daha Fazla Müşteri Hesabı Açma					▼		

↑=Büyük oranda riski artırır, ↓=Büyük oranda Riski Düşürür, ▲=Riski artırır, ▼= Riski düşürür

Kaynak: Chopra, S. & Sodhi, M. S. (2004). Supply chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 26(1), 52-61.

Tang (2006b: 38), bir işletmenin önemli bir bozulma meydana geldiğinde operasyonlarını sürdürme kabiliyetini artıracak olan ve tedarik zincirinin sağlamlığını olanaklı kılacak 9 farklı tedarik zinciri stratejisinden bahsetmiştir. Bu stratejiler ve açıklamaları aşağıda verilmiştir;

(1) *Erteleme stratejisi*, ürün farklılaştırma noktasını geciktirmek için standartlaştırma, ortak kullanım, modüler tasarım ve işlemi tersine çevirme gibi ürün veya süreç tasarımında kullanır. Bu strateji, firmanın ilk önce, tüm ürünlerin toplam talebine dayanan genel bir ürün üretmesine, ardından genel ürünü farklı taleplere göre özelleştirmesini amaçlar (Tang, 2006b: 38). Erteleme, bir bileşenin tedarikinde aksaklık olması durumunda ürünün konfigürasyonunu değiştirme fırsatı verebilir (Yang ve Yang, 2010: 1904). Erteleme stratejisinin, Hewlett Packard (HP) ve Benetton gibi şirketlerdeki örnekleri, normal koşullardaki düzenli talep dalgalanmalarını gidermek için maliyet etkinliği olan kitle özelleştirme aracı olduğu ispatlamıştır (Tang, 2006b: 38). Erteleme,

artan ürün çeşitliliği, müşterilerin ihtiyaçlarına hızlı tepki verebilme gereksinimi ve ürün yaşam döngüsünün kısaltılması gibi talep tahminini ve planlamayı zorlaştıran koşullar karşısında maliyet avantajı ve müşteri hizmetleri arasındaki dengeyi iyileştirmek için etkili bir teknik olarak kabul görmüştür (Choi, Narasimhan ve Kim, 2012: 168). Erteleme stratejisi, tedarik aksamalarında ürünün hızlı bir şekilde yeniden yapılandırılmasını sağlayan, maliyet avantajına ve zaman etkinliğine sahip bir çeşit acil durum planı sunar (Tang, 2006b: 38).

(2) *Stratejik stoklama*, her ne kadar ürünlerin ömürlerinin kısalması, hızlı bir şekilde demode olması ve ürün çeşitliliğinin artması, stok tutma maliyetlerini artırmış olsa da işletmeler için kimi durumlarda stok bulundurma hayati öneme sahip olabilmektedir. İşletmeler malzeme akışındaki aksaklıklara, stokları artırarak ya da fazladan tedarikçiye sahip olarak karşı koyabilirler (Chopra ve Sodhi, 2004: 54). Çünkü “her ihtimale karşı” yakalaşımıyla belirli kritik parçaların güvenlik stoklarının tutulması, karşılaşılan bozulmalarda tedarik zincirindeki faaliyetlerin aksatılmadan yürütülmesini sağlayacaktır (Tang, 2006b: 38). Ancak bir firma, daha fazla emniyet stoku taşımak yerine, tedarik zinciri ortağı olan perakendeciler, tamir merkezleri vb. yerlere stoku paylaşmak için belirli stratejik merkezlere (depo, lojistik merkezleri, dağıtım merkezleri) stok yükleme yapabilir. Stratejik stoklama denilen bu uygulamada, stratejik noktalara aktarılan stoklar, firmanın bozulmadan etkilenen bölgeye bu stokları çabucak ulaştırabilmesine olanak sağlayacaktır (Tang, 2006b: 38).

(3) *Esnek tedarik temelli yaklaşım*, işletmelerin tek tedarikçi ya da belirli sayıdaki tedarikçi ile çalışıyor olmalarının ortaya çıkarabileceği olumsuzlukların önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Tek tedarikçi ile çalışmak firmanın maliyetlerini düşürmesine ve kalite avantajı elde etmesine olanak sağlamış olsa da talep dalgalanmaları ya da önemli bir bozulma meydana geldiğinde birtakım sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir (Sodhi ve Tang, 2012: 100). Ancak esneklik durumunda tedarikçi sayısında ve tedarikçiler arasındaki sipariş miktarlarında değişikliklere gidilmesi talep dalgalanmalarının ve bozulmaların önüne geçecektir (Rajesh, Ravi ve Venkata Rao, 2015: 240).

(4) *Yap veya Satınal*, tedarik kesintisi oluştuğunda şirketlerin üretimlerini hızla değiştirebilmek adına esneklik sunmaktadır. Belirli ürünleri işletmelerin kendi bünyelerinde üretilmesi, bir kısmının ise farklı firmalara ürettirilerek dış kaynak kullanımına gidilmesi, karşılaşılabilecek potansiyel aksamalara karşı tedarik zincirinin daha dirençli olmasını sağlayacaktır. Hewlett Packard’ın uygulaması bu stratejiye örnek teşkil

etmektedir. Hewlett Packard, mürekkep püskürtmeli yazıcılarının bir kısmını Singapur'daki fabrikasında üretirken, geri kalan kısmının üretimini de anlaşmalı olarak Malezya'daki üreticisine vermiştir. Benzer şekilde Zara ve Brooks Brothers moda ürünlerini fabrikalarında üretirlerken, temel ürünlerini Çin'deki tedarikçilerine yaptırmaktadırlar (Tang, 2006b: 39-40).

(5) *Ekonomik tedarik teşvikleri*, çoğu durumda pazarda sınırlı sayıda tedarikçinin bulunması nedeniyle alıcıların farklı tedarikçiler ile çalışmak istemesi lüks bir istek haline gelebilmektedir. Bu nedenle, farklı tedarikçiler ile çalışabilmek ya da tedarikçilere üretim esnekliğini kazandırabilmek bir takım ekonomik teşvikleri gerektirmektedir (Sodhi ve Tang, 2012: 101). Örneğin Intercon Japan firması, ana tedarikçisinin "tekeli" zihniyetine karşı yeni bir tedarikçiyi, Nagoya Steel'i farklı tipte kablo konnektörleri üretmek için ekonomik teşvikler sunmuştur. Nagoya Steel'i daha rekabetçi hale getirmek için, bu teşvikler arasında minimum sipariş miktarı, yeni çelik süreç teknolojisi hakkında teknik danışmanlık ve oluşacak pazar talebi hakkında bilgiler yer almıştır. Böylece Intercon Japan, kendisinin oluşturduğu yeni bir tedarikçi sayesinde maliyeti düşük tutmaları konusunda her iki tedarikçiye de baskı uygulayabilmiştir (Tang, 2006b: 40).

(6) *Esnek taşımacılık*, taşımacılık olanaklarının artırılmasını ve lojistik maliyetlerin düşürülmesini amaçlamaktadır (Rajesh, Ravi ve Venkata Rao, 2015: 241). Tedarik zinciri yönetiminde taşımacılık, zincirin zayıf halkasını oluşturur. Bu sorunun üstesinden gelebilmek taşımacılıkta esnek olmayı gerektirir. Tang, (2006b: 40-41) taşımacılıkta esnekliğin üç temel uygulamayla gerçekleştirilebileceğini ifade etmiştir. Bunlardan ilki, karayolu, demiryolu, hava veya deniz yollarından birinde meydana gelebilecek bir aksamaya karşı farklı modlarda taşımacılık yapabilme yani *çok modlu taşımacılık* olanağına sahip olmak. İkincisi, politik aksaklıkların (iniş hakları, işçi grevleri vb.) yaşanması durumunda malzemelerin sürekli akışını sağlamak için *çoklu taşıyıcı* kullanmak, yani birden fazla taşıma hizmeti sağlayıcısı ile anlaşmak. Üçüncüsü, zincir boyunca kesintisiz akışı sağlamak için taşımacılıkta alternatif ulaşım rotaları geliştirerek *çoklu rotalama* yetisine sahip olmaktır.

(7) *Dinamik fiyatlandırma ve promosyonlar yoluyla gelir yönetimi*; dinamik fiyatlandırma, bekletilmesi mümkün olmayan ürün ve hizmetler için kullanılan bir yöntemdir. Örneğin belirsiz bir taleple birlikte sınırlı sayıda koltuk satışı gerçekleştiren hava yolu şirketleri sınırlı arz ile belirsiz talebi karşılamak için bilet fiyatlarını değişken tutmaktadırlar (Sodhi ve Tang, 2012: 103). Dinamik fiyatlandırma, eğlenceden sağlık

sektörüne, taşımacılıktan enerji sektörüne kadar neredeyse her alanda önemli bir strateji haline gelmiştir (Kumar, 2016: 491). Dinamik fiyatlandırma ve promosyonlar, talep risklerinin azaltılmasında etkili bir yol olabilir. Özellikle perakendeciler, yaygın olarak bulunan ürünleri satın almaya teşvik etmek amacıyla fiyatlandırma mekanizmasını kullanmaktadırlar. Örneğin Dell, 1999'da Tayvan'da yaşanan deprem felaketinden sonra bazı tedarikçilerinden ürün alamaz duruma gelmişti. Bu durum karşısında Dell, derhal acil eylem planını devreye sokarak, mevcut tedarikçilerinden elde edebildiği bilgisayar parçalarını satın almak isteyen müşterilerine düşük fiyatlı parça hizmeti sunarak hem müşterilerini memnun etmiş hem de karşılaştığı bu tedarik krizini en az zararla atlatabilmeyi başarmıştır (Tang, 2006b: 41).

(8) *Çeşitlendirme planlaması*, özellikle perakendecilerin uygulayarak başarılı olabilecekleri bir stratejidir. Sergilenen ürünlerin değiştirilmesi, ürünlerin raflardaki konumları ve ürünlerin görünme sayısı gibi etkenler müşterilerin ürün tercihlerini ve talebi değiştirecektir (Tang, 2006b: 41). Dinamik çeşitlendirme planlaması, talep yönetimi kabiliyetini daha iyi hale getirerek, ürün talebi kontrolünü artırmaktadır. Ayrıca farklı ürün talepleri daha hızlı karşılanabilmektedir (Rajesh, Ravi ve Venkata Rao, 2015: 240).

(9) *Sessiz ürün sunma*; bu stratejide, yeni ürünler resmi bir duyuru yapılmaksızın piyasaya yavaş bir şekilde sürülür. Müşteriler, yeni bir ürünün pazara sunulduğunun tam olarak farkında değildirler. Müşteriler, stoklarda bulunmayan ya da aşamalı olarak üretimi durdurulan eski ürünleri satın almak yerine mevcutta olan ürünleri tercih ederler. Uygulanacak olan sessiz ürün çevirme stratejisi karşılaşılabilecek talep belirsizliklerinin önüne geçebilmektedir (Sodhi ve Tang, 2012: 103). Arz ve talebi daha iyi yönetme yeteneği sağlayacak plan sessiz ürün sunma stratejisi ürün etkisinin kontrolünü artıracaktır (Rajesh, Ravi ve Venkata Rao, 2015: 240).

Manuj ve Mentzer (2008: 142) ise, risk yönetim stratejilerini yedi kategoride değerlendirmişlerdir. Bunlar; kaçınma, erteleme, spekülasyon, korunma, kontrol, riskin paylaşılması/aktarılması ve güvenlik stratejileridir. Manuj ve Mentzer (2008: 142)'in ortaya koyduğu bu stratejilerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

(1) *Kaçınma stratejisi*, belirli bir ürünün üretilmesi ya da bazı coğrafi pazarda faaliyet gösterilmesi veya belirli tedarikçi ya da müşterilerle çalışması neticesinde ortaya çıkacak

risklerin kabul edilemez olduğu zamanlarda kullanılır (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Bu durumda işletme riskli tedarikçilerle ya da müşterilerle çalışmaktan kaçınılabilir.

(2) *Erteleme*, müşteri siparişleri alınıncaya kadar tedarik zincirindeki bazı faaliyetlerin yerine getirilmediği organizasyonel bir kavram olarak görülebilir (Jafari, Nyberg ve Hilletoft, 2016: 447). Esnekliğin sürdürülmesini ve ortaya çıkacak maliyetlerin geciktirilmesini amaçlayan erteleme stratejisi, çalışma koşullarında öngörülen belirsizliği göz önünde bulundurarak önemli faydalar sağlar. Ertelemeler, imalat, montaj ve paketleme aşamalarında uygulanır (Manuj ve Mentzer, 2008: 142).

(3) *Spekülasyon*, (varsayım veya seçici risk alma olarak da adlandırılır) ertelemenin tam tersidir. Spekülasyonda, kararlar öngörülen müşteri talebi üzerine yapılır. Burada amaçlanan, tedarik zinciri kaynaklarının firmaya rekabet avantajı sağlayan belirli ürün ve müşterilere yönlendirilmesidir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142).

(4) *Korunma*, menkul kıymet, para birimi veya emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanabilecek zarar olasılığını sınırlamak veya dengelemek için kullanılan bir risk yönetim stratejisidir. Bu strateji uygulanırken çok çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte en temel yaklaşım, farklı pazarlarda zıt ve eşit pozisyonların alınmasıdır (Schlegel ve Trent, 2015: 118). Tedarik zinciri bağlamında korunma stratejisi, küresel çapta dağılmış tedarikçilerin, müşterilerin ve tesislerin vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Çünkü tek bir olumsuz olayın (kur dalgalanması veya doğal afet gibi) gerçekleşmesi küresel çaptaki tüm işletme varlıklarını aynı zamanda ve benzer ölçüde etkilemesi beklenemez. Örneğin işletmenin, birden fazla tedarikçi ile çalışması, kalite, miktar, bozulma, fiyat ve fırsatçılık risklerine karşı önlem olarak uyguladığı bir çeşit korunma stratejisidir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Veya aynı bölgedeki tedarikçi ile faaliyetleri tek bir proje veya işle sınırlandırmak bir diğer korunma stratejisi örneğidir (Khan ve Zsidisin, 2012).

(5) *Kontrol*; işletmeler, belirsizlikleri pasif bir şekilde ele almaları gereken kısıtlamalar olarak değerlendirmek yerine, çeşitli risk kaynaklarının neden olacağı beklenmedik olayları kontrol etmeye çalışabilirler (Jüttner, Peck ve Christopher 2003: 206). Dikey entegrasyon sayesinde kontrol artırılarak, talep ve tedarik hatalarından kaynaklanan riskler azaltılabilir. Ancak bu durum değişken maliyetleri sabit maliyetlere dönüştürecektir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Kontrol stratejileri uygulamaları kuruluşlar arasında oldukça yaygındır. Dikey entegrasyon, stoku artırmak ve tampon stok kullanmak, üretimde, depolama faaliyetlerinde, elleçlemede ve taşımacılıkta kapasiteyi

yüksek tutmak ve tedarikçilere sözleşmeye dayalı yükümlülükler vermek kontrol stratejisi uygulamalarıdır (Jüttner, Peck ve Christopher 2003: 206).

(6) *Riskin paylaşılması ya da aktarılması*, riskin azaltılması veya hafifletilmesi için riskin bir kısmının aktarılması veya paylaşılmasını içerir (Schlegel ve Trent, 2015: 20). Bir tedarik zincirindeki risklerin aktarılması ve/veya paylaşılması, dış kaynak kullanımı, işin farklı bir ülkede yapılması ve sözleşmeler yoluyla gerçekleştirilir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Ürün geliştirme maliyetlerini tedarikçilerle paylaşmak veya sigorta yaptırmak risk paylaşım örnekleridir (Schlegel ve Trent, 2015: 20). Tedarik zinciri ortaklarıyla risk paylaşımı, tedarik zinciri ağı için önemli faydalar sağlayabilir (Fang ve Shou, 2015). Bu faydalar; arz ve talepteki belirsizliklerin, siyasi karışıklıkların, döviz kuru dalgalanmalarının ve fiyat dalgalanmalarının olumsuz etkilerinin azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesidir (Ghadge vd. 2017: 263).

(7) *Güvenlik*; Konteynır güvenliği konusundaki girişimler, riskli gönderilerin tanımlanmasını sağlayan teknolojik gelişmeler, terörizme karşı gümrük ticareti ortaklığı (CTPAT) gibi düzenlemeler, uzun vadede küresel ticaretin güvenliğini artıracak olan stratejik uygulamalardır (Manuj ve Mentzer, 2008: 143).

Tedarik zinciri risk azaltma stratejilerinin sınıflandırılması konusunda literatürde farklı yaklaşımlara yer verilmiştir. Bunlardan ilki tedarik zinciri risk azaltma stratejilerini “yedekleme ve esneklik” olarak iki temel kategoride değerlendiren yaklaşımdır (Sheffi ve Rice Jr, 2005: 44; Talluri vd., 2013: 257; Chang, Ellinger ve Blackhurst, 2015: 645). Yedekleme en basit anlamda kaynakların fazlaştırılması anlamına gelmektedir (Marley, Ward ve Hill, 2014). Yedekleme yaklaşımında bazı kaynakların rezervini oluşturarak herhangi bir bozulma durumunda kullanım amaçlanmaktadır. Stratejik stok seviyesinin artırılması, emniyet stoklarının oluşturulması, çoklu tedarikçi uygulamaları ve kapasite artırımı en yaygın görülen yedekleme stratejileridir (Sheffi ve Rice Jr, 2005: 44). Esneklik ise, bozulmalara hızlı bir şekilde yanıt verebilmek ve tedarik zincirinin sürekliliğini sağlamak için örgüt içi ve örgütler arası birtakım yeteneklerin geliştirilmesidir (Zsidin ve Wagner, 2010: 3). İşbirliği ve entegrasyonun teşvik edilmesi, zincir üyelerinin bilgi paylaşımı konusunda cesaretlendirilmesi ve tepkiselliğin artırılması esneklik stratejilerindendir (Chang, Ellinger ve Blackhurst 2015: 645).

Başka bir yaklaşım ise, tamponlama ve köprü kurma stratejileridir (Bode vd., 2011: 834; Mishra vd., 2016: 184). Terminolojideki farklılıklara rağmen tamponlama stratejisi

yedekleme stratejisiyle, köprü kurma stratejisi ise esneklikle örtüşmektedir (Chang, Ellinger ve Blackhurst, 2015: 645). Tamponlama stratejisinde, kaynakların artırılması (stoklar, tedarikçiler ve kapasite vb.) ön planda tutulurken, köprü kurma stratejisinde, tedarik zinciri tarafları ile güçlü ilişkiler oluşturarak risklerin üstesinde gelinmesi amaçlanmaktadır (Mishra vd., 2016: 184).

Risk azaltma stratejilerini reaktif ve proaktif yaklaşımla sınıflandıran çalışmalarda bulunmaktadır. Reaktif yaklaşımda, riskli bir olay meydana gelemeden önce herhangi bir faaliyet gerçekleşmez. Bunun yerine olay meydana geldikten sonra olumsuz etkisini azaltmak için birtakım uygulamalar gerçekleştirilir (Kırılmaz ve Erol, 2017: 58). Reaktif yaklaşım, riskleri kontrol etmek yerine, duruma tepki göstermek şeklinde hareket etmeyi amaçlar (Mangla, Kumar ve Barua, 2014: 207). Proaktif yaklaşımda ise, risk olayı meydana gelmeden önce risk azaltma planları uygulanır (Kırılmaz ve Erol, 2017: 58). Proaktif yaklaşım, risklere ve belirsizliklere karşı öncesinde alınacak tedbirleri içermektedir. Schlegel ve Trent (2015: 21)'e göre önleyici (proaktif) yaklaşımların tüm riskler için uygulanmayacağı, bunun yerine başarılı şirketlerde olduğu gibi proaktiflikle reaktifliğin birlikte kullanılması daha uygulanabilir ve yararlı olacaktır.

Birçok makalede, tedarik zinciri risk azaltma stratejilerine değinilmektedir. Rajesh, Ravi ve Venkata Rao (2015: 240), yaptıkları çalışmada, literatürde yer alan tedarik zinciri risk azaltma stratejilerini derlemişlerdir. Yazarların sundukları bu stratejiler ve açıklamaları Tablo 16'da gösterilmektedir.

Tablo 16: Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri

Risk Azaltma Stratejileri	Açıklamaları
Tedarik zinciri tasarımının düzenlenmesi	Paralel yollar oluşturma Tedarik zincirlerinin uzunluğunun azaltılması
Esnek tedarik	Fazladan tedarikçiye sahip olunması Tedarikçiler arasında sipariş miktarlarının değiştirilmesi
Esnek tedarik sözleşmeleri	Bağlayıcı yükümlülükleri olan sözleşmelerin uygulanması Sipariş miktarlarında değişikliklerin yapılması
Dinamik ürün çeşitlendirme	Ürün talebi kontrolünün artırılması Talebi yönetmede daha yetenekli olunması Farklı ürün taleplerini hızlı yanıt verilebilmesi
Biriktirilmiş/ Havuz Talep Oluşturma	Kapasite riskinin azaltılması Envanter riskinin azaltılması

Kapasite artırımı	Kapasite artırımı Büyük talep dalgalanmalarına karşı hızlı tepki verilmesi Tedarik riskinin ve gecikmelerin azaltılması
Standartlaştırma	Birbirleriyle değiştirilebilir ürünlerin montajının yapılması Envanter seviyesinde azalması
Çevikliğin artırılması	Ticari ürünlerde tepkisellik yerine maliyetin tercih edilmesi Kısa ömürlü ürünlerde maliyet yerine tepkiselliğin tercih edilmesi
Eşzamanlı süreçleme	Esnek üretim sistemleri yoluyla esnek süreç adaptasyonu Görevler sıralı yerine paralel gerçekleştirilebilir
İşbirliğinin artırılması	İş ortakları arasında güven artırılması, Riskten korunma olanaklarının sunulması
Kamçı etkisinin azaltılması	Kapasite ve envanter görünürlüğünün artırılması Bilgi bozulmalarını azaltılması Ürün kıtlığı zamanlarında abartılı talebin azaltılması
Çapraz eğitilmiş çalışanlar	Tek iş yapan çalışanların farklı işleri yerine getirmek üzere eğitilmeleri
Erteleme	Ürün esnekliğinin artırılması Arz yönetim kabiliyetinin geliştirilmesi Ürün konfigürasyonundaki değişikliklerin daha hızlı yapılması
Ürün çeşitliliğinin rasyonelleştirilmesi	Ürün seçimini ayarlayarak riskleri azaltılması Ürün bulunabilirliğinin artırılması
Stratejik stoklama	Yüksek riskli ürünler için stokta tutulmaması Tedarik yönetiminin iyileştirilmesi Kötü koşullar altında pazar talebinin hızlı bir şekilde karşılanması
Esnek taşımacılık	Taşımacılık kabiliyetlerinin artırılması Lojistik maliyetlerinin azaltılması
Gelir yönetimi	Ürün talebinin kontrolünün artırılması Talebi yönetme yeteneğinin geliştirilmesi
Sessiz ürün sunma	Ürünün ortaya çıkarılmasında kontrolü artırılması Arz ve talebin yönetilmesinde daha kabiliyetli olunması
Daha fazla müşteri hesabına sahip olma	Alacak risklerinin azaltılması Geciktirilmiş farklılaştırma seçeneklerinin artırılması
Tepkisel fiyatlandırma stratejisi	Farklı ürünlerin üretim miktarlarını değiştirilmesi Farklı ürünlerdeki talebinin değiştirilmesi
Sigorta kullanımı	Süreçlerde sorun yaşandığında tazminatın sunulması Riskin etkilerini engellemeye çalışarak riskle başa çıkılması

Kaynak: Rajesh, R., Ravi, V. & Venkata Rao, R. (2015). Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches. *International Journal of Production Research*, 53(1), 238-257.

Tedarik zinciri risk azaltma stratejilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise, 2000 ila 2015 yılları arasında tedarik zinciri risk yönetimi stratejileri kapsamında yayınlanmış 86 akademik makale üzerinde derinlemesine sistematik incelemesi gerçekleştirilmiştir (Kilubi, 2016: 604). İncelenen makalelerde en fazla konu edilen stratejilerin kategorize edildiği çalışmada, sıklıklarına göre 8 adet strateji belirlenmiştir. Taranan makalelerde en fazla incelenen stratejiler şu şekilde sıralanmıştır (Kilubi, 2016: 616);

(1) *Görünürlük ve şeffaflık* (n=26), bilgi paylaşımını ve güçlü iletişimi gerektirir. Mobil araçlar, gelişmiş bilgi sistemleri, RFID teknolojileri gibi araçların kullanımı risk olasılıklarını minimize etmektedir.

(2) *Ortaklıklar/İlişkiler* (n=16), tedarikçi ilişkileri yönetimi bağlamında değerlendirildiğinde, tedarik yönlü belirsizliklerin azaltılması, zamanında teslim ve yüksek kalitenin sağlanmasına yardım etmektedir. Temel tedarikçilerle kurulacak yakın ilişkiler, güçlü bağların kurulmasına ve bilgi paylaşımının artmasını sağlamaktadır.

(3) *Esneklik* (n=15), kaçınılmaz olan değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmek için tepkisel üretim süreçlerinin oluşturulmasını sağlamaktadır.

(4) *Yedekleme (envanter)* (n=13), beklenmedik bozulmalardan korunmak talep değişkenliğinden zarar görmemek için güvenlik stoklarının oluşturulmasıdır.

(5) *İşbirlikleri* (n=10); Tedarik zincirinin çevresel değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verebilme becerisini artıran ortak süreç yenilikleri, araştırmalar ve ortak ürün tasarımı, işbirliği stratejisi uygulamalarıdır.

(6) *Erteleme* (n=10), temel materyallerin, alt montaj parçalarının ve modüllerin son siparişe göre konfigüre edilmesidir.

(7) *Çoklu tedarik ve esnek sözleşmeler* (n=9), kalite sorunları ya da teslimat gecikmeleri yaşandığında diğer bir satıcının hazır bulundurulmasıdır.

(8) *Ortak planlama ve koordinasyon* (n=8); Tedarik zincirinde riskler tüm zincir boyunca yayılır ve bu risklerin üstesinden gelmek için müşterek problem çözümleri gerektirir.

Tedarik zinciri risk azaltma bağlamında 126 makalenin kapsamlı literatür taramasının yapıldığı bir çalışmada risk azaltma stratejileri; sağlam/dirençli tedarik zinciri ağ tasarımı ve risk yayılımı analizi, tedarikçi seçimi ve sipariş karşılama, güvenilir tesis konumu/takviye ve envanter yönetimi, koordinasyon, fiyatlandırma ve risk paylaşım sözleşmeleri olarak tanımlanmıştır (Rajagopal, Venkatesan ve Goh, 2017: 652).

İşletmelerin farklı performans hedeflerine ulaşabilmek için risk azaltma stratejilerini nasıl kullanacağını araştırdığı bir çalışmada, çoklu tedarik, esnek tedarik sözleşmeleri, tedarikçi seçimi, erteleme, tepkisel fiyatlandırma, esnek üretim, kontrol stratejileri, sağlam tedarik zinciri stratejileri, işbirliği ve koordinasyon, tedarik zinciri risklerini azaltan stratejiler olarak ifade edilmiştir (Wang, Tiwari ve Chen, 2017: 1025). Sağlam, Çankaya ve Sezen (2020), çalışmalarında risk azaltma stratejileri olarak; işbirliği, esneklik, dirençlilik, tepkisellik, çoklu tedarik ve çevikliği önermişlerdir. Tarei, Thakkar ve Nag (2020) ise risk azaltma stratejilerini; göz ardı etme, kontrol, kabul etme, azaltma, transfer ve kaçınma olarak sınıflandırmıştır.

Bu bölümde son olarak literatürdeki tedarik zinciri risk azaltma stratejileri incelenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında ise mevcut literatürden yola çıkılarak belirlenen risk, risk faktörleri ve risk azaltma stratejileri uzman değerlendirmelerine dayalı iki aşamalı eleme işleminden geçirilmiştir. Böylece modelde değerlendirilecek olan değişkenler belirlenmiştir.

BÖLÜM 3: BAYES YAKLAŞIMI VE BAYES AĞLARI

Bu bölümde, Bayes ağlarının daha iyi anlaşılabilmesi için Bayes teoremi konusuna değinilmiştir. Ardından, Bayes ağları, yapısı, özellikleri, avantajları ve sınırlamaları anlatılmıştır. Son olarak Bayes ağlarının kullanım alanları anlatıldıktan sonra, yöntemin kullanıldığı tedarik zinciri risk yönetimi alanındaki çalışmalar incelenmiştir.

3.1. Bayes Teoremi ve Yaklaşımı

Bir disiplin olarak istatistik, birbiriyle rekabet halinde olan iki ana düşünce okulundan oluşur. Bunlar frekansçı veya klasik yaklaşım ve Bayesci yaklaşımdır (Glickman ve van Dyk, 2007: 319). Bayes yaklaşımının özünde Bayes teoremine dayandırılarak yapılandırılmış bir yaklaşım sistemi vardır (Ekici, 2009: 90). Klasik ve Bayesci yaklaşım arasındaki temel fark olasılık anlayışlarıdır. (Glickman ve van Dyk, 2007: 319). Klasik yaklaşım, olasılığı uzun dönemli bir frekans olarak yorumlar. Hipotez testi ve güven aralıklarını temel çıkarım yöntemi olarak kullanır. Klasikçilere göre veriler tekrarlanabilir rastgele bir örnektir ve bu tekrarlanabilir süreç sırasında temeldeki parametreler sabit kalır. Öte yandan, Bayesci yaklaşımda, verileri toplamadan önce olasılık hakkında bir önsel inanç vardır. Bu olasılık tanımı genellikle subjektif olasılık olarak adlandırılır. Verileri, gerçekleştirilmiş bir örnekten alınan gözlemler olarak kabul eder (Glickman ve van Dyk, 2007: 319-320; Tekin, 2016: 11-12). Bayesci teori, belirli bir konu hakkındaki önceden sahip olduğumuz bilgileri göz önüne alarak, belirli sonuçlara inandığımız düşüncesine odaklanır. Bununla birlikte, başka olaylar meydana gelirse, aynı olaylara ilişkin ilk inançlarımızı değiştirme eğilimimiz vardır (Garvey, Carnovale ve Yeniyurt, 2015: 620).

Bayes teoremi, Thomas Bayes'in 1763 yılında yayınlanmış olan "Bir problemi şanslar öğretisi ile çözmek" (Essay towards solving a problem in the doctrine of chances) adlı makalesiyle ortaya çıkmıştır (Yörükoğlu, 2013: 163). Ancak, her ne kadar saygın matematikçiler tarafından yaklaşıma ilgi duyulmuş olsa da ortaya atıldığı dönemde çok büyük yankı uyandırmayan Bayes yaklaşımı üzerine kapsamlı araştırmalar, ilerleyen zamanlarda farklı bilim adamlarının katkılarıyla gerçekleştirilmiştir (Demirci, 2016: 440). İlk olarak 1781'de Laplace, Bayes yaklaşımını kabul ederek, kuramın genelleştirilmesini ve farklı alanlarda (mekanik, tıbbi istatistik gibi) kullanımını sağlamıştır (Yücebaş, 2006: 92). Fakat 20. yüzyılın başlarında istatistikçiler Bayes

yaklaşımını görmezden gelmiş veya karşı çıkmışlardır. Neyse ki, bu dönemde, Harold Jeffreys (fizikçi) ve Arthur Bowley (ekonometrist) olmak üzere birçok önde gelen istatistikçi Bayes fikri (ki buna "ters olasılık" demişlerdir) adına lobi yapmaya devam etmişlerdir. Ardından, 1950'lerden itibaren L.J. Savage, Bruno de Finetti, Dennis Lindley, Jack Kiefer gibi birçok istatistikçi klasik yaklaşımdaki eksikliklere karşı Bayes yöntemleri savunmaya başlamışlardır (Carlin ve Louis, 2000: 5)

Bayes teoremi, yıllar içerisinde yapılan yeni uygulamalarla oldukça gelişerek birçok bilim dalında kendini gösteren ve farklı kavramlarla desteklenerek çeşitli problemlerin çözümünde kullanılan önemli bir araç haline gelmiştir. Özellikle, Bayes yöntemlerinin teknik uygulanabilirlikleri özel bilgisayar programlarının kullanımıyla artış göstermiştir.

3.1.1. Bayes Teoremi

Bayes teoremi, yeni bir delil ortaya çıktığında o ana kadar ki inançlarımızı nasıl değiştirmemiz gerektiğini açıklayan ve yeni bilgiler ile hali hazırda bulunan bilgilerin birleştirilmesini sağlayan matematiksel bir kuraldır (Yücebaş, 2006: 96). Akar ve Gündoğdu (2013: 9), matematiksel istatistiğin önemli bir teoremi olarak ifade ettikleri Bayes teoremini şu şekilde açıklamışlardır: Bu teorem, herhangi bir durumun modelini oluşturmada evrensel doğruları ve gözlemleri kullanarak sonuçlar üretmeyi amaçlar. Kesin olmayan bir bilginin tahmininde, sübjektif görüşlerden ve gözlemlerden yararlanılıyor olması bu yaklaşımı, klasik istatistiksel yöntemlerden ayırmaktadır. Teori, belirsizlik durumunda bir inancın (örneğin, bir işletmenin gelecek yıl hisse senedi fiyatlarında meydana gelecek %10'dan fazla düşüş beklentisi) güncellenmesi için durum hakkında yeni kanıtlara (işletmenin ilk çeyrekteki hisse senedi değerinin beklenenden daha iyi olması gibi) ulaşıldıkça rasyonel ve tutarlı tahminlerin yapılmasını olanaklı kılmaktadır (Fenton ve Neil, 2012:1).

Bayes teoremi, bir rassal değişken için, olasılık dağılımı içerisinde yer alan koşullu ve marjinal olasılıklar arasında yer alan ilişkiyi göstermektedir (Baş, 2015: 47). Önsel bilgilerin toplanmasından sonra parametreler hakkında önsel bilgilerden yararlanarak yorum yapabilmemizi sağlayan ve sayısal çıkarsamadan sözel yoruma adım atan yardımcı bir teoremdir (Aktaş, 2008: 4).

Bayes teoreminin temelleri şu şekilde ifade edilir (Cengiz vd., 2012: 16):

1. θ için, $\pi(\theta)$ ile gösterilen bir olasılık dağılımı formüle edilerek bu dağılıma, “önsel dağılım” veya sadece “önsel” olarak ifade edilir. Veri bilinmeden önceki parametre hakkındaki bilgiler önsel dağılımla belirtilir.

2. Gözlemlenmiş y veri seti için, θ verildiğinde y ’nin dağılımını tanımlayan bir “ $p(y|\theta)$ olabilirlik fonksiyonu” belirlenir.

3. Önsel dağılım ve olabilirlik fonksiyonu güncellenerek “ $p(\theta|y)$ sonsal dağılımı” hesaplanır ve θ hakkındaki bütün istatistiksel çıkarımlar sonsal dağılımdan elde edilir.

Bayes teoreminin tanımında θ parametre vektörünü, y gözlemleri temsil etmektedir. Buna göre Bayes teoremi aşağıda gösterildiği gibidir (Gelman vd., 2014: 6-7):

$$p(\theta|y) = \frac{p(y|\theta) p(\theta)}{p(y)}, \quad p(y) > 0 \quad (3.1)$$

$p(\theta|y)$: θ ’nın y kanıtından sonraki (sonsal) olasılığı (y olduğu zaman θ ’nin gerçekleşme olasılığı)

$p(y)$: y ’nin θ kanıtından önceki (önsel) olasılığı, y ’nin olma (marjinal) olasılığı

$p(y|\theta)$: y kanıtının θ olayının gerçekleşmesi için oluşma olasılığı

(3.1)’de verilen formül iki olasılık kuralı ile elde edilmektedir.

$$p(\theta, y) = p(y|\theta) p(\theta) \quad (3.2)$$

$$p(\theta|y) = \frac{p(\theta, y)}{p(y)} \quad (3.3)$$

(3.2)’deki formül (3.3) eşitliğinde yerine konulduğunda, (3.1)’deki parametre vektörüne ait sonsal dağılım elde edilmektedir. Burada θ ’ya göre sabit terim olarak algılanabilen gözlemlerin marjinal dağılımı olan $p(y)$,

$$p(y) = \int p(y|\theta) p(\theta) d\theta \quad (3.4)$$

olarak elde edilmektedir (Lynch, 2007: 51).

Burada $p(y)$, sonsal dağılımın integralinin bire eşit olmasını sağlayan sabit bir terimdir ve literatürde normalleştirme katsayısı olarak isimlendirilir. Bayesci analizlerde amaç, θ ’nın dağılımını elde etmek olduğu için (3.1) formülünde belirtilen $p(y)$ terimi ihmal edildiğinde aşağıda verilen orantısal sonuç elde edilir:

$$p(\theta|y) \propto p(y|\theta) p(\theta) \quad (3.5)$$

Bunun anlamı, sonsal bilginin, önsel bilgi ve örneklemden gelen bilginin çarpımına orantısal olarak eşit olmasıdır (Lynch, 2007: 51).

Bayes formülü, gözlemlerin ardışık olarak elde edildiği uygulamalarda sonsal dağılımın güncellenmesi için tekrarlı bir mekanizma sağlayabilir. Her yeni gözlemle birlikte sonsal dağılım güncellenir ve önceki sonsal dağılım önsel dağılıma dönüşerek aşağıdaki zincir formül meydana getirilir (Sunar, 2009: 9).

$$p(\theta) \Rightarrow p(\theta|y_1) \Rightarrow p(\theta|y_1, y_2) \Rightarrow p(\theta|y_1, y_2, y_3) \Rightarrow \dots \quad (3.6)$$

Bayes teoreminin ardışık olarak uygulanması temel bir uygulamadır. Bayesci istatistiksel çıkarımda (3.5) formülü ile elde edilen sonsal dağılım, başlangıç olarak ele alınabilir. Yeni gözlem verileri elde edildikçe sonsal dağılım güncellenir ve elde edilen sonsal dağılımlardan parametreler için sonsal bilgiler elde edilir. Ve elde edilen bu bilgilerin de anlamlı bir şekilde yorumlanması gerekir (Sunar, 2009: 9).

3.1.2. Önsel Dağılım, Sonsal Dağılım ve Olabilirlik Fonksiyonu

Bayesci yaklaşım ile klasik yaklaşım arasındaki fark, parametreleri rastlantı değişkeni olarak modele dahil etmesidir ki bu değişkenlere, önsel dağılımlar denilmektedir. Önsel dağılım, veriler gözlemlenmeden önce model parametreleri hakkında mevcut bilginin durumunu temsil etmektedir (Glickman ve van Dyk, 2007: 319). Araştırmacının fikirlerinden, uzman görüşlerinden veya benzer çalışmalardan elde edilmiş veriler önsel dağılımı oluşturabilir (Avcı, 2012: 12).

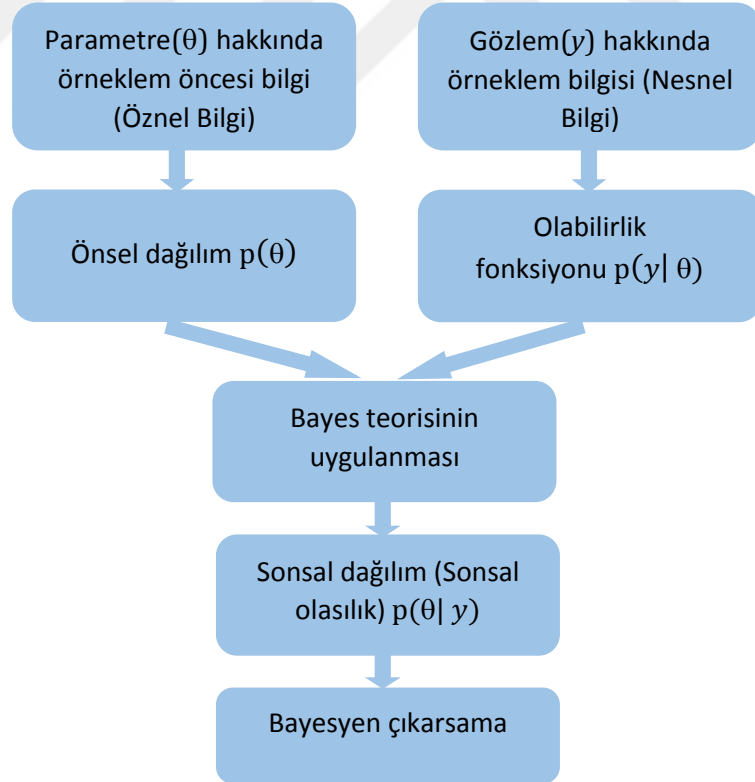
Seçilen önsel dağılımın temel noktası, veri modeli hakkında önsel inançları sunmasıdır. Önsel inançlar ortak bir dağılıma uyacak şekilde ortalama ve varyans gibi momentlere dönüştürülebilir. Farklı önsel dağılım seçimleri aynı veriden farklı sonuçlar meydana getirebilir (Tekin, 2016: 12).

Son bilgi dağılımını belirlemesi ve analize dahil edilmesi nedeniyle ön bilgi dağılımının modelin yapısına ve tahmin edilen parametrelerin özelliğine göre belirlenmesi gerekmektedir (Gündoğdu, 2016: 24). Önsel dağılımın yanlış belirlenmesi yanlış çıkarsamalara neden olacağı için önsel dağılım seçimi dikkatli bir biçimde gerçekleştirilmelidir (Avcı, 2012: 12).

Önsel dağılımlar, bilgi verici(informative) ve bilgilendirici olmayan (noninformative) olarak iki temel kategoriye ayrılmıştır (Glickman ve van Dyk, 2007: 322).

Bilgi verici önsel dağılım, olabilirlik fonksiyonu tarafından etkisi azaltılmayan önsel dağılımdır. Bu tip önseller deneyimlerden, benzer geçmiş çalışmalardan ve uzman görüşlerinden elde edilen bilgi çerçevesinde belirlenirler. Daha önceki benzer çalışmaların meta analizinin yapılması, verinin histogramının çizilmesi veya kesikli önsel dağılımın kullanılması yardımıyla bilgi verici önsel dağılımlar belirlenebilir (Avcı, 2012: 13).

Bilgilendirici olmayan önsel dağılım, parametrenin tanımlı olduğu aralık bilgisi dışında başka bir bilginin olmaması durumunda kullanılmaktadır. Bilgilendirici olmayan önsel dağılım, çalışmalarda en yaygın kullanılan önsel dağılım türüdür (Avcı, 2012: 10). Bu dağılımın kullanılması durumunda, Bayes tahminleri ile klasik istatistik ile elde edilen tahminler arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlenir. Bunun nedeni ise mevcut verinin sağladığı bilgi dışında başka bilginin kullanılmamasıdır (Gündoğdu, 2016: 26).



Şekil 14: Bayesyen Çıkarsamanın Aşamaları

Kaynak: Gündoğdu, S. (2016). *Balıklarda büyüme parametrelerinin bayesyen istatistiksel yöntemle tahmini*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Olabilirlik fonksiyonu, parametrelere verilerinden yararlanarak örneklemin olabilirliğini ortaya koyar. Olabilirlik fonksiyonu meydana getirilirken objektif verilerden istifade edilir (Çevik, 2009: 5).

Önsel bilgiler ve örneklemden elde edilen bilgiler bir araya getirilerek sonsal dağılım bulunur. Ön olasılıkların yenilenmesini sağlayan sonsal dağılım, önsel dağılım ve olabilirlik fonksiyonunun çarpımı ile elde edilir (Çevik, 2009: 5). Sonsal dağılım, tahmin edilecek parametre hakkındaki tüm bilgileri içermektedir ve istatistiksel olarak gösterimi 3,5'deki formülde ifade edilmiştir (Demirci, 2016: 445). Bayesyen çıkarsamanın aşamaları Şekil 14'te gösterilmektedir.

3.2. Bayes Yaklaşımı ile Klasik Yaklaşımın Farkları

İstatistik biliminin gelişiminde temelde iki farklı yaklaşımın olduğu söylenmektedir. Bunlar; Klasik (Frekansçı, Berkeley istatistiği veya Geleneksel) yaklaşım ve Bayesyen yaklaşımıdır (Glickman ve van Dyk, 2007: 319). Ve sözü edilen bu iki yaklaşımın arasında birçok farklılıklar bulunmaktadır.

Herhangi bir durumun modelinin oluşturulmasında evrensel doğruları ve gözlemleri kullanan Bayes teoreminin, kesinlik içermeyen bir bilginin tahmininde, gözlemleri ve sübjektif görüşleri kullanıyor olmasının klasik istatistiki yöntemlerden en önemli farklılığı olduğu ifade edilmektedir (Gündoğdu, 2016: 1). Klasik yaklaşım, tümdengelim yöntemiyle paralellik gösterirken, Bayes yaklaşımı tümevarım yöntemine dayanmaktadır (Ekici, 2009: 91).

Verilerin gerekli varsayımları sağlaması durumunda istatistiksel modelin kurulabildiği klasik yaklaşımda, modele ait parametre tahminleri yapılabilir. Önsel bilginin kullanıldığı Bayesci yaklaşımda ise, model kurulumu koşullu olasılığa dayandırılmaktadır (Avcı, 2012: 10). Çünkü Bayes yaklaşımında bir olayın olasılığı, o olaya ilişkin inanç derecesi (ön bilgi, prior) ve denemelerden elde edilen sonuçların (verinin) birleştirilmesinden meydana gelmektedir (Ekici, 2009: 91).

Klasik yaklaşımda yöntemler mümkün gözüken bütün tesadüfi örneklerle uygulandıktan sonra sonuçların performansına bakılarak yeni yöntemler geliştirilir. Bayes yaklaşımında ise olasılıklar doğrudan probleme uygulanmakta ve araç olarak sadece Bayes teorisi kullanılmaktadır (Spanos, 2003: 569; Saçaklı Saçıld, 2011: 31).

Bayes yaklaşımında, olasılık hesaplanırken, deneme yapılan paranın ya da zarın hilesiz olması gibi başlangıç varsayımlarına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bunun nedeni, pratikte bu konuyla ilgili varsayımların ön bilgi ile zaten biliniyor olmasıdır. Örneğin araştırmacı hilesiz bir zar olduğunu düşünüyorsa ön olasılık 1/6 olurken, hileli bir zar ile yapılan denemde bu olasılık 2/6 olabilmektedir. Öte yandan Klasik yaklaşımda bu olasılık her zaman 1/6'dır (Ekici, 2009: 92).

Bayes istatistiğinde doğrulamalar yaparak ilerlenir ve “1” olasılığına yani kesinliğe ulaşmak amaçlanır. Klasik istatistikte, yanlışlama esas olduğundan “0” olasılığına ulaşmak esastır (Ekici, 2009: 91). Tablo 17’de “t” bir teori ve “g” onunla ilgili gözlemler olmak üzere iki farklı yaklaşıma göre sürecin nasıl olduğu gösterilmektedir.

Tablo 17: Klasik ve Bayes Yaklaşımına Göre Olasılık Süreçleri

Klasik Yaklaşımda	Bayes Yaklaşımında
Varsayımlarla	Varsayımlarsız
Deneme	Deneme
Yanlışlama	Doğrulama
$p(t, g)$	$\frac{1}{2} < p(t, g) < 1$

Kaynak: Ekici, O. (2009). İstatistikte bayesyen ve klasik yaklaşımın kavramsal farklılıkları. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2)1, 89-101.

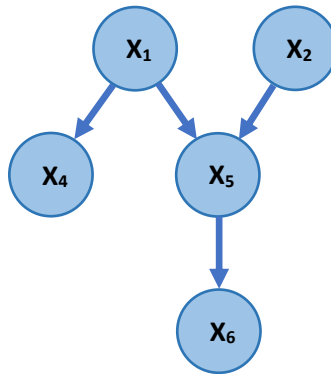
Klasik istatistikçiler, Bayesci yaklaşımın kullandığı önsel dağılımın subjektif olmasıyla elde edilecek olan bilginin kişiden kişiye değişebileceği yönünde itirazları bulunmaktadır. Ancak bu konuda, Bayesçi olmayan bilim adamı Freedman’ın “verilerden çıkarsamalar yapılacağı zaman, en muhafazakâr klasik istatistikçinin bile, bazı varsayımları ve önsel bilgileri kullanmak zorunda kalacaktır” şeklindeki açıklaması önsel bilginin ve birtakım varsayımların kaçınılmazlığını ve önemini göstermektedir (Sunar, 2009: 6).

3.3. Bayes Ağları (Bayes İnanç Ağları)

Geçmiş verileri ve uzman görüşlerini kullanarak sonuçların elde edilmesine olanak sağlayan Bayes ağlarının temeli Bayes teoremine dayanmaktadır (Fenton ve Neil, 2012:1). Bilgi tabanlı sistemlerdeki belirsizliklerden sonuçlar çıkarılmasında önemli bir metot olan Bayes ağları, ilk olarak 1980’lerde temelinde istatistiki ve yapay zekayı barındıran grafiksel bir yapı olarak ortaya çıkmıştır (van der Gaag, 1996: 1; Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 181). Risk değerlendirme ve belirsizliklerin çözümünde güçlü bir teknik olarak kabul edilen Bayes ağları, tıbbi tanı, güvenlik değerlendirmesi, hukuk,

adli tıp, satın alma ve yazılım kalitesi gibi konuların yer aldığı çeşitli uygulama alanlarında kullanıcı dostu yazılım araçlarıyla karar destek sistemi olarak kullanılmaktadır (Fenton ve Neil, 2012:1). Çeşitli alanlarda yapılan çalışmalarda, özellikle risk ve bilginin modellenmesinde Bayes ağları kullanılmıştır (Garvey, Carnovale ve Yenyurt, 2015: 619). Belirsizliklerin ve karmaşık alanların modellenmesinde popüler bir metot olan Bayes ağları, gözlem verileri ve uzman değerlendirmeleri gibi farklı bilgi kaynaklarını entegre ederek kullanabilmektedir (Hosseini ve Barker, 2016: 72). Qazi vd. (2017: 190) yaptıkları çalışmada, riskler ve stratejiler arasındaki karşılıklı bağımlılıkların incelenmesinde en iyi modelleme tekniklerinden birinin de Bayes inanç ağları olduğunu ifade etmişlerdir.

İstatistiksel değişkenler kümesinin, bileşik olasılık dağılımının gösterilmesinde güçlü bir biçimsellik sunan Bayes ağları, etkin olasılıksal çıkarımlar için algoritmaların oluşturulmasını sağlamaktadır (van der Gaag, 1996: 1). Bayes Ağları (*Bayesian Networks*) ya da Bayes İnanç Ağları (*Bayesian Belief Network*), düğümlerin değişkenleri temsil ettiği yönlendirilmiş döngüsüz diyagramlardır (*Directed Acyclic Graph*). Diyagramdaki oklar, bağlantılı değişkenler arasında doğrudan nedensel etkilerin varlığını simgeler ve bu etkilerin güçleri koşullu olasılıklarla ifade edilir (Pearl, 1988: 117). Değişkenlerin, düğümlerle ifade edildiği, değişkenler arası olasılıksal bağımlılığın ise yönlü oklar aracılığıyla gösterildiği yönlendirilmiş döngüsüz diyagrama Bayes ağı denmektedir (Pearl, 1988; Jensen ve Nielsen, 2007: 33; Fenton ve Neil, 2012:141). Diyagramların adında yer alan “döngüsüz” kelimesi, yönlendirilmiş okların bir düğümden başlayıp aynı düğüme ulaşacak bir döngü oluşturmaması kuralından kaynaklanmaktadır.



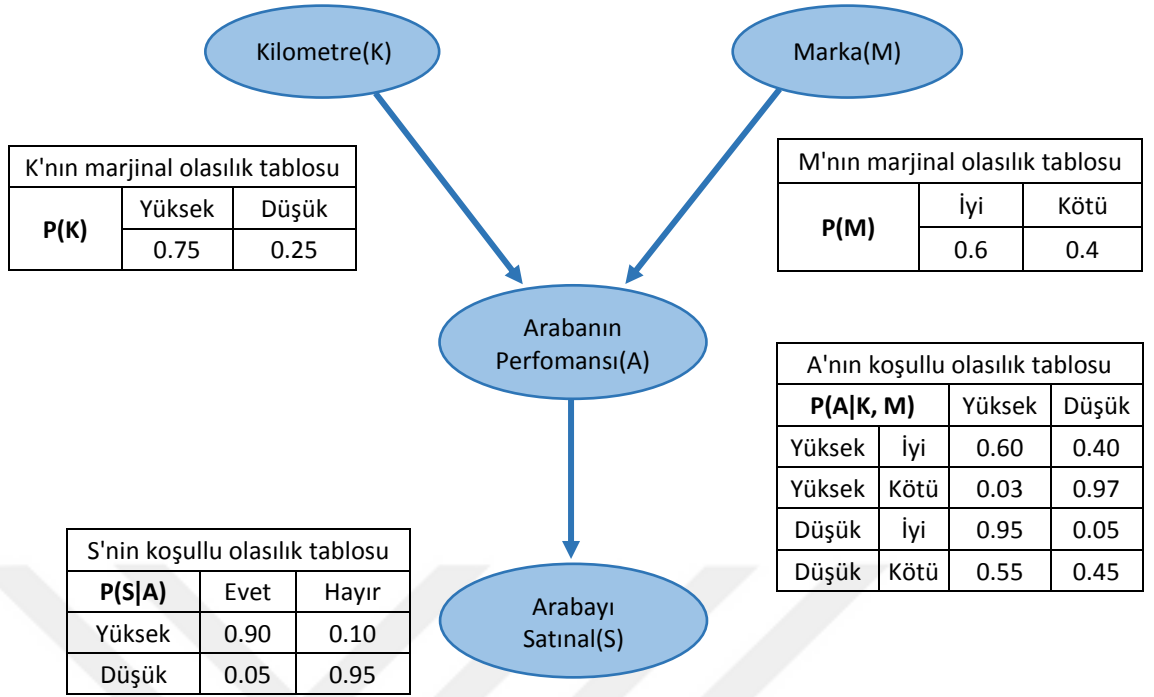
Şekil 15: Beş Değişkenden Oluşan Bayes Ağı Örneği

Şekil 15’te beş düğümden oluşan Bayes ağı örneği verilmiştir. Kendilerine okların yönlendirildiği düğümlere “çocuk” düğüm denilmektedir. Şekil 15’teki örnek ağda, X4,

X_5 ve X_6 düğümleri çocuk düğümlerdir. Okların kendilerinden çıktığı düğümlere ise “ebeveyn” düğüm denilmektedir. Örnekte, X_1 ve X_2 , sırasıyla X_4 ve X_5 ’in ebeveyn düğümleriyken, X_5 ’te X_6 ’nın ebeveyn düğümüdür (Trucco vd., 2008: 826). Ebeveyni olmayan ve kendisine hiç ok yönlendirilmemiş düğümlere “kök” düğüm denirken, çocuk düğümü olmayan ve kendisinden hiç ok çıkmayan çocuk düğümlere ise “yaprak düğüm” denilmektedir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182; Norrington vd., 2008: 945). Dolayısıyla, X_1 ve X_2 düğümleri ebeveyn düğümken aynı zamanda kök düğümlerdir. Benzer şekilde X_6 düğümü de çocuk düğüm, aynı zamanda yaprak düğümdür. Bayes Ağında ebeveyn düğümlerden, çocuk düğümlere olan oklar, her zaman nedenselliği göstermemektedir (Nadkarni ve Shenoy: 2004: 262). Ağa bakıldığında, örneğin Şekil 15’te, X_5 düğümünün X_6 düğümü üzerine doğrudan etkisinin olduğu ve X_6 ’nın olasılığının da X_5 düğümünün değeri üzerinde koşullandırıldığı anlaşılmalıdır (Çınar ve Kayakutlu, 2010: 268).

Bayes ağları iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan ilki, uzman görüşleriyle ya da öğrenen algoritmalarla belirlenen sübjektif nedensel ilişkilerdir. Diğerisi ise, objektif koşullu olasılık dağılımlarıdır (Garvey, Carnovale ve Yenyurt, 2015: 620). Bir Bayes ağı, niteliksel ve niceliksel olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (van der Gaag, 1996: 5). Niteliksel kısımda, yönlendirilmiş oklarla koşullu bağımlılık ilişkilerinin gösterildiği değişkenler, düğümlerle ifade edilmektedir. Niceliksel kısımda ise, bağımlılık ilişkileri, ağdaki her değişken (düğüm) için koşullu olasılık dağılımları cinsinden ifade edilir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 482). Ebeveyni olan düğümler koşullu olasılık dağılımına sahipken, ebeveyn düğümü olmayan kök düğümler marjinal olasılık dağılımına sahiptir (Chen ve Pollino, 2012: 137). Ağdaki bir düğümün, başka bir düğümle bağlantısının bulunmaması o düğümün ağda yer alan diğer düğümlerle arasında olasılıksal bir bağ bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bu durumda, mevcut düğüm ağda marjinal olasılık dağılımıyla yer almaktadır (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz, 2013: 44).

Pratik olarak Bayes ağları, değişkenler arasındaki algılanan nedensel ilişkileri tespit eder ve bu ilişkilerdeki inanç derecesini temsil etmek için koşullu olasılıkları kullanır. Tanımlanan değişkenler kesikli veya sürekli değişkenler olarak ifade edilmelidir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 181). Şekil 16’da ikili durumlarla ifade edilen dört düğümden (değişkenden) oluşan ve her düğümün koşullu olasılık tablolarının yer aldığı örnek Bayes ağı gösterilmektedir.



Şekil 16: Koşullu Olasılık Tablolarına Sahip Bayes Ağı Örneği

Kaynak: Nadkarni, S., & Shenoy, P. P. (2004). A causal mapping approach to constructing Bayesian networks. *Decision support systems*, 38(2), 259-281.

Sekil 16'daki Bayes ağı örneğinde, kilometre (K), marka (M), arabanın parformansı (A) ve arabayı satınal (S) şekline dört kesikli değişkenden meydana gelen ağ yapısının nicel kısmı, ağdaki her bir değişkenin (düğümün) koşullu ve marjinal olasılık tablolarıyla gösterilmiştir. Oluşturulan bu Bayes ağı örneğinde, Bayes teorimi uygulanarak hesaplama yapıldığında, arabanın performansının (P) yüksek olma olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\begin{aligned}
 P(A=Yüksek) &= P(A=Yüksek | K=Yüksek, M=İyi) P(K=Yüksek) P(M=İyi) + \\
 &\quad P(A=Yüksek | K=Yüksek, M=Kötü) P(K=Yüksek) P(M=Kötü) + \\
 &\quad P(A=Yüksek | K=Düşük, M=İyi) P(K=Düşük) P(M=İyi) + \\
 &\quad P(A=Yüksek | K=Düşük, M=Kötü) P(K=Düşük) P(M=Kötü) \\
 &= 0,60*0,75*0,60+0,03*0,75*0,4+0,95*0,25*0,60+0,55*0,25*0,40 \\
 &= \mathbf{0,4765}.
 \end{aligned}$$

Buradan arabanın performansının (P) düşük olma olasılığı,

$$P(A=Düşük) = 1 - P(A=Yüksek) = 1 - 0,4765 = \mathbf{0,5235},$$

arabayı satınalma (S) olasılığı ise,

$$P(S=Ev\text{et})= P(S=Ev\text{et} \mid A=Y\ddot{u}ksek) P(A=Y\ddot{u}ksek)+P(S=Ev\text{et} \mid A=D\ddot{u}ş\ddot{u}k) P(A=D\ddot{u}ş\ddot{u}k) \\ =0,90*0,4765+0,05*0,5235= \mathbf{0,455025} \text{ olarak bulunur.}$$

Bayes ağlarında, değişkenler hakkında yeni bilgiler öğrenildikçe değişkenlerin koşullu olasılıkları, yapılan yeni gözlemler doğrultusunda tekrar güncellenir ve her defasında değişikliği uğrayabilir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 484). Bu durum Bayes Ağlarıyla kurulacak olan modellerin, edinilen yeni bilgilerle sürekli olarak kendini güncelleyebilmesi anlamına gelmektedir.

3.3.1. Bayes Ağlarında Zincir Kuralı

Bayes ağının temel varsayımı, her bir değişken için koşullu olasılıkların çarpılmasıyla, ağdaki tüm değişkenler için ortak olasılık dağılımının elde edilmesidir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 483). Bayes ağlarında yer alan değişkenlerin ilişkide olacağı çocuk veya ebeveyn değişkenlerin sayısı konusunda kısıtlama bulunmamakla birlikte, Bayes ağında yer alan değişkenlerin koşullu ve marjinal olasılıklarının çarpımı ağın birleşik olasılık dağılımını oluşturmaktadır (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz, 2013: 44).

Şekil 16’da verilen örnek için birleşik olasılık dağılımının hesaplanması aşağıdaki şekildedir;

$$P(K, M, A, S)=P(K) P(M) P(A \mid K, M) P(S \mid A)$$

Bir Bayes ağının $X_1, X_2, \dots, X_n$ şeklinde n adet değişkendten oluştuğunu varsayalım. Zincir kuralına göre tüm değişkenlerin bileşik olasılık dağılımları 3.7’deki formülle gösterilmektedir (Fenton ve Neil, 2012:141).

$$P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = P(X_1 \mid X_2, X_3, \dots, X_n)P(X_2 \mid X_3, \dots, X_n) \dots P(X_{n-1} \mid X_n)P(X_n) \quad (3.7)$$

Formül çarpım sembolüyle ifade edilmek istendiğinde 3.8’deki formül elde edilecektir.

$$P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i \mid X_{i+1}, \dots, X_n) \quad (3.8)$$

Bir Bayes ağının yapısı, belirli bir düğümün değerinin sadece ebeveyn düğümlerinin değerlerine bağlı olduğunu gösterir. Bu nedenle, tüm koşullu olasılık tablolarının çarpımı, bileşik olasılık dağılımını vermektedir (Jensen ve Nielsen, 2007: 36; Çinicioğlu, Ekici ve Ülengin, 2015: 266).

$$P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | \text{Ebeveyn}(X_i)) \quad (3.9)$$

Dışsal kaynaklardan bir değişkenin ya da değişkenler kümesinin olası durumları hakkında kanıtlara erişildiğinde, değişkenlerin marjinal ve koşullu olasılıkları bileşke üzerinde marjinalleştirilerek hesaplanabilir. Eğer bazı değişkenlere ait çeşitli kanıtlar verilmişse, olayların meydana gelme olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P(U|e) = \frac{P(U,e)}{P(e)} \quad (3.10)$$

Buradaki $U, X_1, \dots, X_n$ değişkelerinin evrensel kümesidir (Çınar ve Kayakutlu, 2010: 268).

Bayes ağlarında yeni gözlemlerin yapılmasıyla, ağın ve sonsal olasılıkların yenilenmesi mümkün olmaktadır. Böylelikle, değişkenlerin sahip oldukları olasılıklar yapılan yeni gözlemler sayesinde daha gerçekçi sonuçlara erişimi sağlamaktadır (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz, 2013: 44).

3.3.2. Bayes Ağlarında Olasılığa Dayalı Çıkarım

Önsel bilgilerden, verilerden ve bunların çeşitli kombinasyonlarından bir Bayes ağı oluşturulduktan sonra, genellikle modelden elde edilen olasılıkların belirlenmesi gerekmektedir. Verilen bir modelde, ilgili olasılığın hesaplanması, “olasılığa dayalı çıkarım” olarak bilinmektedir (van der Gaag, 1996: 9; Heckerman, 1996: 14). Modeldeki değişkenler hakkında çıkarımlar yapmak için kullanılan olasılığa dayalı çıkarım, modeldeki diğer değişkenlerle ilgili yeni gözlem sonuçları elde edildikten sonra, ilgili değişkenler kümesinin sonraki bileşik olasılık dağılımlarının hesaplama sürecidir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 484). Değişkenlerin bileşik dağılımı, değişkenler hakkında öğrenilen her yeni bilgiyle değişmektedir (Nadkarni ve Shenoy, 2004: 262; Dogan ve Aydın, 2011: 1075).

Her bir değişkenin çok sayıda durumunun olduğu kapsamlı gerçek dünya modellerinde hesaplamaların manüel olarak yapılmasının imkânsız olması, karar verme ve risk problemlerinde Bayes ağları yönteminin kullanımını engellemiştir. Ancak, 1980'lerin sonlarında, Lauritzen, Spiegelhalter ve Pearl gibi araştırmacılar, büyük ve karmaşık Bayes ağı modelleri için algoritmalar geliştirmişlerdir (Fenton ve Neil, 2012:153). Kesikli değişkenleri olan ve nispeten küçük ağ yapıları için kesin çıkarsama algoritmaları

uygulanabilirken, sürekli değişkenleri olan ve daha geniş ağlarda ise, yaklaşık çıkarsama algoritmaları kullanılmaktadır (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182).

Kesin çıkarsama için; değişken eleme (variable elimination), sınıf ağacı yayılımı (clique tree propagation), ve/veya araması (and/or search) ve tekrarlamalı koşullandırma (recursive conditioning) gibi algoritmalar örnek olarak verilebilir. Yaklaşık çıkarsama da ise, öneme göre örnekleme (importance sampling), stokastik Markov Zinciri Monte Carlo Simülasyonu (Stochastic Markov Chain Monte Carlo Simulation), mini-kova elemesi (Mini-Bucket elimination), döngüsel inanç yayılımı (loopy belief propagation), genelleştirilmiş inanç yayılımı (generalized belief propagation) gibi algoritmalar sıralanabilir (Dereli, 2012: 23).

Ağ yapısının karmaşıklığı, modeldeki değişkenlerin sayısının fazla oluşu ve bağlantı sayıları gibi zorlayıcı koşullar çıkarım algoritmalarının kullanımını da kısıtlamaktadır. Bu durum, Bayes ağlarının oluşturulması ve olasılığa dayalı çıkarımların yapılması için etkin algoritmaları kullanan yazılımların geliştirilmesine neden olmuştur (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182). Bu yazılımlar çoğunlukla Lauritzen ve Spiegelhalter tarafından 1988 yılında ortaya koyulmuş olan kesin çıkarsama algoritmasını kullanmaktadırlar (Dereli, 2012: 23). Çıkarsama algoritmalarını kullanarak çalışan ilk yazılım 1992'de Danimarkalı şirket Hugin tarafından geliştirilmiştir. Hugin şirketi, Danimarka'daki Aalborg Üniversitesi'nde bulunan Jensen'in Bayes ağları araştırma ekibiyle birlikte çalışmışlardır (Fenton ve Neil, 2012:153).

3.3.3. Koşullu Bağımsızlık

Bayes ağlarının nasıl çalıştığının anlaşılmasında, Bayes ağ yapısı ve koşullu bağımsızlık arasındaki ilişkinin anlaşılması önemlidir (Korb ve Nicholson, 2010: 39). Bir Bayes ağı modelinde, koşullu bağımlılıklar ve koşullu bağımsızlıklar yer almaktadır. Başka bir deyişle, modelde, iki düğüm arasında bağlantı veya ok varsa iki düğüm ilişkilidir. Ancak, bir düğümden, dizideki sonraki düğümlere ok olmaması, değişkenler arasında koşullu bağımsızlık olduğu anlamına gelmektedir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 485).

İstatistikî olarak bakıldığında, örneğin; bir B olayı ile ilgili bilgilerimiz, başka bir A olayının ortaya çıkmasıyla değişmiyorsa, bu durumda A ile B'nin birbirlerinden bağımsız olduklarını söyleyebiliriz. Koşullu bağımsızlık ise, C olayı bilindiği halde, B olayı hakkında bilgi sahibi olunması, A olayı hakkındaki inancı değiştirmiyorsa, A ve B olayı C'ye göre koşullu bağımsızdır denilmektedir (Jensen ve Nielsen, 2007: 6).

A ve B olayı C'ye göre koşullu bağımsız ise,

$$P(A|B \cap C) = P(A|C) \text{ 'dir.} \quad (3.11)$$

Yukarıdaki duruma benzer olarak koşullu bağımsızlık ifadesi simetriktir. Eğer C verildiğinde A, B'den koşullu olarak bağımsız ise, aynı şekilde C verildiğinde B'de A'dan koşullu bağımsızdır.

$$P(B|A \cap C) = \frac{P(A \cap B|C)P(C)}{P(A|C)P(C)} = \frac{P(A|B \cap C)P(B|C)}{P(A|C)} = \frac{P(A|C)P(B|C)}{P(A|C)} = P(B|C) \quad (3.12)$$

Ayrıca, iki olay koşullu olarak bağımsız olduğunda, her iki olayın da meydana gelme olasılığını hesaplarken yukarıdaki gibi bir çarpma kuralı kullanabiliriz:

$$p(A \cap B|C) = p(A|C)p(B|C) \quad (3.13)$$

Bir örnek üzerinden açıklamaya çalışırsak; sigara içmek kansere, kanserde solunum yetmezliğine sebep olmaktadır. Şekil 17'de bu nedensel durum ağ yapısıyla gösterilmektedir.



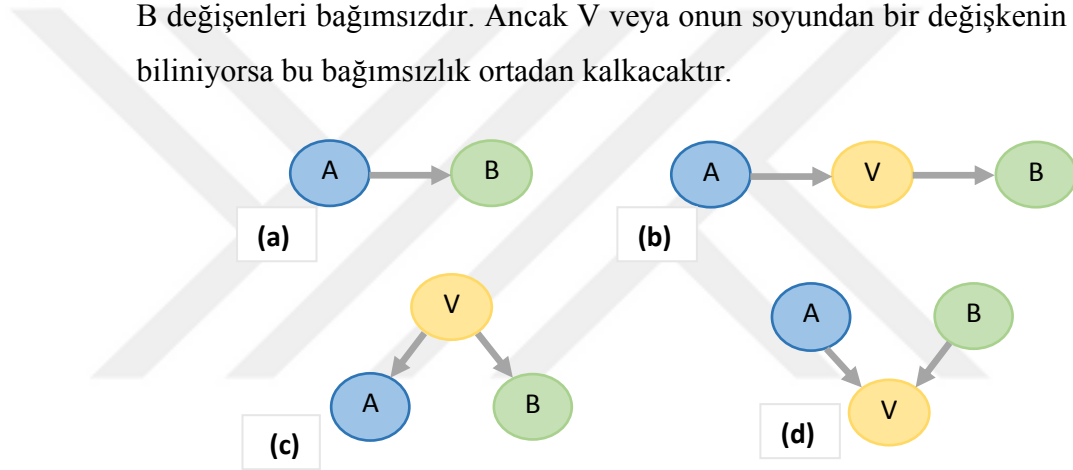
Şekil 17: Koşullu Bağımsızlığa Örnek Ağ Yapısı

Herhangi bir kişide solunum yetmezliğine sahip olma olasılığı doğrudan kanser olup olmamasına bağlıdır. Eğer birinin kansere yakalanıp yakalanmadığını bilmiyor, fakat sigara içtiğini biliyorsak. Bu kişinin hem kanser olduğu hem de solunum yetmezliği yaşadığına dair inancımız artar. Ancak, kişinin kanser olduğunu zaten biliyorsak, sigara içtiğini öğrenmemiz solunum yetmezliği konusundaki olasılığa etki etmez. Bu durumda, kanser olduğu bilinen bir hastanın, sigara içmesiyle, solunum yetmezliği arasında koşullu bağımsızlık vardır (Korb ve Nicholson, 2010: 39).

Koşullu bağımsızlık, bir değişkenden diğerine çıkarsama yapılmasında bilginin geçerliliğini belirttiği için çıkarımların yapılmasında önemli bir konudur (Nadkarni ve Shenoy, 2004: 264).

Koşullu bağımsızlıkların kodlandığı bir Bayes ağının ağ yapısı üç değişken arasındaki ilişkiyle gösterilebilir (Yet, 2013: 29):

- Eğer iki değişken, A ve B değişkenleri, Şekil 18a'da gösterildiği gibi doğrudan bağlanırsa, Bayes ağında, bu değişkenler arasında herhangi bir koşullu bağımsızlık durumundan bahsedilemez. Ve Bayes ağında doğrudan bağlantılı olan iki değişken her zaman *d*-bağlantılıdır (Karabıyık ve Yet, 2019: 122).
- Şekil 18b'de gösterildiği üzere A, V ve B gibi üç değişkenin arasında seri bir ilişki var ise, o zaman V değişkeninin durumu bilindiğinde A ve B değişkenleri bağımsız kabul edilir.
- Şekil 18c'de gösterildiği gibi üç değişkenin A, V ve B arasında ıraksak bir ilişki var ise, o zaman V durumu bilindiğinde A ve B değişkenleri bağımsızdır.
- A, V ve B arasında, Şekil 18d'de görüldüğü üzere yakınsak bir ilişki varsa, A ve B değişkenleri bağımsızdır. Ancak V veya onun soyundan bir değişkenin durumu biliniyorsa bu bağımsızlık ortadan kalkacaktır.



Şekil 18: (a)Doğrudan Bağlantı (b)Seri İlişki (c)İraksak İlişki (d)Yakınsak İlişki
Kaynak: Yet, B. (2013). *Bayesian networks for evidence based clinical decision support*.
 (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Quin Mary, University of London, İngiltere.

Bir Bayes ağı, seri, ıraksak ve yakınsak olarak üç tür ağ yapısıyla gösterilebilir (Langseth ve Portinale, 2007: 94). Bayes ağında herhangi bir değişkene/değişkenler grubuna yeni kanıtlar girildiğinde, diğer değişkenlerin sonsal (posterior) dağılımı hesaplanabilir. Koşullu bağımsızlıklar sayesinde, sonsal dağılımlar nispeten daha az parametre kullanılarak hesaplanabilir (Karabıyık ve Yet, 2019: 122).

3.3.4. Bayes Ağlarının Oluşturulması

Bir Bayes ağ modeli kalitatif (niteliksel) ve kantitatif (niceliksel) olmak üzere temelde iki seviyeden oluşmaktadır. Kalitatif düzeyde, değişkenlerin düğümlerle gösterildiği ve modeldeki koşullu bağımsızlık ilişkilerinin yönlendirilmiş oklarla anlatıldığı yönlendirilmiş döngüsüz diyagram kısmı vardır. Kantitatif düzeyde ise, bağımlılık ilişkileri, ağdaki her değişken için koşullu olasılık dağılımları cinsinden ifade edilir. Her

bir X değişkeni, değişkeninin karşılıklı olarak özel ve ayrıntılı değerlerini içeren durum olarak adlandırılan bir dizi olası değere sahiptir (Nadkarni ve Shenoy, 2004: 260-261). Ancak Bayes ağ modelinin oluşturulmasında detaya inilerek aşama aşama ilerlendiğinde modelleme yapısı daha iyi anlaşılacaktır.

Langseth ve Portinale (2007: 95) yaptıkları çalışmada, Bayes ağının oluşturulmasında, alanla ilgili uzmanlar ve istatistiksel veriler olmak üzere iki temel kaynağın olduğunu ve 5 adımdan oluşan bir sürecin uygulanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu adımları şu şekilde açıklamışlardır:

Adım 0: *Modele karar verilmesi.* Modele nelerin dahil edileceği ve nelerin kapsam dışı bırakılacağına karar verilir.

Adım 1: *Değişkenlerin tanımlanması.* Modeldeki önemli değişkenler seçilir. Sürekli değişkenlerin aralığı ve kesikli değişkenlerin durumları belirlenir.

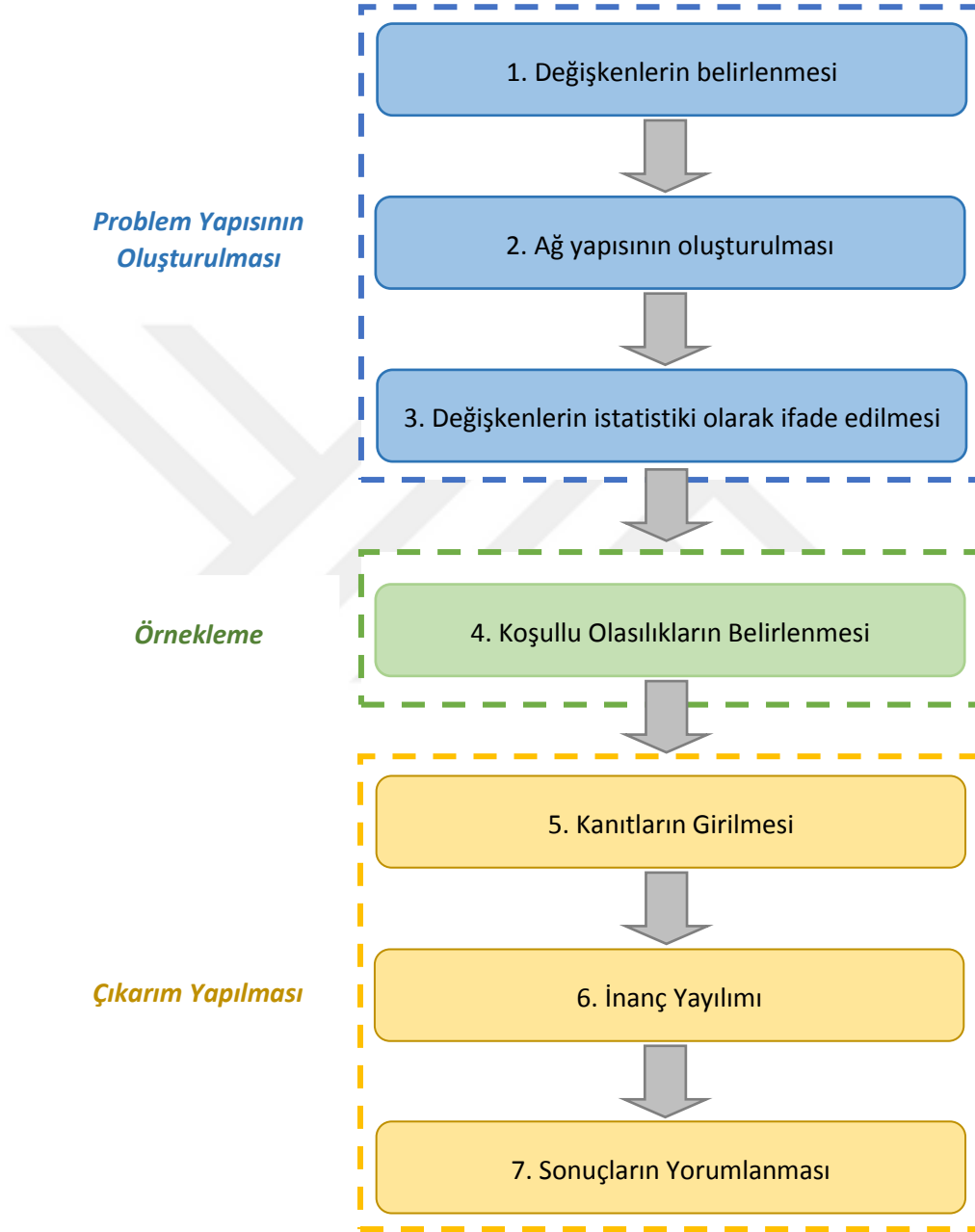
Adım 2: *Kalitatif (niteliksel) kısmın oluşturulması.* Değişkenleri birbirine bağlayan grafiksel yapı tanımlanır. Bu aşamada grafikteki okları nedensel olarak düşünmek faydalı olabilir. Bu aşamada, uzmanlardan gelecek olan bilgilerin mümkün olduğunca modele aktarılması amaçlanırken, aynı zamanda oluşturulacak modelin karmaşıklığını mümkün olduğunca belirli bir seviyede tutmak gerekmektedir. Çünkü alan uzmanları, genellikle en doğrusunu yapma girişiminde bulunarak, yapıya pratik olmayan çok sayıda bağlantı eklemek isteyebilirler. Bu durum çoğu zaman faydasız ilişki oklarının ortaya çıkmasına ve modelin çalıştırılmasında önemli zorlukların yaşanmasına sebep olabilir.

Adım 3: *Kantitatif (niceliksel) kısmın oluşturulması.* Tüm değişkenler için koşullu olasılık ve birleşik olasılık dağılımların belirlenmesi aşamasıdır. Ağdaki değişkenlere ait koşullu olasılıklar çeşitli algoritmalar aracılığıyla öğrenilir. Eğer Bayes ağ yapısı, mümkün olduğunca karmaşıklıktan uzak gereksiz bağlantı ve durumların elendiği bir yapıda değilse, olasılık dağılımlarının belirlenmesi son derece zorlu bir hesaplama sürecine dönüşebilir.

Adım 4: *Doğrulama.* Modelin nasıl davrandığını test eden senaryo ve duyarlılık analizleriyle doğrulama adımı yerine getirilmektedir. Tipik olarak, bu adım, modelin iyileştirilmesi / yeniden tanımlanması ihtiyacını ortaya çıkaracaktır.

Sigurdsson, Walls ve Quigley (2001: 182) ise, daha detaylı bir süreç ortaya koyarak, çalışmalarında bir Bayes ağının oluşturulmasını, toplamda 7 adımdan oluşan 3 aşamalı bir süreç olarak önermişlerdir. Bu adımlar ve aşamaları Şekil 19'da akış diyagramı

şeklinde gösterilmektedir. İlk üç adımın yer aldığı başlangıç aşaması, problem yapısının meydana getirilmesi aşamasıdır. Burada amaçlanan, ilgili değişkenlerin tanımlanması, bu değişkenlerin istatistiksel olarak ifade edilmesi ve ağ yapısına karar verilmesidir. Belirlenen değişkenlerin kesikli veya sürekli rassal değişkenler olması gerekmektedir.



Şekil 19: Bir Bayes Ağı Modelinin Oluşturulmasındaki Adımlar ve Aşamalar

Kaynak: Sigurdsson, J. H., Walls, L. A. & Quigley, J. L. (2001). Bayesian belief nets for managing expert judgement and modelling reliability. *Quality and Reliability Engineering International*, 17(3), 181-190.

İkinci aşama koşullu olasılıkların belirlenmesi adımıdır. Koşullu olasılıklar uzman görüşlerinden ya da verilerden elde edilmektedir. Bayes inanç ağlarının oluşturulmasında koşullu olasılıkların belirlenmesi en zor adımlardan biridir (Sigurdsson,

Walls ve Quigley, 2001: 182). Özellikle modelleme sürecinde, uzman görüşlerinden yararlanarak koşullu olasılıkların belirlenmesi oldukça zorlayıcı bulunmaktadır (Qazi, 2017: 83).

Üçüncü aşama, elde edilen yeni kanıtlarla birlikte değişkenlerle ilgili durum bilgilerinin ağa girilmesi, olasılıkların güncellenmesi ve sonuçların yorumlanması adımlarından oluşmaktadır. Bir Bayes ağında elde edilen kanıtlar, özel olarak tasarlanmış algoritmalar aracılığıyla ağdaki diğer tüm düğümlerin olasılıklarını güncellemek için kullanılır. Bu sürece inanç yayılımı veya olasılığa dayalı çıkarım denilmektedir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182).

Etkili algoritmaların geliştirilmesi Bayes ağları alanında önemli bir araştırma konusudur. Bu algoritmalar ağ yapısındaki örtük koşullu bağımsızlıklardan yararlanarak hesaplama yapmaktadır. Bu aşamada, geliştirilen modele yeni veriler girilebilir ve sonuç değişkenine etki eden başlıca nedenleri belirlemek için senaryo analizleri yapılabilir (Qazi, 2017: 84).

3.3.5. Bayes Ağlarının Avantajları ve Sınırlamaları

Belirsizliklerin modellenmesinde popüler olan Bayes modelleme teknikleri, gerçek hayat verilerinin analizinde faydalı sonuçlar sağlayan çeşitli özelliklere sahiptir (Uusitalo, 2007: 312). Bayes Ağları'nda regresyon ya da benzer istatistikî yöntemlerden farklı olarak birden fazla çıktı değişkenine bağlı kalabilmesi ve tüm değişkenler için çıkarım yapılabilmesi, bu yöntemi etkin bir karar verme ve analiz aracı haline getirmektedir (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz, 2013: 44). Bayes ağları, eksik verilerin üstesinden gelme konusunda, alan bilgisiyle ilgili bilgilerin bir araya getirilmesinde ve değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin öğrenilmesinde başarılı bir şekilde uygulanabilen bir metottur (Uusitalo, 2007: 312). Bayes ağ modelleri kullanılırken ağ yapısının oluşturulmasında, değişkenlerin belirlenmesinde ve koşullu olasılık tablolarının hazırlanmasında nesnel verilere ulaşılamadığında uzman görüşlerinden yararlanılabilir. Nesnel verilere erişilebildiğinde ise uzman bilgilerinden yararlanılarak elde edilen öznel tahmin bilgileri kolaylıkla güncellenebilir veya değiştirilebilir olması Bayes ağlarının avantajlarından biridir (Jones vd., 2010: 269). Ancak uzman görüşlerinden yararlanılması avantaj sağladığı gibi birtakım zorlukları da beraberinde getirmektedir. Düğüm sayısının fazla olduğu ve koşullu olasılık tablolarının karmaşık olduğu modellerde tüm koşullu olasılıkların değerlendirilmesi uzmanlar için zor olacaktır (Chin vd., 2009). Bayes ağları bir diğer avantajı değişkenler arasında çift yönlü çıkarım yapılabilmesini sağlamasıdır.

Bunun anlamı yeni kanıtlara ulaşıldığında etkilerden sebeplere doğru çıkarımlar yapılabilirdiği gibi sonuçlardan sebeplere doğru çıkarım yapılabilmesidir (Lauria ve Duchessi, 2006: 1575).

Qazi (2017: 81), Bayes ağları kullanımının başlıca avantajlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Bayes Ağları, problemin grafiksel gösterimini sağlayarak, değişkenler arasındaki etkileşimi görselleştirilmesine yardımcı olmaktadır.
- İşlevsel yazılımlar sayesinde, olasılığa dayalı çıkarımların yapılması kolaylaşmaktadır.
- Belirsiz değişkenler hakkında önceki inançlar, yeni kanıtlara eriştikten sonra kolayca güncellenebilir.
- Karar verme aşamasındaki belirsizlik dikkate alınarak değişkenler arasındaki bağımlılık ve bağımsızlıklar değerlendirmeye alınabilir.
- Sınırlı seviyede deneysel veri olsa bile Bayes ağı modeli oluşturulabilir.

Bir bayes ağ modelinde nedensel ilişkilerin grafiksel olarak gösterilebilmesi, problemin daha iyi anlaşılmasına ve sonuçların tahmininin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca model yapısı oluşturulduktan sonra modele yeni değişkenler eklemek kolaydır (Kisioglu ve Topcu, 2011: 7152).

Uusitalo (2007: 313) ise yaptığı çalışmada, Bayes ağlarının avantajlarını belirli başlıklar altında göstermiştir.

Küçük ve eksik veri setleri için uygun olması: Bayes ağlarının en kullanışlı özelliklerinden biride, analizi gerçekleştirmek için minimum örneklem düzeyine ihtiyaç duymamasıdır. Dahası, Bayes ağları küçük örneklem büyüklüklerinde bile başarılı tahmin doğruluğuna ulaşabilir (Uusitalo, 2007: 313). Ayrıca kayıp veya eksik veri olması Bayes ağları için herhangi bir sorun oluşturmaz. Eksik veriler içeren örnekler, değişkenin olası tüm değerleri üzerine olasılıklar eklenerek veya birleştirilerek düzeltilebilir (Kisioglu ve Topcu, 2011: 7152).

Yapısal öğrenmenin mümkün olması: Optimal model yapısını bulmak, hesaplama açısından çok zor bir işlemdir ve bunun yerine genellikle tahmin yöntemleri kullanılır. Çalışılan konu hakkında elde bulunan veriler üzerinden Bayes ağ yapısının öğrenilmesi mümkündür.

Farklı bilgi kaynaklarını birleştirilmesi: Bayes ağlarının en önemli özelliklerinde biride önsel bilgiyi kullanabilmesidir. Önsel bilgiler, araştırma yapılmadan önce konuyla ilgili sahip olunan bilgilerdir. Daha sonra elde edilen yeni verilerle bu bilgiler güncellenebilir. Elde edilen yeni bilgiler eski bilgilerle yeni verilerin sentezinden meydana gelir. Bu mekanizma bilimsel öğrenme sürecini açık hale getirir ve bilim insanları tarafından yapılan varsayımları şeffaf ve tartışmaya açık hale getirir.

Belirsizliğin ele alınması ve karar analizi desteği: Bayes ağları, modelin doğal değişkenlerini etkileyen yönetsel kararları kodlayan değişkenlerle kolayca desteklenebilir. Bu modeller doğal olarak eylem, bilgi ve belirsizlik arasındaki ilişkiye odaklanır; çeşitli yönetim kararlarının sonuçları sadece beklenen değerler açısından değil, aynı zamanda istenmeyen sonuçların riskleri açısından da incelenebilir.

Hızlı yanıt olanağı: Bayes ağları analitik olarak çözüldüğünden, model derlendikten sonra sorgulara hızlı yanıt verebilirler.

Bayes ağlarının sınırlamaları ise şunlardır (Qazi, 2017: 81):

- Verilerin bulunmaması durumunda, ağın oluşturulmasında ve geliştirilmesinde uzman kararlarının alınması zordur.
- Mevcut yazılımlar, değişkenlerin ayrık olması gerektiğinden sürekli değişkenlerle baş etme konusunda sınırlı kapasiteye sahiptir. Bu durum değişkenin orijinal dağılımının kullanılmasında sınırlamalara neden olabilir.
- Olasılıkların hesaplanmasında döngüsüz diyagramların kullanılma zorunluluğu, geri bildirim etkisinin ağı dahil edilememesine neden olmaktadır.

3.4.2. Bayes Ağlarının Kullanım Alanları

Bayes ağları yöntemiyle, değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkilerini görsel olarak sunabilmesi, diğer istatistiksel modellerle karşılaştırıldığında tek bir çıktı değişkenine bağlı olmadan çıkarımların yapılabilmesi ve bu çıkarımların güncellenebilmesi gibi özellikleri nedeniyle çok çeşitli alanlarda kullanımı artmaktadır (Çinicioğlu, Ekici ve Ülengin, 2015). Risk değerlendirme ve belirsizliklerin çözümünde kullanılan Bayes ağları; tıbbi tanı, güvenlik değerlendirmesi, hukuk, adli tıp, satın alma ve yazılım kalitesi, havacılık güvenliği, coğrafi bilgi sistemleri gibi çeşitli uygulama alanlarında kullanıcı dostu yazılım araçlarıyla karar destek sistemi olarak kullanılmaktadır (Fenton ve Neil, 2012; Qazi vd., 2018: 30). Bayes ağlarının daha iyi hesaplama olanağı sağlaması ve

varsayım (what-if) analizlerini olanaklı kılması büyük ölçekli gerçek dünya problemlerinde kullanımının son yıllarda artmasına neden olmuştur (Badurdeen vd., 2014). Hedef pazarlamadan, tıbbi teşhise, deprem tahmin sistemlerinden, veri madenciliğine ve sosyal bilimlerde yapılan çok çeşitli araştırmalarda uygulama aracı olarak kullanımı artmaktadır (Çinicioğlu, Ekici ve Ülengin, 2015). Farklı alanlarda yapılan çalışmalarda, özellikle risk ve bilginin modellenmesinde Bayes ağları kullanılmıştır (Garvey, Carnovale ve Yeniyurt, 2015). Belirsizliklerin ve karmaşık alanların modellenmesinde popüler bir metod olan Bayes ağları, gözlem verileri ve uzman değerlendirmeleri gibi farklı bilgi kaynaklarını entegre ederek kullanabilmektedir (Hosseini ve Barker, 2016).

3.4.2.1. Bayes Ağlarının Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Alanında Kullanımı

Bayes ağları, verilere erişilemediği durumlarda hem istatistiksel bilgileri hem de öznel yargıları birleştirerek riskleri modelleme konusunda benzersiz bir özellik sunmaktadır (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001). Bu nedenle tedarik zinciri risk yönetimi alan yazının da yöntemin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Lockamy III ve McCormack (2009) tedarikçi ağı, iç operasyonlar ve dış faktörlerle ilgili risk olaylarını içeren tedarikçi risklerini kıyaslamak için bir Bayes ağ modeli geliştirmişlerdir. Böylece, dış kaynak kullanımı kararını kolaylaştıracak bir metodoloji ortaya çıkmıştır. Önerilen modelin oluşturulmasında Amerika Birleşik Devletleri'nde büyük bir otomotiv şirketinin döküm tedarikçileri olan 15 firmadan anket ve mülakatlar yoluyla veriler aşamalı olarak elde edilmiştir.

Doğan ve Aydın (2011), çalışmalarında Bayes ağları ve toplam sahip olma maliyeti (TSOM) yöntemlerini birleştirerek tedarikçi seçim sürecini analiz etmişlerdir. Tedarikçi seçimi ile seçim sürecindeki farklı maliyet kalemleri arasındaki karşılıklı ilişkiler araştırılmıştır. Önerilen model, otomotiv sektöründeki birinci kademe bir tedarikçinin kendi tedarikçilerini seçiminde test edilmiştir. Verilerin elde edilmesinde, ürün tasarımı, lojistik, üretim, kalite ve mühendislik yönetimi alanlarında çalışan uzmanların görüşlerinden yararlanılmıştır. Yapılan duyarlılık analizleri, esnekliğin, teslimat yeterliliğinin ve fiyatın en kritik tedarikçi seçim kriterleri olduğunu göstermiştir.

Badurdeen vd. (2014), tedarik zinciri risklerinin birbirleriyle olan ilişkilerini ve tedarik zinciri performansına etkilerini ele alan çok katmanlı risk modeli oluşturmuşlardır. Tedarik zinciri risklerinin modellenmesi ve analizi için oluşturulan Bayes ağ modeli,

havacılık ve uzay endüstrisinde yer alan Boeing firmasında ve 11 tedarikçisinde gerçek bir vaka çalışması ile test edilmiştir. Bayes ağ modeli için gerekli olan koşullu olasılık tabloları uzman görüşlerine dayanarak elde edilmiştir. Modelin analizi sonucunda işletmenin tedarik kaynaklı risklere maruz kalma olasılığının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sharma ve Sharma (2015) Hindistan tekstil sektöründeki bir işletmede uyguladıkları vaka çalışmasında, 8 tedarik zinciri riskinin meydana gelme olasılıkları ile yine bu risklerin, kalite, zaman ve maliyetten oluşan temel performans kriterlerine olan etkilerinin değerlendirildiği bir model geliştirmişlerdir. Bayes ağ modelinin yapısının oluşturulmasında ve olasılık verilerinin elde edilmesinde lojistik ve tedarik zinciri alanında uzman 6 yöneticiyle görüşülmüştür. Modelin sonuçlarına göre en yüksek olasılığa sahip risklerin talep riski ve ilişki riski olduğu görülmüştür. Performans kriterlerinden olan zaman değişkeninin ise risk faktörlerinden düşük düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir. Yapılan duyarlılık analizlerinde ise, talep ve çevresel risklerin tedarik zinciri maliyetini etkilediği, ilişki riskinin kaliteyi etkilediği ve lojistik riskinin ise zaman kriterini önemli derecede etkilediği ortaya çıkmıştır.

Abolghasemi, Khodakarami ve Tehranifard (2015) tedarik zinciri risk yönetimi ile tedarik zinciri performansının birbirleriyle yakın ilişkide olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında, içerisinde belirsizlikleri barındıran SCOR (Supply Chain Operations Reference/ Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli) modeli ölçütlerinin, tedarik zinciri performansına etkisinin analiz edildiği uzman görüşüne dayalı bir Bayes ağ modeli geliştirilmiştir. Önerilen modelin İran'ın en büyük otomotiv şirketlerinden birinde uygulanmasında sonra, SCOR modeline dayalı tedarik zinciri performansının temel faktörleri tespit edilmiştir. Yapılan duyarlılık analizleri, işçilik maliyetleri, garanti maliyetleri, taşımacılık maliyetleri ve stok maliyetleri kriterlerinden oluşan toplam maliyetin tedarik zinciri performansı üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Garvey, Carnovale ve Yeniyurt (2015) tedarik zincirlerinin birbirlerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında tedarik zincirinde meydana gelen bir bozulmanın sadece bir firmayı etkilemediği ağdaki birçok firmayı zarar verdiğini ifade eden yazarlar, risklerin de birbirlerini tetiklediğini vurgulamışlardır. Örneğin, çalışanlarla uyuşmazlıklar operasyonel verimsizliğe ve personel devir hızını artırırken, zincirleme olarak ürün ve hizmetlerin son müşterilere erişiminde birtakım sorunların yaşanmasına sebep olacaktır.

Çalışmada, Bayes ağı yaklaşımı kullanılarak bir risk yayılımı modeli geliştirilmiştir. Model sayesinde, bir tedarik zinciri ağ yapısının kendine has özellikleri hesaba katılarak risklerin, riskler arasındaki bağımlılıkların ve risk yayılımının ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Hosseini ve Barker (2016) dirençlilik temelli tedarikçi seçimi konusuyla ilgilenmişlerdir. Tedarikçi seçim kriterleri olarak birincil kriter (teslimat sağlamlığı, ürün kalitesi ve maliyet değişkenlerinin etki ettiği kriter), yeşil olma kriteri ve dirençlilik kriterlerini kullanmışlardır. Değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri etkili bir şekilde modellemek ve tedarikçilerin söz konusu kriterlere uygunluğunu ölçmek için Bayes ağı modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelle üç tedarikçi gerçek parametrelerle karşılaştırılmıştır.

Qazi vd. (2017) kapsamlı bir çalışma yürüterek risk kaynakları, riskler ve risk azaltma stratejileri arasındaki bağımlılığı ele alan ve risk yönetim sürecinin tüm aşamalarının göz önünde bulundurulduğu Bayes ağlarını dayalı bir model sunmuşlardır. Ayrıca potansiyel risk azaltma stratejilerinin farklı kaynak ve bütçe kısıtlamaları altında nasıl değerlendirileceğinin de sorgulandığı makalede uygulanan vaka çalışmasıyla önerilen model test edilmiştir. Risklerin gerçekleşmesinden kaynaklanan kayıplar ve farklı risk azaltma stratejileri ile ilişkili maliyetler ve göreceli faydalar arasındaki olasılıksal bağımlılığı içeren bir modelin daha önce oluşturulmamış olması çalışmayı orijinal kılmaktadır.

Bayes ağları yaklaşımı kullanılarak yapılan tedarik zinciri risk yönetimi kapsamında hazırlanan çalışmalara genel olarak bakıldığında, tedarik zinciri risk yönetimi sürecinin sınırlı aşamalarına odaklandıkları görülmektedir. Özellikle risk tanımlama ve risk analizi ilgili çalışmaların sayısı daha fazladır. Ayrıca makalelerde çoğunlukla, tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi konularına odaklanıldığı görülmektedir. Diğer taraftan Qazi vd. (2017) yaptıkları çalışmada risk kaynakları, riskler ve risk azaltma stratejileri arasındaki bağımlılığı ele alarak diğer çalışmalardan ayrışması ve geniş kapsamıyla mevcut tez çalışmayla paralellik gösterdiği düşünülebilir. Ancak bu çalışmada farklı bir sektör üzerine araştırma yapılması, risklerin ve risk azaltma stratejilerinin diğer çalışmalardan farklılaşması ve risk azaltma stratejilerinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması orijinalliği sağlamaktadır.

BÖLÜM 4: TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ VE RİSK AZALTMA STRATEJİLERİNİN BAYES AĞLARIYLA MODELLENMESİNİN OTOMOTİV SEKTÖRÜNE UYGULANMASI

Bu bölümünde otomotiv sektörü ve tedarik zinciri yapısı kısaca açıklandıktan sonra çalışmanın uygulama kısmını oluşturan Bayes ağ modelinin oluşturulması aşamalarına yer verilmiştir. Son olarak oluşturulan model üzerinde vaka ve duyarlılık analizleri yapılarak elde edilen yeni sonuçlar incelenmiştir.

4.1. Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri

Dünyada otomotiv sektörü ülke ekonomilerine önemli katkılar sağlayan, teknolojik gelişmeleri artıran, doğrudan veya dolaylı etkileşimde olduğu çok çeşitli sektörlerin gelişiminde lokomotif görevi gören bir sektördür (Pişkin, 2017: 12). Demir-çelik, petrokimya, plastik, cam, tekstil ve elektronik sektörlerindeki işletmelerin ürettikleri ürünlerin doğrudan alıcısı ve bu sektörlerin teknolojik bakımdan ilerleyebilmelerinin sürükleyicisidir. Savunma, ulaştırma, turizm, inşaat gibi sektörlerin sağlayıcısı konumunda olması, bunun yanında bayiler, satış sonrası servis hizmetleri, akaryakıt, finans ve sigortacılık sektörleriyle yakın ilişkide olması otomotiv sektörünü çok çeşitli sektörleri etkileyen temel dinamiklerden biri haline getirmektedir (İSO, 2002: 3; Pişkin, 2017: 12). Bu nedenle, otomotiv sektöründe veya diğer sektörlerde ortaya çıkacak olan sorunlar geniş bir alana etki edecektir.

2016 verilerine göre dünya otomotiv sektörü dört triyon dolarlık varlığı ile dünyanın en büyük dördüncü ekonomisine karşılık gelmektedir (Pişkin, 2017: 12). Birçok otomotiv markasının yıllık cirosu dünya ülkelerinin yarısından fazlasının GSYİH' sinden daha fazladır (Yayar ve Yılmaz, 2016: 72). Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında otomotiv sektöründeki araştırma geliştirme harcamaları daha yüksek paya sahiptir. Örneğin, Alman otomotiv üreticisi Volkswagen 2015 yılında dünyada en fazla AR-GE harcaması yapan firmalar içerisinde ilk sırada yer almıştır. Aynı listede ilk yirmi firmanın beşi otomotiv sektöründe yer almaktadır (Pişkin, 2017: 14).

Yük ve yolcu taşımak için belirli teknik mevzuata göre üretilmiş dört veya daha fazla lastik tekerlekli taşıt araçlarının üretimini gerçekleştiren sanayi “otomotiv ana sanayi” olarak tanımlanırken, hem taşıt araçları imalat sanayinde faaliyet gösteren firmalara hem

de parktaki araçların parça yenileme talebine yönelik otomotiv ana sanayi tarafından belirlenen teknik dokümanlara uygun aksam, parça, modül ve sistem üreten sanayi kolu “otomotiv yan sanayi” olarak tanımlanmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2014: 1). Otomotiv sanayi kapsamında bu iki sektör ele alınmaktadır. Otomotiv sektöründe genel olarak; binek otomobil, minibüs, midibüs, otobüs, kamyonet, van, kamyon, çekici ve traktör üretimleri gerçekleştirilmektedir (İSO, 2002; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019: 2). Dünya genelinde üretim genel olarak binek otomobil ve ticari araç olarak sınıflandırılmaktadır. Sektörde üretimin büyük çoğunluğu otomobil ve hafif ticari araçlar oluşturmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

Türkiye’de otomotiv sektörü, üretim içindeki payı ve ekonomik katkısı göz önünde bulundurulduğunda imalat sanayi içinde önde gelen sektörler arasında yer almakla birlikte sektörün imalat sanayi toplam üretimi içindeki payı ortalamanın üstündedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019). Toplam 5 kıtada 193 ülkeye ihracat gerçekleştiren Türkiye otomotiv sanayi, 2017 verilerine göre dünya motorlu araç üretiminde 14. sırada yer almaktadır. OSD (Otomotiv Sanayii Derneği) verilerine göre 2017 yılında yaklaşık 1,7 milyon adet motorlu araç üretimi gerçekleştirilmiştir. Otomotiv ana sanayinin üretiminin 2017 yılsonu itibariyle %67’sini otomobil segmentinde, %33’ünü ise çoğunluğu hafif ticari araç olmak üzere ticari araçlar oluşturmaktadır. Üretilen araçların %79’u ihraç edilmektedir (Pişkin, 2017). Türkiye otomotiv ana sanayinde faaliyet gösteren ve Türkiye’nin ilk 500 sanayi kuruluşu içerisinde yer alan traktör üreticileri dahil olmak üzere toplam 15 işletme bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 18’de 2018 İSO (İstanbul Sanayi Odası) ilk 500 firma arasına girmiş otomotiv ana sanayi firmaları yer almaktadır.

Dünyada araç üretiminin gerçekleştiği her bölgede bu firmalara parça tedariki sağlayan ve birinci, ikinci ve üçüncü kademe olarak sınıflandırılan bir tedarik işletmeleri ağı yani yan sanayi mevcuttur (Kalkınma Bakanlığı, 2014). Otomotiv ana sanayi büyük ölçüde montaj sanayi olduğundan tedarikçilerle yakın ilişkiler içerisinde. Bir otomobili oluşturan 15.000’den fazla bileşen bulunmaktadır. Her bir parçanın son montaj fabrikasına ulaştırılması karmaşık lojistik ve tedarik zinciri ağının yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (Gobetto, 2014: 151).

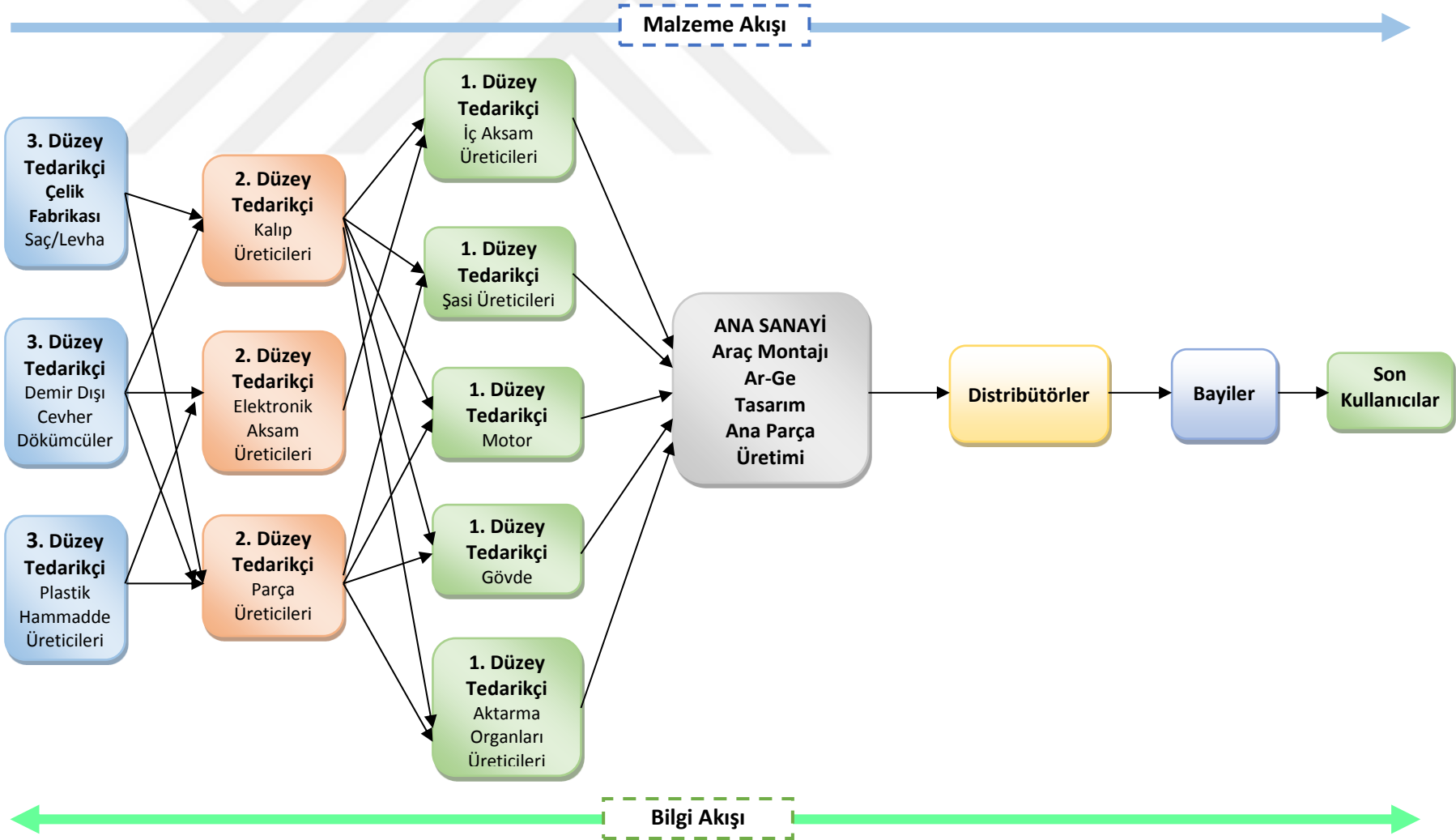
Tablo 18: İSO 500 Listesindeki Otomotiv Ana Sanayi Firmaları

Sıra No	İSO 500 Sıra No	Firma Adı	Net Satışlar (Bin ₺)	İhracat (Bin \$)
1	2	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	31.062.845	5.682.762
2	3	Toyota Otomotiv Sanayi Türkiye A.Ş.	23.607.677	4.325.047
3	4	Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	20.242.372	3.363.034
4	5	TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	17.110.648	3.069.503
5	10	Hyundai Assan Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	11.084.691	1.993.557
6	12	Mercedes-Benz Türk A.Ş.	9.159.029	-
7	48	Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.	3.258.833	-
8	49	Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.	3.231.722	211.556
9	61	BMC Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	2.621.379	41.805
10	66	Honda Türkiye A.Ş.	2.517.851	217.524
11	69	MAN Türkiye A.Ş.	2.460.980	493.540
12	135	Karsan Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	1.382.811	160.869
13	157	Hema Endüstri A.Ş.	1.187.345	158.624
14	192	Temsa Ulaşım Araçları San. ve Tic. A.Ş.	1.025.019	124.993
15	202	Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	1.002.828	96.147

Kaynak: İSO 500.(2018). Erişim adresi: <http://www.iso500.org.tr/500-buyuk-sanayi-kurulusu/2019/> (Erişim tarihi: 05/04/2020)

Bir aracın oluşturulmasında çok sayıda montaj parçasının kullanılması, bu parçaların tedarik edilmesinde çok sayıda tedarikçiyle çalışılması ve tüm bu zincir boyunca malzeme, bilgi ve finansal akışın koordine edilmesi otomotiv tedarik zincirini karmaşık hale getirmektedir (Zhu, 2018: 4). Otomotiv tedarik zinciri çok karmaşık olmakla birlikte, birbirleriyle bağlantılı birçok süreçten meydana gelmektedir. Otomotiv tedarik zinciri, tedarikçinin tedarikçisinden başlayarak son müşteriye ulaşıncaya kadarki süreçleri kapsamaktadır (Iyer, Seshadri ve Vasher, 2009: 5). Şekil 20’de temel otomotiv tedarik zinciri yapısı gösterilmektedir.

Son 30 yılda otomotiv endüstrisi tedarik zincirinde önemli değişimler geçirmiştir. Rekabet baskısı, otomotiv orijinal ekipman üreticilerini (OEM) kaliteyi iyileştirmeye, ürün geliştirme süresini kısaltmaya ve üretim maliyetlerini düşürmeye zorlamıştır. Ucuz ve vasıflı işgücüne sahip birçok Asya ve Doğu Avrupa ülkesi, tedarik zinciri maliyetlerini düşürmek için cazip fırsatlar sunmaktadır. Ancak, küreselleşme ve dış kaynak kullanımı beraberinde, kültürel ve dilsel farklılıkları, döviz kuru dalgalanmaları, vergi ve gümrük düzenlemeleriyle ilgili sorunları, kalite problemlerini, siyasi ve ekonomik istikrarsızlık dahil olmak üzere önemli riskleri beraberinde getirmiştir (Zhu, 2018: 6).



Şekil 20: Otomotiv Tedarik Zinciri

Geçtiğimizde, dünyadaki otomotiv tedarik zincirleri; depremler, tsunamiler, kasırgalar, grevler, ekonomik krizler, SARS, fabrika yangınları ve patlamalar, terörist saldırılar gibi doğal ve insan kaynaklı felaketler nedeniyle defalarca sektöre uğramıştır (Zhu, 2018: 4). Otomotiv üretimi montaj hattı üzerine kurulu olduğu için aracı oluşturan parçaların gecikmesi veya uygunsuz parça temini otomotiv üretiminde maliyeti artıracak aksamalara neden olmaktadır. Otomotiv sektörü yalın tedarik zincirini meydana getirmek için tam zamanın da üretim ve tam sırasında üretim gibi uygulamalara yer vermektedir. Böylece, kitlesel özelleştirmenin sağlanabilmesi için otomotiv firmaları üretim hatlarında istenilen parçanın doğru zamanda ve önceden belirlenmiş sırada getirilmesini sağlayabilmektedirler (Svensson, 2004: 73).

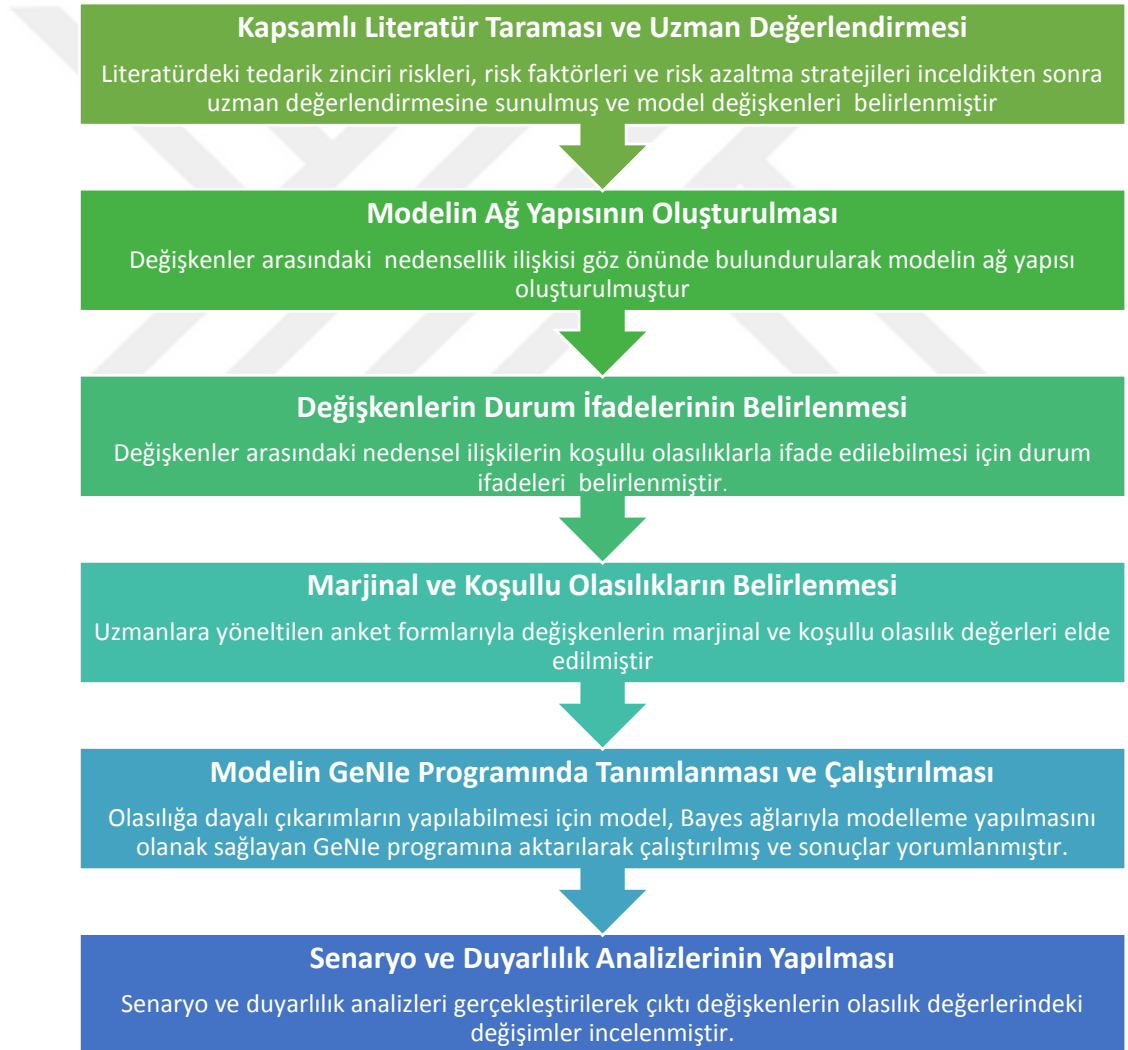
Yalın tedarik zincirlerine yönelik eğilim, müşteriler ve tedarikçilerle yakın işbirlikleri sayesinde düşük stok seviyelerini olanaklı kılmaktadır. Ancak tedarik zincirinde aksamalar ortaya çıktığında güvenlik stokları olmadan yaşanacak olumsuz durumların telafisi zor olabilmektedir. Tedarik zincirindeki bağımlılığı ve karmaşıklığı artıran dış kaynak kullanımı ve çeşitli risk unsurlarını artıran küreselleşme otomotiv tedarik zinciri hassasiyetini artırmaktadır (Thun ve Hoenig, 2011: 243).

Aralık 2001'de, Land Rover'ın popüler Discovery modeli araçlarının tek şasi tedarikçisi olan UPF-Thompson'ın iflas etmesi nedeniyle aniden şasi göndermeyi durdurması Land Rover'ın Discovery üretimini uzun süre durdurmasına ve 1500 işçisini işten çıkarmasına neden olacaktı (Sheffi ve Rice Jr, 2005: 45). 2005 yılında Bosch, dizel yakıtlı araçların enjeksiyon sisteminde kullanılmak üzere ürettiği yakıt pompalarının kusurlu çıkması nedeniyle milyonlarca dolar zarar etmiştir. Kusurlu parçanın, Bosch firmasının bir alt tedarikçisinden kaynaklandığının ortaya çıkması, tedarik zinciri partnerlerindeki bir sorunun tüm zinciri etkileyeceğinin bir kanıtı niteliğindedir (Thun ve Hoenig, 2011: 243). Toyota'nın valf tedarikçisi Aisin Seiki firmasında çıkan yangının ardından, Şubat 1997'de Toyota 18 tesisinde yaklaşık 2 hafta boyunca üretimi durdurmak zorunda kalmıştır. Meydana gelen bu kesintinin maliyeti 195 milyon dolar olarak tahmin edilmektedir (Norman ve Jansson, 2004: 435). Daimler-Chrysler'in Floyd kasırgası nedeniyle, Kuzey Carolina'da (ABD) Greenville'de süspansiyon parçaları üreten fabrikasında su baskını meydana geldi. Bu olay yüzünden şirketin Kuzey Amerika'daki tesislerinin yedisi bir hafta boyunca faaliyet gösterememiştir (Norman ve Jansson, 2004: 435). Tüm bu örnekler, otomotiv tedarik zincirindeki işletmelerin birbirlerine olan entegrasyonu ve bağımlılıkları nedeniyle ortaya çıkabilecek risklerin göstergesidir (Thun ve Hoenig, 2011:

243). Diğer taraftan otomotiv işletmelerini etkileyen riskler sadece tedarik yönlü değil içsel operasyonlardaki aksaklıklardan, piyasa koşullarından ve müşterilerden de kaynaklanabilir.

4.2. Önerilen Bayes Ağı Modelinin Adımları

Bayes ağları, bir dizi değişken (düğüm) ve değişkenler arasında var olan nedensel ilişkileri (oklar) kullanarak neden ve sonuç ağlarını grafiksel olarak tanımlar. Ve değişkenler arasındaki nedensel ilişki, koşullu olasılıklarla ifade edilir (Hosseini ve Barker, 2016). Dolayısıyla Bayes ağ modelinin oluşturulmasındaki ilk adım nedensel ilişkilerin analiz edileceği değişkenlerin belirlenmesi aşamasıdır.



Şekil 21: Bayes Ağı Modelinin Adımları

Çalışmanın modelinde değerlendirilecek olan değişkenler, konuyla ilgili kapsamlı literatür taramasının ardından uzman değerlendirmeleri sonrasında son şeklini almıştır.

Değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren ağ yapısı ve değişkenlerin durum ifadeleri otomotiv sektöründeki tedarik zinciri uzmanlarının görüşleri doğrultusunda belirlenerek modelin nitel kısmı tamamlanmıştır. Ardından, uzmanlara yöneltilen anket formlarıyla değişkenlerin marjinal ve koşullu olasılık verileri elde edilmiştir. Olasılığa dayalı çıkarımların yapılabilmesi amacıyla model verileri Bayes ağlarıyla modelleme yapılmasını sağlayan GeNIe programına aktarılarak model çalıştırılmıştır. Son olarak model üzerinde vaka ve duyarlılık analizleri gerçekleştirilerek çıktı değişkenlerin olasılık değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Şekil 21’de çalışmada önerilen Bayes ağı modelinin adımları gösterilmiştir.

4.3. Modelin Niteliksel Kısımının Oluşturulması

Bir Bayes ağı, niteliksel ve niceliksel olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (van der Gaag, 1996: 5). Bunlardan ilki, uzman görüşleriyle ya da öğrenen algoritmalarla belirlenen nedensel ilişkilerin oluşturulduğu kısımdır. Diğeri ise, koşullu olasılık dağılımlarının belirlendiği aşamadır (Garvey, Carnovale ve Yenyurt, 2015: 620).

Yapısal öğrenme olarak ta adlandırılan niteliksel aşamada modelin değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmektedir (Sharma ve Sharma, 2015: 57). Yönlendirilmiş oklarla koşullu bağımlılık veya nedensellik ilişkilerinin gösterildiği değişkenler, düğümlerle ifade edilmektedir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 482). Bu aşamada, modelin grafiksel ağ yapısı oluşturulmaktadır. Bayes ağ yapısının oluşturulmasında iki yaklaşım vardır. Bunlardan ilki, ağ yapısının yani ağda yer alan değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin uzmanlar tarafından belirlenmesidir. Diğeri ise ağ yapısının bir algoritma aracılığıyla veri setinden öğrenilmesidir (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz, 2013: 44).

İşletmelerin tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileri konusunda kayıtlı veri bulundurmamaları veya yöneticilerin konuyla ilgili bilgileri paylaşmak istememeleri nedeniyle modelin niteliksel kısmının oluşturulmasında sübjektif uzman değerlendirmelerinden yararlanılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın niteliksel kısmı yani modelin grafiksel ağ yapısı, literatür taraması ve konunun uzmanlarıyla gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde oluşturulmuştur.

Çalışma Türkiye otomotiv sanayi işletmelerindeki tedarik zinciri risk yönetimi konusuna odaklanmıştır. Modelin değişkenlerini bu sektördeki risk faktörleri, riskler ve risk azaltma stratejileri oluşturmaktadır. Söz konusu değişkenlerin tanımlanması ve değişkenler

arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için kapsamlı literatür taraması sonrasında tedarik zinciri uzmanlarıyla yarı-yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Türkiye otomotiv tedarik zinciri risklerinin belirlenmesi, bu risklerin olumsuz etkilerini azaltacak olan uygun risk azalma stratejilerinin seçimi ve risklerle stratejiler arasındaki ilişkilerin tespiti amacıyla nitel araştırma tasarımından yararlanılmıştır.

4.3.1. Türkiye Otomotiv Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Belirlenmesi

Türkiye otomotiv sektörünü tehdit eden tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejilerinin belirlenmesinde kişilerin görüşlerinin, anlayışlarının ve algılarının incelendiği nitel araştırma tasarımı kullanılmıştır (Percy, Kostere ve Kostere, 2015: 78) Verilerin elde edilmesinde nitel araştırmalarda en çok kullanılan veri toplama aracı olan görüşme yönteminden yararlanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013: 147).

Katılımcılarla yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat tekniği kullanılarak görüşmeler yapılmış ve birincil veriler elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış mülakat tekniği, araştırma konusuyla ilgili görüşleri, deneyimleri ve gerçek hayat uygulamaları konusunda derinlemesine bilgi edinmeyi olanaklı kılmakla birlikte görüşme esnasında katılımcıların soruları daha iyi anlamalarına imkân vermektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013: 152-153). Kasti örnekleme yöntemiyle Türkiye otomotiv sanayinde faaliyet gösteren 15 farklı firmadan 20 tedarik zinciri yöneticisiyle toplamda 25 saati geçen yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Kasti örnekleme yönteminde, örneği oluşturan katılımcılar araştırmacının araştırma sorularına cevap bulacağına inandığı kişilerden oluşmaktadır (Altunışık, Çoşkun ve Bayraktaroğlu, 2012: 142). Tablo19’da görüleceği üzere görüşme yapılan uzmanlar tedarik zinciri alanında deneyimli ve yöneticilik görevi olan katılımcılardan oluşmaktadır. Uzmanların onayları doğrultusunda yöneticilik deneyimleri ve unvanları gösterilmektedir. Gizlilik politikası ve yöneticilerin talepleri gereği firma bilgileri belirtilmemiştir. Görüşülen tedarik zinciri uzmanlarının 4 yıl ila 22 yıl arasında değişen yöneticilik deneyimlerine sahip olmaları konuyla ilgili verdikleri bilgilerin kalitesini ve güvenilirliğini artırmaktadır (Meyer vd., 2019: 5).

Literatürde üst üste 3 görüşmeden yeni bilgiler sağlanmadığı takdirde veri doygunluğuna ulaşılabileceği belirtilmiştir (Francis vd. 2010, 1234). Son 3 görüşmede benzer değerlendirmelere ulaşıldığından 20. görüşmeden sonra veri toplama süreci tamamlanarak başka görüşme gerçekleştirilmemiştir. Görüşmeler sürecinde elde edilen

verilerin daha sonra detaylı analiz edilebilmesi için izin veren yöneticilerle yapılan mülakatlar ses kaydına alınmıştır. Uzmanlarla yapılan görüşmelerden elde edilen veriler yazılı hale getirilerek nitel analiz programı olan Nvivo 12 programına aktarılmıştır. Daha sonra veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analiz yöntemiyle amaçlanan, elde edilmiş bulguların okuyucuya özetlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde sunulmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013: 256).

Tablo 19: Görüşme Yapılan Tedarik Zinciri Uzmanlarının Unvan ve Deneyimleri

Unvan	Deneyim
Tedarik Zinciri Direktörü	8 yıl
Lojistik Müdürü	6 yıl
Lojistik Müdürü	8 yıl
Üretim Kontrol ve Satınalma Müdürü	11 yıl
Malzeme Yönetimi Şefi	4 yıl
Satın alma Müdürü	10 yıl
Tedarik Zinciri Geliştirme Müdürü	12 yıl
Satın alma Müdürü	12 yıl
Tedarik Zinciri Müdürü	14 yıl
Lojistik Birim Yöneticisi	10 yıl
İthalat Müdür Yardımcısı	13 yıl
Genel Müdür	15 yıl
Talep ve Üretim Planlama Müdürü	14 yıl
Malzeme ve Araç Lojistik Müdürü	7 yıl
Üretim Direktörü	14 yıl
Satın alma Müdürü	18 yıl
Tedarikçi Yönetim Müdürü	17 yıl
Tedarikçi Yönetimi ve Lojistik Müdürü	12 yıl
Tedarik Zinciri Müdürü	13 yıl
Tedarik Zinciri Müdürü	22 yıl

Bölüm 2’de görüleceği üzere mülakatlar öncesinde kapsamlı literatür taraması yapılarak yazında yer alan tedarik zinciri riskleri, risk faktörleri ve risk azaltma stratejileri belirlenmiştir. Karşılaşılan tedarik zinciri risklerinin sayısının çok fazla olması ve tüm bu risklerin uzman değerlendirmesine sunulmasının zorluğu nedeniyle risklerin bir kısmı elenmiştir. Riskler elenirken üretim yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi konusunda uzmanlaşmış 2 akademisyenin görüşü alınmıştır. Tedarik zinciri risk azaltma stratejilerinin seçiminde de benzer bir yaklaşım uygulanmıştır. Literatürde yer alan tedarik zinciri risk azaltma stratejilerini konu edinen makaleler göz önünde bulundurularak otomotiv sektörüyle ilgili olabileceği düşünülen stratejiler tespit

edilmiştir. Daha sonra bazı stratejiler, görülecek tedarik zinciri uzmanlarından yeterli düzeyde bilgi alınamayacağı ve konunun çok genişleyeceği düşüncesiyle elenerek çalışmadan çıkarılmıştır. Son olarak uzman değerlendirmeleri neticesinde çalışmanın modelinde yer alacak riskler ve stratejiler arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

4.3.2. Türkiye Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri Riskleri

Tedarik zinciri yöneticileriyle yapılan görüşmelerde, Tablo 20’de görüleceği üzere literatürden derlenen riskler ve bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri konusunda bilgiler alınmıştır. Tedarik zinciri uzmanlarının yaptıkları ortak değerlendirmeler neticesinde bazı risk faktörleri çalışmadan çıkarılmıştır. Benzer şekilde çalışmada daha önce yer almayan ancak uzmanlarca önemli olduğu belirtilen risk faktörleri modele dâhil edilmiştir. Bundan sonraki başlıklarda çalışmanın modeline dâhil edilecek/çıkarılacak olan risk türleri ve risk faktörlerinden bahsedilecektir.

Tablo 20: Uzman Değerlendirmesine Sunulan Tedarik Zinciri Riskleri ve Risk Faktörleri

Risk Türleri	Risk Faktörleri	Yazarlar
Talep Riski	Talep bilgisinin hatalı olması	Chopra ve Sodhi (2004), Olson ve Wu (2010), Tummala ve Schoenherr (2011)
	Talep belirsizliği	Chopra ve Sodhi (2004), Tummala ve Schoenherr (2011), Hahn ve Kuhn (2012)
	Talep değişkenliği	Manuj ve Mentzer (2008), Vanany, Zailani ve Pujawan (2009), Nakandala, Lau ve Zhao (2017)
Üretim Riski	İş kazaları	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Wagner ve Bode (2008)
	İş gücü kaynaklı aksamalar	Ho vd. (2015), Trkman ve McCormack (2009)
	Makine arızaları	Blackhurst vd. (2005), Samvedi, Jain ve Chan (2013)
	Stok yetersizliği	Demirkol (2019)
	Stok fazlalığı	Chopra ve Sodhi (2004), Demirkol (2019), Nakandala, Lau ve Zhao (2017)
	Üretim kapasitesi riskleri	Cucchiella ve Gastaldi (2006), Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Tang ve Musa (2011)
	Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar	Chopra ve Sodhi (2004), Schlegel ve Trent (2015)
Tedarik Riski	Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması	Olson ve Wu (2010), Ho vd. (2015)
	Tedarik edilen ürünlerin istenilen kalitede olmaması	Kull ve Talluri (2008), Wagner ve Bode, (2008), Tummala ve Schoenherr (2011), Hahn ve Kuhn (2012)

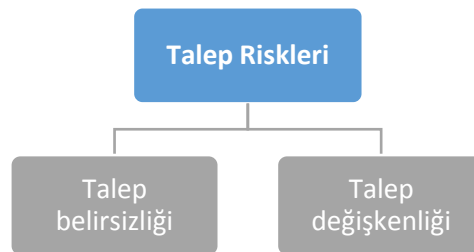
	Yanlış tedarikçi seçimi	Tummala ve Schoenherr (2011)
	Tedarikçinin malzemeleri zamanında teslim edememesi	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Kull ve Talluri (2008), Schlegel ve Trent (2015)
	Tedarikçiye bağımlı olma	Chopra ve Sodhi (2004), Tummala ve Schoenherr (2011), Wagner ve Neshat (2010)
	Tedarik edilen malzemelerde fiyat artışı	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Samvedi, Jain ve Chan (2013)
	Tedarikçinin tasarım değişimlerini karşılayamaması	Tummala ve Schoenherr (2011)
Taşımacılık Riski	Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Tummala ve Schoenherr (2011), Dittmann (2014), Ho vd. (2015)
	Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Manuj ve Mentzer (2008)
	Taşıma maliyetlerinde ani artış	Tummala ve Schoenherr (2011)
	Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi	Punniyamorthy, Thamaraiselvan ve Manikandan (2013), Venkatesh, Rathin ve Patwa (2015)
Finansal Risk	Döviz kuru dalgalanmaları	Chopra ve Sodhi (2004), Manuj ve Mentzer (2008), Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010)
	Faiz oranlarındaki değişim	Manuj ve Mentzer (2008), Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010), Samvedi, Jain ve Chan (2013)
	Düşük kar marjı	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Ho vd. (2015)
	Ürün maliyetlerindeki artış	Schoenherr, Tummala ve Harrison (2008), Tummala ve Schoenherr (2011)
Çevresel Risk	Yangınlar	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Vanany, Zailani ve Pujawan (2009), Olson ve Wu (2010)
	Doğal felaketler	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Tang (2006), Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010), Tummala ve Schoenherr (2011)
	Savaş ve terör riski	Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010), Olson ve Wu (2010), Tummala ve Schoenherr (2011)
	Siyasi Belirsizlikler	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Olson ve Wu (2010),
	Ekonomik krizler	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Samvedi, Jain ve Chan (2013)
	Yasal düzenlemeler	Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006), Tummala ve Schoenherr (2011), Venkatesh, Rathin ve Patwa (2015)

4.3.2.1. Talep Riskleri

Talep riskleri başlığı altında, talep bilgisinin hatalı olması, talep belirsizliği ve talep değişkenliği risk faktörlerine yer verilmiştir. Öncelikle, gelişmiş bilgi sistemleri, anlık bilgi paylaşımları ve sürekli güncellenen talep tahmin bilgileri sayesinde talep bilgisinin hatalı olmasının çok düşük bir olasılık olduğu uzmanların ortak ifadelerinde yer almıştır. Bu nedenle “talep bilgisinin hatalı olması riski” modelden çıkarılmıştır.

Ağır ticari araç ve otobüs üretimi yapan işletmelerde “talep belirsizliği” ve “talep değişkenliği” önemli risk faktörleri olarak görülürken, binek otomobil sektöründe talep risklerinin önemi biraz daha azalmaktadır. Bu durumun en önemli sebeplerinden biri de ağırlıklı olarak Türkiye pazarına ürünlerini sunan ağır ticari araç ve otobüs üreticilerinin döviz kuru ve faiz oranlarının artışı nedeniyle araç satışlarının azalmasıdır. Binek otomobil sektöründe ise büyük oranda ihracata yönelik üretim yapıldığından talep risklerinin etkisinin daha düşük düzeyde hissedildiği ifade edilmiştir.

Tedarik zinciri uzmanları, otomotiv ana sanayi firmalarının ve tedarikçilerinin üretim planlarını bir yıl öncesinden tahmini olarak belirleyerek ve gerekli hazırlıkların tüm zincir boyunca yapıldığını belirtmişlerdir. Bütün siparişler ve tedarik süreçleri yıllık plana göre çalışmaktadır. Önceden belirlenmiş aralıklarla güncellenen talep tahmini bilgileri belirli bir tarihten sonra kesin siparişe dönüşmektedir. Çeşitli faktörlerin etkisiyle öngörü talebi veya kesin talep bilgisi ile gerçekleşen talep arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Özellikle Türkiye pazarına yönelik üretim yapan işletmelerin talepleri ekonomik gelişmelerden, yasal düzenlemelerden, rekabet ve pazar koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Sonuç olarak Şekil 22’de görüleceği üzere modelde yer alacak talep risk faktörlerinin talep belirsizliği ve talep değişkenliği olmasına karar verilmiştir.



Şekil 22: Modelde Kullanılacak Talep Risk Faktörleri

4.3.2.2. Üretim Riskleri

Literatürde süreç veya operasyonel riskler olarak da ifade edilen üretim riskleri organizasyonun içsel faaliyetlerinde konumlanmışlardır. Bu durum işletmenin bu riskleri

kontrol altına almasını kolaylaştırmaktadır (Schlegel ve Trent, 2015: 134). Özellikle otomotiv sektöründe yalın üretim ve sürekli iyileştirme gibi uygulamalar süreçleri hatasızlaştırma çabasıdadır. Ancak, tüm bu uygulamalar tedarik zincirlerinin hata toleransının azalmasına neden olmuştur (Deloitte, 2012: 3).

Üretim riskleri başlığı altında; iş kazaları, iş gücü kaynaklı aksamalar, makine arızaları, stok yetersizliği, stok fazlalığı, üretim kapasitesinin yetersizliği ve hatalı üretimden kaynaklanan aksama hakkında tedarik zinciri uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonrasında seçilen üretim risk faktörleri Şekil 23’de gösterilmektedir.

Taşıtı oluşturan binlerce parça bulunmaktadır. Bu parçaların, doğru miktarda, doğru zamanda, istenilen yerde hazır bulundurmak gerekir. Bu nedenle başarılı stok yönetimi uzmanlar tarafından çok önemli görülmektedir. “Stok yetersizliği” nedeniyle istenen miktarda üretim gerçekleştirilemez ise talebin karşılanmama riski ortaya çıkacaktır. Ancak, çeşitli sorunlara karşı stok seviyelerini artırmak beraberinde “stok fazlalığı” riskini ortaya çıkarabilmektedir. Fazla stok bulundurmak işletmelerin maliyetlerinin artmasına, gerçek problemlerin saklanması ve eldeki parçaların demode olması nedeniyle kullanılamaz duruma gelmesi gibi çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle optimum miktarda stok bulundurma çabalarının çok önemli olduğu belirtilmiştir.

Uzmanlar, tedarikçilerde veya odak işletmede meydana gelebilecek “makine arızalarının” tedarik zincirinde aksamalara neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Tedarikçide meydana gelen makine arızası veya ekipman yetersizliği gibi durumlar malzeme tedarikini olumsuz etkileyebilir.



Şekil 23: Modelde Kullanılacak Üretim Risk Faktörleri

“İş kazalarının” işletme faaliyetlerini hangi düzeyde etkilediği sorulmuştur. Uzmanlar, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların iş güvenliğiyle ilgili önlemlerin alınması, gerekli denetim ve uygulamaların yapılması konusunda gelişmiş bir iş güvenliği sistemine sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Alınan tüm önlemlere rağmen yaşanan iş kazalarında ise üretim faaliyetlerini kesintiye uğratabilecek aksamaların yaşanmadığı

belirtlmifltir. Otomotiv ana sanayindeki uzmanlar, tedarikçilerin de iş güvenliğinin sağlanması konusunda belirli bir yeterliliğe sahip olmasının tedarikçi değerlendirme kriterleri arasında yer aldığını belirtmişlerdir. Bu nedenle iş kazası risk faktörü elenmiştir.

“İş gücü kaynaklı aksama” riski konusundaki değerlendirmelerde iş gücü devamsızlığı (Tuncel ve Alplan, 2010), grevler (Wu, Blackhurst ve Chidambaram, 2006), iş gücü kaynaklı hatalar, nitelikli iş gücünün kaybedilmesi veya yetersizliği (Ho vd., 2015) konularından bahsedilmiştir. Uzmanlar genel olarak iş gücü kaynaklı aksamaların üstesinden gelinebilecek sorunlar olarak gördüklerini ifade etseler de başarılı bir şekilde yönetilmesi gereken bir risk faktörü olduğunu da vurgulamışlardır. Bu nedenle bu risk faktörü modele dâhil edilmiştir.

“Hatalı retim”, otomotiv ana sanayi ve yan sanayide karşılaşılan bir durumdur. Yöneticilerin hatalı üretimle ilgili en büyük endişesi hatanın müşteriye yansımasıdır. Özellikle otomotiv yan sanayi firma yöneticileri, müşteriye gönderilen hatalı parçalar nedeniyle odak işletme faaliyetlerinin aksaması durumunda ceza alabileceklerini ve hatta ana sanayi ile uzun vadeli ilişkilerin bozulabileceğini belirtmişlerdir.

4.3.2.3. Tedarik Riskleri

Tedarik riskleri kapsamında; tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi, tedarik edilen malzemelerde fiyat artışı, tedarik edilen ürünlerin istenilen kalitede olmaması, tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması, tedarikçinin tasarım değişikliklerini karşı esnek olamayışı, yanlış tedarikçi seçimi, sözleşmeye bağlı kalma riski ve tedarikçiye bağımlılık riskleri uzmanların görüşlerine sunulmuştur.

Tedarik zinciri uzmanları, tedarikçilerde çeşitli sebeplerden dolayı beklenmedik kesintilerin yaşanabileceğini belirtmişlerdir. Büyük makine arızları, hatalı parça üretimi, hammaddenin temin edilememesi, üretim ekipmanlarında özellikle kalıplarda ortaya çıkan sorunlar, yangınlar, doğal felaketler, tedarikçideki mali krizler ve lojistik operasyonlarda meydana gelen aksamalar “tedarikçinin malzemeleri zamanında teslim edememesine” ve “kalite sorunlarının” ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Tedarik riskleri içersinde yer alan “tedarik edilen malzemelerde fiyat artışı” riski görüşülen uzmanların çoğu tarafından işletmeyi tehdit edebilecek bir risk faktörü olarak değerlendirilmemiştir. Hatta tedarikçilerle yapılan anlaşmalar gereği aynı parçayı

sağlayan tedarikçinin zamanla uzmanlaşacağı ve maliyetlerini azaltması gerektiği düşüncesiyle tedarikçilerden fiyat indirimlerinin istendiği tedarik zinciri uzmanlarının ifadelerinde yer almıştır. Fiyat indirimlerinin nedeni, sürekli iyileştirme çalışmaları ve süreç iyileştirme faaliyetleriyle tedarikçilerin maliyetlerini azaltmalarının istenmesidir. Bu nedenle, tedarik edilen malzemelerde fiyat artışı risk faktörü modelden çıkarılmıştır.

Uzmanlar, “tedarikçilerin talep değişimlerini karşılayamama” riskine karşı otomotiv ana sanayi tedarikçilerinin belirli bir düzeyde kapasite esnekliğine sahip olmalarının istendiğini belirtmişlerdir. Ancak çok farklı etkenlerden dolayı tedarikçilerin değişen talepleri karşılayamama riski ortaya çıkacağı düşünüldüğünden bu risk modelden çıkarılmamıştır.

Otomotiv ana sanayi firmalarında tedarik zinciri yöneticileri olarak çalışan uzmanlar, üretilen aracın parçalarında 5 veya 6 yıl süreyle önemli değişiklikler olmadığını ifade etmişlerdir. Tedarikçilerden uzun süre tasarım değişikliklerinin istenmemesi nedeniyle “tedarikçinin tasarım değişikliklerini karşılayamaması” risk faktörü tedarik risklerinden çıkarılmıştır.

Uzmanların ifadelerine göre, otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi (Swafford, Ghosh ve Murthy, 2006), tedarikçilerin geliştirilmesi (Chiang, Kocabasoglu-Hillmer ve Suresh, 2012: 54), tedarikçilerle uzun vadeli ilişkilerin kurulması (Tachizawa ve Gimenez, 2009: 5794) çok önemli görülmektedir. Bu nedenle “yanlış tedarikçi seçimi” riski modelden çıkarılmıştır.



Şekil 24: Modelde Kullanılacak Tedarik Risk Faktörleri

“Tedarikçiye bağımlılık” riski de modelden çıkarılmıştır. Özellikle otomotiv ana sanayisindeki işletmelerin tedarikçileriyle kapsamlı ve uzun süreli sözleşmeler yaptıkları uzman ifadelerinde yer almıştır. Ayrıca pazarlık gücünün ana sanayide olması bu riskin

etkisini zayıflatmaktadır. Ana sanayi işletmelerinin tedarikçilerle uzun vadeli ilişki kurmak istemesi, kazan-kazan yaklaşımına sahip olması söz konusu riskin tedarikçiler içinde ortadan kalktığı belirtilmiştir. Şekil 24’de çalışmanın nihai modelinde yer alacak tedarik risk faktörleri gösterilmektedir.

Uzmanlar, “tedarikçilerin finansal olarak kötü duruma düşmesinin” ana firma için ciddi bir risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir. Çünkü tedarikçide ortaya çıkacak finansal bir krizin tedarikçi faaliyetlerinin aksamasına neden olacağı ve müşteriye parça sevkiyatının kesintiye uğrayacağı ifade edilmiştir. Uzmanların görüşlerine dayanarak, tedarikçinin çeşitli nedenlerden dolayı mali sorunlar yaşaması ve bunun sonucunda malzeme tedarikinde aksamaların yaşanacak olması önemli bir risk faktörü olarak görülmüş ve modele dâhil edilmiştir.

4.3.2.4. Taşımacılık Riskleri

Tedarik zinciri uzmanlarıyla taşımacılık riskleri kapsamında yapılan görüşmelerde; gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar, taşıma işlemlerinin zamanın yapılmaması, taşıma maliyetlerinde artış ve taşıma sırasında meydana gelen hasarlar konuşulmuştur. Uzman değerlendirmeleri neticesinde modelde yer alacak taşımacılık risk faktörleri Şekil 25’ de gösterilmektedir.



Şekil 25: Modelde Kullanılacak Taşımacılık Risk Faktörleri

Uzmanlar, dışsal bir risk faktörü olan “gümrük işlemlerinde yaşanan sorunların”; mevzuattaki değişimlerden (Harland, Brenchley ve Walker, 2003), sınır kapıları geçişlerindeki aksamalardan (Tummala ve Schoenherr, 2011), evrak işlemlerindeki eksikliklerden/hatalardan (Tummala ve Schoenherr, 2011) ve gümrük tarifelerindeki değişikliklerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bazı ülkelerden tedarik edilen parçalarda özellikle Güney Amerika ülkelerindeki gümrük geçişlerinde grevler, siyasi

karışıklıklar ve süreçlerin yavaş işlemesi nedeniyle gecikmelerin yaşandığı örnek vaka olarak ifade edilmiştir.

“Taşımacılık faaliyetlerinde çeşitli sebeplerden dolayı gecikmeler” yaşanabilmektedir. Uzmanlar malzemenin tedarikinde mesafe arttıkça, özellikle deniz aşırı ülkelerden tedarik edilen parçalarda birtakım aksaklıkların çıkma olasılığının arttığını dile getirmişlerdir. Örneğin liman grevleri (Tummala ve Schoenherr, 2011), olumsuz hava koşulları (Ho vd., 2015), bir takım siyasi karışıklıklar (Samvedi, Jain ve Chan, 2013) nedeniyle nakliye faaliyetlerinde gecikmelerin yaşandığı belirtilmiştir.

Taşıma maliyetlerinde artışın bir risk unsuru olmadığı tüm uzmanların ortak görüşü olmuştur. Lojistik firmalarıyla yapılan yıllık anlaşmalar gereği beklenmedik ani değişimler yaşanmamaktadır. Yurt içi nakliye işlemlerinde, döviz kuruna bağlı olarak akaryakıt fiyatlarının artması, resmi düzenlemeler nedeniyle nakliye güzergâhında değişimin neden olduğu maliyet artışı, otoban, köprü ücretlerinin artışı ve enflasyon gibi nedenlerle lojistik hizmet sağlayıcılarının maliyetlerinin artması durumunda belirli aralıklarla karşılıklı olarak fiyat anlaşmalarının güncellendiği ifade edilmiştir. Fiyat artışları, ani bir şekilde uygulanmamakta ve müşterinin onayı ile gerçekleşmektedir. Özellikle akaryakıttaki fiyat artışının derhal maliyetlere yansıtılmadığı, belirli bir süreçte gerçekleştiği belirtilmiştir. Dolayısıyla, “taşıma maliyetlerindeki artış” uzmanlar tarafından bir risk unsuru olarak görülmediğinden taşımacılık risklerinden çıkarılmıştır.

Taşıma sırasında malzemelerde sık bir şekilde olmasa da hasarların meydana geldiği uzmanlarca belirtilmiştir. Malzemelerin konulduğu kasaların deformasyonu sonucunda parçalarda hasarlar meydana gelebilmektedir. Veya elleçleme esnasında kasaların devrilmesi ve parçaların zarar görmesi şeklide durumlar yaşanabildiği ifade edilmiştir. Gelen parçalar da hasar durumu ortaya çıktığında sigortaya başvurulduğu veya kusur hangi tarafta ise maliyetin karşılanmasının istendiği belirtilmiştir. Ancak burada önemli olan hasarlı malzeme nedeniyle üretim faaliyetlerinin aksayabilme ihtimalidir.

4.3.2.5. Finansal Riskler

Görüşmelerde, finansal riskler başlığı altında, döviz kuru dalgalanmaları, faiz oranlarındaki değişim, düşük kar marjı ve ürün maliyetlerindeki artışın yer aldığı risk faktörleri ele alınmıştır.

Uzmanların lojistik, tedarik ve üretim planlama alanlarında çalışıyor olmaları ve finansal konularda kısıtlı bilgiye sahip olduklarını belirtmeleri veya değerlendirme yapmak istememeleri nedeniyle finansal risk faktörlerinin birçoğu hakkında yeterli düzeyde değerlendirme verisine ulaşamamıştır. Ancak “döviz kurundaki artış” ve sonucunda ortaya çıkan “ürün maliyetlerindeki artış” konularında uzmanların genel değerlendirmeleri olmuştur.

“Döviz kuru dalgalanmaları” riski özellikle Türkiye’de meydana gelen döviz kurundaki artışlar çerçevesinde uzmanlarca değerlendirilmiştir. Döviz kurlarındaki artışların ithal edilen parçaların maliyetlerini artırması nedeniyle iç pazarda (Türkiye pazarında) otomobil fiyatlarının tırmanışa geçmesine ve Türkiye pazarındaki taleplerinde önemli ölçüde azalmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Türk lirasının değer kaybetmesiyle araç fiyatlarının artması özellikle ihracat oranı az olan işletmeleri önemli derecede olumsuz etkilemiştir. Otomotiv sektörü büyük oranda ihracat gerçekleştiren bir sektör olduğu için kur artışının olumsuz etkisi ihracat oranı artırılarak azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak Türkiye’de bulunan otomotiv sanayi kuruluşlarının hepsi yüksek ihracat oranına sahip değildir. Dolayısıyla, döviz kuru artışının etkileri firmadan firmaya değişiklik göstermektedir.

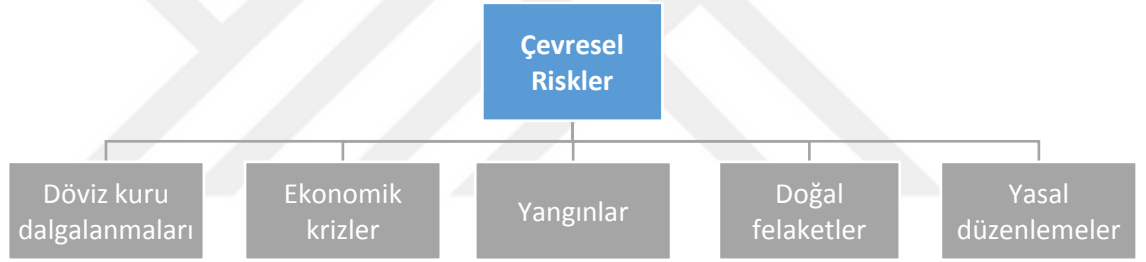
Uzman görüşleri ve yapılan değerlendirmeler sonucunda, finansal riskler modelden çıkarılmıştır. Ancak “döviz kuru dalgalanmaları” risk faktörünün ise çevresel riskler başlığı altında değerlendirilmesine karar verilmiştir. Benzer şekilde Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010: 3718)’de çalışmalarında döviz kuru dalgalanmalarını dışsal risk olarak ifade etmişlerdir.

4.3.2.6. Çevresel Riskler

Firma dışı risklerden oluşan çevresel riskler, zincir içindeki tek bir kademeyi ya da organizasyonu etkileyebileceği gibi tedarik zincirinin tümünü etki edecek olaylardan meydana gelebilir (Samvedi, Jain ve Chan, 2013: 2435). Çevresel riskler çeşitli makalelerde makro riskler (Ho vd., 2015: 5040) veya dışsal riskler (Trkman ve McCormack, 247:2009; Kumar, Tiwari ve Babiceanu’nun,2010: 3718) olarak isimlendirilmektedir. Çalışmanın ilk aşamasında yangınlar, doğal felaketler, savaş ve terör, siyasi belirsizlikler, ekonomik krizler ve yasal düzenlemelerden oluşan risk faktörleri çevresel riskler olarak gruplandırılmıştır.

Otomotiv ana sanayi iş güvenliği ile ilgili çalışmalar titizlikle uygulanmaktadır. Ayrıca, tedarikçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda belirli bir yeterliliğe sahip olması, birlikte çalışabilme şartları içersinde yer almaktadır. Dolayısıyla “yangın riskine” karşı iş güvenliği kapsamında önlemlerin alındığı ifade edilmiştir. Buna rağmen uzmanlar tarafından yangın riski çevresel riskler içinde önemli bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Çünkü geçmişte meydana gelen yangın vakaları bu riskin önemini artırmaktadır.

Tedarik zinciri uzmanları “doğal felaketlerle” ilgili olarak; Avrupa’da kar yağışı nedeniyle tren seferlerinin aksaması, yanardağ patlaması nedeniyle hava yolu taşımacılığının durması, seller nedeniyle oluşan taşkınlarla kara yolu taşımacılığının kesintiye uğraması, dolu yağışı nedeniyle stoktaki araçların zarar görmesi şeklinde meydana gelen ve işletme faaliyetlerinde aksamalara neden olan gerçek vakalardan bahsetmişlerdir. Bu nedenle doğal afet riski modele eklenmiştir.



Şekil 26: Modelde Kullanılacak Çevresel Risk Faktörleri

Tedarik zinciri uzmanlarıyla yapılan görüşmeler sonrasında, çevresel risklerin içerisinde yer alan “siyasi belirsizlikler” ve “savaş ve terör” risklerinin birçok uzman tarafından işletme faaliyetlerini aksatabilecek düşük olasılıklı riskler olarak değerlendirildiği görülmüştür. Bu nedenle söz konusu bu risk faktörlerinin modelden çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca “döviz kuru dalgalanması” risk faktörünün çevresel riskler kategorisinde yer almasına karar verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonrasında çevresel riskler kategorisinde modele dâhil edilecek risk faktörleri Şekil 26’da gösterilmektedir.

“Ekonomik kriz” riski konusunda, küresel çaplı bir ekonomik krizin çok daha etkili olacağını yerel krizlerin ise büyük oranda ihracat yapan otomotiv sektörünü daha düşük seviyede etkileyeceği değerlendirmeler içerisinde yer almıştır.

“Yasal düzenlemeler” risk faktörü konusunda uzmanlar örnekler vererek değerlendirmeler de bulunmuşlardır. Gümrük mevzuatındaki değişimler, vergi

düzenlemeleri ve emisyon sınır değerlerindeki değişimlerle ilgili yasal düzenlemelerden bahsedilmiştir. Ayrıca, yasalara uyum sağlamanın sadece Türkiye ile sınırlı olmadığı, faaliyet gösterilen farklı ülkelerin düzenlemelerinin de yakından takip etmenin gerekliliği vurgulanmıştır.

4.3.3. Türkiye Otomotiv Sektörü Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri

Tedarik zinciri yöneticileriyle yapılan görüşmelerde, risklerin meydana gelme olasılıklarını veya olumsuz etkilerini azaltan stratejiler konusunda önemli bilgilere ulaşılmıştır. Toplam yedi ana strateji otomotiv sektöründeki tedarik zinciri yöneticilerinin değerlendirmelerine sunulmuştur. Bu stratejiler; esnek tedarik, erteleme, esnek kapasite, işbirliği, stok artırma, esnek taşımacılık ve bilgi paylaşımı stratejilerinden oluşmaktadır. Katılımcılardan bu stratejiler konusunda görüşleri alınırken her bir stratejinin literatürde yer alan uygulamaları göz önünde bulundurularak değerlendirmeleri istenmiştir. Bundan sonraki kısımda Tablo 21’de görülen risk azaltma stratejileri hakkındaki uzman değerlendirmeleri ve yorumlar başlıklar halinde verilecektir. Ayrıca bu aşamada belirlenen stratejilerin hangi risklerin olumsuz etkilerini azaltacağı konusunda karar verilerek çalışma modelindeki risklerin stratejilerle iliksisini gösteren grafik ağ yapısı belirlenmiştir.

Tablo 21: Uzman Değerlendirmesine Sunulan Risk Azaltma Stratejileri ve Uygulamaları

Stratejiler	Strateji Uygulamaları	Yazarlar
Esnek Tedarik	Fazladan tedarikçiye sahip olmak	Tang (2006b), Chopra ve Sodhi (2004), Tachizawa ve Gimenez (2009)
	Tedarikçiler arasında sipariş miktarlarını değiştirebilmek	Pujawan (2004), Tang ve Tomlin (2008), Sodhi ve Tang (2012)
	Yedek kapasitesi olan tedarikçilerle çalışmak	Pujawan (2004), Swafford, Ghosh ve Murthy (2006), Saghiri ve Barnes (2016)
	Farklı miktarları karşılayabilecek tedarikçilerle çalışmak	Pujawan (2004), Tang ve Tomlin (2008), Wagner, Grosse-Ruyken ve Erhun (2018)
	Farklı ürün çeşitlerini karşılayabilecek tedarikçilerle çalışmak	Pujawan (2004), Chiang, Kocabasoglu-Hillmer ve Suresh (2012)
Ertelleme	Stok riskini azaltmak için ürünlerde ortak parçalar kullanmak	Chopra ve Sodhi (2004), Tang (2006b)
	Müşteri siparişleri alınana kadar nihai ürün montaj faaliyetlerini geciktirmek	Chopra ve Sodhi (2004), Pujawan (2004), Li vd. (2005), Tang (2006b)

	Ürünlerin müşterilere yakın uygun dağıtım noktalarında depolamak	Van Hoek, Vos ve Commandeur (1999), Li vd. (2005)
	Temel malzeme ve alt montaj parçalarının son siparişe göre konfigüre etmek	Huang ve Li (2009), Kilubi (2016)
Esnek Kapasite	Çoklu yeteneği olan çalışanlara sahip olmak	Chopra ve Sodhi (2004), Rajesh, Ravi ve Venkata Rao (2015)
	Kapasite (işgücü seviyesi, fazla mesai, ekipman, üretim hattı, yeni bina vs.) düzeyini ayarlamak	Chopra ve Sodhi (2004), Sheffi ve Rice Jr (2005), Rajesh, Ravi ve Venkata Rao (2015)
İşbirliği	İşbirliğine dayalı talep tahminleri yapmak	Tang (2006a), Nakano (2009), Kohli ve Jensen (2010), Cao vd. (2010)
	Tedarik zinciri ortaklarıyla tedarik zinciri operasyonlarını geliştirmek için birlikte çalışmak	Park (2011), Chen, Sohal ve Prajogo (2013)
	Tedarik zinciri ortaklarıyla sorunları birlikte çözmek	Li vd. (2005), Park (2011), Chen, Sohal ve Prajogo (2013)
	Ürün kalitelerini geliştirmede tedarikçilere yardımcı olmak	Li vd. (2005), Park (2011), Chen, Sohal ve Prajogo (2013)
	Tedarikçilerin planlama ve hedef belirleme faaliyetlerine dahil etmek	Li vd. (2005), Park (2011), Chen, Sohal ve Prajogo (2013)
	Ortak süreç yenilikleri, araştırmalar ve ortak ürün tasarımları yapmak	Li vd. (2005), Park (2011), Chen, Sohal ve Prajogo (2013), Kilubi (2016)
Stok Artırma	Emniyet stokları tutmak	Park (2011), Kilubi (2016)
	Stok artırmak	Chopra ve Sodhi (2004), Sheffi ve Rice Jr (2005), Tachizawa ve Gimenez (2009)
Esnek Taşımacılık	Farklı modlarla taşımacılık yapmak	Pujawan (2004), Tang (2006b), Naim vd. (2006), Tachizawa ve Gimenez (2009)
	Birden fazla taşıma hizmeti sağlayıcısı ile çalışmak	Tang (2006),
	Alternatif ulaşım rotaları geliştirmek	Naim vd. (2006), Tang (2006b)
	Lojistik firmalarının farklı miktar ve zamandaki talepleri karşılayabilmesi	Naim vd. (2006), Tang (2006b)
Bilgi Paylaşımı	Müşterilerin değişen ihtiyaçları konusunda tedarik zinciri ortaklarına önceden bilgi verilmesi	Li vd. (2005), Park (2011)
	Tedarik zinciri ortaklarının birbirlerini etkileyebilecek olaylar hakkında bilgi alışverişinde bulunmaları	Li vd. (2005), Park (2011)
	Tedarik zinciri ortaklarının, iş planlarının oluşturulmasına yardımcı olan bilgileri paylaşmaları	Li vd. (2005), Park (2011)
	Tedarik zinciri ortaklarının birbirleriyle doğru ve zamanında bilgi paylaşımında bulunmaları	Li vd. (2005), Cao vd. (2010), Park (2011)

4.3.3.1. Esnek Tedarik

İşletmelerin değişen koşullara uyum sağlayabilmesi ve belirsizliklerle başa çıkabilmesi için tedarik zincirlerinin esnek olması gerekmektedir. Tedarik zinciri esnekliğini

sağlamanın yollarından biri de malzeme satın alımıyla ilgili faaliyetlerde esnekliğin olmasıdır. Ve çoğu zaman odak işletmenin müşteri gereksinimlerine hızlı yanıt veremeyişinin temel nedeni tedarikçilerinin esnek olmayışıdır (Pujawan, 2004: 82). Swafford, Ghosh ve Murthy (2006: 174) esnek tedariki; satın alma sürecinin, değişen gereksinimlere cevap verebilme yeteneği olarak tanımlamışlardır. Başka bir çalışmada ise esnek tedarik, değişen taleplerin karşılanabilmesinde, ihtiyaç duyulan malzemelerin farklı miktarlarda ve çeşitlilikte ve değişen teslim sürelerinde tedarikçilerden temin edebilme yeteneği olarak ifade edilmiştir (Wagner, Grosse-Ruyken ve Erhun, 2018: 330).

Esnek tedarik uygulamaları kapsamında literatürde belirtilen esnek tedarik boyutlarından; fazladan tedarikçiye sahip olmak, farklı miktarları karşılayabilecek tedarikçilerle çalışmak, yedek kapasitesi olan tedarikçilerle çalışmak, farklı ürün çeşitlerini karşılayabilecek tedarikçilerle çalışmak, gerektiğinde tedarikçiler arasında sipariş miktarlarını değiştirmek olarak 5 uygulamanın tedarik zinciri yöneticileri tarafından değerlendirilmesi istenmiştir.

Esnek tedarik uygulamalarından olan “fazladan tedarikçiye sahip olunması”, yangın ve doğal felaketler gibi önemli kesintilerde ve talep dalgalanmaları risklerinden odak işletmeyi koruyacaktır (Tang, 2006b: 39). İlave tedarikçilere sahip olunması tehditlere tepki hızını artırarak rekabet avantajı sağlamasına rağmen maliyetli bir uygulamadır (Lavastre, Gunesekekan ve Spalanzani, 2012: 823). Bu nedenle otomotiv sektörü uzmanlarına göre cazip bir uygulama olmadığı görüşü hakimdir. Ölçek ekonomisinin gereği olarak bir malzemenin belirli bir sayının üstünde üretimi birim maliyetini azalmaktadır. Bu nedenle tek tedarikçiden yüksek miktarda parça temini maliyet avantajı sağlayacaktır (Sohhi ve Tang, 2012: 100). Otomotiv sanayinde aracı meydana getiren birçok parçanın üretiminde özel olarak imal edilmiş maliyetli kalıplar kullanılmaktadır. Çeşitli devlet teşviklerinden yararlanmak ve daha ucuza parça ürettirebilmek için kalıp yatırımlarını ana sanayi işletmeleri üstlenerek tedarikçilerine kalıpları vermektedir. Aynı parçanın üretiminde fazladan tedarikçiyle çalışması birden çok kalıp maliyeti anlamına geldiğini belirten uzmanlar, odak işletmelerin bu maliyete katlanmak istemeyeceklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, aynı parçanın birden fazla tedarikçiden temin edilmesinin bir takım operasyonel zorlukları, değişkenlikleri ve kalite sorunlarını beraberinde getirebileceğini ifade eden uzmanlar olmuştur.

Öte yandan, tedarik zinciri uzmanları bazı durumlarda fazladan tedarikçi uygulamasına yer verdiklerini belirtmişlerdir. Ancak uzmanların çoğu tek tedarikçi uygulamasının daha

yaygın olarak uygulandığını, oransal olarak tüm parçalarda fazladan tedarikçi uygulamasının oranının %10'un altında olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle fazladan tedarikçi bulundurma uygulaması elenmiştir.

Otomotiv ana sanayindeki tedarik zinciri uzmanları, tedarikçilerinin miktar bazında belirli bir seviyedeki değişkenliği yönetebilmelerini istemektedir. Örneğin, parçanın montajı esnasında zarar görmesi durumunda ve talep değişimlerinde malzemelerin hızlı bir şekilde tedarikçiden temin edebilmek için tedarikçinin miktar esnekliğine sahip olması istenmektedir. Ancak genel olarak tedarik zinciri uzmanları miktar esnekliğinin maliyet artışlarına sebep olacağını düşündükleri için farklı miktarları karşılayabilme yeteneğini belirli bir düzeyde tutmayı tercih ettiklerini önemle vurgulamışlardır.

Birçok tedarik zinciri yöneticisi tedarikçilerinin kapasite konusunda belirli esnekliğe sahip olmalarını istemektedirler. Talep artışı yaşandığında tedarikçinin zorlanmadan yanıt verebilmesi gerekir. Tedarikçide ortaya çıkabilecek herhangi bir aksamaya karşı kapasitesinin %100'ünü kullanmasının ortaya çıkaracağı kırılganlığın önüne geçebilmek için yedek kapasite sahip olmak önemlidir. Örneğin, Toyota tedarikçilerinin %10 ila %18 aralığında fazladan kapasiteye sahip olması istenmektedir. Böylece talepteki değişimi fazladan stok bulundurmaksızın yönetebilmektedir.

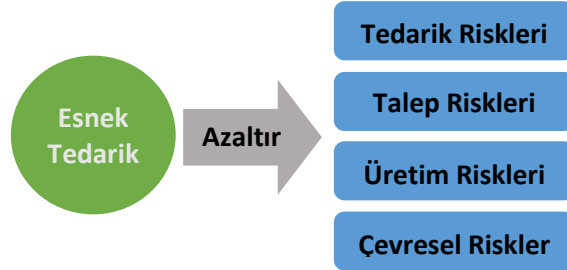
Çalışmada tedarik zinciri yöneticileri için hazırlanan ankette esnek tedarik stratejileri kapsamında Şekil 27'de görülen esnek tedarik strateji uygulamalarının göz önünde bulundurmaları istenmiştir.



Şekil 27: Esnek Tedarik Uygulamaları

Otomotiv sektöründe, belirli bir süre (4 ila 6 yıl arasında değişen sürelerde) üretilen parçanın özelliklerinin değişiklik göstermemesi nedeniyle “tedarikçilerin farklı ürün çeşitlerini karşılayabilmesi” özellikle binek otomobil sektöründe öncelikli bir esneklik

Aşağıdaki Şekil 28’de görüleceği üzere uzman görüşmeleri sonucunda esnek tedarik uygulamalarının; tedarik riskleri, talep riskleri, üretim riskleri ve çevresel risklerin etkisini azalttığına karar verilerek modele dahil edilmiştir.



Şekil 28: Modelde Kullanılacak Esnek Tedarik Stratejisi ve Etkilediği Riskler

4.3.3.2. Erteleme

Tedarik zinciri uzmanlarıyla yapılan görüşmeler neticesinde, otomotiv sektörünün erteleme stratejisinin uygulamalarıyla uyumlu olmadığı görülmüştür. Erteleme stratejisiyle ürünlerin belirli bir aşamaya kadar oluşturulması ardından gelen müşteri siparişlerine göre son şeklinin verilmesi amaçlanmaktadır (Chopra ve Sodhi, 2004: 59; Tang, 2006b: 38). Erteleme stratejisi içerisinde yer alan, “müşteri siparişleri alınana kadar nihai ürün montaj faaliyetlerinin geciktirilmesi” ve “temel malzeme ve alt montaj parçalarının son siparişe göre konfigüre edilmesi” uygulamaları konularındaki uzmanların yaklaşımının otomotiv sektörüne uygun olmayacağı yönünde olmuştur.

Uzmanlar, müşterilerin hangi ürün konfigürasyonundan ne kadar isteyecekleri önceden yapılan talep tahminlerine göre belirlendiğini söylemişlerdir. Önceden belirlenen satış rakamlarına göre tüm parçalarının üretim adetleri belirlenir. Ve belirlenen bu adetlere göre yıllık üretim planları tüm tedarik zinciri boyunca uygulanır. Ancak otobüs üreticileri üretimlerinin büyük kısmını proje bazlı gerçekleştirdikleri için müşterilerine terzi usulü çözümler sunduklarını ifade etmişlerdir. Bu nedenle, erteleme stratejisi uygulaması olan “gelen siparişe göre nihai ürüne son şeklinin verilmesi” kısmen otobüs üretiminde görülebilmektedir.

Erteleme stratejisinin bir uygulaması olan “ortak parça kullanımı” otomotiv sektöründe son derece yaygın bir şekilde görülmektedir. Uzmanlar, stok yönetimini kolaylaştırdığı, operasyonel verimliliği artırarak ve maliyetleri azalttığı (Baud-Lavigne, Agard ve Penz, 2012: 50) için ortak parça kullanımına yer verildiğini belirtmişlerdir. Ancak uzmanlar bunun erteleme stratejisinin bir parçası olarak görmediklerini söylemişlerdir. Çünkü erteleme stratejisindeki ortak parça kullanımındaki amaçlanan, ürünleri oluşturan farklı

parçaların sayısını azaltarak değişen müşteri siparişlerinin az sayıda parça değişimiyle karşılanabilmesidir (Tang, 2006b: 38).

“Ürünlerin müşterilere yakın uygun dağıtım noktalarında depolanması” (Li vd. 2005: 635) ana otomotiv üreticisinin kullandığı bir yöntem değildir. Ayrıca bu uygulamayı erteleme stratejisinin bir uygulaması olarak değerlendirmemişlerdir. Birçok otomotiv ana sanayi firması ürettiği araçları dağıtım kanalları aracılığıyla doğrudan bayilere veya müşterilere ulaştırmaktadır. Ancak birçok tedarikçi için müşterisi olan ana sanayiye yakın olmanın hem ana sanayi hem de tedarikçi işletme için önemli avantajlarının olduğu belirtilmiştir. Yan sanayi birden fazla müşterisine ulaşabilmek için farklı coğrafi noktalarda tesis yatırımları yapabildiği gibi dağıtım depoları da kurabilmektedir. Otomotiv tedarikçileri ana sanayiye yakın yerlerde depolar kurarak maliyet avantajı, hız ve esneklik gibi çeşitli avantajlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak bu uygulama, otomotiv ana sanayisinde yer almaması ve çalışma kapsamında görüşülen uzmanların çoğunun ana sanayide çalışıyor olması nedeniyle değerlendirme sürecinde elenmiştir.

Son olarak erteleme stratejisi uygulamalarının genel olarak uzmanlardan kabul görmemesi nedeniyle çalışmanın modelinden çıkarılmıştır.

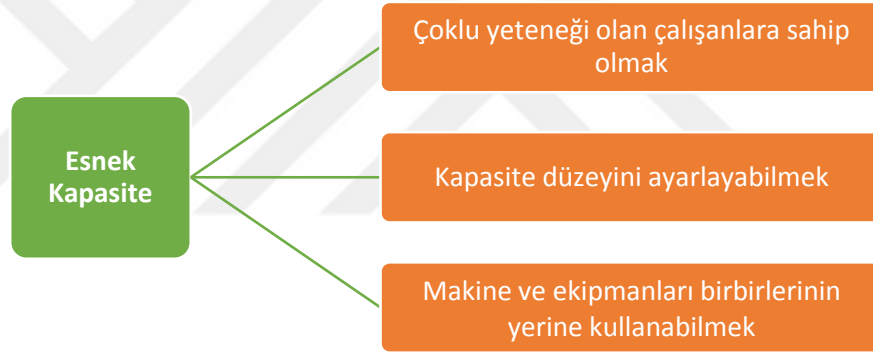
4.3.3.3. Esnek Kapasite

Belirli ölçüde kapasite düzeyini ayarlayabilmek, talep dalgalanmalarına karşı işletmelerin tedarik zincirinin her aşamasında hızlı tepkiler verebilmesi olanaklı kılmaktadır (Rajesh, Ravi ve Venkata Rao, 2015: 240). Otomotiv firmalarının karşılaşılabilecekleri değişimlere ve belirsizliklere en hızlı şekilde ve en düşük maliyetle yanıt verebilmesi amacıyla tedarik zinciri yapısını düzenleyebilme becerisi olması gerekmektedir. Otomotiv ana sanayi ve yan sanayi firmalarındaki görüşülen tüm uzmanlar üretim kapasitesinin artırımı ve azaltılması konusunda belirli düzeydeki değişkenliğin yönetilebildiğini belirtmişlerdir.

Üretim risklerinin birçoğunda etkili olan ve esnek kapasite stratejisi içerisinde değerlendirebileceğimiz “çoklu yeteneği olan çalışanlara sahip olunması” uygulamasına, uzmanlarla yapılan görüşmeler sonrasında esnek kapasite stratejisi başlığı altında yer verilmesine karar verilmiştir. Chopra ve Sodhi (2004: 59) aynı çalışanların farklı ürünleri üretebilme yeteneğinin kapasite riskini azaltacağını söylemiştir. Uzmanlarla yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre iş gücü kaynaklı aksamalara, iş gücü kapasitesi

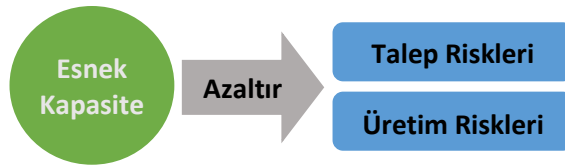
sorununa ve talep değişkenliği gibi risklere karşı birden fazla yeteneğe sahip çalışanlara sahip olunması istenmekte ve uygulanmaktadır.

Meydana gelen aksamalar nedeniyle duruşların yaşanması veya talebin artması gibi durumlarda öncelikle başvurulanan yöntemin “fazla mesailer ve hafta sonu çalışmaları” olduğu vurgulanmıştır. Makinelerin ve üretim ekipmanlarının ortaya çıkan arızalarda birbirlerinin yerine kullanılabilir olması esnek uygulamalardandır (Chiang, Kocabasoglu-Hillmer ve Suresh, 2012: 77). Örneğin, aynı kalıbın farklı makinelerde kullanarak uzun süreli makine arızalarında üretime devam edilebildiği belirtilmiştir. Ancak, ana sanayi kapasite artırımının tek başına gerçekleştirebilmesi mümkün değildir. Çünkü odak işletmenin kapasite artırması için ham madde sağlayan tedarikçilerinin de kapasite artırımı yapabilmesi gerekir. Dolayısıyla tüm zincirin esnek yapıya sahip olması önemlidir. Şekil 29’da esnek kapasite stratejisi kapsamındaki uzmanların onayladıkları uygulamalar gösterilmektedir.



Şekil 29: Esnek Kapasite Uygulamaları

Uzman görüşmeleri ve yapılan değerlendirmeler sonucunda esnek kapasite uygulamalarının talep riskleri ile üretim risklerinin etkilerini azalttığına karar verilmiştir. Şekil 30’da esnek kapasite ve etkilediği riskler görülmektedir.



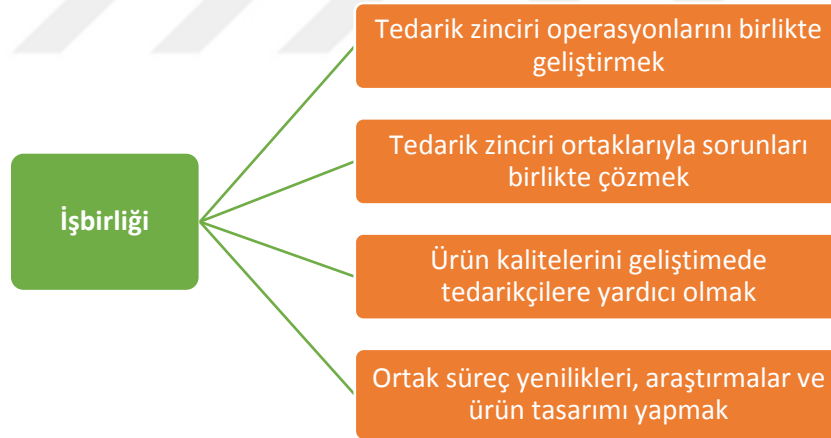
Şekil 30: Modelde Kullanılacak Esnek Kapasite Stratejisi ve Etkilediği Riskler

4.3.3.4. İşbirliği

Tedarik zinciri işbirliği, uzun vadeli bir bakış açısı benimseyen ve hiçbir ortağın tek başına başaramayacağı benzersiz bir değer yaratmak için iki veya daha fazla şirketin

birlikte çalışmasıdır (Chen, Sohal ve Prajogo, 2013: 2189). Tedarik zincirinin çevresel değişikliklere hızlı bir şekilde cevap verebilme becerisini artıran ortak talep tahminlerinin yapılması, tedarik zinciri operasyonlarının birlikte geliştirilmesi, ortak süreç yenilikleri, sorunların birlikte çözülmesi, ürün kalitelerini geliştirmede tedarikçilere yardımcı olunması, ortak araştırmalar ve ürün tasarımı işbirliği stratejisi uygulamaları uzmanların değerlendirmesine sunulmuştur.

Tedarik zinciri uzmanlarının tümü otomotiv sektöründe işbirliği uygulamalarının son derece önemli olduğunu vurgulamışlardır. Özellikle “tedarikçilerin kalitesinin geliştirilmesinde” otomotiv ana sanayi işletmeleri son derece kapsamlı faaliyetler yürütmektedir. Tedarikçi geliştirme bölümleri parçanın tasarımı, üretimi, lojistik operasyonların yeterliliği, kalite uygunluğu, kapasite yeterliliklerinin kontrolü ve süreçlerin iyileştirilmesi konularında tedarikçileri yakından izlemektedirler. Uzmanlar, tedarikçi ziyaretleriyle bazı durumlarda süreçlerin iyileştirilmesi adına birtakım müdahalelerin yapıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, bütün tedarikçilerin aynı seviyede değerlendirilmediği, dolayısıyla kritik parça üreten tedarikçilerle ilişkilerin daha ileri boyutta olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 31: İşbirliği Uygulamaları

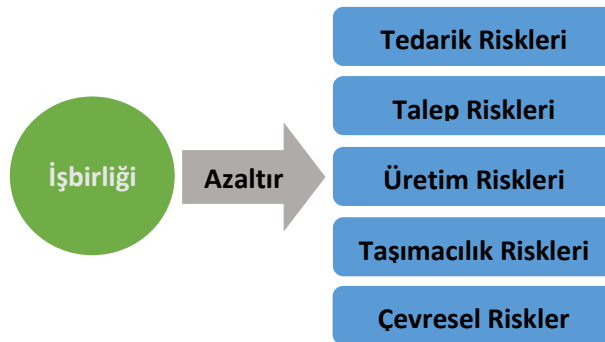
Ana sanayi tedarikçilerine gelecek talep bilgilerine göre tedarikçilerinin faaliyetlerini ilgilendiren bir yıllık kesin olmayan talep bilgisini paylaşır ve tedarikçilerde buna göre hazırlıklarını yaparlar. Tahmini talep bilgisi belirli zaman aralıklarında güncellenerek, son aşamada kesin talep bilgisine dönüşmektedir. “işbirliğine dayalı talep tahminlerinin yapılması” konusunda otomotiv ana sanayisindeki işletmelerin belirleyici ve yönlendirici konumunda olduğu vurgulanmıştır. Dolayısıyla talep tahminlerinin yapılmasında tam olarak

bir işbirliği olmadığından işbirliği stratejisi uygulamalarında çıkarılmıştır. Şekil 31’de otomotiv sektöründe karşılık bulan işbirliği stratejileri uygulamaları gösterilmektedir.

“Ortak süreç yenilikleri, iş geliştirme faaliyetleri” tedarik zinciri ortaklarının karşılıklı olarak yapılan görüşmelerde verimliliği artırıcı ve maliyet azaltıcı öneriler odak işletme tarafından değerlendirilmektedir.

“Ortak tasarımlar” konusunda tedarikçiler ile odak işletme arasında değişen boyutlarda işbirliklerinin yapıldığı görülmüştür. Aracı oluşturan çeşitli ve karmaşık parçaların varlığı farklı uzmanlık alanlarının birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Tedarikçi firmalar ve ana sanayi işletmelerindeki yöneticilerle yapılan görüşmeler sonrası tasarımda ana sanayinin büyük ölçüde yönlendirici olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra alanında uzman tedarikçilerle ortak çalışmaların yürütüldüğü, kimi durumlarda tasarım ve mühendisliği tedarikçinin yürüttüğü parçaların da bulunduğu ifade edilmiştir.

Uzmanlar, “tedarik zinciri ortaklarıyla tedarik zincirindeki operasyonlarını geliştirmek için birlikte çalışılması” konusunda hemfikir olup, odak işletmenin tedarik zincirinin diğer üyelerinin gelişmesine katkı sağlaması kazan-kazan yaklaşımının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Tedarik zinciri ortakları arasındaki iş birliği, ürünün tasarım aşamasında başlayıp, üretim başladıktan sonra kaliteyi artırma ve maliyet azaltma çalışmalarıyla devam etmektedir. Karşılaşılabilecek risklere karşı işbirliği içerisinde olmak tedarik zinciri faaliyetlerinin kesintiye uğramasını engelleyerek tüm tedarik zinciri ortaklarının kazanmasını olanaklı kılacaktır. Bu nedenle, Şekil 32’de görüleceği üzere işbirliği stratejisi bütün risklere karşı etkili bir strateji olduğu düşünüldükçe modele dâhil edilmiştir.



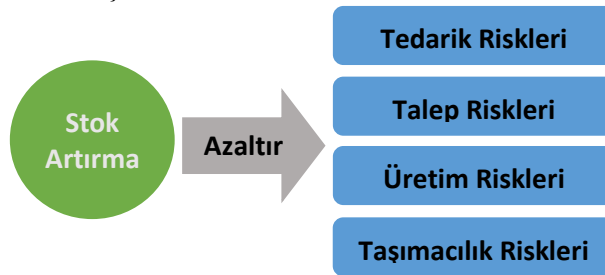
Şekil 32: Modelde Kullanılacak İşbirliği Stratejisi ve Etkilediği Riskler

4.3.3.5. Stok Artırma

“Stok tutma” maliyetleri artıran ve istenmeyen bir faaliyet olsa da işletmeler için kimi durumlarda hayati öneme sahip olabilmektedir. Stok tutmak (Tachizawa ve Gimenez, 2009: 5795) veya tedarikçilere stok tutturmak (Tang, 2006b: 38) ileriki zamanlarda beklenen dönemsel kriz durumlarına karşı alınan bir önlem olarak uygulanmaktadır. Tedarikçi kaynaklı gecikmeleri önlemek, bozulmaların (doğal afet, yangınlar, grevler, tedarikçinin iflası gibi) ve tahmin hatalarının etkisini azaltmak için stoklara ihtiyaç vardır (Chopra ve Sodhi, 2004). Tedarik zinciri uzmanları ihtiyaç duyulan malzemelerin tedarikinde çok çeşitli sorunların ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Bu sorunların ortadan kaldırılmasına yönelik çözüm yolları geliştirilmeye çalışılsa da belirli malzemelerin emniyet stoklarının tutulmasının gerektiği ifade etmişlerdir.

İşletmeler çeşitli aksamalara karşı hazırlıklı olmak için “emniyet stokları” bulundurmaktadır (Kilubi, 2016: 616). Malzeme temininde olası gecikmelere karşı hem otomotiv ana sanayisinde hem de tedarikçilerinde emniyet stokları tutulduğu uzmanların ifadelerinde yer almaktadır. Her bir malzemenin emniyet stokunun ne kadar olacağı ve minimum stok seviyesi, risk değerleri kapsamında hesaplanmaktadır.

Tedarikçi kaynaklı gecikmelerde, nakliye faaliyetlerinde ortaya çıkabilecek sorunlarda, hasarlı ve hatalı üretimlerde, makine ekipman arızaları nedeniyle meydana gelen stok kayıplarında, stoktaki malzemenin ret edilmesine durumunda, gümrük kapılarında yaşanan gecikmelerde meydana gelebilecek kesintilerin önlenmesinde ve talep risklerine karşı emniyet stoklarının tutulduğu uzmanlar tarafından belirtilmiştir. Bu bağlamda, Şekil 33’de görüleceği üzere stok artırma stratejisinin tedarik riskleri, talep riskleri, üretim riskleri ve taşımacılık risklerinin etkilerini azalttığı sonucuna varılarak model içerisinde kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 33: Modelde Kullanılacak Stok Artırma Stratejisi ve Etkilediği Riskler

Otomotiv sektörü gibi gelişmiş endüstriler stokları mümkün olduğunca düşük seviyede tutmaya çalışmaktadır. Çünkü yüksek stok seviyesi aynı zamanda bir risk faktörüdür

(Chopra ve Sodhi, 2004: 58; Tummala ve Schoenherr, 2011: 475). Ancak uzmanlar, stokların işletmelerin beklenmedik değişimlere ve aksamalara karşı hazırlıklı olmalarını sağladığından optimum seviyede stok bulundurma gerekliliğini vurgulanmışlardır.

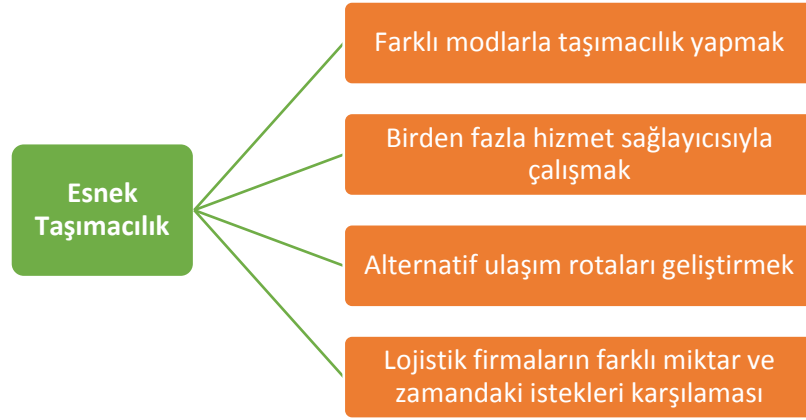
4.3.3.6. Esnek Taşımacılık

Taşımacılık, işletmeler ve tedarikçileri arasında fiziksel bir bağlantı görevi görerek malzeme ve kaynak akışını sağlayan tedarik zincirinin önemli bir işlevidir. Ayrıca, üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının (3PL) ve hatta 4PL'lerin ortaya çıkmasıyla, taşıyıcılar nakliye hizmetlerinden daha fazlasını müşterilerine sunmaya başlamışlardır (Naim vd., 2006: 297). Esnek taşımacılık stratejisi kapsamında; farklı modlarla taşımacılık yapılması, birden fazla lojistik hizmet sağlayıcısıyla çalışılması, alternatif ulaşım rotalarının geliştirilmesi, lojistik firmalarının miktar ve zaman değişimleri karşılayabilmesi uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir.

Esnek taşımacılık kapsamındaki ilk uygulama beklenmedik durumlarda “farklı modlarla (hava, deniz, kara taşımacılığı gibi) taşımacılık” yapılmasıdır (Tachizawa ve Gimenez, 2009: 5795). Uzmanlar, maliyetler göz önünde bulundurularak çeşitli taşımacılık yöntemlerinin bir arada veya birbirlerinin yerine kullanıldığını söylemişlerdir. Acil durumlarda, malzemenin hızlı bir şekilde tedarik edilmesi gerektiğinde hava yolu ile malzeme temini yapılmaktadır. Ancak uzmanlar burada dikkate edilmesi gereken noktanın, risklerin neden olacağı maliyetler ve riskleri azaltmak için yapılacak harcamalar arasında dengenin sağlanması olduğunu belirtmişlerdir.

Otomotiv sektörü uzmanları “birden fazla taşıma hizmeti sağlayıcısıyla çalışılması” konusunda, yedekleme yaklaşımından ziyade farklı lojistik faaliyetlerde uzmanlaşmış hizmet sağlayıcılarıyla işbirliği yapılmak istenmesi nedeniyle başvurulmuş bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Birçok işletme yurt içi nakliye operasyonlarında döngüsel sefer uygulamasını (milkrun sistemi) kullanmaktadır. Yurt dışı nakliye operasyonlarında ve deniz taşımacılığında birden fazla lojistik firmayla çalışılmaktadır. Ancak, deniz taşımacılığında yedekleme yaklaşımının uygulandığını belirtmişlerdir. Çünkü mevcut firmada sorun ortaya çıktığında farklı bir firmayla çalışabilme olanağına sahip olmanın deniz taşımacılığında önemli olduğu vurgulanmıştır. Deniz aşırı ülkelerden tedarik edilen parçalarda konteyner taşımacılığı yapan firmalar arasında belirli oranlarda dağılım

yapılarak, herhangi birinde sorun çıktığında taşımacılık işlemleri diğer firmalara aktarılabilmektedir.

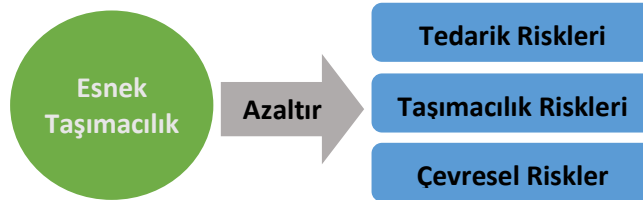


Şekil 34: Esnek Taşımacılık Uygulamaları

Nakliye güzergahı üzerinde gecikmeye veya kesintiye sebep olacak bir olay meydana geldiğinde tüm taşımacılık modlarında “alternatif ulaşım rotalarının geliştirilmesi” lojistik hizmet sağlayıcısının görevi olduğu söylenmiştir.

Tedarik zinciri yöneticileri, lojistik hizmet sağlayıcılarıyla çözüm ortağı gibi çalıştıklarını ve herhangi bir aksama durumunda çözüm öneriler geliştirebildiklerinden bahsetmişlerdir. “Lojistik firmalarının farklı miktar ve zamandaki istekleri karşılayabilme” yeteneğine sahip olmaları önemle vurgulanmıştır. Sonuç olarak esnek taşımacılık kapsamındaki tüm uygulamalara yer verildiği görülmektedir. Şekil 34’de esnek tedarik stratejisi kapsamında kabul gören uygulamalar gösterilmektedir.

Esnek taşımacılık uygulamalarının özellikle taşımacılık faaliyetlerindeki risklere karşı etkili olmasının yanı sıra, tedarik ve çevresel risklerin neden olabileceği aksamaların da önüne geçebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 35’de modelde değerlendirilecek olan esnek taşımacılık ve etkilediği riskler gösterilmektedir.



Şekil 35: Modelde Kullanılacak Esnek Taşımacılık Stratejisi ve Etkilediği Riskler

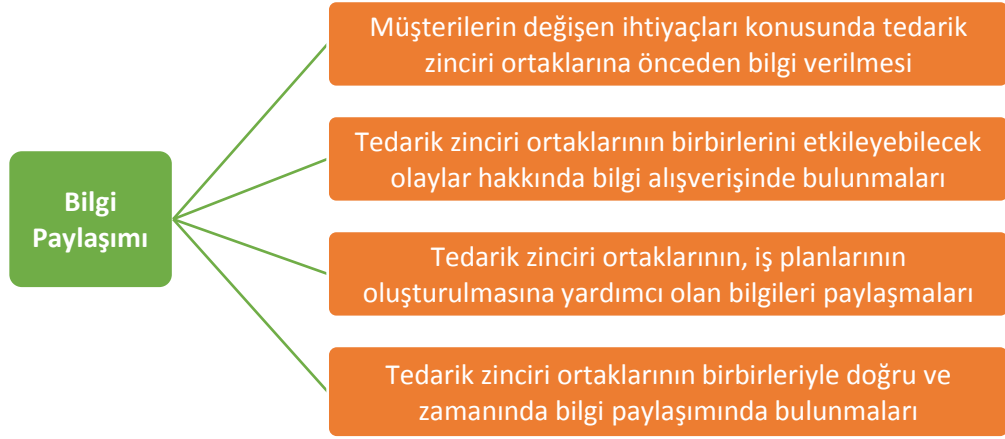
4.3.3.7. Bilgi Paylaşımı

Tedarik zinciri risklerini azaltan en önemli stratejilerden biri olan bilgi paylaşımı (Li vd., 2015: 85), tedarik zincirini etkileyen içsel ve dışsal risklerin azaltılmasında önemli bir rolü vardır (Hallikas vd., 2004: 52). Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler tedarik zincirinde bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Örneğin, işletme içi bilgi paylaşımını üst seviyelere taşıyan ERP yazılımları ve tedarik zinciri içerisindeki tüm firmaların doküman paylaşımında kullandıkları EDI (Electronic Data Interchange/ Elektronik Veri Değişimi), tedarikçilerle müşterileri arasında stok bilgilerinin takibini sağlayan VMI (Vendor Managed Inventory/ Tedarikçi Yönetimli Envanter) yararlanılan bilgi paylaşımı araçlarıdır (Chen vd., 2019: 915).

Tedarik zinciri uzmanları bilgi paylaşımının çok önemli olduğunu ifade etmişlerdir. “Tedarik zinciri ortaklarının birbirlerini etkileyebilecek olaylar hakkında bilgi alışverişinde bulunmaları (Li vd., 2015: 92)” ortaya çıkacak kesintilerin önlenmesinde kilit rol oynamaktadır. Tedarikçide meydana gelen aksaklıkların önceden bilinmesi, erken uyarı sisteminin çalıştırılması anlamına gelmektedir. Odak işletmenin de bilgi paylaşımı konusunda “tedarik zincirindeki ortaklarıyla doğru ve zamanında bilgi aktarımı yapması” son derece önemlidir.

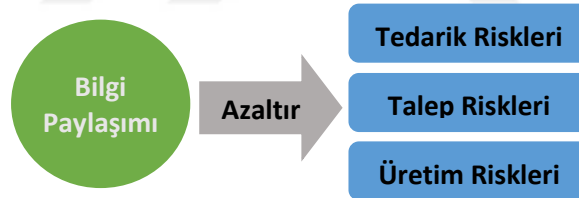
Uzmanlar, tedarikçilerle bilgi paylaşımının uzun vadeli ve anlık olarak iki şekilde yürütüldüğünü belirtmişlerdir. İnternet tabanlı bilgi teknolojileri sayesinde tedarikçiler müşterilerdeki stok bilgilerini takip edebilmektedir. Uzun vadede ise tedarikçilerin müşterilerinin 6 ay veya 1 yıl sonraki üretim bilgilerine sahip olabilecekleri ifade edilmiştir.

Odak işletme gelecek yılki üretim hedeflerini tedarikçisi ile paylaşmaktadır. Çünkü tedarikçinin de buna göre hazırlık yapması istenmektedir. Otomotiv ana sanayi firması gelecek yıl üreteceği modelin özellikleri ile ilgili bilgileri tedarikçileri ile paylaşır. Amaç tedarikçilerin gerekli hazırlıkları yapabilmesidir. Meydana gelecek talep artışları konusunda ön bilgiler tedarik zinciri ortaklarıyla paylaşılmaktadır. Tahmini sipariş bilgileri aylar öncesinden tedarikçilerle paylaşılır. Ardından sipariş zamanı yaklaştıkça tahmin bilgileri kesin sipariş adetleri şeklinde güncellenmektedir. Bilgi paylaşımı kapsamında Şekil 36’da gösterilen uygulamalar göz önünde bulundurularak değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 36: Bilgi Paylaşımı Uygulamaları

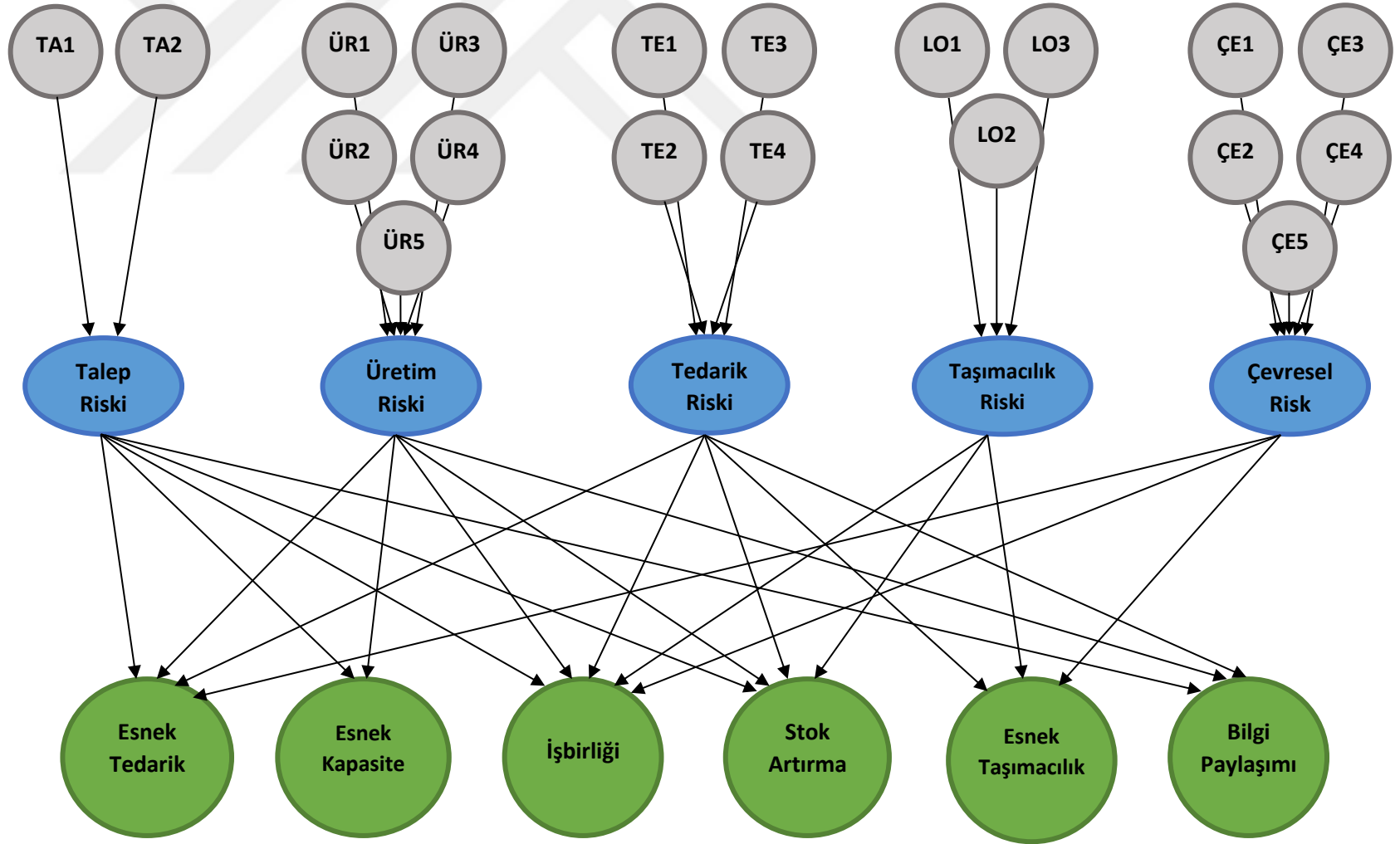
Bilgi paylaşımının işletmenin farklı birimleri arasında etkin ve koordineli bir şekilde yürütülmesi zorunluluğu önemle bahsedilen bir diğer konu olmuştur. Bilgi paylaşımının gelişen teknolojiyle birlikte daha kolay olduğunun vurgusunu yapan tedarik zinciri uzmanları, her durumda şeffaf olmanın sınırlarının olduğunu da özellikle belirtmişlerdir. Bilgi paylaşımı talep riskleri, tedarik riskleri ve üretim risklerinin önlenmesi veya etkilerinin azaltılmasını önemli bir strateji olduğuna karar verilmiştir. Şekil 37’de modelde bilgi paylaşımı stratejisinin ilişkide olduğu riskler gösterilmektedir.



Şekil 37: Modelde Kullanılacak Bilgi Paylaşımı Stratejisi ve Etkilediği Riskler

4.3.4. Bayes Ağ Modelinin Grafikselleştirilmesi

Çalışmada, tedarik zinciri uzmanlarının değerlendirmeleri sonucunda otomotiv sektöründeki tedarik zinciri riskleri ve bu riskleri meydana getiren risk faktörleri, son olarak ta risk azaltma stratejileri Bayes ağ modelinin değişkenleri olarak belirlenmiştir. Ardından söz konusu risklerin hangi risk azaltma stratejileriyle ilişkili olduğunu belirlemek amacıyla yine uzman değerlendirmelerine başvurularak riskler ve risk azaltma stratejileri arasındaki ilişkiler tespit edildikten sonra Şekil 38’de gösterilen çalışmanın nihai grafikselleştirilmiş modeli meydana getirilmiştir. Modelde risk faktörleri, risklerin meydana gelme olasılıklarını koşullu olarak etkilerken, risk olasılıkları da stratejilerin uygulanma olasılıklarını koşullu olarak belirlemektedir.



Şekil 38: Bayes Ağ Modelinin Grafiksel Gösterimi

Modelin grafiksel gösteriminde kolaylık sağlaması için tedarik zinciri risk faktörleri için Tablo 22’de gösterilen kodlar kullanılmıştır.

Tablo 22: Modelde Kullanılan Risk Faktörleri ve Kodları

Kod	Risk Faktörleri
TA1	Talep belirsizliği
TA2	Talep değişkenliği
ÜR1	Stok riskleri
ÜR2	Makine arızaları
ÜR3	İş gücü kaynaklı aksamalar
ÜR4	Üretim kapasitesi riskleri
ÜR5	Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar
TE1	Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması
TE2	Tedarikçinin finansal durumu
TE3	Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmaması
TE4	Tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi
LO1	Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar
LO2	Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması
LO3	Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi
ÇE1	Döviz kuru dalgalanmaları
ÇE2	Ekonomik krizler
ÇE3	Yangınlar
ÇE4	Doğal felaketler
ÇE5	Yasal düzenlemeler

4.3.5. Değişkenlerin Durum İfadeleri

Bayes ağ modellerinde kullanılacak değişkenler, durum ifadeleri veya bir dizi olasılık değerleri ile gösterilmelidir (Lockamy III ve McCormack, 2009). Bu nedenle, oluşturulan modelde değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin koşullu olasılıklarla ifade edilebilmesi için durum ifadeleri belirlenmiştir. Bayes ağlarında değişken durumları “düşük/orta/yüksek” olarak veya “evet/hayır”, “doğru/yanlış”, “az/çok”, “düşük/yüksek” şeklinde kodlanabilmektedir (Hosseini ve Barker, 2016).

Bir Bayes ağ modelinde ebeveyn değişken sayısının ve durum sayısının artması koşullu olasılık tablolarının oluşturulmasının zorlaşması anlamına gelmektedir (Chin vd., 2009). Örneğin, bir çocuk düğümün (değişkenin) 5 adet ebeveyn düğümü olduğu ve bu ebeveyn düğümlerin her birinin de iki farklı durumla ifade edildiği düşünülürse, çocuk düğümün koşullu olasılık tablosunda $2^5 = 32$ adet kombinasyonun olasılık değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Eğer ebeveyn düğümlerin durum sayısı üçe çıkarılırsa değerlendirilecek olasılık sayısı $3^5 = 243$ ’e yükselmektedir. Benzer şekilde, çocuk düğümü etkileyen

ebeveyn düğüm sayısının artması, değerlendirilmesi gereken koşullu olasılık kombinasyonu sayısının artmasına neden olacaktır. Bu nedenle, modelin genişleyerek karmaşık hale gelmemesi ve uzmanlar tarafından değerlendirilmesi gereken koşullu olasılık verilerinin elde edilmesinin zorlaştırmamak adına değişkenler için belirlenen durum sayıları mümkün olduğunca ikili ifadelerle sınırlandırılmaya çalışılmıştır. Ancak uzman görüşleri ve yapılan değerlendirmeler sonrasında bazı değişkenlerin ikiden fazla durumla ifade edilmesinin daha doğru olacağına karar verilmiştir. Çalışmada, risk faktörlerinin, risklerin ve risk azaltma stratejilerinin durum ifadeleri, anlaşılabilir, aynı zamanda kapsayıcı olması ve uzmanlar tarafından olasılık değerleri belirlenirken anlam karmaşası yaratmayacak ifadelerden oluşması amaçlanmıştır. (Tablo 23 ve Tablo 24)

Tablo 23: Risk Faktörleri ve Risklerin Durum İfadeleri

Risk Faktörleri ve Riskler	Durum İfadeleri
Talep Belirsizliği	Düşük/ Yüksek
Talep Değişkenliği	Düşük/Yüksek
Talep Riski	Az/Çok
Stok riskleri	Eksikliği/Fazlalığı
Makine arızaları	Az/Çok
İş gücü kaynaklı aksamalar	Az/Çok
Üretim kapasitesi riskleri	Yetersiz/Fazla
Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar	Az/Çok
Üretim Riski	Az/Çok
Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması	Düşük/Orta/Yüksek
Tedarikçinin finansal durumu	Kötü/İyi
Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmaması	Düşük/Orta/Yüksek
Tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi	Düşük/Orta/Yüksek
Tedarik Riski	Az/Çok
Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük/Orta/Yüksek
Taşıma işlemlerinin zamanda yapılmaması	Düşük/Orta/Yüksek
Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi	Düşük/Orta/Yüksek
Taşımacılık Riski	Az/Çok
Döviz kuru dalgalanmaları	Azalması/Artması
Ekonomik krizler	Düşük/Yüksek
Yangınlar	Düşük/Yüksek
Doğal felaketler	Düşük/Yüksek
Yasal düzenlemeler	Düşük/Yüksek
Çevresel Risk	Az/Çok

Tablo 24: Risk Azaltma Stratejilerinin Durum İfadeleri

Risk Azaltma Stratejisi	Durum İfadeleri
Esnek Tedarik	Düşük/Yüksek
Esnek Kapasite	Düşük/Yüksek
İşbirliği	Düşük/Yüksek
Stok Artırma	Düşük/Yüksek
Esnek Taşımacılık	Düşük/Yüksek
Bilgi Paylaşımı	Düşük/Yüksek

4.4. Modelin Niceliksel Kısımının Oluşturulması

Parametre öğrenme olarak ta adlandırılan Bayes ağlarının nicel kısmında, nitel kısımdan elde edilen neden sonuç ilişkileri kullanılarak değişkenler arasındaki birleşik olasılık dağılımları olarak bağımlılık ilişkileri bulunur (Lee, Park ve Shin, 2009: 5882). Modelin niceliksel kısımda, değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkileri, ağdaki her değişken (düğüm) için koşullu olasılık dağılımları cinsinden ifade edilir (Nadkarni ve Shenoy, 2001: 482). Ebeveyni olan düğümler koşullu olasılık dağılımına sahipken, ebeveyn düğümü olmayan kök düğümler marjinal olasılık dağılımına sahiptir (Chen ve Pollino, 2012: 137). Dolayısıyla bu aşamada ağdaki her bir değişkenin (düğümün) koşullu ve marjinal olasılık dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Olasılık verilerinin elde edilmesinde uzman değerlendirmelerinden yararlanılmıştır.

4.4.1. Modelin Koşullu Olasılık Değerlerinin Belirlenmesi ve Verilerin Toplanması

Bayes ağları koşullu olasılık temeline dayandığı için değişkenler arasındaki koşullu olasılıkların çıkarımı son derece önemlidir. Modelde kullanılacak olan koşullu olasılıklar veriden türetilmediği gibi uzman görüşlerinden de elde edilebilir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182). Ancak uzmanların çok kombinasyonlu koşullu olasılık değerlerini belirlemesi zaman alıcı ve karmaşık olması nedeniyle oldukça zor olabilmektedir. Bu nedenle, uzman görüşlerine dayalı olasılıkların ortaya çıkarılmasına yardımcı olmak için çeşitli araçlar ve teknikler kullanılmaktadır (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182).

Bayes ağ modelindeki marjinal ve koşullu olasılık değerlerinin belirlenmesinde, modelin grafiksel yapısının oluşturulması aşamasında görüşülen tedarik zinciri uzmanlarının değerlendirmelerine başvurulmuştur. Olasılık değerlerinin elde edilmesi amacıyla Ek 1’de gösterilen anket formu hazırlanmıştır. Hazırlanan anket formu daha önce görüşülen 20 uzmana mail yoluyla gönderilmiş. Uzmanlardan, olasılık verilerini belirlerken bilgi birikimleri ve geçmiş tecrübelerine göre değerlendirmelerde bulunmaları istenmiştir.

Ardından geri dönen anketlerin ortalamaları alınarak değişkenlerin koşullu olasılık değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 25’de uzmanların değerlendirdiği anket verilerinden elde edilen tedarik risk faktörlerinin durumlarına bağlı olarak hesaplanan tedarik risk durumlarının koşullu olasılık tablosunun belirli bir bölümü örnek olarak gösterilmektedir.

Tablo 25: Tedarik Riski Koşullu Olasılık Tablosu Örneği

Tedarik Risk Faktörleri				Tedarik Riski	
TE1	TE2	TE3	TE4	Az	Çok
Düşük	Kötü	Düşük	Düşük	0,27287	0,72713
Düşük	Kötü	Düşük	Orta	0,09949	0,90051
Düşük	Kötü	Düşük	Yüksek	0,07725	0,92275
Düşük	Kötü	Orta	Düşük	0,17027	0,82973
Düşük	Kötü	Orta	Orta	0,05697	0,94303
Düşük	Kötü	Orta	Yüksek	0,04377	0,95622
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Tedarik riskini belirleyen tedarik risk faktörlerinin farklı durum kombinasyonlarının sayısı tedarik risk faktörlerinin durum sayısına bağlıdır. Bayes ağ modelinde tedarik riskinin ebeveyn düğümleri olan tedarik risk faktörlerinin TE2 (Tedarikçinin finansal durumu) düğümü dışında diğer düğümlerinin her birinin düşük/orta/yüksek olmak üzere üç farklı durumu bulunmaktadır. TE2 düğümünün yani değişkeninin ise iki farklı durumu vardır. Bu durumda tedarik riski 54 farklı tedarik risk faktörü durum kombinasyonu ile değerlendirilmesi gerekmektedir ki bu sadece tedarik riski için ortaya çıkan koşullu olasılık kombinasyon sayısıdır. Uzmanlardan bu kadar çok koşullu olasılık değerini belirlemelerinin istenmesi mümkün değildir. Çalışmada bu sorunun üstesinden gelebilmek için Kim ve Pearl (1983:192) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemle göre, bir A düğümünün B ve C şeklinde iki ebeveyn düğümü varsa, bu A düğümünün B ve C’ye bağlı koşullu olasılığı,

$$P(A|B, C) = \alpha P(A| B) P(A| C) \quad (4.1)$$

formülüyle yaklaştırılabilir. Buradaki α değeri A düğümünün her durumu için belirlenen koşullu olasılık toplamını 1’e eşitleyen bir normalizasyon faktörüdür (Chin vd., 2009: 9884). Bu formül geliştirildiğinde ise, çok sayıda ebeveyn düğümü olan çocuk düğüme ait her bir ebeveynin koşullu olasılık değeri belirlendikten sonra formül 4.2’de görüleceği üzere koşullu olasılık değerleri çarpılıp normalize edilerek ebeveyn

düğümünün istenilen tüm koşullu olasılık kombinasyonları hesaplanabilmektedir (Chin vd., 2009: 9884).

$$P(A|X_2, X_3, \dots, X_n) = \alpha P(A|X_1)P(A|X_2) \dots P(A|X_n) \quad (4.2)$$

Bu çalışmada, değişkenler (düğümler) arasındaki koşullu olasılık tablolarını oluşturan değerlerin belirlenmesinde yukarıdaki formül 4.2'den yararlanılmıştır. Böylece riskleri etkileyen risk faktörlerinin koşullu olasılıkları ve risk azaltma stratejilerinin olasılıklarını belirleyen risklerin koşullu olasılıkları hesaplanmıştır.

Daha önce ifade edildiği üzere, olasılık verilerinin elde edilmesi için herhangi bir veri tabanını ulaşılamaması nedeniyle uzmanlardan ihtiyaç duyulan veriler hazırlanan anket aracılığıyla elde edilmiştir. Anket üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, katılımcılardan ebeveyn düğümü olmayan ve kök düğüm olarak nitelendirilen tedarik zinciri risk faktörü değişkenlerinin marjinal olasılıklarının belirlenmesi istenmiştir. Anketin ikinci bölümünde, risk faktörlerinin durumlarına göre risk durumlarının olasılıkları katılımcılardan istenmiştir. Üçüncü bölümünde ise risk durumlarına göre uygun risk azaltma stratejilerinin uygulanma olasılıkları sorulmuştur. Anketin ikinci ve üçüncü bölümlerinde tüm ebeveyn düğümlerin oluşturduğu koşullu olasılık kombinasyonlarını sormak yerine her ebeveyn düğümün çocuk düğüme etkisi ile ilgili olasılık değerleri sorularak, uzmanların cevaplayacakları soru sayısı azaltılmıştır. Uzmanlarla modelin grafiksel yapısını oluşturmak amacıyla daha önce yapılan görüşmelerde, çalışmanın ikinci aşamasında kendilerinden modelde ihtiyaç duyulacak olasılık bilgilerinin anket yoluyla isteneceği anlatılmıştır.

Uzman bilgilerine dayanan Bayes ağ modellerinin oluşturulmasındaki zorluklardan biride istatistik alanında bilgisi olmayan uzmanlardan koşullu olasılık verilerinin elde edilmesidir (Celeux vd., 2006: 852). Ancak görüşülen tedarik zinciri uzmanlarının mühendis kökenli olmaları ve anketleri değerlendirmeden önce koşullu olasılıklar konusunda bilgilendirilmeleri güvenilir verilerin elde edilmesini olanaklı kılmıştır.

Anketlerin değerlendirilmesinde değişken durum olasılıklarının toplamı 1'e eşit olacak şekilde olasılık dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Uzmanların bu dağılımı daha kolay bir şekilde yapabilmeleri için hazırlanan anket formunda satır toplamı 100 puan olacak şekilde durum olasılıklarını belirlemeleri istenmiştir. Anket formu MS Office Excel programında hazırlanmıştır. Şekil 39'da görüleceği üzere anketlere veri girişi yapan uzmanların doğru puanlama yapabilmelerini sağlamak için değişken durumlarına

verilen puanların satır sonunda toplamını veren formül ilave edilmiştir. Bu formül satır toplamı 100 puan olmadığı takdirde “HATA” uyarısı vermektedir. Bu yöntemle anketleri dolduran uzmanların eksik veya fazla puan dağılımı yapmalarının önüne geçilmiştir.

		Taşımacılık Faaliyetlerine Etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük seviyede ise	100	0	100
	Orta seviyede ise	60	40	100
	Yüksek seviyede ise	10	75	HATA

Şekil 39: Doğru ve Hatalı Değerlendirilmiş Anket Formu Örneği Kesiti

Otomotiv sektöründeki 20 tedarik zinciri uzmanına gönderilen anketlerden 18 uzmandan sağlıklı veriler içeren anket değerlendirme sonuçları elde edilmiştir. Bayes ağları yönteminin kullanıldığı ve olasılık verilerinin elde edilmesin uzman görüşlerinden yararlanılan çalışmalar incelendiğinde uzman sayısı ile ilgili bir sınırlama getirilmediği görülmüştür. Hatta birçok çalışmada görüşülen uzman sayısı mevcut çalışmayla karşılaştırıldığında daha az sayıdadır.

18 uzmandan elde edilen anket verilerinin aritmetik ortalamaları alındıktan sonra elde edilen olasılık değerleriyle değişkenlerin tüm durum kombinasyonlarının koşullu olasılık tabloları MS Office Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm değişken durumlarına ait koşullu olasılık değerlerinin hesaplanmasında formül 4.2’den yararlanılmıştır.

4.4.2. Modelin GeNie Programında Tanımlanması

Bu aşamaya kadar Bayes ağı modelinin grafiksel ağ yapısı oluşturulmuş ve olasılık verileri elde edilmiştir. Ancak karmaşık modellerin manuel olarak çalıştırılabilmesi ve çıkarımların yapılabilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, Bayes ağlarının oluşturulması ve olasılığa dayalı çıkarımların yapılması için etkin algoritmaları kullanan yazılımlar geliştirilmiştir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 182). Çıkarsama algoritmalarını kullanarak çalışan ilk yazılım 1992’de Danimarkalı şirket Hugin tarafından geliştirilmiştir (Fenton ve Neil, 2012:153). Bayes ağlarıyla modelleme yapılmasına olanak sağlayan başka yazılımlarda bulunmaktadır. Bunlardan biride Norsys Software şirketi tarafından geliştirilen Netica programıdır. Netica (<https://www.norsys.com/>) Bayes ağları ve etki diyagramları ile çalışmak için geliştirilmiştir. Programın ücretsiz demo sürümü

bulunmaktadır. Ancak demo sürümü belirli sayıda düğümün oluşturulmasına (15 düğüme kadar) izin vermektedir. Pittsburg Üniversitesi Karar Sistemleri laboratuvarında geliştirilmiş olan GeNIe (<https://www.bayesfusion.com/>) programı ise kullanıcı dostu arayüzü sahip olmakla birlikte akademik çalışmalarda kısıtlamasız tam erişim imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle bu tez çalışmasında, Bayes ağ modelinin çalıştırılması, vaka ve duyarlılık analizlerinin yapılması için GeNIe 2.2 programının akademik versiyonu kullanılmıştır.

GeNIe programında Bayes Ağ modeli oluşturmak için modelin değişkenlerini temsil eden düğümler ve bu düğümler arasındaki ilişkileri gösteren oklar eklenmelidir. Programa eklenen düğümlerin isimleri veya kodları düğüm özelliklerinden Türkçe karakter kullanılmaması koşuluyla tanımlanabilmektedir. Programa ilk olarak çalışmanın daha önce belirlenen grafiksel modelindeki düğümler ve düğümler arasındaki ilişkileri gösteren oklar aktarılmıştır. Ardında her bir düğümün durum ifadeleri tanımlanmıştır. Son olarak modeldeki değişkenleri temsil eden düğüm durumlarının marjinal ve koşullu olasılık değerleri programa aktarılmıştır. Şekil 41’de görüleceği üzere grafiksel gösterimde değişken gruplarının daha kolay anlaşılabilmesi için risk faktörleri düğümleri için gri, risk düğümleri için mavi ve risk azaltma stratejisi düğümlerinin gösteriminde ise yeşil renk kullanılmıştır. Tedarik zinciri risk faktörleri değişkenlerini temsil eden düğümler kök düğüm olduğu için bu değişkenlerin durum olasılıkları anketlerden elde edilen marjinal olasılık değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak programa aktarılmıştır. Tedarik zinciri risk düğümlerinin ve risk azaltma stratejilerinin ise yine anket verilerine göre hesaplanan durum kombinasyonlarının koşullu olasılık değerleri girilmiştir. Örnek olarak Şekil 40’da beş adet tedarik zinciri riskiyle ilişkili olan işbirliği stratejisinin GeNIe programındaki koşullu olasılık tablosunun bir kesiti görülmektedir. Bu tabloda, ebeveyn düğüm olan tedarik zinciri risklerinin ve çocuk düğüm olan işbirliği stratejisinin her birinin iki farklı durumu bulunmaktadır. Bu nedenle 32 farklı durum kombinasyonunun olasılık değerleri hesaplanarak iş birliği stratejisi düğümünün koşullu olasılık tablosuna aktarılmıştır.

Node properties: İsbirligi

General Definition Format User properties Value

Add Insert x

Tedarik Riski	Az									
Talep Riski	Az									
Üretim Riski	Cok									
Çevresel Risk	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok
Tasimacilik Riski	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok	Az	Cok
Dusuk	0.97192355	0.61618999	0.7189177	0.10604054	0.87531542	0.24561434	0.34153765	0.023490516	0.85869142	0
Yuksek	0.028076452	0.38381001	0.2810823	0.89395946	0.12468458	0.75438566	0.65846235	0.97650948	0.14130858	0

Tamam İptal

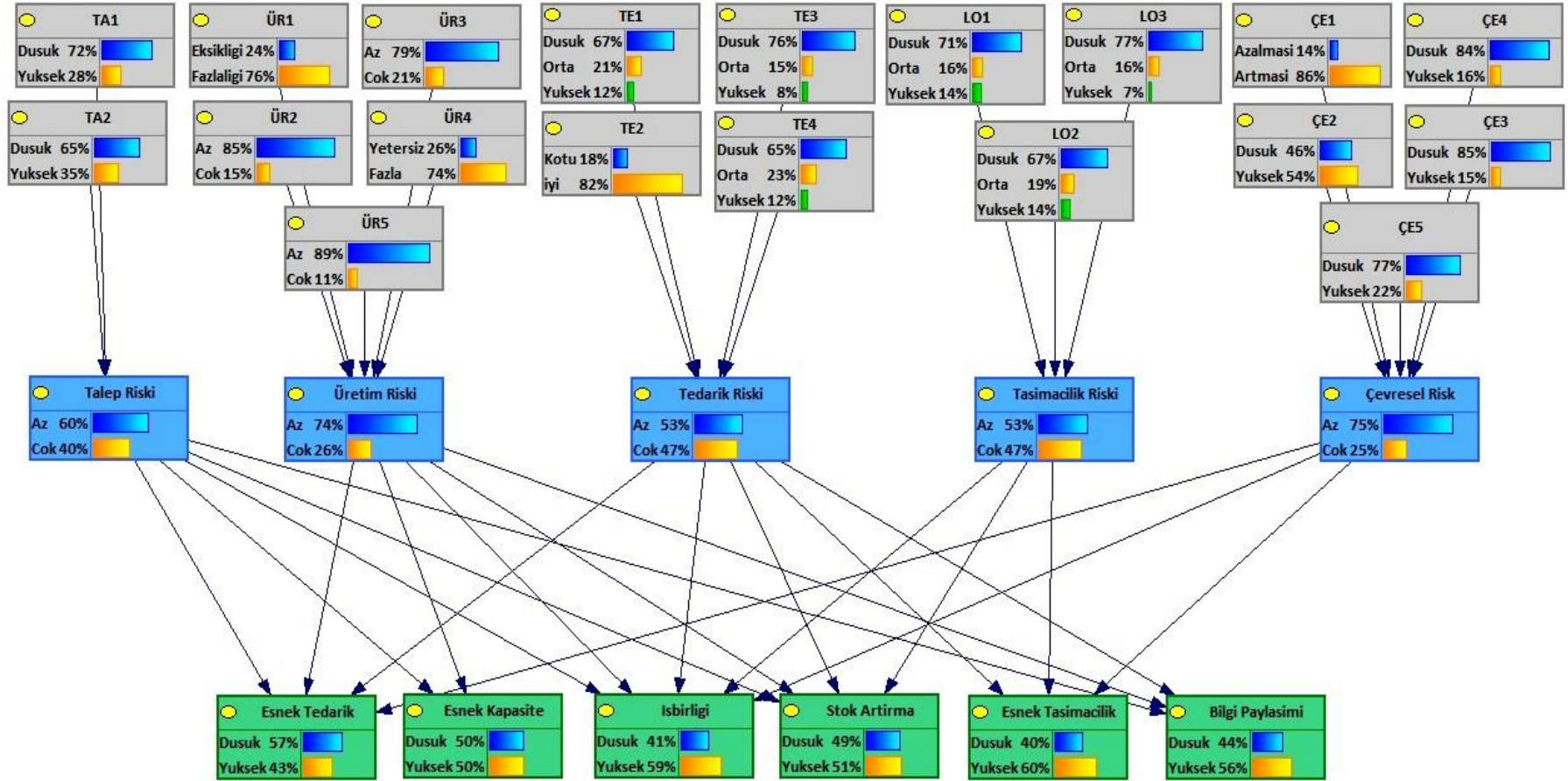
Şekil 40: GeNie Programında Oluşturulan Koşullu Olasılık Tablosu Kesiti

GeNie programında modelin grafiksel yapısının oluşturulması ve olasılık verilerinin girilmesinden sonra gerekli çıkarımlar yapmak üzere model çalıştırılmıştır. Modelin GeNie programında çalıştırılması sonucunda elde edilen olasılık değerleri Şekil 41’de görülmektedir.

4.4.3. Model Sonuçlarının Yorumlanması

Modeldeki değişkenlerin marjinal ve koşullu olasılık değerleri otomotiv sektöründe faaliyet gösteren tedarik zinciri uzmanlarının değerlendirmiş olduğu anket sonuçlarından elde edilmiştir. Her bir uzmanın belirlediği risk faktörlerinin marjinal olasılık değerleri ile risk ve risk azaltma stratejilerinin koşullu olasılıklarının aritmetik ortalamaları hesaplanarak GeNie programına aktarıldıktan sonra model çalıştırılmıştır.

GeNie programında modelin çalıştırılması sonrasında elde edilen sonuçlara göre risklerin ve risk azaltma stratejilerinin olasılık değerleri şekil 41’de görülmektedir. Modelin sonuçları uzmanlarla yapılan görüşmelerde elde edilen mülakat verileri göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.



Şekil 41: Bayes Ağ Modelinin GeNIe Programında Oluşturulmuş Görseli

İlk olarak talep belirsizliği ve talep değişkenliği risk faktörleri incelendiğinde talep değişkenliği risk faktörünün yüksek düzeyde meydana gelme olasılığının talep belirsizliği ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğu görülmektedir. Talep riskine bakıldığında ise, bu riskin meydana gelme olasılığının %60 ihtimalle az, %40 ihtimalle çok olduğu görülmektedir. Tedarik zinciri uzmanları, otomotiv ana sanayi ve tedarikçileri üretim planlarını bir yıl öncesinden tahmini olarak belirleyerek ve gerekli hazırlıkların tüm zincir boyunca yapılmasının sağlandığını belirtmişlerdir. Ancak tüm planlamalara rağmen öngörü talebi ile kesin talep arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

Üretim risk faktörleri içerisinde stok risklerine bakıldığında stok fazlalığı riskinin %76 ihtimalle daha fazla karşılaşılabilecek bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Bu durum otomotiv sektöründeki tedarik zinciri yöneticilerinin stok eksikliği yerine fazla stok bulundurmayı göze aldıklarının göstermektedir. Makine arızalarından kaynaklanan aksamaların %85 olasılıkla az olduğu görülmektedir. Gelişmiş üretim sistemlerine sahip olan ve sürekli iyileştirme çalışmalarıyla süreçlerini yakından takip eden otomotiv sektörü işletmelerinin makine ve ekipmanlardan kaynaklanacak aksamaları belirli bir düzeyde kontrol altına aldıkları söylenebilir. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde iş gücü kaynaklı hatalar, işgücünün yetersizliği, devamsızlığı ve grevler gibi olumsuzluklardan kaynaklanan aksamaların otomotiv sektöründe düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak görüldüğü belirtilmiştir. Bu nedenle modelde, iş gücü kaynaklı ortaya çıkabilecek aksamaların %79 olasılıkla düşük seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Otomotiv sektöründeki uzmanlar tüm tedarik zinciri boyunca firmaların üretim kapasitelerinin belirli değişkenlikleri üstlenebilecek düzeyde olması gerektiğini vurgulamışlardır. Üretim kapasitesi riski incelendiğinde kapasite yetersizliğinden kapasite fazlalığı riskinin daha olası olacağını işaret eden uzmanlar, kapasite fazlalığı olasılığı %74 iken kapasite yetersizliğinin olasılığını %26 olarak belirlemişlerdir. Modelde hatalı üretimden kaynaklanabilecek aksamalar %89 düşük olasılıkta değerlendirilmiştir. Bu durum, otomotiv işletmelerindeki sürekli iyileştirme faaliyetleriyle süreçlerdeki hataların tespit edilerek mükemmelliğe ulaşma çabasıyla kaynaklanmaktadır. Modelin sonuçlarına göre üretim riskinin az olma ihtimali %74 iken çok olma ihtimali %26 olmuştur. Bu durum otomotiv sektöründeki işletmelerin içsel faaliyetlerindeki risk faktörlerini büyük ölçüde kontrol altına aldıklarını göstermektedir.

Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamama risk faktörü %67 ihtimalle düşük seviyede, %21 ihtimalle orta seviye ve %12 ihtimalle ise yüksek seviyede bir risk

faktörü olarak değerlendirilmiştir. Tedarik zinciri uzmanları işletmelerin çeşitli aksamalara ve talep değişimlerine karşı tedarikçilerinin miktar bazındaki değişkenlikleri yönetebilmelerini istedikleri için söz konusu risk faktörü büyük oranda düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. Otomotiv sektöründeki uzmanlar tedarikçilerinde ortaya çıkan finansal sorunların malzeme akışında kesintilere neden olabileceği gerekçesiyle tedarikçilerin finansal durumlarının yakından takip edildiğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle, mevcut durum modelinde tedarikçilerin finansal durumunun kötü olma olasılığı %18 olarak belirlenmiştir. Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmama olasılığı %8 ihtimalle yüksek bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. Söz konusu bu risk faktörü tedarik risk faktörleri içerisinde en düşük olasılığa sahip risk faktörü olarak ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi otomotiv sektöründeki işletmelerin özellikle ana sanayi işletmelerinin tedarikçi seçimi ve tedarikçi geliştirme faaliyetlerine büyük önem vermelerinden kaynaklanmaktadır. Tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememe riskinin yüksek olma ihtimali uzmanlar tarafından %12 olarak belirlenmiştir. Tedarikçi süreçlerinde çeşitli sebeplerden dolayı gecikmeler meydana gelebilmektedir. Ancak özellikle otomotiv ana sanayi işletmelerinin tedarikçilerinin süreçlerini yakından takip etmeleri ve olası olumsuzluklara karşı iyileştirme ve önleme politikalarını hayata geçirmeleri bu risk faktörünün olasılığını azaltmaktadır. Modelin vermiş olduğu tedarik riski sonuçlarına bakıldığında bu riskin az olma ihtimali %53 iken, çok olma ihtimalinin %47 olduğu görülmektedir. Diğer risklerle karşılaştırıldığında aynı olasılık değerlerine sahip taşımacılık riskiyle birlikte tedarik riskinin en yüksek olasılıklı risk türü olarak hesaplandığı görülmektedir.

Model verilerine göre uzmanlar, gümrük işlemlerinde sorunların ortaya çıkmasını %71 olasılıkla düşük seviyede, %16 olasılıkla orta seviyede ve %14 olasılıkla yüksek seviyede risk faktörü olarak değerlendirmişlerdir. Uzmanlar küresel çapta faaliyet gösteren otomotiv sektöründeki işletmelerin çeşitli gümrük imtiyazlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ancak belirli ülkelerden malzeme tedarikinde gümrük işlemlerindeki süreçlerin yavaş işlemesi veya mevzuat değişiklikleri gibi durumlarda gecikmeler meydana gelebilmektedir. Taşıma işlemlerinin söz verilen zaman yapılmaması, %67 ihtimalle düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. Taşımacılık faaliyetlerinde çeşitli sebeplerden dolayı gecikmeler olabilmektedir. Otomotiv sektöründeki işletmeler profesyonel lojistik hizmet sağlayıcılarıyla işbirliği içerisinde çalışarak gecikmeleri azaltmaktadırlar. Taşımacılık işlemleri esnasında hasarların meydana gelmesi uzmanlar

tarafında son derece düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak değerlendirilerek %7 ihtimalle yüksek seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Uzmanlar taşıma sırasında malzemede meydana gelebilecek hasarların sıklığının ve miktarının az olduğunu belirtmişlerdir. Modelin sonuçlarına göre taşımacılık riskinin az olma ihtimali %53 iken, çok olma ihtimali %47'dir.

Çevresel risk faktörlerinin ilki olan döviz kuru dalgalanmalarıyla ilgili ortalama marjinal olasılıklar uzmanlar tarafından %14 olasılıkla döviz kurunun azalacağı, %86 olasılıkla artış göstereceği şeklinde belirlenmiştir. Ülkemizde son birkaç yıldır döviz kurunda artış yaşanmaktadır. Çıkan sonuçlar uzmanların döviz kurundaki artışın büyük olasılıkla devam edeceğini öngördüklerini göstermektedir. Bu durum özellikle Türkiye pazarında araç fiyatlarının artmasına ve talebin azalmasına neden olmaktadır. Ekonomik kriz risk faktörünün düşük seviyede olma olasılığı %46, yüksek seviye olma olasılığı ise %54 olarak ortaya çıkmıştır. Döviz kurunun artması ekonominin kötü gidişatının göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Ancak uzmanlar genel olarak dünya genelinde faaliyet gösteren otomotiv firmaları için küresel ekonomik bir krizin, bölgesel bir krize nazaran daha büyük sorunlara neden olacağını belirtmişlerdir. Yangın risk faktörü %85 olasılıkla düşük seviyede, %16 olasılıkla ise yüksek seviyede bir risk olarak değerlendirilmiştir. Uzmanlar, düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak değerlendirdikleri yangın riskinin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında kontrol edildiğini, meydana gelebilecek yangınlara karşı acil durum senaryoları oluşturularak ciddi önlemlerin alındığı ifade etmişlerdir. Doğal felaket risk faktörü yangın risk faktörüyle aynı kategoride değerlendirilmiştir. Buna göre doğal felaket riski %84 ihtimalle düşük olasılıklı ve %14 ihtimalle ise yüksek olasılıklı bir risk faktörü olarak belirlenmiştir. Çevresel risk faktörlerinin sonuncusu olan yasal düzenlemeler risk faktörünün olasılık değerleri %77 olasılıkla düşük seviye, %22 olasılıkla da yüksek seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Uzmanlar küresel çapta faaliyet gösteren otomotiv sektöründeki ana sanayi firmalarının ve tedarik zinciri partnerlerinin yasal düzenlemeler konusunda faaliyette bulunan tüm ülkelerin mevzuat düzenlemelerinden etkilendiklerini belirtmişlerdir. Modelin sonuçlarına göre çevresel riskin az olma ihtimali %75 iken, çok olma ihtimali %25 olarak hesaplanmıştır. Çevresel risk en düşük olasılık değerine sahip risk olarak ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi uzmanların çevresel riske etki eden risk faktörlerinin meydana gelme olasılıklarının az olduğu ve bu risk faktörlerinin

meydana geldiğinde ise etkilerinin reaktif uygulamalarla azaltılabileceği kanaatinde olmalarından kaynaklanmaktadır.

Risk azaltma stratejilerinin değerlerine bakıldığında, yüksek olasılıkla uygulanması gereken ilk sıradaki strateji %60 olasılıkla esnek taşımacılık olmuştur. Uzmanlarla yapılan görüşmelerde esnek taşımacılık stratejisi uygulamalarının çok çeşitli risklerin olumsuz etkilerini azalttığı yönünde değerlendirmelerin yapıldığı görülmüştür. Esnek taşımacılık stratejisinin ilk sırada yer almasının nedenlerinden birisi de taşımacılık hizmetlerini sağlayan lojistik firmaların çözüm alternatiflerinin çok çeşitli ve esnek olmasıdır. İkinci sırada %59 olasılıkla işbirliği stratejisi, bilgi paylaşımı stratejisi ise %56 olasılıkla üçüncü sıradadır. Otomotiv sektöründe tedarik zinciri ortakları arasındaki işbirliği ve bilgi paylaşımı önemlidir. Özellikle ana sanayinin tedarikçilerle ilişkileri değerlendirildiğinde işbirliği uygulamalarının birçoğunun karşılık bulduğu söylenebilir. Diğer stratejilerin durumu şöyledir; %51 olasılıkla stok artırma stratejisi dördüncü sırada, %50 olasılıkla esnek kapasite beşinci sırada ve son olarak %43 olasılıkla esnek tedarik stratejisi son sırada yer almıştır. Her ne kadar işletmeler stokları mümkün olduğunca azaltmaya çalışsalar da yaşanabilecek çeşitli aksaklıkları yönetebilmek adına belirli parçaların stoklarının artırılması gerektirmektedir. İşletmelerin kapasite düzeylerini ayarlayabilme yeteneği sahip olmaları değişim ve belirsizliklere karşı tepki hızını artırmaktadır. Son olarak esnek tedarik stratejisinin yüksek olasılıkla uygulanma olasılığının %50'nin altında olması, bazı esnek tedarik stratejisi uygulamalarının maliyet artışına sebebiyet verebileceği düşüncesinden kaynaklanabilir.

Bundan sonraki aşamalarda, yeni kanıtların modele tanımlanmasıyla birlikte düğüm olasılıklarında meydana gelecek değişimler izlenerek çeşitli çıkarımlar yapılmıştır. Yeni kanıtların elde edilmesinde ise çeşitli vaka analizlerine dayanan senaryolardan faydalanılmıştır. Senaryo analizleri sonrasında modelin duyarlılığı test edilmiştir.

4.5. Senaryo Analizleri

Modele farklı değerlerin girilmesiyle yeni sonuçların üretilmesi mümkün olduğu için Bayes ağlarında çeşitli senaryo analizleri yürütülebilmektedir (Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001: 181). Ayrıca, Bayes ağ modellerinde senaryo analizleri, oluşturulan modelin doğrulanmasında kullanılan bir yöntemdir (Langseth ve Portinale, 2007: 95).

Senaryo, trendlerin ve politikaların kombinasyonundan türetilen alternatif gelecek olarak tanımlanmaktadır (Fontela ve Hingel, 1993). Senaryolar gelecekteki sistem kesintilerinin

olası sonuçlarını vurgulamak, bu sonuçların doğasını ve zamanlamalarını belirlemek ve belirli bir seçim veya politika kararlarının etkilerini görebilmek için çok yararlıdır (Strauss ve Radnor, 2004).

Senaryo analizleri, çeşitli belirsizlikler ve beklenmedik olayların olasılıkları düşünüldüğünde gelecekteki olası çözümleri içeren çeşitli senaryoların geliştirilmesini sağlayarak, şirketlerin riskleri kontrol etmelerine yardımcı olacak kararlar vermelerine yardımcı olmaktadır (Jiang, 2011:186). Belirsizliklerin tespitinden önemli bir araç olan senaryo analizi risk yönetiminin önemli bir parçası haline gelmiştir (Fotr vd. 2015). Senaryo analizi, modelin davranışını göstermek için kullanılan vaka temeline dayalı bir değerlendirmedir (Leerojanaprapa, 2014: 70). Bu nedenle çalışmada, Bayes ağ modeliyle ilgili tüm değişkenler, değişkenler arasındaki ilişkiler, değişken durum bilgileri ve olasılık verilerinin GenNle programına aktarılması ve programın çalıştırılmasından sonra bu bölümde vaka analizleri şeklinde senaryolar geliştirilmiştir.

Çalışmada senaryo analizleri kapsamında iki farklı vaka örneğine yer verilmiştir. Bunlardan ilki otomotiv ana sanayi firmasında ikincisi ise otomotiv ana sanayi firmalarının birinci kademe tedarikçisi olan bir işletmede gerçekleştirilmiştir.

4.5.1. Otomotiv Ana Sanayi Firması Örneği

Otomotiv ana sanayi firması örneği için otomotiv ana sanayisinde faaliyet gösteren ve Türkiye'nin en büyük ilk 5 sanayi kuruluşu içerisinde yer alan binek ve hafif ticari araç üreticisi bir firmanın 12 yıllık yöneticilik deneyimine sahip tedarik zinciri geliştirme müdürüyle görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme sonucunda modelde girdi değişkenleri olarak belirlenen tedarik zinciri risk faktörlerinin marjinal olasılık değerleri tedarik zinciri yöneticisi tarafından belirlenmiştir. Belirlenen tedarik zinciri risk faktörlerinin marjinal olasılık değerleri Tablo 26'da gösterilmektedir.

Tablo 26: Otomotiv Ana Sanayi Firması Örneği İçin Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Faktörlerinin Marjinal Olasılık Değerleri

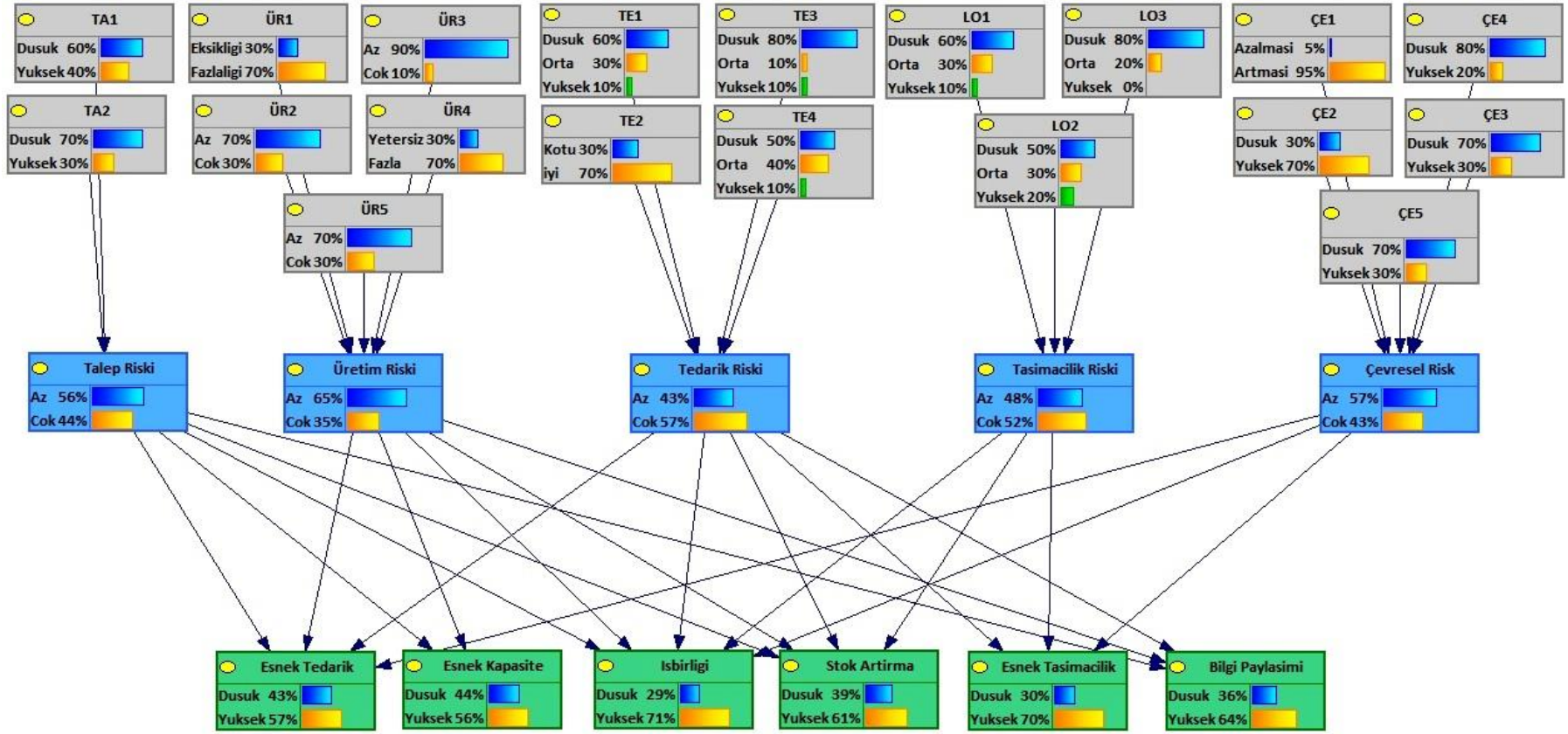
Kod	Risk Faktörleri	Durum	Olasılık (%)
TA1	Talep belirsizliği	Düşük	60
		Yüksek	40
TA2	Talep değişkenliği	Düşük	70
		Yüksek	30
ÜR1	Stok riski	Eksikliği	30
		Fazlalığı	70

ÜR2	Makine arızaları	Az	70
		Çok	30
ÜR3	İş gücü kaynaklı aksamalar	Az	90
		Çok	10
ÜR4	Üretim kapasitesi riski	Yetersiz	30
		Fazla	70
ÜR5	Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar	Az	70
		Çok	30
TE1	Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması	Düşük	60
		Orta	30
		Yüksek	10
TE2	Tedarikçinin finansal durumu	Kötü	30
		İyi	70
TE3	Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmaması	Düşük	80
		Orta	10
		Yüksek	10
TE4	Tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi	Düşük	50
		Orta	40
		Yüksek	10
LO1	Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük	60
		Orta	30
		Yüksek	10
LO2	Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması	Düşük	50
		Orta	30
		Yüksek	20
LO3	Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi	Düşük	80
		Orta	20
		Yüksek	0
ÇE1	Döviz kuru dalgalanmaları	Azalışı	5
		Artması	95
ÇE2	Ekonomik krizler	Düşük	30
		Yüksek	70
ÇE3	Yangınlar	Düşük	70
		Yüksek	30
ÇE4	Doğal felaketler	Düşük	80
		Yüksek	20
ÇE5	Yasal düzenlemeler	Düşük	70
		Yüksek	30

Tablo 26’da gösterilen risk faktörlerinin marjinal olasılık değerleri GeNIe programındaki modele aktarıldıktan sonra model yeniden çalıştırılmıştır. Tedarik zinciri risk faktörlerinin yeni olasılık değerlerine göre modelin çalıştırılması sonrasında elde edilen sonuçlar şekil 42’de görülmektedir.

Otomotiv ana sanayi firması örneğinde talep riski faktörlerinin yüksek düzeyde meydana gelme olasılıkları ortalama olasılık değerleriyle oluşturulan modelin sonuçlarıyla karşılaştırıldığında talep belirsizliğinin %12 farkla daha yüksek, talep değişkenliğinin ise %5 daha düşük olasılık değerine sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak talep riskinin az olma ihtimali %56, çok olma ihtimali %44 olarak hesaplanmıştır. Bu firmada görev yapan tedarik zinciri uzmanıyla yapılan görüşmede özellikle Türkiye pazarının çok değişkenlik gösterdiği, bu değişkenlikleri etkileyen unsurların ise döviz kuru dalgalanmaları, faiz ve vergi oranlarındaki değişimler ve rakip işletmelerin faaliyetleri olduğu ifade edilmiştir.

Üretim risk faktörleri incelendiğinde %70 olasılıkla stok fazlalığı riski öngörülmektedir. İşletmenin tedarik zinciri yöneticisine göre talep belirsizliklerinin etkisini azaltmak üzere stok tutulduğu, böylece yok satma ihtimalini ortadan kaldırmak için stok maliyetine katlanıldığı anlaşılmaktadır. Makine arızalarının olasılık değerlerinin %70 olasılıkla az, %30 olasılıkla ise çok olduğu görülmektedir. Makine arızalarından kaynaklanan aksamaların meydana geldiğini belirten tedarik zinciri uzmanı, robot kollardaki arızaların duruşlar yaşatabildiğini ifade etmiştir. Bu duruşların iş planlarını sekteye uğratacak boyuta ulaştığında ise fazla mesai uygulamasıyla kaybedilen zaman telafi edilebilmektedir. Otomotiv ana sanayi örneğinde iş gücü kaynaklı aksamalar en düşük olasılık değerine sahip üretim risk faktörüdür. İş gücüyle ilgili yaşanabilecek olumsuzlukların düşük olasılıklı olduğu otomotiv sektörü uzmanlarınca genel kabul gören bir risk faktörü olmuştur. Kapasite fazlalığının olasılığı %70 olarak belirlenmiştir. Aslında işletme de belirli bir düzeyde fazladan kapasiteye sahip olmanın çeşitli risk unsurlarının etkilerini azalttığı ve bu nedenle stok fazlalığında olduğu gibi talep risklerine karşı esnek kapasite uygulamalarına yer verildiği ifade edilmiştir. Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar %30 düşük olasılıklı belirlenmiştir. Bu sonuç, uzmanların genel ortalamasını gösteren modelin olasılık değerinden daha fazladır. Son olarak üretim riskinin az olma ihtimali %70, çok olma ihtimali ise %30 olarak hesaplanmıştır. Tüm riskler içerisinde en düşük olasılığa sahip olan üretim riski olmuştur. Tedarik zinciri uzmanı bu durumun gerekçesiyle ilgili, iç operasyonel süreçlerde karşılaştığı riskleri günlük aksiyonlarla elimine etmenin yanında, söz konusu risklerin tekrarlanmaması veya olumsuz etkilerinin azaltılması için süreçlerin iyileştirildiği ve zamanla kendi kendine işleyen yapısal uygulamalara yer verildiğini belirtmiştir.



Şekil 42: Otomotiv Ana Sanayi Firması Bayes Ağı

Tedarikçilerin talep miktarındaki değişimi karşılayamaması, %60 olasılıkla düşük, %30 olasılıkla orta ve %10 olasılıkla yüksek seviyede risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Tedarik zinciri uzmanı, otomotiv ana sanayi işletmesinin ani değişen talep değişikliklerine karşı tedarikçilerin belirli oranda miktar esnekliğini yönetebilmelerinin tedarikçi seçim kriterlerinden biri olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle tedarikçinin miktar esnekliğini karşılayamama riskinin yüksek olma olasılığı oldukça düşük bir olasılık olarak belirlenmiştir. Tedarikçinin mali anlamda yaşayacağı sıkıntılar işletmenin malzeme tedarikinde aksamaların yaşanmasına neden olabileceğini hatta tedarikçi ile ilişkilerin devamlılığını sağlamak için doğrudan olmasa da tedarikçiye finansal yöntemlerle desteğin sağlandığını ifade eden tedarik zinciri uzmanı, tedarikçinin finansal durumunun kötü olma olasılığını %30 olarak belirlemiştir. Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmama olasılığı %80 ihtimalle düşük seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Tedarikçi seçimi, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi süreçlerinin titizlikle yönetilmesi, ayrıca tedarikçi kaynaklı hatalarda sözleşme yükümlülüklerinin caydırıcılığı kalitesizlik olasılığını oldukça düşürdüğü ifade edilmiştir. Ancak tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememe riskinin orta düzeyde olma olasılığının %40 olması, zamanında teslimatın kalite anlayışı kadar iyi seviyelerde olmadığını göstermektedir. Modelde hesaplanan tedarik riski olasılık değerleri ise %43 olasılıkla az, %57 olasılıkla çok olduğu görülmektedir. Otomotiv ana sanayi firmasının sonuçlarına göre en yüksek olasılığa sahip riskin tedarik riski olduğu ortaya çıkmıştır.

Taşımacılık risk faktörleri incelendiğinde, taşıma işlemlerinin zamanında yapılamaması riskinin yüksek düzeyde meydana gelme olasılığının aynı kategorideki risk faktörlerine göre daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun en önemli gerekçesi çok çeşitli nedenlerden dolayı taşımacılık işlemlerinde aksamaların yaşanmasıdır. Taşıma işlemlerinde yaşanan aksamalarla ilgili işletmenin tedarik zinciri uzmanı, deniz aşırı ülkelerden malzeme tedarikinde liman grevleri nedeniyle yaşanan gecikmeleri, farklı ülkelerdeki sınır geçişlerindeki zorlukları ve olumsuz hava koşulları nedeniyle ortaya çıkan aksaklıkları örnek vermiştir. Taşıma sırasında hasar görme riskinin yüksek düzeyde meydana gelme olasılığının %0 olarak belirlenmesi, tedarik zinciri yöneticilerinin taşıma sırasında malzemede meydana gelen hasarların işletme faaliyetlerini aksatacak bir risk faktörü olarak değerlendirmedeğinin göstergesidir. Taşıma kaynaklı hasarların sık karşılaşılmadığı ve malzemelerin kullanılamaz hale geldiği durumların neredeyse hiç yaşanmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca taşıma sırasında hasarların/kazaların meydana

gelmesi durumunda sigorta zararı karşıladığı ve üretim aksamasına neden olabilecek durumlarda ise malzemelerin tedarik sürecini hızlandırmak için havayolu taşımacılığı kullanılabileceği uzman ifadelerinde yer almıştır. Genel olarak taşımacılık riskinin çok olması ihtimalinin %52 olasılık değeri ile riskler arasında ikinci sırada yer almaktadır.

Çevresel risk faktörleri değerlendirildiğinde döviz kuru dalgalanmaları konusunda söz konusu işletmenin tedarik zinciri uzmanı döviz artışı ihtimalinin %86 olarak belirlendiği ortalama değerden daha yüksek bir değer olan %95 olasılıkla döviz kurunun artış göstereceğini ön görmüştür. Çevresel risk faktörlerinin ikincisi olan ekonomik kriz riskinin yüksek seviyede medyana gelme olasılığı %70 olarak belirlenmiştir. Yangın riski %70 düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak görülürken, doğal felaketler risk faktörü %80 düşük olasılıkla değerlendirilmiştir. İşletmenin tedarik zinciri uzmanı, yangın ve doğal felaketlerle ilgili risklere karşı hem ana işletmede hem de tedarikçilerinde alınması gereken tedbirleri içeren acil durum planlarının bulunduğunu belirtmiştir. Örnek olarak tedarikçide meydana gelen bir yangında tedarikçinin kullandığı kalıplar başka bir firmaya verilerek üretim farklı bir tedarikçide bir süreliğine devam ettirilebileceği veya işletmenin üretim planı değiştirilip tedarikçinin ürettiği parçanın tüketim miktarı yavaşlatılarak riskin olumsuz etkilerinin azaltılabileceği söylenmiştir. Yasal düzenleme risk faktörü ise %70 olasılıkla düşük seviyeli bir risk olarak belirlenmiştir. Özellikle araçlara uygulanan vergi oranlarındaki değişimler Türkiye pazarında etkili olurken, gümrük mevzuatlarındaki değişimlerin malzeme tedarikini etkileyen yasal düzenlemeler olduğu belirtilmiştir. Ancak düzenlemeler konusunda önceden bilgi sahibi olunmasının gerekli önlemlerin alınmasını kolaylaştırdığı ifade edilmiştir. Ana sanayi firmasının model çıktılarına göre çevresel riskin çok olma ihtimali %43 olarak hesaplanmıştır. Her ne kadar ortalama değerlerle oluşturulan model sonucuyla karşılaştırıldığında oldukça yüksek bir olasılık değeri ile ortaya çıkmış olsa da diğer risk olasılıkları ile karşılaştırıldığında en düşük olasılığa sahip ikinci risk olduğu görülmektedir.

Risk azaltma stratejilerinin yüksek olasılık değerleri incelendiğinde, ilk sırada %71 olasılıkla işbirliği stratejisinin yer aldığı görülmektedir. İşbirliği kapsamında tedarik zinciri uzmanı özellikle tedarikçilerle daha yakın ilişkiler içerisinde olduklarını ifade etmiştir. İş birliği ve bilgi alışverişinin ürünün tasarım aşamasından başlayarak istenilen özelliklerde malzemenin üretilmesine, kaliteyi artırma ve maliyetleri azaltma çalışmalarının her birinde uygulandığı vurgulanmıştır. Esnek taşımacılık %70 yüksek olasılık değeri ile ikinci risk azaltma stratejisi olmuştur. Taşımacılık faaliyetleri

konusunda değişen taleplere göre veya ortaya çıkan sorunlara çözüm bulmaya yönelik alternatiflerin geliştirilmesinin çoğunlukla alanlarında uzman olan lojistik hizmet sağlayıcılar tarafından yapıldığı belirtilmiştir. Esnek taşımacılık uygulamalarının sadece taşımacılık risklerinin değil birçok riskin olumsuz etkilerini azaltılması konusunda etkili bir araç olduğu ifade edilmiştir. nc sırada %64 olasılıkla bilgi paylaşımı stratejisi yer almaktadır. Tedarik zinciri ortaklarının birbirlerini etkileyecek olaylar hakkında bilgi paylaşımında bulunmalarının önemi vurgulanmıştır. Örneğin tedarikçilerin operasyonel bir sorunu varsa bunun günler öncesinde müşterisine bildirmesiyle, alınması gereken tedbirlerin bir an önce planlanmasının veya sorunun ana sanayinin de dahil olacağı bir çalışmayla daha hızlı zlebilmesinin sağlanacağı belirtilmiştir. Stok artırma stratejisi ise %61 olasılıkla dördüncü sırada yer almıştır. Talep risklerinin etkisinin stok artırma olduğunu belirten tedarik zinciri uzmanı, tedarik aksamalarına karşı belirli parçaların stoklarının tutulmasının gerekliliğinden bahsetmiştir. Birbirleriyle yakın olasılık değerlerine sahip olan esnek tedarik ve esnek kapasite stratejileri, sırasıyla beşinci ve altıncı stratejiler olmuşlardır. %57 yüksek olasılık değerine sahip olan esnek tedarik uygulamalarıyla ilgili olarak tedarik zinciri uzmanı, tedarikçilerin farklı miktarları ve talepleri karşılayabilme noktasında belirli yeteneği sahip olmaları gerektiğini söylemiştir. Ancak yüksek derecede esnekliğin maliyet avantajını olumsuz yönde etkileyeceğini de eklemiştir. Son olarak esnek kapasite stratejisinin uygulanma olasılığının yüksek olması %56 olarak hesaplanmıştır. Talep değişikliklerinde fazla mesai uygulamalarının yanı sıra üretim hattının hızlarında değişikliklerin yapılabildiği ifade edilmiştir. Ayrıca oklu yeteneğe sahip çalışanlar sayesinde farklı üretim hatları arasında üretim yoğunluğuna göre işçilerin yerlerinin değiştirilebildiğinden bahsedilmiştir.

4.5.2. Birinci Kademe Tedarikçi Firma rneği

Tedarikçi firma rneği kapsamında otomotiv ana sanayi işletmelerinin birinci kademe tedarikçisi konumunda olan bir işletmenin 8 yıllık deneyime sahip tedarik zinciri koordinatryle görüşülmüştür. Birçok küresel marka otomotiv üreticisi firma ile işbirliği içerinde olan ve dünyanın çeşitli noktalarında üretim tesisleri bulunan işletme, otomotiv sızdırmazlık ürünleri üreticisidir. Işletmenin tedarik zinciri koordinatryle yapılan görüşmelerde öncelikle tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejileri konusunda mülakat yapılmış ardında da model değişkenlerinin olasılık değerlerinin belirlenmesiyle ilgili hazırlanan anket sorularının cevaplandırılması istenmiştir. Tedarik zinciri yöneticisi tarafından belirlenen risk faktörlerinin olasılık değerleri Tablo27’de gösterilmektedir.

Tablo 27: Tedarikçi Firma Örneği İçin Belirlenen Tedarik Zinciri Risk Faktörlerinin Marjinal Olasılık Değerleri

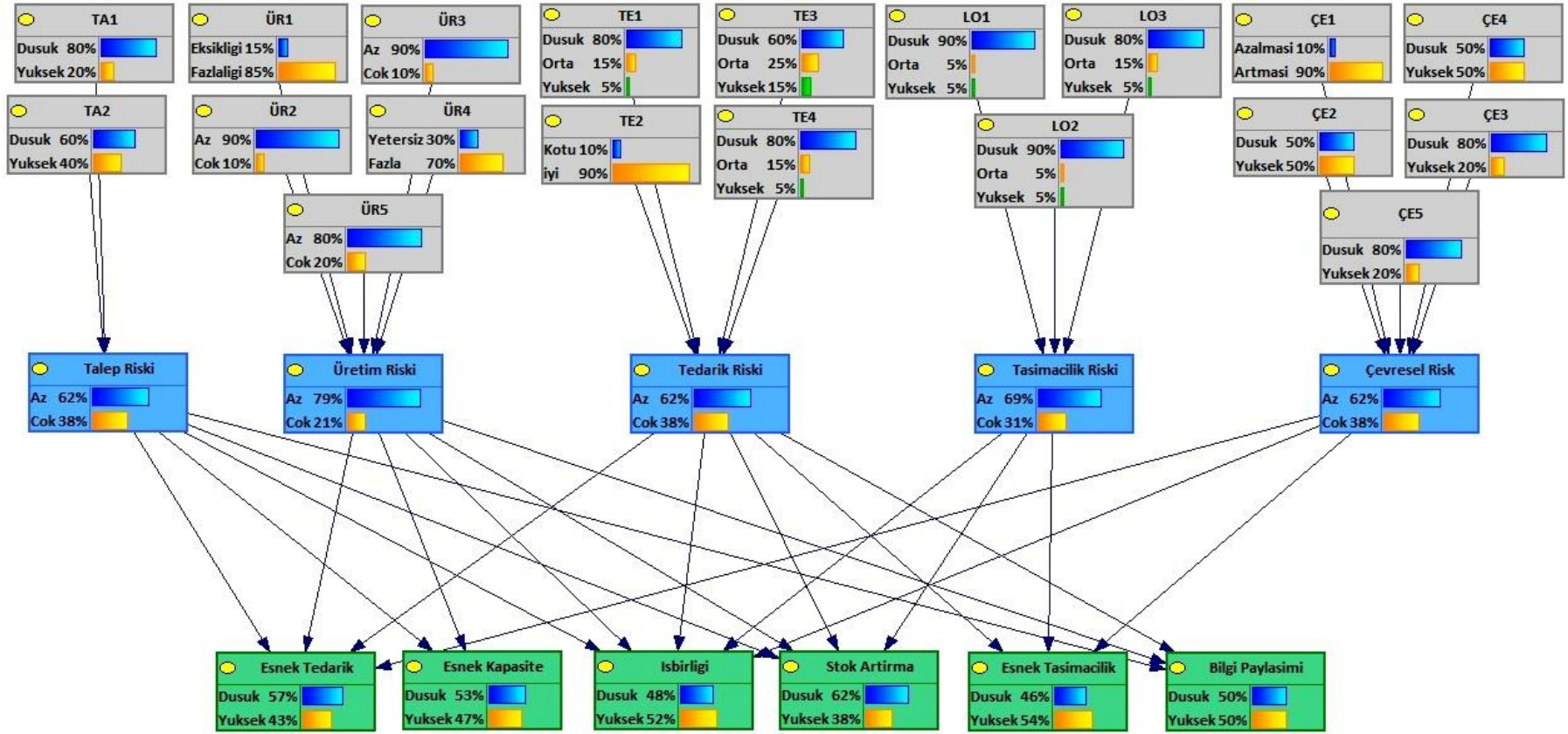
Kod	Risk Faktörleri	Durum	Olasılık (%)
TA1	Talep belirsizliği	Düşük	80
		Yüksek	20
TA2	Talep değişkenliği	Düşük	60
		Yüksek	40
ÜR1	Stok riskleri	Eksikliği	15
		Fazlalığı	85
ÜR2	Makine arızaları	Az	90
		Çok	10
ÜR3	İş gücü kaynaklı aksamalar	Az	90
		Çok	10
ÜR4	Üretim kapasitesi riskleri	Yetersiz	30
		Fazla	70
ÜR5	Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar	Az	80
		Çok	20
TE1	Tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması	Düşük	80
		Orta	15
		Yüksek	5
TE2	Tedarikçinin finansal durumu	Kötü	10
		İyi	90
TE3	Tedarik edilen ürünün istenilen kalitede olmaması	Düşük	60
		Orta	25
		Yüksek	15
TE4	Tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi	Düşük	80
		Orta	15
		Yüksek	5
LO1	Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük	90
		Orta	5
		Yüksek	5
LO2	Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması	Düşük	90
		Orta	5
		Yüksek	5
LO3	Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi	Düşük	80
		Orta	15
		Yüksek	5
ÇE1	Döviz kuru dalgalanmaları	Azalması	10
		Artması	90
ÇE2	Ekonomik krizler	Düşük	50
		Yüksek	50
ÇE3	Yangınlar	Düşük	80
		Yüksek	20

ÇE4	Doğal felaketler	Düşük	50
		Yüksek	50
ÇE5	Yasal düzenlemeler	Düşük	80
		Yüksek	20

İşletmenin tedarik zinciri uzmanı tarafından belirlenen tedarik zinciri risk faktörlerinin marjinal olasılıkları GeNIe programındaki modele yeni değerler olarak aktarıldıktan sonra model çalıştırılarak Şekil 43'deki sonuçlar elde edilmiştir.

İlk olarak talep risk faktörlerine bakıldığında mevcut durum modeline benzer bir şekilde talep değişkenliği olasılığının talep belirsizliğine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Uzman görüşlerine başvurulmuş işletmenin tedarik zinciri yöneticisi, müşteri siparişlerinde miktarda, çeşitlilikte ve hatta sürede bir takım değişen taleplerin olduğunu belirterek, belirsizliklerden ziyade talep dalgalanmaları veya talep değişimleri riskinin daha yüksek olacağını vurgulamıştır. Dolayısıyla modelde talep belirsizliğinin yüksek olma olasılığı %20 iken, talep değişkenliğinin olasılığı %40 olarak belirlenmiştir.

Üretim risk faktörleri değerlendirildiğinde, stok fazlalığı riskinin %85 olasılıkla diğer model sonuçlarında olduğu gibi yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir. İşletmenin tedarik zinciri yöneticisi, stok bulundurmamayı, ürünü üretememenin, mevcut kapasiteyi kullanamamanın ve talebi karşılayamamanın daha büyük bir risk olduğunu vurgulayarak stok bulundurma eğiliminin daha fazla olduğunu işaret etmiştir. Tedarikçi firma örneğinde makine arızalarının %90 olasılıkla az olması, işletmenin bu risk faktörünün büyük ölçüde kontrolünü sağladığını göstermektedir. Meydana gelebilecek makine arızalarının planlı ve önleyici bakım çalışmalarıyla azaltılmasının yanı sıra, alınan çeşitli tedbirler sayesinde yaşanabilecek duruşların önlenilebileceği belirtilmiştir. Örneğin, üretim planının değiştirilerek arıza yaşanan makinenin kullanımını geciktirmek, farklı bir makineyle üretime devam edilmesini sağlamak gibi acil durum uygulamalarına yer verildiğinden bahsedilmiştir. Makine arızaları risk faktöründe olduğu gibi iş gücü kaynaklı aksamalar %90 olasılıkla düşük seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. İş gücünün uzmanlaştırılması ve yetkinliklerinin artırılmasının önem verilen bir konu olduğu ifade eden tedarik zinciri uzmanı, üretim hatlarında çoklu yeteneğe sahip çalışanların olmasına gayret ettiklerini ifade etmiştir. Ayrıca iş güvenliği açısından riskli ve insan hatasının yüksek olduğu işlerin mümkün olduğunca otomasyon sistemine dahil edilmeye çalışıldığı belirtilmiştir.



Şekil 43: Tedarikçi Firma Bayes Ağı

Üretim kapasitesi risk faktöründe kapasite yetersizliğinin olasılığı %30, kapasite fazlalığının olasılığı %70 olarak belirlenmiştir. Kapasite yetersizliği tedarik zinciri uzmanı tarafından önemli bir risk unsuru olarak görülmemiştir. Hatalı üretimden kaynaklanabilecek aksamalar %80 olasılıkla düşük seviyede bir risk faktörü olarak görülmüştür. Ancak hatalı parçaların ortaya çıkması üretimin önemli bir gerçeği olduğunu ifade eden tedarik zinciri uzmanı, önemli olan noktanın hatalı parçanın ana sanayi işletmesini zor duruma düşürmemesi olduğunu belirtmiştir. Çünkü hatalı parçalar ana sanayiye yani müşteriye ulaştığında ve aksamalara neden olduğunda tedarikçinin notunu düşürebilmekte ve uzun vadeli ilişkileri zora sokabilmektedir. Genel olarak modelin derlenmesi sonrasında ortaya çıkan üretim riski değerleri incelendiğinde %21 ile tüm riskleri içersinde en düşük olasılığa sahip olduğu görülmektedir.

Tedarikçilerin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması ve tedarikçinin malzemeleri istenilen zamanda teslim edememesi risk faktörlerinin her ikisinin de yüksek düzeyde meydana gelme olasılıkları %5'lik bir ihtimal içerisinde değerlendirilmiştir. Bu iki tedarik risk faktörünün düşük olasılıklara sahip olması başarılı bir şekilde yönetildiklerini işaret etmektedir. İşletmenin tedarik zinciri yöneticisi, miktar bakımından tedarikçilerin büyük değişimleri karşılamasının zor olmasının yanı sıra, yüksek değişkenliklerin tedarik zinciri boyunca cevaplandırılabilmesinin de mümkün olamayacağını ifade etmiştir. Ancak tedarik zincirinin her aşamasında küçük miktar değişimlerinin karşılanabilmesinin gerekliliğinin önemini vurgulamıştır. Tedarikçilerdeki teslimat gecikmelerinin sıklığının artması emniyet stoklarının artırılmasına ve stok maliyetlerinin yükselmesine neden olacağından tedarikçilerin istenilen malzemeleri zamanında teslim etmelerinin önemli olduğu belirtilmiştir. Tedarikçilerin finansal durumunun kötü olma olasılığı %10 ihtimalle düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak görülmüştür. Tedarik edilen ürünün istenilen kalite olmama risk faktörünün olasılığı %15 ihtimalle yüksek seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilerek, tedarik risk faktörleri içerisinde en yüksek olasılık değerini almıştır. Tedarikçi firma örneğinde hesaplanan sonuçlara göre tedarik riskinin az olma olasılığı %62, çok olma olasılığı %38 olmuştur.

Taşımacılık risk faktörlerinin oldukça düşük olasılık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Gümrük işlemlerinde yaşanabilecek sorunlar ve taşıma işlemlerinin zamanında yapılmama risk faktörleri aynı olasılık değerlerine sahiptir. İşletmenin tedarik zinciri uzmanı, gümrüklerde beklenmedik sorunların ender de olsa yaşanabildiğini

belirtmiştir. Örneğin Bulgaristan gümrüğünde sınırdan geçişlerin askıya alınması nedeniyle rota değişikliği yaparak, Yunanistan üzerinden malzemeler taşınmasıyla aksamanın engellendiği ifade edilmiştir. Taşıma işlemlerinin zamanında gerçekleşmeme riskinin ise nakliye aracına, mesafeye ve rotaya göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi, %80 düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Tedarik zinciri yöneticisi, malzemelerin nakliyesi öncesinde paketlenme işlemlerinin düzgün yapıldığı takdirde trafik kazası olmadığı sürece meydana gelebilecek hasarların minimum düzeye indirgenebileceğini ifade etmiştir. Genel olarak taşımacılık risk faktörlerine göre belirlenen taşımacılık riskinin az olma ihtimali %69 iken, çok olma ihtimali %31 olarak hesaplanmıştır. Modelin sonuçlarına göre taşımacılık riski üretim riskinden sonra en düşük olasılık değerine sahip olmuştur.

Çevresel risk faktörleri incelendiğinde döviz kurunun artacağı yönündeki olasılık değerinin %90 olduğu görülmektedir. Döviz kuru dalgalanması risk faktörü konusundaki bu olasılık değeri diğer model sonuçlarıyla uyumludur. Tedarikçi firma modelinde döviz kuru dalgalanması çevresel riske en az etki eden risk faktörüdür. İşletmenin tedarik zinciri uzmanı, küresel çapta faaliyet gösteren otomotiv ana sanayi ve tedarikçi işletmelerin Türk Lirası üzerinden ticari faaliyetlerini yürütmedikleri için döviz kuru artışından olumsuz etkilenmediklerini belirtmiştir. Ancak büyük oranda Türkiye pazarına araç satışı gerçekleştiren otobüs ve kamyon üreticileri kur artışından önemli derecede etkilenmektedir. Ekonomik kriz ve doğal felaketler konusunda kararsız kalan tedarik zinciri yöneticisi bu risk faktörleri için eşit dağılımlı bir değerlendirme gerçekleştirilerek, faktör olasılıklarını %50 yüksek, %50 düşük seviyede riskler olarak belirlemiştir. Tedarik zinciri uzmanı, bölgesel ekonomik krizlerin işletmeye etkisinin küresel krizlerle karşılaştırıldığında daha az olacağını söylemiştir. Çevresel risk faktörlerinden yangın riski ise %80 olasılıkla düşük seviyede bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Yangın olaylarına karşı her türlü tedbirin alındığı belirtilmiştir. İşletmenin kendi bünyesinde meydana gelebilecek yangınların yanı sıra tedarikçilerde veya ana sanayide meydana gelebilecek yangınların da tedarik zincirinin bütününe etkilediği için acil durum eylem planlarının içerisinde olumsuz durum senaryoları olarak alınabilecek aksiyonlarla ilgili değerlendirmelerin yapıldığı anlatılmıştır. Çevresel risk faktörleri içerisinde ikinci en düşük etkiye sahip yasal düzenlemeler %80 düşük olasılıklı bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir. Ürünlerin üretiminde ve satışında etkili olacak yasal düzenlemelerin önceden biliniyor olması, bu risklere karşı hazırlıklı olmak adına önemli bir avantaj

sağlayacağı ifade edilmiştir. Son olarak tedarikçi firma marjinal olasılık değerleriyle derlenen modelin sonuçlarına göre çevresel riskin çok olma ihtimali %38 olarak hesaplanmıştır.

Risk azaltma stratejilerinin yüksek seviyede uygulanma olasılıklarına bakıldığında, %54 olasılıkla ilk sırada esnek taşımacılık stratejisi yer almıştır. Esnek taşımacılık stratejisinin olasılığının yüksek olması bu strateji uygulamalarına sıklıkla yer verilmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin farklı modlarla (hava, deniz, karayolu taşımacılığı gibi) taşımacılık ve alternatif ulaşım rotalarının geliştirilmesi, nakliye aksamalarında veya tedarikçi kaynaklı gecikmelerde kaybedilen zamanın telafi edilmesinde başvurulmuş esnek taşımacılık uygulamaları olduğu belirtilmiştir. İkinci sırada %52 olasılıkla işbirliği stratejisi, üçüncü sırada %50 yüksek olasılık değeri ile bilgi paylaşımı stratejisi bulunmaktadır. İşletmenin tedarik zinciri yöneticisi, tedarik zinciri ortaklarıyla iş birliği ve bilgi paylaşımının süreçlerin hatasız ve etkin bir şekilde işleyişi için gerekli olduğunu belirtmiştir. Üretilen ürünün kalitesiyle ilgili sorunların ana sanayi işletmesi ile birlikte çözülmesi, teslimat gecikmelerinde tedarikçi süreçlerine müdahale edilerek sorunların birlikte çözülmesi, ana sanayi işletmesiyle ortak ürün tasarımlarının yapılması ve doğru bilginin zamanında paylaşılması gibi uygulamalara önem verildiği ifade edilmiştir. Dördüncü sırada %47 yüksek olasılık değeri ile esnek kapasite stratejisi bulunmaktadır. Talep değişimlerinde ve üretimdeki aksamalara karşı esnek kapasite uygulamalarından yararlanıldığından bahsedilmiştir. Makine hızlarının değiştirilebilmesi, farklı makine ve hatlarda çalışabilecek işgücünün yetiştirilmesi, fazla mesai uygulamaları ve hatta fazla mesainin yetersiz kaldığı durumlarda çalışan istihdam edilerek iş gücü takviyesine başvurulması esnek kapasite uygulamaları olarak örneklendirilmiştir. Esnek tedarik stratejisi ise %43 yüksek olasılık değeri ile beşinci sıradadır. Tedarik zinciri uzmanı, çok yüksek oranlarda olmamak kaydıyla tedarikçilerin birtakım aksiliklere karşı yedek kapasite planlaması yapmalarının gerekliliğinden bahsetmiştir. Ancak maliyetleri olumsuz etkileyeceği için yüksek yedeklemenin beklenmesinin yanlış olacağı vurgulanmıştır. Son olarak stok artırma stratejisi %38'lik olasılık değeri ile son sırada yer almıştır. Buradan işletmenin stok artırma yaklaşımını diğer stratejilerle karşılaştırıldığında daha az benimsediği söylenebilir.

4.6. Duyarlılık Analizleri

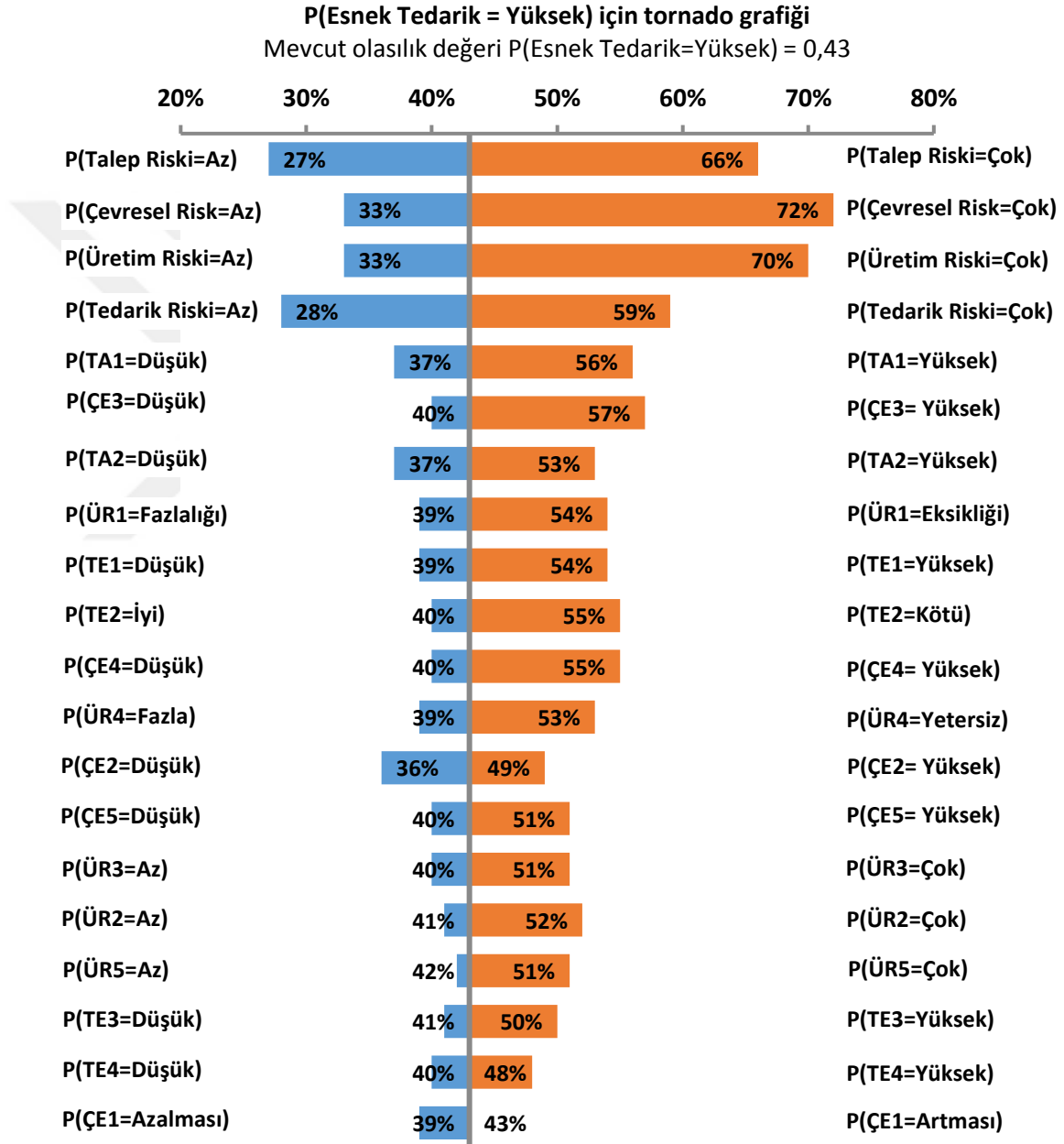
Bir Bayes ağı modeli oluşturulduktan sonra duyarlılık analiziyle belirli bir düğümün diğer düğümlerden hangi düzeyde etkilendiği analiz edilir (Lee, Park ve Shin, 2009: 5882). Uzman bilgileri doğrultusunda oluşturulmuş bir modelin geçerliliğinin analiz edilmesinde yararlı bir yöntem olan duyarlılık analizinde, modelin çıktılarının girdi parametrelerinin değişiminden nasıl etkilendiği belirlenmektedir (Hosseini ve Barker, 2016: 78). Duyarlılık analizi sayesinde belirlenen hedef değişken üzerinde en büyük etkiye sahip değişkenlerin hangileri olduğu görülebilmektedir (Fenton ve Neil, 2012:264). Modelde yer alan risk azaltma stratejileri hedef değişkenler olarak belirlenmiştir. Strateji değişkenine etki eden risk faktörleri ve risklerin değişen durumlarına göre belirli durumdaki strateji değişkeninin değerindeki değişimlerin boyutu incelenmiştir. Böylece risk azaltma stratejilerinin olasılık değerlerini en çok etkileyen riskler ve risk faktörleri ortaya çıkarılmıştır. Duyarlılık analizlerinde stratejileri etkileyen değişkenlerin etki büyüklüklerini gösteriminde tornado grafiklerinden yararlanılmıştır (Sharma ve Sharma, 2015: 62; Hosseini ve Barker, 2016). Duyarlılık analizleri ortalama olasılık değerleriyle oluşturulan model üzerinde gerçekleştirilmiştir.

4.6.1. Esnek Tedarik Stratejisi Duyarlılık Analizi

Modelde esnek tedarik stratejisine etki eden talep riski, çevresel risk, üretim riski ve tedarik riski bulunmaktadır. Söz konusu risklerin olasılıklarını belirleyen risk faktörleri de dolaylı olarak esnek tedarik stratejisinin durum olasılıklarını belirlemektedir. Esnek tedarik stratejisinin duyarlılık analizinde, bu stratejiyi etkileyen değişkenlerin etki büyüklükleri ve sıralamaları Grafik 1’de gösterilmektedir.

Tornado grafiklerinde veri kategorileri dikey olarak listelenmektedir. En geniş aralıkta değişkenlik gösteren faktörler grafiğin üstünde yer almaktadır (Sharma ve Sharma, 2015: 62). Grafik 1’de görüleceği üzere esnek tedarik stratejisinin yüksek seviyedeki olasılık değeri %43’tür. Modelde diğer faktörlerin olasılık değerleri değiştirilmeden bu stratejiye etki eden risk faktörünün her birinin durum olasılıkları tek tek değiştirilerek model çalıştırılmış ve yeni sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, çevresel riskin az olma olasılığı %100 olarak değiştirildiğinde esnek tedarik stratejisinin yüksek olma olasılığı %33 olarak hesaplanmaktadır. Çevresel riskin çok olma olasılığı %100 olduğunda ise esnek tedarik stratejisinin yüksek olma olasılığı %72 olmaktadır. Sonuç olarak çevresel risk kriterindeki değişimler esnek tedarik stratejisinin olasılık değerini %33 ila %72 aralığında

değiştirebilmektedir. Grafik 1’de görüleceği üzere esnek tedarik stratejisinde en geniş aralıkta ve eşit farkla değişime neden olan değişkenler talep riski ve çevresel risk olmuştur. Ardından ise %37’lik değişim farkıyla üretim riski gelmektedir. Esnek tedarik uygulamalarının hem literatürde hem de uzman değerlendirmelerinde tedarikçilerde meydana gelecek yangınların neden olacağı kesintilerden ve talep risklerinden işletmeleri koruduğundan bahsedilmiştir.



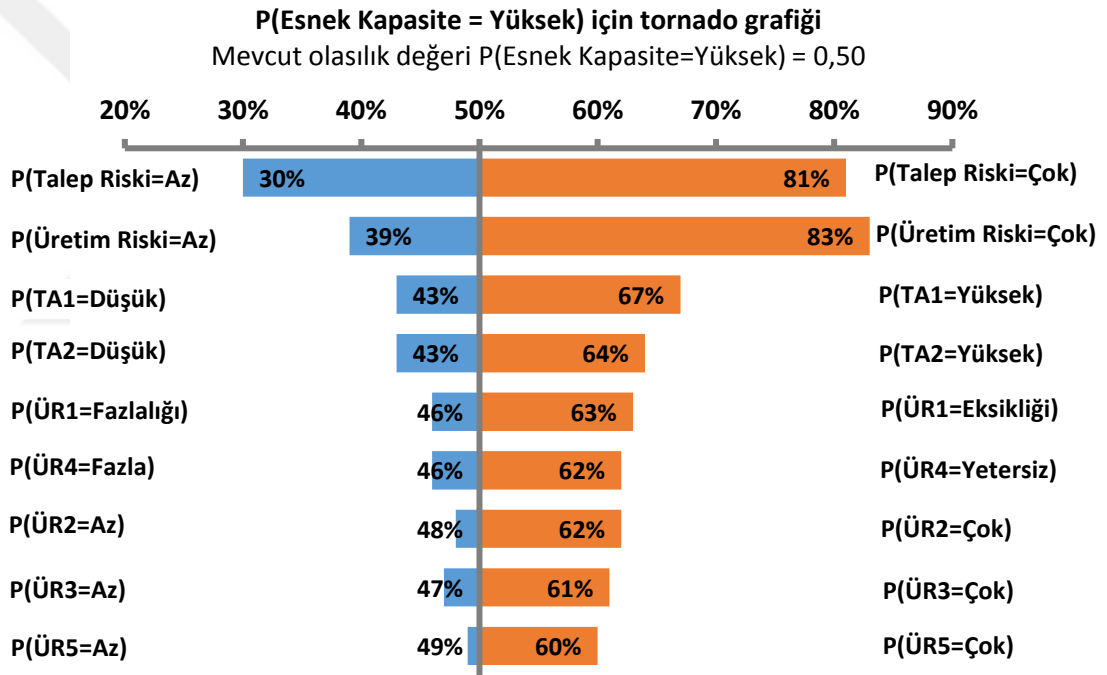
Grafik 1: Esnek Tedarik Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

Risk faktörleri içerisinde talep belirsizliği (TA1) %37 ile %56 aralığında değişime neden olarak, esnek tedarik stratejisinin yüksek düzeydeki olasılık değerini en fazla değiştiren

risk faktörü olmuştur. Çevresel risk faktörleri içerisinde yer alan yangın riski (ÇE3) esnek tedarik zinciri stratejisinde en fazla değişime neden olan ikinci risk faktörüdür. Üçüncü sırada bir diğer talep risk faktörü olan talep değişkenliği (TA2) yer almaktadır. Talep değişimlerinde ve mevsimsel dalgalanmalarda işletmelerin tedarik esnekliğine sahip olmaları avantajlar sağlamaktadır (Wagner, Grosse-Ruyken ve Erhun, 2018: 330).

4.6.2. Esnek Kapasite Stratejisi Duyarlılık Analizi

Modelde esnek kapasite stratejisini doğrudan etkileyen talep ve üretim riski değişkenleri bulunmaktadır. Yapılan duyarlılık analizinde esnek kapasite stratejisini dolaylı olarak etkileyen risk faktörleri de analize dahil edilerek esnek kapasite stratejisini etkileyen risk ve risk faktörleri etki büyüklüklerine göre yukarıdan aşağıya Grafik 2’de sıralanmıştır.



Grafik 2: Esnek Kapasite Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

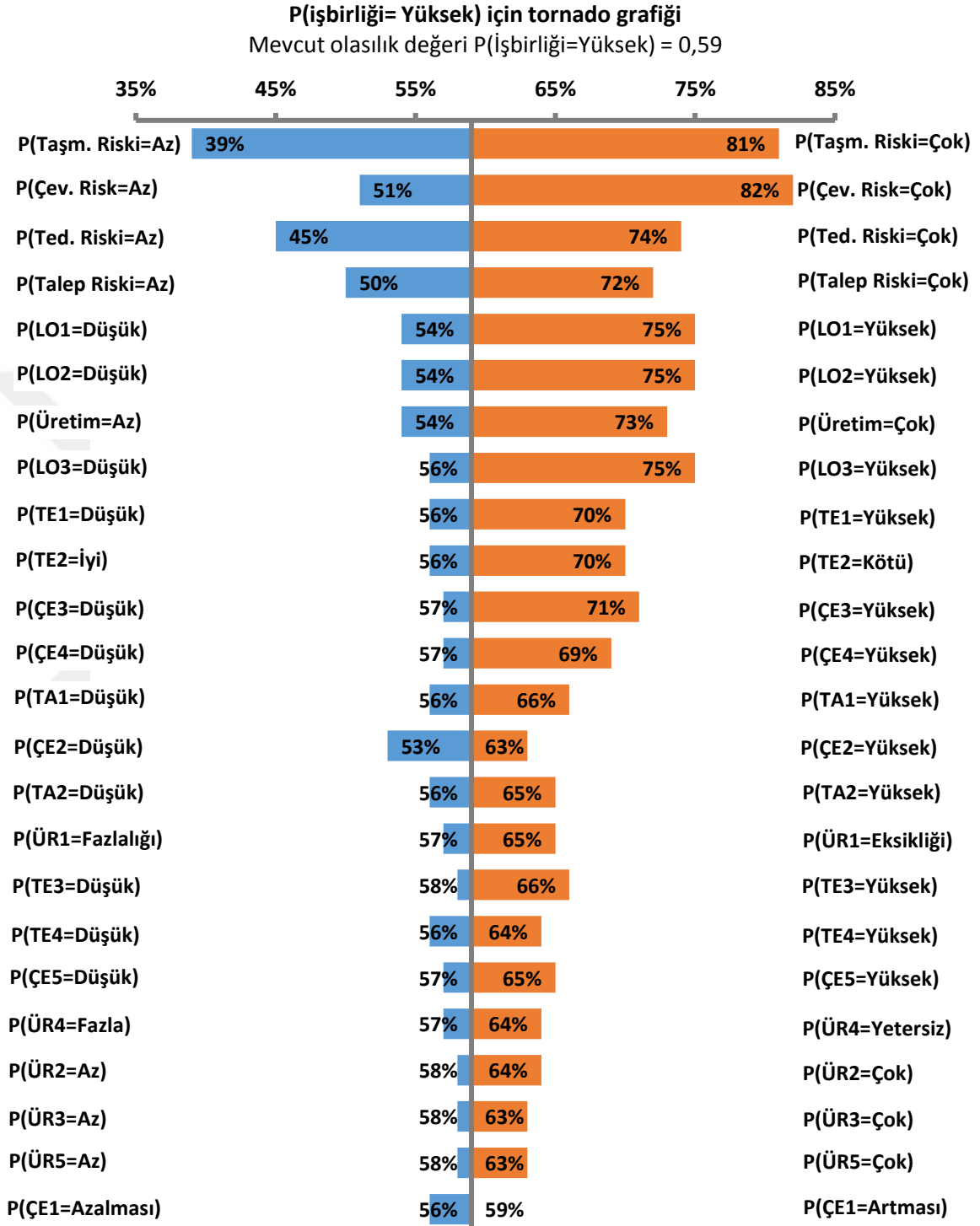
Grafik 2’de görüleceği üzere modelde yüksek olasılık değerinin %50 olduğu esnek kapasite stratejisinin olasılık değerini %30 ila %81 aralığında değiştirerek en yüksek farka sebep olan değişken talep riski olmuştur. Üretim riski ise esnek kapasite stratejisini en fazla etkileyen ikinci değişkendir. Üretim riskinin çok olma olasılığının %100 olduğu durumda esnek kapasite stratejisinin olasılık değeri mevcut duruma oranla %33 artarak %83 olmaktadır. Tedarik zincirinin her aşamasında kapasitenin belirli düzeyde ayarlanabilmesi yani kapasite esnekliğine sahip olunması talep risklerine karşı işletmeleri güçlü kılmaktadır. Benzer şekilde üretim süreçlerinde meydana gelen aksamalara karşı

esnek kapasite uygulamalarına yer verildiği uzman ifadelerinde yer almaktadır. Talep belirsizliği (TA1) %100 yüksek olasılıklı olduğu durumda esnek tedarik stratejisinin yüksek düzeyde uygulanma olasılığı %67'ye yükseltmektedir. Talep değişkenliği (TA2) risk faktörü esnek kapasite stratejisinin olasılığını %64'e yükseltmiş ve etki büyüklüğüne göre dördüncü değişken olmuştur. Ardından sırasıyla stok riskleri (ÜR1), üretim kapasitesi riskleri (ÜR4), makine arızaları (ÜR2) ve iş gücü kaynaklı aksamalar (ÜR3) birbirlerine yakın değerlerle esnek kapasite stratejisini etkilemektedir. Son olarak grafiğin en alt kısmında yer alan hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar (ÜR5) risk faktörü esnek kapasite stratejisine en az etki eden değişken olmuştur.

4.6.3. İşbirliği Stratejisi Duyarlılık Analizi

İşbirliği stratejisinin olasılık değerlerinin belirlenmesine modeldeki tüm riskler etki etmektedir. Dolayısıyla kapsamlı bir şekilde yürütülen duyarlılık analiziyle modeldeki bütün risk ve risk faktörlerinin her birinin iş birliği stratejisine etki düzeyi tespit edilmiştir. İşbirliği stratejisinin duyarlılık analizinde, bu stratejiyi etkileyen değişkenlerin etki büyüklükleri ve sıralamaları Grafik 3'de gösterilmektedir. İşbirliği stratejisinin olasılık değerini %39'a düşürebilen ve %81'e çıkaran taşımacılık riski en geniş değişkenliğe neden olan risk türü olmuştur. Otomotiv sektöründe işletmeler taşımacılık faaliyetlerini lojistik hizmet sağlayıcıları aracılığıyla gerçekleştirdikleri için işletmelerin bu firmalarla bilgi paylaşımı ve işbirliği içerisinde oldukları uzman ifadelerinde yer almaktadır. Taşımacılık faaliyetlerinde karşılaşılan tüm olumsuzluklara karşı işbirliği içerisinde çözüm yollarının geliştirilmesinin önemi duyarlılık analizlerinin sonuçlarında da ortaya çıkmıştır. İşbirliği stratejisinde en fazla değişime neden olan ikinci değişken çevresel risktir. Çevresel riskin %100 az olduğu durumda işbirliği stratejisinin yüksek düzeyde uygulanma olasılığı %51 iken çevresel riskin %100 çok olduğu durumda ise işbirliği stratejisinin yüksek olasılık değeri %82'ye yükselmektedir. Doğal afet, ekonomik krizler, yasal düzenlemeler ve döviz kuru riski gibi konularda risk senaryoları oluşturulduğunu ifade eden uzmanlar olmuştur. Bu senaryolarda öngörülerde bulunularak yaşanabilecek olumsuzlukları en az zararla atlatabilmek ve en hızlı tepki verebilmek için tedarik zinciri partnerleriyle işbirliği içerisinde olmanın gerekliliğinden bahsedilmiştir. Tedarik riski, işbirliği stratejisini en fazla etkileyen üçüncü değişkendir. Tedarik riski, işbirliği stratejisinin olasılık değerini %45 ila %74 aralığında değiştirebilmektedir. Tedarikçilerle ortak süreç ve kalite iyileştirilmelerinin yapılması, sorunların birlikte çözülmesi ve ortaya çıkan risklere karşı işbirliği içerisinde olmanın işletmelerin

faaliyetlerinin aksamasının önüne geçeceği düşüncesi tedarik zinciri uzmanlarının ortak görüşlerinden biri olmuştur.



Grafik 3: İşbirliği Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

Talep riski işbirliği stratejisinde %22'lik bir değişim sağlayarak etki sıralamasında dördüncü değişken olmuştur. Üretim riski ise lojistik risk faktörlerinin gerisinde kalarak işbirliği stratejisine etki sıralamasında yedinci sırada bulunmaktadır. Bunun nedeni

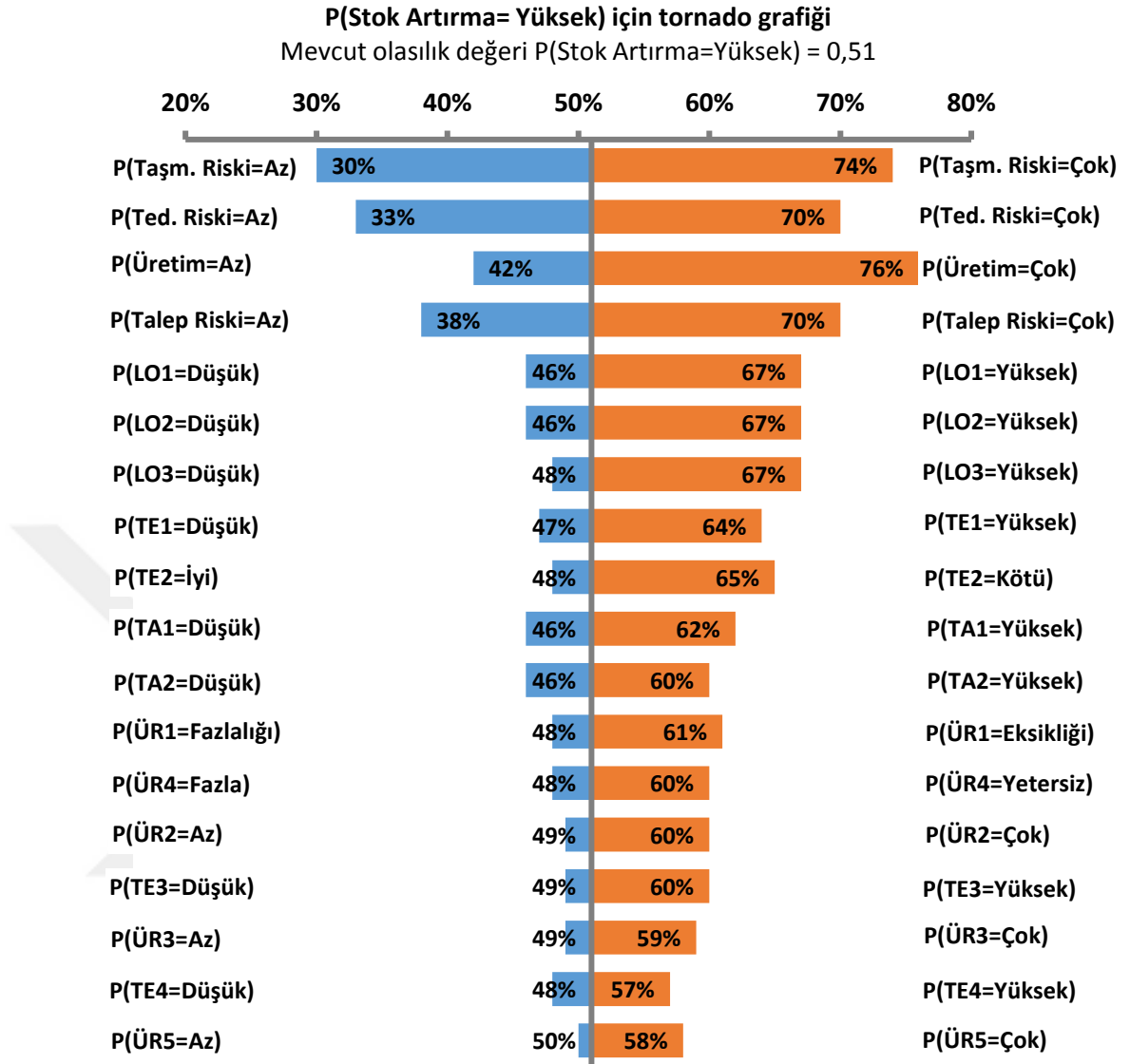
çalışmada bahsedilen işbirliği stratejisi uygulamalarının işletme dışı tedarik zinciri ortaklarıyla olan ilişkileri kapsıyor olmasından kaynaklanabilir.

İşbirliği stratejisine etki eden risk faktörleri incelendiğinde, taşımacılık risk faktörlerinin genel etki sıralamasında beşinci ve altıncı sırada yer aldığı görülmektedir. Sonrasında gelen bazı tedarik risk faktörleri ve çevresel risk faktörlerinin dışındaki diğer değişkenlerin etki düzeylerinin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Özellikle üretim risk faktörleri iş birliği stratejisini oldukça düşük düzeyde etkilemektedirler. Son olarak esnek tedarik stratejisinde olduğu gibi döviz kuru dalgalanmaları (ÇE1) neden olduğu %3'lük değişimle en az etkili risk faktörü olmuştur. Bunun nedeni özellikle binek ve hafif ticari araç üreticilerinin satışlarını büyük oranda ihracat olarak gerçekleştirmelerinden kaynaklanmaktadır. Döviz kurundaki artışlar hammadde maliyetlerinin artışına sebep olmuş olsa da araç satışlarının büyük oranda döviz üzerinden gerçekleştiriliyor olması kurdaki artışın olumsuz etkisini belirli bir düzeyde bertaraf edebilmektedir. Ancak Türkiye pazarına yönelik satış oranının yüksek olduğu otobüs ve kamyon üreticilerinde kur artışıyla birlikte yükselen fiyatlar nedeniyle talebin daraldığı ifade edilmiştir.

4.6.4. Stok Artırma Stratejisi Duyarlılık Analizi

Mevcut durum modelinde stok artırma stratejisine etki eden riskler taşımacılık, tedarik, üretim ve talep riskleridir. Söz konusu risklerin olasılıklarını belirleyen risk faktörleri de stok artırma stratejisinin durum olasılıklarını etkilemektedir. Yapılan duyarlılık analiziyle, stok artırma stratejisinin olasılık değerlerini belirleyen değişkenlerin etki büyüklükleri ve sıralamaları Grafik 4'te gösterilmektedir.

Mevcut durum modelinde stok artırma stratejisinin yüksek düzeyde uygulanma olasılığı %51 olarak hesaplanmıştır. Stok artırma stratejinin söz konusu olasılık değerini %44'lük farkla en fazla değişime uğratan değişken taşımacılık riski olmuştur. Tedarik zinciri uzmanları otomotiv sektöründeki işletmelerin çeşitli aksamalara karşı emniyet stokları bulundurduklarından önemle bahsetmişlerdir. Üretim için ihtiyaç duyulan malzemelerin temininde olası gecikmelerin yaşanabileceği belirtilmiştir. Örneğin deniz aşırı ülkelerden yapılan malzeme tedarikinde liman grevleri, olumsuz hava koşulları, gümrük gecikmeleri ve taşıma hasarları gibi durumlara karşı fazladan stok bulundurulduğu ifade edilmiştir.



Grafik 4: Stok Artırma Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

Stok artırma stratejisinin olasılık değerini %33 ile %70 aralığında değiştirebilen tedarik riski, en fazla değişime neden olan ikinci değişken olmuştur. Tedarik zinciri uzmanları, işletmelerin ihtiyaç duydukları malzemelerin temininde tedarikçi işletmeden kaynaklanabilecek olası gecikmelere karşı ve gelen malzemenin istenilen kalitede olmaması durumunda kesinti yaşanmaması için emniyet stokları bulundurduklarını belirtmişlerdir. Her malzemenin bulundurulması gereken stok miktarı malzemenin özelliklerine ve neden olabileceği sorunların büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir.

Üretim riski, stok artırma stratejisini etkileyen üçüncü risk olarak hesaplanmıştır. Tedarik zinciri uzmanlarının aktardıklarına göre üretim süreçlerindeki aksaklıklardan veya makine arızlarından dolayı malzemelerin kullanılmaz hale gelmesi, hatalı üretim ve tesis

içi taşıma işlemlerinde malzemenin hasar görmesi gibi durumlara karşı malzemelerin emniyet stokları bulundurularak önlemler alınmaktadır.

Stok artırma stratejisinin olasılık değerlerini en fazla etkileyen dördüncü değişken talep riskidir. Talep risklerine karşı stok seviyelerinin artırılması gerekliliğinin ortaya çıkabileceğini ifade eden uzmanlar, stok artırmanın çok fazla tercih edilen bir yaklaşım olmadığını ayrıca belirtmişlerdir. Başarılı talep tahmini çalışmaları yapılarak doğru öngörülerde bulunmanın elde bulundurma maliyetlerini azaltması ve en önemlisi stok risklerinin azaltılması için daha önemli olduğu vurgulanmıştır.

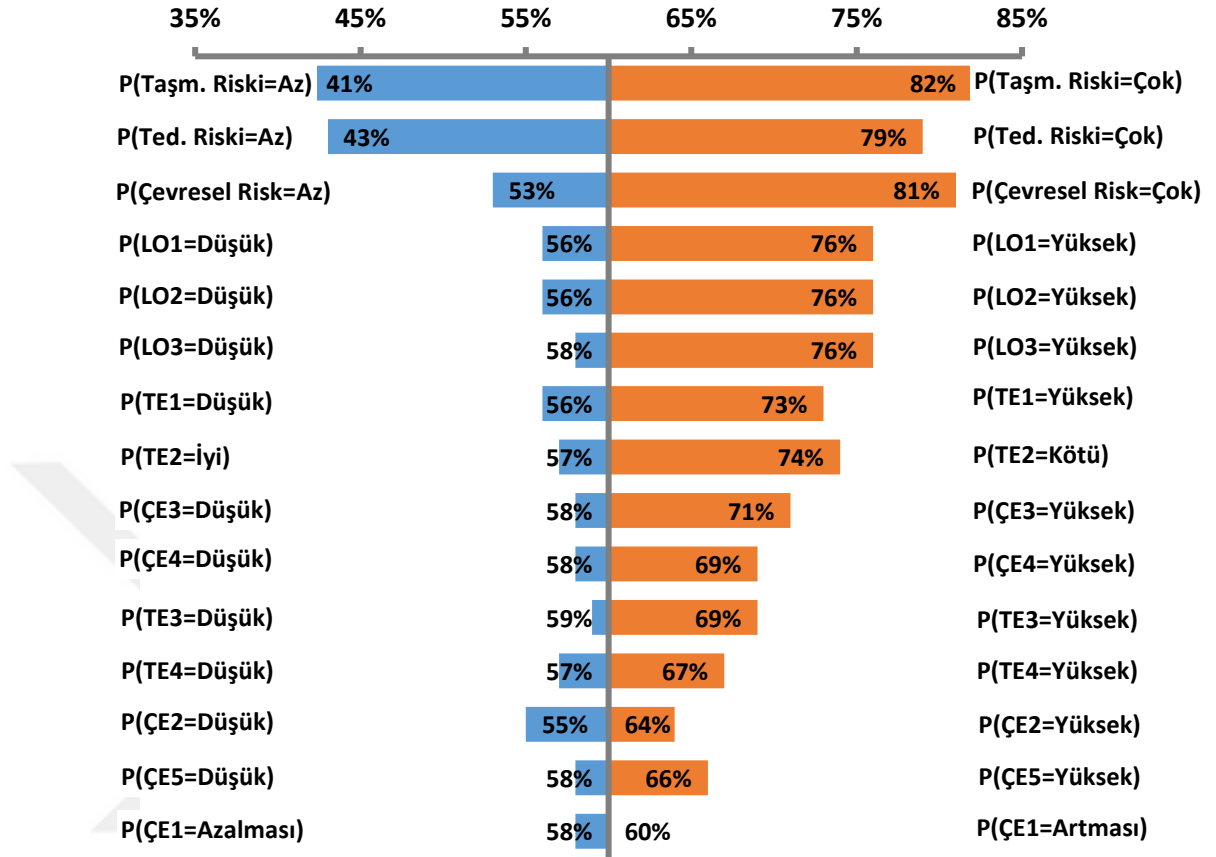
Risk faktörlerinin stok artırma stratejilerine olan etkileri incelendiğinde ilk sıralarda lojistik risk faktörlerinin sıralı bir şekilde yer aldığı görülmektedir. Tedarik zinciri uzmanları, gümrük işlemlerinde yaşanabilecek gecikmelere (LO1), çeşitli nedenlerden dolayı taşıma işlemlerinin söz verilen zamanda yapılamaması (LO2) ve gelen malzemelerin hasarlı olması (LO3) riskli faktörlerine karşı fazladan stok bulundurmanın çözüm olacağını belirtmişlerdir. Taşımacılık risk faktörlerinin ardından tedarikçilerin talep miktarındaki değişimleri karşılayamama (TE1) ve tedarikçinin finansal durumu (TE2) değişkenleri gelmektedir. Stok artırma stratejisini etkileyen son altı risk değişkenin dördünü ise üretim risk faktörleri oluşturmuştur. Uzman ifadelerinde hatalı üretimden kaynaklanan aksamaların (ÜR5) her ne kadar stok artırma kararlarını etkilediği belirtilmiş olsa da duyarlılık analizinde en az değişime neden olan risk faktörü olarak ortaya çıkmıştır.

4.6.5. Esnek Taşımacılık Stratejisi Duyarlılık Analizi

Esnek taşımacılık stratejisine; tedarik riski, taşımacılık riski, çevresel risk ve bu riskleri belirleyen risk faktörleri etki etmektedir. Esnek taşımacılık stratejisinin duyarlılık analizinde, bu stratejiyi etkileyen riskler ve risk faktörlerinin etki büyüklükleri göz önünde bulundurularak Grafik 5'teki tornado grafiği oluşturulmuştur.

Duyarlılık analizinin sonucunda %41 ile %82 aralığında değişime neden olan taşımacılık riski, esnek taşımacılık stratejisine en fazla etki eden değişken olmuştur. Esnek taşımacılık uygulamalarının birincil amacı taşımacılık faaliyetlerinde ortaya çıkan aksamaların etkilerini azaltmaktır.

P(Esnek Taşımacılık= Yüksek) için tornado grafiği
Mevcut olasılık değeri P(Esnek Taşımacılık=Yüksek) = 0,51



Grafik 5: Esnek Taşımacılık Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

Tedarik riski %43 ile %79 aralığında değişime neden olarak, esnek taşımacılık stratejisine en fazla etki eden ikinci risk değişkeni olmuştur. Tedarik zinciri uzmanları tedarikçi kaynaklı gecikmelerde, esnek taşımacılık uygulamalarıyla kaybedilen zamanın telafi edilebildiğini belirtmişlerdir. Esnek taşımacılık stratejisinde %53 ile %81 aralığında değişime neden olan çevresel risk ise en geniş aralıkta değişime neden olan üçüncü risktir. Tedarik zinciri uzmanlarıyla yapılan görüşmelerde, yangın ve doğal afetler gibi çevresel risklerin neden olduğu aksamalarda tedarikçilerden malzeme teminini hızlandırmak için esnek taşımacılık stratejisinin bir uygulaması olan farklı modlarda taşımacılığın yapıldığından bahsedilmiştir.

Esnek taşımacılık stratejisine etki eden risklerden sonra gelen risk faktörlerinin sırasıyla ilk üçü; gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar (LO1), taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması (LO2) ve taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi (LO3) olmuştur. Gümrükteki aksamalara karşı esnek taşımacılık uygulamalarına başvurulduğu uzman

ifadelerinde yer almaktadır. Örneğin, belirli bir gümrükte yaşanan gecikmeye karşı tedarikçiden yeni bir sevkiyatın hava yolu taşımacılığıyla gerçekleştirilerek sorunun çözüldüğünden bahsedilmiştir. Diğer taşımacılık riskleri içinde benzer örnekler verilmiştir.

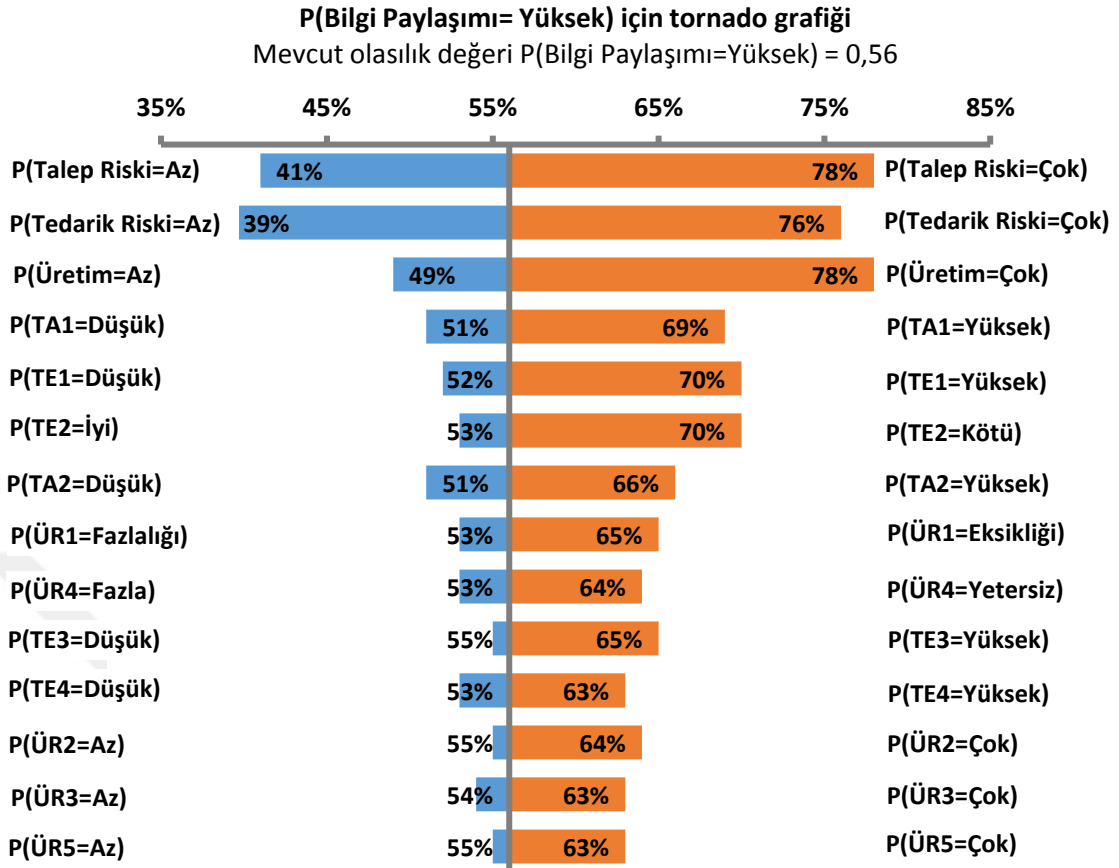
Grafik 5'te taşımacılık risk faktörlerinin ardından tedarik ve çevresel risk faktörleri gelmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi tedarikçi kaynaklı aksamalarda ve bazı çevresel risklerde özellikle temin sürecinin hızlandırılarak kaybedilen zamanın telafisinde farklı modlarla taşımacılık yapılması, farklı ulaşım rotalarının kullanılması veya ekspres nakliye olarak nitelendirilen küçük araçlarla ya da çift şoförle malzemenin temini gibi yöntemlere başvurulduğu uzman ifadelerinde yer almaktadır.

4.6.6. Bilgi Paylaşımı Stratejisi Duyarlılık Analizi

Bilgi paylaşımı stratejisinin duyarlılık analizinde, bu stratejiye etki eden tüm değişkenlerin etki düzeyleri incelenmiştir. Grafik 6'da görüleceği üzere, bilgi paylaşımı stratejisine etki eden risk ve risk faktörü değişkenlerinin tümü etki düzeylerinin büyüklüklerine göre sıralanmıştır.

Bilgi paylaşımı stratejisinde eşit değişim oranıyla en yüksek etki düzeylerine sahip değişkenler talep ve tedarik riskleridir. Talep riski %41 ile %78 aralığında değişime neden olurken tedarik riski de eşit farkla %39 ile %76 aralığında değişime neden olabilmektedir. Talep bilgilerinin veya değişikliklerinin işletmelere geç ulaşmasının atıl stoklara ya da karşılanamamış müşteri siparişlerine veya teslimatı gecikmiş ürünler anlamına geldiğini ifade eden tedarik zinciri uzmanları, bilgi paylaşımının tedarik zincirinin tüm aşamalarında başarılı bir şekilde yürütülmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Değişen talep bilgilerinin ivedilikle tedarikçilerle paylaşılmasının, stok sorunlarının yaşanmamasına ve hızlı bir şekilde üretimde değişikliklerin yapılabilmesini kolaylaştıracağı belirtilmiştir.

Tedarikçilerle bilgi paylaşımının oldukça önemli olduğunu vurgulayan tedarik zinciri uzmanları, bilgi paylaşımlarının uzun vadeli ve anlık olarak iki şekilde yürütüldüğünü ifade etmişlerdir. Otomotiv ana sanayi işletmeleri gelecek yılki üretim hedeflerini hatta birkaç yıl sonraki üretecekleri modellerin özellikleri ile ilgili bilgileri tedarikçileri ile paylaştığını, bunun yanında gelişmiş bilgi sistemleri sayesinde bazı tedarikçilere sağladıkları malzemelerin ana sanayideki stok bilgilerini takip edebilme imkânı verildiği söylenmiştir.



Grafik 6: Bilgi Paylaşımı Stratejisini Etkileyen Riskler ve Risk Faktörleri

Bilgi paylaşımı stratejisini etkileyen üçüncü değişken üretim riskidir. Üretim risk faktörleri ortaya çıktığı işletmeyi etkilemekle birlikte tüm yapıda zincirleme bir reaksiyonla diğer işletmelerin faaliyetlerini de engelleyebilir. Tedarik zinciri uzmanları, tedarikçideki makine arızası, hammadde stok yetersizliği, kapasite yetersizliği gibi sorunların çok önceden bilinmesi gerektiğini, tedarikçinin sıkıntılarını günler öncesinden müşterisi ile paylaşmasının son derece önemli olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca bilgi paylaşımının işletmenin kendi bünyesindeki farklı birimler arasında da etkili bir şekilde yapılmasının önemi de vurgulanmıştır.

Talep belirsizliği (TA1) ve tedarikçinin talep miktarındaki değişimleri karşılayamaması (TE1), bilgi paylaşımı stratejisinin yüksek olasılık değerini %18 oranında eşit farkla değiştirerek en etkili dördüncü değişkenler olmuştur. Üretim risk faktörleri içerisinde yer alan stok riskleri (ÜR1) ve üretim kapasitesi riskleri (ÜR4) dışındaki üretim risk faktörleri bilgi paylaşımını en düşük düzeyde etkileyen değişkenler olmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tedarik zinciri yönetimini zorlaştıran tedarik zinciri ağındaki risklerdir. Tedarik yönlü riskler, taşımacılık faaliyetlerindeki aksaklıklar, işletmelerin iç süreçlerindeki sorunlar, firma dışı riskler olarak tanımlanan çevresel risk faktörleri tedarik zincirinde kesintiler oluşturarak ciddi maliyet kayıplarına ve marka imajının zarar görmesine neden olmaktadır. Bu risklere veya etkilerine maruz kalmak istemeyen işletmeler çeşitli risk azaltma stratejilerine yer vermektedirler. Tedarik zinciri risklerinin tanımlanması, bu risklerin değerlendirilmesi ve doğru risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi tüm tedarik zincirlerinde olduğu gibi otomotiv tedarik zinciri içinde son derece önemlidir. Çok sayıda montaj parçasının bir araya getirilerek oldukça kompleks bir ürünün üretildiği otomotiv sektörünün tedarik zinciri yapısı son derece geniş ve karmaşık bir yapıdadır. Otomotiv sektöründe birçok firmada araç üretiminin montaj hatlarında kitlesel özelleştirmenin de yer aldığı seri üretim şeklinde gerçekleştirilmesi, tam zamanında ve tam sırasında üretim uygulamalarına yer verilmesi karşılaşılan risklere olan hassasiyeti artırmaktadır. Ayrıca otomotiv sektöründeki yüksek rekabet, ürün geliştirme sürelerinin kısalması, maliyet baskıları vb. günümüz koşulları otomotiv tedarik zinciri yapısının kırılganlığını artıran diğer unsurlardır. Dolayısıyla çalışmanın öne çıkan önemli özelliklerinden biride tedarik zinciri kapsamının ve karmaşıklığının üst düzeyde olduğu otomotiv sektörünün uygulama alanı olarak seçilmesidir.

Yapılan bu tez çalışmasıyla, ilk olarak gerçekleştirilen literatür taramasıyla yazında yer alan tedarik zinciri riskleri, bu riskleri oluşturan alt risk faktörleri ve risk azaltma stratejileriyle ilgili kapsamlı ve güncel bir çerçeve sunulmuştur. Ardından otomotiv tedarik zincirine odaklanmak amacıyla tedarik zinciri yöneticileriyle gerçekleştirilen görüşmeler, otomotiv sektörü tedarik zinciri riskleri ve risk azaltma stratejilerinin neler olduğu konusunda uygulayıcıların gözünden önemli bilgilere erişilmesi sağlamıştır. Otomotiv sektöründeki tedarik zinciri yöneticileri aracılığıyla sektörün tedarik zinciri risk faktörleri, riskleri ve risk azaltma stratejilerini belirlenmesinin ardından, risk olasılıklarını ve risk azaltma stratejilerinin uygulanma olasılıklarını veren koşullu olasılıklara dayalı ve yeni bilgilerle güncellenebilen bir Bayes ağ modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model üzerinde yürütülen senaryo analizleri kapsamında, biri otomotiv ana sanayi diğeri ise birinci kademe tedarikçi firmalardan elde edilen risk faktörlerinin yeni marjinal olasılıkları modelde güncellenerek vaka temeline dayalı iki farklı senaryo oluşturularak

risk ve risk azaltma stratejilerinin yeni olasılık değerleri yorumlanmıştır. Son olarak model üzerinde yürütülen duyarlılık analizleri sayesinde hedef değişken olarak belirlenen risk azaltma stratejilerinin her birine etki eden risk ve risk faktörlerinin etki düzeyleri hesaplanarak risk azaltma stratejilerinin olasılık değerlerini en çok etkileyen riskler ve risk faktörlerinin önem sıraları belirlenmiştir.

Ortalama olasılık değerleriyle oluşturulan Bayes ağ modelinde ve senaryo analizleriyle güncellenen model çıktılarında bazı ortak sonuçlara ulaşılmıştır. Öncelikle tüm model çıktılarında tedarik riski en yüksek olasılıklı risk türü olarak ortaya çıkmaktadır. Tedarik riski tedarikçi kaynaklı aksamalardan oluşmaktadır. Tedarikçide meydana gelen önemli makine arızları, tedarikçinin hammadde temin edememesi, hatalı parça üretimi, ani talep değişimi, üretim kalıplarında ortaya çıkan sorunlar, yangınlar, doğal felaketler ve tedarikçideki mali krizler ana sanayinin ihtiyaç duyduğu parçaları istenilen zamanda, miktarda ve kalitede tedarikçilerinden temin edememesine sebep olabilmektedir. Ayrıca müşteri talebindeki değişimlere bağlı olarak tedarikçilerin ihtiyaç duyulan malzemeleri karşılayamama sorunu da tedarik riski olarak değerlendirilmektedir. Otomotiv sektöründe özellikle ana sanayi işletmeleri tedarikçilerinin gelişimine büyük önem vermektedirler. Görüşülen tedarik zinciri yöneticilerinin ifadelerine göre, otomotiv sektöründe doğru tedarikçi seçimine, tedarikçilerin geliştirilmesine ve tedarikçilerle uzun vadeli ilişkilerin kurulması çok önemlidir. Özellikle otomotiv ana sanayi işletmelerinin tedarik zinciri yöneticileri tedarikçilerinde ortaya çıkabilecek olumsuzluklara karşı tedarikçi süreçlerinin yakından takip edildiği iyileştirme çalışmalarının yapıldığı ve nleme politikalarının geliştirildiği tedarikçi geliştirme bölümlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Ancak tüm bu yaklaşım ve uygulamalara rağmen tedarik riski en yüksek olasılık değerine sahip olmuştur. Bu durumun başlıca nedeni otomotiv ana sanayisinin büyük ölçüde montaj sanayi olmasından kaynaklanmaktadır. Aracı oluşturan binlerce parçanın tedarik edilmesi sürecinde oluşacak bir gecikme veya kalitesiz bir parçanın temini üretim faaliyetlerini aksatabilir veya son müşteride sorunlara neden olabilir. Bu nedenle, tedarik riskini oluşturan risk faktörlerinin olasılık değerleri düşük bile olsa etki düzeyleri yüksek olduğu için tedarik riskinin olasılığını artırmaktadır.

Ortalama olasılık değerleriyle oluşturulan Bayes ağ modelinde tedarik riskiyle aynı olasılık değerine sahip olup, senaryo analizlerinin her ikisinde de ikinci sırada yer alan risk türü taşımacılık riski olmuştur. Taşımacılıkta en önemli sorun taşıma işlemlerindeki gecikmelerdir. Lojistik operasyonlardaki aksamalar, deniz aşırı ülkelerden malzeme

tedarikinde yaşanan sorunlar, sınır geçişlerindeki gecikmeler ve limanlarda ortaya çıkan grevler taşıma işlemlerinin zamanında yapılmasına engel olabilmektedir. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin küresel firmalar olması ve deniz aşırı malzeme temini gerçekleştirmeleri söz konusu aksaklıklarla karşılaşma olasılıklarını artırmaktadır. Dolayısıyla malzeme tedarik riskinde olduğu gibi malzeme temininde yaşanacak taşımacılık sorunları da üretim faaliyetlerini aksatabilir.

Çalışmanın modelinde, talep riskini oluşturan risk faktörleri, talep belirsizliği ve talep değişkenliği olarak belirlenmiştir. Talep riski, tedarikçi firma Bayes ağ modeli hariç diğerlerinde tedarik ve taşımacılık riskinden sonra gelen üçüncü tedarik zinciri riski olmuştur. Özellikle üretiminin önemli bir oranını Türkiye pazarına yönelik gerçekleştiren işletmelerin talepleri, döviz kurunun artmasından, faiz oranlarındaki değişimlerden, vergi oranlarındaki değişimlerden, rekabet ve pazar koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bunun yanında genel olarak talep risklerini artıran unsurların tedarikçi kaynaklı sorunlar olduğu belirtilmiştir.

Çalıştırılan tüm Bayes ağ modellerinde üretim riski son sırada yer almıştır. Bunun temel nedeni otomotiv sektöründe içsel risk faktörlerinin büyük ölçüde kontrol altına alınmış olması ya da risk faktörlerinin etkilerini elimine edebilecek süreçlerin geliştiriliyor olmasıdır. Otomotiv sektöründe üretim risk faktörleri çok çeşitli olmakla birlikte diğer tedarik zinciri risk faktörleriyle karşılaştırıldığında daha az etkili olduğu söylenebilir. Örneğin, modelde makine arızalarından kaynaklanan aksam risk faktörünün yüksek olma olasılığı oldukça düşüktür. Çünkü otomotiv sektöründeki uzmanlarla yapılan görüşmelerde sürekli iyileştirme çalışmaları ve yürütülen reaktif ve proaktif uygulamalarla arızaların önlendiği veya arızaların neden olacağı kesintilerin telafi edilebileceği ifade edilmiştir. Makine arızalarının neden olabileceği aksamalara karşı üretim programının değiştirilmesi, farklı makinelerle aynı işlemlerin gerçekleştirilmesi, emniyet stokları, kapasite düzeylerinin ayarlanması gibi çözüm yöntemlerinden bahsetmişlerdir.

Çevresel risk ise ortalama olasılık değerleriyle oluşturulan Bayes ağ modelinde ve otomotiv ana sanayi örneği model çıktısında son sırada yer almaktadır. Tedarik zinciri uzmanları çevresel risk faktörlerinin olumsuz etkilerinin azaltılabileceğini düşünmektedir. Özellikle doğal felaketler ve yangın risk faktörlerine yönelik iş sağlığı ve güvenliği kapsamında hazırlanan acil durum eylem planlarıyla hem odak işletmeyi hem de tedarikçileri kapsayan gerekli tedbirlerin alındığı ifade edilmiştir.

Risk azaltma stratejileriyle ilgili genel değerlendirmeler yapmak gerekirse, model sonuçlarına göre esnek tedarik stratejisinin yüksek düzeyde uygulanma olasılığının diğer stratejilerle karşılaştırıldığında daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Tedarik zinciri uzmanlarının ifadeleri göz önünde bulundurulduğunda bu durumun başlıca nedeni esnek tedarik uygulamalarının maliyet avantajını olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, esnek tedarik stratejisi uygulaması olarak tedarikçilerin miktar esnekliğine sahip olmasının istendiği, ancak maliyet artışlarına sebep olacağı düşünüldüğünden farklı miktarları karşılayabilme yeteneğinin düşük düzeyde tutulduğ belirtilmiştir. Ayrıca otomotiv sektörü tedarik zincirinin büyük olması, üretilen parçaların karmaşıklığı ve çeşitliliği zincirin miktar değişimlerine olan tepkiselliğini azaltmaktadır. Esnek tedarik stratejisine yönelik yapılan duyarlılık analizinde söz konusu stratejide en geniş aralıkta ve eşit farkla değişime neden olan risklerin talep riski ve çevresel risk olduğu görülmüştür. Esnek tedarik uygulamalarının müşterilerin değişen taleplerinin hızlı bir şeklide karşılanmasında ve çevresel risklerin etkilerinin azaltılmasında önleyici olduğu literatürde ve uzman değerlendirmelerinde yer almaktadır.

İşletmelerde retim kapasitesinin artırımı ve azaltılması konusunda belirli düzeydeki değişkenliğin yönetilebilmesi gerekmektedir. Otomotiv sektöründe, belirli bir düzeyde esnek kapasiteye sahip olunması yaşanan olumsuzluklarda gecikmelerin önüne geçebilmeyi olanaklı kılmaktadır. Makinelerin ve üretim ekipmanlarının herhangi bir arıza durumunda birbirlerinin yerine kullanılabiliyor olması, hat hızlarının değiştirilebilmesi ve çok fonksiyonlu iş gücüne sahip olunması örnek verilen esnek kapasite uygulamaları olmuşlardır. Yapılan duyarlılık analizinde esnek kapasite stratejisini en fazla etkileyen riskin talep riski olduğu görülmüştür. Esnek kapasite uygulamaları odak işletme ile sınırlandırılmamalıdır. Tedarik zincirinin her aşamasında aynı düzeyde esnekliğin olması gerekmektedir.

Bayes ağ modelinin ağ yapısında işbirliği stratejisinin bütün risklere karşı etkili bir strateji olduğu görülmektedir. Ayrıca model ıktıları ve uzman ifadeleri, işbirliği stratejisinin otomotiv sektöründe önemli bir risk azaltma stratejisi olduğunu göstermektedir. Özellikle ana sanayinin tedarikçilerle ilişkileri değerlendirildiğinde işbirliği uygulamalarının birçoğunun karşılık bulduğu söylenebilir. Otomotiv sektöründeki firmalar tedarik zinciri yönetiminin temel yaklaşımı olan, zincir üyelerinin başarisının odak işletmenin başarisında kilit rol oynadığını bildikleri için tedarikçilerinin gelişimine büyük önem vermektedirler. Tedarik zinciri ortakları arasındaki iş birliği ve bilgi alışverişi, ürünün

tasarım aşamasında başlayıp, üretim başladıktan sonra kaliteyi artırma ve maliyet azaltma çalışmaları yapılırken de devam etmektedir. Karşılaşılabilecek çeşitli risklere karşı işbirliği içerisinde olmak tedarik zinciri faaliyetlerinin kesintiye uğramasını engelleyerek tüm tedarik zinciri ortaklarının kazanmasını olanaklı kılacaktır. Yapılan duyarlılık analizinde işbirliği stratejisinin olasılık değerlerinde en fazla değişime neden olan faktörün taşımacılık riski olduğu görülmüştür. Taşımacılık faaliyetlerinde karşılaşılan tüm olumsuzluklara karşı işbirliği içerisinde çözüm yollarının geliştirilmesinin önemi duyarlılık analizlerinin sonuçlarına yansımıştır.

Her ne kadar günümüz üretim sistemleri stokları mümkün olduğunca azaltmaya çalışsa da işletmeler yaşanabilecek çeşitli aksaklıkları yönetebilmek için belirli parçaların stoklarını tutmaktadır (Chopra ve Sodhi, 2004; Tachizawa ve Gimenez, 2009). Otomotiv sektöründeki işletmeler de karşılaşılabilecekleri çeşitli aksamaların olumsuz etkilerine karşı hazırlıklı olmak için emniyet stokları bulundurmaktadır. Ancak fazla stok bulundurmak aynı zamanda önemli bir risk faktörüdür (Tummala & Schoenherr, 2011). Ayrıca stok tutmanın yalınlık ve esneklik anlayışlarına uygun olmaması risk yönetiminde tercih edilmeme eğilimini artırmaktadır. Bu nedenle stok artırma stratejisinin model çıktılarının olasılık değerleri diğer stratejilerle karşılaştırıldığında daha düşük düzeydedir. Otomotiv sektörü gibi gelişmiş endüstriler stokları mümkün olduğunca düşük seviyede tutmak istemektedir. Ancak stoklar işletmelerin beklenmedik değişimlere ve aksamalara karşı hazırlıklı olmalarını sağladığından belirli miktarlarda emniyet stoku bulundurmak gerekmektedir. Tedarik edilen malzemelerde meydana gelebilecek gecikmeler, kalite problemleri, üretim hataları gibi beklenmedik durumlarda hem odak işletmede hem de tedarikçilerinde optimum seviyede emniyet stokları tutulduğu uzmanların ifadelerinde yer almaktadır. Yapılan duyarlılık analizi, stok artırma stratejisinin olasılık değerlerini etkileyen başlıca risklerin taşımacılık, tedarik ve üretim riskleri olduğunu göstermiştir. Üretim için ihtiyaç duyulan malzemelerin temininde gecikmeler yaşanabilmektedir. Örneğin deniz aşırı ülkelerden malzeme temininde ortaya çıkan liman grevleri, olumsuz hava koşulları, gümrük sorunları nedeniyle meydana gelen gecikmelerde veya gelen malzemenin istenen kalitede olmaması durumunda kesinti yaşanmaması için fazladan stok bulundurulmaktadır. Üretim riski, stok artırma stratejisini en fazla etkileyen üçüncü risktir. Makine arızlarından dolayı malzemelerin kullanılmaz hale gelmesi, hatalı üretim ve tesis içi taşıma işlemlerinde malzemenin hasar görmesi gibi üretim süreçlerindeki aksaklıklara karşı malzemelerin emniyet stokları bulundurulması önlemler alınmaktadır.

Esnek taşımacılık stratejisinin modeldeki olasılık değerlerinin yüksek olması, otomotiv sektöründe taşımacılık hizmeti sağlayan firmaların tedarik süreçlerinde meydana gelecek aksamalara karşı esnek çözümler geliştirebilmesinden kaynaklanmaktadır. Tedarik zinciri uzmanları, lojistik hizmet sağlayıcılarıyla çözüm ortağı gibi çalışabildiklerini ve herhangi bir aksama durumunda çözüm öneriler geliştirebildiklerinden bahsetmişlerdir. Lojistik firmalarının farklı miktar ve zamandaki istekleri karşılayabilme yeteneğine sahip olması taşımacılık faaliyetlerindeki risklerin olumsuz etkilerinin azaltılmasının yanı sıra çevresel ve tedarik risk faktörlerinin neden olabileceği aksamaları da önleyebileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Tedarik zincirindeki işletmelerin birbirlerini etkileyebilecek olaylar hakkında bilgi alışverişinde bulunmaları meydana gelecek aksamaların önlenmesinde kilit rol oynamaktadır. Örneğin tedarikçilerin operasyonel süreçlerinde bir sorunu varsa bu durumu saklamak yerine günler öncesinde müşterisine bildirmesiyle, alınması gereken tedbirlerin bir an önce planlanmasının veya sorunun müşterinin de dahil olacağı bir çalışmayla daha az hasarla ve hızlı bir şekilde çözülebilmesi sağlanacaktır. Risklerin başarılı bir şekilde yönetilmesi için en önemli unsurlardan biride tedarik zinciri aşamalarındaki bilgi paylaşımının etkin bir şekilde yönetilmesidir. Ayrıca tedarik zinciri süreçlerinin hatasız ve etkin bir şekilde işleyişi bilgi paylaşımını ve şeffaflığı gerektirmektedir. Ancak birçok firma bilgi sızıntısı endişesi nedeniyle özel bilgileri tedarik zinciri ortaklarıyla paylaşmak konusunda isteksiz olabilmektedir (Tang, 2006b). Benzer yaklaşım görüşme yapılan tedarik zinciri uzmanlarında da gözlenmiştir. Otomotiv ana sanayi işletmelerindeki uzmanlar kontrolün tümüyle odak işletmede olacağı bir bilgi paylaşımı sistemine sahip olmanın gerekliliğini vurgulamışlardır.

Tedarik zinciri faaliyetlerini tehdit eden riskleri veya etkilerini azaltılması için uygulanan stratejiler, maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle işletmelerin, tedarik zinciri risklerine karşı birtakım yeteneklerini artırmak için yapacağı yatırımların maliyet/fayda analizini yapmaları gerekir (Chopra ve Sodhi, 2014; Vahid Nooraie ve Parast, 2016). Risklerin neden olacağı maliyet kayıpları ile riskleri azaltmak için katlanılan maliyetler arasında dengenin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, tedarik zinciri yöneticileri ödünleşmenin (dengeleme) tüm risk faktörlerinin azaltılmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir karar aşaması olduğu belirtmişlerdir. Risklerin olumsuz etkilerini azaltmak için katlanılması gereken maliyetin, riskin neden olabileceği zarar maliyetinden daha az olması gerekir.

Çalışmada otomotiv tedarik zinciri ile ilgili risk faktörleri, riskler ve risk azaltma stratejileriyle ilgili elde edilen bulguların bu sektörde faaliyet gösteren yöneticilerin ve araştırmacıların tedarik zinciri risk yönetimi konusundaki bilgi birikimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bayes ağları riskler ve stratejiler arasındaki karşılıklı bağımlılıkların ele alınmasında en iyi modelleme tekniklerinden biridir (Qazi, 2017). Çalışmada oluşturulan Bayes ağ modeli, otomotiv sektöründeki karar vericilerin risk olasılıklarına göre risk azaltma stratejilerinin uygulanma olasılıklarının belirlenmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca modelin yeni verilere ulaşıldıkça güncellenebilmesi ve uzman görüşlerine dayalı sübjektif verilerin nesnel verilerle değiştirilebilmesi modelin uygulayıcılar tarafından kolayca geliştirilmesini olanaklı kılmaktadır.

Çalışmanın ilk kısıtı, risklerin birbirleriyle olan ilişkileri ve risk azaltma stratejilerinin birbirlerine olan etkilerinin oluşturulan Bayes ağ modeline yansıtılmamış olmasıdır. Bundan sonraki çalışmalarda risklerin ve stratejilerin kendi içindeki nedensellik ilişkilerini de göz önünde bulunduran model yapıları geliştirilebilir. Ayrıca Bayes ağ modelinin oluşturulmasında tümüyle uzmanların deneyim ve tecrübelerine dayalı sübjektif bilgilerinden yararlanılmıştır. Nesnel verilerin kullanıldığı modeller oluşturulabilir. Çalışmada otomotiv sektörüne odaklanılmıştır. İleriki çalışmalarda tedarik zinciri risk yönetimi uygulamalarına örnek olabilecek farklı sektörlerin incelenmesi tedarik zinciri risk yönetimi literatürünün gelişmesine katkı sağlayacaktır. Gelecekte yapılabilecek çalışmalara bir başka öneri ise Bayes ağları yönteminin yanı sıra farklı yöntemlerin hibrit bir şekilde kullanıldığı çalışmaların yapılmasıdır.

KAYNAKÇA

- Acar, A.Z., & Köseoğlu, A.M. (2020). *Lojistik yaklaşımıyla tedarik zinciri yönetimi* (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Akar, M., & Gündoğdu, S. (2013). Bayes teorisinin su ürünlerinde kullanım olanakları. *Journal of Fisheries Sciences*, 8(1), 8-16.
- Akbulut, İ. (2016). *Gri ilişkisel analiz ile tedarik zinciri performansının değerlendirilmesi; Otomotiv sektöründe bir uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Akçay, M., Kayahan, B. C., & Öğüç Yürükoğlu, Ö. (2015). *Türev ürünler ve risk yönetimi sözlüğü*, İstanbul: Scala Yayıncılık
- Akkan, E. (2014). *Tedarik zincirinde risk kaynakları algıları, risk yönetim faaliyetleri ve performans ilişkisi: Mersin’de faaliyet gösteren perakende işletmeler üzerine bir araştırma*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Aktaş, A. M. (2008). *Bayesci olasılıksal oynaklık modelleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Altunışık, R., Coşkun, R. & Bayraktaroğlu, S. (2012). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* (7. Baskı). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- APICS. (2010). APICS Dictionary. (13. Baskı), S. Rice(akt.)(2015). *The total scope of supply chain management*. APICS Blog. Erişim adresi: <http://www.apics.org/sites/apics-blog/think-supply-chain-landing-page/thinking-supply-chain/2015/03/11/the-total-scope-of-supply-chain-management> (Erişim tarihi: 21/02/2019).
- Arif-Uz-Zaman, K., & Ahsan, A.N. (2014). Lean Supply Chain Performance Measurement. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(5), 588-612
- Avcı, E. (2012). *Bayesci sağkalım analizi ve meme kanseri verileri üzerine bir uygulama*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayçın E., & Özveri, O. (2015). Bulanık modelleme ile tedarik zinciri performansının değerlendirilmesi ve imalat sektöründe bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 17(1), 51-60
- Baş, Y. (2015). *Kurumsal kredilerin geri ödenmeme olasılığının tahminine yönelik bayes ağı temelli bir erken uyarı modeli*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Başkol, M. (2013). Tedarik zinciri performans ölçümü. İçinde M.N. Timur & G.S. Çekerol (Eds.). *Tedarik Zinciri Yönetimi* (ss. 71-82). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Baud-Lavigne, B., Agard, B., & Penz, B. (2012). Mutual impacts of product standardization and supply chain design. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 50–60.
- Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55(3), 281-294
- Blackhurst, J. V., Scheibe, K. P. & Johnson, D. J. (2008). Supplier risk assessment and monitoring for the automotive industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(2), 143-165.
- Blackhurst, J., Craighead, C.W., Elkins, D., & Handfield, R.B. (2005). An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply chain disruptions. *International Journal of Production Research*, 43(19), 4067-4081
- Blome, C. & Schoenherr, T. (2011). Supply chain risk management in financial crises- A multiple case-study approach. *International journal of production economics*, 134(1), 43-57.
- Bloss, M.F., Quaddus, M., Wee, H.M., & 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.
- Bode, C., Wagner, S.M., Petersen, K.J. & Ellram, L.M. (2011). Understanding responses to supply chain disruptions: Insights from information processing and resource dependence perspectives. *Academy of Management Journal*, 54(4), 833-856.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J., & Cooper, M.B. (2019). *Supply chain logistics management* (5. Baskı). Singapore: McGraw-Hill.
- Bozkurt, C. (2010). Risk, kurumsal risk yönetimi ve iç denetim. *Denetışim Dergisi*, 1(4), 17-30.
- Business Continuity Institute. (2017). *BCI Supply Chain Resilience Report*. Erişim adresi: <https://www.thebci.org/news/bci-supply-chain-resilience-report-2017.html> (Erişim tarihi: 19.06.2020)
- Business Dictionary. (2017). Erişim adresi: <http://www.businessdictionary.com/definition/risk.html> (Erişim tarihi: 6.03.2017).
- Cao, M., Vonderembse, M. A., Zhang, Q., & Ragu-Nathan, T. S. (2010). Supply chain collaboration: Conceptualisation and instrument development. *International Journal of Production Research*, 48(22), 6613–6635
- Carlin, B.P., & Thomas, T.A. (2000). *Bayes and empirical bayes methods for data analysis* (2. Baskı) USA: CRC Press LLC

- Cateora, P.G., Gilly, M.C., & Graham, J.L. (2011). *International marketing* (15. Baskı) Boston: McGraw Hill/Irwin.
- Cavinato, J. L. (2004). Supply chain logistics risks: From the back room to the board room. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 34(5), 383-387.
- Celeux, G., Corset, F., Lannoy, A., & Ricard, B. (2006). Designing a Bayesian network for preventive maintenance from expert opinions in a rapid and reliable way. *Reliability Engineering & System Safety*, 91(7), 849-856.
- Cengiz, M. A., Terzi, E., Şenel, T., & Murat, N. (2013). Lojistik regresyonda parametre tahmininde bayesci bir yaklaşım. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 12, 15-22.
- Ceryno, P.S., Scavarda, L.F., & Klinebiel, K. (2015). Supply chain risk: Empirical research in the automotive industry. *Journal of Risk Research*, 18(9), 1145-1164.
- Chang, W., Ellinger, A.E., & Blackhurst, J. (2015). A contextual approach to supply chain risk mitigation. *The International Journal of Logistics Management*, 26(3), 642-656
- Chen, C., Gu, T., Cai, Y., & Yang, Y. (2019). Impact of supply chain information sharing on performance of fashion enterprises: An empirical study using SEM. *Journal of Enterprise Information Management*, 32(6), 913–935.
- Chen, J., Sohal, A. S., & Prajogo, D. I. (2013). Supply chain operational risk mitigation: A collaborative approach. *International Journal of Production Research*, 51(7), 2186-2199
- Chen, S. H., & Pollino, C. A. (2012). Good practice in Bayesian network modelling. *Environmental Modelling & Software*, 37, 134-145.
- Cheng, S. K., & Kam, B. H. (2008). A conceptual framework for analysing risk in supply Networks. *Journal of Enterprise Information Management*, 22, 345–360.
- Chiang, C. Y., Kocabasoglu-Hillmer, C., & Suresh, N. (2012). An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility. *International Journal of Operations and Production Management*, 32(1), 49–78.
- Chin, K., S., Tang, D., W., Yang, J., B., Wong, S. Y., & Wang, H. (2009). Assessing new product development project risk by Bayesian network with a systematic probability generation methodology. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 9879-9890.
- Choi, K., Narasimhan, R., & Kim, S.W. (2012). Postponement strategy for international transfer of products in a global supply chain: A system dynamics examination. *Journal of Operations Management*, 30(3), 167-179
- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Supply chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 26(1), 52-61.

- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2014). Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan Management Review*, 55(3), 73-80
- Chopra, S. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning and operation* (7. Baskı). New York: Pearson Education.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-14.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5. Baskı). Britain: FT Publishing International.
- Chu, C. Y., Park, K., & Kremer, G. E. (2020). A global supply chain risk management framework: An application of text-mining to identify region-specific supply chain risks. *Advanced Engineering Informatics*, 45, 101053.
- Cinar, D., & Kayakutlu, G. (2010). Scenario analysis using bayesian networks: A case study in energy sector, *Knowledge-Based Systems*. 23, 267-276.
- Croxton, K. L., Garcia-Dastugue, S. J., Lambert, D. M., & Rogers, D. S. (2001). The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13-36.
- Cucchiella, F., & Gastaldi, M. (2006). Risk management in supply chain: A real option approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17, 700-720.
- Curkovic, S., Scannell, T., & Wagner, B. (2016). *Managing supply chain risk: Integrating with risk management*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group
- Çevik, M. (2009). *Doğrusal olmayan bayesçi regresyon ve yüksek frekanslı ses sistemlerinde bir uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çinicioğlu, E. N., Önsel Ekici, Ş., & Ülengin, F. (2015). *Bayes ağ yapısının oluşturulmasında farklı yaklaşımlar: Nedensel bayes ağları ve veriden ağ öğrenme*. 35. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi, Ankara.
- Çinicioğlu, E.N., Atalay, M., & Yorulmaz, H. (2013). Trafik kazaları analizi için bayes ağları modeli. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 41-52.
- Davis, J., & Sullivan, J. (2017). *Supply chain risk what is it?* Erişim adresi: <https://www.dau.edu/library/defense-atl/blog/Supply--Chain-Risk%E2%80%94What-Is-It> (Erişim tarihi: 05/07/ 2018)
- Dellana, S., Kros, J. F., Falasca, M., & Rowe, W. J. (2019). Risk management integration and supply chain performance in ISO 9001-certified and non-certified firms. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(20), 1205-1225
- Dellana, S., & West, D. (2016). Survival analysis of supply chain financial risk. *The Journal of Risk Finance*, 17(2), 130-151

- Deloitte. (2012). *Supply chain resilience: A risk intelligent approach to managing global supply chains*. Erişim adresi: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/governance-risk-and-compliance/articles/risk-intelligent-approach-managing-supply-chains.html> (Erişim tarihi: 17/08/ 2019)
- Demirci, M. (2016). Bayes teoremi ve teoremin işletme bölümünde uygulamaları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 43, 439-462.
- Demirkol, İ. (2019). *Tedarik zinciri yönetiminde risk*, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Dereli, B. (2012). *Bayes ağları ile gelecek odaklı konumlandırma analizi: oyun konsolları pazarında bir uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dittmann, J.P. (2014). *Managing risk in the global supply chain*. Erişim adresi: <http://globalsupplychaininstitute.utk.edu/publications/documents/Risk.pdf> (Erişim tarihi: 10/08/ 2018).
- Dogan, I., & Aydin, N. (2011). Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 61(4), 1072-1085.
- Dünya Ekonomik Forumu. (2012). *New models for addressing supply chain and transport risk*. Erişim adresi: http://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_RRN_NewModelsAddressingSupplyChainTransportRisk_IndustryAgenda_2012.pdf (Erişim tarihi: 10/05/2018).
- Ekici, O. (2009). İstatistikte bayesyen ve klasik yaklaşımın kavramsal farklılıkları. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2)1, 89-101.
- Ellram, L. M., & Cooper, M.C. (2014). Supply chain management: It's all about the journey, not the destination. *Journal of Supply Chain Management*, 50(1), 8-20.
- Emhan, A. (2009). Risk yönetim süreci ve risk yönetmekte kullanılan teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3), 209-220.
- Enyinda, C. I., Ogbuehi, A., & Briggs, C. (2008). Global supply chain risks management: A new battleground for gaining competitive advantage. *Proceedings of ASBBS*, 15(1), 278-292.
- Erdal, H. (2018). Tedarik zinciri risk yönetimi: Kavramsal çerçeve ve tedarik yönlü bir literatür araştırması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(4), 764-796.
- Erdal, M. (2011). *Satınalma ve tedarik zinciri yönetimi* (2. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Erturgut, R. (2019). *Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi* (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Faisal, M.N., Banwet, D.K. & Shankar, R. (2007). Supply chain risk management in SMEs: Analysing the barriers. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 4(5), 588-607
- Fan, Y., & Stevenson, M. (2018). A review of supply chain risk management: Definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 205-230
- Fang, Y., & Shou, B. (2015). Managing supply uncertainty under supply chain Cournot competition. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 156–176.
- Felea, M., & Albastroiu I. (2013a). Defining the concept of supply chain management and its relevance to romanian academics and practitioners. *Amfiteatru Economic*, 15(33), 74-88
- Felea, M., & Albastroiu, I. (2013b). An Introduction to supply chain risk management: Definitions. *Valahian Journal of Economic Studie*, 4(3), 57-64.
- Fenton, N., & Neil, M. (2012). Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks. New York: CRC Press Taylor & Francis Group
- Fischer-Preßler, D., Eismann, K., Pietrowski, R., Fischbach, K., & Schoder, D. (2020). Information technology and risk management in supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 50(2), 233-254
- Fontela, E., & Hingel, A. (1993). Scenarios on economic and social cohesion in Europe. *Futures*, 25(2), 139-154.
- Fotr, J., Špaček, M., Souček, I., & Vacík, E. (2015). Scenarios, their concept, elaboration and application. *Baltic Journal of Management*, 10(1), 73-97.
- Francis, J. J., Johnston, M., Robertson, C., Glidewell, L., Entwistle, V., Eccles, M. P., & Grimshaw, J. M. (2010). What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. *Psychology and Health*, 25(10), 1229–1245.
- Garvey, M. D., Carnovale, S., & Yenyurt, S. (2015). An analytical framework for supply network risk propagation: A bayesian network approach. *European Journal of Operational Research*, 243(2), 618-627.
- Gaudenzi, B., & Borghesi, A. (2006). Managing risks in the supply chain using the AHP method. *The International Journal of Logistics Management*, 17(1), 114-136.
- Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Dunson, D.B., Vehtari A., & Rubin, D.B. (2014). *Bayesian data analysis* (3. Baskı). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group
- Ghadge, A., Dani, S., & Kalawsky, R. (2012). Supply chain risk management: present and future scope. *The international journal of logistics management*, 23(3), 313-39.

- Ghadge, A., Dani, S., Ojha, R., & Caldwell, N. (2017). Using risk sharing contracts for supply chain risk mitigation: A buyer-supplier power and dependence perspective. *Computers and Industrial Engineering*, 103, 262–270
- Giunipero, L.C., & Eltantawy, R.A. (2004). Securing the upstream supply chain: A risk management approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(9), 698-713.
- Glickman M.E., & van Dyk, D. A. (2007). Basic bayesian methods. *The Humana Press Inc.* 404, 319- 338.
- Gobetto, M. (2014). *Operations management in automotive industries*. London: Springer
- Goh, M., Lim, J., & Meng, F. (2007). A stockhastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, 182(1), 64-173.
- Görçün, Ö.F. (2019). *Örnek olay ve uygulamalarla tedarik zinciri yönetimi* (4. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Gunasekaran, A., & Kobu, B. (2007). Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: A review of recent literature (1995–2004) for research and applications. *International Journal of Production Research*, 45(12), 2819-2840
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R.E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347
- Güleş, H.K., Paksoy, T., Bülbül, H., & Özceylan, E. (2019). *Tedarik Zinciri Yönetimi: Stratejik Planlama, Modelleme ve Optimizasyon* (3. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi
- Gündoğdu, S.(2016). *Balıklarda büyüme parametrelerinin bayesyen istatistiksel yöntemle tahmini*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hahn, G. J., & Kuhn, H. (2012). Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 135-144.
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V. M., & Tuominen, M. (2004). Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*, 90(1), 47-58.
- Harland, C., Brenchley, R., & Walker, H. (2003). Risk in supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 51–62.
- Heckerman, D. (1996). *A tutorial on learning with bayesian networks*. Washington: Microsoft Corporation.

- Heckmann, I., Comes, T., & Nickel, S. (2015). A critical review on supply chain risk–Definition, measure and modeling. *Omega*, 52, 119-132.
- Hendricks, K.B., & Singhal, V.R. (2005). 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.
- Ho, W., Zheng, T., Yıldız, H., & Talluri, S. (2015). Supply chain risk management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069
- Hopkin, P. (2014). *Fundamentals of risk management: Understanding, evaluating and implmenting effective risk management* (3. Baskı). London: Kogan Page.
- Hosseini, S., & Barker, K. (2016). A bayesian network model for resilience based supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 180, 68-87
- Huang, Y. Y., & Li, S. J. (2009). The application situation and determinants of postponement: A field survey for large manufacturers in Greater China. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(6), 787–803.
- Hugos, M. (2018). *Essential of supply chain management* (4.Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons
- Iyer, A. V., Seshadri, S., & Vasher, R. (2009). *Toyota Supply Chain Management: A Strategic Approach to Toyota's Renowned System* (1. Baskı). McGraw-Hill.
- İSO. (2002). Otomotiv Sanayii Sektörü. Erişim adresi: <http://www.iso.org.tr/projeler/arastirmalar/sektorel-arastirmalar/sektor-raporlari/> (Erişim tarihi: 02/03/2020).
- Jafari, H., Nyberg, A., & Hilletoft, P. (2016). Postponement and logistics flexibility in retailing: A multiple case study from sweden. *Industrial Management & Data Systems*, 116(3), 445-465
- Jensen, F.V., & Nielsen, T. G. (2007). *Bayesian networks and decision graphs* (2. Baskı). New York: Springer
- Jereb, B., Cvahte, T., & Rosi, B. (2012). Mastering supply chain risks. *Serbian Journal of Management*, 7(2), 271-285.
- Jiang, F. (2011). *The assessment of supply chain risk based on scenario analysis*. 2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences, Nankin.
- Jones, B., Jenkinson, I., Yang, Z., & Wang, J. (2010). The use of bayesian network modelling for maintenance planning in a manufacturing industry. *Reliability Engineering & System Safety*, 95(3), 267–277.
- Jüttner U., Peck, H., & 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. (2005). Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 16(1), 120-141.
- Kalkınma Bakanlığı. (2014). *Otomotiv Sanayi Çalışma Grubu Raporu*. Erişim adresi: http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_OtomotivSanayi.pdf (Erişim tarihi: 04/04/2020).
- Karabıyık, M., & Yet, B. (2019). Bayes ağları ile futbol analitiği: FutBA modeli. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(1), 121-131.
- Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., & Moder, M. (2012). Supply risk management: model development and empirical analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(1), 60-82
- Keskin, M.H. (2015). *Tedarik zinciri yönetimi: Arka planı, gelişimi ve güncel uygulamaları* (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Khan O., & Zsidisin, G. A. (2012). *Handbook for supply chain risk management: Case studies, effective practices and emerging trends*. USA: J. Ross Publishing
- Khan, O., & Burnes, B. (2007). Risk and supply chain management: creating a research agenda. *International Journal of Logistics Management*, 18(2), 197-216.
- Kherbach, O., & Mocan, M.L. (2016). The importance of logistics and supply chain management in the enhancement of Romanian SMEs. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 221, 405-413
- Kılıç, B.S. (2011). *Bayes ağları kullanarak medikal transtorasik ekokardiyografi verilerinin işlenmesi ve teşhis yazılımı geliştirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kırılmaz, O., & Erol, S. (2017). A proactive approach to supply chain risk management: Shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 23(1), 54-65
- Kilubi, I., & Haasis, H. (2015). Supply chain risk management enablers-A framework development through systematic review of the literature from 2000 to 2015. *International Journal of Business Science & Applied Management*, 10(1), 35-54.
- Kilubi, I. (2016). The strategies of supply chain risk management – a synthesis and classification. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(6), 604-629
- Kim, J., & Pearl, J. (1983). *A computational model for causal and diagnostic reasoning in inference systems*. Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Karlsruhe
- Kisioglu, P., & Topcu, Y. I. (2011). Applying bayesian belief network approach to customer churn analysis: A case study on the telecom industry of Turkey. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7151–7157.

- Knemeyer, A.M., Zinn, W., & Eroglu, C. (2009). Proactive planning for catastrophic events in supply chains. *Journal of Operations Management*, 27(2), 141-153.
- Kohli, A. S., & Jensen, J. B. (2010). Assessing effectiveness of supply chain collaboration: An empirical study. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 11(2), 2-16.
- Korb, K.B., & Nicholson, A.E. (2010). *Bayesian artificial intelligence* (2. Baskı). USA: CRC Press.
- Kouvelis, P., Dong, L., Boyabatlı, O., & Li, R. (Eds.) (2012). *Integrated risk management in global supply chains*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- Krajewski, L.J., Ritzman, L.P., & Malhotra, M.K. (2014). *Üretim yönetimi: süreçler ve tedarik zincirleri*. S. Birgün (çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık (orijinal baskı tarihi 2010).
- Kull, T. J., & Talluri, S. (2008). A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 409-419.
- Kumar, A. (2016). A Conceptual model for automation of product dynamic pricing and sales promotion for a retail organization. *Kybernetes*, 45(3), 490-507
- Kumar, S., & Havey, T. (2013). Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework. *International Journal of Production Economics*, 145(2), 613-629.
- Kumar, S. K., Tiwari, M. K. & 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.
- Lambert, D. M. (2014). *Supply chain management: processes, partnerships, performance* (4. Baskı). Supply Chain Management Inst.
- Langseth, H., & Portinale, L. (2007). Bayesian networks in reliability. *Reliability Engineering & System Safety*, 92(1), 92-108.
- Lauría, E. J., & Duchessi, P. J. (2006). A Bayesian belief network for IT implementation decision support. *Decision Support Systems*, 42(3), 1573-1588.
- Lavastre, O., Gunesekaran, A. & Spalanzani, A. (2012). Supply chain risk management in French companies. *Decision Support Systems*, 52(4), 828-838.
- Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G. (2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5880-5887
- Leerojanaprapa, K. (2014). A Bayesian belief network modelling process for systemic supply chain risk. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Strathclyde, Department of Management Science, Glasgow

- Leończuk, D. (2016). Categories of supply chain performance indicators: An overview of approaches. *Business, Management and Education*, 14(1), 103-115
- Li, G., Fan, H., Lee, P. K. C., & Cheng, T. C. E. (2015). Joint supply chain risk management: An agency and collaboration perspective. *International Journal of Production Economics*, 164, 83–94.
- Li, S., Rao, S. S., Ragu-Nathan, T. S., & Ragu-Nathan, B. (2005). Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. *Journal of operations management*, 23(6), 618-641.
- Lin, Y., & Zhou, L. (2011). The impacts of product design changes on supply chain risk: A case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(2), 162–186.
- Lockamy III, A., & McCormack, K. (2009). Analysing risks in supply networks to facilitate outsourcing decisions. *International Journal of Production Research*, 48(2), 593–611.
- Lockamy III, A. (2017). An examination of external risk factors in Apple Inc.'s supply chain. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 18(3), 177-188
- Long, D. (2019). *Uluslararası lojistik: Küresel tedarik zinciri yönetimi*. M. Tanyaş ve M. Düzgün (çev.), (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık, (orijinal baskı tarihi 2003).
- Lynch, S.M. (2007). *Introduction to applied bayesian statistics and estimation for social scientists*. New York: Springer
- Lysons, K., & Farrington, B. (2006). *Purchasing and supply chain management* (7. Baskı). London: Pearson Education.
- Maestrini, V., Luzzini, D., Maccarone, P., & Caniato, F. (2017). Supply chain performance measurement systems: A systematic review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 183(1), 299-315
- Mangala, S.K., Kumar P., & Marua, M. K. (2014). A flexible decision framework for building risk mitigation strategies in green supply chain using SAP–LAP and IRP approaches. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15(3), 203-218.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2014). A flexible decision framework for building risk mitigation strategies in green supply chain using SAP–LAP and IRP approaches. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15(3), 203-218.
- Manuj, I., & Mentzer, J.T. (2008). Global supply chain risk management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-154
- Marley, K.A., Ward, P.T., & Hill, J.A. (2014). Mitigating supply chain disruptions: Normal accident perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(2), 142-152.

- McKinsey Quarterly. (2006). *Understanding supply chain risk: A McKinsey global survey*. Erişim adresi: http://www.executivesondemand.net/management sourcing/images/stories/artigos_pdf/produtividade/Understanding_supply_chain_risk,_A_McKinsey_Global_Survey.pdf (Erişim tarihi: 02/04/ 2019).
- Mentzer, J.T., DeWit, W., Keebler, J.S., Soonhoong, M., Nix, N.W., Smith C.D., & Zacharia Z.G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25
- Meyer, A., Niemann, W., Uys, G., & Beetge, D. (2019). An exploration of supply chain risk management in the South African third-party logistics industry. *Acta Commercii*, 19(1), 1–14.
- Miller K.D. (1991). A framework for integrated risk management in international business. *Journal of International Business Studies*, 23(2), 311-331
- Min H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: Past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43(1), 231-249
- Mishra, D., Sharma, R. R. K., Kumar, S., & Dubey, R. (2016). Bridging and buffering: Strategies for mitigating supply risk and improving supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 180, 183-197.
- Munir, M., Jajja, M. S. S., Chatha, K. A., & Farooq, S. (2020). Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 227, 107667.
- Murphy, P.R., & Wood, D.F. (2004). *Contemporary logistics* (9. Baskı). USA: Pearson Education International.
- Nadkarni, S., & Shenoy, P. P. (2001). A Bayesian network approach to making inferences in causal maps. *European Journal of Operational Research*, 128(3), 479-498.
- Nadkarni, S., & Shenoy, P. P. (2004). A causal mapping approach to constructing Bayesian networks. *Decision support systems*, 38(2), 259-281.
- Naim, M. M., Potter, A. T., Mason, R. J., & Bateman, N. (2006). The role of transport flexibility in logistics provision. *The International Journal of Logistics Management*, 17(3), 297–311.
- Nakandala, D., Lau, H., & Zhao, L. (2017). Development of a hybrid fresh food supply chain risk assessment model. *International Journal of Production Research*, 55(14), 4180-4195.
- Nakano, M. (2009). Collaborative forecasting and planning in supply chains: The impact on performance in Japanese manufacturers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(2), 84-105.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International journal of operations & production management*, 15(4), 80-117.

- Norman, A., & Jansson, U. (2004). Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 434-456.
- Norrington, L., Quigley, J., Russell, A. & Van der Meer, R. (2008). Modelling the reliability of search and rescue operations with Bayesian Belief Networks. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(7), 940-949.
- Oliveira, U. R., Marins, F. A. S., Rocha, H. M., & Salomon, V. A. P. (2017). The ISO 31000 standard in supply chain risk management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 616-633.
- Olson, D. L., & Wu, D. D. (2010). A review of enterprise risk management in supply chain. *Kybernetes*, 39(5), 694-706.
- Park, K. (2011). *Flexible and Redundant Supply Chain Practices to Build Strategic Supply Chain Resilience: Contingent and Resource-based Perspectives*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Toledo, Ohio
- Paul, S., Kabir, G., Ali, S. M., & Zhang, G. (2020). Examining transportation disruption risk in supply chains: A case study from Bangladeshi pharmaceutical industry. *Research in Transportation Business & Management*, doi: 10.1016/j.rtbm.2020.100485
- Pearl, J. (1988). *Probabilistic reasoning in intelligence systems: Networks of plausible inference*. USA: Morgan Kaufman Publishers.
- Percy, W. H., Kostere, K., & Kostere, S. (2015). Generic qualitative research in psychology. *Qualitative Report*, 20(2), 76–85.
- Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2013). Ensuring supply chain resilience: Development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics*, 34(1), 46–76.
- Piotrowicz, W., & Cuthbertson R. (2015). Performance measurement and metrics in supply chains: An exploratory study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(8), 1068-1091
- Pişkin, S. (2017). *Otomotiv sektör raporu: Türkiye otomotiv sanayii rekabet gücü ve talep dinamikleri perspektifinde 2020 iç pazar beklentileri*. TSKB Ekonomik Araştırmalar, Erişim adresi: http://www.tskb.com.tr/i/content/3081_1_Otomotiv%20Sektor%20Raporu.pdf (Erişim tarihi: 15/04/2020).
- Prakash, S., Soni, G., & Rathore, A. P. S. (2017). A critical analysis of supply chain risk management content: A structured literature review. *Journal of Advances in Management Research*, 14(1), 69-90
- Pujawan, I. N. (2004). Assessing supply chain flexibility: a conceptual framework and case study. *International Journal of Integrated Supply Management*, 1(1), 79-97.

- Punniyamoorthy, M., Thamaraiselvan, N., & Manikandan, L. (2013). Assessment of supply chain risk: Scale development and validation. *Benchmarking: An International Journal*, 20(1), 79-105
- Purdy, G. (2010). ISO 31000: 2009: Setting a new standard for risk management. *Risk Analysis: An International Journal*, 30(6), 881–886.
- Qazi, A. (2017). *Supply chain risk management: Exploring an integrated process for managing interdependent risks and risk mitigation strategies* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Strathclyde, İngiltere.
- Qazi, A., Dickson, A., Quigley, J., & Gaudenzi, B. (2018). Supply chain risk network management: A Bayesian belief network and expected utility based approach for managing supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 196, 24-42.
- Qazi, A., Quigley, J., Dickson, A., & Ekici, Ş.Ö. (2017). Exploring dependency based probabilistic supply chain risk measures for prioritising interdependent risks and strategies. *European Journal of Operational Research*, 259, 189-204.
- Rajagopal, V., Venkatesan, S. P., & Goh, M. (2017). Decision-making models for supply chain risk mitigation: A review. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 646-682
- Rajesh, R., & Ravi, V. (2017). Analyzing drivers of risks in electronic supply chains: A grey-DEMATEL approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1-4), 1127-1145.
- Rajesh, R., Ravi, V., & Venkata Rao, R. (2015). Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches. *International Journal of Production Research*, 53(1), 238-257.
- Rajesh, R., Ravi, V., & Venkata Rao, R. (2015). Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches. *International Journal of Production Research*, 53(1), 238-257.
- Rakickas, A., Čiegis, R., & Skunčikienė, S. (2009). Management of supply chain processes and the adaptability research in industrial food production companies. *Organizacijų Vadyba: Sisteminiai Tyrimai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo Universiteto Leidykla, 52, 77-95
- Rangel, D.A., Oliveira, T.K., & Leite, M.S.A. (2015). Supply chain risk classification: discussion and proposal. *International Journal of Production Research*, 53(22), 6868-6887
- Rao, S., & Goldsby, T.J. (2009). Supply chain risks: A review and typology. *International Journal of Logistics Management*, 20(1), 97-123.
- Ravindran, A. R., Ufuk Bilsel, R., Wadhwa, V., & Yang, T. (2009). Risk adjusted multicriteria supplier selection models with applications. *International Journal of Production Research*, 48(2), 405–424

- Ritchie, B., & Brindley, C. (2009). Effective management of supply chains: Risks and performance. İçinde T. Wu & J. Blackhursts (Eds.). *Managing supply chain risk and vulnerability* (ss.9-28). London: Springer.
- Saçaklı Saçıldı, İ. (2011). *Gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda hisse senedi getiri volatilitelerinin bayes yaklaşımı ile analizi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Saghiri, S. S., & Barnes, S. J. (2016). Supplier flexibility and postponement implementation: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 173, 170–183.
- Saglam, Y. C., Çankaya, S. Y., & Sezen, B. (2020). Proactive risk mitigation strategies and supply chain risk management performance: an empirical analysis for manufacturing firms in Turkey. *Journal of Manufacturing Technology Management*, doi: 10.1108/JMTM-08-2019-0299
- Sağbaş, M. (2015). *Tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri, çeviklik ve entegrasyonun operasyonel ve finansal performansa etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Salleh Hudin, N., & Abdul Hamid, A. B. (2015). Supply chain risk management in automotive small and medium enterprises in Malaysia. *Applied Mechanics and Materials*, 773, 799-803.
- Samvedi, A., Jain, V., & Chan, F. T. S. (2013). Quantifying risks in a supply chain through integration of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *International Journal of Production Research*, 51(8), 2433-2442.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2019). *Otomotiv Sektör Raporu*. Erişim adresi: <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari/mu0203011620> (Erişim tarihi: 05/04/2020).
- Schlegel, G.L., & Trent, R.J. (2015). *Supply chain risk management: An emerging discipline*. USA: CRC Press.
- Schoenherr, T., Tummala, V. R., & 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.
- Sezen, B. (2011). *Üretim yönetiminde yeni yaklaşımlar ve uygulamalar* (1. Baskı). Ankara: Elif Yayınevi.
- Shahbaz, M.S., Rasi, R.Z.R.M., & Ahmad, M.D.F.B. (2019). A novel classification of supply chain risks: Scale development and validation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(1), 201-218.
- Sharma, S., & Routroy, S. (2016). Modeling information risk in supply chain using Bayesian networks. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(2), 238-254.

- Sheffi, Y., & Rice Jr, J.B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan Management Review*, 47(1), 41-48.
- Shepherd, C., & Günter, H. (2006). Measuring supply chain performance: current research and future directions. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 55(3/4), 242-258
- Sigurdsson, J. H., Walls, L. A., & Quigley, J. L. (2001). Bayesian belief nets for managing expert judgement and modelling reliability. *Quality and Reliability Engineering International*, 17(3), 181-190.
- Simchi-Levi, D., & Kaminsky, P. (2009). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies* (3. Baskı). Singapore: McGraw-Hill International Edition.
- Singh, G., Rahim, S.A., & Wahid, N.A. (2014). Supply chain risk management innovation performance. *International Journal of Organizational Innovation*, 7, 44-54.
- Sodhi, M.S., & Tang, C.S. (2012). *Managing supply chain risk*. New York: Springer
- Spanos, A. (2003). *Probability theory and statistical inference: Econometric modeling with observational data* (2. Baskı). UK: Cambridge University Press.
- Stock, J.R., & Boyer, S.L. (2009). Developing a consensus definition of supply chain management: A qualitative study. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 39(8), 690-711
- Stolte, T. (2014). *Supply chain risk management: Harnessing organisational culture to optimise the management of risks along the supply chain*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Hull, İngiltere.
- Strauss J.D., & Radnor, M. (2004). Road mapping for dynamic and uncertain environments. *Research Technology Management*, 47(2), 51–58
- Sunar, Ö. (2009). *Ortalamadaki değişimi izleyen bayesci süreç kontrolü*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Svensson, G. (2004). Key areas, causes and contingency planning of corporate vulnerability in supply chains: A qualitative approach. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(9), 728–748.
- Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. (2006). The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, 24(2), 170–188.
- Tachizawa, E. M., & Gimenez, C. (2009). Assessing the effectiveness of supply flexibility sources: An empirical research. *International Journal of Production Research*, 47(20), 5791–5809.

- Talluri, S., Kull, T.J., Yıldız, H., & Yoon, J. (2013). Assessing the efficiency of risk mitigation strategies in supply chains. *Journal of Business Logistics*, 34(4), 253–269
- Tang, C. S., & Tomlin, B. (2008). The power of flexibility for mitigating supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12-27.
- Tang, C.S. (2006a). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 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, O., & Musa, S. N. (2011). Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International journal of production economics*, 133(1), 25-34.
- Tarei, P. K., Thakkar, J. J., & Nag, B. (2020). Development of a decision support system for assessing the supply chain risk mitigation strategies: an application in Indian petroleum supply chain. *Journal of Manufacturing Technology Management*. doi: 10.1108/JMTM-02-2020-0035
- TDK. (2019). Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/>, (Erişim tarihi: 05/06/2019).
- Tekin, B. (2016). *Inventory management problem for two substitutable products: A bayesian approach*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Thun, J.H., & 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.
- Tomlin, B. (2006). On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks. *Management science*, 52(5), 639-657.
- Toyota Motor Corporation. (2020). *Toyota Motor Corporation Official Global Website/ Worldwide Operations*, Erişim adresi: <https://global.toyota/en/detail/5286101>, (Erişim tarihi: 03/02/2020).
- Trkman, P., & 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.
- Trucco, P., Cagno, E., Ruggeri, F. & Grande, O. (2008). A bayesian belief network modelling of organisational factors in risk analysis: A case study in maritime transportation, *Reliability Engineering and System Safety*, 93, 823-834.
- Tummala, R., & Schoenherr, T. (2011). Assessing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP). *Supply Chain Management: An International Journal* 16, 474–483.

- Tuncel, G., & Alpan, G. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in industry*, 61(3), 250-259.
- TÜSİAD. (2008). *Kurumsal risk yönetimi*. Erişim adresi: <http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/3637-kurumsal-risk-yonetimi> (Erişim tarihi: 17/03/2018).
- Uusitalo, L. (2007). Advantages and challenges of Bayesian networks in environmental modelling. *Ecological modelling*, 203(3-4), 312-318.
- Vahid Nooraie, S., & Parast, M. M. (2016). Mitigating supply chain disruptions through the assessment of trade-offs among risks, costs and investments in capabilities. *International Journal of Production Economics*, 171, 8–21.
- van der Gaag L.C.(1996). Bayesian belief networks: Odds and ends. *The Computer Journal*, 39, 97–113.
- Van Hoek, R. I., Vos, B., & Commandeur, H. R. (1999). Restructuring European supply chains by implementing postponement strategies. *Long Range Planning*, 32(5), 505–518.
- Van Mieghem, J.A. (2008). Risk management and operational hedging: An overview. İçinde P. Kouvelis, L. Dong, O. Boyabatlı & R. Li. (Eds.). *Handbook of integrated risk management in global supply chains* (ss.13-49). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Vanany, I., Zailani, S., & Pujawan, N. (2009). Supply chain risk management: literature review and future research. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management (IJISSCM)*, 2(1), 16-33.
- Venkatesh, V. G., Rathi, S., & Patwa, S. (2015). Analysis on supply chain risks in Indian apparel retail chains and proposal of risk prioritization model using Interpretive structural modeling. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 26, 153-167
- Wagner, S. M., & Neshat, N. (2010). Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 121-129.
- Wagner, S. M., Grosse-Ruyken, P. T., & Erhun, F. (2018). Determinants of sourcing flexibility and its impact on performance. *International Journal of Production Economics*, 205, 329-341.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 307-325.
- Wang L., Foerstl K., & Zimmermann F. (2017) *Supply chain risk management in the automotive industry: Cross-functional and multi-tier perspectives*. İçinde E., Abele, M., Boltze, HC., Pfohl (Eds), *Dynamic and seamless integration of production, logistics and traffic* (ss. 119-144). Switzerland: Springer, Cham.

- Wang, X., Tiwari, P., & Chen, X. (2017). Communicating supply chain risks and mitigation strategies: a comprehensive framework. *Production Planning & Control*, 28(13), 1023-1036.
- Warren, M., & Hutchinson, W. (2000). Cyber attacks against supply chain management systems: a short note. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(7/8), 710-716.
- Waters, D. (2011). *Supply chain risk management: Vulnerability and resilience in logistics* (2. Baskı). London: Kogan Page.
- Wieland, A., & Wallenburg, C. M. (2012). Dealing with supply chain risks. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(10), 887-905.
- Wu, T., Blackhurst J., & Chidambaram V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. *Computers in Industry*, 57, 350-365.
- Yang, B., & Yang, Y. (2010). Postponement in supply chain risk management: A complexity perspective. *International Journal of Production Research*, 48(7), 1-12.
- Yayar, R., & Yılmaz, E. (2016). Dünya ve Türkiye Otomotiv Sanayi Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Selçuk Üniversitesi Akşehir Meslek Yüksekokulu Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(7), 71-85.
- Yet, B. (2013). *Bayesian networks for evidence based clinical decision support*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Quin Mary, University of London, İngiltere.
- Yörükoğlu, M. (2013). *Tedarik zinciri yönetiminde bilgi sistemleri: Havacılık yer hizmetlerinde uçuş zamanlaması için bilgi paylaşım modeli*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Yücebaş, S. C. (2006). *Hipokrat-I: Bayes ağı tabanlı tıbbi teşhis destek sistemi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüksel, H. (2013). *Üretim/İşlemler Yönetimi: Temel Kavramlar* (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Zhang, H., & Okoroafo, S. C. (2015). Third-Party logistics (3PL) and supply chain performance in the Chinese market: A conceptual framework, *Engineering Management Research*. 4(1), 38-48
- Zhu, S. (2018). *Supply Chain Risk Management in Automotive Industry*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). University of Windsor, Ontario.
- Zsidisin, G.A., & Wagner, S.M. (2010). Do perceptions become reality? The moderating role of supply chain resiliency on disruption occurrence. *Journal of Business Logistics*, 31(2), 1-20.

EKLER

Ek-1: Anket Formu

Sayın Tedarik Zinciri Uzmanı,

Otomotiv sektöründeki tedarik zinciri risk faktörlerinin olasılıklarının belirlenmesi, risk faktörlerinin tedarik zinciri faaliyetlerine etki düzeylerinin ortaya çıkarılması ve uygun risk azaltma stratejilerinin olasılıklarının belirlenmesi için aşağıdaki anket hazırlanmıştır. Bu anket çalışmasından elde edilecek veriler akademik amaçla kullanılacaktır.

Prof. Dr. M. Cahit UNGAN & Sinan ÇIKMAK

Anket üç bölümden oluşmaktadır.

Anketin Birinci Bölümü

Anketin ilk bölümünde tedarik zinciri risk faktörlerinin meydana gelme olasılıklarının dağılımları "100" puan üzerinden değerlendirilmelidir. Aşağıdaki örnekte olduğu gibi talep belirsizliğinin "düşük düzeyde olma olasılığı" 80 puan ise "yüksek düzeyde olma olasılığı" 20 puan olarak belirlenmelidir.

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Talep belirsizliğinin	80	20	100
Talep değişkenliğinin	65	50	HATA

Doldurulmuş Örnek Anket

Satır toplamı "100" olmadığına "HATA" yazar

1. Talep risk faktörlerinin olasılıklarını belirleyiniz

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Talep belirsizliğinin			
Talep değişkenliğinin			

2. Tedarik risk faktörlerinin olasılıklarını belirleyiniz

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Orta düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Tedarikçinin miktar değişimini karşılayamamasının				
Tedarik edilen parçanın istenilen kalitede olmamasının				
Tedarikçinin parçayı istenilen zamanda teslim edememesinin				

	İyi olma olasılığı	Kötü olma olasılığı	Toplam
Tedarikçinin finansal durumunun			

3. Üretim risk faktörlerinin olasılıklarını belirleyiniz

	Fazla olma olasılığı	Yetersiz olma olasılığı	Toplam
Stokların			
Üretim kapasitesinin			

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Makine arızalarından kaynaklanan aksamaların			
İş gücü kaynaklı aksamaların			
Hatalı üretimden kaynaklanan aksamaların			

4. Taşımacılık risk faktörlerinin olasılıklarını belirleyiniz

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Orta düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunların				
Taşıma işlemlerinin istenilen zamanda yapılamamasının				
Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi				

5. Çevresel risk faktörlerinin olasılıklarını belirleyiniz

	Düşük düzeyde olma olasılığı	Yüksek düzeyde olma olasılığı	Toplam
Ekonomik krizin			
Yangın olaylarının			
Doğal felaketlerin			
İşletmeyi olumsuz etkileyecek yasaların			

	Azalma olasılığı	Artma olasılığı	Toplam
Döviz kurunun			

Anketin İkinci Bölümü

Otomotiv sektöründeki tedarik zinciri risk faktörlerinin, tedarik zinciri faaliyetlerine olan olumsuz etki düzeylerinin belirlenmesi amacıyla anketin ikinci bölümü oluşturulmuştur. **Bu bölümde amaçlanan, tedarik zinciri risk faktörlerinin belirli durumlarının, tedarik zinciri faaliyetlerine olan olumsuz etkilerinin oransal olarak belirlemektir.**

Örnek olarak aşağıda, taşımacılık faaliyetleri etkileyen risk faktörlerinin meydana gelme seviyelerine göre taşımacılık faaliyetlerine olumsuz etkisi "Az" ve "Çok" olma oranları belirlenmiştir. Anketlerin, aşağıdaki örnekte olduğu gibi satır toplamları "100" olacak şekilde puanlamanın yapılması gerekmektedir.

		Taşımacılık Faaliyetlerine Olumsuz Etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük seviyede ise	100	0	100
	Orta seviyede ise	60	40	100
	Yüksek seviyede ise	10	75	HATA

Doldurulmuş Örnek Anket

Satır toplamı "100" olmadığında "HATA" yazar

1. Tedarik risk faktörlerinin seviyelerine göre, tedarik faaliyetlerinin olumsuz etkilenme olasılıklarının dağılımı nedir?

		Tedarik faaliyetlerine olumsuz etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Tedarikçinin miktar değişimlerini karşılayamaması	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
Tedarikçinin finansal durumunun	Kötü olması			
	İyi olması			
Tedarik edilen ürünlerin istenilen kalitede olmaması	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
İstenilen zamanda teslimat yapılmaması	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			

2. Talep risk faktörlerinin durumlarına göre, talep yönetiminin olumsuz etkilenme olasılıkları nelerdir?

		Talep yönetimine olumsuz etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Talep Belirsizliği	Düşük			
	Yüksek			
	Düşük			

Talep Değişkenliği	Yüksek			
---------------------------	--------	--	--	--

3. Üretimi etkileyen risk faktörlerinin durumlarına göre, üretimin faaliyetlerinin olumsuz etkilenme olasılıkları nedir?

		Üretimi faaliyetlerine olumsuz etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Stok	Eksikliği varsa			
	Fazlalığı varsa			
Makine arızalarından kaynaklanan aksamalar	Az ise			
	Çok ise			
İş gücü kaynaklı aksamalar	Az ise			
	Çok ise			
Üretim kapasitesi	Yetersizliği varsa			
	Fazlalığı varsa			
Hatalı üretimden kaynaklanan aksamalar	Az ise			
	Çok ise			

4. Taşımacılık risk faktörlerinin seviyelerine göre, taşımacılık faaliyetlerinin olumsuz etkilenme olasılıkları nelerdir?

		Taşımacılık Faaliyetlerine Olumsuz Etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Gümrük işlemlerinde yaşanan sorunlar	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
Taşıma işlemlerinin zamanında yapılmaması	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
Taşıma sırasında hasarların meydana gelmesi	Düşük seviyede ise			
	Orta seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			

5. Çevresel risklerin seviyelerine göre, işletme faaliyetlerinin olumsuz etkilenme olasılıkları nelerdir?

		İşletmeye Olumsuz Etkisi		Toplam
		Az	Çok	
Döviz kurunun	Azalışı			
	Artması			
Ekonomik krizler	Düşük seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
Yangın olayları	Düşük seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			
Doğal felaketlerin meydana gelmesi	Düşük seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			

İşletmeyi olumsuz etkileyecek yasalar	Düşük seviyede ise			
	Yüksek seviyede ise			



Anketin Üçüncü Bölümü

Anketin üçüncü bölümünde tedarik zinciri faaliyetlerinin risk seviyelerine göre uygun stratejilerin olasılık değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anketin birinci ve ikinci bölümlerinde olduğu gibi satır toplamı “100” olacak şekilde dağılım yapılmalıdır. Risklerin ve strateji uygulamalarının neler olduğu hücre açıklamalarında verilmiştir.

1. Talep ve üretim risklerinin olumsuz etkisini azaltan stratejilerin (esnek tedarik, stok artırma, işbirliği, bilgi paylaşımı, esnek kapasite) uygulanabilme olasılık değerleri nedir?

		Esnek tedarik uygulamalarına yer verilme olasılığı		Toplam	Stok artırma uygulamalarına yer verilmesi		Toplam	İşbirliği uygulamalarına yer verilemesi olasılığı		Toplam	Bilgi Paylaşımının uygulanma olasılığı		Toplam	Esnek Kapasite uygulama olasılığı		Toplam
		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek	
Talep Riski	Az ise															
	Çok ise															
Üretim Riski	Az ise															
	Çok ise															

2. Tedarik riskinin olumsuz etkilerini azaltan stratejilerin (esnek tedarik, stok artırma, işbirliği, esnek taşımacılık) uygulanabilme olasılık değerleri nelerdir?

		Esnek tedarik uygulamalarına yer verilme olasılığı		Toplam	Stok artırma uygulamalarına yer verilmesi		Toplam	İşbirliği uygulamalarına yer verilemesi olasılığı		Toplam	Esnek taşımacılığın etkisi		Toplam
		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek	
Tedarik Riski	Az ise												
	Çok ise												

3. Çevresel riskin olumsuz etkilerini azaltan stratejilerin (esnek tedarik, işbirliği, esnek taşımacılık) uygulanabilme olasılık değerleri nelerdir?

		Esnek tedarik uygulamalarına yer verilme olasılığı		Toplam	İşbirliği uygulamalarına yer verilemesi olasılığı		Toplam	Esnek taşımacılığın etkisi		Toplam
		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek		Düşük	Yüksek	
Çevresel Risk	Az ise									
	Çok ise									

4. Taşımacılık riskinin olumsuz etkilerini azaltan stratejilerin (stok artırma, esnek taşımacılık) etki olasılıkları nelerdir?

		Stok artırma uygulamalarına yer verilmesi		Toplam	Esnek taşımacılığın etkisi		Toplam
		Az	Çok		Az	Çok	
Taşımacılık Riski	Az ise						
	Çok ise						

Çalışmaya verdiğiniz destek ve sabrınız için çok teşekkür ederiz.

ÖZGEÇMİŞ

Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden 2006 yılında mezun olmuştur. 2007 yılında özel sektörde çalışma hayatına adım atan Sinan ÇIKMAK, 2012 yılında özel sektörü bırakarak Gümüşhane Üniversitesi İrfan Can Köse MYO'da Yönetim ve Organizasyon Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Yine 2012 yılında Sakarya Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon bölümünde yüksek lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2013 yılından bu yana ise Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO'da Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

