

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME (İKTİSAT) ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ
MODELLEMESİ: BAYES AĞLARI YAKLAŞIMI
VE AKARYAKIT DAĞITIM SEKTÖRÜNDE BİR
UYGULAMA

Serdar Semih COŞKUN

2502150160

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Halim KAZAN

İSTANBUL – 2020

ÖZ

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ MODELLEMESİ: BAYES AĞLARI YAKLAŞIMI VE AKARYAKIT DAĞITIM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA SERDAR SEMİH COŞKUN

Belirsizlik olgusu tedarik zincirlerinin amaçlarına ulaşmasını engelleyen faktörlerin başında gelmektedir. Tedarik zincirlerinin karmaşıklığı arttığında, riskleri keşfetme ve bu risklere karşı uygun stratejiler geliştirme ihtiyacı, rekabetçi ortamda hayatta kalmak adına oldukça önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada, tedarik zincirinin aşağı yönlü risklerini yönetmek için Bayes ağları ve içerik analizi yöntemlerine dayalı kavramsal bir model önerilmiştir. Önerilen modelde dört aşama (risk belirleme, risk analizi, risk ölçme ve risk değerlendirme) ve on iki adım bulunmaktadır. Önerilen model bir vaka çalışması olarak 2019 yılı Ocak ile Ekim ayları arasında Opet Petrolcülük AŞ’de uygulanmıştır. Bu çalışmada müşteri şikâyetleri, tedarik zincirinin alt kademelerinde meydana gelen riskler için bir bilgi kaynağı ve gelecekte oluşacak riskler için sinyal olarak değerlendirilmiştir. Yapılan içerik analizinde iki kırılma riski (sözleşme fesih riski ve acil durum riski) ve bu iki riskle ilintili dokuz ön risk ile üç risk kaynağı keşfedilmiştir. Bayes ağında bu göstergeler birer rassal değişken olarak tanımlanmış ve aralarındaki karşılıklı bağımlılıklar yapılandırılmıştır. Böylece risk göstergelerinin önsel olasılıkları hesaplanmıştır. Daha sonra altı farklı senaryo altında modele çeşitli kanıtlar eklenerek sonsal olasılıkların nasıl değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu olasılıkların cevap hızına duyarlılıkları da hesaplanmıştır. Sonuç olarak, kırılma risklerinin büyüklüğü ve duyarlılığı göz önüne alınarak, beş farklı yanıt stratejisi (transfer, çeviklik, kontrol, takip, erteleme) önerilmiştir. Geliştirilen modelin, kırılma risklerine karşı bir erken uyarı sistemi olarak kullanılabilmesinin yanında, tedarik zincirinde operasyonel ve taktik düzeyde alınan kararlara destek sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Tedarik Zinciri Kırılması, Erken Uyarı Sistemleri, Bayes Ağları, Yapay Zekâ, İçerik Analizi, Çeviklik, Yanıt Verebilirlik, Müşteri Şikâyetleri, Endüstriyel Müşteriler

ABSTRACT

SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT MODELLING: BAYES NETWORKS APPROACH AND AN APPLICATION IN THE FUEL DISTRIBUTION SECTOR SERDAR SEMİH COŞKUN

The phenomenon of uncertainty is a prominent factor that prevent supply chains from achieving their goals. When the complexity of supply chains increases, the need to explore risks and develop tailored strategies becomes very crucial for surviving in the competitive environment. In this study, we propose a conceptual model based on Bayes networks and content analysis for managing the downstream risks of supply chains. The proposed model consists of four stages and twelve steps. It was applied at Opet Oil Company in 2019 as a case study. In this study, customer complaints are evaluated as an information source for the risks occurring in the lower echelons of the supply chain and signals for future risks. In the content analysis, two breakdown risks and nine pre-risks associated with these two risks and three risk sources are discovered. In the Bayesian network, these indicators are defined as random variables and the interdependencies between those variables are structured. Thus, the prior probabilities of the risk variables are calculated. Afterward, various evidence is added to the model under six different scenarios and it is observed how the posterior probabilities changed. In addition, the sensitivity of these probabilities with respect to the level of responsiveness is calculated. As a result, five different response strategies are proposed taking into account the magnitude and sensitivity of posterior probabilities of breakdown risks. We believe that the developed model can be used as an early warning system against supply chain breakdowns, as well as supporting operational and tactical decisions in the supply chain.

Keywords: Supply Chain Risk Management, Supply Chain Breakdown, Early Warning Systems, Bayes Networks, Artificial Intelligence, Content Analysis, Agility, Responsiveness, Customer Complaints, Industrial Customers

ÖNSÖZ

Korona virüsü kriziyle birlikte küresel tedarik zincirlerinde büyük kırılmalara şahit olduğumuz şu günlerde, tedarik zincirinde bütünsel bir risk yönetimi anlayışına duyulan ihtiyaç, daha net bir şekilde gün yüzüne çıkmıştır. Umudumuz, bu çalışmanın bir nebze de olsa, belirsizliklerin yarattığı kötü etkilere karşı tedarik zincirindeki işletmeleri koruma çabalarına katkı sağlamış olmasıdır. Dileğimiz, insanın refah ve mutluluğunun, zarar görmeden ve zarar vermeden daim olmasıdır.

Bu bağlamda, tedarik zinciri yönetimi konusunda çalışmam için beni teşvik eden ve yönlendiren, doktora tez danışmanlığımı yürüten ve aynı zamanda asistanlığını yaptığım **Prof. Dr. Halim Kazan** hocama emekleri için teşekkürlerimi arz ederim. Tez izleme komitesinde bulunan ve değerli katkılar sunan **Prof. Dr. Selim Zaim** hocama ve **Doç. Dr. Bora Yıldız** hocama teşekkürlerimi sunarım. Kavramsallaştırdığımız tedarik zinciri risklerine muhasebe standartları perspektifinden değer katan **Prof. Dr. Selahattin Karabınar** hocama teşekkürlerimi sunarım. Vaka çalışmasını yürüttüğümüz **Opet Petrolcülük A.Ş.** ailesine ve verilerin toplanmasında emeği geçen **Sn. Arzu Ay Azak** 'a teşekkürlerimi sunarım.

SERDAR SEMİH COŞKUN

İSTANBUL, 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	13

BİRİNCİ BÖLÜM RİSK TEORİSİ

1.1. Pozitivist Risk Teorisi	19
1.2. Yapısalcı Risk Teorisi	21
1.3. Tarihsel Perspektiften Risk Yönetimindeki Teorik Gelişmeler	25
1.4. Risk Yönetimi	32
1.5. ISO 31000 Risk Yönetim Standartları	36
1.5.1. Risk Yönetimi Prensipleri	39
1.5.2. Risk Yönetimi Çerçevesi	40
1.5.3. Risk Yönetimi Süreci	41
1.5.4. ISO 31010 Risk Değerlendirme Yöntemleri	46

İKİNCİ BÖLÜM TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ

2.1. Tedarik Zinciri Kavramının Gelişimi	49
--	----

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi	51
2.2.1. Tedarik Zinciri Paradigmaları	53
2.2.2. Tedarik Zincirinde Aşağı Yönlü Süreçler	56
2.2.3. Tedarik Zincirinde Yönetimsel Faaliyetler.....	57
2.3. Tedarik Zincirinde Risk Yönetimi	58
2.3.1. Tedarik Zinciri Kırılmaları.....	59
2.3.2. Tedarik Zincirinde Risk Kaynakları ve Kategorileri.....	59
2.3.3. Tedarik Zincirinde Risk Azaltıcı Stratejiler	64
2.3.4. Tedarik Zincirinde Çeviklik ve Yanıt Verebilirlik.....	66
2.3.5. Erken Uyarı Sistemleri	67
2.4. Tedarik Zinciri Risk Yönetim Modelleri	69
2.5. Tedarik Zinciri Risk Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler.....	83
2.5.1. Sistem Güvenliği ve Güvenirliği Mühendisliği Yöntemleri	83
2.5.1.1. Hata Türleri ve Etkileri Analizi	83
2.5.1.2. İş Etki Analizi	85
2.5.1.3. Senaryo Analizi	87
2.5.1.4. Fayda Maliyet Analizi	88
2.5.2. Yapay Zekâ Temelli Yöntemler	89
2.5.2.1. Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri Analitiği.....	90
2.5.2.2. Ağ Mimarileri	91
2.5.2.3. Çoklu Etmen Sistemleri.....	91

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ MODELLEMESİ: BAYES AĞLARI YAKLAŞIMI VE AKARYAKIT DAĞITIM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	93
3.2. Araştırmanın Problemleri.....	94
3.3. Araştırmanın Kapsamı	94

3.3. Araştırmanın Konusu	96
3.4. Vaka Çalışması	97
3.5. Veri Seti	99
3.6. Yöntem.....	101
3.6.1. İçerik Analizi.....	102
3.6.2. Bayes Ağları	102
3.7. Araştırmanın Modeli	104
3.7.1. Risk Belirleme	104
3.7.2. Risk Analizi.....	106
3.7.3 Risk Ölçme	106
3.7.4. Risk Değerlendirme.....	107
3.8. Modelin Uygulanması.....	107
3.8.1. Risk Belirleme	108
3.8.2. Risk Analizi.....	110
3.8.2.1. Ölçme Modelinin Yapılandırılması	111
3.8.2.1.1. Parametre Tahmini.....	111
3.8.2.1.2. Belirsizlik Tahmini	112
3.8.2.2. Uygun Yanıt Stratejilerinin Belirlenmesi	114
3.8.2.3. Karar Ölçütlerinin Belirlenmesi	117
3.8.2.4. Ölçme Senaryolarının Belirlenmesi.....	118
3.9. Bulgular ve Yorum.....	121
3.9.1. Önsel Olasılıklar ve Betimsel İstatistikler.....	121
3.9.2. Sonsal Olasılıkların Hesaplanması ve Senaryo Analizi Sonuçları	123
3.9.3. Risk Değerlendirme.....	129
3.10. Bulguların Geçerlik ve Güvenirliği.....	132
SONUÇ.....	134
KAYNAKÇA	137
EKLER.....	152
ÖZGEÇMİŞ.....	159

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Küresel Tedarik Zinciri Performansını Etkileyen Risk Kaynakları.....	61
Tablo 2.2. Ağ Tasarımında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Tedarik Zinciri Riskleri	63
Tablo 2.3. Ağ Tasarımında Risk Azaltıcı Stratejiler	65
Tablo 2.4. RÖF Değerleri Değerlendirme Tablosu	85
Tablo 3.1. OPET Petrolcülük A.Ş Tanılayıcı İstatistikler.....	98
Tablo 3.2. Akaryakıt Dağıtım Zincirinde Keşfedilen Riskler ve Tanımları.....	109
Tablo 3.3. Duyarlılık-Olasılık-Strateji Matrisi.....	115
Tablo 3.4. Şikayet Cevap Hızı Frekans ve Yüzdelere.....	121
Tablo 3.5. Ürün Bazlı Risk Kaynakları Frekans ve Yüzdelere.....	122
Tablo 3.6. Risk Türleri, Frekans ve Yüzdelere.....	122
Tablo 3.7. Ön Risklerin Sözleşme Fesih Riskine Göre Önceliklendirilmesi.....	124
Tablo 3.8. Ön Risklerin Acil Durum Riskine Göre Önceliklendirilmesi.....	126
Tablo 3.9. Ürün Türlerinin Sözleşme Fesih Riskine Karşı Önceliklendirilmesi.....	126
Tablo 3.10. Ürün Türlerinin Acil Durum Riskine Karşı Önceliklendirilmesi.....	127
Tablo 3.11. Üçüncü Senaryodaki Kırılma Olasılıkları ve Duyarlılıkları.....	127
Tablo 3.12. Dördüncü Senaryodaki Kırılma Olasılıkları ve Duyarlılıkları.....	128
Tablo 3.13. Beşinci Senaryodaki Kırılma Olasılıkları ve Duyarlılıkları.....	128
Tablo 3.14. Altıncı Senaryodaki Kırılma Olasılıkları ve Duyarlılıkları.....	129
Tablo 3.15. Senaryolara İlişkin Strateji Önerileri.....	130

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Risk Tarihi Kronolojisi.....	24
Şekil 1.2. Pascal'ın Önerdiği Beklenen Değer Yaklaşımının Karar Ağacı Formu.....	25
Şekil 1.3. Belirsizlik Kategorileri.....	34
Şekil 1.4. Risk Yönetim Türleri ve Stratejileri.....	35
Şekil 1.5. ISO 31000:2018 Prensipler, Çerçeve ve Risk Yönetim Süreci.....	38
Şekil 1.6. IEC/ISO 31010 Risk Değerlendirme Teknikleri.....	47
Şekil 2.1. Tedarik Zinciri Gelişim Aşamaları.....	50
Şekil 2.2. Basit Tedarik Zinciri.....	51
Şekil 2.3. Genişletilmiş Tedarik Zinciri.....	51
Şekil 2.4. Nihai Tedarik Zinciri.....	53
Şekil 2.5. Tedarik Zinciri Paradigmaları.....	54
Şekil 2.6. Risk Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Bir Kesişimi Olarak Tedarik Zinciri Risk Yönetimi.....	58
Şekil 2.7. Tedarik Zincirinde Risk Kaynakları.....	60
Şekil 2.8. Jüttner'in Temel Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli.....	70
Şekil 2.9. Etkileşimli Risk ve Performans Ölçüleri Ağıyla Birleştirilmiş Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Çerçevesi.....	71
Şekil 2.10. Qazi ve Arkadaşlarının Önerdiği Tedarik Zinciri Risk Ağı Yönetimi Modeli.....	72
Şekil 2.11. Harland ve Arkadaşlarının Önerdiği Arz Ağı Risk Yönetimi Aracı.....	74
Şekil 2.12. Ritchie ve Brindley'in Önerdiği TZRY Yapısı.....	75
Şekil 2.13. Kern ve Arkadaşlarının Önerdiği TZRY Kavramsal Modeli.....	76
Şekil 2.14. Manuj ve Mentzer'in Önerdiği Beş adımlı TZRY süreci	77
Şekil 2.15. Manuj ve Mentzer'in Küresel Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli.....	79
Şekil 2.16. Cohen ve Kunreuther'in Önerdiği Risk Analizi Kavramsal Yapısı.....	80
Şekil 2.17. White'in Önerdiği Risk Yönetimi Süreci.....	81
Şekil 2.18. Tummala ve Schoenherr'in Önerdiği TZRY süreci.....	82
Şekil 2.19. İş etki analizi yöntemi.....	86
Şekil 2.20. Senaryo Analizi Yöntemi İşlem Adımları.....	88
Şekil 3.1. Araştırmanın Kapsamını Gösteren Zihin Haritası	95

Şekil 3.2. Opet Kara Yakıtları Dağıtım Zinciri Haritası.....	100
Şekil 3.3. Risk Veri Setinin Hazırlanması	101
Şekil 3.4. Önerilen Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli	105
Şekil 3.5. Ölçme Modeli	113
Şekil 3.6. Bayes Ağı Netica Ekran Görüntüsü.....	125

KISALTMALAR LİSTESİ

CRM	: Müşteri İlişkileri Yönetimi
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
EPDK	: Enerji Piyasası Denetleme Kurulu
FMEA	: Hata Türleri ve Etkileri Analizi
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
RÖF	: Risk Öncelik Faktörü
SAP	: Sistem Analizi ve Program Geliştirme
TZ	: Tedarik Zinciri
TZRY	: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi, ilk defa ortaya atıldığı 1980'lerden beri işletmelerin hammadde tedarikçisinden nihai tüketicilere kadar malzeme, para ve bilgi akışlarını optimize ederek sektörde rekabet avantajı elde ettiği bir yönetim yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. Bir nevi işletmenin tedarikçilerini ve dağıtım kanalını kapsayacak şekilde genişletilmiş biçimi olan tedarik zincirlerinin ortaya çıkışındaki en önemli sebepler ise, küreselleşmeyle beraber ülkeler arasındaki sınırların silikleşmesi ve işletmelerin temel yetenekleri dışındaki faaliyetleri için dış kaynak kullanma stratejisini benimsemeleri gibi hususlar gösterilmektedir (Chopra ve Meindl, 2017).

2001'de Çin'in dünya ticaret örgütüne katılmasından sonra, uluslararası işletmeler verimlilik kaygısıyla üretim üslerini Çin'e kaydırmaya başlamışlardır. Böylelikle Çin, dünyanın üretim ve tedarik merkezi haline gelmiştir. Örneğin Covid-19 virüsünün ilk kez ortaya çıktığı Wuhan eyaletinde 2019 yılı itibariyle dünyadaki 50 binin üzerinde firmanın birinci kademe tedarikçisi yer almaktaydı (Hanke, Hoppe ve Riecke, 2020). McKinsey enstitüsünün raporlarına göre de aynı yıl dünyadaki her üç endüstriyel üründen birisi Çin'de üretilmiştir (McKinsey, 2020). Dünya ekonomisinin Çin'e olan bu bağımlılığı, Aralık 2019'da patlak veren Covid-19 salgınıyla tarihin en büyük küresel krizlerinden birine dönüşmüştür. Bu krizle beraber gıda ve medikal haricindeki bütün sektörlerde talep azalması ya da arz kesintileri gibi darboğazlar yaşanmıştır. Örneğin Fiat firması Çin'den elektronik aksamaları tedarik edemediği için Sırbistan'daki tesislerinde üretime ara vermek zorunda kalmıştır. İngiliz Land Rover firması ise üretime devam edebilmek için Çin'den bavullarla kaçak yollardan parça tedarik etmiştir (Haber7, 2020b).

Pandemi süreciyle beraber yalnızca işletmeler değil, devletler düzeyinde de büyük irrasyonelliklere şahit olunmaktadır. Eldiven, maske, kolonya ve dezenfektan gibi özelliksiz zannedilen ürünler bir anda ulusal güvenlik düzeyinde kritik öneme kavuşmuştur. İran'daki ordu gününde geçit töreninde askeri teçhizatlar yerine dezenfektan sıkan araçlar boy göstermiştir (Pars Today, 2020). Batılı devletler birbirlerinin mallarına el koymak gibi korsan faaliyetlere girişmiştir. Örneğin Almanya'nın sipariş ettiği 6 milyon maske Kenya'da kaybolmuştur (DW, 2020).

Almanya ise Çin'in İtalya'ya gönderdiği maske ve solunum cihazlarına el koymuştur (Haber7, 2020a) Bu süreçte devletlerarasında görülen mallara el koyma gibi haydutlukların yakın gelecekte uluslararası alanda faaliyet gösteren işletmelerin arasında da görülebileceği iddia edilmektedir (Buyer Network, 2020).

21. yüzyılda tedarik zinciri ağlarının küresel çapta sürekli olarak genişlemesi risklerin yarattığı olumsuz etkileri de büyük oranda arttırmıştır. Örneğin 2011'de işletmelerin tedarik zincirinden kaynaklı gelir kayıpları %28 iken 2013'te bu oran %42'ye çıkmıştır (Li, Fan, Lee ve Cheng, 2015). Bosman'ın (2006) 600 finans yönetici üzerinde yapmış olduğu araştırmaya göre de tedarik zinciri risklerinin sebep olduğu gelir kayıpları bütün risklerden daha yüksektir. Bütün bu göstergelere rağmen işletmelerin geçmişten günümüze tedarik zinciri risklerine karşı yeterince hazır olmadıkları görülmektedir. Örneğin küresel düzeyde operasyon yürüten yöneticilerin %67'si tedarik zincirinde karşılaşılan risklerin her yıl arttığını ifade etmelerine rağmen aynı yöneticilerin %25'i herhangi bir risk yönetimi modeli kullanmadıkları, %50'si de tedarik zincirinde riskleri yönetmeye ve hafifletmeye yönelik bir standardın benimsenmediğini belirtmiştir (Enyinda, Ogbuehi ve Briggs, 2008). Bugüne gelindiğinde de yapılan araştırmalarda benzer istatistikler oraya koyulmaktadır. Koronavirüs sonrası tedarik zincirlerinin geleceği raporunda, işletmelerin %49,5'inin pandemi sürecinde yaşanan tedarik zinciri risklerine karşı önceden bir planları olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte bu süreçte işletmelerin %73'ü yukarı (arz) yönlü, %64,8'i de aşağı (talep) yönlü tedarik zinciri riski yaşadıklarını belirtmişlerdir (BCI, 2020).

Koronavirüs sürecinde yaşanan güven bunalımı ile işletmeler küresel tedarik zincirlerini yeniden tasarlamaya başlamışlardır. Birçok firma (%66,2) kriz sonrasında mümkün olduğunca yerel tedarikçilerle çalışmayı düşünmektedir (BCI, 2020). 2020 yılının sonu itibariyle dünyadaki toplam doğrudan yabancı yatırımların bir önceki yıla göre %40 oranında azalması beklenmektedir (World Trade Organization, 2020). Microsoft ve Google, Çin'deki üretimlerini Vietnam ve Tayland'a kaydırmaya karar vermiştir. Japonya ise firmalarını Çin'den geri döndürebilmek için 1,7 milyar Euro büyüklüğünde teşvik fonu oluşturmuştur (Hanke, Hoppe ve Riecke, 2020). Bütün bu

gelişmelerle birlikte dünyada küreselleşme sürecinden geriye dönüşün başladığı iddia edilmektedir (Hanke, Hoppe ve Riecke, 2020). Tedarik zinciri mantığının küreselleşme ve rekabetin doğal bir sonucu olarak geliştiğini düşünürsek, işletmelerin tedarik zinciri anlayışında da yapısal bir kırılmanın meydana geleceğini söyleyebiliriz. Artık tedarik zinciri yöneticilerinin birinci görevi envanteri değil, riskleri azaltmak olacaktır (Kumar, Himes ve Kritzer, 2014). Başka bir deyişle artık işletmeler “just in time” stratejisi yerine “just in case” düşüncesiyle operasyonlarını sürdürmek zorundadır.

Bu denli çalkantılı bir dönemde başarılı tedarik zincirlerini diğerlerinden ayıran en önemli özellik dayanıklılık faktörüdür. Dayanıklı bir tedarik zinciri için işletmelerin riskleri tanımladıktan ve ölçtükten sonra bu risklere karşı doğru stratejileri seçmesi ve uygulaması gerekmektedir. Bu minvalde tedarik zinciri risk yönetimi, tedarik zincirinde kırılmalara yol açabilecek olayların tanımlanması, olasılıklarının ve etkilerinin ölçülmesi ve bu olaylara karşı iyileştirici stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanmasını kapsayan dinamik bir süreç olarak tanımlanabilir.

Bu araştırmanın amacı, tedarik zincirinde görülen aşağı yönlü riskler için yeni bir risk yönetim modeli geliştirmektir. Bu modeli literatürdeki benzerlerinden ayıran en önemli özellik, risklerin tanımlanmasında müşteri firmalardan tedarik zincirindeki odak firmaya akan şikâyet metinlerinin kullanılmasıdır. Bu metinlerden içerik analiziyle riskler keşfedilmiş ve riskler arasındaki karşılıklı bağımlılıklar yapılandırılmıştır. Böylelikle bu işlemler için daha objektif bir metodoloji önerilmiştir. Literatürdeki diğer modellerde ise bu işlemler için balık kılçığı diyagramı, kök neden analizi, FMEA, iş etki analizi gibi sistem güvenliği ve güvenilirliği mühendisliği yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Her ne kadar karar vericiler için riskler üzerinde lateral ve holistik düşünme fırsatları sunsa da özünde kişisel yargılara dayandığı için bu yöntemlerin ölçme değerlendirme süreçlerinde sistematik hatalara daha açık oldukları düşünülmektedir. Önerilen model ise riskler üzerinde doğrudan gözlem yapma fırsatı sağladığından risklerin sistematik hatalardan arındırılmış bir şekilde ölçülmesi mümkün hale gelmiştir.

Geliştirilen modelin en önemli özelliklerinden biri de statik veri yerine gerçek zamanlı akan veriyi analiz etmesidir. Risk analizi için ise Bayes ağları metodolojisi kullanılmıştır. Bayes ağları, koşullu olasılık prensiplerine dayalı olarak olaylar arasındaki nedensellikleri grafiksel olarak modellemeye yarayan bir yapay zekâ aracıdır. Bu modelde müşteri şikâyetleri sisteme iletdikten sonra ilgili firmada hangi risklerin gerçekleştiği tespit edilerek anlık olarak ilerleyen süreçlerde kırılma risklerinin (sözleşme fesih riski ve acil durum riski) gerçekleşme olasılığı hesaplanır. Daha sonra da bu olasılıkların, şikâyete cevap hızına karşı duyarlılığı hesaplanır. Böylelikle olasılığın ve duyarlılığın büyüklüğü dikkate alınarak beş farklı müşteri hizmet stratejisi önerilmiştir. Bu stratejiler uygulayıcılara anlık olarak sunulur. Böylece kırılma riskleri hafifletilerek iş sürekliliğinin daha sağlıklı yürümesi ve odak firmayla müşteri firmalar arasındaki güven ortamının güçlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Geliştirilen tedarik zinciri risk yönetimi modelinin, müşteri firmalarla standart bir portal üzerinden bilgi paylaşımının ve şikâyet yönetiminin yürütüldüğü her tedarik zincirinde uygulanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada ise model, bir vaka çalışması olarak Opet Petrolcülük A.Ş.'nin tedarik zinciri süreçlerinde uygulanmıştır. Modelin çalışma şekli ve ürettiği fayda, ilgili firmayla da paylaşılmış ve modelin başarısı firma yöneticileri tarafından da doğrulanmıştır.

Bu araştırma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde risk kavramı ve bu kavramla ilişkili olan risk yönetimi, beklenti, kriz, belirsizlik gibi kavramlar açıklanmıştır. Bu bölümde riskin ölçülmesi ve anlamlandırılması pozitivist ve yapısalcı bakış açısıyla ele alınmıştır. Olasılık teorisinin ortaya atıldığı aydınlanma çağından kurumsal risk yönetimi anlayışının ilk kez yaygınlaştığı 1990'lı yıllara kadar geçen süreçte riski anlamak ve ölçmek için geliştirilen teorilerden kısaca bahsedilmiştir. Son olarak da hem kurumsal risk yönetiminde hem de tedarik zinciri risk yönetiminde şemsiye bir model olarak kabul edilen ISO 31000 risk yönetimi standardı detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

İkinci bölümde ise gelişim aşamalarıyla beraber tedarik zinciri kavramı ve ilişkili olduğu paradigmlar açıklanmıştır. Ayrıca tedarik zincirindeki aşağı yönlü

süreçler ve bu süreçlerde gerçekleştirilen yönetsel faaliyetlerden bahsedilmiştir. Sonra da tedarik zinciri riskleri, risk kaynakları ve stratejileri açıklanmıştır. Bu stratejilerden çeviklik ayrı bir başlık altında ele alınmıştır. Son olarak da literatürde yer alan tedarik zinciri risk yönetimi modelleri ve modellerle beraber kullanılan risk değerlendirme yöntemleri kapsamlı bir şekilde açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ise uygulamaya yer verilmiştir. Bu kapsamda öncelikle araştırmanın amacı, problemleri, konusu, kapsamı ve yöntemleri sade bir şekilde açıklanmıştır. Sonra vaka çalışmasının yürütüldüğü Opet Petrolcülük A.Ş. hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra da önerilen modelin bütün aşamaları ve adımları açıklanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Modelin uygulamasında da tahmin algoritmalarının nasıl çalıştığı ve stratejilerin nasıl atandığı altı farklı senaryo üzerinden gösterilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

RİSK TEORİSİ

Yönetim bilimleri açısından belirsizlik, bir işteki performansı etkileyen çevresel ve örgütsel değişkenlerin neler olduğunun tam bilinmemesi ve etkilerinin de tahmin edilememesidir (Miller, 1992a). Belirsizlik, varlığı kendinden menkul bir olgu iken risk, belirsizlik olgusunu anlamlandırabilmek için icat edilmiş bir kavramdır. Risk, beklenen durumla gerçekleşen durum arasındaki farkın bir ölçüsüdür.

Gelecek beklentisinin oluşması bir kararın neticesindedir ve hedefe ulaşmak için bir yol seçildiğini, öncesinde bir plan yapıldığını gösterir. Burnaby ve Hass (2009)'a göre risk, işte bu stratejik hedeflerin bir fonksiyonudur. Belirsizlik bilgi eksikliğinden, iletişimdeki muğlaklıktan, yanlış tahminlerden, sistemin doğasının karmaşıklığından ve değişkenlik arz etmesinden kaynaklanabilir (Cross, 2017). Belirsizliğin sebep olduğu farklılık ilk başta olumsuz bir anlam çağrışırsa da, beklentiden sapmalar hem iyi hem de kötü yönde olabilir. Bu açıdan risk, umudu ve korkuyu bir arada barındırır. Öte yandan, riskin varlığı olayın henüz gerçekleşmediğini ancak eyleme geçme zamanının geldiğini haber verir (Çelik, 2014). Bu eylemlerin planlanması, koordinasyonu ve uygulamasına da risk yönetimi denir.

İnsanların riski kontrol altına alarak onu yönetmeyi öğrenmesi, modernizm ile modern öncesi çağlar arasındaki sınırı belirleyen temel husustur (Bernstein, 2015). Riskin icadı ile eski zamanlardaki konuşan aynaların yerine olasılık kanunları geçmiştir. Böylece geleceği bilimsel yollarla tahmin edebilmek ve alınan kararları rasyonelleştirmek mümkün hale gelmiştir. Olasılık teorisi ve risk yönetimi; sigortacılık, sermaye piyasaları, mühendislik gibi pek çok alanın doğmasında direk kaynak teşkil etmiş ya da gelişmesini sağlamıştır (Kızılboğa, 2012; Bernstein, 2015). Ayrıca risk yönetimi uygulamaları günümüzde yalnızca bireysel yatırımcılar veya örgütler açısından bir gereklilik olmakla kalmayıp tedarik zincirleri açısından da önemli bir konu haline gelmiştir (Ho, Zheng, Yıldız ve Talluri, 2015). Nitekim tedarik zinciri ağının herhangi bir bölümünde gerçekleşen bir riskin, sistem özelliği sebebiyle ağın kalan kısımlarında da etkisini gösterdiği ispatlanmıştır (Scholten ve Schilder, 2015). Dolayısıyla örgütlerin kendi bünyesinde benimsedikleri kurumsal risk yönetimi

uygulamalarının, işletmenin genişletilmiş hali olan tedarik zincirlerinde de benimsenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Riskin tanımlanmasında pozitivist ve yapısalcı olmak üzere iki farklı paradigma mevcuttur (Lalonde ve Boiral, 2012). İlerleyen bölümlerde riskin kavramsal temelleri pozitivist ve yapısalcı paradigma açısından tanıtılacaktır. Daha sonra bu temellerin tedarik zinciri araştırmalarında nasıl karşılık bulduğu tarihsel bir perspektiften ele alınacaktır.

1.1. Pozitivist Risk Teorisi

Pozitivizm, olgusal gerçekliğin insandan bağımsız bir şekilde doğada kendiliğinden var olduğunu savunur. Bu sebeple en önemli varsayımı araştırmacının objektif olmasıdır. Bilimsel bilginin elde edilmesinde olgulardan deney ve gözlem yoluyla veri toplanır. Böylece tümdengelsel bir yolla teoriler test edilir ya da tümevarımsal bir yolla yeni teoriler geliştirilir. Bilimsel bilginin kabul edilebilirliği ise bu süreçlerde kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenilirliğine bağlıdır.

Pozitivist teori risk ve belirsizlik arasındaki farkı olasılık kavramıyla açıklar. Belirsizlik, gelecekle ilgili gerçekleşmesi muhtemel senaryoların sayı ve nitelik bakımından sınırlandırılmadığı ve olma olasılıklarıyla ağırlıklandırılmadığı durumları ifade eder. Risk ise geleceğe dair senaryoların belirlendiği ve senaryolara ait -eşit olmayan- olasılık değerlerinin hesaplandığı bir ortamı tasvir eder (Watkins ve Knight, 1922). Dolayısıyla planlı bir eyleme dair riskleri ortaya koymak, belirsizliği ölçmek ve böylece muğlaklığı azaltmak anlamına gelmektedir.

Bernard vd. (2002)'a göre risk, bir olayın olasılığı ve bir varlık üzerindeki ya da insan sağlığı ve refahı üzerindeki finansal, çevresel ve fiziksel etkileridir. Riskin ihmal edilebilmesi için ya olasılığının ya da etkisinin küçük olması gerekir. Riskin kavramsallaştırılmasında dört temel unsurdan söz edilebilir. Bu unsurlar; risk kaynakları, potansiyel olaylar, olayların olma olasılıkları ve olayların etkileridir (ISO, 2018). Risk kaynakları, örgütün faaliyet alanıyla ilgili olarak her türlü belirsizlik unsuru olabilir. Örneğin gıda tedarik zincirinde meyve yetiştiricileri için iklim önemli bir risk kaynağıdır. Potansiyel olaylar, risk kaynağının ürettiği durumlar kümesini

ifade eder. Örneğin ilkbaharda ani sıcaklık düşüşüne bağlı olarak don olaylarının yaşanması ve böylece dallardaki meyve çiçeklerinin yanması meyve üreticileri için risk içeren bir potansiyel olaydır. Bu olayın gerçekleşme durumunu matematiksel olarak betimlediğimizde $0 \leq P(\text{don vurması}) \leq 1$ şeklinde ifade ederiz ki bu sayıya don vurma olayının olma olasılığı deriz. Bu olay gerçekleştiğinde meyve yetiştiricisinin yaşayacağı finansal kayba da don vurma olayının etkisi denir. İşte bu etkiyle olasılık çarpılarak don vurma riskinin büyüklüğü matematiksel olarak hesaplanır. Üretici, bu riskin büyüklüğünü önceden belirlediği bir eşik değeriyle kıyaslayarak ne yapacağına karar verebilir. Örneğin riski kabul edebilir, sigorta yaptırabilir ya da meteorolojik tahminleri dikkate alıp bazı geceler ısıtıcı kullanarak riski hafifletebilir. Bu stratejilerin kararlaştırılıp uygulanmasına da risk davranışı denir.

Görüldüğü üzere, pozitivist paradigmaya göre risk istatistiksel bir ölçüdür. Olayın olasılığın ve etkisinin çarpımı istatistikteki beklenen değer kavramına işaret eder. Öyleyse R_d don vurma riski, $P(\text{don vurması})$ don vurma olayının olma olasılığı ve C maddi zarar ise bu riskin büyüklüğü $R_d = P(\text{don vurması}) \times C$ şeklinde hesaplanır. Bu eşitlikte olasılığın hesaplanması için geçmiş yıllarda yaşanan doğa olaylarının frekans bilgisinden yararlanılabilir. Örneğin o bölgede her beş baharda bir don vurma yaşanıyorsa, bu yıl da yaşanma olasılığı %20 olacaktır. Yine, böyle bir durumda üreticinin yaşayacağı maddi zarar da kolaylıkla hesaplanabilir. Görüldüğü gibi pozitivist paradigmaya göre risk, matematiksel olarak hesaplanabilen bir tahmin değeridir.

Peki, şimdi bu meyve üreticisinin ürünlerini spot piyasada satmak yerine İstanbul'daki bir süpermarketler zinciriyle anlaştığını varsayalım. Bu durumda talep belirsizliği imzaladığı sözleşme ile ortadan kalktığı için üretici hangi fiyattan ne kadar ürün üretmesi gerektiğini bilecek ve –başka riskler gerçekleşmezse- hasat zamanı zarar etme olasılığı ortadan kalkacaktır. Bu sebeple üreticinin bu gıda tedarik zincirine üye olmakla elde edeceği birçok fayda sayısal olarak hesaplanabilir. Ancak görünürde üretici için oldukça rasyonel görünen bu sözleşmenin doğuracağı öngörülemez ya da hesaplanamayan bazı irrasyonellikler de bulunabilir. Örneğin güç dengesi alıcıdan taraf olacağı için üretici, alıcının belirlediği standartlara göre üretim yapmak zorunda

kalacaktır. Bu standartların kapsamı sadece ürünün kendisiyle ilgili olmayıp, üretim sürecinde kullanılan zirai ilaçlardan ağaçların cinslerine veya aşılama kararlarına kadar genişleyebilir. Böyle bir durumda toprağın dengesi bozulabilir veya üretici uzun vadede alıcının kararlarına bağımlı hale gelebilir. Gelecekte meydana gelebilecek bu tarz risklerin sebep olacağı maliyetleri bugünden hesaplamak çok zordur. Ancak netice itibariyle üreticinin tedarik zincirinin sağladığı toplam faydadan daha büyük zararlara uğrayabilme olasılığı da söz konusu olacaktır. Bu sebeple risk yöneticilerinin karar süreçlerinde ölçülemeyen riskleri de göz önünde bulundurması, ihtiyaç duyulan bir durumdur.

Görüldüğü gibi pozitivist risk teorisi bazı risk türlerini tanımlamada ve ölçmede başarısız olmaktadır. Bunun başlıca sebepleri; risk içeren senaryoların karar süreçlerinin başında ön görülememesi, bu senaryolara dair frekans verileri bulunmadığından olasılıklarının hesaplanamaması veya etkilerinin çok büyük olması olarak sıralanabilir (Bradley, 2014). Yapısalcı risk teorisi, pozitivist paradigmanın yetersiz kaldığı durumlar için riske yeni bir bakış açısı getirmektedir.

1.2. Yapısalcı Risk Teorisi

Yapısalcılık (constructivizm) olgusal gerçekliğin insandan bağımsız bir şekilde ele alınamayacağını savunur. Bilgi nesnel ve genel geçer değil, duruma özgü ve öznelidir. İnsanın zihninde ve sosyal bağlamda üretilir. Bilginin doğası sabit değil değişkendir ve yeni karşılaşılan durumlarla sürekli güncellenir. Bilimsel problemler için matematiksel modeller ve ölçmeye dayalı tahminler kalıcı çözüm sağlayamaz. Bunun yerine sınırlı bir örnekleme derinlemesine analizlerle problemlerin kökenlerine inilmesi gerekir. Kısaca yapısalcı paradigma bilimsel araştırmalarda ölçme yerine anlamlandırmanın önemini vurgulamaktadır.

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren toplumlar ve örgütler tarihte eşi görülmemiş felaketler yaşamaya başlamıştır (Gilbert, 2007). Örneğin 26 Nisan 1986'da Çernobil nükleer santralinde dördüncü reaktörde meydana gelen patlama, Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombalarını tam iki yüz kat aşan bir etki yaratmıştır. İlk anda yalnızca 31 kişinin öldüğü patlama, yakın coğrafyayı on yıllarca

sürecek bir felakete sürüklemiştir¹ (CNN Türk, 2019). Mart 2011’de Japonya’da 9.0 şiddetinde deprem olmuş ve sonrasında meydana gelen tsunami sebebiyle Fukushima nükleer santralinde elektrikler kesilmiş, sürekli soğuması gereken reaktör aşırı ısınarak erimiştir. Bu felaket de Hiroşima ve Nagazaki’ye atılan atom bombalarının 100 katından fazla radyasyon yaymıştır. Deprem ve nükleer felaketten önce önemli bir tarım merkezi olan Fukushima, felaketten sonra bir hayalet şehre dönüşmüştür (BBC Türkçe, 2019). Bu felaketin tedarik zincirlerine etkisi araştırıldığında otomobil üretiminde üç aylık gecikmelere sebep olduğu ve Apple iPad2 ürününün tanıtımını geciktirdiği belirtilmiştir (Bradley, 2014). Ayrıca, yapılan bir araştırmada Japonya’da yaşanan bu iki felaketten sonra Avrupa menşeli 639 firmanın %80’inin tedarik zincirlerinde kesintiler yaşadığı ortaya koyulmuştur (Kumar, Himes ve Kritzer, 2014).

Finansal krizlerden mikrobik salgınlara, doğal afetlerden terör olaylarına kadar modern sonrası toplumların yaşadığı felaketlere daha birçok örnek sayılabilir. Şüphesiz gelecekte şimdi adını bilmediğimiz daha pek çok benzer felaket ve krizler yaşanacak. Sanayileşmiş toplumlar, maruz kaldıkları bu ağır risklerden dolayı “risk toplumu” olarak adlandırılmaktadırlar (Beck, Scott ve Brian, 1992; Boin, 2009; Gephart, Van Maanen ve Oberlechner, 2009; Giddens, 1991). Bu risklerin ortak özelliği, olasılıklarının çok küçük, etkilerinin ise çok büyük olmasıdır. Dolayısıyla pozitivist risk teorisi bu riskleri ölçememektedir. Taleb (2008) bu riskleri siyah kuğu metaforuyla tarif etmektedir. Siyah kuğuların tedarik zincirleri üzerindeki etkileri; üretimin durması, faaliyetlere ara verilmesi, ürünlerin geri çağırılması ya da kirlilik içeren kaynakların imhasına mecbur kalınması olabilir (Lalonde ve Boiral, 2012). Yapısalcı teoriye göre risk, gözlemlenemeyen bir yapıdır ve çoklu anlamları vardır. Bu sebeple riskin tanımında daima bu tarz sübjektif unsurlar bulunur (Malenfant, 2009).

Peki, siyah kuğulara karşı tedarik zinciri yöneticileri nasıl bir strateji benimsemelidir? Yapısalcı teori, risk yönetimini devamlılık ihtiva eden ve sosyal yapılandırılmış bir süreç olması gerektiğini vurgular (Beck vd., 1992; Hansson, 2005; McEntire ve Myers, 2004; Perry ve Lindell, 2003). Ayrıca, Douglas ve Wildavsky

¹ ABD federal sağlık kanunları 1980-1996 yılları arasında Türkiye’de beş aydan fazla zaman geçirenlerden kan alınmasına izin vermemektedir.

(1983) risk kavramının kültürden de etkilendiğini vurgulayarak riske karşı tutumları farklılık gösteren dört çeşit kültür tanımlar. Bu kültürler; riskten kaçınan hiyerarşık kültür, risk arayan bireyselci kültür, riski sosyal sebeplerin bir objesi olarak gören sekreteryan kültür, ve güvensiz tutumlar sergileyen marjinal kültürdür. Risklere karşı yanıt stratejileri geliştirirken tedarik zincirinin hangi kültürlerin etkisi altında bulunduğu da dikkate alınmalıdır.

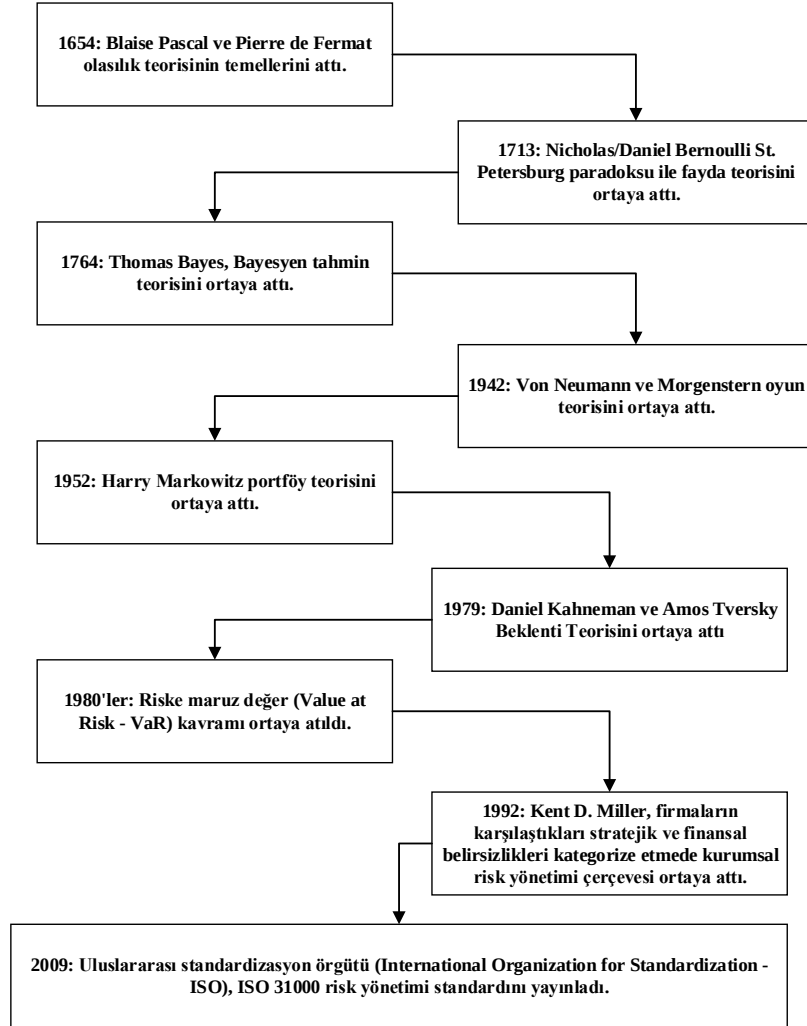
Korona virüsü, savaşlar, depremler gibi birçok sistematik riskin gerçekleştiği 2020 yılının ilk altı aylık döneminde tedarik zincirlerinin başarısı açısından yapısal risklerin rutin risklere göre gittikçe daha fazla önem kazandığını görmekteyiz. Ancak tedarik zinciri alanında yapısal risklerin ölçülmesi ya da yönetilmesi üzerine literatürde oldukça sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır. Bunlar arasında, Bradley (2014) tedarik zincirinde yapısal risklerin sebep olduğu kırılmaları yönetebilmek için sıralı ölçeğe dayalı bir metodoloji önermiştir. Buna göre, yapısal riskleri ölçmek için etki ve olasılıkları bir arada düşünmek yerine ayrı ayrı ele almıştır. Knemeyer, Zinn ve Eroğlu (2009) tedarik zincirlerindeki yalın uygulamaları eleştirmiş, insani kaynakları ve envanter düzeyini azaltmanın tedarik zincirlerini terör saldırıları, kasırgalar gibi yapısal risklere karşı daha kırılgan bir hale getirdiğini iddia etmiştir. Dolayısıyla tedarik zinciri yöneticilerinin birincil görevi artık envanteri azaltmak değil riskleri azaltmaktır (Kumar et al., 2014).

Risk yönetimi konusunda başarının anahtarı, yapısalcı ve pozitivist paradigmanın öğretilerini harmanlamaktan geçmektedir. ISO 31000 risk yönetimi standardı kültür, entegrasyon, öznel değerler gibi yapısalcı paradigmanın altını çizdiği hususları benimseyen, ama aynı zamanda pozitivist paradigmanın getirdiği risk tanımına uygun olarak ölçülebilir rutin riskleri de ihmal etmeyen jenerik bir risk yönetimi modeli ortaya koymaktadır (TSE ISO 31000, 2010). Lachapelle, Aliu ve Emini (2019) ISO 31000 standardının, başlangıcı Rönesans Avrupa'sına kadar uzanan risk yönetimi tarihindeki, gerçekleşen en son devrimsel buluş olduğunu iddia etmektedir. Bununla birlikte örgütlerin içerisindeki ve çevresindeki riskleri tanımlamak, ölçmek ve kontrol etmek için geliştirilen ISO 31000 standardı, tedarik zinciri yöneticileri için de önem arz etmektedir. Literatürdeki TZRY modelleri incelendiğinde, ISO 31000 standardındaki aşamaların bu modellerin tamamına

yakınıni kapsadığı görülmektedir. Bu sebeple ISO 31000 standardı sadece örgütler için değil tedarik zincirleri için de jenerik bir risk yönetim modeli olarak kullanılabilir (de Oliveira, Marins, Rocha ve Salomon, 2017).

Bir sonraki bölümde olasılık teorisinin ortaya çıkışından ISO 31000 standardına kadar risk yönetimi alanında gerçekleşen devrim niteliğindeki gelişmeler ele alınacaktır.

Şekil 1.1. Risk Tarihi Kronolojisi

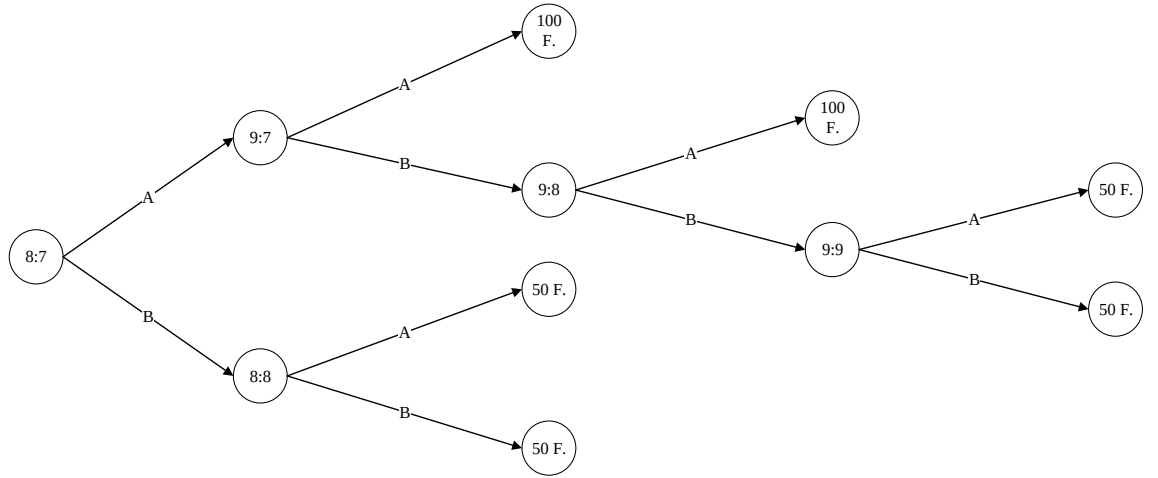


Kaynak: Lachapelle, Aliu ve Emini (2019)'den uyarlanmıştır.

1.3. Tarihsel Perspektiften Risk Yönetimindeki Teorik Gelişmeler

Pek çok modern bilimsel teori gibi risk teorisinin tarihsel kökenleri de Rönesans'a ve aydınlanma çağına dayanır. Şekil 1.1'de çağdaş risk yönetimi anlayışının gelişmesinde kaydedilen önemli aşamalar kronolojik bir sırayla özetlenmiştir.

Şekil 1.2. Pascal'ın Önerdiği Beklenen Değer Yaklaşımının Karar Ağacı Formu



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur.

Modern olasılık teorisinin temelleri 1654'te aydınlanma çağıının iki önemli düşünürü olan Pascal ve Fermat'nın birbirlerine yazdıkları mektuplarda tartıştıkları bir problemle atılmıştır (Keith, 2010). Bu mektuplarda cevap aradıkları problem şuydu: A ve B gibi iki kişinin hilesiz bir parayla oynadığı bir yazı tura oyunu tanımlayalım. Her elde kazanan 1 puan alır ve 10 puana ilk ulaşan 100 franklık ödülün sahibi olur. Skor A'nın lehine 8:7 iken oyunun bir şekilde durduğunu ve oyuna devam etmenin bir daha mümkün olmadığını varsayalım. Bu durumda, 100 franklık ödülü A ve B arasında adaletli bir şekilde nasıl paylaştırabiliriz? Pascal, problemin çözümü için beklenen değer (Expected Value) yaklaşımını geliştirdi. Buna göre, skor eğer 8:8, 7:7, 5:5 gibi dengede olsaydı 50'şer frank paylaştırılması gerekecekti. Ancak 8:7 gibi bir asimetrik bir durum olduğundan oluşabilecek bütün durumların göz önünde bulundurulması ve paylaştırılacak hisse miktarının tümevarımsal yoldan hesaplanması gerekiyordu. Bu, olasılık teorisindeki en temel yaklaşımlardan biri olan karar ağacı analizinin ilk

formudur (Şekil 1.2). Buna göre A'nın hissesine düşen pay, A'nın oyunu kazanmasının beklenen değeridir.

$$E(A_{kazanma}) = 0,5 * 50 + 0,5^2 * 100 + 0,5^3 * 50 + 0,5^3 * 100 = 68,75$$

Beklenen değer kavramı, 18. Yüzyıla gelindiğinde beklenen fayda yaklaşımına dönüştü. Böylece neoklasik iktisat teorisinin temelleri atıldı. Neoklasik iktisat, rasyonel bir karar verici olan “Homos economicus” ’un getirilerin beklenen değerini değil, beklenen faydasını en büyükmeye çalıştığı varsayımına dayalıdır. Bu varsayımın temel dayanağı ise St. Petersburg paradoksudur (Şener, 2015). Bu paradoks ilk defa Nicholas Bernoulli’nin 1713’te Pierre Reymond de Montmort’a yazdığı mektupta ortaya atılmıştır (Matthüller, 2014). Buna göre hayali bir yazı tura oyunu oynandığını düşünelim. Amaç paranın yazı gelmesi olsun. Eğer ilk atışta yazı gelirse oyuncu 2 gümüş para kazanır. İlk atışta tura ikincide yazı gelirse 2^2 gümüş para, ilk iki atışta tura üçüncü atışta yazı gelirse 2^3 gümüş para, ilk üç seferde tura gelip dördüncü seferde yazı gelirse de 2^4 gümüş para kazanır. Yani oyun yazı gelene dek sürer. Peki, rasyonel bir katılımcı bu oyuna girmek için kaç gümüş para ödemeye razı olmalıdır? Bunu hesaplamak için önce oyunun getirisinin beklenen değerini hesaplamak gerekir. Kesikli bir x rassal değişkenin beklenen değeri mümkün olan bütün durumların, olasılıklarıyla ağırlıklandırılıp toplanmasıyla elde edildiğini Pascal’dan biliyoruz. Buna göre, $f_x(x)$ olasılık fonksiyonu olmak üzere x rassal değişkeninin beklenen değeri olan $E(x)$ aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i f_x(x_i)$$

Tanımladığımız oyunun kuralına göre katılımcı i ’inci elde $(1/2)^i$ olasılıkla 2^i gümüş para kazanacaktır. Dolayısıyla i ’inci elden beklenen getiri $(1/2)^i \cdot 2^i = 1$ gümüş paradır. Teorik olarak yazı tura oyununda para sonsuza kadar tura gelmeye devam edebileceğine göre, bu oyundan beklenen toplam getiri de sonsuz tane 1’in toplamı olacaktır.

$$\text{Beklenen Getiri} = \sum_{i=1}^{\infty} 2^i (1/2)^i = 1 + 1 + \dots + 1 = \infty$$

Nicholas Bernoulli mektubunda şu soruyu sordu: Beklenen getirisi sonsuz olan bu oyun için ne kadar giriş ücreti ödemeye razı olursunuz? Bernoulli insanların paradoksal bir biçimde sınırlı bir giriş ücretinden fazlasını ödemeye razı olmadıklarını gördü. St. Petersburg paradoksunun temel sorunsalı budur. Nicholas Bernoulli'ye göre belki de insanlar her zaman rasyonel davranmıyorlardı. Beklenen getiri artsa bile olasılıklar çok düşeceğinden insanlar riskten kaçınıyorlardı.

Bu davranışın sebebini açıklayabilmek için Daniel Bernoulli fayda temelli bir bakış açısı geliştirdi. Bu bakış açısına göre "Eğer bütün olası kar beklentilerinin faydaları, bu beklentilerin bütün oluşabilme alternatiflerinin sayısı ile çarpılıp, bulunan sonuç toplam alternatif sayısına bölünürse ortalama fayda elde edilir. Ortalama fayda ise problemin risk değerine karşılık gelmektedir" (Sommer, 1954). Beklenen fayda yaklaşımı insanların St. Petersburg paradoksunda olduğu gibi neden riskten kaçındıklarını açık bir şekilde izah etmektedir. Buna göre Homos economicus beklenen getiriyi değil, getirilerin beklenen faydasını maksimize etmeye çalışmaktadır.

Beklenen fayda teorisi, günümüzde tedarik zinciri çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi (2018) geliştirdikleri tedarik zinciri risk ağı yönetimi modelinde (ikinci bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır) risklerin ve stratejilerin önceliklendirilmesinde bir beklenen fayda matrisi oluşturarak karar vericilerin risk iştahını dikkate alan bir yaklaşım önermişlerdir. Wang, Ye, Ma ve Sha (2019) bir yeşil tedarik zincirindeki fiyatlama ve koordinasyon stratejilerini, riskten kaçınan bir perakendeci açısından optimize etmiştir. Sonra da tedarik zincirinin bütünü için beklenen karı en büyükleyen senaryonun hangisi olduğuna karar vermiştir.

Olasılık teorisindeki en önemli tarihsel gelişmelerden biri de 1763'te Thomas Bayes'in Bayesyen tahmin teorisini ortaya atmasıdır (Barnard ve Bayes, 1958; Bayes, 1763). Bu tarihten sonra istatistikçiler frekantist istatistik ve Bayesyen istatistik olarak

iki ayrı okula ayrılmıştır. Frekantist istatistikçiler olasılığı deneysel bir bakış açısıyla istenen durumların gerçekleşme sayısının bütün durumların sayısına oranlayarak hesaplar. Bayesyen istatistikçiler ise olasılığı bir olayın gerçekleşmesine dair karar vericinin sahip olduğu inanç olarak açıklar. Bu inanç, Bayes teoremindeki önsel bilgidir. Önsel bilgi (prior), olaya dair geçmişte yaşanan frekans bilgisiyle (likelihood) güncellenerek sonsal bilgi (posterior) elde edilir. Frekantist istatistikçiler anakütle parametresini tahmin etmek için örneklemden elde ettikleri saf ölçüm ve sayımları kullanırlar ve objektif bir tahmin yapar. Bayesyen istatistikçiler ise ölçüm ve sayım bilgisini de kullanmakla birlikte tahminlerini özünde insan sezgisine dayalı olarak yaparlar. Bu tahmin sübjektif bir tahmindir. Görüldüğü gibi iki okulun amacı da aynı olsa bile, bilimsel bilgiyi üretmede dayandıkları felsefi temeller tamamen farklıdır.

Bayesyen tahmin teorisi tedarik zinciri araştırmalarında hem istatistiksel testlerle hem de Bayesyen inanç ağları yöntemiyle beraber etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin Krapp, Nebel ve Sahamie (2013) Bayesyen istatistik ile kapalı devre bir tedarik zincirindeki ürün geri dönüşlerini tahmin etmiştir. Elden edilen tahmin sonuçlarının, frekantist yöntemlere kıyasla %50 daha yüksek bir keskinlik değerine sahip olduğu vurgulanmıştır. Huang, Ho ve Fang (2017) bir tedarikçi ve bir perakendeciden oluşan iki kademeli bir tedarik zincirinde, Bayesyen zaman serisi yöntemlerini kullanarak bilgi paylaşımı düzeyiyle envanter düzeyindeki dalgalanmalar arasındaki ilişkiyi tahmin etmiştir.

Daha önce de bahsedildiği gibi fayda teorisi, karar vericilerin nasıl rasyonel bir tercih yapabileceklerini açıklaması itibariyle uzunca bir süre iktisadi araştırmalarda baskın bir rol oynamıştı. Fayda teorisinin en önemli kısıtlılığı, faydayı yalnızca karar vericinin perspektifinden bakarak hesaplaması ve rakipleri göz ardı etmesiydi. İkinci dünya savaşı sonrasına gelindiğinde ise von Neumann ve Morgenstern (2007) 1942 yılında yayınladıkları oyun teorisiyle, faydayı hesaplarken karardan etkilenen bütün kesimleri modellemeye dâhil etmenin yolunu göstermiştir. Buna göre faydayı hesaplamak, iktisadi ajanların fayda fonksiyonlarının kesiştiği bir denge noktasını bulmak demektir.

Oyun teorisi, alıcı satıcı ilişkilerinin bulunduğu tedarik zinciri problemlerinde de yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Örneğin, Matsui (2020) oyun teorisi modeliyle üreticinin tüketiciye perakendeci aracılığıyla ve doğrudan olmak üzere iki farklı kanaldan ulaşabildiği bir tedarik zincirinde, toptan satışlar için optimum pazarlık zamanını belirlemiştir. Shalpegin (2020)'de oyun teorisiyle yeni ürün geliştirmede alıcı ile tedarikçi arasındaki kontrat ilişkilerini araştırmıştır. Yeni ürün geliştirmede parça tedarikçilerinden beklentiler rutin standartları genellikle aşmaktadır. Sipariş edilen parçanın diğer parçalarla nihai olarak uyumlu bir şekilde çalışması gerekmektedir. Ancak tedarikçiler bu uyumu gözetme sorumluluğundan kaçabilirler. Bu çalışmada oyun teorisiyle ceza ve ödül stratejilerinin tedarikçilerin performansına nasıl etki ettikleri belirlenmiş ve optimum strateji ortaya koyulmuştur.

Yönetimsel kararlarda rasyonellik, beklenen faydanın optimizasyonu olarak anlaşılmakta iken 1952'de Harry Markowitz ortaya attığı portföy seçimi teorisi ile rasyonelliğe yeni bir bakış açısı getirdi (Bernstein, 2015). Bu teoride Markowitz yatırım kararları alırken sadece beklenen getiriyi değil, beklenen getirinin varyansını da göz önüne almak gerektiğini vurgulamaktadır. Böylelikle portföy teorisi riski istatistiksel bir ölçü olan varyans veya standart sapma ile tanımlamıştır.

Portföy teorisi özünde bütün yumurtaları aynı sepete koymanın neden akıllıca bir risk stratejisi olmadığını ve çeşitlendirme yapmanın gerekliliğini öğretmektedir. Finansal yatırımlardan tedarikçi seçimine kadar birçok işletme probleminde uygulama alanı olan bu teori, beklenen getiri ve getirinin standart sapmasına göre iki değişkenli optimizasyon mantığına dayanmaktadır. Örneğin Chiu, Choi ve Li (2011) tedarik zincirinin koordinasyonunu sağlamak amacıyla Markowitz'in portföy teorisine dayalı olarak hedef satış iadesi sözleşmelerinin ortalama ve varyansını optimize eden bir model önermiştir. Kellner ve Utz (2019) ise farklı olarak üç ölçütlü optimizasyon ile tedarikçi seçimi ve siparişlerin tedarikçilere dağıtımı probleminde Markowitz'in portföy teorisinden yararlanmıştır. Bu yaklaşım satın alma yöneticilerini orta vadeli tedarikçi portföylerini oluştururken; sürdürülebilirlik, satın alma maliyetleri ve tedarikçi riski ölçütlerini göz önünde bulundurmalarını sağlamıştır. Başka bir çalışmada ise Kellner, Lienland ve Utz (2019) tedarikçi portföyünün konfigürasyonu

için portföy teorisi ile sürdürülebilirlik ve risk ölçütlerine dayalı bir çok amaçlı programlama problemini çözmüştür.

Bu zamana kadar riski ve faydayı ölçmede kullanılan bütün modeller ve teoriler özünde karar vericilerin rasyonel davrandıkları, yani sahip oldukları bilgiyi kullanarak kendi çıkarlarına en çok hizmet eden seçimleri yapmaya çalıştıkları varsayımından hareket etmekteydi. Ancak Kahneman ve Tversky (1979) profesyonel yöneticilerin, yatırımcıların ve tüketicilerin verdikleri pek çok kararda rasyonellikten sistematik bir şekilde saptıklarını gözlemlemişlerdir. Kararlara karışan sistematik hatalar, sapmaların rastgele değil de kurallı bir şekilde gerçekleştiğini ve tekrarlanabilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular etrafında beklenti teorisi (prospect theory) doğmuş ve belirsizlik ve risk altında karar vermeye davranışsal bir bakış açısı getirmiştir.

Beklenti teorisinin ortaya attığı sistematik hataların en tipik örnekleri, bireylerin riskleri ve olasılıkları yorumlamalarında ortaya çıkmaktadır. Örneğin **A: (2500\$, 0.33; 2400\$, 0.66; 0\$, 0.01)** ve **B: (2400\$, 1)** gibi iki beklenti arasında tercih yapması istenen katılımcıların; A'nın beklenen değeri (2409\$) B'nin beklenen değerinden (2400\$) büyük olmasına rağmen %82'si B'yi tercih etmiştir (Kahneman ve Tversky, 1979). Bu durum kesinlik ilkesiyle, insanların sonucu kesin olarak bilinen olaylara sübjektif bir şekilde olduğundan fazla ağırlık atadığını göstermektedir.

Beklenti teorisi günümüze kadar ağırlıklı olarak finans literatüründe kendine yer bulsa da, tedarik zinciri araştırmaları için de gelecek vadetmektedir. Knemeyer ve Naylor (2011) sistematik hataların ya da bir diğer deyişle bilişsel kusurların lojistik ve tedarik zinciri yöneticilerinin verdikleri stratejik ve operasyonel kararlara karışıp karışmadığını araştırmış ve bu alanda daha fazla davranışsal deneyin yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Schorsch, Wallenburg ve Wieland (2017) ise 'davranışsal tedarik zinciri' adıyla bir meta teori ortaya atmıştır. Sistematik bir literatür taraması olan bu çalışmada, tedarik zinciri yöneticilerinin aldıkları kararlarda bilişsel ve sosyal bağlamların etkisi altında kaldıklarını göstermiştir. Örneğin tedarik zinciri riskleriyle ilişkili örgütsel iletişimin yöneticilerin bireysel karar verme stratejileriyle ve risk

algılarıyla anlamlı bir ilişkisi olduğu ortaya koyulmuştur (Duhadway, Carnovale ve Kannan, 2018).

Markowitz'in riski tanımlamada varyans ya da standart sapmayı kullanması tedarik zinciri risklerinin ölçülmesinde de yeni bir ufuk açmıştı. Bu yaklaşıma göre talep riski, talepteki dalgalanmaların varyansıya, arz riski de tedarikçilerin kalite, maliyet ve teslimat performansındaki dalgalanmaların varyansıya ölçülebilir. Ancak varyans beklentiden sapmanın yönünü belli etmediğinden ve parasal olarak ifade edilemediğinden kullanışlılık açısından zayıftır (Altay, 2015). Bu sebeple 1980'lerde risklerin parasal olarak ölçülmesini sağlayan riske maruz değer (Value at Risk - VaR) yöntemi geliştirildi. Riske maruz değer yatırım teorisi açısından belli bir güven düzeyinde ve belli bir zamanda bir yatırımdan kaybedilebilecek en yüksek parayı temsil eden bir risk ölçüsüdür (Altay, 2015). Tedarik zinciri açısında ise, tedarik zinciri konsülünün tanımına göre, spesifik bir süreç, tedarikçi, ürün ya da müşteri için olayların olma olasılıklarıyla etkilerinin çarpılıp toplanmasıyla elde edilen değerdir (Lockamy ve McCormack, 2012). Riske maruz değer, tedarik zinciri araştırmalarında bir risk ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Poormoaid ve Atan (2020) dayanıksız tüketim malları satan bir perakendeci için optimum envanter düzeyini belirleme amacıyla çok değişkenli fayda fonksiyonunu optimize etmiş, daha sonra da elde ettiği en uygun politikayı riske maruz değerle kıyaslamıştır. Benzer şekilde Zhang, Xu ve Wu (2009) envanter kontrol problemleri üzerinden konveks stokastik programlama modellerini optimize etmiş, beklenen maliyeti hesaplarken de riske maruz değer yaklaşımını benimsemiştir. Lockamy ve McCormack (2012) ise tedarikçi risk profillerinin belirlenmesinde Bayes ağları yaklaşımıyla beraber riske maruz değeri kullanmıştır.

Riskin kavramsallaştırılmasında ve ölçülmesinde kaydedilen teorik gelişmeler pratik hayatta risk yönetimi alanında karşılık bulmuştur. Risk yönetimi araçları ilk defa sigortacılık sektöründe risk primlerinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır (Kızılboğa, 2012; Lalonde ve Boiral, 2012). Uzun zaman boyunca da risk yönetimi ile sigortacılık birbirine eş görülmüştür. Ancak Bretton Woods anlaşmasının sona ermesi ve 1974 petrol krizinden sonra firmalar risk oranlama ve değerlendirme alanlarında danışmanlık hizmeti talep etmeye başladılar. Böylelikle finans alanında da risk

yönetimi önem kazanmıştır. Bu yıllarda risk yönetimi özellikle ABD’li firmalar tarafından geniş ölçüde kabul görmüştür (Kızılböğa, 2012).

1990’lı yıllara kadar sigortacılık ve finans sektörlerinin hüküm sürdüğü risk yönetiminin alanı bu tarihten sonra genişlemiştir. Globalleşmenin ve artan rekabetin getirdiği rüzgârla firmalar uluslararası düzeyde daha çok iş yapmaya başlamıştır. Ancak küresel düzeyde genişleyen iş ağları birçok belirsizlik unsurunu da karar vericilerin karşısına çıkarmıştır. Bu durum kaçınılmaz olarak belirsizlikleri azaltma ihtiyacını doğurmuş ve risk yönetimi uygulamaları kurumsal düzeyde daha çok önem kazanmıştır. Bu bağlamda Miller (1992)’ın çalışması kurumsal risk yönetimi literatürü açısından bir mihenk taşı olmuştur. Bu makalede, uluslararası faaliyet gösteren firmaların karşılaştıkları belirsizlikleri kümeleyen bir kavramsal çerçeve ortaya koyulmuştur. Bu kavramsal çerçeve, finansal ve stratejik risklerin kurumsal yönetiminde kullanılması üzere ortaya atılan ilk modellerden biridir.

2000’li yıllara gelindiğinde ise ülkeler arasındaki siyasi sınırlar iyiden iyiye silikleşmiş firmalar yerine küresel tedarik zincirleri birbirleriyle rekabet eder hale gelmiştir. Böylelikle tedarik zinciri risk yönetimi alanı doğmuştur (Jüttner, Peck ve Christopher, 2003; Manuj ve Mentzer, 2008; Tang, 2006). Günümüzde TZRY hem akademide hem de iş dünyasında en çok önem atfedilen konulardan biridir.

Kurumsal risk yönetimi alanında yaşanan en son gelişmelerden biri de 2009’da uluslararası standardizasyon örgütü (International Organization for Standardization-ISO) tarafından yayınlanan ve 2018’de gözden geçirilen ISO 31000 risk yönetimi standardıdır. Risk yönetimi prensipleri, risk yönetimi çerçevesi ve risk yönetimi süreci olmak üzere üç ana başlıktan oluşan ISO 31000 standardı, hem örgütler hem de tedarik zincirleri için kapsamlı bir risk yönetimi modeli sunmaktadır. Bir sonraki başlıkta risk yönetimi konusu ve ISO 31000 standardı ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

1.4. Risk Yönetimi

Örgütler ve tedarik zincirleri neden risk yönetimi süreçlerine ihtiyaç duyarlar sorusunun cevabını daha iyi anlayabilmek için, Arthur Rudolph’un² sözlerine kulak

² Arthur Rudolph Apollo ay misyonunu başlatan Satürn 5 roketinin geliştiricilerindendir.

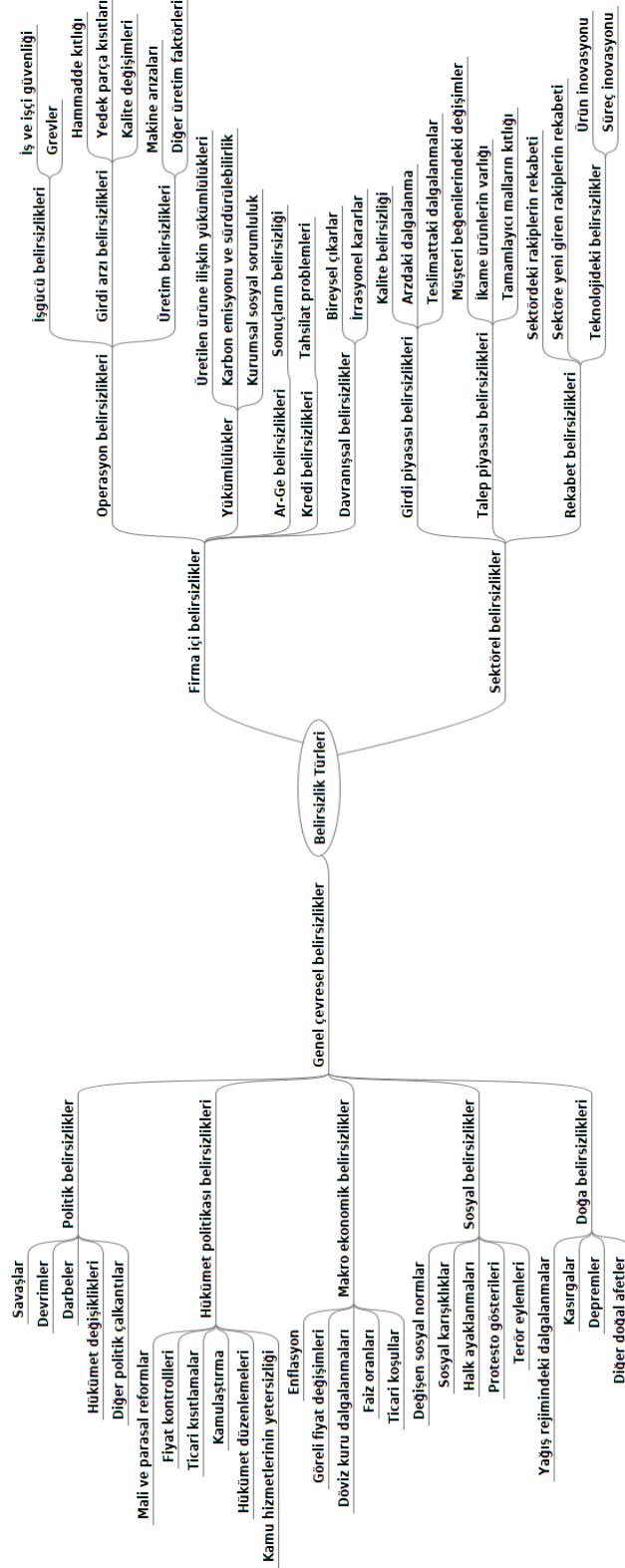
verelim (Lachapelle et al., 2019). “Sızma yapmayan bir vana istersiniz ve bunu geliştirebilmek için mümkün olan her şeyi denersiniz. Ancak gerçek dünya size sızdıran bir vana verir. Bütün mesele ne kadarlık bir sızıntıya tolerans göstereceğinize karar vermektir.”

Risk yönetimi, örgütlerin hedeflerine ulaşmasına engel olabilecek tehditleri ve bu hedeflere ulaşmasını kolaylaştıracak fırsatları önceden fark ederek bunlara karşı proaktif stratejiler benimsemelerini sağlayan dinamik bir süreçtir (Kızılböğ, 2012). Risk yönetiminde, örgütün maruz kaldığı riskleri anlayabilmek ve bu risklere karşı pozisyon alabilmek için koordineli faaliyetler yürütülür. Bu faaliyetler; risklerin tanımlanması, analiz edilmesi, risklerin etkisini azaltabilmek için yanıt stratejilerinin planlanması ve uygulanması, son olarak da izleme ve kontroller olarak sıralanabilir (Mabrouki, Bentaleb ve Mousrij, 2014; Zafeiropoulos, Metaxiotis ve Askounis, 2005).

Riskleri tanımlarken fırsat ve tehditler etkileri, sonuçları ve ölçüleri açısından tarif edilir. Bu etkiler sosyal, kültürel, politik ve itibar; sonuçlar toplumsal, çevresel, teknolojik, güvenlik ve emniyet; ölçüler de ticari, ekonomik ve finansaldır (TSE ISO 31000, 2010). Bunun yanında riskleri tam ve doğru bir şekilde tanımlayabilmek için öncelikle örgütün maruz kaldığı belirsizlik unsurlarının bilinmesi gerekmektedir. Şekil 1.3’te uluslararası düzeyde faaliyet gösteren örgütler için bu unsurlar kategorik olarak derlenmiştir. Bu kategoriler; genel çevresel belirsizlikler, firma içi belirsizlikler ve sektörel belirsizliklerden oluşmaktadır.

Risklerin analiz edilmesinde risklere olasılık atanır ve yol açacağı potansiyel sonuçları, yani etkileri netleştirilir. Üçüncü adımda risklere karşı reaktif ve proaktif yanıt stratejileri planlanır. Reaktif stratejiler riskler gerçekleştikten sonra yapılacakları içerir. Proaktif stratejiler ise riskler henüz gerçekleşmeden, risklerin olasılıklarını azaltmak için yapılan işlemlerdir. Son olarak da alınan tedbirlerin etkililiğinin belirlenebilmesi için sürecin izlenmesi gerekir. Bu adımlar, literatürde üzerinde en çok fikir birliği sağlanan ve genel kabul gören risk yönetimi faaliyetleridir (Hallikas, Karvonen, Pulkkinen, Virolainen ve Tuominen, 2004; Tuncel ve Alpan, 2010).

Şekil 1.3. Belirsizlik Kategorileri

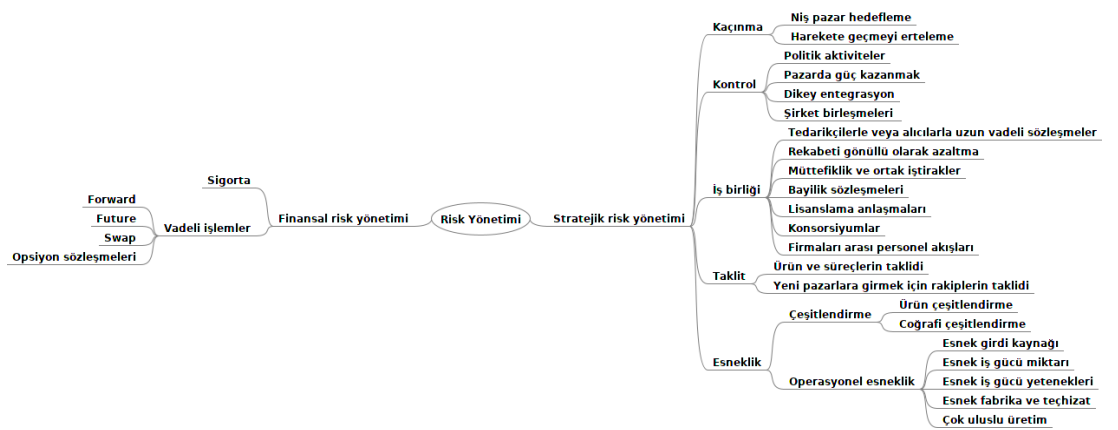


Kaynak: Miller (1992)'den Uyarlanmıştır.

Şekil 1.4'te görüldüğü gibi, belirsizlikle başa çıkmada finansal risk yönetimi ve stratejik risk yönetimi olmak üzere firmaların benimsediği iki farklı yaklaşım mevcuttur. Finansal risk yönetimi, firmanın stratejisinde bir değişiklik yapmadan maruz kaldığı riskleri hafifletmeye yarayan tekniklerden oluşur. Örneğin opsiyon sözleşmeleri, belli bir alım veya satım işleminin belli bir tarihte belli bir fiyattan gerçekleşmesini garanti ederek tarafların risklere karşı korunmasını sağlar. Son yıllarda opsiyon sözleşmeleri tedarik zinciri araştırmalarında da yoğun bir şekilde yer almaya başlamıştır. Örneğin Fan, Feng ve Shou (2020) riskten kaçınan bir alıcı ve tedarikçinin bulunduğu bir ortamda riske maruz değeri minimize eden opsiyon fiyatını araştırmıştır. Ayrıca opsiyon sözleşmelerinin tedarik zincirinin koordinasyonunda kullanılabileceğini belirtmiştir. Hu, Chen, Chan ve Meng (2018) ise bütçe kısıtı olan bir perakendecinin opsiyon fiyatı üzerinden en iyi sipariş politikasını belirlemiştir.

Özellikle uluslararası ticari işlemlerde döviz kurlarındaki dalgalanmalardan korunmak isteyen firmalar opsiyon sözleşmeleri ve diğer vadeli işlemlerden yararlanmaktadır. Ancak pazar koşullarında meydana gelen gelişmeler, finansal risk yönetimi araçlarının kapsamının daralmasına yol açmıştır. Bu nedenle literatürde stratejik risk yönetimi gün geçtikçe daha çok ilgi çekmektedir.

Şekil 1.4. Risk Yönetimi Türleri ve Stratejiler



Kaynak: Miller (1992)'den Uyarlanmıştır.

1990'lı yıllarda küreselleşmenin etkisiyle firmaların yönetmeleri gereken risklerin kapsamı daha da genişlemiştir. Özellikle de savaşlar, doğal afetler, ekonomik

krizler gibi şirketleri iflasa sürükleyen riskler liderlerin gündeminde yer almaya başlamıştır. Böylelikle daha kapsamlı risk yönetim modellerine ve daha sistemli uygulamalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç kurumsal risk yönetimi anlayışının doğmasını sağlayan ana etkidir. Kurumsal risk yönetimiyle beraber örgütsel yapı içerisinde risk yönetimiyle ilgili ayrı birimler oluşturulmaya başlanmıştır. Bu bağlamda risk yönetimi ile iç denetim mekanizmaları bütünleşmiş, yönetimin sorumlulukları artmış ve örgütlerin kültüründe risk farkındalığı oluşmuştur.

Risk yönetimi alanında dünyanın çeşitli ülkelerde kullanılan birçok model bulunmaktadır. Kızılboğa (2012) bu modellerden Avustralya-Yeni Zelanda, İngiltere, Kanada ve Amerika’da uygulananları incelemiş ve karşılaştırmıştır. Bu çalışmada ise risk yönetiminde bütün dünyada en çok kullanılan ve en kapsamlı model olan ISO 31000 standardı detaylı bir şekilde ele alınacaktır (Goy et al., 2011).

1.5. ISO 31000 Risk Yönetim Standartları

Geleneksel risk yönetimi yaklaşımlarında bireyler yalnızca birim bazındaki hedeflerden sorumludurlar ve bu hedeflere ulaşmalarını engelleyecek risklerle -formal ya da informal olarak- baş etmeye çalışırlar. Örgüt içindeki diğer bölümleri ya da tedarik zincirindeki diğer firmaları da ilgilendiren global hedefleri ise görmezden gelirler. Bu durumun yarattığı en büyük handikap, stratejik risklerin göz ardı edilmesidir (Lachapelle et al., 2019). Yereldeki performansı optimize etmek için alınan bazı kararlar, örgütün bütünsel performans hedefleriyle çelişebilir. Örneğin, pazarın üst bir segmentine kendini konumlandıran bir firmayı düşünelim. Bu firma, markasını müşterinin zihninde tutundurabilmek için farklılaştırma ya da odaklanma stratejisi izlesin. Bu durumda, bir satın alma yetkilisinin maliyet hedeflerini tutturabilmek için hammadde ya da yarı mamul tedarikinde kaliteden ödün vermesi, ürünün toplam kalitesini olumsuz etkileyecektir. Bunun gibi, işlem maliyetini kıstmak için müşteri hizmetlerini yavaşlatmak ya da operasyon biriminin teslim süresini uzatması gibi örnekler, bazen bölüm bazında performansı iyileştiren ancak müşteri tatminini azaltan ve uzun vadede markanın imajını zedeleyen kararlardır. Böyle bir durumda firma ya rekabet stratejisini değiştirip maliyet liderliğini benimsemeli ya da

örgüt içinde risk yönetimi süreçlerini stratejik hedefleriyle bütünleştirmelidir. Aksi halde uzun vadede karlılığını sürdürmesi pek mümkün olmayabilir.

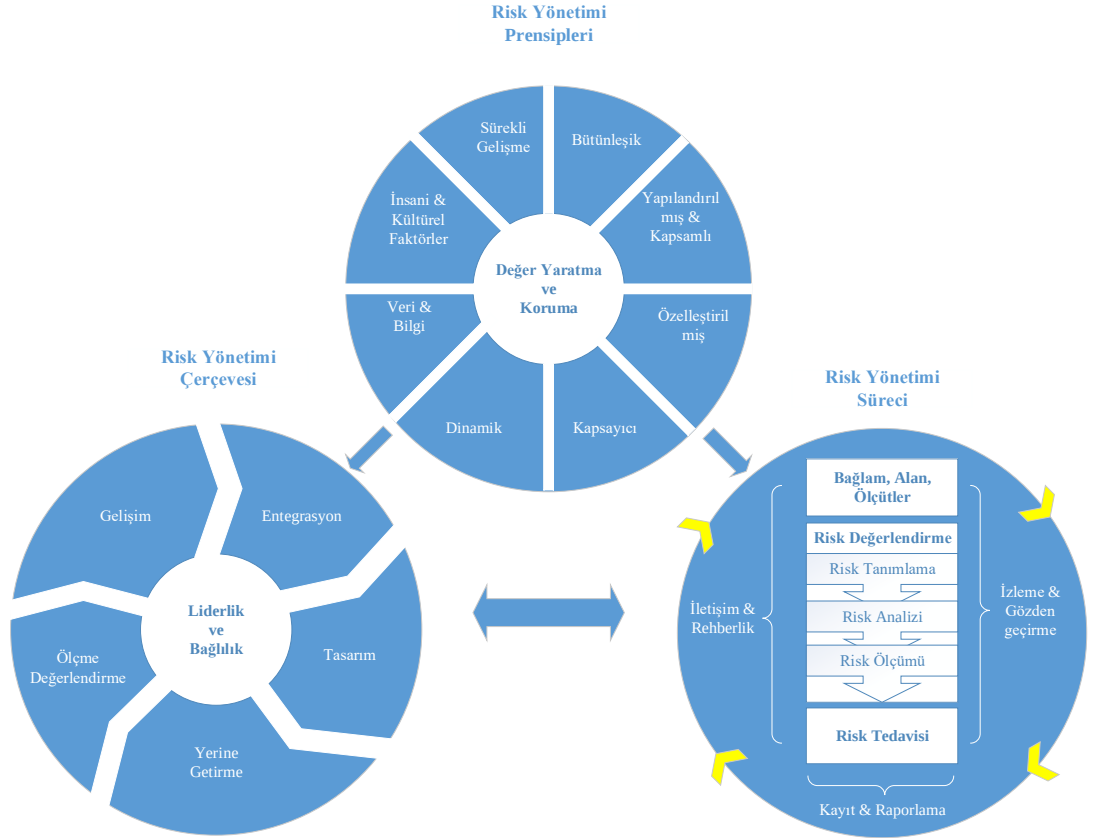
Bu bütünleşmenin sağlanmasında örgütler risk yönetim modellerine ihtiyaç duyarlar. ISO 31000 uluslararası risk yönetim standardı, bu ihtiyacı karşılamak için her türlü sektörde, örgütsel düzeyde ve faaliyette uygulanmak üzere ISO teknik komitelerince geliştirilen jenerik bir kurumsal risk yönetimi modelidir (BS ISO 31000, 2018). ISO 31000'in amacı risk yönetimini stratejik ve operasyonel yönetimle bütünleştirmektir (IRM, 2018). Nitekim risk yönetimi stratejik yönetimin en önemli bileşenlerinden birisidir. Lalonde ve Boiral (2012)'a ISO 31000'in başarılı bir şekilde uygulanması, tedarik zincirinde risk stratejilerine nasıl bakıldığına bağlıdır. Risk yönetimi uygulamaya dönük, aksiyon temelli bir strateji olarak görülmelidir. Yani planda “yazılan” değil, “yaşayan” bir strateji olmalıdır.

ISO 31000 standardının en önemli özelliklerinden birisi de, hem pozitivist hem de yapısalcı risk teorisinin öğretilerini bünyesinde birleştirmesidir (Lalonde ve Boiral, 2012). ISO 31000 riski, “belirsizliğin amaçlar üzerindeki etkisi” (IRM, 2018) olarak tanımlar. Görüldüğü gibi bu tanım oldukça muğlaktır. Bu muğlaklık yapısalcı bir bakışı ima eder. Risk tanımlamada ortak ve rasyonel bir risk tanımı her zaman mümkün değildir. Algı ve beklentilerden kaynaklı subjektif unsurlar risklerin paydaşlar arasında farklı şekilde değerlendirilmesine yol açabilir. Örneğin Lanska (1998) deli dana vakasını incelediği çalışmasında İngiliz hükümetinin stratejisini belirleyen unsurun, riski toplumdan daha farklı algılaması olduğunu belirtmektedir. İkinci olarak da risk yönetiminde süreklilik vurgusu ISO 31000'i yapısalcı paradigmaya yakınlaştırmaktadır. Bununla birlikte, ISO 31000'in risk analizinde önerdiği istatistiksel yöntemlerde riskin olasılık tanımı geçerlidir. Bu yöntemlerin çoğu, pozitivist paradigmaya dayalı nicel araştırma yöntemleri arasında yer almaktadır.

ISO 31000'in en önemli katkısı, sağladığı iş birliği ve iletişim kültürüyle hem örgüt hem de tedarik zinciri ağında risk yönetimine holistik bir bakış açısı sağlamasıdır (Lachapelle et al., 2019). Bu standart risk yönetimi sistemlerinde planlama, uygulama ve ölçme aşamaları için kapsamlı bir yol haritası sunmaktadır. İlk olarak 2009 yılında

yayımlanan model, 2018 yılında güncellenmiştir. ISO 31000:2009'un öngördüğü risk yönetimi çerçevesi, örgütün çeşitli kademelerinde karşılaşılabilecek farklı risk türleri için ortak bir reaksiyon planını kapsamaktadır. Bu plan dâhilinde belli ardışık işlemler yürütülür ve elde edilen sonuçlara göre örgütün genel bir risk profili elde edilir. Bu işlemler; risklerin tanımlanması, risklerin olma olasılığının hesaplanması, karar ölçütünün belirlenmesi, ölçütle karşılaştırma ve karar verme şeklinde özetlenebilir (BS ISO 31000, 2018). Daha sonra örgütün risk profili dönemsel olarak güncellenir ve süreçlerden bağımsız olarak raporlanır.

Şekil 1.5. ISO 31000:2018 Prensipler, Çerçeve ve Risk Yönetimi Süreci



Kaynak: (BS ISO 31000, 2018)

Şekil 1.5’de görüldüğü gibi ISO 31000:2018 risk yönetimi prensipleri, risk yönetimi çerçevesi ve risk yönetimi süreci olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Güncellenen modelde bazı farklılıklar dikkat çekmektedir. Bu farklılıklardan en

önemlisi insan faktörüne yapılan vurgudur. Buna göre risk yönetimi bütün paydaşların sorumluluğundadır ve iş birliği içerisinde yürütülmelidir. Bu iş birliği ve katılımın sağlanabilmesi için ise liderlerin sorumluluk alması gerekmektedir. Ayrıca risk yönetiminde insan davranışları, iç görü yoluyla alınan (judgemental) kararlara karışan sistematik hatalar ve kültürel faktörler daha fazla göz önüne alınmalıdır. İkinci olarak da doğrusal ve ardışık (sequential) adımlardan meydana gelen bir risk yönetimi sürecinin yeterince etkili olamadığı vurgulanmıştır. Bunun yerine yeni modelde risk yönetimi süreci döngüsel ve tekrarlı (iterative) adımlardan oluşmaktadır. Böylece ortama yeni bir bilgi eklendiğinde bu bilgi ışığında süreçler gözden geçirilerek gerekli tedbirler alınabilir.

1.5.1. Risk Yönetimi Prensipleri

ISO 31000’de risk yönetiminin amacı örgüt içinde değer yaratmak veya yaratılan değeri korumaktır (Lachapelle et al., 2019). Bunu başarabilmek için risk yönetiminin örgütsel performansı geliştirmesi, inovasyon ve yeniliklere açık olması ve başarı odaklı olması gerekmektedir. Bu bağlamda, örgütlerde risk yönetimi çerçevesini oluştururken göz önünde bulundurulması gereken bazı unsurlar yer almaktadır. Bu unsurlar aşağıdaki gibidir.

- Bütünleşik (Integrated): Risk yönetimi bütün örgütsel faaliyetlerin içinde olmalıdır.
- Yapılandırılmış ve kapsamlı (Structured and comprehensive): Risk yönetim süreci örgütsel alanın bütün bölgelerini kapsar. Risk yönetim süreçlerinin tutarlı ve karşılaştırılabilir sonuçlar üretmesini vurgular.
- Özelleştirilmiş (Customized): Risk yönetimi çerçevesi ve süreci örgütün amaçları doğrultusunda içsel ve dışsal bağlamıyla uyumlu olmalıdır.
- Kapsayıcı (Inclusive): Risk yönetimi kararları paydaşların düşüncesini de içermelidir. Onların bilgisine başvurmak hem risklere karşı örgüt içinde farkındalığı arttıracak hem de çalışanların bilgisini dâhil ederek daha isabetli kararların alınmasını sağlayacaktır.

- **Dinamik (Dynamic):** Riskler iç ve dış çevreden kaynaklı olarak değişkendir. Yani daha önce görülmeyen yeni risk türleri doğabilir, var olan riskler kaybolabilir ya da mevcut riskler başka bir türe evirilebilir.
- **En uygun bilgi (Best available information):** Risk yönetiminin girdileri tarihi verilerden, anlık veri akışından ve gelecek beklentilerinden oluşmaktadır.
- **İnsani ve kültürel faktörler (Human and cultural factors):** İnsan davranışları ve kültür risk yönetimini etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu iki faktör her aşamada risk yönetiminin önemli bir parçası olmalıdır. Risk yönetimi prensipleri örgüt içinde risk kültürü oluşmasına yardımcı olur. Nispeten yeni bir kavram olan risk kültürünün, 2008 finansal krizinden sonra altı çizilmeye başlanmıştır. Kurumsal risk yönetimi inisiyatifi (ERM Initiative) risk kültürünü, yönetimin ve çalışanların risk kararlarını etkileyen, örgüt içinde sergilenen değer ve davranışlar sistemi olarak tanımlar (Grace, Levery, Phillips ve Shimpi, 2015). Peki, risk kültürü neden önemlidir? Öncelikle bütün örgütlerde -zayıf ya da güçlü- bir risk kültürü vardır. Uzun vadede örgütün değer yaratıp bunu koruyabilmesi, risk kültürünün niteliğine bağlıdır. İkinci olarak liderler risk yönetimi süreçlerini örgütte tutundurabilmek için büyük zaman ve kaynak harcamaktadırlar. Risk kültürü, risk yönetimi uygulamaları için bir katalizör işlevi görür. Böylece risk yönetimi uygulamalarında bilgisizlik, tecrübesizlik ve yanlış anlamalardan kaynaklı aksaklıkların önüne daha kolay geçilebilir.
- **Sürekli gelişme (Continual improvement):** Risk yönetimi süreçleri yeni deneyimler ve öğrenmelerle daha iyiye doğru ilerlemelidir.

1.5.2. Risk Yönetimi Çerçevesi

Etkili bir risk yönetiminin örgüt bünyesinde etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi için bütün bölümlerde eşgüdümlü olarak uygulanması gerekmektedir. Bu birlikteliği sağlayabilmek için ise tepe yönetimin süreçlere liderlik etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla liderlik ve bağlılık risk yönetimi çerçevesinin özünü oluşturmaktadır (IRM, 2018).

Risk yönetimi çerçevesinin bileşenleri şunlardır:

- Entegrasyon (Integration): Risk yönetimi örgütün amaçlarının, ihtiyaçlarının ve kültürünün bir parçası olmalıdır. Bu başarıldığı takdirde, örgüt içinde üyelerin tamamı risk yönetimine karşı bir sorumluluk hisseder. Böylelikle sürdürülebilir performans iyileştirilmeleri gerçekleştirilebilir.
- Tasarım (Design): Risk yönetimi çerçevesi oluşturulurken örgütün iç ve dış yapısı çözümlenmelidir. İçyapı örgütün vizyon, misyon ve değerlerinden, strateji ve politikalarından, örgüt kültüründen vs. oluşmaktadır. Dış yapı derken örgütün içinde bulunduğu tedarik zinciri ağı içerisindeki ilişkiler, bağımlılıklar, darboğazlar vs. kastedilmektedir.
- Yerine getirme (Implementation): Örgütler risk yönetimi çerçevesini uygularken öncelikle iyi bir planlamayla kaynak ve zaman tahsisi yapmalıdır. Örgüt içinde kimlerin hangi ağırlıkta kararlar alacağı belli olmalıdır. Risk yönetimi çerçevesinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için örgüt üyelerinin farkındalık düzeylerinin ve adanmışlıklarının yüksek olması gerekmektedir.
- Ölçme değerlendirme (Evaluation): Risk yönetimi çerçevesinin etkililiğini değerlendirebilmek için örgütün belirlediği amaçlar doğrultusunda risk yönetimi çerçevesinin performansı ile ilgili mütemediyen ölçümler yapılması gerekmektedir. Böylelikle elde ettiği sonuçlara bakarak uygulamaların faydasına ilişkin karar verebilir.
- Gelişim (Improvement): Örgüt risk yönetimi çerçevesini belirledikten sonra iş süreçleri boyunca izleme ve değerlendirmeler yaparak gerekli iyileştirmeleri yapmalıdır.

1.5.3. Risk Yönetimi Süreci

Risk yönetimi örgüt içindeki her türlü karar aşamasında uygulama alanı olan bir yönetsel faaliyetler bütünüdür. Bu faaliyetler her bir risk unsurunun bireysel olarak tanımlanması, ölçme araçlarıyla risklerin ölçülmesi ve elde edilen ölçümlerin önceden belirlenen ölçütlerle karşılaştırılması şeklinde özetlenebilir.

Risk yönetimi sürecinin unsurları şunlardır:

- İletişim ve rehberlik (Communication and consultation): Bu aşamada amaç, paydaşların riskleri doğru bir şekilde algılamaları, anlamaları ve risk azaltıcı faaliyetlerin neden gerekli olduğuna dair bir iç görüş kazanmalarının sağlanmasıdır. İletişim paydaşların risklere dair farkındalık düzeyini yükseltir. Rehberliğin amacı ise karar verme süreçlerinde destek sağlamaktır. Bu desteği oluşturan en önemli unsur, karar vericilere risk yönetimi süreçlerinde yürütülen faaliyetlerden elde edilen sonuçlara ilişkin dönüt vermektir. Bununla birlikte, iletişim ve rehberlikten beklenen, risk yönetimi süreçlerinde farklı uzmanlık alanlarını bir araya getirmek ve risk ölçütlerinin belirlenmesinde ve risklerin değerlendirilmesinde farklı görüşlerin dâhil edilmesini sağlamaktır.
- Bağlam, alan ve ölçütler (Scope, context and criteria): Bu aşamada amaç etkili bir risk ölçümü ve risk iyileştirmesi sağlamak için risk yönetimi sürecinin işletmenin içinde bulunduğu bağlama göre (örgütsel özellikler, sektör ve tedarik zinciri ağı) özelleştirilmesidir. Öyleyse ilk iş bağlamın ortaya koyulmasıdır. Bağlam; amaçları, amaçlar doğrultusunda alınacak kararları, süreç boyunca beklenen çıktıları, uygulamalar için süre ve yer tayini, uygun risk ölçümü araçlarını ve tekniklerini, risk yönetiminin diğer süreçlerle, projelerle ve faaliyetlerle olan ilişkisini kapsar. Ölçütler, örgütün risk yönetiminde dikkate alacağı risk türlerini ifade eder. Risk ölçütleri örgütün değerlerini, amaçlarını ve kaynaklarını yansıtmalıdır. Bu ölçütler nitel veya nicel olabilir ve daima sürecin başında belirlenir.
- Risk değerlendirmesi (Risk assessment): Risklerin nedenleri, etkileri ve olasılıkları bakımından çözümlenmesidir. Risk değerlendirmesinin amacı tanımlanan risklerin nasıl iyileştirileceği ve alternatif durumlar arasından rasyonel seçimin nasıl yapılacağı üzerine kanıta dayalı bilgi ve analiz sağlamaktır (TSE ISO 31000, 2010). Risk değerlendirmesi sayesinde risklere dair kararlar alınır. Bu kararlar; bir faaliyeti yürütmenin gerekliliği, fırsatlardan istifade etmenin yolları, risk iyileştirmenin gerekliliği, risklerin önceliklendirilmesi-sıralanması, zararlı riskleri görmezden gelinebilecek düzeye indirmek için en rasyonel risk iyileştirme stratejisinin seçimi gibi problemler üzerinde olabilir. Risk değerlendirmesi üç aşamadan oluşur.

- *Risk belirleme (Risk identification)*: İşletmenin amaçlarına ulaşmasında engel teşkil edebilecek durumların teşhisi, keşfi ve tarifi. Riskleri tanımlarken somut ve soyut kaynaklardan yararlanılabilir. Yanlılıklar, varsayımlar ve inançlar soyut riskler için; fırsatlar ve tehditler de somut risk kaynaklarına örnek teşkil etmektedir. Risk belirleme tümevarımsal bir süreçtir. Riskler belirlenirken geçmiş dönem verileri ya da kontrol listeleri gibi kanıta dayalı yöntemler kullanılabilir. Ya da bir uzmanlardan oluşmuş bir komisyon tarafından beyin fırtınası, HAZOP gibi teknikler kullanılarak riskler belirlenebilir.
- *Risk analizi (Risk analysis)*: ISO 31000:2018 riski “belirsizliğin amaçlar üzerindeki etkisi” olarak tanımlamıştır (IRM, 2018). Risk analizinin amacı tanımlanan risklerin doğasını anlamaktır. Bazı riskler düşük önem ve yüksek olasılığa sahip iken bazıları, Taleb (2008)’in siyah kuğu metaforunda olduğu gibi- nadiren gerçekleşse de çok yüksek öneme sahip olabilir. Örneğin Temmuz 2018’de İstanbul’da yaşanan dolu felaketi böyle bir özelliğe sahiptir. Risk analizinde risklerin dönemsel etkileri de göz önüne alınır. Kronik riskler çoğunlukla uzun dönemli etkilere sahiptir. Örneğin tam zamanında üretim stratejisini benimseyen bir işletme için tedarikçisinin gecikme riski üretim akışında zaman zaman kesintiye sebep olabilir. Nadir görülen olayların etkileri ise kısa bir zaman dilimi kapsar. Ancak şiddetine göre nadir görülen olaylar, kalıcı bir kesintiye de yol açabilir. Risk analizinde olabilirlik analizinin nasıl yapılacağı da önemlidir. Kronik risklerin olasılık dağılımını belirlemek için geçmişte yaşanmış olaylara dair verilerden yararlanmak mümkündür. Ancak nadir gerçekleşen olaylarda belirsizlik yüksek olduğundan olasılık dağılımını ve parametreleri atamak da zorlaşır. Böyle durumlarda uzmanların uzun yıllar boyunca biriktirdikleri tecrübelerinden süzdükleri sezgilere güvenmekten başka yol yoktur. Bir çeşit doğrudan ölçme diyebileceğimiz sezgi, Bergson’a göre araçsız bir kavrayıştır ve gerçeğe ulaşmada güvenilir bir bilgi sunar (Demir, 2018; EROĞLU, 2012). Ancak Kahneman (2015) beklenti teorisini tanıttığı hızlı ve

yavaş düşünme kitabında insan sezgisine karışan bilişsel kısa yollardan (heuristics) bahseder. Bir tür bilinç dışı süreçler olarak tanımlayabileceğimiz bilişsel kısa yollar, öngörülebilir sistematik hatalara sebebiyet verir. Kurallı bir şekilde karar verme sürecine karışır ve karar vericiyi gerçeklikten uzaklaştırır. Bu da analizlerin geçerliğini düşürür. Öyleyse belirsizliğin yüksek olduğu durumlarda olabilirlik analizi sezgilere dayalı olarak yapılmak zorundaysa, bu sezgiler bir süzgeçten geçirilmeli ve sistematik hatalardan (heuristics) arındırılmalıdır. Böylece uygulanan metodolojinin yapı geçerliği güçlendirilmiş olacaktır. Risk analizinde riskler sebepleri ve sonuçları açısından da incelenmelidir. Bazı durumlarda olayların birden fazla sebebi olabilir ve gerçekleşen olaylar başka sonuçlara yol açabilir. Dolayısıyla riskler dinamik bir yapı arz eder. Riskler bu özellikler dikkate alınarak kategorize edilmeli ve farklı perspektiflerden bakılarak ele alınmalıdır. Böylece örgüt içinde kaynakların risklere daha etkin bir şekilde tahsisi mümkün olabilir. Son olarak, risk analizinde sistemi oluşturan değişkenlerin riske duyarlılıklarını anlamak da karar verici için oldukça önemli olabilir. Duyarlılık analizinde değişken parametrelerindeki bir birimlik manipülasyonun toplam riski ne kadar etkilediğine bakılır. Böylelikle değişkenlerin risklere karşı hassasiyet düzeyleri belirlenerek bu hassasiyetler sistem tasarımında göz önünde bulundurulabilir.

- *Risk kıyaslama (Risk evaluation)*: Risk kıyaslamanın amacı karar vermeye zemin hazırlamaktır. Bunun için önce gözlem yapılır. Bu gözlemlerde belli teknik özellikler olan araçlar kullanılabileceği gibi doğrudan da yapılabilir. Risk kıyaslama, gözlemlerden elde edilen bulgularla önceden belirlenen ölçütlerin karşılaştırılmasıdır. Böylece amaca dair nihai bir yargıya varılır. Nihai yargının gerçeği yansıtırma düzeyi ise kullanılan araçların geçerliği ve güvenilirliği nispetindedir. Risk kıyaslama nitel, yarı nicel ve nicel olarak yapılabilir. Nitel analiz, riskin sınıflı veya sıralı ölçek kullanılarak ölçülmesidir. Sınıflı ölçek düzeyinde analiz, riskin kategorilere ayrılma işlemidir. Bu kategoriler

riskin doğasını açıklayıcı şekilde ya da riskin belli bir özelliğe sahip olup olmaması şeklinde olabilir. Sıralı ölçek düzeyinde analiz, riski “düşük”, “orta”, “yüksek” şeklinde betimleme işlemidir. Yarı nicel analiz, likert tipi dereceleme ölçekleri kullanılarak yapılır. Risk seviyelerini belirlemek amacıyla istatistiksel yöntemler kullanılarak sonuç ve olasılıklar birleştirilir. Nicel analizler aralıklı ve oranlı ölçek düzeyinde yapılan analizlerdir. Nicel analizin özelliği risk seviyesinin spesifik bir birim cinsinden ölçülmesidir. Bu birim, gıda tedarik zinciri örneğinde hatırlanacağı üzere, hava sıcaklığının ölçüldüğü santigrat derece gibi bağıl sifıra dayalı olabilir. Bu durumda aralıklı ölçek kullanılmış olacaktır. Ya da birim yıllık meyve üretimini gösteren tonaj cinsinden de olabilir. Bu durumda ise başlangıç noktası gerçek sıfır olacağından oranlı ölçek kullanılmış olacaktır. Nicel analizin üstün tarafı, birimler arası mesafenin belirgin olması sayesinde daha hassas ölçme yapılabilmesidir. Bu da sonuçlara tesadüfi hata karışma olasılığını azaltarak analizlerin güvenilirliğini yükseltir. Ayrıca nicel ölçme araçları kullanılacak yöntem türleri açısından daha geniş bir perspektif sunmaktadır. Ancak hangi düzeyde analiz yapılırsa yapılsın hesaplanan risk düzeylerinin birer tahminden ibaret olduğu unutulmamalıdır (TSE ISO 31000, 2010).

- Risk davranışı (Risk treatment): Risk davranışının amacı, riskin meydana gelme olasılığını ve etkilerini azaltmaktır. Bunu gerçekleştirmek için risklere karşı ne tür stratejilerin izleneceğine karar verilmelidir. Bu stratejiler; riske kaynak teşkil eden faaliyete hiç başlanmaması, bir fırsatın bedeli olarak riske katlanması, risk kaynaklarının kurutulması ya da risklerin paylaşılması üzerine şekillendirilebilir. Davranış stratejileri uygulandıktan sonra olasılıklar ve sonuçlar yeniden analiz edilerek risklerin tolerans düzeyine inip inmediği kontrol edilir. Dolayısıyla riske karşı davranış, döngüsel bir süreçtir.
- İzleme ve gözden geçirme (Monitoring and review): Bu aşamada amaç risk yönetimi sürecinin kalitesini ve etkililiğini arttırmaktır. Beklenen sonuçların elde edilip edilmediği, bu sonuçların gerçek deneyimlerle uyumluluğu, risk değerlendirme tekniklerinin doğru bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı, risk

iyileştirmesinin işe yarayıp yaramadığı gibi durumlar kontrol edilir (TSE ISO 31000, 2010). Planlama, bilgi toplama, sonuçların kaydedilmesi ve dönüt sağlama faaliyetlerini içerir.

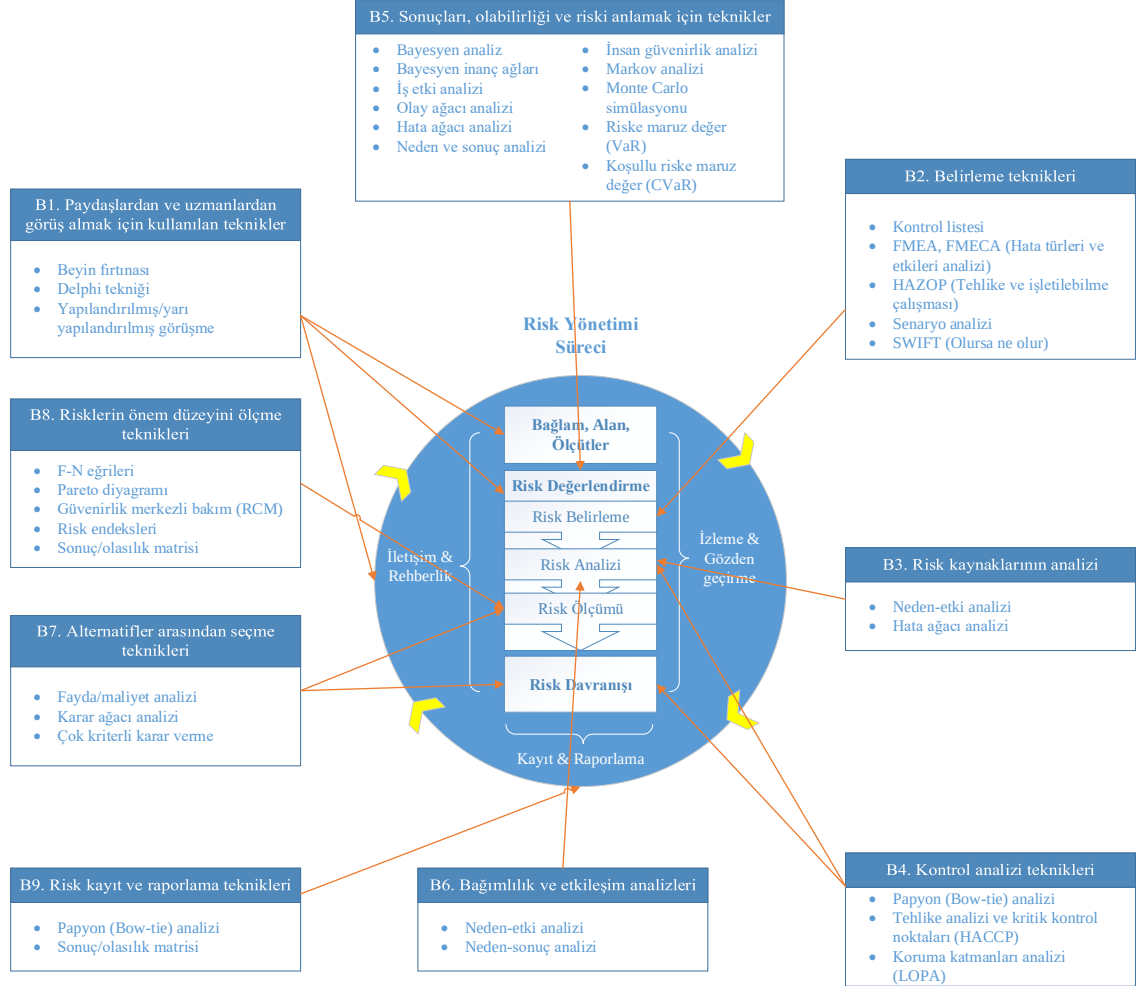
- Kayıt ve raporlama (Recording and reporting): Risk yönetimi süreci gerekli araçlar kullanılarak kaydedilmelidir. Bu kayıtlar sayesinde risk yönetiminde yürütülen faaliyetler örgüt içinde paylaşılır. Karar mercilerine bilgi sağlanır.

1.5.4. ISO 31010 Risk Değerlendirme Yöntemleri

Hem iş analizlerinde hem de akademik literatürde yaygın olarak rastlanan 31 adet risk değerlendirme yöntem ve tekniği, ISO 31000 standardına ilaveten yazılan ISO 31010:2009'da derlenmiştir (IEC/ISO 31010:2009, 2012). Bu tekniklerin ortak özelliği, risk yönetimine analitik bir bakış açısıyla alınan kararların rasyonelleştirilmesini sağlamasıdır.

Şekil 1.6'da risk yönetimi tekniklerinin 9 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Her kategoride kullanılış amaçlarına göre birbirlerine yakın olan teknikler bir arada toplanmıştır. Örneğin, neden etki analizi ve hata ağacı analizinin her ikisi de risk içeren olayların dayalı olduğu belirsizlik durumlarını araştırdığı için “risk kaynağının analizi” kategorisinde toplanmıştır. Bununla birlikte bazı teknikler birden fazla amaca hizmet ettiği için aynı anda farklı kategorilerde yer alabilmektedir. Örneğin sonuç/olasılık matrisi hem risklerin önem düzeyini belirleme teknikleri arasında hem de risk kayıt ve raporlama teknikleri arasında yer almaktadır. Diğer bir önemli ayrıntı da, kategorilere ayrılmış bu yöntemlerin risk yönetimi sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılabilir olmasıdır. Örneğin, alternatifler arasından seçme tekniklerinin (Fayda/maliyet analizi, karar ağacı analizi, çok kriterli karar verme) risk yönetimi sürecinin hem risk ölçümü hem de risk iyileştirmesi safhasında kullanılabildiği görülmektedir.

Şekil 1.6. IEC/ISO 31010 Geleneksel Risk Değerlendirme Teknikleri



Kaynak: (Cross, 2017)

Şekil 1.6'ya ilaveten EK 2'de de bu tekniklerin çeşitli özelliklere göre incelendiği özet bilgiler yer almaktadır. Bu tabloda ilk sütunda tekniğin adı, ikinci sütunda da kısa tanımı yapılmıştır. Üçüncü sütunda bu teknikler, kaynaklar ve yetkinliklere göre düşük, orta ve yüksek şeklinde derecelendirilmiştir. Kaynaklar ve yetkinlikler, tekniğin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için harcanması gereken para, zaman ve emeği temsil etmektedir. Belirsizliğin doğası ve derecesi tekniğin açıkladığı özelliklerin olasılıksal bir yapıda olup olamamasıyla ilgilidir. Karmaşıklık tekniğin uygulanmasındaki prosedürlerin anlaşılma kolaylığını veya zorluğunu yansıtmaktadır. Sayısal çıktı sağlayabilme, tekniğin uygulanmasıyla elde edilen verilerin nitel mi yoksa nicel mi olduğunu göstermektedir.

Risk yönetimi, yalnızca işletmelerin kurum içi süreçlerinde değil tedarik zincirlerinde de oldukça önemsenen bir konudur. İşletmenin genişletilmiş hali gibi düşünebileceğimiz tedarik zincirleri, küreselleşmenin ve artan rekabetin etkisiyle daha önce hiç olmadığı kadar büyük risklere maruz kalmaktadır. Bu risklerin neticesinde de işletmeler finansal kayıplar ve itibar zedelenmesi yaşayabilmektedir. Örneğin otomobil endüstrisinde tedarik zincirinde yaşanan bir aksaklık günlük 100 milyon dolarlık zarara neden olmaktadır (Kern, Moser, Hartmann ve Moder, 2012). Bu gelişmeler son yıllarda hem akademik literatürde hem de uygulamada tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY) konusunun popülerlik kazanmasını sağlamıştır.

Peki, TZRY'yi kurumsal risk yönetimi bağlamında ele alabilir miyiz? De Oliveira, Marins, Rocha, ve Salomon (2017) ISO 31000 kurumsal risk yönetimi standardının TZRY için uygulanabilir olduğunu iddia etmektedir. ISO 31000 risk yönetimi sürecinin literatürdeki TZRY modelleriyle örtüştüğünü ve şemsiye bir kavramsal yapı sunduğunu göstermektedir. Ayrıca ISO 31010:2009'da yer alan risk yönetimi tekniklerinden TZRY'de kullanılanları önem düzeylerine göre önceliklendirmiş ve en önemli altı yöntemi belirlemiştir. İkinci bölümde TZRY konusu işlenecek ve bu altı yöntem dâhil olmak üzere TZRY'de kullanılan yöntemler açıklanacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ

Bu bölümde tedarik zincirinin kavramsallaşma süreci, tedarik zincirindeki yaklaşımlar, süreçler ve risk yönetim modelleri ele alınmıştır. Ayrıca literatürde risk analizinde ve değerlendirmesinde kullanılan metodolojilerden önemli görülenlere yer verilmiştir.

2.1. Tedarik Zinciri Kavramının Gelişimi

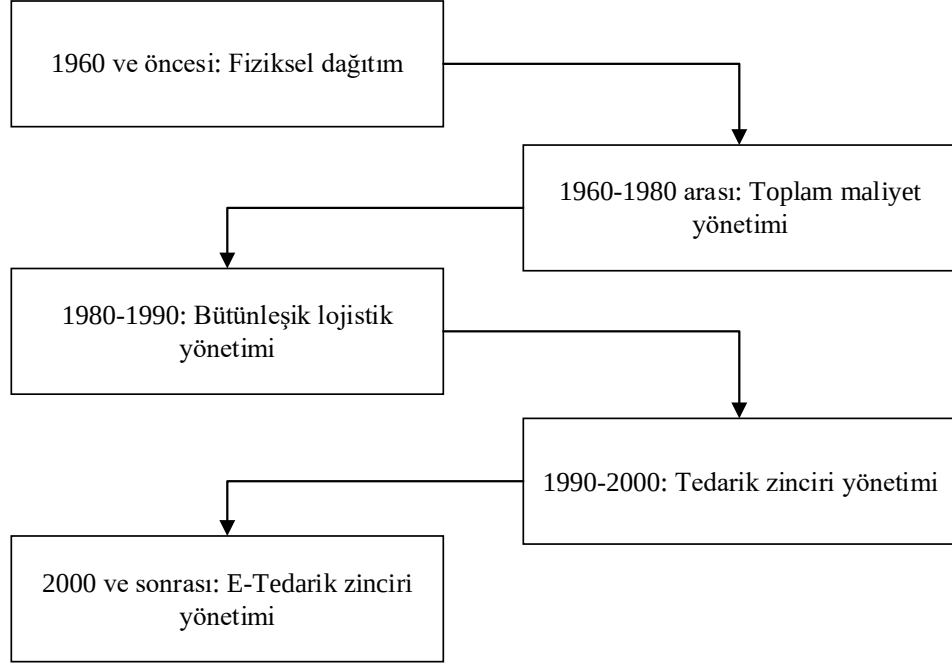
Tedarik zinciri kavramı üretim, pazarlama ve dağıtım fonksiyonlarını birbirinden ayırmak üzere ilk defa 1982 yılında Oliver Kith tarafından ortaya atılmıştır (Özdemir, 2004). Ancak gelişim aşamaları daha eski dönemlere uzanmaktadır. Şekil 2.1’de tedarik zinciri kavramının tarihsel gelişim aşamaları görülmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin kökenleri 1960’lara kadar uzanmaktadır. Bu tarihlerde merkezileşmemiş bir lojistik fonksiyonu depolama, envanter kontrolü ve nakliye etkinliği ile operasyon performansının artırılmasına odaklanmıştı.

1970’lerde MRP sistemlerinin gelişmesiyle yöneticiler lojistik faaliyetleri merkezileştirdiler. Pazarlama, üretim ve finansman gibi her bir birimin faaliyetlerini ayrı ayrı optimize etmek yerine bütün sistemi ele alarak rekabet avantajı elde etmeye odaklandılar. Bu dönem toplam maliyet yönetimi ya da malzeme yönetimi ve fiziksel dağıtım dönemi olarak kabul edilmiştir.

1980’lerde bilgisayarların kullanılmaya başlanmasıyla lojistik yönetim fonksiyonu daha da genişlemiş ve diğer işletme fonksiyonlarıyla bütünleşik hale gelmiştir. Bu dönem lojistik entegrasyonu veya lojistik safhası olarak da isimlendirilir. Lojistik safhasında işletmelerin stratejik kararlarıyla lojistik odağı birleştirilmiş ve ilk defa tedarik zinciri yönetimi kavramı ortaya atılmıştır (Ganeshan, Jack, Magazine ve Stephens, 1999).

Şekil 2.1. Tedarik Zinciri Gelişim Aşamaları



Kaynak: Ross (2008)

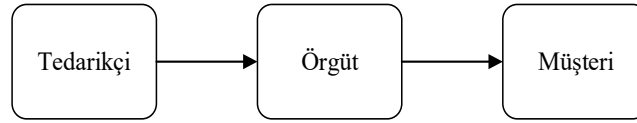
1990’lardan sonra kalite rekabette öne çıkabilmek için tek başına yeterli olmamaya başladı. Kaliteyle birlikte ürünleri hızlı ve esnek bir şekilde tüketicilere sunmak, bunu yaparken de maliyetleri makul bir düzeyde tutmak yeni başarı göstergeleri olmuştur. Yöneticiler bu hedeflere ulaşabilmek için üretim girdilerini sağlayan tedarikçilerle ve nihai tüketiciyle en yakın temas halindeki perakendecilerle yakın işbirliği içinde olmaları gerektiğini fark etmişlerdir. Literatürde bu döneme tedarik zinciri yönetimi evresi denilmektedir (Özdemir, 2004). Öncesinde lojistik, tek bir örgütün sınırları dâhilinde vuku bulan faaliyetleri kapsarken, tedarik zinciri müşterinin talep ettiği ürünün pazara dağıtımı için eylemlerini koordine eden örgütler ağını temsil etmektedir (Başkol, 2011).

2000’li yıllara gelindiğinde ise büyük işletmelerde tedarik zinciri unvanıyla yeni yönetsel birimler kurulmaya başlanmıştır. Bu dönemde internetin de kullanılmaya başlanmasıyla senkronize işleyen bir tedarik zinciri mümkün hale gelmiştir. Genişleyen tedarik zinciri ağlarında bilgi paylaşımı kolaylaşmıştır. Paylaşılan bilginin analiziyle tedarik zincirleri çevik bir yapıya kavuşma şansı edinmiştir (Ross, 2008).

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri üretim girdilerinin temini, bu girdilerin nihai ürüne dönüşmesi ve nihai ürünlerin müşterilere dağıtımını sağlayan özerk veya yarı özerk örgütlerin bir araya gelmesiyle oluşan bir ağ yapısıdır (Lee ve Billington, 1992). Başka bir tanıma göre de tedarik zinciri kavramı katma değerli aktivitelerden oluşan bir gidi-çıkı sistemi (Gereffi vd., 2001). Bu aktiviteler tedarik zincirindeki bir lider örgüt tarafından yönetilir (Sturgeon, 2001). Bu lider firma, tedarik zincirindeki yeni ürünlerin akışını başlatarak diğer firmaları ve tedarikçilerini yeni yatırımlar konusunda yönlendirir. Şekil 2.1’de de görüldüğü gibi basit tedarik zinciri tedarikçilerden, mamul ya da hizmetlerin üretilen örgütten ve müşterilerden oluşmaktadır (Hahn ve Kuhn, 2012).

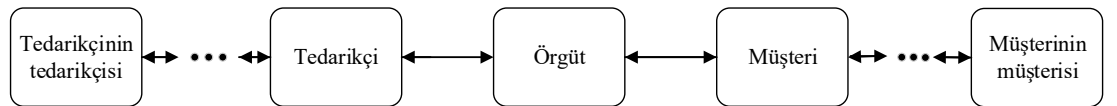
Şekil 2.2. Basit Tedarik Zinciri



Kaynak: Keskin (2016).

Tedarik zinciri kavramı, ortaya çıktığı ilk dönemlerde tedarikçiden üreticiye, dağıtıcıya ve ondan da müşteriye doğru olan malzeme akışlarını temsil ediyorken, sonraları kavram daha geniş bir perspektiften ele alınmaya başlanmıştır. Mentzer vd. (2001)’ye göre tedarik zinciri üç veya daha fazla örgütten oluşan bir yapıdadır. Bu yapıda aşağı yönlü ve yukarı yönlü olarak para, malzeme ve bilgi akışları gerçekleşir (Lee ve Whang, 2000).

Şekil 2.3. Genişletilmiş Tedarik Zinciri



Kaynak: Keskin (2016).

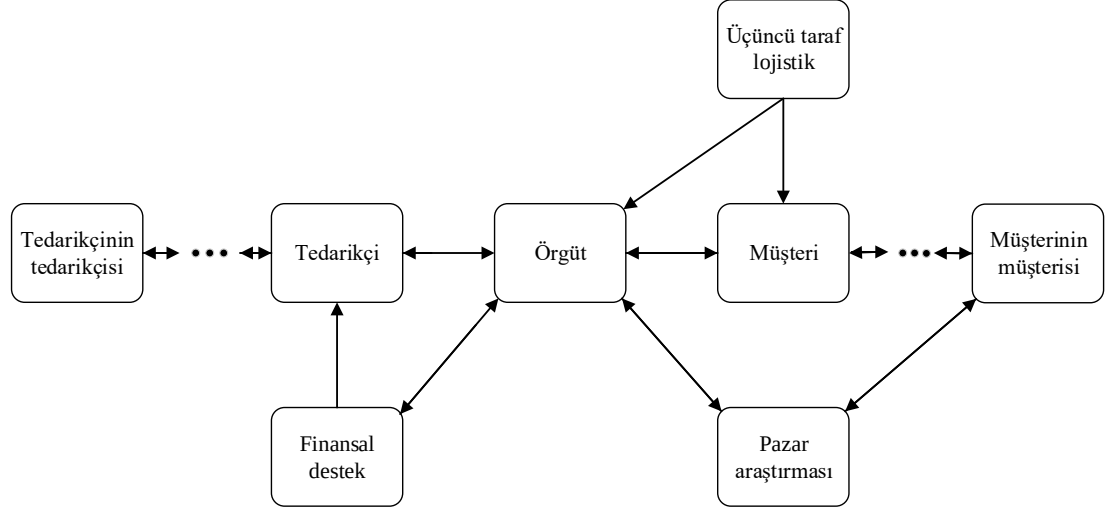
Mentzer’e (2001) göre bir örgüt aynı zamanda birden fazla tedarik zincirinin parçası da olabilir. Böylelikle tedarik zincirleri eklenerek ağ yapısı ortaya çıkar.

Nitekim Christopher'a (1992) göre tedarik zinciri, aşağı yönlü ve yukarı yönlü akışların olduğu, nihai tüketiciye sunulan ürün ve hizmetlerle değer yaratıldığı küresel bir örgütler ağıdır.

2000'li yıllarda tedarik zincirleri özellikle otomotiv ve havacılık gibi sektörlerde oldukça karmaşık bir hal almaya başlamıştır. Merkezdeki örgütün tedarikçilerinden ve müşterilerinden öte, tedarikçilerinin tedarikçileri ve müşterilerinin müşterileriyle olan ilişkileri de tedarik zinciri kapsamında değerlendirilmeye başlamıştır. Şekil 2.3'te görüldüğü gibi karmaşık bir tedarik zincirinde sistemin aşağı yönündeki herhangi iki parçası arasındaki ilişkinin durumu, bu iki parçayla ilişkisi olmayan kalan kısımların performansına da etki ettiği görülmüştür. Bu durumda tedarik zincirinin sistemsel özelliği ortaya çıkar ve bu sistemde firmalar kararlarını bireysel olarak değil, bütünü göz önüne alarak vermek zorundadırlar (Scholten ve Schilder, 2015). Dolayısıyla tedarik zincirinde başarıya ulaşmak için birimiz hepimiz, hepimiz birimiz için anlayışı hâkim olmalıdır.

Tedarik zincirinin amaçları arasında müşteri tatminini arttırmak, çevirim süresini kısaltmak, envanter ve ilişkili olduğu maliyetleri azaltmak, ürün hatalarını azaltmak ve genel olarak faaliyetleri iyileştirmek yer almaktadır (Özdemir, 2004). Tedarik zinciri yöneticileri bu amaçları gerçekleştirebilmek adına örgüt içi ve örgütler arası ilişkileri optimize ederek tedarik zinciri boyunca oluşan çoklu ilişkileri koordine eder (Lambert ve Cooper, 2000). Ancak bu hiç de kolay bir iş değildir. Nitekim tedarik zinciri yönetimi fiziksel ve somut özelliklerle beraber davranışsal ve soyut özellikleri de kapsayan çok fonksiyonlu ve çok disiplinli aktiviteler bütünüdür (Trkman ve McCormack, 2009). Başka bir tanıma göre de tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirinin bütünsel olarak performansını arttırmak için işletmenin geleneksel fonksiyonlarının stratejik ve sistematik olarak koordine edilmesidir (Rao ve Goldsby, 2009).

Şekil 2.4. Nihai Tedarik Zinciri



Kaynak: Keskin (2016).

2.2.1. Tedarik Zinciri Paradigmaları

Paradigma, bakış açısı anlamına gelip doğru veya yanlış olarak değerlendirilmesi yerine karar vericilerin yakınlık düzeyleri bakımından ele alınırlar. Tedarik zinciri alanındaki araştırma konuları ve pratik uygulamaların türleri, araştırmacının veya yöneticinin tedarik zincirini hangi paradigmayla ele aldığına bağlıdır. Şekil 2.4'te literatürdeki tedarik zinciri paradigmaları yer almaktadır. Şekilde de görüldüğü gibi tedarik zinciri paradigmaları en dar kapsamlıdan en geniş kapsamlıya doğru birbiriyle bağlantılıdır.

Fonksiyonel paradigma en basit ve en temel paradigmadır. Fonksiyonel paradigmayı benimseyen işletmelerde her bir departman birbirinden bağımsız olarak hareket eder. Her bir departmanın amaçları ve optimumları farklıdır. Tedarik zincirinin başarısı girdi maliyetleri, verimlilik ve satış performansı gibi göstergelerle ölçülür.

Tedarik zinciri fonksiyonları, tedarik zinciri karması olarak da bilinir. Tedarik zinciri karması; planlama ve pazarlama stratejisi, satın alma, üretim planlama, depolama ve malzeme tutma, envanter yönetimi, depo ve mağazalar, nakliye, müşteri hizmetleri ve teknik destekten oluşur (Quayle, 2006; s. 107-108).

Şekil 2.5. Tedarik Zinciri Paradigmaları



Kaynak: (Ayers, 2002; s.7-11)'den uyarlanmıştır.

Fonksiyonel paradigmanın düşük maliyeti başarı ölçütü olarak kabul etmesi, hammadde ve malzeme maliyetlerinin önem kazanmasını sağlamıştır. Böylece satın alma paradigması doğmuştur. Satın alma paradigması tedarik zinciri yönetimini, tedarik zincirindeki yukarı yönlü ilişkilerin yönetimi olarak ele alır. Özellikle imalat sektöründe satın alma mesleği tedarik zinciri yönetimiyle eş anlamlı hale gelmiştir. Bu mesleği icra edenler, tedarikçi portföyü oluşturma, müzakere, sözleşme yönetimi ve tedarikçi değerlendirmesi gibi görevleri yerine getirmektedirler. Bu görevleri yerine getirirken tedarikçilerle olan güç dengelerini ve tedarikçilere olan bağımlılık düzeyi gibi durumları dikkate alırlar. Ayrıca satıcı yönetimli envanter (Vendor Managed Inventory-VMI) gibi uygulamalarla girdi maliyetlerini en aza indirmeye gayret ederler.

Tedarik zincirlerinde işletmeleri birbirlerine bağlayan temel unsur lojistik faaliyetlerdir. Bu faaliyetler kapsamında ürünlerin tedarik zinciri katmanları arasındaki fiziksel hareketi aynı zamanda ülke ekonomilerinin de önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Lojistik, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için mamul, hizmet ve bunlarla ilişkili bilginin başlangıç noktasından tüketildiği noktaya kadar akışın ve depolanmasının etkili ve verimli bir şekilde planlanmasını, uygulanmasını ve

kontrolünü sağlayan tedarik zinciri süreçleri olarak tanımlanmaktadır. Lojistik ve nakliye paradigması depolama faaliyetlerinin organize edilmesi, dağıtım merkezlerinin ve nakliye ağlarının kurulması gibi maliyet odaklı faaliyetlere ağrılık vermektedir.

İşletme içinde ve tedarik zincirinde yalnızca fiziksel akışlar değil, veri akışı da bağlantıları oluşturur. Bilgi işleme paradigması bu veriyi işleyerek bilgiye dönüştürmeye odaklanır. Ayrıca bilgi akışını sağlayan teknolojik araçları önemser. Örneğin blok zinciri teknolojisi, iletişimde aracı unsurları çıkarak taraflar arasında güvenli bir şekilde bilgi paylaşımına olanak sağladığından son yıllarda tedarik zinciri alanında oldukça popülerlik kazanmaya başlamıştır. Bu tür teknolojiler zincir yeleri arasında standardizasyonu sağlar. Böylece planlama ve koordinasyon kolaylaşır (Ayers, 2002).

Tedarik zincirinde bilgi paylaşımı türleri arasında satış tahminleri, envanter bilgisi, müşteri şikayetleri veya yatırım kararları sayılabilir. Örneğin Wall-Mart satış noktalarındaki verileri tedarikçileriyle paylaşarak onların daha etkili bir biçimde üretim planlaması yapmalarına olanak sağlamaktadır.

Süreç yeniden yapılandırma paradigması, kaliteyi arttırmak ve israfı önlemek için iş süreçlerinin radikal bir şekilde yeniden yapılandırılmasına odaklanır. Altı Sigma ise süreç yenilemede en çok kullanılan metodolojidir. Süreç yenileme yaklaşımı teknolojiden faydalanmayla karıştırılmamalıdır. Yeni teknolojilerin kullanımı yalnızca süreç yenilemede yalnızca katalizör rolü oynamaktadır.

Strateji paradigması, tedarik zincirinin rekabet stratejileriyle bütünleşmesine odaklanır. Bu stratejiler müşteriye sunulan çekirdek ürünü değil, genişletilmiş ürünün içerdiği operasyonları da kapsamalıdır. Bu yaklaşımda tedarikçi ilişkileri, lojistik ve bilgi işleme araçları müşteri tatminini destekler. Bu da Pazar payı ve karlılık artışı olarak geri döner. Maliyetler ise bu bakış açısına göre ikinci planda kalmaktadır (Ayers, 2002).

2.2.2. Tedarik Zincirinde Aşağı Yönlü Süreçler

Global Tedarik Zinciri Forumu, tedarik zincirlerinde işleyen sekiz farklı süreç tanımlamaktadır (Özdemir, 2004). Bu süreçler; müşteri ilişkileri yönetimi, müşteri hizmet yönetimi, talep yönetimi, sipariş işleme, iade yönetimi, imalat akış yönetimi, satın alma ve ürün geliştirme-ticarileştirme şeklinde sıralanmaktadır. Bu süreçlerden ilk beşi aşağı yönlü süreçleri oluştururken satın alma ya da tedarikçi ilişkileri yönetimi olarak adlandırılan bu fonksiyon, yukarı yönlü süreçleri oluşturur (Özdemir, 2004).

Aşağı yönlü süreçlerden müşteri ilişkileri yönetimi, müşterilerin yaşam boyu değerini dikkate alarak onlarla uzun vadeli stratejik ilişkiler kurabilmeyi amaçlayan bir tedarik zinciri sürecidir (Chen ve Popovich, 2003). Bu ilişkilerin organizasyonunda teknolojiden yararlanılır ve amaç en üst düzeyde müşteri tatminini sağlamaktır.

Müşteri ilişkileri yönetiminde işletmenin hangi pazar bölümünün ihtiyaçlarının karşılanacağına karar verilir. Hedef müşterilerin seçimi, işletme misyonuyla uyumlu olarak pazar bölümlenimin sonunda yapılır. Anlaşmaya varılan müşterilerle sözleşmeler imzalanarak belli bir vadede ilişkiler yürütülür. Ayrıca süreç boyunca müşterilerin karlılıkları ve finansal etkileriyle ilgili performans raporları hazırlanır. Özetle müşteri ilişkileri yönetiminin en genel amacı işletmenin elinde bulunan müşteri portföyünün değerini mümkün olduğunca en üste çıkarmaktır. Müşteri ilişkileri yönetiminin diğer amaçları ise; potansiyel müşterilerin tespiti, müşteri ihtiyaçlarını anlama, portföydeki müşterileri karlılıklarına göre segmentlere ayırma, müşteri tatminini arttırma, kampanyaları yönetme, kaybedilen müşterileri yeniden kazanma şeklinde sıralanabilir.

Müşteri hizmet yönetimi ise sipariş, yükleme, bulunabilirlik gibi bilgilerin müşteriyle paylaşıldığı süreçlerdir. Dolayısıyla müşteri hizmetleri ile müşteriyle yüz yüze temas sağlar ve bu süreç işletmenin görünen yüzüdür. Müşteri hizmetleri süreçlerinde müşteriyle yapılan sözleşmelerin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi sağlanır (Özdemir, 2004). Oluşan risklerin henüz gerçekleşmeden veya gerçekleşse bile müşteriler bundan etkilenmeden telafi edilmesi amaçlanır.

2.2.3. Tedarik Zincirinde Yönetmel Faaliyetler

Tedarik zincirinde yönetmel faaliyetler stratejik, operasyonel ve taktik seviye olmak üzere üç kategoride incelenir (Hwang ve Rau, 2006). Stratejik seviye, kaynakların dağıtımının uzun vadeli olarak planlandığı safhadır. Depo, fabrika veya dağıtım merkezi gibi tesislerin kuruluş yerlerinin seçimi ve kapasitelerinin planlanması stratejik seviyede yürütülen faaliyetlerdir. Müşteri ve ürün segmentasyonu, operasyon ve kanal stratejilerinin belirlenmesi de yine bu planlamaya örnektir. Ancak bu stratejiler belirlenirken müşteriye vaat edilen ürünün veya sektörün ürün yaşam döngüsünün hangi aşamasında olduğu dikkate alınmalıdır. Böylelikle tedarikçiler, üreticiler ve müşterilerle uzun vadeli ilişkiler kurulabilir. Özetle uzun vadeli planlama genel olarak işletmenin genel hedefleriyle tedarik zinciri stratejilerini uyumlu hale getirmeyi amaçlar.

Taktiksel seviyede üretim planlaması yapılır. Kalite, maliyet, teslimat ve esneklik gibi ölçütler gözetilerek tedarikçiler seçilir ve satın alma sözleşmeleri imzalanır. Hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürün stokunun ne miktarda ve nerede tutulacağına karar verilir. Nakliye rotaları ve sıklığı belirlenir. Yürütülen operasyonların başarısı sektördeki rakiplerle kıyaslanır ve gerekiyorsa süreç iyileştirmesi yapılır. Bilgi sistemlerinden de yararlanarak müşterilerin ihtiyaç ve beklentileri takip edilir ve şikâyetler çözüme kavuşturulur. Süreçlerin sonunda da hakediş ödemeleri yapılır.

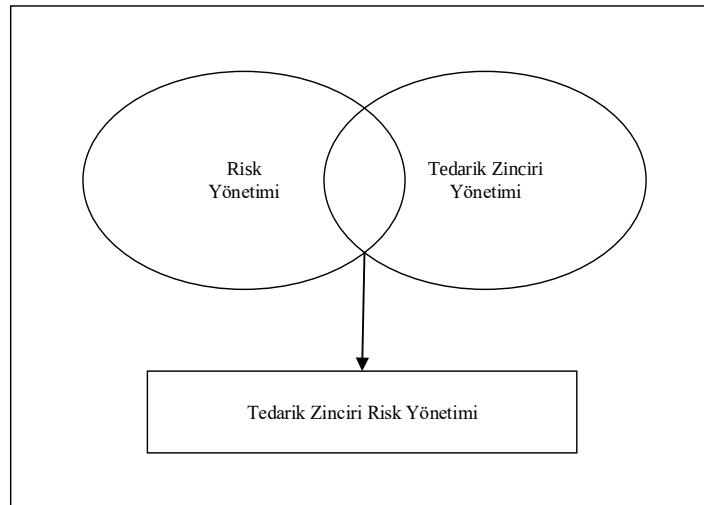
Operasyonel seviyede ise tedarik zincirindeki bütün birimlerin gündelik faaliyetleri rutin bir şekilde yürütülür. Talep tahminleri yapılır ve bu tahminler tedarikçilerle paylaşarak koordinasyon sağlanır. Müşteriden gelen siparişler kayda geçilir ve muhasebeleştirilir. Tedarikçilerden gelen ürünler kabul edilir. İmalatta kullanılan hammadde ve yarı mamulün işletme içinde akışları düzenlenir. Üretilen ürünlerin depoya, perakendeciye ya da müşteriye teslimi planlanır ve uygulanır (Hwang ve Rau, 2006).

2.3. Tedarik Zincirinde Risk Yönetimi

Mevcut piyasa koşullarında firmalar ayakta kalabilmek için bir veya birden çok tedarik zincirinin parçası olma durumunda kalmaktadırlar. Bu sebeple rekabet olgusu artık firmalar arasında değil, tedarik zincirleri arasında gözlemlenmektedir (Christopher, 2016). Bu rekabet ortamında tedarik zincirleri başarıya ulaşabilmek için maruz kaldıkları riskleri etkili ve verimli bir şekilde yönetebilmelidirler. Bu ihtiyaç, TZRY kavramını doğurmuştur.

TZRY, tedarik zinciri üyeleri arasındaki koordinasyon ve işbirliğiyle, bir bütün olarak tedarik zinciri kırılganlığını azaltmak için tedarik zincirindeki risklerin belirlenmesi ve yönetilmesidir (Jüttner vd., 2003, s.201). TZRY araştırmaları 21.yüzyılın ilk yıllarına dayanır (Harland, Brenchley ve Walker, 2003; Jüttner, Peck ve Christopher, 2003; Manuj ve Mentzer, 2008). TZRY, risk yönetimi ve tedarik zinciri yönetiminin kesişiminden doğmuş olup ayrı bir çalışma alanıdır. Risk, tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetimini etkileyen olumsuzluklar yaratan bir olaya maruz kalma durumudur (Ghadge, Dani ve Kalawsky, 2012). TZRY'nin görevi tedarik zincirinin kırılganlığını önlemek ya da azaltmak için potansiyel risk kaynaklarının tespiti ve uygun iyileştirme faaliyetlerinin tatbikidir.

Şekil 2.6. Risk Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Bir Kesişimi Olarak Tedarik Zinciri Risk Yönetimi



Kaynak: Blos, Quaddus, Wee ve Watanabe (2009).

TZRY'nin amacı, istenmeyen durumların oluşmasını en aza indirmek, bu durumların performans üzerindeki etkisini azaltmak ve tedarik zincirinin eski durumuna dönerek yeniden işlerlik kazanmasını hızlandırmaktır (Hendricks, Singhal ve Zhang, 2009). Buna tedarik zincirinin dayanıklılığı (supply chain resilience) denir ve TZRY'nin genel amacı dayanıklılığı arttırmaktır (Nyoman Pujawan ve Geraldin, 2009). Tedarik zinciri dayanıklılığını arttırmada yöneticilere düşen ilk iş, maruz kalınan riskleri doğru bir şekilde tespit edebilmektir.

2.3.1. Tedarik Zinciri Kırılmaları

Tedarik zinciri kırılması, tedarik zincirinin herhangi bir halkasında iş sürekliliğini kesintiye uğratacak acil durumların ya da aksaklıkların yaşanması veya tedarik zinciri üyelerinin zincirden ayrılması olarak tanımlanabilir. Genel bir kabul olarak, tedarik zincirlerinin ancak en zayıf halkası kadar güçlü olduğu ifade edilmektedir. Tedarik zincirinin ölçeği büyüdüğünde ise kırılabilirlik daha da artmaktadır. Bu sebeple akaryakıt dağıtım sektörü gibi büyük ölçekli tedarik zincirlerinde kırılmalara karşı görünürlüğü artırmanın ve proaktif risk yönetiminin maliyet azaltıcı bir etkisi vardır (Nooraie ve Mellat Parast, 2015).

Yapılan bir araştırmada tedarik zinciri kırılmalarının 49 risk türü içinden önem sırasınca göre 14'üncü sırada yer aldığı ortaya çıkmıştır (Demirci Orel ve Akkan, 2018). Ayrıca işletmelerin %80'i tedarik zinciri kırılmalarının en öncelikli konulardan biri olduğunu ifade etmiştir (Ambulkar, Blackhurst ve Grawe, 2015).

Üçüncü bölümdeki ölçme modelinde ayrıntılı bir şekilde açıklandığı üzere, bu çalışmada tedarik zinciri kırılmaları, sözleşme fesih riski ve acil durum riski ile modellenmiştir. Bir sonraki başlıkta ise, tedarik zinciri kırılmalarına yol açan literatürdeki risk kaynaklarına ve risk kategorilerine değinilmiştir.

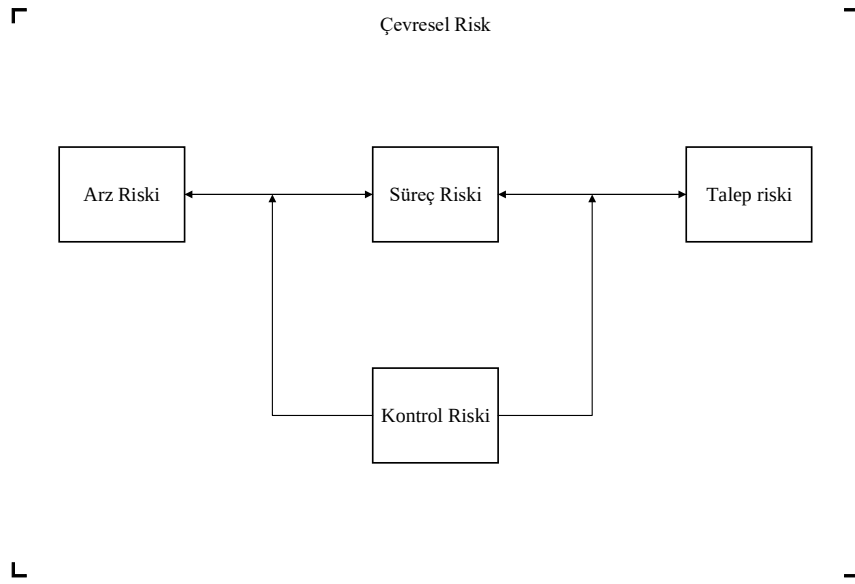
2.3.2. Tedarik Zincirinde Risk Kaynakları ve Kategorileri

Tedarik zincirindeki risklerini tanımlamaya yönelik olarak yapılan, literatürdeki ilk çalışmalardan birinde Mason-Jones ve Towill (1998), mamul tedarik zinciri operasyonlarının maruz kaldığı riskleri “belirsizlik çemberi” metaforu ile kavramsallaştırılmıştır. Belirsizlik Çemberi; arz kısmı, üretim süreci, kontrol sistemi

ve talep kısmı olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin her biri, karşılıklı etkileşim halindeki çeşitli tedarik zinciri risklerini içinde barındıran birer kategori olarak düşünülebilir (Şekil 2.5). Bu kategoride yer alan risklerle baş edebilmek ve belirsizlik çemberini küçültebilmek adına proaktif stratejiler geliştirebilen firmaların rekabette üstünlük sağlayacağı belirtilmektedir.

Bölüm bazlı incelenecek olursa; arz kısmındaki riskler çoğunlukla talebe olan uzaklığın bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Örneğin ikinci kademe tedarikçinin (dağıtıcının) içinde bulunduğu belirsizlik, perakendecininkinden daha yüksektir. İkinci olarak da arzdan kaynaklı kesintiler ve riskler yoğun küresel dış kaynak kullanımı yapan firmalarda ve firmanın kendini sınırlı sayıda tedarikçiye bağladığı durumlarda da sıklıkla görülmektedir. Ayrıca zayıf tedarikçi yönetimi de arz kesintilerine neden olabilmektedir (Lee, Yeung ve Hong, 2012).

Şekil 2.7. Tedarik Zincirinde Risk Kaynakları



Kaynak: Christopher (2016; s. 221).

Süreç temelli riskler, operasyonel mükemmelliği etkileyen darboğazlardan, kapasite kararlarından ve üretimdeki oynaklıktan kaynaklanabilmektedir. Süreç risklerini azaltabilmenin yolu, insan faktörünü mümkün olduğu kadar üretim süreçlerinden çıkarmakla mümkündür (Schorsch, Wallenburg ve Wieland, 2017).

Talep temelli riskler ise, çevresel riskle beraber firmaların etki sahasına en uzak iki alandır. Bu risk esas olarak fiyatlardaki ve talepteki belirsizlikten kaynaklanır. Talep riskleriyle baş etmenin en uygun yolu ise esnek bir üretim kapasitesine sahip olmaktır. Kamçı etkisi (bullwhip effect) ve ikame ürünlerin tehdidi de bu riski oluşturur (Li, Disney ve Gaalman, 2014).

Arz, süreç ve talep risklerinin üzerinde bir de kontrol riski bulunmaktadır. Kontrol riski, daha çok denetim mekanizmasıyla ilgilidir ve uçtan uca tedarik zincirinde gerçekleşen bilgi akışının anlık olarak analiz edilmesiyle ortaya çıkabilir. Örneğin, siber saldırı, yolsuzluk, veri kaybı gibi riskler kontrol riski grubunda değerlendirilir (Fan vd., 2017). Son olarak çevresel risk, tedarik zincirini dışarıdan etkileyen faktörlerden oluşur. Bir tedarik zinciri ağının yaşamı boyunca firma talepte, fiyatlarda, döviz kurlarında ve rekabet çevresinde yaşanan dalgalanmalarla baş etmek zorundadır. Bu risklerin zamanını ve türünü kestirmek çok zordur. Ancak etkilerini anlamak çok önemlidir (Talluri, Kull, Yıldız ve Yoon, 2013).

Tablo 2.1. Küresel Tedarik Zinciri Performansını Etkileyen Risk Kaynakları

Risk Faktörleri	TZ etki oranı (%)
Doğal afetler	35
Eğitimli iş gücü eksikliği	24
Jeopolitik belirsizlik	20
Yükün terör faaliyetleriyle zarar görmesi	13
Petrol fiyatlarındaki dalgalanma	37
Döviz kurlarındaki dalgalanma	29
Liman operasyonları/gümrükteki beklemler	23
Müşteriler/müşterilerin erteleme talepleri	23
TZ'deki ortakların performansı	38
Lojistik kapasite/karmaşıklık	33
Talep tahmini/planlama doğruluğu	30
Tedarikçi planlaması/iletişim konuları	27
Esnek olmayan tedarik zinciri teknolojileri	21

Kaynak: Ferrer, Karlberg, ve Hintlian (2007).

Tablo 2.1’de yukarıda bahsi geçen risk kaynaklarının hangi oranda tedarik zinciri performansını etkilediği görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde çevresel risklerden sayılan doğal afetlerin tedarik zinciri performansı üzerinde en yüksek paya

sahip unsur olduğu gör÷lmektedir. Terörizm faaliyetlerinin ise etkisinin nispeten daha az gör÷ldüğü ifade edilmektedir. Bunun sebebi, uluslararası taşımacılıkta lojistik firmalarının yalnızca güvenli rotaları tercih etmesi gösterilebilir. Bunun yanında, uluslararası siyasette yaşanan gelişmelerin, yıllar içinde risklerin tedarik zinciri operasyonlarına etkisini de değiştirmiş olabileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Tablo 2.2’de ağ tasarımında gözetilmesi gereken tedarik zinciri riskleri yer almaktadır. Bu risklerden kesinti riski çevresel kaynaklı bir risk olup, iş sürekliliğinin geçici olarak ya da tamamıyla kesintiye uğramasıdır. Gecikme riski, ise arz kaynaklı bir risk türüdür ve satın alma tarafının problemidir. Tedarikçi tarafından yapılması gereken teslimin sözleşme tarihinde belirtilen süreyi aşması durumunu tarif eder. Sistem riski, bir kontrol riskini ifade eder. Bilişim alt yapısının çökmesi ya da veri tabanında tutulan kayıtların silinmesi gibi vakalar sistem riskine örnek teşkil eder. Tahmin riski, talep kaynaklı bir risk olup tüketicilerin ihtiyaç ve beklentilerindeki muğlaklık sebebiyle geleceğe yönelik sağlıklı bir projeksiyon yapılamaması anlamına gelmektedir. Fikri mülkiyet riski benzer şekilde çevresel kaynaklı bir risk olup küresel piyasalarla ilgilidir. Satın alma riski arz kaynaklı bir risk olup sektör ve makroekonomik koşullardan kaynaklı olarak girdi maliyetlerinin etkilenmesi olarak açıklanabilir. Alacak riski, talep kaynaklı bir risk olup müşteri sayı ve niteliğinden kaynaklı olarak karlılığın aşığı yönde baskılanması olarak tanımlanabilir. Envanter riski süreç kaynaklı bir risktir ve üreten mamul ya da yarı mamullerin elden çıkarılamaması sebebiyle maliyetlerin yükselmesi anlamına gelir. Kapasite riski ise yine süreç temelli bir risk olup, talepteki ani yükseliş sebebiyle mevcut kapasitenin yetersiz kalması sebebiyle potansiyel kazançların elde edilememesi ya da tersi gibi talep azlığı durumunda kapasitenin atıl kalması durumunu temsil eder (Christopher, 2016).

Svensson (2000) tedarik zinciri risklerini nitel riskler ve nicel riskler olmak üzere iki kategoride incelemiştir. Nicel riskler arz yönlü fiziksel hareketlerde zarara yol açan kesintilerdir. Örneğin kötü hava koşullarından dolayı kargonun gecikmesi bir nicel risktir. Nitel riskler ise malzeme bileşenlerinin özelliklerinden kaynaklanan riskleri temsil eder. Örneğin tedarik edilen hammadde veya yarı mamulün kalite ölçütlerini sağlamaması bir nitel risktir.

Tablo 2.2. Ağ Tasarımında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Tedarik Zinciri Riskleri

Kategoriler	Risk nedenleri
Kesintiler (disruptions)	Doğal afetler, savaş, terörizm, işgücü ile anlaşmazlıklar, tedarikçilerin iflası
Gecikmeler (delays)	Tedarik kaynağında yüksek kapasite kullanım oranı, tedarikçi kaynağının esnek olmaması, tedarikçi kaynağında düşük kalite ve verimlilik.
Sistem riski	Bilişim altyapısının çökmesi. Sistem bütünleşmesi ya da yeni sistemlerin ağa dahil edilmesi
Tahmin (forecast) riski	Uzun teslimat sürelerinden kaynaklı kesin olmayan tahminler, mevsimsellik, ürün çeşitliliği, ürün yaşam döngüsünün kısalığı, eksik müşteri verisi, bilgi kirliliği
Fikri mülkiyet riski (intellectual property risk)	TZ'nin dikey entegrasyonu. Küresel dış kaynak kullanımı ve piyasalar
Satın alma (procurement) riski	Kur riski, girdi fiyatları, tek kaynağa bağımlılık, yani tek bir tedarikçiden alınan ürünün oransal olarak miktarı, sektördeki kapasite kullanım oranı
Alacak riski (receivables)	Müşteri sayısı, müşterilerin finansal gücü
Envanter riski	Ürünlerdeki demode olma (obsolescence) oranı, stok bulundurma maliyeti, ürünün değeri, arz talep belirsizliği
Kapasite riski	Sermaye maliyeti, kapasite esnekliği

Kaynak: Chopra ve Meindl (2017).

Jüttner vd. (2003) risk kaynaklarını; çevresel unsurlar, ağdan kaynaklı unsurlar ve örgütten kaynaklı unsurlar olarak üç kategoride incelemiştir. Çevresel unsurlara kazalar, yangınlar, afetler ve terör olayları örnek verilebilir. Ağdan kaynaklı unsurlar tedarik zincirinin aşırı karmaşık yapısından dolayı yaşanabilecek kaotik olaylardır. Örgütten kaynaklı unsurlar ise grevler, ekipman arızaları ve sistemsel problemlerdir.

Tang (2006) tedarik zinciri risklerini kırılma riskleri ve faaliyet riskleri olarak iki kategoride incelemiştir. Faaliyet riskleri, talep belirsizliği, maliyet belirsizliği gibi iş akışından kaynaklı belirsizliklerin sebep olduğu risklerdir. Kırılma riskleri ise insan eliyle veya doğal afetler sebebiyle tedarik zincirinde yaşanan kesintilerdir.

Faisal, Banwet ve Shankar (2007) tedarik zinciri risklerini dört kategoride toplamıştır. Bilgi güvenliği/kırılma riskleri tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşımının azalması sonucu ortaya çıkar. Korsan faaliyetler, siber saldırılar, çalışanların hileleri gibi durumlar bu kategorideki risklere örnek teşkil eder. Tahmin

riskleri tedarik zincirinde her türlü istatistiksel tahminde, tesadüfi ve sistematik hataların modele karışması sonucu sapmaların yaşanma olasılığıdır. Entelektüel sermaye riski, özellikle uzak doğudaki düşük üretim maliyetleri sebebiyle tescilli markaların marka değerinin aşınması olasılığıdır. Son olarak bilgi teknolojileri riski ise bu hizmetlerde dış kaynaktan yararlanma stratejisinin sonucu olarak işletmenin ticari sırlarının üçüncü kişilerin eline olasılığıdır.

2.3.3. Tedarik Zincirinde Risk Azaltıcı Stratejiler

Tedarik zinciri riskleri, ağ tasarlarırken göz önünde alınması gereken en önemli unsurlardır. Tablo 2.2’de tedarik zinciri ağlarını tasarlarırken göz önünde alınması gereken riskler ve bu risklerin kaynakları yer almaktadır.

Yöneticilerden, tedarik zinciri ağını tasarlarırken riskleri tespit ettikten sonra, bu riskleri kontrol edebilmek için strateji üretmeleri beklenir. Geliştirilen stratejilerin amacı, üstlenilen risklerle maliyet arasında en uygun denge noktasının bulunmasıdır. İşletmelerin güçlü stratejiler geliştirmelerinin amacı, normal şartlar altında maliyetleri düşürmek ve müşteri tatminini arttırmak, kesintinin olduğu zamanlarda da kısa sürede iş sürekliliğini yeniden sağlamaktır (Tang, 2006).

Risk tedbirleri (hedging) denilince teoride ve pratikte çoğunlukla vadeli işlemler ya da sigorta gibi finansal araçlar akla gelmektedir. Ancak finansal araçlarla risk tedbirleri almanın maliyeti çoğunlukla yüksektir. Bunun yerine esneklik ve süreç yenilemeye dayalı operasyonel risk tedbirleri (operational hedges) firmalara büyük rekabet avantajları sağlayabilir. Tablo 2.3’te Chopra ve Meindl (2017) tarafından önerilen tedarik zinciri ağı tasarlanırken başvurulabilecek risk azaltıcı stratejiler yer almaktadır.

Svensson (2000) tedarik zinciri risklerini nitel riskler ve nicel riskler olmak üzere iki kategoride incelemiştir. Nicel riskler arz yönlü fiziksel hareketlerde zarara yol açan kesintilerdir. Örneğin kötü hava koşullarından dolayı kargonun gecikmesi bir nicel risktir. Nitel riskler ise malzeme bileşenlerinin özelliklerinden kaynaklanan riskleri temsil eder. Örneğin tedarik edilen hammadde veya yarı mamulün kalite ölçütlerini sağlamaması bir nitel risktir.

Tablo 2.3. Ağ Tasarımında Risk Azaltıcı Stratejiler

Risk azaltıcı strateji	Özel hazırlanmış strateji
Kapasiteyi arttırmak	Düşük maliyete odaklanmak, tahmin edilebilir talepler için kapasitenin merkezden uzaklaştırılması. Tahmin edilemeyen talep için merkezde kapasite inşa edilmesi. Kapasite maliyetlerini azaltarak merkezden uzaklaşmamayı arttırmak.
Fazlalık tedarikçiler (redundant suppliers) edinmek	Yüksek hacimli ürünler için daha fazlalıklı arz (redundant supply), düşük hacimli ürünler için daha düşük fazlalık. Düşük hacimli ürünler için az sayıda esnek tedarikçiyle fazlalığın merkezileştirilmesi
Cevap verebilirliği (responsiveness) arttırmak	Ticari mallar (commodity products) için cevap verebilirliği değil maliyet liderliğini tutmak. Ürün yaşam döngüsü kısa olan ürünler için maliyet liderliğini değil cevap verebilirliği tutmak.
Stokları arttırmak	Talebin tahmin edilebildiği, düşük değerli mamuller için merkezden uzak üretim. Talebi tahmin edilemeyen yüksek değerli ürünler için merkezde üretim.
Esnekliği arttırmak	Tahmin edilebilir, yüksek hacimli ürünler için maliyeti esnekliğe tercih et. Tahmin edilemeyen, düşük hacimli ürünler için esnekliği tercih et.
Havuz ya da toplam talep	Tahmin edilemeyen büyümelerde bir arada toplanmayı (aggregation) artırır.
Kaynak kapasitesini arttırmak	Çok değerli ve yüksek riskli ürünlerde kapasiteyi maliyete tercih et. Az değerli ticari mallar için maliyeti kapasiteye tercih et. Mümkünse esnek kaynaklarda yüksek kapasiteyi merkezileştirme.

Kaynak: Chopra ve Meindl (2017).

Ortaya çıkan risklerin büyüklüğü tolerans gösterilemeyecek kadar büyükse kaçınma stratejisi önerilir. Örneğin tedarik zincirinin hedeflediği pazarda belirsizlik yüksekse yöneticiler kaçınma stratejisini uygulayabilir (Manuj ve Mentzer, 2008b). Kaçınma stratejisinin en tipik uygulama örneği sigorta yaptırmaktır. Sigorta maliyetli bir araç olsa da riskin gerçekleşmesi durumunda finansal kayıpların önüne geçmektedir (Demirci Orel ve Akkan, 2018).

Kontrol stratejisi, işletmenin faaliyetleri sırasındaki belirsizliklere karşı proaktif bir yanıt geliştirerek kırılmaların önüne geçmeyi amaçlamasıdır. Bunu sağlayabilmek için işletmenin ileriye ve geriye doğru entegrasyonla mülkiyetini arttırması önerilebilir. Ancak bu durumda da işletmenin sabit maliyetleri artacaktır (Manuj ve Mentzer, 2008b). Bu sebeple işletmeler tedarikçileri üzerinde sözleşme yönetimi aracılığıyla kontrol stratejisini uygulamaya çalışır (Demirci Orel ve Akkan, 2018).

Kontrol stratejisi, entegrasyon veya sözleşme yoluyla tek taraflı olarak riski hafifletmeyi öngörse de, örgütler arasındaki güç dengesi her zaman buna müsaade etmeyecektir. Bu noktada işbirliği stratejisi riski azaltmada tek taraflı bir aksiyon yerine ortak bir mutabakat önermektedir. Böylelikle tedarik zincirinde örgütler arasında bilgi paylaşımı daha akışkan hale gelerek tedarik zincirinin görünürlüğü artacaktır (Jüttner et al., 2003).

Esneklik stratejisi, hızlı cevap alabilme sebebiyle yerel tedarikçilerle çalışmayı seçme, çok kaynaklı tedarik yoluyla riski dağıtma ve tedarikçilere olan bağımlılığı azaltma şeklinde geleneksel tedarik zinciri yönetimi uygulamalarından oluşur (Jüttner et al., 2003).

2.3.4. Tedarik Zincirinde Çeviklik ve Yanıt Verebilirlik

Yanıt verebilirlik, firmanın müşterilerinin ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilmek için pazardaki değişimlere etkili ve verimli bir şekilde reaksiyon gösterebilme düzeyidir (Cai, Huang, Liu ve Liang, 2016). Belirsiz çevre şartları ve hızla değişen pazar koşulları göz önüne alındığında, yanıt verebilirlik firmaların yaşamlarını sürdürülebilmeleri adına hayati öneme sahip olan bir yetenektir (Moyano-Fuentes, Sacristán-Díaz ve Garrido-Vega, 2016). Bu minvalde müşterilerin beklentileri hızlı bir şekilde karşılamak sadece işletmelerin değil tedarik zincirlerinin de bir görevi haline gelmiştir (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013).

Yanıt verebilirlik, tedarik zincirinin tepki hızını gösteren bir ölçü iken çeviklik, yanıt verebilirliğin stratejiye dönüştürülmüş halidir. Güçlü bir marka algıysındansa çevikliğin firmaların ve tedarik zincirinin ömrünü daha fazla uzattığı ispatlanmıştır (Homburg, Grozdanovic ve Klarmann, 2007). Çeviklik, talep yapısında meydana gelen ani değişikliklere hacim ve çeşitlilik anlamında cevap verebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Christopher, 2016). Ancak bu talep yalnızca dış müşterilerin değil aynı zamanda iç müşterilerinkini de kapsamaktadır. Dolayısıyla çeviklik, tedarik zinciri sınırları içinde ve dışında meydana gelen değişikliklere, kaynakları zamanında ve esnek bir şekilde kullanarak proaktif ve reaktif yanıtlar vermektir (Li, Chung, Goldsby ve Holsapple, 2008).

Çeviklik, bir yönetim felsefesi olmakla beraber aynı zamanda bir üretim yaklaşımıdır (Güner ve Gündoğan, 2017). Üretimde çevikliğin en önemli iki göstergesi esneklik ve hızdır. Esneklik, farklı ürün kombinasyonlarını ekonomik bir şekilde piyasaya sürebilme yeteneği olarak tanımlanırken, hız da sipariş geçildikten sonra işletmenin talep edilen ürünü üretip sevkiyatı gerçekleştirene kadar geçen süreyi işaret etmektedir (Uğurlu, Çolakoğlu ve Öztosun, 2019). Ancak işletmenin çevik olabilmesi için yalnızca üretimin değil, dağıtım ve tedarik şebekelerinin de çevik olması gerekmektedir (Prater, Biehl ve Smith, 2001). Bu süreçlerden birinde meydana gelebilecek yavaşlık ve kırılma, diğer iki sürecin çevikliği sayesinde kapatılabilir. Örneğin küresel petrol tedarik zincirlerinde yaşanabilecek uluslararası bir petrol krizinde akaryakıt dağıtım firmalarının çevikliği birçok sektörde iş kesintilerinin yaşanmasını engelleyebilir. 1974’de Arap İsrail savaşından sonra OPEC’in batıyı cezalandırmak amacıyla petrol arzını kısıması sonucunda başta ABD’de olmak üzere birçok batılı ülkede ekonomiler krize girmiştir. Hatta bu krizle birlikte Toyota üretim sistemleri dikkatleri çekmiş ve onun yalın üretim felsefesi, sıfır büyümenin olduğu bir ekonomide bile karlılığı sürdürmenin yollarını öğretmiştir. Krizler her ne kadar bazıları için fırsatlar yaratsa da, ekonomiler ondan sakınmak için tedarik zincirlerinin çevikliğine önem vermelidirler.

Bu araştırma kapsamında vaka çalışmasına konu olan Opet Petrolcülük A.Ş. ise kriz durumlarında kendi limanlarından petrol ithalatı yapabilme kapasitesiyle çevik bir dağıtım zinciri vizyonuna sahip olduğunu göstermektedir. Ancak tedarik zinciri çevikliği, kolayca tatbik edilebilecek bir strateji değildir. Çeviklik stratejisinin, kanal üyeleri arasında yüksek düzeyde koordinasyon ve entegrasyon isteyen karmaşık bir felsefesi vardır (Mishra, Konana ve Barua, 2007).

2.3.5. Erken Uyarı Sistemleri

Askeri literatürden işletme alanına devşirilen çeviklik stratejisinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için işletmelerde gelecekte oluşması muhtemel olayları haber verecek mekanizmalara ihtiyaç vardır (Sheffer, 2006). Bu mekanizmalar erken uyarı sistemler olarak bilinirler. Erken uyarı sistemleri tedarik zincirinde gerçekleşebilecek riskleri önceden haber veren tahmin modelleridir. Bu modelleri geleneksel istatistiksel

testlerden ayıran özellik, yazılımsal alt yapısının işletmenin sistemine entegre edilerek canlı veri akışını analiz etmesidir.

Lojistik ve tedarik zincirinde kullanılan teknolojilerin gelişmesi, veri toplamayı da kolaylaştırmıştır. Araç takip sistemleri, her türlü sensörler, RFID, coğrafi bilgi sistemleri ve sosyal medya, erken uyarı sistemlerinin analiz için ihtiyaç duyduğu veri kaynaklarından bazılarıdır. Ayrıca, tedarik zincirindeki işletmeler koordinasyon ve iş birliğini arttırmak amacıyla ortak ERP altyapıları ve bilgi paylaşımı için standart iletişim portalları kullanmaktadırlar. Dolayısıyla tedarik zinciri kırılmalarına karşı yöneticilerde erkenden farkındalık oluşturmak daha mümkün hale gelmiştir.

Erken uyarı sistemlerinin hem akademik literatürde hem de uygulamada henüz yeterince olgunlaşmamış bir konu olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalara bakıldığında Yang ve Xie (2019)'ın Bayes ağları yöntemi kullanarak Çin'de tarım tedarik zinciri risklerine karşı bir erken uyarı sistemi geliştirdiği görülmektedir. Liu ve Ji (2009) ise kurumsal lojistik yönetiminde erken uyarı sistemlerine olan ihtiyacı vurgulamış ve bir performans indeks sistemi geliştirmiştir. Rong ve Ye (2011) imalat sektöründe KOBİ'lerin tedarik zincirindeki B2B süreçleri için risk ölçümü sağlayan bir erken uyarı sistemi önermiştir. Erken uyarı sistemleri uygulamada tedarik zincirinin sağlamlığını korumak için oldukça önemli araçlar olarak görülmektedir. DHL firması tedarik zinciri kesintilerine karşı makine öğrenmesi ve doğal dil işleme yöntemlerine dayalı bir erken uyarı sistemi kullanmaktadır. Bu sistem 140 risk türü için 300 binden fazla çevrimiçi ve sosyal medya kaynağından gelen 30 milyon gönderiyi analiz etmektedir (BCI, 2020).

Erken uyarı sistemleri tedarik zinciri risklerini önceden tahmin etmeyi sağlasa da bu risklere karşı nasıl davranılması gerektiğine dair stratejiler geliştirmek daha kapsamlı bir görevdir. TZRY modelleri bu bakış açısı ile risklerin ölçümünden sonra iyileştirme stratejileriyle risklerin olasılıklarını veya etkilerini azaltmaktadırlar. Bir sonraki bölümde literatürdeki TZRY modelleri tanıtılmaktadır.

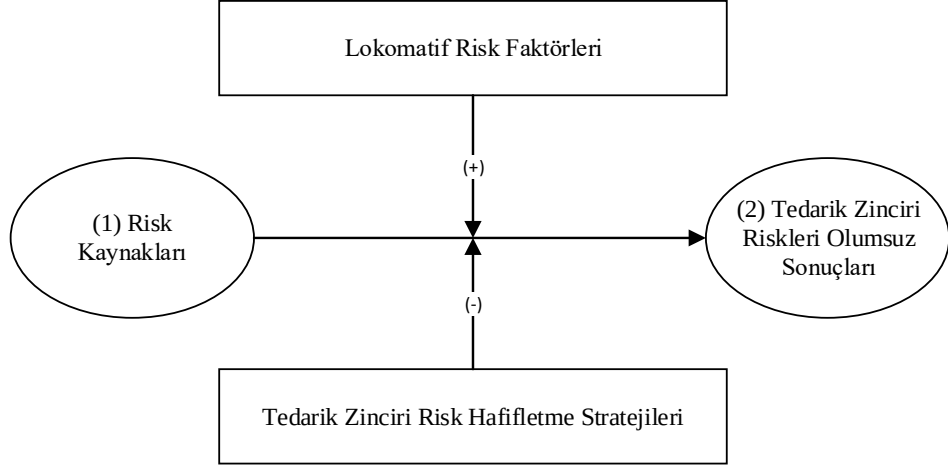
2.4. Tedarik Zinciri Risk Yönetim Modelleri

TZRY konusu hem sanayide hem de akademide son yıllarda oldukça önem kazanmış durumdadır. Literatürde, önceki bölümlerde açıklanan riskleri ve bu risklere karşı üretilen stratejileri daha kompakt bir şekilde bir araya getiren birçok model vardır. Bu modellerin ortak olarak söylediği, şu beş adımı içermesidir: risk belirleme, değerlendirme, analiz, davranış, izleme (Giannakis ve Papadopoulos, 2016). Bu adımların ve genel manada TZRY anlayışının ISO 31000 kurumsal risk yönetimi standardıyla örtüştüğü görülmektedir. Dolayısıyla TZRY modelleri, ISO 31000 standardının tedarik zincirine uyarlanmış halidir denilebilir. Bu bölümde, literatürde geniş ölçüde kabul görmüş TZRY modelleri tanıtılacaktır.

Jia ve Rutherford (2010)'a göre TZRY; risk kavramlarının ve sonuçlarının belirlenmesi, risk kaynaklarının ölçümü, risk faktörlerinin izlenmesi ve azaltılması aşamalarından oluşmaktadır. Tummala ve Schoenherr (2011)'e göre benzer bir şekilde TZRY aşamaları; risk tanımlama, risk ölçme, strateji önerileri (kabul, transfer, azaltma ve hafifletme), risk izleme şeklindedir.

Jüttner, Peck ve Christopher (2003)'a göre milenyum, modern tedarik zincirlerinin kırılganlığını arttıran risklerle gelmiştir. Oluşturdukları modelde dört temel yapı yer almaktadır. Bu yapılar Şekil 2.8'de görüldüğü gibi risk kaynakları, tedarik zinciri riskleri olumsuz sonuçları, lokomotif risk faktörleri ve TZ risk hafifletme stratejileridir. Bu modele göre risk kaynakları tedarik zinciri risklerinin olumsuz sonuçları arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi vardır. Küreselleşme, dış kaynak kullanımı gibi trendler bu ilişkinin şiddetini arttırmaktadır. Diğer bir moderatör değişken olan tedarik zinciri risk hafifletme stratejileri ise bu ilişkinin şiddetini azaltmaktadır. Dolayısıyla risk hafifletme stratejileri, tedarik zinciri risklerinin sebep olduğu olumsuz sonuçları azaltıcı mahiyette bir etki göstermektedir.

Şekil 2.8. Jüttner'in Temel Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli

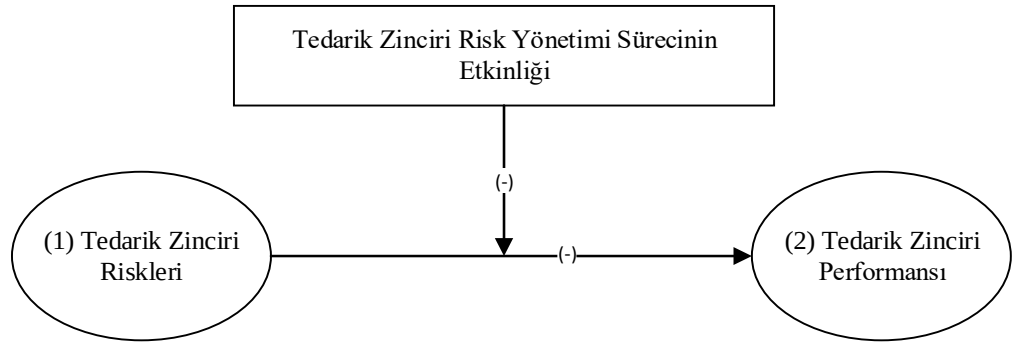


Kaynak: Jüttner vd. (2003).

Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi (2018b) tedarik zinciri risk ağını ve onun performans göstergeleri üzerindeki holistik etkisini modellediği çalışmasında Jüttner vd. (2003)'in modelini geliştirmiştir. Şekil 2.9'da görüldüğü gibi güncellenen modelde tedarik zinciri riskleri tedarik zinciri performansını negatif yönde etkilemektedir. Tedarik zinciri risk yönetimi sürecinin etkinliği ise bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki negatif ilişkiye yine negatif bir moderatör etki yaratmaktadır. Yani tedarik zinciri risk yönetim sürecinin etkinliği arttıkça tedarik zinciri risklerinin tedarik zinciri performansı üzerindeki olumsuz etkisi azalma eğilimi göstermektedir.

Bahsettiğimiz son iki model, tedarik zincirindeki risklerle ilgili kavramların kendi aralarındaki ilişkilerini betimlemektedir. Bu ilişkiler çoğunlukla likert tipi ölçeklerle ölçülmektedir. Ancak betimsel modellerin yanında, literatürde doğrudan karar desteği sağlayan normatif modeller de yer almaktadır. Şimdi bu modellerden bazılarını değineceğiz.

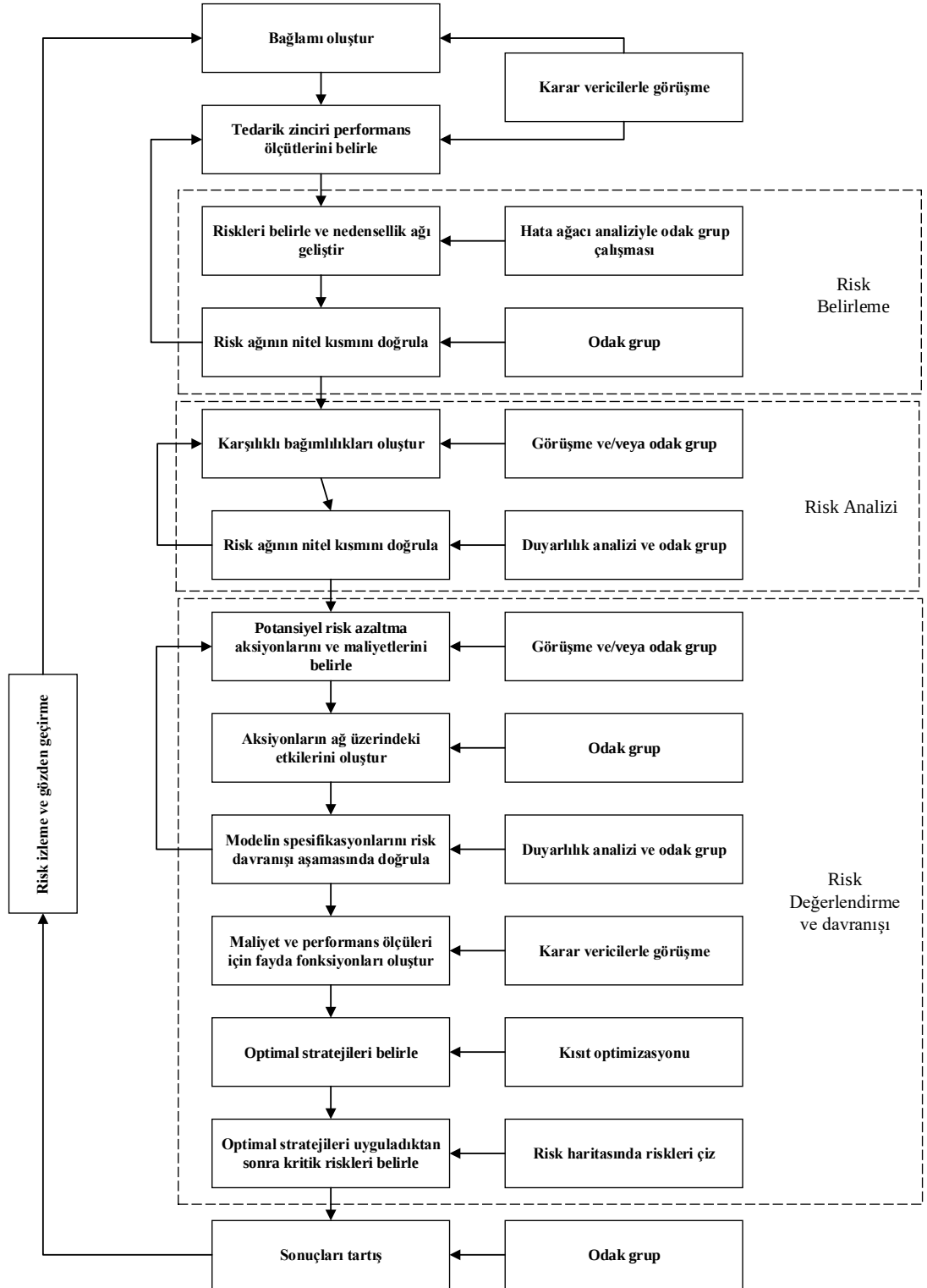
Şekil 2.9. Etkileşimli Risk ve Performans Ölçüleri Ağıyla Birleştirilmiş
Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Çerçevesi



Kaynak: Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi (2018b).

Şekil 2.10’da Qazi vd. (2018b) tarafından önerilen üç aşamalı tedarik zinciri risk ağı yönetimi modeli görülmektedir. Bağlamın oluşturulması tedarik zincirinin kapsadığı sektörlerin ve örgütsel yapının analiz edilmesi anlamına gelmektedir. Performans ölçütleri de tedarik zinciri bağlamında örgütün finansal ya da operasyonel başarısını temsil eden göstergelerdir. Risk belirleme aşamasında risklerin ve nedensellik ağının belirlenmesi ve doğrulanması yapılır. Bu aşamada nitel araştırma yöntemlerinden odak grup çalışmasıyla sistem güvenliği ve güvenilirliği mühendisliği yöntemlerinden hata ağacı analizi önerilmiştir. Risk analizi aşamasında, katılımcılardan riskler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları sayısallaştırmaları beklenir. Böylelikle yarı yapılandırılmış görüşme ve odak grup çalışmasıyla toplanan nitel veriler doğrulanarak risk ağının nicel modeli kurulur. Nicel modelde riskler arasındaki koşullu olasılıklar yer almaktadır. Her bir tanımlı riskin performans göstergeleri üzerindeki kısmi etkilerini görmek için ise duyarlılık analizi yapılır. Böylelikle duyarlılık sonuçlarıyla katılımcıların algılarının örtüşüp örtüşmediği kontrol edilir. Tutarsızlık durumunda ağ yeniden ele alınır.

Şekil 2.10. Qazi ve Arkadaşlarının Önerdiği Tedarik Zinciri Risk Ağı Yönetimi Modeli



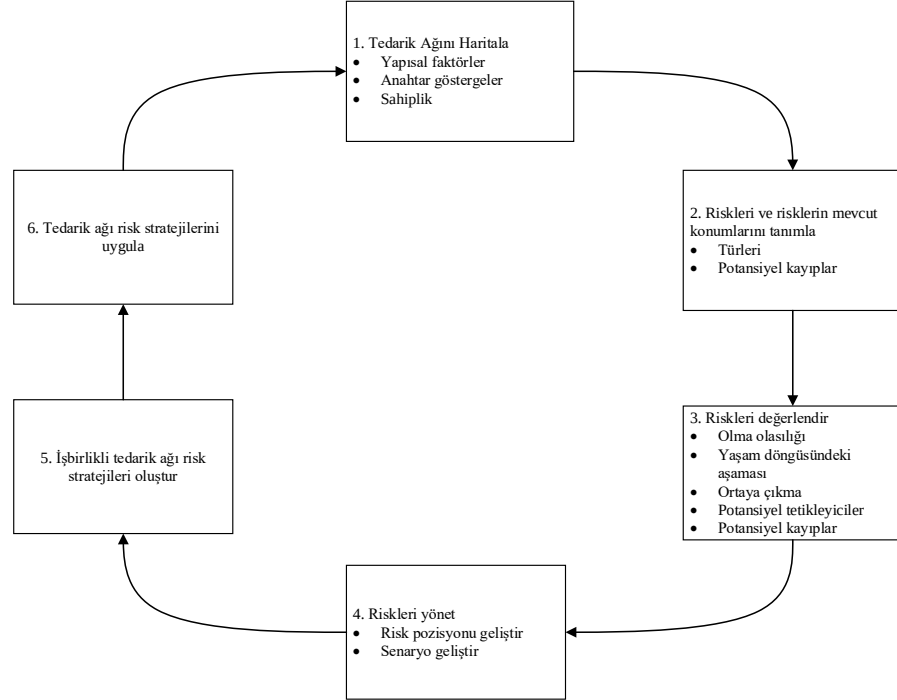
Kaynak: Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi (2018b).

Nicel modelin doğrulanmasından sonra, bütçe ve maliyet kısıtlarını göz önüne alarak potansiyel risk hafifletme stratejilerinin belirlenmesine sıra gelir. Bir odak grup çalışması düzenlenerek risklere ilişkin stratejiler önerilir. Bu noktada karar vericinin fikirlerine başvurarak performans ve maliyete göre fayda fonksiyonu belirlenir. Son olarak model bütün strateji kombinasyonları altında çalıştırılarak karar vericinin beklenen faydasını en büyükleyen tercih tespit edilir (Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi, 2018b).

Harland, Brenchley ve Walker (2003), tedarik zincirinin kırılganlığını ve karmaşıklığını arttıran unsurların mamul ve hizmet tasarımlarının teknik açıdan giderek daha da karmaşılaşması, artan dış kaynak kullanımı ve küreselleşme olduğunu vurgulamıştır. Daha sonra riskleri tanımlamada, değerlendirmede ve yönetmede kullanılmak üzere Şekil 2.11'deki altı bloktan oluşan aracı geliştirmişlerdir. Bu bloklar; tedarik ağını haritalama, riskleri ve risklerin mevcut konumlarını tanımlama, riskleri değerlendirme, riskleri yönetme, işbirlikli tedarik ağı stratejileri geliştirme ve bu tedarik ağı stratejilerini uygulama aşamalarından oluşmaktadır.

Blokların her biri, o aşamada yapılması gerekenleri temsil etmektedir. Bloklar döngüsel bir yapıdadır ve süreç tamamlandığında başa döner. Birinci blokta tedarik zinciri ağının bir haritasının çıkarılması istenmektedir. Bu harita oluşturulurken yapısal faktörler, anahtar göstergeler ve sahiplikler dikkate alınmalıdır. İkinci blokta riskler, türleri ve sebep olacağı potansiyel kayıpları itibarıyla tanımlandıktan sonra haritada nerede yer aldıkları belirtilecektir. Üçüncü blokta riskler ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmelidir. Dördüncü blokta kurum içinde risklere karşı nasıl bir duruş sergileneceğine karar verilir ve çeşitli senaryolar dikkate alınarak bir pozisyon belirlenir. Beşinci blokta tedarik zinciri ağındaki diğer kurumlarla beraber risklere karşı ortak stratejiler belirlenir ve son olarak altıncı blokta da bu stratejiler uygulanır.

Şekil. 2.11. Harland ve Arkadaşlarının Önerdiği Arz Ağı Risk Yönetimi Aracı

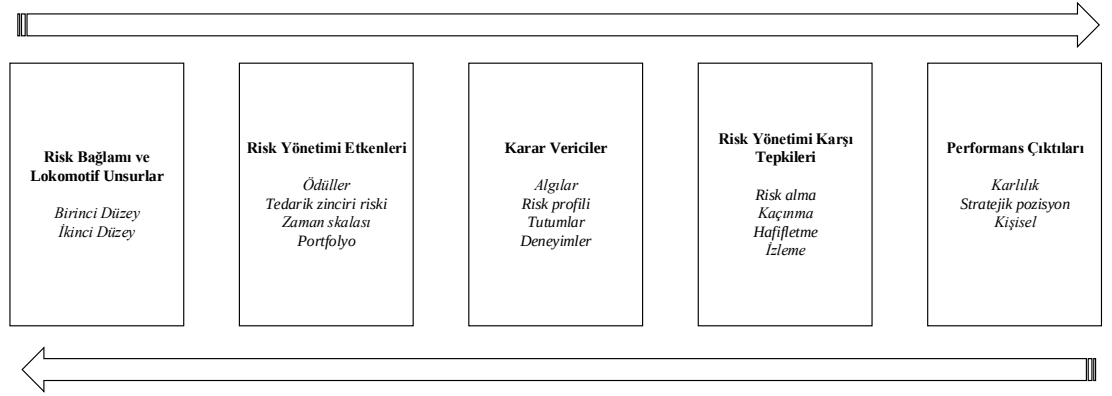


Kaynak: Harland vd. (2003).

Ritchie ve Brindley (2007) beş bileşenden oluşan bir TZRY modeli önermiştir. Bu bileşenlerden birincisi risk bağlamı ve lokomotif unsurlardır. Bu bileşen kendi içinde iki düzeyden oluşmaktadır. Birinci düzey risklere doğrudan konu olan unsurları kapsamaktadır. İkinci düzeyde ise işletmeyi dolaylı yollardan etkileyen unsurlar yer almaktadır. İkinci bileşen risk yönetim etkenleridir. Bu etkenlerin özelliği, risk yönetiminin performans kalitesini etkiliyor olmalarıdır. Örneğin, örgüt kültürünün bir parçası olarak risklere karşı başarı elde eden çalışanların motivasyonunu arttıran ödüller, tedarik zinciri risklerinin türü ve şiddeti, bu risklere müdahale edebilmek için ne kadar zaman olduğu ve risklere maruz durumdaki tedarikçi portföyü sayılabilir. Üçüncü bileşen karar vericilerdir. Bu bileşen, firma adına karar verici pozisyonunda olan yöneticilerin davranışsal özelliklerini kapsamaktadır. Bu özellikler karar vericilerin riskleri algılayış biçimleri, risklere karşı tutumları, geçmişte yaşadıkları deneyimler ve kişilik özelliklerinden oluşmaktadır. Dördüncü bileşen risk yönetiminin karşı tepkileridir. Bu bileşen, maruz kaldığı risklere karşı örgütün takındığı tavrı ifade etmektedir. Bu tavır, örgütün risklere karşı benimsediği stratejilerdir. Bu stratejiler;

riski olduğu gibi üstüne alma, riskten kaçınma, riskin olasılığını hafifletme ve riske karşı pasif kalarak takipte kalma olabilir. Beşinci ve son bileşen ise performans çıktılarıdır. Performans çıktıları, örgütün TZRY faaliyetleri neticesinde elde ettiği donelerdir. Bunlar karlılık oranları gibi finansal göstergeler olabileceği gibi örgütün rekabet çevresinde yerleştiği stratejik pozisyon da olabilir. Ayrıca TZRY politikasının yalnızca örgütsel değil, kişisel çıktıları da olabilir. Bu çıktılar çalışanlar için terfi veya prim, işletme sahipleri için de karlılık ve yatırım fırsatı olarak kendini gösterir (Ritchie ve Brindley, 2007).

Şekil 2.12. Ritchie ve Brindley'in Önerdiği TZRY Yapısı

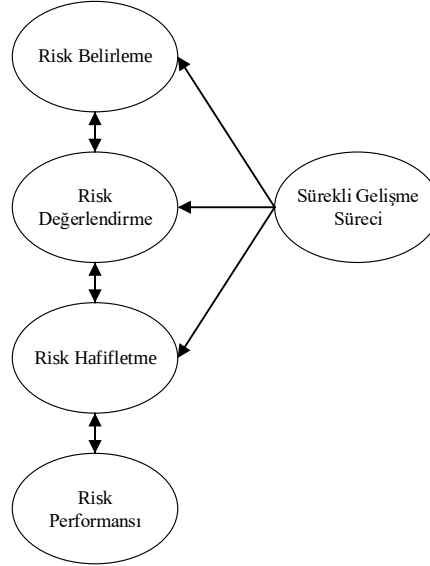


Kaynak: Ritchie ve Brindley (2007).

Kern vd. (2012) iç lojistik risklerini analiz etmek için Şekil 2.13'deki modeli önermiştir. Bu model temelde risk belirleme, risk değerlendirme, risk hafifletme, risk performansı ve sürekli gelişme süreci aşamalarından oluşmaktadır.

Modelin risklerle etkili bir şekilde başa çıkabilmesi durumu risk performansını göstermektedir. Risk performansını yükseltebilmek için ise ilk üç bileşenin sürekli gelişim halinde olması gerekmektedir. Dolayısıyla bu modelde performans ölçümü tek seferde yapılmak yerine belirli periyotlarla tekrar edilerek gelişim süreci izleneceği vurgusu yapılmaktadır.

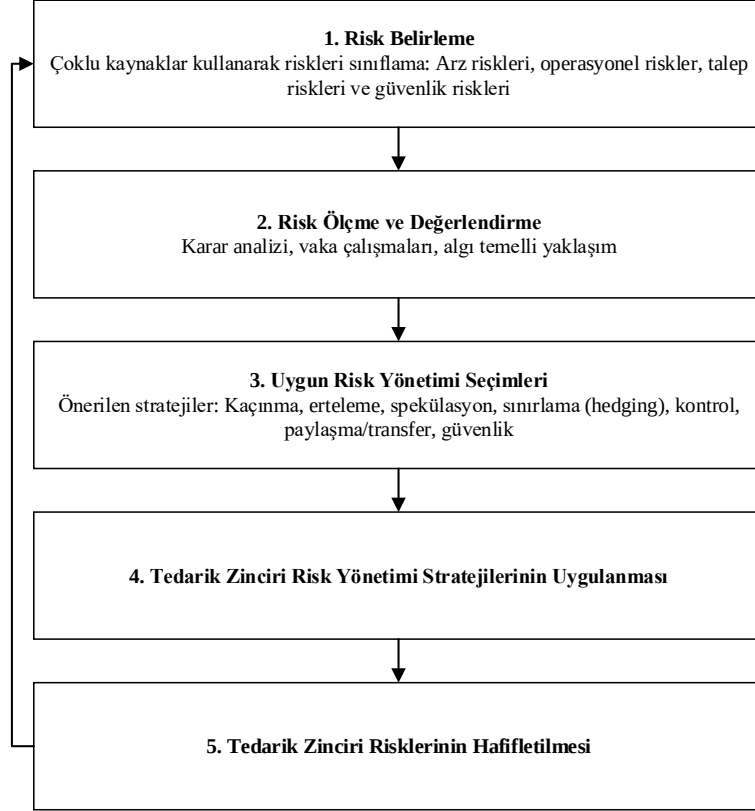
Şekil 2.13. Kern ve Arkadaşlarının Önerdiği TZRY Kavramsal Modeli



Kaynak: Kern, Moser, Hartmann ve Moder (2012).

Manuj ve Mentzer (2008) literatürdeki diğer modellerden farklı olarak küresel tedarik zincirlerine odaklanmış, bu bağlamda Şekil 2.14 ve Şekil 2.15’de görüldüğü gibi beş adımdan oluşan bir TZRY modeli önermiştir. Birinci adımda çoklu kaynaklar göz önünde bulundurularak riskler tanımlanır. Bu kaynaklar; firmanın çeşitli kademelerdeki tedarikçilerinden tevellüt eden arz riskleri, mamul ve hizmet üretimi sürecinde firmanın karşılaştığı operasyon riskleri, firmanın müşterilerinden ve müşterilerinin müşterilerinden doğan talep riskleri, son olarak da firmanın bütün bu süreçleri yürütürken maruz kaldığı güvenlik riskleri olarak dört sınıfta toplanmıştır. Tedarik zincirleri doğası gereği küreselliği içinde barındırdığından, riskler tanımlanırken yalnızca firmanın yerel çevresi değil uluslararası bağlantılarını kapsayan küresel çevresi de göz önünde bulundurulmalıdır. İkinci adımda tanımlanan risklerin ölçülerek nitel ya da nicel bir değer atanması ve sonra da elde edilen ölçümlerin önceden belirlenen ölçütlerle karşılaştırılarak bir yargıya dönüştürülmesi aşaması gelmektedir. Riske dair verinin bulunmadığı durumlarda karar vericilerin risk algıları ölçme amacıyla kullanılabilir.

Şekil 2.14. Manuj ve Mentzer’in Önerdiği Beş adımlı TZRY süreci



Kaynak: Manuj ve Mentzer (2008).

Üçüncü adımda uygun risk yönetimi stratejilerinin seçimi gelmektedir. Kaçınma stratejisi, risk içeren alternatif değil de muadilini bulma işidir. Örneğin tedarikçi portföyü oluştururken satın alma risklerinin yüksek olduğuna karar verilen tedarikçilerin portföyden çıkarılması buna örnektir. Erteleme stratejisi riskin zamansallık boyutunun var olduğu durumlarda geçerlidir. Örneğin kur riskinin yüksek olduğu bir ekonomik ortamda bir elektronik eşya ithalatçısı kur beklentisi doğrultusunda stoklarındaki malları piyasaya sürmek yerine erteleme stratejisini uygulayabilir. Spekülasyon, sınırlama (hedging) stratejisinin tersidir. Sermaye piyasası teorilerinde karşımıza çıkan bu iki strateji, karar vericinin riske duyarlık biçimlerinin bir yansımasıdır. Sınırlama (hedging), riskten kaçınan bir karar vericinin rasyonel bir davranışla çoğunlukla vadeli işlem piyasasındaki opsiyon, swap gibi araçları kullanarak riskin olumsuz sonuçlarına karşı aldığı bir tedbirdir (Altay, 2015). Spekülasyon stratejisinde ise karar vericinin risk iştahı yüksektir (risk seeker).

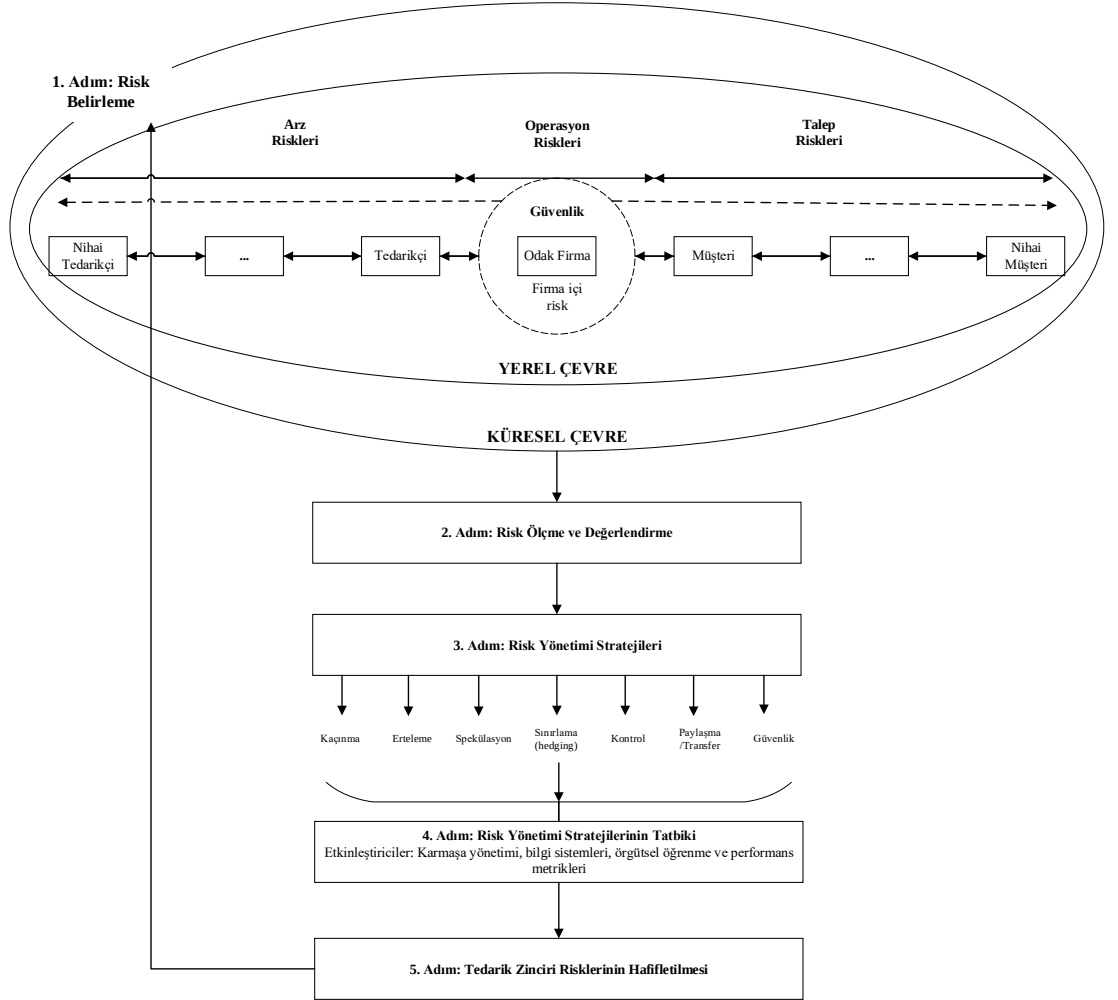
Gelecekte ortalamadan olumlu yönde bir sapma olacağını bekleyerek riskin yüksek olduğu seçeneği tercih eder. Kontrol stratejisi risk içeren durumların sürekli gözetim altında tutulmasıdır. Risk gerçekleştiğinde erken müdahaleyle zararı engelleme şansı varsa bu strateji benimsenebilir. Paylaşma/transfer stratejisi riski tedarik zinciri ağındaki farklı düğümlere kanallıze ederek riskten tamamen arınma yükün bir kısmını aktararak riskin etkisini hafifletme şeklinde gerçekleşir. Güvenlik stratejisi özellikle sistem risklerine karşı yapılan hazırlıkları kapsar. Siber saldırılara karşı geliştirilen güvenlik duvarları, anti virüs yazılımları ya da buluta yedekleme işlemleri örnek olarak sayılabilir (Manuj ve Mentzer, 2008).

Dördüncü adımda seçilen risk stratejilerinin uygulanması yer almaktadır. Bu stratejiler etkin bir biçimde uygulandığında, beşinci adımda görüldüğü gibi tedarik zinciri riskleri hafifler. Ancak bu stratejilerin doğru bir biçimde uygulanabilmesi tedarik zinciri ağındaki karmaşık iş ilişkilerinin iyi yönetilmesine bağlıdır. Bu karmaşanın kontrol edilebilmesinde bilgi sistemleri (ERP yazılımları, robotik kontrol, blockchain vs.) bir katalizör rolü oynamaktadır. Ancak bu sistemlerden beklenen faydayı elde edebilmek için örgüt kültürünün yeniliğe ve öğrenmeye açık olması gerekir (Gephart, Van Maanen ve Oberlechner, 2009). Aksi halde kaynakların boşa harcanması durumu söz konusu olabilir. Örgütsel öğrenmenin kurum kültürüne yerleşebilmesi için ise üzerinde durulması gereken en önemli husus, süreçle alakalı anahtar performans göstergelerinin açık ve anlaşılır bir şekilde tanımlanması ve performans çıktılarının dönüt olarak çalışanlara sunulmasıdır (Manuj ve Mentzer, 2008).

Beşinci ve son adımda ise tedarik zinciri riskleri uygulanan stratejilerle hafifletilir. Böylelikle ya olma olasılıkları ya da potansiyel etkileri azaltılarak riskler kabul edilebilir bir düzeye indirilir. Bu düzey çoğunlukla sayısal bir ölçüdür ve yöneticiler tarafından firmanın risk toleransı göz önüne alınarak belirlenir.

Bu modelin en önemli özelliklerinden biri de işlem adımlarının döngüsel bir yapıda olmasıdır. Şekilde de görüldüğü gibi beşinci adım tamamlandıktan sonra işlemler başa döner ve risk belirleme aşamasına geçilir. Bu döngü, risk yönetiminin sürekliliğine vurgu yapmaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008).

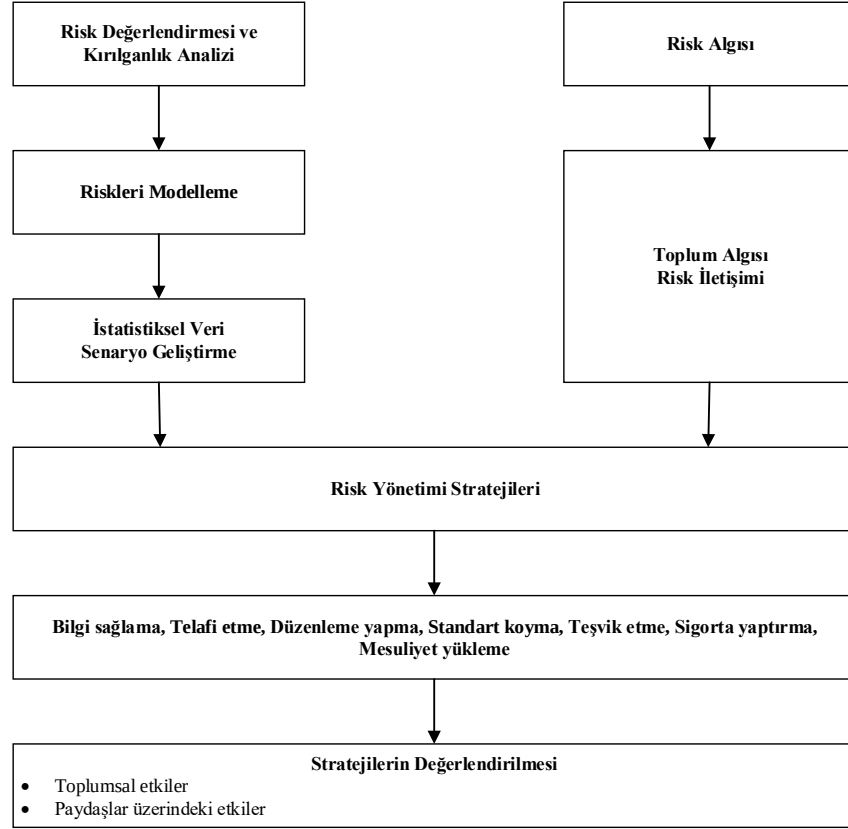
Şekil 2.15. Manuj ve Mentzer’in Küresel Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli



Kaynak: Manuj ve Mentzer (2008).

Cohen ve Kunreuther (2009) ise Şekil 2.16’da görüldüğü gibi TZRY’nin sosyolojik boyutlarını da ele almış literatürdeki diğer modellere nazaran daha detaylı bir model ortaya koymuştur. Bu modelde, risk stratejilerinin geliştirilmesinde algı temelli ve veri temelli olmak üzere iki kollu bir yaklaşım geliştirilmiştir. Veri kolunda riskler tedarik zinciri kırılganlığı bağlamında değerlendirilir. Değişkenlerden elde edilen tarihi verilere dayalı senaryolar geliştirilir. Algı kolunda ise risklerin toplumsal, insani ve kültürel boyutları ele alınmaktadır. Sonraki adımda risk yönetimi stratejileri geliştirilir ve son olarak da bu stratejiler değerlendirilir. Bu modelin ayırt edici özelliği, stratejilerin değerlendirmesinde toplumsal etkileri de göz önünde bulundurmasıdır.

Şekil 2.16. Cohen ve Kunreuther’ın Önerdiği Risk Analizi Kavramsal Yapısı

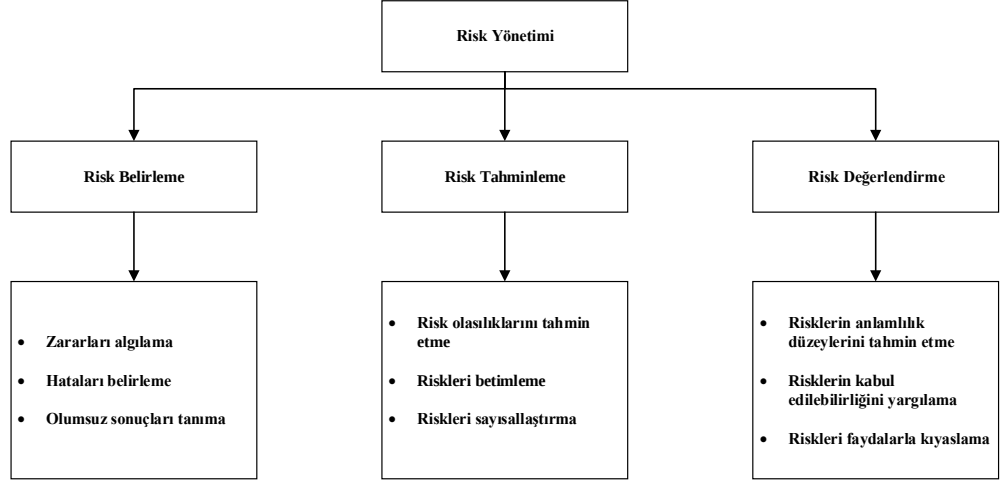


Kaynak: Cohen ve Kunreuther (2009).

Risk yönetimi stratejilerinden bilgi sağlama stratejisi, toplum da dâhil olmak üzere bütün paydaşlarla risk bilgisinin paylaşılmasıdır. Bir bakıma etkin piyasa hipotezinin sağlanması olarak da görülebilecek bu stratejiyle hissedarların riskten korunmaları için fırsat sunulur. Telafi etme stratejisi, risk gerçekleştikten sonra zararlarının giderilmesidir. Düzenleme yapma örgütsel yapının riskleri azaltacak şekilde tasarlanmasıdır (Business process re-engineering). Standart koyma, performans ve kalite ölçümlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için anahtar performans göstergeleri tanımlamaktır. Teşvik etme, çalışanların risk farkındalığını arttırmak ve risklere karşı etkin bir mücadele için motivasyon unsurlarından yararlanmadır. Sigorta yaptıрма, riskin yol açacağı zararın beklenen değerinin sigorta maliyetlerinden daha yüksek olduğu durumlarda tercih edilir. Mesuliyet yükleme, çalışanların risklere karşı farkındalığını arttırmak için uygulanan bir stratejidir.

Güçlendirmeden (Empowerment) farkı, yetkiyle birlikte sorumluluğun da astlarla paylaşılmasıdır (Cohen ve Kunreuther, 2009).

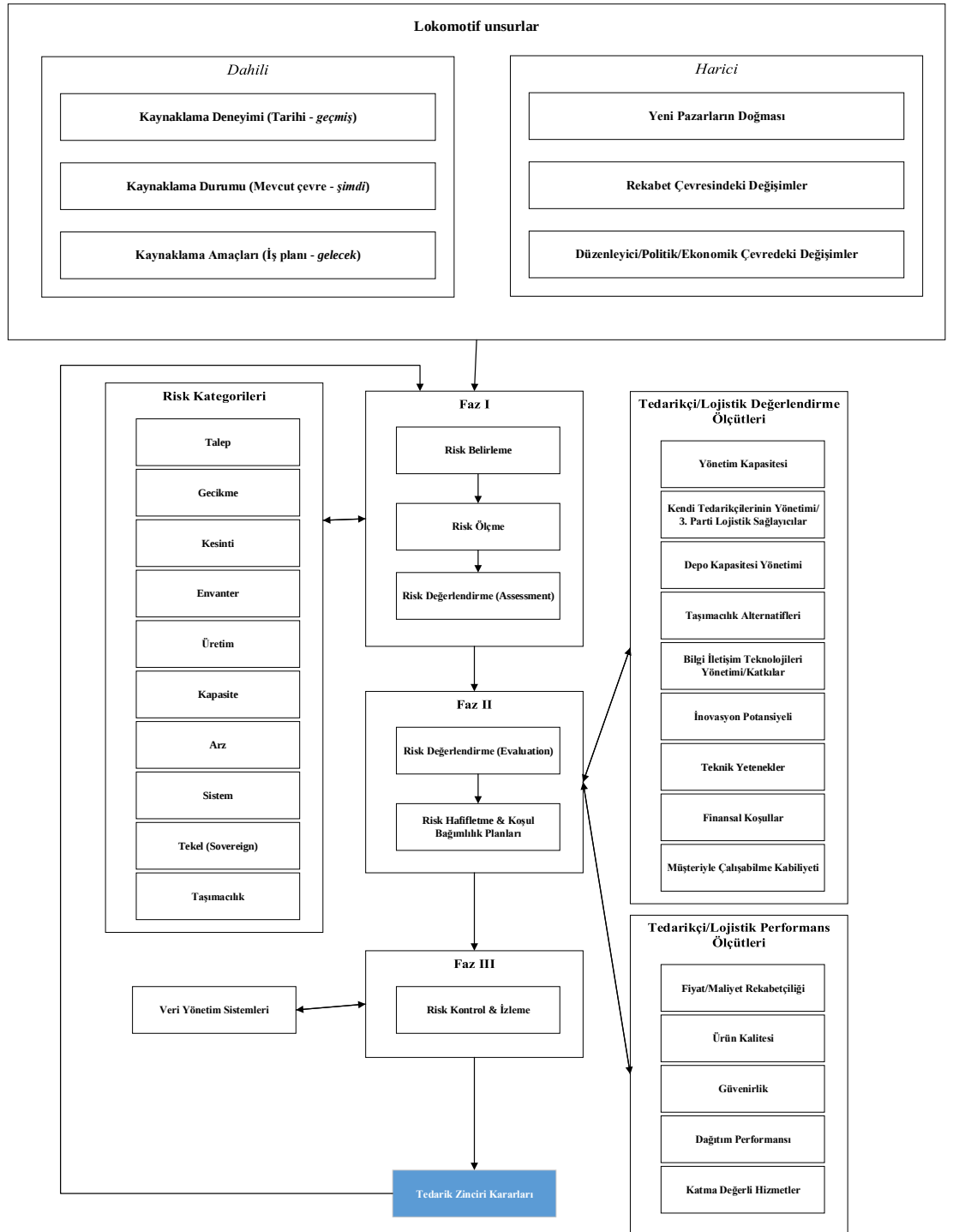
Şekil 2.17. White'ın Önerdiği Risk Yönetimi Süreci



Kaynak: White (1995).

Tummala ve Schoenherr (2011), Şekil 2.18'de görüldüğü gibi üç fazdan oluşan bir TZRY modeli önermiştir. Birinci faz risk belirleme, risk ölçme ve risk değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Risklerin belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gerek on farklı kategori tanımlanmıştır. İkinci faz risk değerlendirme ve risk hafifletme aşamalarından oluşmaktadır. Birinci fazdaki değerlendirmeyle (assessment) ikinci fazdaki değerlendirmenin (evaluation) farkı amaçlardaki farklılıktır. Birinci fazdaki değerlendirme tanılayıcı (diagnostic) bir değerlendirme iken ikinci fazdaki değerlendirme düzey belirleyici (summative) bir değerlendirmedir. İkinci faz için dokuz farklı değerlendirme ölçütü ve beş farklı performans ölçütü tanımlanmıştır. Üçüncü faz izleme ve kontrol aşamasından oluşmaktadır. Modele göre izleme ve kontrol veriye dayalı olarak yapılmalıdır. Veri yönetim sistemleri ve veri analitiği yöntemleri bu amaçla kullanılmalıdır. Nihai olarak da tedarik zinciri kararları şekillenmektedir. Bu kararlar, firmanın benimseyeceği rekabet stratejisinden hedef pazarlamaya ya da tedarikçi portföyü oluşturmaya kadar pek çok farklı konuda olabilir. Bu kararları müteakiben yeniden birinci faza dönülür ve döngü yeniden başlar (Tummala ve Schoenherr, 2011).

Şekil 2.18. Tummala ve Schoenherr'in Önerdiği TZRY süreci



Kaynak: Tummala ve Schoenherr (2011).

2.5. Tedarik Zinciri Risk Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler

TZRY'nin amacı genellikle riskler ve maliyet arasında optimum bir denge noktasının bulunması işidir. Bu sebeple TZRY'nin karar problemlerinde analitik yöntemlere sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölümde, TZRY'de kullanılan analitik yöntemler sistem güvenliği ve güvenilirliği mühendisliği yöntemleri ve de yapay zekâ temelli yöntemler olarak iki başlık altında anlatılacaktır.

2.5.1. Sistem Güvenliği ve Güvenirliği Mühendisliği Yöntemleri

ISO 31010:2009 standardında risk yönetiminde kullanılması önerilen kırk bir yöntem yer almaktadır (EK B). De Oliveira, Marins, Rocha ve Salomon (2017) bu yöntemlerden TZRY'de sıklıkla kullanılan on üç tanesini önceliklendirmiş ve TZRY araştırmaları için en uygun dört yöntemi seçmiştir. Bu bölümde bu dört yöntem detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

2.5.1.1. Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata türleri ve etkileri analizi (Failure Mode Effect Analysis-FMEA), bir sistemin ve sistem dâhilindeki süreçlerin ürettikleri çıktıların tasarım amaçlarına uygunluğunu denetleyen bir yöntemdir. Uygunsuzlukların keşfi için sistem bileşenlerine ayrılır. Her bir parçaya etki eden hatalar tespit edilir. Bu hataların nasıl meydana geldiği, nasıl engellenebileceği ve sisteme olan etkilerinin nasıl giderilebileceği hakkında fikir yürütülür (IEC/ISO 31010:2009, 2012).

FMEA yönteminin kavramsal unsurları aşağıdaki gibidir:

- *Hata türleri*; Hata durumunun somut açıklamasıdır. Süreçlerin işleyişinde kesintiye neden olabilecek olayları ifade eder.
- *Hata etkisi*; Tanımlanan hata türlerinin gerçekleşmesi halinde sebep olacağı hasarı ifade eder. Bu hasar sistem haritasındaki düğüm ve bağlantılarda oluşur.
- *Hata nedeni*; Tanımlanan hatanın kökünde var olan tetikleyici unsurları ifade eder.

FMEA yönteminin ileriki safhalarında hata türleri önem derecelerine göre önceliklendirilebilir. Kritiklik analizi (Failure Mode Effect and Critical Analysis-

FMECA) olarak bilinen bu işlemle riskler likert tipi dereceleme ölçekleri ile nitel, yarı nicel veya nicel düzeyde ölçülebilir. Bu ölçümün boyutları aşağıdaki gibidir:

- *Etki - E (Severity)*: Hata türünün gerçekleşmesi durumunda yaratacağı zararın büyüklüğünü ifade eder. 1 ile 5 arasında bir ölçekle derecelendirilebilir.
- *Sıklık - S (Likelihood of occurrence)*: Hata türünün olma olasılığıdır. 1 ile 5 arası bir ölçekle derecelendirilebilir.
- *Risk - R*: Hatanın yaratacağı zararın beklenen değeridir. Etki ve sıklığın çarpılmasıyla elde edilir.

$$R = E * S$$

- *Durum kritiklik endeksi - CI*: Hatanın bütün sistemin çökmesine sebep olma olasılığının ölçüsüdür. Risk düzeyi ile *sistem işletim süresi (System operation period) - P* çarpılarak elde edilir.

$$CI = E * S * P$$

- *Tespit - T (Likelihood of detection)*: Hata türünün gerçekleşmesi durumunda fark edilme olasılığını ifade eder. 1 ile 5 arası bir ölçekle derecelendirilebilir.
- *Risk Öncelik Faktörü - RÖF (Risk priority score)*: Etki, sıklık ve tespit değerlerinin çarpılmasıyla elde edilir. 1 ile 125 arası bir değer alır.

$$RÖF = E * S * T$$

RÖF değerleri hesaplandıktan sonra aşağıdaki tabloya göre değerlendirme yapılabilir. Bu değerlendirmede hangi risk unsuruna nasıl bir karşı strateji geliştirilmesi gerektiğiyle ilgili ipuçları bulabilmek mümkündür.

FMEA yönteminin en sık kullanıldığı alanlardan birisi de tedarik zinciri ağlarının tasarım ve değerlendirmesidir. Tasarım aşamasında FMEA doğru kullanıldığında ürün ya da süreçlerde hatalar henüz gerçekleşmeden önlem alma imkânı sağlanır.

Tablo 2.4. RÖF Değerleri Değerlendirme Tablosu

RÖF	Reaksiyon Düzeyi	Açıklama
0-200	Çok düşük olasılık	Üzerinde çalışılması çok acil olmayan ve etkisi düşük olan risk boyutlarıdır. Uzun vadeli değerlendirilerek aksiyon alınması gerekir.
201-300	Düşük olasılık	Zaman içerisinde aksiyon planı yapıp çözülmesi gereken ve acil olmayan riskler.
301-400	Orta olasılık	Gerçekleşme olasılığı %50 olan risk grubudur ve aksiyon alınması gerekir.
401-500	Yüksek olasılık	Gerçekleşme olasılığı yüksektir ve kesinlikle aksiyon alınıp hızlı bir şekilde düzeltilmesi gereken risk grubudur.
500 ve üzeri	Çok yüksek olasılık	Acilen önlem alınması gereken neredeyse kaçınılmaz risk grubudur, kesinlikle aksiyon alınması gerekir.

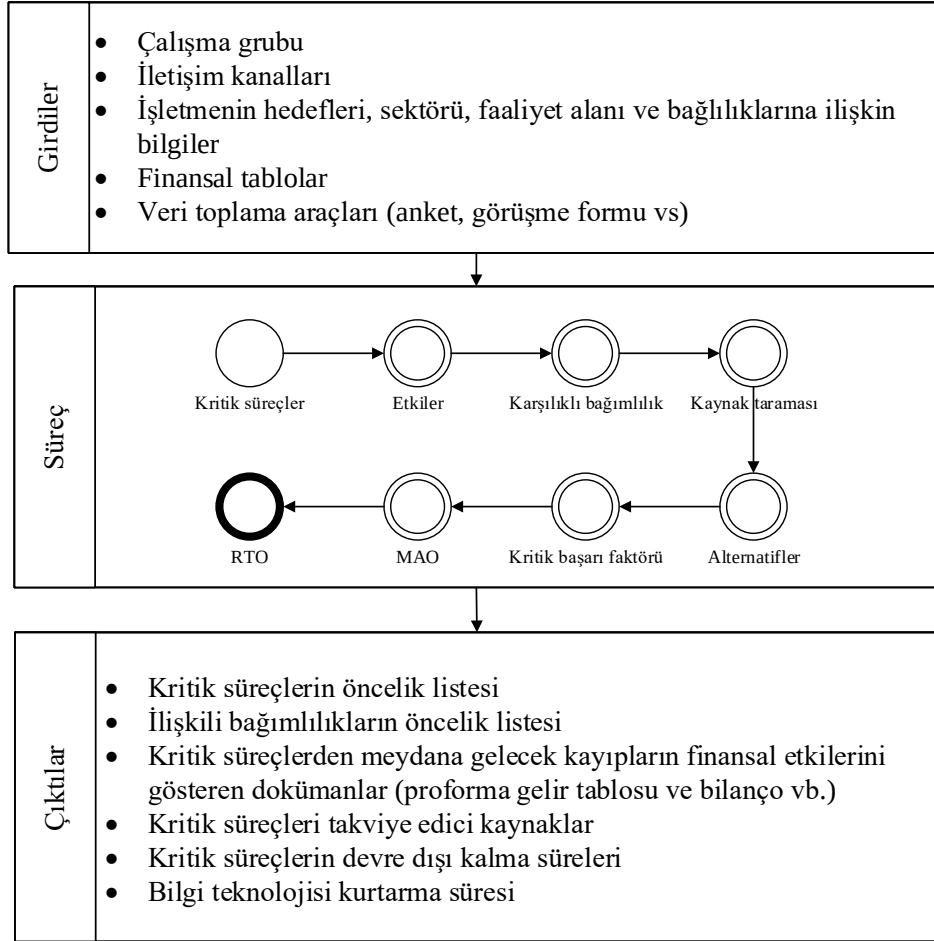
Kaynak: Narayanagounder ve Gurusami (2009)

2.5.1.2. İş Etki Analizi

İş etki analizi, iş kesintisi riskinin işletmenin operasyonlarını nasıl etkilediğini inceleyen bir tekniktir. İş etki analizinin amacı, iş sürekliliğinin devam etmesi ve işletmenin hedeflerine daimi olarak ulaşabilmesidir. İş etki analiziyle öncelikli olarak sistemi oluşturan unsurların karşılıklı bağımlılıkları ve önem düzeyleri belirlenir. Böylelikle kesintiye yol açabilecek bir riskin iş hedeflerine ulaşmayı hangi surette engelleyebileceği ortaya çıkarılır. Daha sonra da iş kesintisinin meydana gelmesi durumunda krizden sağ çıkabilmek için gerekli olan kapasite ve yetenekler tespit edilir.

Şekil 2.19' de iş etki analizi yöntemi özetlenmiştir. İş etki analizine başlamadan önce planlama ve yürütmeyi gerçekleştirecek bir ekibin oluşturulması gerekir. Planlamanın çerçevesi oluşturulurken işletmenin içinde bulunduğu iç ve dış çevresi, faaliyetleri, vizyonu, misyonu vb. unsurlar dikkate alınır. Analizde kullanılacak iki türlü veri bulunmaktadır. Bunlardan birincisi paydaşların kritik süreçlerle ilgili düşüncelerini içeren nitel veriler, ikincisi de kritik süreçlerde bir aksama olduğunda işletmenin mali durumunda yaşanacak etkiyi gösteren finansal verilerdir. Girdi aşamasında tüm göstergelerin ve bu göstergelere ait veri toplama araçlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Şekil 2.19. İş Etki Analizi Yöntemi



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur.

Süreç aşamasında ilk önce risk ve zafiyet değerlendirmesine dayalı olarak kritik süreçler tespit edilir. Sonra bu kritik süreçlerde aksama olduğunda operasyonel ve finansal olarak ne kadarlık bir etki yaratacağı hesaplanır. Bir sonraki aşamada işletmenin içinde ve dışında -tek ya da çift taraflı olarak- hangi kaynaklara bağımlı olduğu belirlenir. Bu bağımlılık örneğin bir insan kaynağına, bir tedarikçiye ya da bir müşteriye karşı olabilir. Daha sonra bu kaynaklar taranarak, kriz anında iş sürekliliğinin -en düşük seviyede bile olsa- kesintiye uğramaması için içlerinde hangilerinin mutlaka gerekli olduğu belirlenir. Sonraki adımda kriz anında bu kaynakların ikame edilebilmesi için alternatif seçenekler geliştirilir. Alternatifi olmayan kaynaklar ise “kritik başarı faktörü” olarak tanımlanır. Bir sonraki adımda işletmenin kritik süreçlerde ne kadar sürelik bir kesintiye tahammül edebileceğine

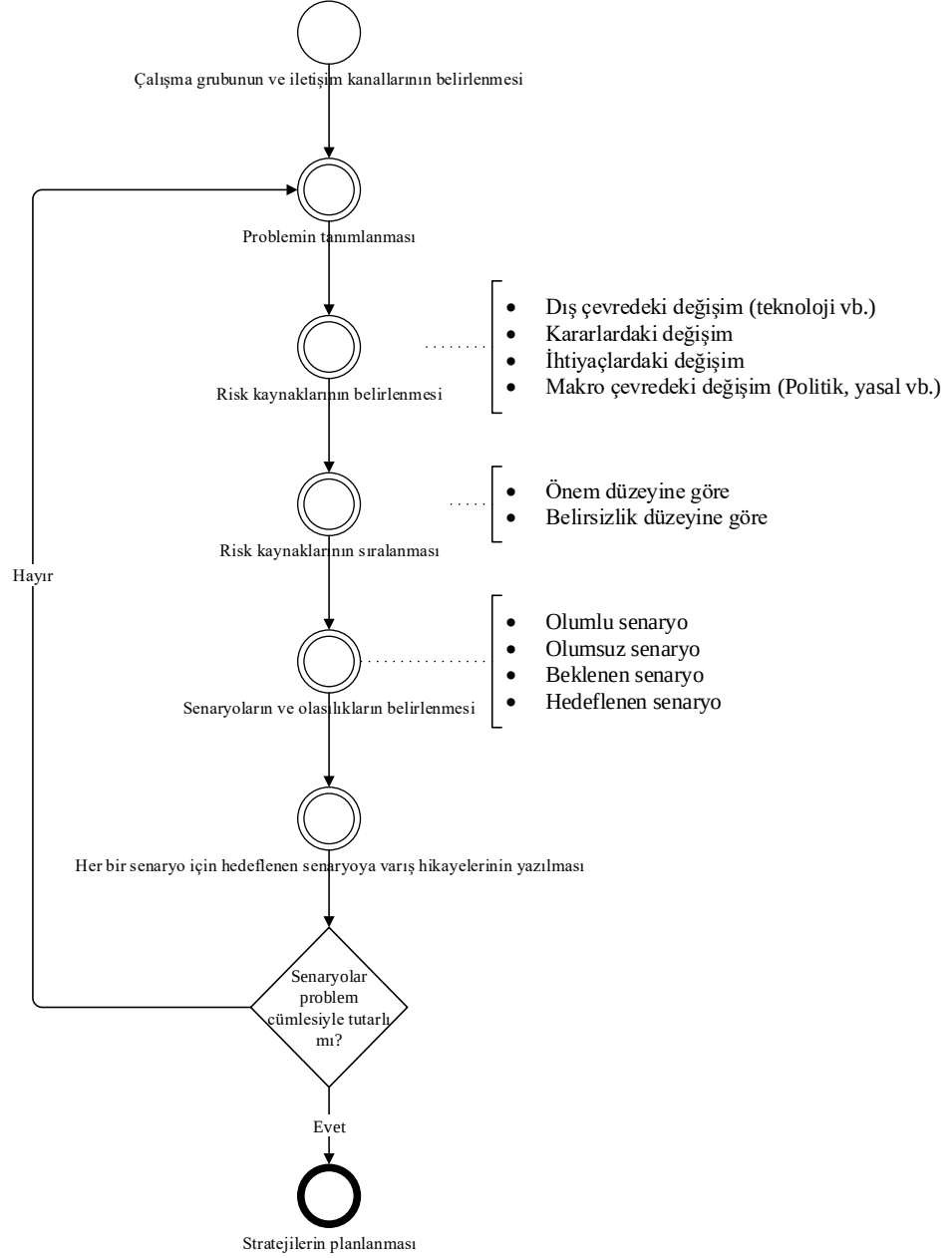
karar verilir. Bu süre “en yüksek devre dışı kalma süresi (maximum acceptable outage-MAO)” olarak bilinir. Son aşamada sistem risklerine yönelik olarak “kurtarma zaman hedeflerine (Recovery time objective-RTO)” karar verilir.

İş etki analizinde elde edilecek en önemli çıktılarından biri kritik süreçlerin ve bağımlı olunan kaynakların bir öncelik listesi olacaktır. Bu çıktı işletmenin hedeflere ulaşmada devamlılığı nasıl sağlayacağını anlaması açısından önemlidir. Ayrıca kaynak bağımlılıkları ve alternatif kaynakların tanımlanması işletmeye süreçlerini gözden geçirme ve süreç yenileme fırsatları sağlar.

2.5.1.3. Senaryo Analizi

Açık sistemlerin en önemli özelliği, iş sürekliliğini sağlayabilmek için uzun vadede çevresel değişimlere uyum sağlamak zorunda olmalarıdır (Cross, 2017). Değişime daha kolay uyum sağlayabilmek adına kısa ve uzun vadeli projeksiyonlar karar vericilere oldukça değerli bilgiler sunar. Senaryo analizi, bu projeksiyonları sağlama adına “en iyi senaryo”, “en kötü senaryo”, “beklenen senaryo” gibi gelecekte oluşabilecek farklı durumların betimlendiği bir tekniktir (IEC/ISO 31010:2009, 2012). Örgütler senaryo analizini politika oluşturmada ve gelecek stratejilerini planlamada kullanırlar. Kısa vadeli projeksiyonlarda senaryolar genellikle veriye dayalı olarak oluşturulur. Ancak geleneksel yöntemlerde olduğu gibi geçmişteki eğilimlerin gelecekte de korunarak devam edeceği varsayımına dayanmaz. Uzun vadede ise verinin açıklayıcı etkisi kaybolacağından senaryolar hayali olarak oluşturulur. Senaryo analizinin en önemli kısıtı, belirsizliğin yüksek olduğu uzun vadeli projeksiyonlarda senaryoların gerçeklikten uzaklaşma potansiyelidir. Senaryo analizinin aşamaları Şekil 2.20’teki gibidir.

Şekil 2.20. Senaryo Analizi Yöntemi İşlem Adımları



Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur.

2.5.1.4. Fayda Maliyet Analizi

Fayda/maliyet analizi, beklenen toplam faydayı beklenen toplam maliyet ile tartarak risk ölçen bir yöntemdir. Faydalar; pozitif çıktıları, önlenen negatif çıktıları ve tasarruf edilen kaynakları temsil eder. Maliyetler ise harcanacak kaynakları ve negatif çıktıları içerir. Bu yöntemde hem maddi hem de maddi olmayan faydalar ve

maliyetler analiz edilebilir. Ancak ölçümlerde fayda ya da maliyet parasal olarak tanımlanır ve gelecekteki nakit akışları Net bugünkü değer (NBD) hesabıyla bugüne indirgenir. Böylelikle risk içeren seçenekler arasından en uygun olanına karar verilir (IEC/ISO 31010:2009, 2012).

Bu yöntemde fayda ve maliyetler doğrudan ya da dolaylı olarak iki kategoride incelenebilir. Doğrudan faydalar ve maliyetler yapılan bir işlemin sonunda ortaya çıkar ve somut olarak görülür. Dolaylı faydaların özelliği ise rastlantısal olmasıdır ve işletmenin amaçlarına önemli katkılar sağlarlar. Örneğin kurumsal sosyal sorumluluk çalışmaları bu kapsamda değerlendirilebilir. Dolaylı maliyetler de yürütülen faaliyetlerin neticesinde ilaveten ortaya çıkan olasılıksal maliyetlerdir. Bir işe ayrılan yönetim zamanı, itibar kaybı, sermayenin potansiyel yatırım alanlarından uzaklaşması dolaylı maliyetlere örnek olarak verilebilir.

Sistem güvenliği ve güvenilirliği mühendisliği başlığı altında yer alan, ancak burada anlatamadığımız birçok yöntem de TZRY çerçevesi içinde çalışılmıştır. Örneğin, Elleuch, Hachicha ve Chabchoub (2014) FMEA, deney tasarımı, kesikli olay simülasyonu ve AHP'yi birleştirerek ilaç tedarik zinciri için bir model ortaya koymuştur. Aqlan ve Lam (2015) kritik risklerin ve uygun stratejilerin belirlenmesinde, riske maruz kalmayı azaltmanın maliyetini ve etkililiğini göz önünde bulundurarak papyon analizi ve stokastik tamsayılı programlamadan oluşan hibrit bir yaklaşım önermiştir. Lin ve Zhou (2011) riskler arasındaki sebep sonuç ilişkilerini belirlemek için balık kılçığı diyagramını kullanmıştır.

2.5.2. Yapay Zekâ Temelli Yöntemler

Daha önceki bölümlerde de tartışıldığı gibi, TZRY stratejileri zincirin halkaları üzerinde negatif etkisi olan beklenmedik olayların tanımlanması, ölçülmesi, hafifletilmesi ya da izlenmesini kapsamaktadır. Bu stratejilerin uygulanması hızlı ve uyumlu karar verme yeteneği gerektireceği açıktır. Bu sebeple TZRY, yapay zekâ yöntemleri için iyi bir uygulama alanıdır (Baryannis, Validi, Dani ve Antoniou, 2019).

2.5.2.1. Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri Analitiği

Yapay zekânın bir alt dalı olarak gelişen makine öğrenmesi, bilgisayar programlarının veriyi işleyerek anlam çıkarması amacıyla kullanılan yöntemler topluluğudur. Yapay öğrenme ya da istatistiksel öğrenme olarak da isimlendirilen makine öğrenmesini geleneksel çıkarım ve tahminleme araçlarından ayıran en önemli özellikler; değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri kavrayabilmesi ve metin, görüntü, ses gibi yapılandırılmamış veri yapıları üzerinde de analizler yapabilmesidir.

Makine öğrenmesinin veriden anlam çıkarmadaki başarısı, çağımızda verinin önemini hayli arttırmıştır. Nesnelerin interneti, sensörler ve RFID gibi teknolojilerin sanayide kullanılmaya başlanmasıyla birlikte makine öğrenmesi algoritmalarının eğitilmesi için yüklü miktarda veri üretilmeye başlanmıştır. Büyük veri kavramının özü, bilgisayara sığmayacak kadar büyük olan bu veriyi, bulut teknolojileri ya da Hadoop gibi yeni depolama birimlerinde saklamaya dayalıdır. Bulutta depolanan verinin miktarını ölçebilmek için petabyte, exabyte, zetabyte gibi ölçü birimleri ortaya çıkmıştır. Büyük veri analitiği de, makine öğrenmesi yöntemlerinin büyük veri üzerinde Apache, Spark gibi ortamlarda paralel hesaplama yöntemiyle uygulanmasıdır (Gürsakal, 2014).

Makine öğrenmesi yöntemleri, gözetimli (supervised) öğrenme, gözetimsiz öğrenme (unsupervised) öğrenme ve takviyeli (reinforcement) learning olarak üç başlıkta incelenmektedir. Gözetimli öğrenme, özniteliklerle açıklanan değişken arasındaki ilişkiyi etiketli veriler üzerinden bulmaya yarayan yöntemlerdir. Gözetimli öğrenmede veri seti eğitim kümesi ve test kümesi olarak ikiye bölünür. Eğitim kümesi üzerinden değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan fonksiyon tanımlanır. Daha sonra bu fonksiyon test kümesi üzerinde denenerek tahminler elde edilir. Bu tahminler test kümesindeki gerçek değerlerle karşılaştırılarak modelin başarısı ölçülür. Destek vektör makineleri, KNN, Yapay sinir ağları gibi yöntemler gözetimli öğrenmeye örnek olarak verilebilir (Alpaydın, 2011).

Gözetimsiz öğrenmede ise gözetimli öğrenmeden farklı olarak veri seti üzerinden ilişkiler etiketsiz olarak keşfedilir. Kümeleme analizi, birliktelik kural çıkarımı gibi yöntemler gözetimsiz öğrenme yöntemlerine örnek olarak verilebilir.

Takviyeli öğrenme ise, makinenin bir durum karşısında aksiyon almasıyla beraber bu aksiyona karşı çevreden aldığı tepkiye göre öğrenmenin gerçekleştiği makine öğrenmesi yaklaşımıdır. Takviyeli öğrenme bir nevi deneyimlerden öğrenmenin diğer adıdır. İnsan öğrenmesine en çok benzeyen yöntemdir. Sürücüsüz araçlarda ve robotik teknolojilerinde kullanılması itibarıyla makine öğrenmesi konularının içinde en çok rağbet gören konudur (Alpaydın, 2011).

2.5.2.2. Ağ Mimarileri

Tedarik zincirinin karmaşık yapısı ve bu yapıda rasyonel karar vermenin güçlüğü, araştırmacıları ağ temelli yaklaşımlara yönlendirmiştir. Bu yaklaşımların mantığı, tedarik zincirinde doğrusallıktan ziyade risklerin karşılıklı bağımlılığı ilkesine dayalıdır. Amaç riskler arasındaki karmaşık ilişkileri modelleyerek mevcut yapıyı ortaya çıkarmaktır.

TZRY araştırmalarında ağ temelli yaklaşımlarda en çok Petri Nets ve Bayes ağları yöntemleri benimsenmiştir. Khare, Labrecque ve Asare (2011) çalışmasında Petri Nets yöntemini kullanarak tedarik zincirini bir kesikli olay simülasyonu ile modellemiştir. Bu model olayların sebep sonuç ilişkilerini ve tehditlerin olasılıklarını içermektedir. Yazarlar böylelikle tedarik zincirinde risklerin nasıl toplandığını ve amaçları etkilediğini ortaya koymuştur.

Bayes ağları da TZRY araştırmalarında sıklıkla kullanılan bir diğer ağ temelli yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, Nepal ve Yadav (2015) hata türleri ve etkileri analizini Bayes ağlarıyla ve karar ağaçlarıyla birleştirerek tedarikçi seçimi problemi üzerinde çalışmıştır. Risk kaynaklarının olasılıkları ve etkileri hesaplanmış, daha sonra da tedarikçi başına toplam maliyet hesaplanarak alternatif tedarikçiler bu maliyete göre sıralanmıştır. Bayes ağlarıyla ayrıntılı literatür taraması önceki bölümlerde yapıldığından burada daha fazla bahsedilmeyecektir.

2.5.2.3. Çoklu Etmen Sistemleri

Tedarik zincirleri birden fazla organizasyon ve bu organizasyonlar arasındaki çoklu ve karşılıklı ilişkilerden oluşan bir yapı olduğundan, doğası gereği çoklu etmen sistemleriyle modellemeye oldukça yatkındır (Baryannis et al., 2019).

Etmen temelli modelleme de de bilgisayar biliminin öğretilerinden yararlanılır. Etmen ya da ajan dediğimiz unsur, tedarik zincirindeki üyelerden ya da birimlerden birini temsil eden bir bilgisayar yazılımıdır. Bu yazılım, önceden belirlenen amaç doğrultusunda diğer etmenlerle etkileşime girerek kendi yerel optimumunu bulmaya çalışır. Etmenlerin amaçları; iletişim, koordinasyon, planlama vs. gibi işler olabilir. Bu noktada etmenler insan gibi otonom karar verme davranışı sergilerler (Wu, Huang, Blackhurst, Zhang ve Wang, 2013). Bunun yanında tedarik zincirindeki kesintiler, yönetimsel aksaklıklar vs. riskler çoklu etmen sistemleriyle modellenenmektedir. Etmen temelli yaklaşımların öğrenme kapasitelerinin ortaya çıkabilmesi için ise anahtar performans göstergelerinin en başta belirlenmesi ve simülasyon sürecinde sapmaların izlenmesi gerekmektedir (Giannakis ve Louis, 2011).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ RİSK YÖNETİMİ MODELLEMESİ: BAYES AĞLARI YAKLAŞIMI VE AKARYAKIT DAĞITIM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Bu araştırmada, tedarik zincirlerinin aşağı yönlü risklerini yönetebilmek için teorik bir model önerilmiş sonra da önerilen model bir vaka çalışmasıyla ampirik olarak test edilmiştir. İlerleyen kısımlarda öncelikle araştırmanın amacı, problemleri, konusu ve kapsamı açıklanacak sonra da önerilen model vaka çalışması üzerinden detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, akaryakıt dağıtımını özelinde tedarik zincirindeki müşteri yönelimli riskleri tanımlamak, ölçmek ve proaktif bir şekilde yönetebilmek için normatif model geliştirmektir. Daha hususi olarak bu araştırmanın amacı;

- Akaryakıt dağıtımını tedarik zincirindeki müşteri yönelimli kırılma risklerinin olasılıklarını tahmin etmek,
- Kırılma risklerini, bu risklere etki eden diğer risk faktörlerini ve risk kaynaklarını belirlemek ve önceliklendirmek,
- Kırılma risklerinin çevikliğe karşı duyarlılığını analiz etmek,
- Kırılma risklerine karşı uygun yanıt stratejileri geliştirmek şeklinde ifade edilebilir.

Bu model, tedarik zincirinde kırılma riski henüz gerçekleşmeden yöneticilere önceden haber verdiği için bir erken uyarı sistemi olarak da kullanılabilir. Bu modelin en önemli özelliklerinden biri de, geleneksel yöntemlerin aksine statik bir veriyi değil akan veriyi analiz etmesidir. Böylelikle model, tedarik zincirinde gerçekleşen her bir riskten sonra parametreleri yeniden öğrenir ve risk olasılıklarını otonom bir şekilde günceller.

3.2. Araştırmanın Problemleri

Araştırmanın amacı, aşağıdaki gibi problem cümleleriyle de ifade edilebilir:

P1: Akaryakıt dağıtım zincirinde kırılmalar hangi risk göstergeleriyle temsil edilebilir?

P2: Kırılmalara yol açan ön riskler ve risk kaynakları nelerdir?

P3: Ön riskler ve risk kaynakları nasıl önceliklendirilebilir?

P4: Bir ön risk gerçekleştiğinde sonrasında kırılma yaşanma olasılığı nasıl hesaplanabilir? Bu olasılık tedarik zincirinin çevikliğinden (riske karşı tepki hızı) nasıl etkilenir?

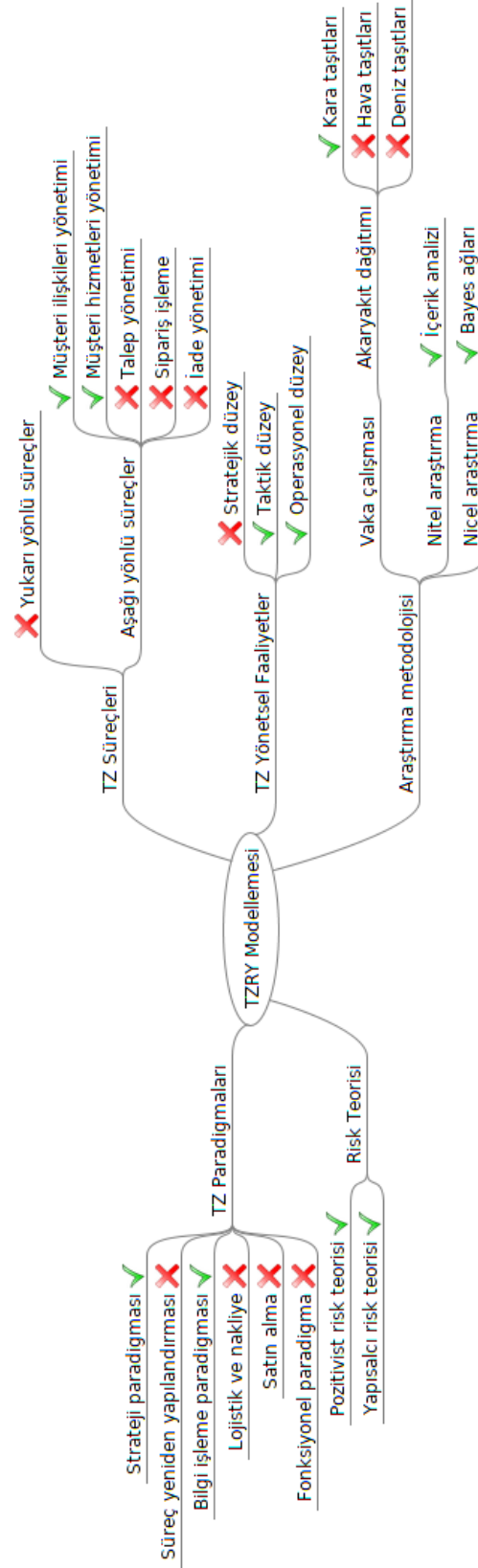
P5: Kırılmaya olan etkinin büyüklüğü ve duyarlılığı dikkate alındığında, tedarik zincirinde gerçekleşen risklere karşı hangi yanıt stratejileri benimsenmelidir?

3.3. Araştırmanın Kapsamı

Şekil 3.1’de geliştirilen tedarik zinciri risk yönetimi modelinin teorik ve metodolojik kapsamını gösteren zihin haritası yer almaktadır. Bu modelin en önemli özelliklerinden biri, firmalar arası bilgi paylaşımının ortak bir elektronik portal üzerinden yürütüldüğü her tedarik zincirinde uygulanabilir olmasıdır. Ayrıca riskler yarı nicel bir metodolojiyle sayısallaştırılmıştır. Bu bakımdan bu çalışma pozitivist risk teorisinin öğretilerine daha yakın durmaktadır. Ancak model genellenebilir olsa da modelin içindeki tanımlanan riskler sektöre ve hatta firmaya özgüdür. Dolayısıyla modelde, yapısalcı risk teorisinin ayırt etme yaklaşımı da ihmal edilmemiştir.

Araştırma metodolojisinde teorik zemine uygun olarak karma bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu araştırma Opet Petrolcülük A.Ş.’de bir vaka çalışması olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada yalnızca kara taşıtları ele alınmış, hava ve deniz taşıtları akaryakıt dağıtımı kapsam dışı bırakılmıştır. Bayilerden odak firmaya akan şikâyet metinleri nitel analiz yöntemlerinden içerik analiziyle analiz edilmiş ve tedarik zincirinde gerçekleşen riskler keşfedilmiştir. Daha sonra da tanımlanan riskler Bayes ağları ile yapılandırılmış ve ölçülmüştür.

Şekil 3.1. Araştırmanın Kapsamını Gösteren Zihin Haritası



Bu araştırmada tedarik zincirine bilgiyi işleme ve strateji paradigmalarının sağladığı perspektiften yaklaşılmıştır. Bu modelin özü, yapılandırılmamış verileri işleyerek bilgiye dönüştürmektir. Sonra da risklere dair sağlanan bilgiyle yanıt stratejileri üretilmiştir. Bu araştırmanın kapsamı tedarik zincirinin aşağı yönlü süreçleriyle sınırlıdır. Kırılma risklerini azaltan stratejiler müşterilerle uzun vadeli ilişkiler kurabilme adına kullanıcılara destek sağlar. Ayrıca bu stratejiler müşterilerle birebir temas sağlanarak yürütölür. Dolayısıyla bu model müşteri hizmet yönetimi ve müşteri ilişkileri yönetimi süreçlerine destek sağlamaktadır. Bunun yanında modelin sağladığı destek yalnızca operasyonel ve taktik düzeydeki kararlar için geçerlidir. Stratejik düzeydeki uzun vadeli kararlar ise kapsam dışı bırakılmıştır.

3.3. Araştırmanın Konusu

Akaryakıt, bir ürün grubunun adı olup benzin türleri, gaz yağı, jet yakıtı, motorin türleri, fuel-oil türleri ve diğer benzeri ürünleri kapsamaktadır. Türkiye’de akaryakıt piyasasının düzenlenmesi ve denetimi EPDK tarafından 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanununa göre yapılmaktadır (Resmi Gazete, 2003). İlgili kanunda piyasa faaliyetleri; petrolün ithalat ve ihracatı, rafinajı, işlenmesi, depolanması, boru hatları vasıtasıyla iletimi, deniz vasıtalarına ya da uçaklara ihrakiye teslimi, taşınması, dağıtılması ve bayiliği olarak açıklanmaktadır.

Petrol alım satımında fiyatlar dünyadaki serbest piyasa koşullarına göre oluşmaktadır. Petrol ürünlerinin liman ya da rafineri çıkış fiyatına piyasa fiyatı denir. İktisadi açıdan ele alındığında, tüketici pazarları için akaryakıt dağıtım sektörü klasik bir tam rekabet piyasası özelliği göstermektedir (Acemoglu, Laibson ve List, 2019; s.94). Öncelikte piyasaya arz edilen nihai ürünlerin kalitesi, bütün rakiplerde yaklaşık olarak aynıdır. İkincisi de alıcı ve satıcıların pazarlık etme ve fiyatı etkileme gücü yoktur. Bu sebeple akaryakıt firmaları arasında rekabet tüketici pazarından çok endüstriyel pazarda yaşanmaktadır. Rekabette öne çıkmanın yolu ise endüstriyel müşterilerin beklentilerini tatmin etmekten geçmektedir.

EPDK (2019) raporuna göre Türkiye’de Ocak-Kasım 2019 tarihleri arasında akaryakıt ürünlerinin (benzin türleri, motorin türleri, fuel-oil türleri, havacılık yakıtları, denizcilik yakıtları) toplam arzı yaklaşık olarak 36,3 milyon ton iken toplam

talep 38,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Arzın yaklaşık 25 milyon tonu üretimden, 11 milyon tonu ithalattan kaynaklanırken; talebin 27 milyon tonu tüketimden ve 12,5 milyon tonu ise ihracattan kaynaklanmıştır. Aynı dönemler arasında ham petrol ithalat miktarı ise yaklaşık 28,5 milyon tondur. Bu çalışmanın konusu, yurtiçi kara taşıtları akaryakıt talebi ve bu talebe ilişkin risklerin değerlendirilmesi olup petrol arzına ve diğer talep unsurlarına ilişkin meseleler araştırmanın kapsamının dışında bırakılmıştır.

3.4. Vaka Çalışması

Türkiye’de 2019 yılı itibarıyla yurt içinde akaryakıt satışı yapan dağıtıcı lisansına sahip 83 firma bulunmaktadır (EPDK, 2019). Bunlar arasında Opet A.Ş., yaklaşık 459 bin tonluk satışla 2019’da %18’lik bir Pazar payına sahip olmuş ve sektörde ikinciliği almıştır. Koç Holding Enerji Grubu’nun %50’sine sahip olduğu Opet, 1992 yılında İstanbul’da kurulmuş bir sermaye şirkettir (Opet, 2019). Tablo 3.1’de Opet’e ilişkin tanılayıcı istatistikler yer almaktadır. Bu tabloda da görüldüğü gibi, Opet’in Türkiye genelinde Sunpet alt markasıyla beraber toplam 1.636 istasyonu ve 5 terminali bulunmaktadır. Dağıtıcı firmalar, diğer kanallar ve nihai müşteriler de dâhil edildiğinde, Şekil 3.2’de görüldüğü gibi Opet’in kara taşıtları akaryakıt dağıtım zinciri haritasına ulaşılmaktadır.

Bu harita incelendiğinde sol kısımda petrol arzını temsil eden unsurlar gözükmektedir. Küresel petrol tedarik zincirinde 2019 yılında Türkiye’nin en önemli petrol tedarikçisi 1.7 milyon ton ham ve işlenmiş petrol ve %46’lık payla Rusya Federasyonu olmuştur. Rusya’nın yanında Irak (%15), Kazakistan (%7), Hindistan (%7), Nijerya (%6) ve Suudi Arabistan (%6) başta olmak üzere 21 farklı ülkeden daha ithalat yapılmaktadır (EPDK, 2019). Bu ithalat hem rafineriler (%76), hem de bizzat dağıtıcı lisansına sahip firmalar tarafından (%24) yapılabilmektedir. Şekil 3.1’de de görüldüğü gibi Opet, işlenmiş petrolü boru hattıyla Tüpraş’tan doğrudan Marmara terminaline iletebilmektedir (Opet, 2019). Bunun yanında Opet’e ait tüm terminaller, deniz bağlantılarıyla ithalat operasyonlarının yürütülmesine de imkân sağlamaktadır. Herhangi bir nedenle ülke içinde yaşanacak akaryakıt darlığı ihtimalinde Opet, ithal yolu ile muhtemel sıkıntıyı hafifletme imkânı nedeniyle stratejik bir konuma sahiptir. İthalattaki paylarına bakıldığında, Tüpraş Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. 2019’daki

toplam ithalatın yaklaşık %53'ünü, dağıtıcı lisansına sahip Opet Petrolcülük A.Ş. ise tek başına yaklaşık %6'sını gerçekleştirmiştir.

Tablo 3.1. OPET Petrolcülük A.Ş Tanılayıcı İstatistikler

Pazar payı	Oran	Sektör sıralaması
<i>Beyaz ürünler</i>	%18,57	Sektörde ikinci
<i>Siyah ürünler</i>	%28,57	Sektör lideri
İnsan Kaynakları Yapısı	Oran	Frekans
<i>Beyaz yaka</i>	%51	398
<i>Mavi yaka</i>	%38	294
<i>Yönetici</i>	%11	86
<i>35 yaş ve altı</i>	%44	342
<i>35-49 yaş arası</i>	%47	366
<i>49 yaş ve üzeri</i>	%9	70
<i>Erkek</i>	%72	560
<i>Kadın</i>	%28	218
İstasyon sayısı		Frekans
<i>OPET</i>		1.170
<i>SUNPET</i>		464
<i>Toplam</i>		1.636
Depolama kapasitesi		Miktar
<i>Marmara terminali</i>		721.000 m3
<i>Mersin terminali</i>		240.000m3
<i>Körfez terminali</i>		45.450m3
<i>Giresun terminali</i>		43.130m3
<i>Antalya terminali</i>		19.392m3
<i>Toplam</i>		1.068.972 m3

Kaynak: Opet (2019) internet sayfasından derlenmiştir.

Terminallerde depolanan akaryakıt, Opet'in anlaşmalı olduğu dağıtıcılar aracılığıyla bayilere taşınmaktadır. Her bayi yalnızca tek bir dağıtıcıdan alım yapabilir. Bunun yanında dağıtıcılar 5015 sayılı kanunun 7. maddesi gereğince kendi müşterileri olan diğer dağıtıcı lojistik filolarına da toptan ürün satışı yapabilir. Bu ürün satışları kart, cihaz vb. paketler üzerinden yapılır³. Lojistik filoları bir çeşit genişletilmiş ürün olan bu araçları kullanarak Opet istasyonlarından nakit ödmeden belli bir limite kadar akaryakıt alımı yaparlar. Dolayısıyla dağıtıcılar ve bayiler Opet'in akaryakıt dağıtım zincirini oluşturan iki temel aktördür.

³ Firma yöneticilerinin isteği üzerine araştırma kapsamında analiz edilen ürünlerin isimleri gizlenmiş ve kodlanarak yazılmıştır.

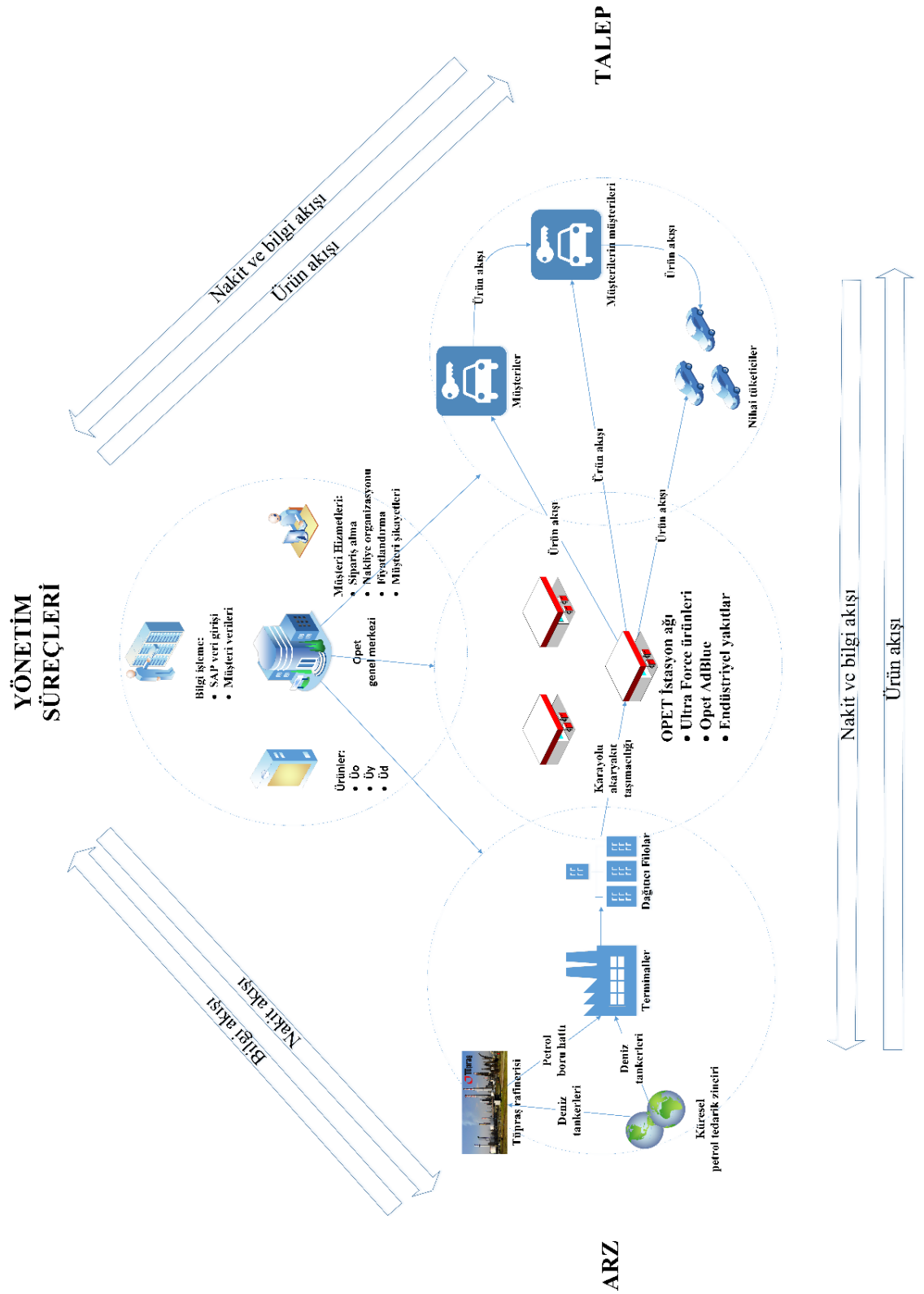
Dağıtıcılar Opet'ten aldıkları lisansla çalışmaktadırlar. Bayilikler ise Opet ve ilgili tüzel kişi arasında yapılan sözleşmeyle oluşturulur. İsterlerse dağıtıcılar kendi bayiliklerini de açabilirler. Ancak bu bayilerin dağıttığı toplam akaryakıt, dağıtıcının toplam yurtiçi pazar payının %15'inden fazla olamaz. Benzer şekilde dağıtıcıların yurtiçi pazar payı da toplam payın %45'ini geçemez (Resmi Gazete, 2003). Görüldüğü gibi tedarik zincirinin aşağı yönünde rekabet yasayla korunmuş ve tekelleşmenin önüne geçilmiştir.

İlgili kanun gereği, dağıtıcılar lisans başvurularında yıllık 60 bin ton beyaz ürün (benzin, motorin) dağıtım projeksiyonu ile bayi bilgilerini Opet'e vermek zorundadır. Lisans ve sözleşmelerin her ikisi de sürelidir ve süre bitiminden 3 ay öncesine kadar yenilenmesi gerekir. Yenilenmediği durumlarda otomatik olarak ilişki sonlanır. Ancak yükümlülüklerin yerine getirilmemesi ya da memnuniyetsizlik gibi sebeplerle süre bitiminden önce de sözleşme ve lisans iptalleri sıklıkla yaşanabilmektedir. Bu tarz durumlar Opet'in pazar hedeflerine ulaşmasında ve karlılığını sürdürmesinde önemli ölçüde engel teşkil etmektedir. Dolayısıyla Opet'in anlaşmalı olduğu bayi ve dağıtıcılarının risk profillerini bilmesi daha doğru planlama yapabilmesi ve olası müşteri kayıplarının önüne geçebilmesi adına elzemdir.

3.5. Veri Seti

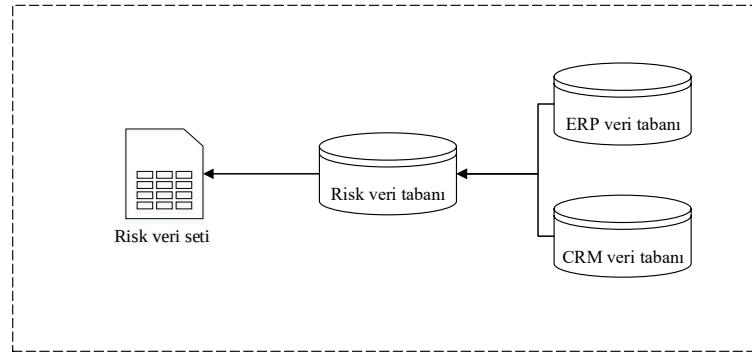
Şekil 3.2 incelendiğinde arzdan talebe doğru gerçekleşen ürün akışlarına karşın talepten arz istikametine doğru da para ve bilgi akışı gerçekleştiği görülmektedir. Bu çalışmada, endüstriyel müşterilerin ve daha spesifik olarak dağıtım zincirindeki bayilerin karşılaştıkları risklerin tespiti ve ölçümü, esas olarak müşteri şikayetleri üzerinden yapılmıştır. Bunun yanında, bayiler üzerinden akaryakıt dağıtım zincirinde yaşanan kırılmalara ilişkin veriler de SAP veri tabanından elde edilmiştir.

Şekil 3.2. Opet Kara Yakıtları Dağıtım Zinciri Haritası



Şikâyet verileri, dağıtım ağında müşteriden Opet'e doğru gerçekleşen bilgi akışının en önemli unsurlarından birisidir. Müşteri şikâyetleri, Opet'in CRM veri tabanında yazılı olarak tutulmaktadır. Bu veriler şikâyet metninin yanı sıra şikâyetin konusu, hangi departmana iletildiği, açılış ve kapanış tarihi gibi unsurları da içermektedir. Şikâyetler belli bir tarihe kadar ilgili birim tarafından çözülmezse bir üst birime aktarılmakta, o da çözemezse kendi üstüne aktarmaktadır. Bu şekilde şikâyetler eninde sonunda çözülmekte ancak konunun önemiyle ilgili olarak yaşanan gecikmeler bazen müşterilerin ciddi krizlerle karşı karşıya kalmasına sebep olabilmektedir. Bunun yanında acil olmayan şikâyetler ise ertelenebilir olmasına rağmen CRM ekibini gereksiz yere meşgul edebilmektedir. Dolayısıyla şikâyetlerin etkin bir şekilde yönetimi, aynı zamanda dağıtım zincirindeki risklerin yönetimi anlamına gelmektedir.

Şekil 3.3. Risk Veri Setinin Hazırlanması



Müşteri şikâyetlerinin yanında bayi ve dağıtıcılara ait her türlü ihale, sözleşme ve lisans bilgileri vs. de SAP veri tabanında tutulmaktadır. Araştırma kapsamında bu iki veri tabanından derlenen verilerle bir risk veri tabanı oluşturulmuştur. Daha sonra da veri temizleme işlemlerinden geçirilerek analize hazır veri seti elde edilmiştir.

3.6. Yöntem

Tedarik zinciri risk yönetimi modelinin en önemli iki sacayağı içerik analizi ve Bayes ağları yöntemidir. Bu bölümde bu yöntemlerin nasıl kullanıldığı anlatılacaktır.

3.6.1. İçerik Analizi

İçerik analizi verilerin derinlemesine analiz edilerek ve yeni temaların ya da faktörlerin ortaya çıkarıldığı bir nitel araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; s.255). Bu yöntemde amaç, birbirine benzeyen kavramlardan oluşan kümeler keşfederek bu kümeleri temsil edecek yeni kavramlar üretmektir. Bu sürecin sonunda elde edilen yeni kavramlar eğer daha önce hiç bilinmeyen olguları temsil ediyorsa, içerik analizi tümevarımsal bir kuram geliştirme süreci olarak düşünülebilir (Strauss ve Corbin, 1990).

Bu çalışmada içerik analizi, müşteri şikâyet metinlerinden risklerin ve riskler arasındaki karşılıklı bağımlılıkların ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır.

3.6.2. Bayes Ağları

Yapay zekânın bir kolu olan ve temelleri olasılık teorisine dayanan Bayesyen inanç ağları, ya da kısaca Bayes ağları ilk olarak 1980’lerde bilgi temelli sistemlerde kullanılmış olup belirsizliği modellemede kullanılan grafik temelli bir yaklaşımdır (Sigurdsson vd., 2001). İlk olarak Pearl (1986) tarafından tanıtılmıştır. Bayes ağları, riskin modellenmesinde istatistiksel veriyle verinin olmadığı durumlarda subjektif yargıyı birleştirme olanağı sunan eşsiz bir yöntemdir (Kelangath, Das, Quigley ve Hirdaris, 2012; Sigurdsson, Walls ve Quigley, 2001).

Bir Bayes ağı, koşullu olasılıklarla birbirine bağlanmış rassal değişkenlerden oluşan grafiksel bir yapıdır. Bu ağda bir düğümün değeri, düğümü oluşturan ebeveynlerin değerlerine bağlıdır. Dolayısıyla $P(X)$ ’in bileşik olasılık dağılımı bütün koşullu olasılıkların çarpımlarından oluşur. $pa(X_i)$ notasyonu X_i rassal değişkeninin ebeveynlerini temsil eder. Çocuk düğümlerden, ebeveyn düğümlerden ve düğümleri birbirine bağlayan tek yönlü oklardan oluşan Bayes ağını oluşturan görsel ağa literatürde DAG (directed acyclic graph) denilmektedir.

$$P(X) = \prod_{i=1}^n P(X_i | pa(X_i))$$

Bayes ağları modelleri yapı öğrenme ve parametre öğrenme olarak iki türe ayrılmaktadır. Her iki türde de öğrenme algoritmalarını duyarlılık analizleri ve model doğrulama aşamaları izler (Jiang, Lu, Yang ve Li, 2020).

Yapı öğrenmeli Bayes ağında, koşullu olasılıkların ve ağ yapısının oluşturulması amaçlanır. Bunun için ya uzman görüşlerinden yararlanılır, ya da ilişkiler veri setinden keşfedilir. Uzman görüşlerinin sübjektif bir yöntem olduğu göz önüne alınırsa yapıyı veri setinden keşfetmek daha geçerli sonuçlar sağlar. Parametre öğrenmeli Bayes ağında ise her bir düğüm için koşullu olasılık tabloları (conditional probability tables - CPT) oluşturulur. Böylelikle düğümlerin, ebeveyn düğümlerin farklı durumları için alacakları olasılıklar belirlenir. Bu çalışmada hem yapı öğrenme hem de parametre öğrenme yaklaşımı modelleme sürecine dâhil edilmiştir.

Tedarik zinciri risklerini modellemede Bayes ağı yaklaşımını kullanmanın sağladığı en büyük avantajlardan biri de doğrudan gözlemlenemeyen olayların olasılıklarının belirlenebilmesine imkân sağlamasıdır. Ayrıca bu yöntem geleceğe yönelik senaryo analizinde de (what/if) etkin bir biçimde kullanılabilir. Bayes ağı analizinin en büyük kısıtlılığı ise, düğüm sayısının artmasıyla beraber hesaplamaların zorlaşması ve daha geniş bir veri setine ihtiyaç duyulmasıdır.

Bayes ağları yöntemi TZRY literatüründe sıklıkla tedarikçi değerlendirme, tedarikçi seçimi ve tedarikçi sıralama amaçlarıyla kullanıldığı görülmektedir. Ancak kapsayıcı bir modele rastlanmamıştır (Qazi, Dickson, Quigley ve Gaudenzi, 2018). Badurdeen vd. (2014) havacılık sektörünün arz risklerini değerlendirmek için Bayes ağları temelli bir model geliştirmiş ve Boeing firmasının birinci kademe tedarikçilerini birbirleriyle kıyaslamıştır. Benzer şekilde Dogan ve Aydin (2011) toplam sahiplik maliyetiyle Bayes ağını birleştirdiği modelinde otomotiv endüstrisinde birinci kademe tedarikçi seçimi problemi üzerinde eğilmiştir. Qazi vd. (2017) riskler ve stratejiler arasındaki karşılıklı bağımlılığı önceliklendirebilmek için olasılıksal tedarik zinciri risk ölçüleri tanımlamıştır. Bu ölçülerden biri de fayda teorisindeki, karar vericinin riskten kaçınma davranışdır.

3.7. Araştırmanın Modeli

Model, gerçek hayattaki bir sistemin işleyişini taklit eden teorik bir kurgudur. Gerçek sistemler üzerinde deney yapmanın maliyeti çok yüksek olacağından araştırma modelleri kullanılarak işleyiş test edilir. Böylelikle elde edilen sonuçlardan yola çıkarak gerçek sistemler üzerinde rasyonel kararlar almaya olanak sağlanır.

Şekil 3.4'te akaryakıt dağıtım zinciri risk yönetimi modeli görünmektedir. Önerilen bu model 4 aşamadan ve 12 adımdan oluşmaktadır. İlerleyen kısımlarda modelin aşamaları sırayla açıklanacaktır.

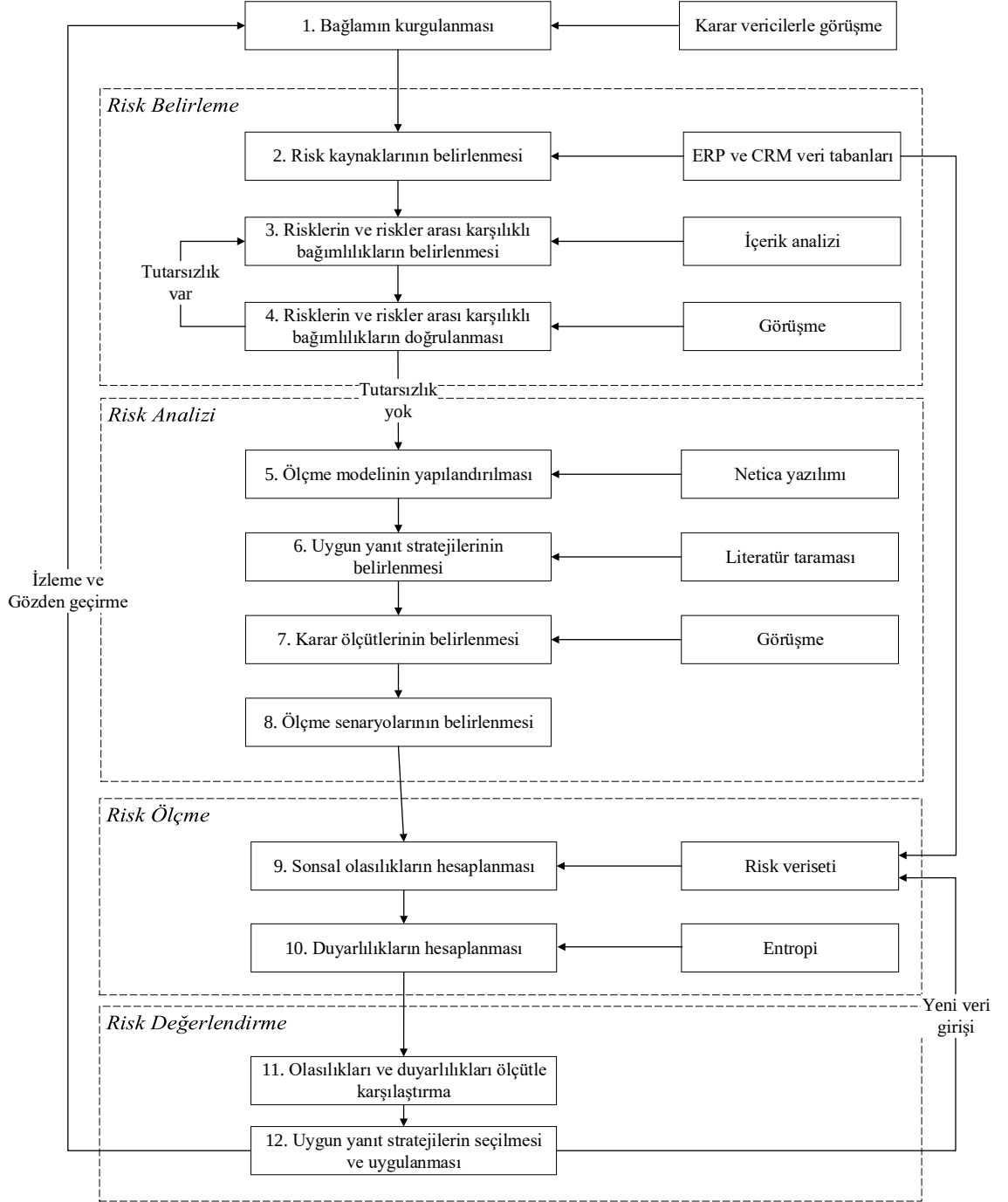
Bu modelde öncelikle yöneticilerle görüşmeler yapılarak araştırmanın amacının, öneminin ve potansiyel katkılarının paydaşlarca anlaşılması ve benimsenmesi sağlanır. Ayrıca uygulamanın kapsamı ve sınırları eşgüdümlü olarak ortaya konulur. Araştırma süreci boyunca firma içinden kimlerle irtibat kurulacağı belirlenir. İhtiyaç duyulursa her departmandan bir temsilcinin olduğu risk yönetimi komisyonu da kurulabilir. Daha sonra risk belirleme aşamasına geçilir.

3.7.1. Risk Belirleme

Risk belirleme aşamasında ilk önce risk kaynakları belirlenir. Risk kaynakları dağıtım zincirinde riski yaratan, riski taşıyan ya da riske temel teşkil eden unsurlardır. Müşteriye sunulan ürün türleri, dağıtım zincirindeki firmaların yapısal özellikleri (bayiler, dağıtıcılar, ikinci kademe müşteriler vs.) ya da ana firmadaki dağıtım zincirinin farklı kademelerine dokunan departman türleri (satış ve pazarlama, finans, insan kaynakları vb.) olabilir. Risk kaynaklarına ilişkin verilere dağıtım zincirindeki bilgi akışının sağlandığı ERP ya da CRM veri tabanlarından ulaşılabilir.

Bu veri tabanlarından ulaşılacak bir diğer veri türü de müşteri şikâyetleridir. Şikâyet metinleri, dağıtım zincirinde meydana gelen risklerin keşfedildiği ana kaynaktır. Nitel araştırma yöntemlerinden içerik analiziyle şikâyet metinleri taranarak hangi risklerin var olduğu ve bu risklerden hangilerinin birbirlerini etkilediği açığa çıkarılır.

Şekil 3.4. Önerilen Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Modeli



İçerik analizinin sübjektif bir yöntem olduğu göz önüne alınırsa, teorik olarak tanımlanan risklerin sistem içinde yaşanan gerçek problemlerle ne kadar örtüştüğü test edilmesi gereken bir muammadır. Bu sebeple risk belirleme aşamasının dördüncü adımında firma içinden risk yönetimi temsilcileriyle görüşülerek keşfedilen risklerin

ve riskler arası bağımlılıkların doğrulaması yapılır. Eğer yeni kavramsallaştırılan riskler gerçek durumları tam olarak yansıtmıyorsa bir önceki adıma geri dönülür ve içerik analizi tekrar yapılır. Eğer firma temsilcileri risklerin tutarlılığını yeterli bulurlarsa bir sonraki aşama olan risk analizine geçilir.

3.7.2. Risk Analizi

Ölçme modelinin yapılandırılması aşamasında daha önce belirlenen risk kaynakları, ön riskler, kırılma göstergeleri ve çeviklik göstergesi olan şikâyet cevap hızı birleştirilerek akaryakıt dağıtım zinciri risk haritası çıkarılır. Bu harita, teorik olarak kurgulandıktan sonra Netica yazılımına işlenir.

Ampirik test aşamasına geçilmeden önce farklı ölçme senaryoları için uygun yanıt stratejileri belirlenir. Bu stratejilerin neler olabileceğine literatürdeki geçmiş çalışmalardan esinlenerek karar verilebilir.

Bir sonraki adımda ise strateji seçiminde başvurulacak ölçütler belirlenir. Bayiden gelen bir şikâyet, dağıtım zincirinde bazı ön risklerin gerçekleştiğine dair bir sinyaldir. Ölçme modeli bu sinyali alarak kırılma henüz gerçekleşmeden kırılma olasılığını ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığını hesaplar. Öyleyse gerçekleşen ön riske karşı hangi proaktif yanıt stratejisinin seçilip uygulanacağına karar vermek için bu iki değer temel ölçüt olmalıdır. Olasılık ve duyarlılık birer sayısal ölçü olduğundan, ölçütler de sayısal olmalıdır. Ancak bu değerler firmanın risk iştahına göre değişebilir.

Ölçütlerin belirlenmesinden sonra sekizinci adımda ölçme senaryoları belirlenir. Bu senaryolarda; risk kaynağı olarak ürün türü, ön risk ve cevap süresi üzerinden manipülasyonlar yapılarak oluşabilecek gerçek durumlar taklit edilir.

3.7.3 Risk Ölçme

Ölçme senaryoları belirlendikten sonra Netica programına ERP ve CRM veri tabanlarından derlenerek oluşturulan risk veri seti yüklenir. Bu sayede program tarafından gerekli filtreleme işlemleri otomatik olarak yapılarak Bayes ağındaki her bir düğüm için önsel olasılıklar hesaplanır. Bu düğümler cevap hızı, risk kaynakları,

ön riskler ve kırılma riskleri gibi rastsal değişkenleri temsil etmektedir. Daha sonra, senaryoların ön gördüğü durumlar gözlemlenen değişken olarak Bayes ağında tanımlanarak diğer değişkenlerin her bir senaryo için sonsal olasılıkları hesaplanır.

Sonsal olasılıklar, senaryolar altında ağda yer alan riskler için birer nokta tahminidir. Onuncu adımda, bu tahminlerin belirsizlik düzeyi hesaplanır. Bu amaçla Netica programı üzerinden duyarlılık analizleri yapılarak her bir risk türünün bireysel entropisi ve cevap hızıyla olan ikili entropisi hesaplanır.

3.7.4. Risk Değerlendirme

Sonsal olasılıklar ve entropi, strateji seçiminde başvurulacak iki ölçümdür. Bu ölçümler hesaplandıktan sonra daha evvelden tanımlanan bağıl ölçütlerle karşılaştırılarak senaryolarda gerçekleşen ön risklere karşı uygun yanıt stratejileri seçilir.

Önerilen TZRY modelinin en önemli özelliklerinden birisi de, bayilerden şikâyet akışı devam ettikçe önsel olasılıkların güncellenmesidir. Dolayısıyla risk ölçme ve risk değerlendirme aşamaları döngüsel olarak kendi içinde sürekli tekrar etmektedir. Böylelikle ön riskler için birer sinyal olan her bir şikâyet girdisinden sonra anlık olarak sunulan yanıt stratejileri de zaman içinde değişen şartlara göre otonom bir şekilde güncellenmektedir.

Modelin çalışma koşulları ve sürecin başarısı yöneticiler ve teorisyenler tarafından sürekli izlenerek yararlılığı hakkında dönüt sağlanır. Gerekli görülürse en başa dönülerek uygulama bağlamı yeniden değerlendirilebilir. Böylelikle yalnızca risk parametreleri değil, modeldeki değişkenler ve ilişkiler de zaman içinde güncellenebilir.

3.8. Modelin Uygulanması

Bölüm 3.7’da aşamaları tanıtılan modelin, bu bölümde ise her bir aşamasının nasıl uygulandığına yer verilmiştir.

3.8.1. Risk Belirleme

Birinci adımda yöneticilerle yapılan görüşmeler neticesinde geliştirilen modelin Opet içindeki tek bir departmanda uygulanmasına ve dağıtım zincirindeki bayi risklerinin değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Bayiler Opet ürünlerini satan akaryakıt istasyonlarıdır. Araştırmanın yapıldığı departman, Opet'in endüstriyel müşterileri için sağladığı üç üründen sorumludur. Bu ürünler endüstriyel müşteriler için sağlanan ödeme kolaylıkları ve çeşitli ek hizmetlerle petrol türevlerinin genişletilmiş versiyonu gibi düşünülebilir. Bu araştırmada, ürünlerin dağıtım zincirinde gerçekleşen risklere kaynak teşkil ettiği düşünülmektedir. Aşağıda, bu ürünlerin özelliklerine dair tanımlamalar yer almaktadır. Firma yöneticilerinin isteği üzerine ürünlerin tam isimleri paylaşılmamış, kısaltma şeklinde verilmiştir.

- Üo: Şirket taşıtlarının istasyonlardan kredi kartı kullanmadan ya da nakit ödeme yapmadan akaryakıt almasına imkân tanıyan bir ödeme sistemidir. Bu sistemde dolum bilgileri elektronik ortamda müşteriye iletilir ve fatura belli dönemler için toplu çıkarılır. Üo, taşıtların akaryakıt giderlerini kontrol altına alabilmek için müşteri firmalara önemli bir avantaj sağlamaktadır.
- Üy: Bu ürün, müşteri firmaların tedarikçilerinin yakıt alımlarını takip edebilmelerini ve özel finansal koşullardan yararlanabilmelerini sağlayan bir sistemdir. En önemli özelliği, ERP programlarıyla entegre çalışabilmesi sayesinde raporların tek bir ekran üzerinden izlenebilmesine olanak sağlamasıdır.
- Üd: Kartlı ürünlerle benzer niteliklere sahip olup yabancı plakalı araçlar için geçerli bir üründür. Ülkeye göre sunulan hizmetler değişkenlik gösterebilmektedir. En önemli özelliklerinden biri de bu ürün sayesinde araçların karbon ayak izinin otomatik olarak kaydediliyor olmasıdır.

Tablo 3.2. Akaryakıt Dağıtım Zincirinde Keşfedilen Riskler ve Tanımları

Kod	Riskler	Tanımlar
R_s	Sistem	Yazılım altyapısındaki yetersizlik ya da bozukluklardan dolayı bir işlemin yapılamaması ya da yapılan bir işlemin dijital ortama aktarılamaması olasılığıdır.
R_h	Hesap Kayıt	Yapılan bir ticari işlemin muhasebe kaydının tutulmasında aksaklık olması ya da aynı işleme dair birden fazla ortamda yer alan kayıtlar arasında tutarsızlık oluşması olasılığıdır.
R_o	Operasyon	Ortaya çıkan engelleyici durumlar neticesinde tedarik zincirindeki ödeme, satış, tahsilat, fatura kesme gibi rutin faaliyetlerin aksaması olasılığıdır.
R_m	Müşteri Memnuniyetsizliği	Sunulan mamul ve hizmetlerin beklentileri veya kalite standartlarını karşılayamamasından dolayı endüstriyel müşterileri veya nihai tüketicileri tatmin edememesi olasılığıdır.
R_a	Arıza	Pos cihazı, pompa, regülatör gibi donanımsal problemlerden kaynaklı olarak otomatize edilmiş süreçlerin aksaması olasılığıdır.
R_b	Bilgi	Partnerlerin tedarik zincirindeki iş akışlarıyla ilgili doğru bilgiye sahip olmaması ya da farklı birimlerin aynı konu üzerinde asimetrik bilgiye sahip olması olasılığıdır.
R_i	İletişim	İnsani veya teknik sebeplerden kaynaklı olarak tedarik zincirindeki partnerler arasındaki bilgi paylaşımının aksaması olasılığıdır.
R_f	Fiyat	Alıcıların pazarlık gücünden veya ana dağıtıcının belirlediği iskonto oranlarından kaynaklı olarak tedarik zincirindeki bayilerin ürün satışlarından beklenen karlılığı sağlayamama olasılığıdır.
K_a	Acil Durum	Meydana gelen herhangi bir aksaklığın, iş sürekliliğinin devamlılığı adına en hızlı şekilde giderilmesi ihtiyacının ortaya çıkması olasılığıdır.
R_l	Limit Yetersizliği	Satılan ürünler üzerinden müşterilere tanınan limitlerin yeterli olmaması sebebiyle müşterilere yakıt ikmali yapılamaması olasılığıdır.
K_s	Sözleşme Fesih	Bir bayinin ana dağıtıcıyla olan ticari ilişkisini 5014 sayılı petrol ticaret kanununun tesis ettiği hükümlere dayanarak sözleşmede belirlenen tarihten önce sonlandırması ya da sözleşme bitiminde yenilememesi olasılığıdır.

Risk kaynakları belirlendikten sonra Ocak-Ekim 2019 tarihleri arasında bu ürünlerle ilintili olarak 79 farklı firmadan gelen 103 müşteri şikâyeti içerik analizine tabi tutularak 10 tema belirlenmiş ve bu temalar ön riskler olarak kavramsallaştırılmıştır. Bu kavramsallaştırma, şikâyet metinlerindeki ortak kodlardan daha genel olan temalara doğru tümevarımsal bir yaklaşımla yürütülmüştür. Dolayısıyla yeni kavramlar, özelden genele doğru bir ilerlemeyle elde edilmiştir. Kırılma risklerinin belirlenmesinde ise içerik analizinin yanı sıra şikâyet bildiren firmalar SAP veri tabanında taratılarak ve bu firmaların şikâyetten sonraki süreçte Opet ile çalışmaya devam edip etmediği sorgulanmıştır. Böylelikle bir de sözleşme fesih riski tanımlanmıştır. Tablo 3.2’de riskler, bu risklere ait değişken kodları ve risklerin tanımlamaları yer almaktadır. Ek 1’de ise yapılan içerik analizi işlemleri yer almaktadır.

3.8.2. Risk Analizi

Şekil 3.4’te akaryakıt dağıtım zinciri risk haritası gözükmektedir. Bu harita Bayes ağırları ile bir ölçme modeli olarak kurgulanmıştır. Modelde, kırılma göstergeleri olarak sözleşme fesih riski ve acil durum riski yer almaktadır. Böylelikle birinci araştırma problemi olan “*Akaryakıt dağıtım zincirinde kırılmalar hangi risk göstergeleriyle temsil edilebilir?*” sorusunun cevabına erişilmiş olur.

Ön riskler bölümünde kırılma göstergelerini hangi risklerin etkilediği ve bu riskler arasındaki karşılıklı bağımlılıklar görülmektedir. Örneğin sözleşme fesih riskini sistem, hesap kayıt ve müşteri memnuniyetsizliği riskleri etkilemektedir. Müşteri memnuniyetsizliği riskini de limit yetersizliği, bilgi, fiyat, arıza, iletişim ve operasyon riski etkilemektedir. Dolayısıyla dağıtım zincirinde yaşanan bir arızanın müşteri memnuniyetsizliği riskini arttıracakını, bu riskin de bayinin sözleşme fesih riskini arttıracakını söyleyebiliriz.

Ön risklerin arkasında da risk kaynakları yer almaktadır. Üo, Üy ve Üd ürünleri risk kaynaklarını teşkil etmektedir. Risk kaynakları yalnızca kök risklere bağlanmıştır. Örneğin müşteri memnuniyetsizliği riski fiyat riskinden etkilenmektedir. Fiyat riskinin büyüklüğü ise ürün türüne bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla ürünler fiyat riskini doğrudan etkilemekte iken müşteri memnuniyetsizliğini dolaylı yoldan etkilemektedir.

Aynı yol üzerinden bir adım daha ileride ise sözleşme fesih riski etkilenmektedir. Öyleyse ölçme modeli ile ikinci araştırma problemi olan “*Kırılmalara yol açan ön riskler ve risk kaynakları nelerdir?*” sorusunun cevabına da ulaşılmış olur.

Ölçme modelinin en gerisinde dağıtım zincirinin çevikliğinin bir göstergesi olan cevap hızı değişkeni yer almaktadır. Daha önce de açıklandığı gibi modelde, dağıtım zincirinin bayilerden gelen şikâyetler, kırılma risklerinin hesaplanmasında bir sinyal olarak algılanıyordu. Gelen şikâyetle birlikte ön riskler ve risk kaynakları birer gözlemlenen değişkene dönüşür. Böylece farklı cevap hızlarına (0 gün ila 1 haftadan fazlası) karşı acil durum ve sözleşme fesih risklerinin nasıl tepki verdiği hesaplanmış olur.

3.8.2.1. Ölçme Modelinin Yapılandırılması

Buraya kadar sözel olarak anlattığımız ölçme modelimizi, şimdi matematiksel olarak kurgulayacağız. Ölçme modelinde öncelikle Bayes ağlarıyla rastgele değişkenlere dair parametre tahminleri yapılır. Bu parametreler risklerin gerçekleşme olasılıklarıdır. Daha sonra da parametre tahminlerinin belirsizlik düzeyleri hesaplanır. Bunun için de duyarlılık analizi yapılır ve her bir tahminin entropi değeri hesaplanır.

3.8.2.1.1. Parametre Tahmini

Bayes ağında toplam 15 değişken yer almaktadır. D , bu değişkenlerin yer aldığı bir küme ise; $D = \{K_s, K_a, R_f, R_o, R_i, R_s, R_h, R_a, R_l, R_b, R_m, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d, C\}$ şeklinde ifade edebiliriz. Öyleyse $\mathbb{P}: D \rightarrow \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ olmak üzere D 'nin bileşik olasılık dağılımı fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} \mathbb{P}(K_s, K_a, R_f, R_o, R_i, R_s, R_h, R_a, R_l, R_b, R_m, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d, C) = \\ \mathbb{P}(K_s | R_s, R_h, R_m). \mathbb{P}(K_a | R_s, R_h, R_o, R_i). \mathbb{P}(R_s | R_a, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d). \\ \mathbb{P}(R_m | R_l, R_b, R_a, R_f, R_i, R_o). \mathbb{P}(R_h | R_a, R_o, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d). \mathbb{P}(R_o | R_a, R_s, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y). \\ \mathbb{P}(R_i | R_f, R_b, R_s, R_h). \mathbb{P}(R_b | R_l, R_s, R_h, R_f, \ddot{U}_o, \ddot{U}_y). \mathbb{P}(R_f | \ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d). \\ \mathbb{P}(R_a | \ddot{U}_o, \ddot{U}_y). \mathbb{P}(R_l | \ddot{U}_o). \mathbb{P}(\ddot{U}_o | C). \mathbb{P}(\ddot{U}_y | C). \mathbb{P}(\ddot{U}_d | C). \mathbb{P}(C) \end{aligned}$$

Bu modelde $K = \{K_s, K_a\}$ kırılma riskleri kümesini, $\ddot{U} = \{\ddot{U}_o, \ddot{U}_y, \ddot{U}_d\}$ risk kaynakları kümesini, $R = \{R_f, R_o, R_i, R_s, R_h, R_a, R_l, R_b, R_m\}$ ön riskler kümesini ve $\mathcal{C} = \{C\}$ ise çevikliğin göstergesi olan cevap hızı kümesini temsil etsin. Öyleyse ölçme modelini daha sade bir şekilde aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$\mathbb{P}(\mathcal{C}, \ddot{U}, R, K) = \mathbb{P}(K|R) \cdot \mathbb{P}(R|\ddot{U}) \cdot \mathbb{P}(\ddot{U}|\mathcal{C}) \cdot \mathbb{P}(\mathcal{C})$$

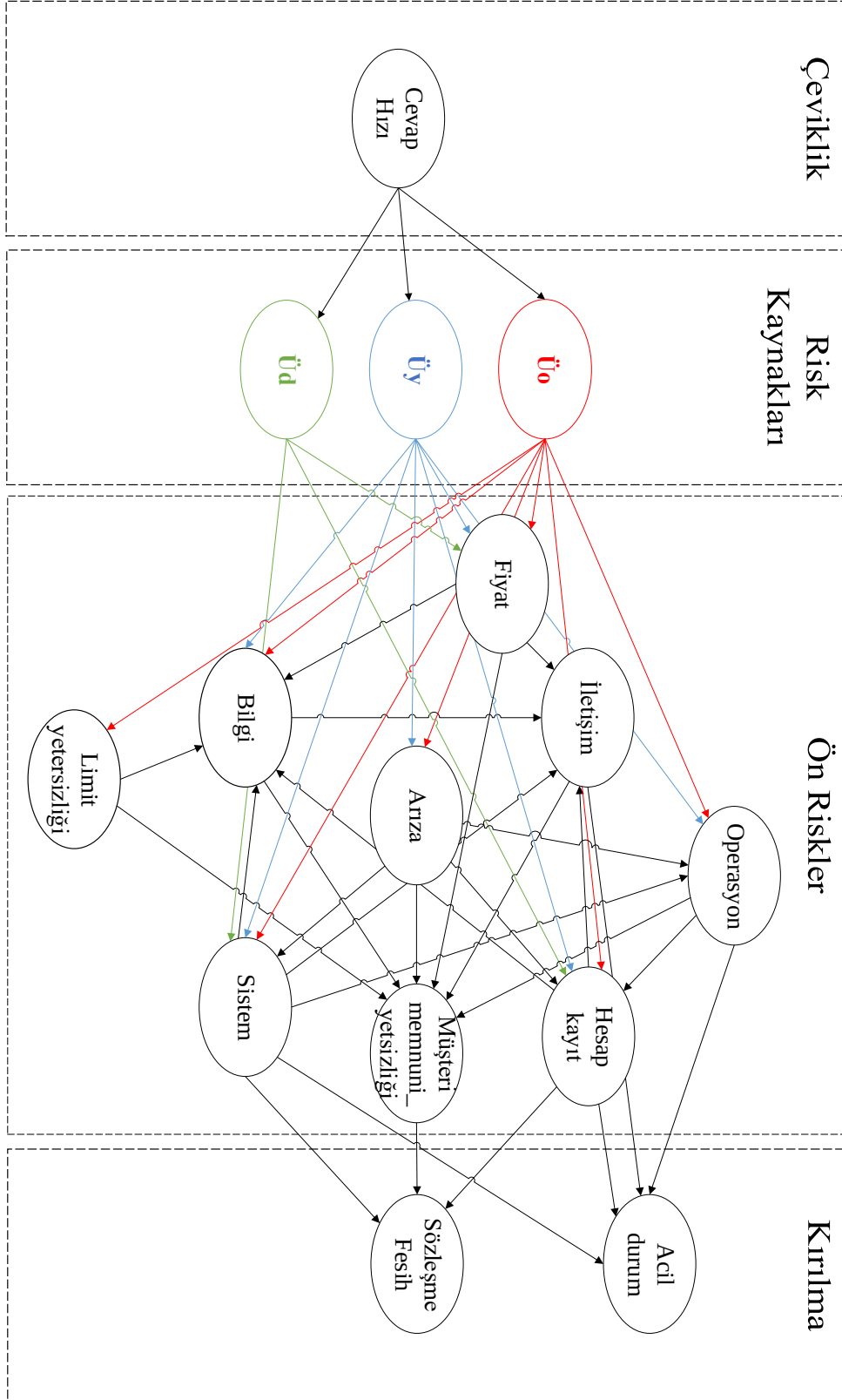
Modeldeki bütün değişkenler kesiklidir. Çeviklik göstergesi olan cevap hızı hariç bütün değişkenler 0 veya 1 şeklinde kukla değişkenleri olarak tanımlanmıştır. Örneğin; $\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 1)$ ifadesi gelen rastgele bir şikâyetle firmanın $\ddot{U}_o$ ürünü kullanıyor olma olasılığını göstermektedir. $\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 0, \ddot{U}_d = 1, R_s = 0, R_i = 1)$ ifadesi ise gelen bir şikâyetle firmanın $\ddot{U}_o$ ürünü kullanmama, $\ddot{U}_d$ kullanma, sistem riski yaşamama ve iletişim riski yaşama olasılığını göstermektedir. Cevap hızı ise 6 kategorili bir değişkendir. $\mathbb{P}(C = 0)$ Şikâyet konusu olan riskin aynı gün iyileştirilmesi olasılığını; $\mathbb{P}(C = 1)$ 1 gün içinde iyileştirilmesi olasılığını; $\mathbb{P}(C = 2)$ 2 gün arasında iyileştirilmesi olasılığını; $\mathbb{P}(C = 3)$ 3 gün arasında iyileştirilmesi olasılığını; $\mathbb{P}(C = 4)$ 4 ila 7 gün arasında iyileştirilmesi olasılığını; $\mathbb{P}(C = 5)$ ise 8 gün veya daha uzun bir süre zarfında iyileştirilmesi olasılığını temsil etmektedir.

3.8.2.1.2. Belirsizlik Tahmini

Bayes ağları yöntemiyle her bir risk parametresinin nasıl tahmin edildiğini açıklamaktadır. Ancak strateji seçiminde yalnızca tahmini yapılan olasılıklar değil, bu olasılıkların belirsizlik düzeyleri de ölçüt olarak dikkate alınır.

Belirsizlik düzeylerinin hesaplanmasında, istatistikteki merkezi yayılma ölçüleri olan standart sapma, varyans, bağlı değişkenlik katsayısı gibi geleneksel ölçüler yerine bilgi entropisi kullanılmıştır. Bilgi entropisi bir rastsal değişkenin yayılımını açıklayan istatistiksel bir ölçüdür (Jiang et al., 2020). Entropi arttığında değişkenin belirsizlik düzeyi de artar. Bilgi entropisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

Şekil 3.5. Ölçme Modeli



$$H(Y) = - \sum_{y \in Y} \mathbb{P}(y) \log \mathbb{P}(y)$$

Bu denklemde $H(Y)$ terimi Y rastsal değişkeninin bilgi entropisi, $\mathbb{P}(y)$ ise Y rastsal değişkeninin önsel olasılığıdır.

Bilgi entropisi ile tek bir rastsal değişkene dair yapılan nokta tahmininin belirsizlik düzeyi hesaplanabildiği gibi iki değişken arasında paylaşılan ortak bilgi miktarı da hesaplanabilmektedir. Bu yöntemde de “ikili entropi” denilmektedir. İkili entropi, iki değişken arasındaki karşılıklı bağımlılığın bir ölçüsü olarak düşünülür. İkili entropi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$H(X; Y) = \sum_{y \in Y} \sum_{x \in X} \mathbb{P}(x, y) \log \left(\frac{\mathbb{P}(x, y)}{\mathbb{P}(x) \mathbb{P}(y)} \right)$$

Bu denklemde $\mathbb{P}(x, y)$ terimi X ve Y rastsal değişkenlerinin bileşik olasılık dağılımı fonksiyonu; $\mathbb{P}(x)$ ve $\mathbb{P}(y)$ terimleri ise X ve Y rastsal değişkenlerinin marjinal olasılık dağılımı fonksiyonlarıdır.

İkili entropi, Bayes ağlarında duyarlılık analizi amacıyla da kullanılabilmektedir. Buna göre, ağa bir kanıt terimi ilave edildiğinde, ikili entropiyle bu yeni bilginin aşağı yönlü düğümlerde nasıl bir etki meydana getirdiği görülebilir (Jiang et al., 2020). Şekil 3.4’deki kırılma risklerinin ön risklere, risk kaynaklarına ve çevikliğe karşı duyarlılığı da ikili entropi bilgisiyle ölçülecektir. Bir sonraki bölümde ikili entropi ve olasılık tahmini bilgileri kullanılarak risklere karşı otonom stratejilerin nasıl belirlendiği açıklanacaktır.

3.8.2.2. Uygun Yanıt Stratejilerinin Belirlenmesi

Dağıtım zincirindeki herhangi bir bayiden bir şikayet geldiğinde, ölçme modeli tarafından tahmin edilen kırılma riskine karşı uygun bir yanıt stratejisinin belirlenmesinde Tablo 3.3’teki duyarlılık-olasılık-strateji matrisinden yararlanılır. Bu matris sayesinde şikâyetler sisteme girildiği anda sözleşme fesih riskinin ya da acil durum riskinin olasılığına ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığına göre 5 kategoriye ayrılır. Böylelikle her bir kategoriye özel stratejiler otomatik olarak atanır

ve taktiksel düzeyde uygulanır. Bu sayede beşinci araştırma problemi olan “*Kırılmaya olan etkinin büyüklüğü ve duyarlılığı dikkate alındığında, akaryakıt dağıtım zincirinde gerçekleşen risklere karşı hangi yanıt stratejileri benimsenmelidir?*” sorusunun cevabına da ulaşılmış olur.

Şikâyetin cevaplanması demek, müşteri firma sisteme bir şikâyet girişi yaptıktan sonra müşteri ilişkileri birimindeki sorumlu kişilerin bu şikâyetin konusu olan problemi çözmesi ve sistemde bu şikâyetin kapatılması anlamına gelmektedir.

Tablo 3.3. Duyarlılık-Olasılık-Strateji Matrisi

Duyarlılık\Olasılık	Düşük	Orta	Yüksek
Yüksek	Takip	Kontrol	Çeviklik
Orta	Kontrol	Kontrol	Kontrol
Düşük	Erteleme	Kontrol	Transfer

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

- *Transfer stratejisi:* Kırmızı renkli stratejidir. Buna göre, $K = \{K_s, K_a\}$ olmak üzere eğer $\forall i \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ ve $k_j \in K$ için $\mathbb{P}(k_j | C = i) > S_{üst}$ gibi kırılma riskinin olasılığı her daim yüksekse ve bu olasılık cevap hızına göre de azalmıyorsa şikâyet doğrudan bir üst kademeye aktarılır ve müşteri hizmetlerinden sorumlu personel bu şikâyeti cevaplama sorumluluğundan muaf tutulur. Transfer stratejisi en kritik riskler için uygundur.
- *Çeviklik stratejisi:* Turuncu renkli stratejidir. Çeviklik, müşteriden gelen şikâyetleri hızlı ve esnek bir şekilde cevaplayabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Eğer şikâyetle bulunan firmanın sözleşme fesih riskinin olasılığının cevap hızına karşı duyarlılığı yüksekse çeviklik stratejisi benimsenir. Çeviklik yeteneğinin sağlanabilmesi için ilgili departmanın operasyonel düzeyde personel planlama esnekliğine sahip olması gerekir. Örneğin $k_j \in K$ için gelen bir şikâyetle $\mathbb{P}(k_j | C = 0) = 0$ iken,

$\exists i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ için $\mathbb{P}(k_j | C = i) > S_{üst}$ gibi bir durumla karşılaşılırsa, ilgili personelin bu şikâyeti sisteme girildiği gün cevaplamaı gerekir. Eğer tek başına bunu başaramayacağı kadar karmaşık bir durumsa diğer çalışanların mevcut işlerini devrederek ya da erteleyerek atik bir şekilde bu şikâyeti çözmek için sorumlu kişiyle işbirliği yapmaları gerekmektedir. İşgücü planlamasında bu tarz bir esnekliği sağlayabilmek içinse matris tipi bir örgütsel yapılanmanın benimsenmesi önerilir.

- *Takip stratejisi*: Sarı renkli stratejidir. Eğer riskin gerçekleşme olasılığı düşük iken cevap hızındaki gecikmeyle beraber bu olasılık yükseliyorsa, ilk birkaç gün içinde bu şikâyetin cevaplanması gerekmektedir. Takip stratejisi çeviklik stratejisine benzemekle beraber riskin cevap hızına karşı duyarlılığının daha zayıf olduğu durumlar için önerilir. Çeviklik stratejisinde olduğu gibi bir personel hareketliliği gerekmez. Şikâyeti cevaplandırma sürecini rutin bir şekilde müşteri ilişkileri birimindeki ilgili personel yürütür. Ancak şikâyet bilgisi aynı anda üst birimdeki sorumlulara da aktarılır. Böylelikle yönetici süreci izler ve gecikme yaşanması durumunda müdahale eder.
- *Erteleme stratejisi*: Yeşil renkli stratejidir. Eğer $k_j \in K$ olmak üzere şikâyetle bulunan firmanın sözleşme feshi riski $\forall i \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ için $\mathbb{P}(k_j | C = i) < S_{alt}$ ise erteleme stratejisi uygulanabilir. Böyle bir durumda risk düşüktür ve riskin cevap hızına karşı duyarlılığı zayıftır. Bu sebeple bu kategoriye giren bir şikâyet geldiğinde ihmal edilebilir ve sorumlu iş gücü daha kritik şikâyetlere kaydırılabilir. Erteleme stratejisinin uygulanabilmesi için de matris tipi bir örgütsel yapılanma önerilmektedir.
- *Kontrol stratejisi*: Mavi renkli stratejidir. Şikâyet durumlarında kırılma risklerinin gerçekleşme olasılıkları ve duyarlılıkları orta düzeydeyse ve bu ölçümler cevap hızından etkilenmiyorsa kontrol stratejisi uygulanır. Kontrol stratejisinde müşteri ilişkileri yönetimi ekibinde şikâyetlerden sorumlu personel rutin bir şekilde faaliyetlerini sürdürür. Kontroller ise ilgili dönemin sonunda yapılır.

3.8.2.3. Karar Ölçütlerinin Belirlenmesi

Müşteri şikâyetleri üzerinden kırılma risklerine karşı cevap stratejisi seçiminde iki temel ölçüt dikkate alınır. Bu ölçütler riskin gerçekleşme olasılığı ve riskin cevap hızına karşı duyarlılığıdır. Ölçütler belirlendikten sonra bu ölçütler üzerinden karar sınırları belirlenmelidir. Bu sınırlar eğer sabit birer nokta olarak düşünülürse, ölçütün türü mutlak ölçüttür. Mutlak ölçütlerin sınır değerleri daima sürecin başında belirlenir. Eğer sınır değerleri, sabit birer nokta değil de birer rassal değişken olarak düşünülürse, ölçütün türü bağıl ölçüttür. Bağıl ölçütler firmanın risk iştahı dikkate alınarak süreçle beraber belirlenir. Bunun için bulanık küme teorisi ya da stokastik programlama algoritmalarından yararlanılabilir. Bu araştırmada ise sınır değerleri yöneticilerle yapılan görüşmeler neticesinde birer mutlak ölçüt olarak belirlenmiştir.

Risk iştahı, müşterileri yaşam boyu değeri ya da müşterinin defter değeri gibi etki göstergeleri göz önüne alınarak sübjektif bir şekilde belirlenebilir. Bunun için öncelikle yöneticilerle ya da firma sahipleriyle görüşülerek $0 < S_{alt} < S_{üst} < 1$ olacak şekilde S_{alt} (alt sınır) ve $S_{üst}$ (üst sınır) gibi iki nokta belirlenir. Böylelikle aşağıda da görüldüğü gibi sözleşme fesih riskini sınıflandırmak için üç bölge tayin edilir.

- $\mathbb{P}(K) \in [0, S_{alt}) \rightarrow$ Düşük olasılık
- $\mathbb{P}(K) \in [S_{alt}, S_{üst}] \rightarrow$ Orta olasılık
- $\mathbb{P}(K) \in (S_{üst}, 1] \rightarrow$ Yüksek olasılık

Eğer müşterilerin firma değeri çok yüksekse, firmanın riske duyarlılığı da yüksek olacaktır. Bu durumda S_{alt} ve $S_{üst}$, 0'a yakın değerler alır. Riske duyarlılığı yüksek bir firmanın müşterilerini mutsuz etmeye tahammülü olmamalıdır. Bunu ise, kalabalık ve güçlü bir müşteri ilişkileri departmanı ile başarabilir. Aksi durumda ise yöneticiler S_{alt} ve $S_{üst}$ değerlerini 1'e yaklaştırarak risk iştahını arttırabilir. Bu durumda yöneticiler müşteri ilişkileri yönetiminde daha sınırlı bir işgücü kullanabilir ve müşteri şikâyetlerine karşı cevap hızındaki yavaşlamalara tolerans tanıyabilir.

3.8.2.4. Ölçme Senaryolarının Belirlenmesi

Risk analizi aşamasının son adımında, dağıtım zincirinde gerçekleşmesi muhtemel bazı olaylar senaryolar şeklinde kurgulanacaktır. Her bir senaryoda, bazı kanıtların gerçekleştiği varsayılır ve modele ilave edilen bu yeni bilgiler ışığında diğer değişkenlerin –özellikle de kırılma değişkenlerinin- sonsal olasılıkları hesaplanır.

Birinci senaryo: Birinci senaryoda, modeldeki riskleri önem düzeylerine göre önceliklendirebilmek için kırılma riskleri olan acil durum riskinin ve sözleşme fesih riskinin gerçekleştiğini varsayıp modele kanıt terimi olarak sırasıyla ilave edeceğiz.

Elimizdeki veri setinde $\mathbb{P}(\mathbf{K}|\mathbf{R})$ 'yi, yani bağımsız değişkenler olan ön riskler verildiğinde kırılma riskleri olan acil durum olasılığını ve bayinin sözleşmesini feshetme riskini hesaplayabiliyoruz. Risklerin önceliklendirilmesinde ise $\mathbb{P}(\mathbf{R}|\mathbf{K})$ 'ye, yani rastgele bir şikâyetin kırılmayla sonuçlanacağını bilseydik, bu sonuca risklerin etkileri sırayla nasıl olurdu probleminin çözümüne ihtiyacımız var. Bunun için Bayesçi düşüncenin ters olasılık problemini ele alış biçiminden faydalanacağız. Buna göre $\mathbf{R} = \{R_f, R_o, R_i, R_s, R_h, R_a, R_l, R_b, R_m\}$ ve $\mathbf{K} = \{K_a, K_s\}$ için her bir risk faktörünün marjinal olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\mathbb{P}(\mathbf{R}|\mathbf{K} = \mathbf{1}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{R}, \mathbf{K} = \mathbf{1})}{\sum \mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1})} = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1}|\mathbf{R}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{R})}{\sum \mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1})}$$

İkinci Senaryo: İkinci senaryoda da birinci senaryoda izlenen aynı yöntemle bu defa risk kaynaklarının önceliklendirilmesi yapılacaktır. Buna göre, $\mathbf{Ü} = \{\mathbf{Ü}_o, \mathbf{Ü}_y, \mathbf{Ü}_d\}$ ve $\mathbf{K} = \{K_a, K_s\}$ olmak üzere, kırılmanın gerçekleştiği bilgisi verildiğinde risk kaynaklarının olasılıkları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\mathbb{P}(\mathbf{Ü}|\mathbf{K} = \mathbf{1}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{Ü}, \mathbf{K} = \mathbf{1})}{\sum \mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1})} = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1}|\mathbf{Ü}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{Ü})}{\sum \mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1})}$$

Üçüncü Senaryo: CRM veri tabanına aşağıdaki gibi bir şikâyetin girildiğini varsayalım:

“Çemberlitaş petrolcülük Ltd. Şti. olarak yaşadığımız bir problemi iletiyorum. Geçtiğimiz ay Üy ürününden yaptığımız 7.500 TL'lik satışın bayi hesaplarına 1.500

TL eksik yansıdığı tespit edilmiştir. Dönem henüz kapanmamışken alacağımızı tarafımıza yansıtmanız rica olunur.”

Bu senaryo incelendiğinde bayinin bir hesap kayıt riski yaşadığı görülmektedir. Kırılma durumları $\mathbf{K} = \{\mathbf{K}_a, \mathbf{K}_s\}$ olduğuna göre, ilerleyen süreçte bu bayinin kırılma riski yaşama olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mathbb{P}(\mathbf{K} | \mathbf{Ü}_y = \mathbf{1}, \mathbf{R}_h = \mathbf{1}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1}, \mathbf{Ü}_y = \mathbf{1}, \mathbf{R}_h = \mathbf{1})}{\sum_{\mathbf{K}} \mathbb{P}(\mathbf{K}, \mathbf{Ü}_y = \mathbf{1}, \mathbf{R}_h = \mathbf{1})}$$

Dördüncü Senaryo: CRM veri tabanına aşağıdaki gibi bir şikâyet girişinin yapıldığını varsayalım:

“Aksaray petrolcülük Ltd. Şti. olarak Üo ürünüyle ilgili bazı müşterilere limit yetersizliği sebebiyle yakıt ikmali yapamıyoruz. Gerekli düzenlemenin yapılmasını rica ediyoruz.”

Bu senaryoda bayinin limit yetersizliği riskiyle karşı karşıya kaldığını görüyoruz. Risk kaynağı ise Üo ürünüdür. O halde bu şikâyetten yola çıkarak bu bayinin kırılma riski yaşama olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mathbb{P}(\mathbf{K} | \mathbf{Ü}_d = \mathbf{1}, \mathbf{R}_l = \mathbf{1}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{K} = \mathbf{1}, \mathbf{Ü}_d = \mathbf{1}, \mathbf{R}_l = \mathbf{1})}{\sum_{\mathbf{K}} \mathbb{P}(\mathbf{K}, \mathbf{Ü}_d = \mathbf{1}, \mathbf{R}_l = \mathbf{1})}$$

Beşinci Senaryo: Opet A.Ş. CRM veri tabanına aşağıdaki gibi bir şikâyet girişinin yapıldığını varsayalım.

“Laleli Petrol Ürünleri Ltd. Şti. olarak Opet ürünlerinin bayiliğini yapmaktayız. Üd ürünü kullanan XYZ müdürlüğüne ait araçlar yakıt ikmali için geldiğinde limit yetersizliği sebebiyle yakıt verilememektedir. Portala girip limitlerde güncelleme yaptığımızda da yaptığımız işlemler bir gün sonra kendiliğinden siliniyor. Gerekli düzeltmelerin yapılmasını rica ederiz.”

Bu senaryoda da bayinin yaşadığı problemin temel sebebinin limit yetersizliği olduğu anlaşılmaktadır. Sonrasında ise bu problemi düzeltmek için girişimde bulunulduğunda bir sistem arızasıyla karşılaşmış. Riskin kaynağı olarak da Üd ürünü

kullanıldığı göze çarpmaktadır. O halde kırılma riskinin olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanmalıdır:

$$\mathbb{P}(K|\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1) = \frac{\mathbb{P}(K = 1, \ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1)}{\sum_K \mathbb{P}(K, \ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1)}$$

Altıncı senaryo: Opet A.Ş. müşteri ilişkileri veri tabanına aşağıdaki gibi bir şikâyet girişinin yapıldığını varsayalım.

“Beyazıt petrolcülük Ltd. Şti. olarak 5 yıldır Opet bayisi olarak hizmet vermekteyiz. Üd ürünü kullanan yabancı plakalı araçlara yakıt ikmali yapmak istediğimizde araç takip sistemlerinde sebebini bilmediğimiz bir sinyal arızası meydana gelmektedir. Bu sebeple birçok kez yakıt ikmali yapamadan gelen müşterileri geri çevirmek zorunda kalıyoruz ve müşteriler mağdur oluyorlar. Bu durum son birkaç haftadır sürekli yaşanmaktadır. Geçen gün XYZ Lojistikten aradılar araçlarına yakıt ikmali yapmadığımız için ağza alınmayacak hakaretlerde bulundular. Saha müdürünü bizzat arayıp durumu bildirmeme rağmen herhangi bir aksiyon alınmadı. Genel merkeze de kaç defa mail atıp durumu bildirdim ama geri dönüş olmadı. Lütfen artık gereğini yapın.”

Bu senaryo incelendiğinde bayinin yaşadığı problemin kök nedeninin arıza riski olduğu görülmektedir. Ancak yetkili birimlere aktarılmasına rağmen problem çözülmediği için arıza riskiyle beraber iletişim riskinin de gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Sonrasında problem uzun süre çözümsüz kalmış bu da müşteri memnuniyetsizliği riskini tetiklemiştir. Şimdi merak edilen, bu senaryonun sonunda kırılma riskinin yaşanma olasılığının ne olduğudur. Yani bu bayinin sözleşmesini feshetme ya da acil bir durumla karşılaşma olasılığı nedir ve bu olasılık cevap hızından nasıl etkilenmektedir?

Kırılma durumları $K = \{K_a, K_s\}$ olduğuna göre, $\mathbb{P}(K|\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_l = 1, R_m = 1)$ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\begin{aligned} \mathbb{P}(K|\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_l = 1, R_m = 1) \\ = \frac{\mathbb{P}(K = 1, \ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_l = 1, R_m = 1)}{\sum_K \mathbb{P}(K, \ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_l = 1, R_m = 1)} \end{aligned}$$

3.9. Bulgular ve Yorum

Bu bölümde, modelin risk analizi aşamasının uygulanması neticesinde elde edilen sonuçlara yer verilecektir. Bu sonuçlar ve yapılan yorumlar, modelin risk ölçme ve risk değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır.

3.9.1. Önsel Olasılıklar ve Betimsel İstatistikler

Bu araştırmada Ocak-Ekim 2019 tarihleri arasında bayilerden Opet'e bildirilen 103 şikâyet analiz edilmiştir. Dağıtım zincirinde gerçekleşen risklerin birer göstergesi olan bu şikâyetler, Opet genel merkezi tarafından belli bir sürede çözüme kavuşturulmaktadır.

Tablo 3.4'te gelen şikâyetlerin ne kadar sürede cevaplandırıldığı görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde gelen şikâyetlerin yarısından fazlası 2 gün içinde çözüme kavuşturulduğu görülmektedir. 8 adet şikâyet ise bir haftadan uzun bir süre sonunda çözüme kavuşmuştur.

Tablo 3.4. Şikâyet Cevap Hızı Frekans ve Yüzdeler

No	Cevap hızı	f	%
0	Aynı gün	8	0,078
1	1 gün	34	0,330
2	2 gün	20	0,194
3	3 gün	14	0,136
4	4 - 7 gün	19	0,184
5	8 gün veya daha uzun	8	0,078
	Toplam	103	1

Tablo 3.5'te gelen şikâyetlerin hangi ürünle ilişkili olduğunu göstermektedir. Şikâyetlerin konusu olan ürün türleri, riskin kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre şikâyetlerin yaklaşık yarısının Üo ürünüyle alakalı yapıldığı görülmektedir. %12,5'lik bir kısmı ise yabancı plakalı araçlarda kullanılan Üd ürünüyle ilgili olduğu görülmektedir.

Tablo 3.5. Ürün Bazlı Risk Kaynakları Frekans ve Yüzdeler

No	Ürün	f	%
1	Üo	58	0,483
2	Üy	47	0,392
3	Üd	15	0,125
	Toplam	120	1

Tablo 3.6’da dağıtım zincirinde bayilerin yaşadığı risk türleri ve bu risk türlerine ilişkin frekans ve yüzdeler görülmektedir. İlk 10 risk, CRM veri tabanından elde edilen müşteri şikâyet metnlerinin içerik analizine tabi tutulmasıyla keşfedilmiştir. Sözleşme fesih riskine dair gerçekleşen durumlara ise SAP veri tabanından bayi bilgileri kontrol edilerek ulaşılmıştır.

Tablo 3.6. Risk Türleri, Frekans ve Yüzdeleri

No	Riskler	f	%
1	Sistem	45	0,294
2	Hesap Kayıt	32	0,209
3	Operasyon	14	0,092
4	Müşteri Memnuniyetsizliği	12	0,078
5	Arıza	12	0,078
6	Bilgi	10	0,065
7	İletişim	10	0,065
8	Fiyat	7	0,046
9	Acil Durum	4	0,026
10	Limit Yetersizliği	4	0,026
11	Sözleşme Fesih	3	0,020
	Toplam	153	1

Tablo 3.4’te görüldüğü gibi dağıtım zincirinde toplam 153 adet risk gerçekleşmiştir. Bu sayının şikâyet sayısından fazla olmasının sebebi, dağıtım zincirinde bazı risklerin birbirleriyle zincirleme bir şekilde vuku bulmasıdır. Dolayısıyla bazı şikâyet metinleri birden fazla risk barındırabilmektedir. Bu risklerin de yaklaşık yarısının sistem riski ve hesap kayıt riski olduğu görülmektedir. Buna göre bilişim altyapısıyla ilişkili olarak yaşanan problemler dağıtım zincirinde iş sürekliliğini tehdit eden en önemli unsur olarak göze çarpmaktadır. Benzer şekilde

yapılan ticari işlemler sonucu faturalandırma işlemleri ya da muhasebe kayıtlarının tutulmasında da birçok kez aksaklık olduğu ve bu aksaklıkların bayileri zor duruma düşürdüğü anlaşılmaktadır.

Şekil 3.5'te Netica yazılımına aktarılan Bayes ağı yer almaktadır. Mevcut durumda modele herhangi bir kanıt ilave edilmediğinden bütün değişkenlerin önsel olasılıkları görülmektedir. Dikkat edilirse, önsel olasılıkların temel oranlardan farklı olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin, Tablo 3.6'da sistem riskinin oranı bütün risklerin yaklaşık %29'u iken Şekil 3.5'te sistem riskinin gerçekleşmesinin önsel olasılığının yaklaşık %43 olduğu görülmektedir. Bu farklılık, ağdaki diğer değişkenlerin etkisini ortaya koymaktadır.

Bir sonraki aşamada bu modele senaryolarda öngörülen kanıtlar ilave edilerek olasılıklardaki değişim analiz edilecek ve uygun yanıt stratejileri önerilecektir.

3.9.2. Sonsal Olasılıkların Hesaplanması ve Senaryo Analizi Sonuçları

Birinci senaryo: Tablo 3.7'de modele, kırılma risklerinden olan sözleşme fesih riskinin gerçekleştiği bilgisi eklendiğinde ön risklerin sonsal olasılıkları görülmektedir.

Tablo 3.7'de görüldüğü gibi ön riskler arasında $R_s > R_h > R_m > R_b > R_i > R_o > R_a > R_f > R_l$ sıralamasının olduğu görülmektedir. Buna göre, dağıtım zincirinde bir sözleşme feshi yaşandığında, bu firmanın yaşamış olduğu en olası riskler sistem riski ve hesap kayıt riski, ez zayıf olasılıkla da fiyat riski ve limit yetersizliği riskidir.

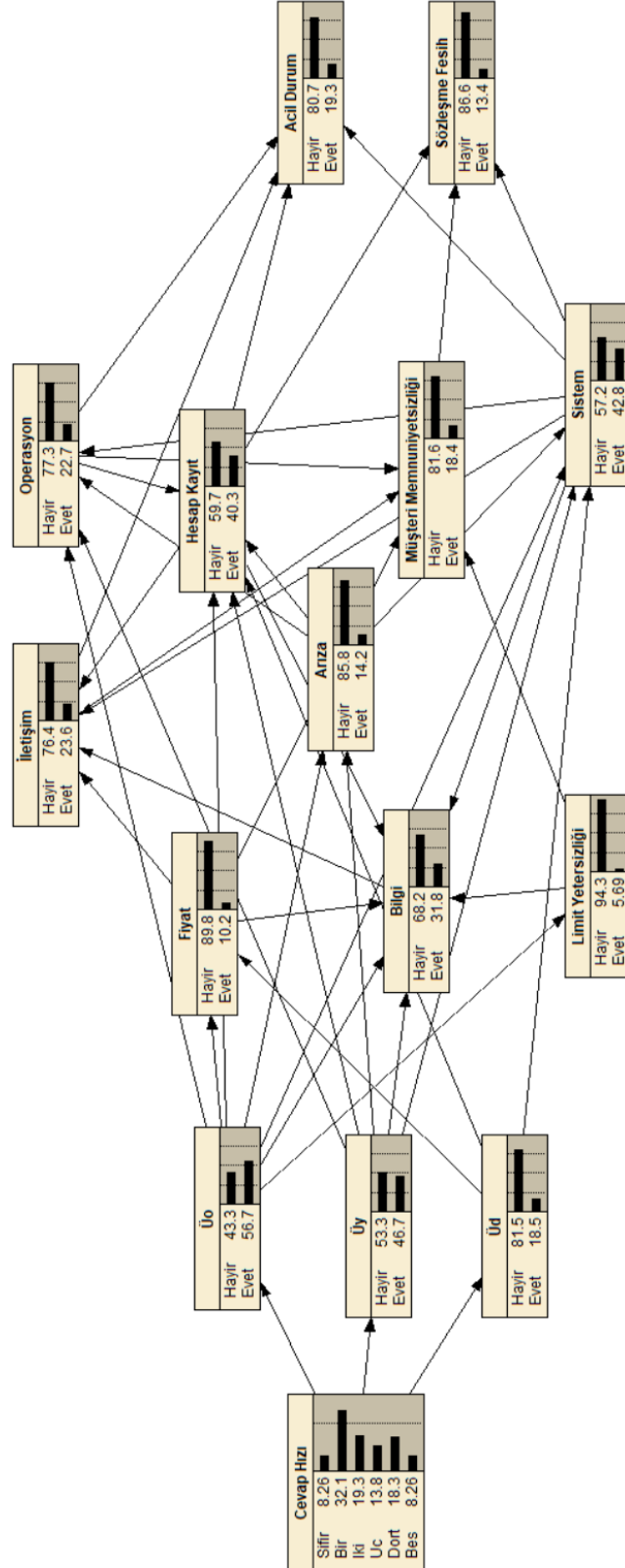
Tablo 3.7. Ön Risklerin Sözleşme Fesih Riskine Göre Önceliklendirilmesi

No	Sonsal Olasılıklar	Kanıt
1	$\mathbb{P}(R_s = 0) = 0,364$ $\mathbb{P}(R_s = 1) = 0,636$	$\mathbb{P}(K_s = 1) = 1$
2	$\mathbb{P}(R_h = 0) = 0,366$ $\mathbb{P}(R_h = 1) = 0,634$	
3	$\mathbb{P}(R_o = 0) = 0,762$ $\mathbb{P}(R_o = 1) = 0,238$	
4	$\mathbb{P}(R_m = 0) = 0,595$ $\mathbb{P}(R_m = 1) = 0,405$	
5	$\mathbb{P}(R_a = 0) = 0,846$ $\mathbb{P}(R_a = 1) = 0,154$	
6	$\mathbb{P}(R_b = 0) = 0,602$ $\mathbb{P}(R_b = 1) = 0,398$	
7	$\mathbb{P}(R_i = 0) = 0,648$ $\mathbb{P}(R_i = 1) = 0,352$	
8	$\mathbb{P}(R_f = 0) = 0,866$ $\mathbb{P}(R_f = 1) = 0,134$	
9	$\mathbb{P}(R_l = 0) = 0,914$ $\mathbb{P}(R_l = 1) = 0,086$	

Tablo 3.8’de kırılma risklerinden acil durum riskinin gerçekleştiği bilgisi modele girdiğinde, ön riskleri alacakları sonsal olasılıklar yer almaktadır. Bu olasılıklar da tıpkı bir önceki sıralama gibi, acil durum bilgisi geldiğinde bu acil duruma hangi risklerin daha güçlü olasılıkla sebep olmuş olacağına dair karar vericilere ipucu sunmaktadır.

Bu tabloya göre ön risklerin acil durum riski karşısındaki öncelik sıralaması $R_h > R_s > R_i > R_b > R_o > R_m > R_a > R_f > R_l$ şeklinde oluşmuştur. Bu sıralamaya baktığımızda da ilk iki sıranın yer değiştirdiğini ve son üç sıranın değişmediğini görmekteyiz.

Şekil 3.6. Bayes Ağı Netica Ekran Görüntüsü



Tablo 3.8. Ön Risklerin Acil Durum Riskine Göre Önceliklendirilmesi

No	Sonsal Olasılıklar	Kanıt
1	$\mathbb{P}(R_s = 0) = 0,493$ $\mathbb{P}(R_s = 1) = 0,507$	$\mathbb{P}(K_a = 1) = 1$
2	$\mathbb{P}(R_h = 0) = 0,431$ $\mathbb{P}(R_h = 1) = 0,569$	
3	$\mathbb{P}(R_o = 0) = 0,637$ $\mathbb{P}(R_o = 1) = 0,363$	
4	$\mathbb{P}(R_m = 0) = 0,756$ $\mathbb{P}(R_m = 1) = 0,244$	
5	$\mathbb{P}(R_a = 0) = 0,833$ $\mathbb{P}(R_a = 1) = 0,167$	
6	$\mathbb{P}(R_b = 0) = 0,592$ $\mathbb{P}(R_b = 1) = 0,408$	
7	$\mathbb{P}(R_i = 0) = 0,558$ $\mathbb{P}(R_i = 1) = 0,442$	
8	$\mathbb{P}(R_f = 0) = 0,875$ $\mathbb{P}(R_f = 1) = 0,125$	
9	$\mathbb{P}(R_l = 0) = 0,941$ $\mathbb{P}(R_l = 1) = 0,059$	

İkinci senaryo: Bu senaryoda risk kaynakları olan ürün türlerinin kırılma risklerine karşı önceliklendirilmesi yapılacaktır.

Tablo 3.9. Ürün Türlerinin Sözleşme Fesih Riskine Karşı Önceliklendirilmesi

No	Sonsal Olasılıklar	Kanıt
1	$\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 0) = 0,466$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 1) = 0,534$	$\mathbb{P}(K_s = 1) = 1$
2	$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 0) = 0,540$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1) = 0,460$	
3	$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 0) = 0,800$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1) = 0,200$	

Tablo 3.9’da, kırılma risklerinden sözleşme fesih riskinin gerçekleştiği bilgisi altında ürün türlerinin taşıdıkları risk yükleri görülmektedir. Buna göre sözleşme fesih

riskine karşı ürünlerin önceliklendirilmesi $\ddot{U}_o > \ddot{U}_y > \ddot{U}_d$ şeklinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla sözleşme feshi açısından en riskli ürün $\ddot{U}_o$, en risksiz ürün ise $\ddot{U}_d$ 'dir.

Tablo 3.10. Ürün Türlerinin Acil Durum Riskine Karşı Önceliklendirilmesi

No	Sonsal Olasılıklar	Kanıt
1	$\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 0) = 0,444$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_o = 1) = 0,556$	$\mathbb{P}(K_a = 1) = 1$
2	$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 0) = 0,536$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1) = 0,464$	
3	$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 0) = 0,806$ $\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1) = 0,194$	

Tablo 3.10'da, kırılma risklerinden acil durum riskinin gerçekleştiği bilgisi altında ürünlerin taşıdıkları risk yükleri görülmektedir. Bu tabloya göre acil durum riskine karşı ürünlerin önceliklendirilmesi tıpkı sözleşme fesih riskinde olduğu gibi $\ddot{U}_o > \ddot{U}_y > \ddot{U}_d$ şeklindedir. Ürünlerin taşıdıkları risk yükleri aynı kalmıştır.

Üçüncü Senaryo: Risk kaynağı $\ddot{U}_y$, gerçekleşen risk ise R_h olduğuna göre kırılma riskinin olasılığı ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığı Tablo 3.11'deki gibidir.

Tablo 3.11. Üçüncü Senaryodaki Kırılma Olasılıkları

Kanıtlar	Sonsal Olasılıklar	
	$\mathbb{P}(K_s = 1)$	$\mathbb{P}(K_a = 1)$
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1) = 1$	0,207	0,273
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 0) = 1$	0,210	0,274
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 1) = 1$	0,205	0,273
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 2) = 1$	0,207	0,273
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 3) = 1$	0,211	0,273
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 4) = 1$	0,272	0,208
$\mathbb{P}(\ddot{U}_y = 1, R_h = 1, C = 5) = 1$	0,273	0,199

Dördüncü Senaryo: Risk kaynağı $\ddot{U}_d$, gerçekleşen risk ise R_l olduğuna göre kırılma riskinin olasılığı ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığı Tablo 3.12'deki gibidir.

Tablo 3.12. Dördüncü Senaryodaki Kırılma Olasılıkları

Kanıtlar	Sonsal Olasılıklar	
	$\mathbb{P}(K_s = 1)$	$\mathbb{P}(K_a = 1)$
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1) = 1$	0,196	0,197
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 0) = 1$	0,200	0,200
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 1) = 1$	0,196	0,195
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 2) = 1$	0,195	0,199
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 3) = 1$	0,197	0,197
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 4) = 1$	0,194	0,196
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, C = 5) = 1$	0,196	0,196

Beşinci Senaryo: Risk kaynağının $\ddot{U}_d$, gerçekleşen ön riskler ise R_l ve R_s olduğuna göre kırılma riskinin olasılığı ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığı Tablo 3.13'deki gibidir.

Tablo 3.13. Beşinci Senaryodaki Kırılma Olasılıkları

Kanıtlar	Sonsal Olasılıklar	
	$\mathbb{P}(K_s = 1)$	$\mathbb{P}(K_a = 1)$
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1) = 1$	0,298	0,258
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 0) = 1$	0,296	0,253
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 1) = 1$	0,302	0,264
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 2) = 1$	0,291	0,245
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 3) = 1$	0,300	0,259
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 4) = 1$	0,294	0,251
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_l = 1, R_s = 1, C = 5) = 1$	0,300	0,262

Altıncı Senaryo: Bu senaryoda risk kaynağının $\ddot{U}_d$, gerçekleşen ön risklerin ise R_a , R_l ve R_m olduğu bilinmektedir. Buna göre kırılma riskinin olasılığı ve bu olasılığın cevap hızına karşı duyarlılığı Tablo 3.14'deki gibidir.

Tablo 3.14. Altıncı Senaryodaki Kırılma Olasılıkları

Kanıtlar	Sonsal Olasılıklar	
	$\mathbb{P}(K_s = 1)$	$\mathbb{P}(K_a = 1)$
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1) = 1$	0,353	0,432
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 0) = 1$	0,353	0,434
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 1) = 1$	0,352	0,431
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 2) = 1$	0,353	0,436
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 3) = 1$	0,353	0,433
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 4) = 1$	0,353	0,433
$\mathbb{P}(\ddot{U}_d = 1, R_a = 1, R_i = 1, R_m = 1, C = 5) = 1$	0,352	0,431

3.9.3. Risk Değerlendirme

Bir önceki bölümde, altı farklı senaryo altında ölçme modelinden çeşitli analiz sonuçları derlenmiştir. Bu senaryolardan ilk ikisinde kanıt olarak kırılma olasılıklarının gerçekleştiği varsayılmış ve bu bilgi ışığında ön risklerin ve risk kaynaklarının kırılma olasılıklarına göre önem düzeyleri önceliklendirilmiştir. Diğer dört senaryoda ise ölçme modelinin erken uyarı sistemi özelliğinden yararlanılarak risk kaynaklarına ve ön risklere dair kanıtlar verildiğinde dağıtım zincirinde kırılma yaşanma olasılıkları ve bu olasılıkların çeviklik göstergesi olan cevap hızına karşı duyarlılığı hesaplanmıştır. Böylelikle araştırma problemlerinden “*Bir risk gerçekleştiğinde sonrasında kırılma yaşanma olasılığı nasıl hesaplanabilir? Bu olasılık tedarik zincirinin çevikliğinden (riske karşı tepki hızı) nasıl etkilenir?*” sorunun cevabına ulaşılmış oldu.

Bu bölümde ise kırılma risklerinin olasılık değerleri ve cevap hızına karşı duyarlılıkları belirlenen bir mutlak ölçütü karşılaştırılarak her bir senaryo için uygun bir yanıt stratejisi belirlenecektir.

Hesaplanan olasılık değerlerini düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırabilmek için ölçüt olarak iki sınır değeri belirlenmiştir. Bu ölçütler $\{S_{alt}, S_{üst}\} = \{0.20, 0.30\}$ olarak kabul edilmiştir. Buna göre kırılma riskinin olasılığı aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- $\mathbb{P}(K) \in [0, 0.20) \rightarrow$ Düşük olasılık
- $\mathbb{P}(K) \in [0.20, 0.30] \rightarrow$ Orta olasılık
- $\mathbb{P}(K) \in (0.30, 1] \rightarrow$ Yüksek olasılık

Tablo 3.15. Senaryolara İlişkin Strateji Önerileri

Senaryolar	Olasılıklar		Duyarlılıkları		Önerilen strateji
	K_s	K_a	K_s	K_a	
1. senaryo	-	-	-	-	takip
2. senaryo	-	-	-	-	takip
3. senaryo	orta	orta	düşük	orta	kontrol
4. senaryo	düşük	düşük	düşük	düşük	erteleme
5. senaryo	orta-yüksek	orta	orta	düşük	çeviklik
6. senaryo	yüksek	yüksek	düşük	düşük	transfer

Tablo 3.15’de senaryolar ve senaryolar için önerilen stratejiler yer almaktadır. Ancak birinci ve ikinci senaryolarda kırılma olasılıklarını tahmin etmek gibi bir amaç güdülmemiş, bunun yerine kırılma olasılıkları kanıt terimi olarak modele ilave edilerek ön risklerin ve risk kaynaklarının önceliklendirilmesi yapılmıştır. Bütün senaryolar için önerilen stratejiler Tablo 3.3’teki olasılık-duyarlılık-strateji matrisinden esinlenerek atanmıştır.

Birinci senaryoda modelde yer alan ön riskler kırılma riskleri olan sözleşme fesih riskine ve hesap kayıt riskine karşı önceliklendirilmiş ve her iki risk için de ilk iki sırada sistem riski ile hesap kayıt riski yer almıştır. İkinci senaryoda ise risk kaynakları olan ürün türleri yine kırılma risklerine karşı önceliklendirilmiş ve hem sözleşme fesih riski hem de acil durum riski için en büyük risk yükünü Üo ürününün taşıdığı görülmüştür. Birinci ve ikinci senaryodan yola çıkarak, risk kaynağı Üo ve ön riskleri sistem veya hesap kayıt olan örneklerde takip stratejisinin benimsenmesi önerilebilir. Takip stratejisi uyarınca bu tanıma uygun bir şikâyet CRM veri tabanına iletildiğinde ilgili ekibin rutin bir şekilde işleyişe devam etmesiyle birlikte, durumun önemine binaen sürece ilişkin bilgiler eş zamanlı olarak üst yönetimle de paylaşılır.

Üçüncü senaryoda bayi Üy ürünü üzerinden hesap kayıt riski bildirmiştir. Bu senaryo için kırılma riskleri her iki türde de orta düzeyli olarak ölçülmüştür. Bu

risklerin cevap hızına karşı duyarlılığı da düşük düzeyde olup bütün durumlarda olasılıklar hemen hemen sabit kalmıştır. Dolayısıyla bu senaryo için kontrol stratejisi en uygun stratejidir. Kontrol stratejisi gereğince şikâyetin cevaplanması sürecinde CRM ekibinin rutin faaliyetlerinin dışına çıkmasına gerek yoktur.

Dördüncü senaryoda bayi Üd ürünü üzerinden limit riski bildirmiştir. Akabinde kırılma risklerinden hem sözleşme fesih hem de acil durum risklerinin olasılıkları düşük düzeyde tahmin edilmiştir. Üstelik bu olasılıkların cevap hızına karşı duyarlılıkları da zayıftır. Bu göstergeler ışığında dördüncü senaryo için en uygun strateji ertelemedir. Bunun anlamı, eğer CRM ekibinin aynı anda daha acil risklere cevap vermesi gerekiyorsa bu şikâyetin çözümü ertelenebilir.

Beşinci senaryoda dördüncüsüne benzer bir şekilde bayinin Üd ürünü üzerinden limit riski ve ilaveten sistem riski yaşadığı bir şikâyet iletilmiştir. Bu senaryoda ön risk içeriğinin zenginleşmesi kırılma risklerini de yükseltmiştir. Acil durum riskinin olasılığı ve sözleşme fesih riskinin olasılığı orta düzeyde tahmin edilmiştir. Ancak sözleşme fesih riskinin cevap hızına karşı duyarlılığı acil durum riskine göre daha yüksektir (orta düzeyde) ve zaman ilerledikçe kırılma olasılığı orta düzeyden yüksek düzeye geçebilmektedir. Bu sebeple beşinci senaryo için çeviklik stratejisi önerilmiştir. Bu stratejinin gereği olarak CRM ekibinden zaman kaybetmeden bu şikâyetin cevaplandırılması ve riskin iyileştirilmesi istenir. Gerekli durumlarda ilgili personele destek amacıyla takviye personel de görevlendirilebilir.

Altıncı senaryo dördüncü ve beşinci senaryoların biraz daha derinlikli halidir. Bayinin Üd ürünü üzerinden arıza riski, limit riski ve müşteri memnuniyetsizliği riski yaşadığı bir durum tasvir edilmiştir. Bu senaryoya göre bayinin kırılma riski gerçekleşme olasılığı her iki göstergede de yüksek çıkmıştır. Özellikle acil durum yaşama riskinin olasılığının %40'larda olduğu görülmektedir. Üstelik bu olasılıkların cevap hızına karşı duyarlılıkları da düşük çıkmıştır. Yani hızlı cevap bu riskin olasılığını iyileştirmemektedir. Bunun sebebi hâlihazırda problemlili durumun karmaşıklığı ve uzun süredir varlığını sürdürüyor olması olabilir. Ezcümle altıncı senaryo için en uygun strateji transferdir. Bu stratejinin gereğince, şikâyet CRM veri tabanına iletilince CRM ekibine değil doğrudan üst yönetime yönlendirilir. Böylece

daha fazla zaman kaybedilmez ve mağdur olan bayi daha üst düzey bir muhatap bulduğu için kendini güvende hisseder.

3.10. Bulguların Geçerlik ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmalarda kullanılan modellerin kalitesi, gerçek hayatı taklit edebilme yeteneğine bağlıdır. Bu yeteneğin düzeyine ise modelin geçerliği denilmektedir. Başka bir deyişle geçerlik, bir ölçme aracının ölçülen özelliği hatasız ve tam olarak ölçebilmesidir. Örneğin bir tahminleme modelinin gelecekte oluşabilecek olaylara ilişkin yaptığı tahminler yüksek oranda isabetli çıkıyorsa, bu durum bu tahminleme modelinin geçerliğine dair bir ipucu sunmaktadır.

Bir modelin geçerliği, büyük ölçüde ölçüm sonuçlarına karışan sistematik hatalardan arınlığa bağlıdır. Sistematik hatalar kurallı bir şekilde sonuçlara karışarak modelin gösterdiği bulguları gerçeklikten saptırır. Bu tür hatalar genellikle psikometrik testlerde ortaya çıkar. Bu tür testlerde çoğunlukla dereceleme ölçekleri kullanılarak algı, tutum, kişilik özelliği gibi doğrudan gözlemlene imkân olmayan soyut yapılar ölçülür. Ancak ölçülen olguya dair karar vericilerin sahip olduğu ön yargıları sistematik hatalara kaynaklık teşkil edebilir. Dolayısıyla psikometrik testlerde bulguların geçerliği için en önemli koşul puanlayıcıların objektif olmasıdır.

Bu araştırmada önerilen tedarik zinciri risk yönetimi modelinde ise Ek1’de de görüldüğü gibi riskler dolaylı değil, şikâyet metinleri üzerinden doğrudan gözlemlenmiştir. Böylelikle risklerin keşfinde sistematik hataların karışma ihtimalinin daha düşük olduğu düşünülmektedir. Nitekim “3.9.2. Sonsal Olasılıkların Hesaplanması ve Senaryo Analizi Sonuçları” bölümünde de görüldüğü gibi senaryolarda şikâyet metinlerinin içerdiği risk düzeyleri arttıkça kırılma risklerinin olasılıkları da yükselmektedir. Dolayısıyla senaryo analizlerinden modelin yordama geçerliğinin yeterli olduğu görülmektedir.

Sistematik hatalardan arınlıklı beraber, bir modelin geçerliğini oluşturan ikinci bileşen de ölçüm sonuçlarının tesadüfi hatalardan arınlığıdır. Bu ise ölçme aracının güvenilirliği olarak tanımlanmaktadır. Güvenirliği belirleyen en önemli unsurlardan birisi, toplanan verinin hangi ölçek düzeyinde olduğudur. Örneğin likert

tipi bir ölçekle sıralı ölçek düzeyinde ölçüm yapılırken aynı amaç için aralıklı ölçek veya oranlı ölçek kullanmak daha keskin ve tutarlı sonuçlar verecektir. Bu araştırmada yapılan Bayes ağları analizinde risklere dair kullanılan veriler oranlı ölçek düzeyindedir. Yani riske dair hesaplamalarda sıfır noktası o riskin hiç gerçekleşmediğini gösteren gerçek bir sıfırdır. Bu durum ölçme aracının güvenilirliğini yükselten bir husustur. Öte yandan, tahmin sonuçlarının daha keskin olması için örneklemin, hata karışmamak kaydıyla, geniş tutulması istenen bir durumdur. Bu çalışmada ise analiz edilen şikayet sayısının azlığı, güvenilirliği düşürebilecek bir durumdur.

SONUÇ

Belirsizlik, akaryakıt dağıtımı gibi karmaşık tedarik zincirlerinde başarının altını oyan etmenlerin başında gelmektedir. Belirsizliği azaltabilmenin yolu ise önce onu keşfetmekten, tanımlamaktan ve ölçmekten geçmektedir. Böylelikle belirsizlikler sayısallaştırılarak riske dönüştürülür ve karşı stratejiler geliştirilerek bu riskleri yönetme şansını elde etmiş oluruz.

Endüstri 4.0 ile beraber yapay zekâ ve veri bilimindeki gelişmeler, tedarik zincirinde belirsizlik ve risklerle başa çıkabilme adına yeni ufuklar açmaktadır. Bayes ağları yaklaşımı da, yapay zekânın bir kolu olarak tedarik zinciri risk yönetimi problemleri üzerinde etkili çözümler sunmaktadır. Bu araştırmada da, tedarik zincirinin aşağı yönlü risklerini yönetebilmek için Bayes ağlarına dayalı teorik bir model önerilmiştir. Önerilen model bir vaka çalışması üzerinden ampirik olarak test edilmiştir. Modelin işlem adımları; risk belirleme, risk analizi, risk ölçme ve risk değerlendirme olmak üzere toplam dört aşamadan ve on iki adımdan oluşmaktadır. Modelde riskleri belirlemek için kullanılan verinin özünü müşteri şikâyet metinleri oluşturmaktadır. Risk belirleme aşamasında içerik analiziyle müşteri firmalardan ana firmalara iletilen şikâyetler analiz edilmiş ve böylece tedarik zincirinde gerçekleşen riskler tanımlanmıştır. Risk analizi aşamasında tanımlanan riskler Netica yazılımına aktarılmış ve Bayes ağı kurgulanmıştır. İlerleyen aşamalarda da risklere yönelik olasılık hesaplamaları yapılmış ve bu olasılıkların, cevap hızından nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Böylelikle riskler şikâyetler üzerinden ölçülmüş ve uygun yanıt stratejileriyle değerlendirilmiştir.

İçerik analizi sonucunda iki kırılma riski ve bu riskleri etkileyen dokuz ön risk keşfedilmiştir. Kırılma riskleri; acil durum ve sözleşme fesih riskidir. Ön riskler ise; fiyat, limit yetersizliği, sistem, hesap kayıt, bilgi, müşteri memnuniyetsizliği, operasyon, arıza ve iletişim riskleridir. İçerik analiziyle keşfedilen riskler ve riskler arasındaki karşılıklı bağımlılıklar, risk kaynakları ve cevap hızı ile birlikte Bayes ağları modelinde birer rassal değişken olarak tanımlanmışlardır. Böylelikle risklerin önsel

olasılıkları hesaplanmıştır. Sonra da senaryo analizinde modele çeşitli kanıtlar eklenerek sonsal olasılıklar elde edilmiştir.

Birinci senaryoda sırasıyla acil durum riskinin ve sözleşme fesih riskinin gerçekleştiği bilgisi verildiğinde ön risklerin gerçekleşme olasılıkları gözlemlenerek bu olasılıkların önem düzeyleri ve kendi aralarındaki sıralamaları elde edilmiştir. Benzer şekilde ikinci senaryoda da risk kaynakları önceliklendirilmiştir. Buna göre en önemli iki risk faktörünün sistem riski ve hesap kayıt riski olduğu görülmüştür. Bu sonuçtan yola çıkarak şirketin iç kontrol mekanizmasının bir revizyona tabi tutulması gerektiğini söyleyebiliriz. Bu revizyonda iç denetçilerin, bu araştırmadan elde edilen sonuçları göz önüne almaları faydalı olabilir.

Diğer senaryolarda ise modele risk kaynakları ve ön riskler için kanıtlar ilave edilmiş ve kırılma risklerinin sonsal olasılıkları hesaplanmıştır. Sonra da bu olasılıkların cevap hızına karşı duyarlılığı hesaplanmıştır. Kırılma risklerinin büyüklüğünün hesaplanabilmesi, bu modelin bir erken uyarı sistemi olarak kullanılabilmesinin de yolunu açmaktadır. Örneğin sözleşme fesih riskinin büyüklüğüne göre finansal tablolarda bu risk için firma karşılık ayırabilir. Böylelikle hem gelecekte oluşabilecek tazminat gibi ödemeler için gereken para şirkette bırakılmış olur hem de finansal tablolarda gelecekte ödenecek bir yükümlülük raporlanmış olur (TMS-37, Karşılıklar, koşullu borçlar ve koşullu varlıklar standardında ayrıntılı bilgiler yer almaktadır).

Modelin, pratik uygulamalara diğer katkıları arasında tedarik zinciri risklerini izleme aracı olarak kullanılabilmesi ve risklere karşı geliştirilen proaktif stratejilerle odak firmadaki iş yükünü planladığı için bir şikâyet yönetim sistemi olarak çalışması gösterilebilir.

Literatürdeki benzer çalışmalara baktığımızda Bayes ağları yaklaşımının tedarik zincirinin yukarı yönlü satın alma tarafı üzerinde sıklıkla uygulandığı görülmektedir. Tedarik zincirinin aşağı yönlü risklerini Bayes ağları ile analiz eden bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Ayrıca nitel araştırmanın bir türü olan içerik analiziyle bir nicel yöntem olan Bayes ağını birleştirmesi itibarıyla da bu çalışma bir ilktir. Öte yandan, yapay zekânın felsefesine uygun bir şekilde, riskleri sayısallaştırmada şikâyet

metinleri gibi yapılandırılmamış bir veriyi kullanma fikri de ilk defa ortaya atılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın pratik iş uygulamalarına katkılarıyla birlikte literatürdeki önemli bir boşluğu da doldurduğu düşünülmektedir.

Bütün bu katkılarının yanı sıra bu çalışma da kusurlardan ve sınırlılıklardan arınık değildir. Öncelikle odak firmada şikâyet yönetiminin tam manasıyla otomatize olabilmesi için manuel olarak sınıflandırmak yerine gelen şikâyetlerin makineye okutulması gerekmektedir. Bunun için de içerik analizi yerine doğal dil işleme yöntemi kullanılabilir. Sonra da derin öğrenme ya da çeşitli sınıflandırma algoritmaları kullanılarak şikâyetlerdeki risk türleri kategorize edilebilir. İkinci sınırlılık ise çalışmada tedarik zincirinin sadece birinci kademe müşterilerinin dikkate alınmasıdır. Hâlbuki gelen bazı şikâyetlerde müşterinin müşterisinin yaşadığı sorunların transfer etkisi göze çarpmaktadır. Üçüncü sınırlılık ise bu çalışmada pozitivist risk teorisinin bakış açısıyla riskler tanımlanmış ve ölçülmüş fakat yapısalcı risk teorisi büyük ölçüde göz ardı edilmiştir. Korona salgını gibi yapısal bir riskin krize dönüşmüş halini yaşadığımız şu günlerde, gerçekleşme olasılığı ya da etkisinin büyüklüğü sayısallaştırılamayan “siyah kuğular”, üzerinde en çok düşünmeye değer problemidir.

Dolayısıyla benzer problemler üzerinde çalışacak araştırmacıları doğal dil işleme, derin öğrenme, çok kademeli tedarik zinciri ve yapısalcı risk teorisiyle tedarik zinciri risklerini modelleme konularına yönlendirebiliriz.

KAYNAKÇA

- Acemoglu, D., Laibson, D., ve List, J. A., 2019 **Microeconomics** (İkinci baskı). Pearson.
- Alpaydın, E., 2011 **Yapay öğrenme**. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Altay, E., 2015 **Bankacılıkta risk** (ikinci baskı). İstanbul: Derin Yayıncılık.
- Ambulkar, S., Blackhurst, J., & Grawe, S., 2015 “Firm’s resilience to supply chain disruptions: Scale development and empirical examination.” **Journal of Operations Management**, 33–34, 111–122.
- Aqlan, F., ve Lam, S. S. 2015 “Supply chain risk modelling and mitigation.” **International Journal of Production Research**, 53(18)
- Ayers, J. B., 2002 **Making Supply Chain Management Work: Design, Implementation, Partnerships, Technology and Profits**. CRC Press.
- Badurdeen, F., Shuaib, M., Wijekoon, K., Brown, A., Faulkner, W., Amundson, J., ... Boden, B., 2014 “Quantitative modeling and analysis of supply chain risks using Bayesian theory”. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 25(5), 631–654.
- Barnard, G. A., ve Bayes, T., 1958 “Studies in the History of Probability and Statistics: IX. Thomas Bayes’s Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances”. **Biometrika**, 45(3/4), 293.
- Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., ve Antoniou, G., 2019 “Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions.” **International Journal of Production Research**, 57(7), 2179–2202.
- Başkol, M., 2011 “Bir rekabet aracı olarak tedarik zinciri yönetimi: strateji ve yaklaşımlar.” **Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi**, 3(5), 13–27.
- Bayes, T., 1763 “An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. By the late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, A. M. F. R. S.” **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 53, 370–418.

- BBC Türkçe, 2019 “Japonya’da Fukuşima felaketinden yedi Yıl sonra ilk radyasyon ölümü gerçekleşti.” (Çevirimiçi) <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-45429629>, 24 Ağustos
- BCI, 2020 **Covid 19: The Future of Supply Chain.** 31 Temmuz 2020 Tarihinde <https://www.thebci.org/> adresinden erişildi
- Beck, U., Scott, L., ve Brian, W., 1992 **Risk society: Towards a new modernity.** Sage.
- Bernard, J.-G., Aubert, B. A., Bourdeau, S., Clément, É., Debuissy, C., Dumoulin, M.-J., ve Laberge, M., 2002 **Montréal Octobre.** 31.07.2020 tarihinde <https://cirano.qc.ca/pdf/publications/2002RP-16.pdf> adresinden erişildi.
- Bernstein, P. L., 2015 **Tanrılara Karşı: Riskin Olağanüstü Tarihi** (7. baskı). İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Blos, M. F., Quaddus, M., Wee, H. M., ve Watanabe, K., 2009 “Supply chain risk management (SCRM): a case study on the automotive and electronic industries in Brazil.” **Supply Chain Management: An International Journal**, 14(4), 247–252.
- Boin, A., 2009 “The New World of Crises and Crisis Management: Implications for Policymaking and Research.” **Review of Policy Research**, 26(4), 367–377.
- Bosman, R., 2006 “The new supply chain challenge: risk management in a global economy.” **FM Global**, 4(6), 1–10.
- Bradley, J. R., 2014 “An improved method for managing catastrophic supply chain disruptions.” **Business Horizons**, 57(4), 483–495.
- BS ISO 31000., 2018 **Risk management-Principles and guidelines.** Geneva, Switzerland.
- Burnaby, P., ve Hass, S., 2009 “Ten steps to enterprise-wide risk management.” **Corporate Governance: The international journal of business in society**, 9(5), 539–550.
- Buyer Network., 2020 **Küresel karaborsa ve tekelleşme.** 31 Temmuz 2020

Tarihinde <https://buyernetwork.net/> adresinden erişildi

- Cai, Z., Huang, Q., Liu, H., ve Liang, L., 2016 “The moderating role of information technology capability in the relationship between supply chain collaboration and organizational responsiveness: Evidence from China.” **International Journal of Operations and Production Management**, 36(10), 1247–1271.
- Çelik, H., 2014 “Ulrich bekk: Küresel risk ve kozmopolitan politika.”**Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 5, 83-100.
- Chen, I. J., ve Popovich, K., 2003 “Understanding customer relationship management (CRM): People, process and technology.” **Business Process Management Journal**, 9(5), 672–688.
- Chiu, C. H., Choi, T. M., ve Li, X., 2011 “Supply chain coordination with risk sensitive retailer under target sales rebate.” **Automatica**, 47(8), 1617–1625.
- Chopra, S., ve Meindl, P., 2017 **Tedarik zinciri yönetimi: Strateji, planlama ve operasyon.** (E. Bulut, Ed.) (6. Basımda). Nobel yayıncılık.
- Christopher, M., 2016 **Logistics and Supply Chain Management.** (5th edition), FT Publishing.
- CNN Türk, 2019 Çernobil faciası neydi? Türkiye’yi nasıl etkilemişti? (Çevirimiçi)<https://www.cnnturk.com/turkiye/cernobil-faciasi-neydi-turkiyeyi-nasil-etkilemistisi?page=1>, 24 Ağustos 2019 tarihinde erişildi.
- Cohen, M. A., ve Kunreuther, H., 2009. Operations Risk Management: Overview of Paul Kleindorfer’s Contributions.**Production and Operations Management**, 16(5), 525–541.
- Cross, J., 2017 **ISO 31010 Risk Assessment Techniques and Open Systems**, Open Systems Dependability (ss. 15–18). 16 Ağustos 2019 tarihinde <http://tc56.iec.ch/action/WOSD2017b.pdf> adresinden erişildi
- de Oliveira, U. R., Marins, F. A. S., Rocha, H. M., ve Salomon, V. A. P., 2017 The ISO 31000 standard in supply chain risk management. **Journal of Cleaner Production**, 151, 616–633. doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.03.054

- Demir, M. N., 2018 Henri Bergson'un metafizik ve sezgi boyutlu epistemolojisinin yapıtaşları. **Sosyal Bilimler Akademi Dergisi**, 1(2), 109–119.
- Demirci Orel, F., ve Akkan, E., 2018 “Tedarik zincirinde risk, risk yönetimi ve performans ilişkileri: Bir literatür taraması.” **Beykoz Akademi Dergisi**, 6(1), 84–117.
- Dogan, I., ve Aydin, N., 2011 Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. **Computers and Industrial Engineering**, 61(4), 1072–1085. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.06.021>
- Douglas, M., ve Wildavsky, A., 1983 **Risk and Culture**. University of California Press.
- Duhadway, S., Carnovale, S., ve Kannan, V. R., 2018 “Organizational Communication and Individual Behavior: Implications for Supply Chain Risk Management.” **Journal of Supply Chain Management**, 54(4), 3–19.
- DW., 2020 **Almanya'nın sipariş ettiği altı milyon maske kayıp**. 31.07.2020 Tarihinde <https://www.dw.com/tr/almanyannin-siparis-ettiği-6-milyon-maske-kayıp/a-52901804> adresinden erişildi
- Elleuch, H., Hachicha, W., ve Chabchoub, H., 2014 A combined approach for supply chain risk management: description and application to a real hospital pharmaceutical case study. **Journal of Risk Research**, 17(5), 641–663.
- Enyinda, C. I., Ogbuehi, A., ve Briggs, C., 2008 “Global Supply Chain Risks Management: A New Battleground for Gaining Competitive Advantage.” **Proceedings of ASBBS**.
- EPDK., 2019 **Petrol Piyasası Sektör Raporu**. EPDK:Ankara.
- Eroğlu, A., 2012 Henri Bergson'da Bilinç-Sezgi İlişkisi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 2012(27), 81–102.
- Faisal, M. N., Banwet, D. K., ve Shankar, R., 2007 “Information risks management in supply chains: An assessment and mitigation framework.” **Journal of Enterprise Information Management**, 20(6), 677–699.

- Fan, H., Li, G., Sun, H., ve Cheng, T. C. E., 2017 An information processing perspective on supply chain risk management: Antecedents, mechanism, and consequences. **International Journal of Production Economics**, 185, 63–75.
- Fan, Y., Feng, Y., ve Shou, Y. 2020 “A risk-averse and buyer-led supply chain under option contract: CVaR minimization and channel coordination.” **International Journal of Production Economics**, 219, 66–81.
- Ferrer, J., Karlberg, J., ve Hintlian, J., 2007 **Supply Chain Management Review** (C. 11). Cahners Pub. Co.
- Ganeshan, R., Jack, E., Magazine, M. J., ve Stephens, P., 1999 **A Taxonomic Review of Supply Chain Management Research** (ss. 839–879). Springer, Boston, MA.
- Resmi Gazete., 2003 **Petrol Piyasası Kanunu**. Resmi Gazete
- Gephart, R. P., Van Maanen, J., ve Oberlechner, T., 2009 Organizations and Risk in Late Modernity. **Organization Studies**, 30(2–3), 141–155. doi.org/10.1177/0170840608101474
- Ghadge, A., Dani, S., ve Kalawsky, R., 2012 Supply chain risk management: present and future scope. **The International Journal of Logistics Management**, 23(3), 313–339.
- Giannakis, M., ve Louis, M., 2011 A multi-agent based framework for supply chain risk management. **Journal of Purchasing and Supply management**, 17(1), 23–31.
- Giannakis, M., ve Papadopoulos, T. 2016 Supply chain sustainability: A risk management approach. **International Journal of Production Economics**, 171, 455–470.
- Giddens, A., 1991 **Modernity and Self-Identity: Self and society in the late modern age**. Stanford university press.
- Gilbert, C., 2007 Crisis Analysis: Between Normalization and Avoidance. **Journal of Risk Research**, 10(7), 925–940.
- Goy, J., Purdy, G., Schanfield, A., Lark, J., Talbol, J., Plessis, J., ve Dali, A., 2011 **Global ISO 31000 survey 2011 result ve analysis**. Aktaran: KIZILBOĞA, R. (2012). Risk Yönetimi Ve Ülke Uygulamalarında Yönetim Modelleri. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), 4(7).

- Grace, M. F., Leverty, J. T., Phillips, R. D., ve Shimpi, P., 2015 The Value of Investing in Enterprise Risk Management. **Journal of Risk and Insurance**, 82(2), 289–316.
- Güner, S., ve Gündoğan, T., 2017 Tedarik Zinciri Çevikliği: Kavramsal Çerçeve, Uygulama Alanları ve Ölçüm Metodolojileri **8. Uluslararası Balkanlarda Sosyal Bilimler Kongresi**, 211-225.
- Gürsakal, N., 2014 **Büyük Veri**. Bursa: Dora.
- Hahn, G. J., ve 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.
- Haber7., 2020a **Çin'in İtalya'ya gönderdiği maskelere Almanya'nın el koyduğu ortaya çıktı.** 31 Temmuz 2020 Tarihinde <https://www.haber7.com/dunya/haber/2955520-cinin-italyaya-gonderdigi-maskelere-almanyanin-el-koydugu-ortaya-cikti> adresinden erişildi.
- Haber7., 2020b **Jaguar Land Rover Çin'den bavulla parça taşıdı.** 31 Temmuz 2020 Tarihinde <https://ekonomi.haber7.com/ekonomi/haber/2944874-jaguar-land-rover-cinden-bavulla-parca-tasidi> adresinden erişildi
- Hahn, G. J., ve 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., ve Tuominen, M., 2004 Risk management processes in supplier networks. **International Journal of Production Economics**, 90(1), 47–58.
- Hanke, T., Hoppe, T., ve Riecke, T. 2020 **Flucht aus der Globalisierung: Das Coronavirus verändert die Weltwirtschaft.** Handelsblatt.
- Hansson, S. O., 2005 **Seven Myths of Risk.** *Risk Management*, 7(2), 7–17.
- Harland, C., Brenchley, R., ve Walker, H., 2003 “Risk in supply networks.” **Journal of Purchasing and Supply Management**, 9(2), 51–62.

- Hendricks, K. B., Singhal, V. R., ve Zhang, R., 2009 "The effect of operational slack, diversification, and vertical relatedness on the stock market reaction to supply chain disruptions." **Journal of Operations Management**, 27(3), 233–246.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., ve Talluri, S., 2015 "Supply chain risk management: a literature review." **International Journal of Production Research**, 53(16), 5031–5069.
- Homburg, C., Grozdanovic, M., ve Klarmann, M., 2007 "Responsiveness to customers and competitors: The role of affective and cognitive organizational systems." **Journal of Marketing**, 71(3), 18-38.
- Hu, B., Chen, X., Chan, F. T. S., ve Meng, C., 2018 "Portfolio procurement policies for budget-constrained supply chains with option contracts and external financing." **Journal of Industrial and Management Optimization**, 14(3), 1105–1122.
- Huang, Y. S., Ho, C. H., ve Fang, C. C., 2017 "Information sharing in the supply chains of products with seasonal demand." **IEEE Transactions on Engineering Management**, 64(1), 57–69.
- Hwang, M.-H., ve Rau, H., 2006 "Development of strategies for shortening supply chain and demand chain." **Human Systems Management**, 25(4), 255–263.
- IEC/ISO 31010:2009. 2012 **Risk yönetimi**-Risk değerlendirme teknikleri. TSE: Ankara
- IRM., 2018 **A risk practitioners guide to ISO 31000:2018**. London.
- ISO., 2018 **Risk management** - Guidelines. International Organization for Standardization.
- Jia, F., ve Rutherford, C., 2010 "Mitigation of supply chain relational risk caused by cultural differences between China and the West." **The International Journal of Logistics Management**, 21(2), 251–270.
- Jiang, M., Lu, J., Yang, Z., ve Li, J., 2020 "Risk analysis of maritime accidents along the main route of the Maritime Silk Road: a Bayesian network approach." **Maritime Policy ve Management**, 1–18.
- Jüttner, U., Peck, H., ve Christopher, M., 2003 "Supply chain risk management: outlining an agenda for future research." **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 6(4), 197–210.

- Kahneman, D., 2015 **Hızlı ve Yavaş Düşünme.** Varlık yayınları.
- Keith, D., 2010 **The unfinished game: Pascal, Fermat, and the seventeenth-century letter that made the world modern.** Basic Books.
- Kelangath, S., Das, P. K., Quigley, J., ve Hirdaris, S. E., 2012 “Risk analysis of damaged ships—a data-driven Bayesian approach.” **Ships and Offshore Structures**, 7(3), 333–347.
- Kellner, F., Lienland, B., ve Utz, S. 2019 “An a posteriori decision support methodology for solving the multi-criteria supplier selection problem.” **European Journal of Operational Research**, 272(2), 505–522.
- Kellner, F., ve Utz, S. 2019 “Sustainability in supplier selection and order allocation: Combining integer variables with Markowitz portfolio theory.” **Journal of Cleaner Production**, 214, 462–474.
- Kern, D., Moser, R., Hartmann, E., ve Moder, M., 2012 “Supply risk management: model development and empirical analysis.” **International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management**, 42(1), 60–82.
- Keskin, H., 2016 **Tedarik Zinciri Yönetimi: Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları.** Nobel yayıncılık.
- Khare, A., Labrecque, L. I., ve Asare, A. K., 2011 “The Assimilative and Contrastive Effects of Word-of-Mouth Volume: An Experimental Examination of Online Consumer Ratings.” **Journal of Retailing**, 87(1), 111–126.
- Kızılboğa, R., 2012 “Risk yönetimi ve ülke uygulamalarında risk yönetim modelleri.” **Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (C. 4)**.
- Knemeyer, A. Michael, Zinn, W., ve Eroglu, C. 2009 “Proactive planning for catastrophic events in supply chains.” **Journal of Operations Management**, 27(2), 141–153.
- Knemeyer, A. M., ve Naylor, R. W., 2011 “Using Behavioral Experiments to Expand Our Horizons and Deepen Our Understanding of Logistics and Supply Chain Decision Making.” **Journal of Business Logistics**, 32(4), 296–302.

- Krapp, M., Nebel, J., ve Sahamie, R., 2013 "Forecasting product returns in closed-loop supply chains." **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 43(8), 614–637.
- Kumar, S., Himes, K. J., ve Kritzer, C. P., 2014 "Risk assessment and operational approaches to managing risk in global supply chains." **Journal of Manufacturing Technology Management**, 25(6), 873–890.
- Lachapelle, E., Aliu, F., ve Emini, E., 2019 **ISO 31000:2018 Risk Management Guidelines**.
- Lalonde, C., ve Boiral, O., 2012 "Managing risks through ISO 31000: A critical analysis." **Risk Management**, 14(4), 272–300.
- Lambert, D. M., ve Cooper, M. C. 2000 Issues in supply chain management. **Industrial Marketing Management**, 29(1), 65–83.
- Lanska, D. J., 1998 "The Mad Cow Problem in the UK: Risk Perceptions, Risk Management, and Health Policy Development." **Journal of Public Health Policy**, 19(2), 160.
- Lee, C. K. M., Yeung, Y. C., ve Hong, Z., 2012 "An integrated framework for outsourcing risk management." **Industrial Management and Data Systems**, 112(4), 541–558.
- Lee, H. L., ve Billington, C., 1992 "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities." **Sloan management review**, 33(3), 65–73.
- Lee, H. L., ve Whang, S., 2000 "Information sharing in a supply chain." **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, 1(1), 79–93.
- Li, G., Fan, H., Lee, P. K. C., ve Cheng, T. C. E., 2015 "Joint supply chain risk management: An agency and collaboration perspective." **International Journal of Production Economics**, 164, 83–94.
- Li, Q. Y., Disney, S. M., ve Gaalman, G., 2014 "Avoiding the bullwhip effect using Damped Trend forecasting and the Order-Up-To replenishment policy." **International Journal of Production Economics**, 149, 3–16.
- Li, S., Cui, X., Huo, B., ve Zhao, X., 2019 "Information sharing, coordination and supply chain performance: The moderating effect of demand

- uncertainty.” **Industrial Management and Data Systems**, 119(5), 1046–1071.
- li, X., Chung, C., Goldsby, T. J., ve Holsapple, C. W., 2008 “A unified model of supply chain agility: The work-design perspective.” **The International Journal of Logistics Management**, 19(3), 408–435.
- Lin, Y., ve Zhou, L., 2011 “The impacts of product design changes on supply chain risk: a case study.” **International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management**, 41(2), 162–186.
- Liu, Y., ve Ji, L., 2009 “Design of early warning indicator system of enterprise logistics risk based on supply chain management.” **2nd International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation**, ICICTA 2009 (C. 3, ss. 918–923).
- Lockamy, A., ve McCormack, K., 2012 “Modeling supplier risks using Bayesian networks.” **Industrial Management and Data Systems**, 112(2), 313–333.
- Mabrouki, C., Bentaleb, F., ve Mousrij, A., 2014 “A decision support methodology for risk management within a port terminal”. **Safety Science**, 63, 124–132.
- Malenfant, R., 2009 “Risk, Control and Gender: Reconciling Production and Reproduction in the Risk Society.” **Organization Studies**, 30(2–3), 205–226.
- Manuj, I., ve Mentzer, J. T., 2008 “Global supply chain risk management strategies.” **International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management**, 38(3), 192–223.
- Mason-Jones, R., ve Towill, D., 1998 “Shirking the Supply Chain uncertainty circle.” **Control**, 17–22.
- Matsui, K., 2020 “Optimal bargaining timing of a wholesale price for a manufacturer with a retailer in a dual-channel supply chain.” **European Journal of Operational Research**, 287(1), 225–236.
- Mattmüller, M., 2014 “The difficult birth of stochastics: Jacob Bernoulli’s Ars Conjectandi (1713)”. **Historia Mathematica**, 41(3), 277–290.
- McEntire, D. A., ve Myers, A., 2004 “Preparing communities for disasters: issues and processes for government readiness.” **Disaster**

- Prevention and Management: An International Journal**, 13(2), 140–152.
- McKinsey., 2020 **Covid-19: Briefing materials.** 31 Temmuz 2020 tarihinde <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/covid-19-implications-for-business> adresinden erişildi.
- Miller, K. D., 1992 “A Framework for Integrated Risk Management in International Business.” **Journal of International Business Studies**, 23(2), 311–331.
- Mishra, A. N., Konana, P., ve Barua, A., 2007 “Antecedents and consequences of Internet use in procurement: An empirical investigation of U.S. manufacturing firms.” **Information Systems Research**, 18(1), 103–120.
- Moyano-Fuentes, J., Sacristán-Díaz, M., ve Garrido-Vega, P., 2016 “Improving supply chain responsiveness through Advanced Manufacturing Technology: the mediating role of internal and external integration.” **Production Planning ve Control**, 27(9), 686–697.
- Narayanagounder, S., ve Gurusami, K., 2009 “A new approach for prioritization of failure modes in design FMEA using ANOVA.” **International Scholarly and Scientific Research ve Innovation**, 3(1), 73–80.
- Nepal, B., ve Yadav, O. P., 2015 “Bayesian belief network-based framework for sourcing risk analysis during supplier selection.” **International Journal of Production Research**, 53(20), 6114–6135.
- Nooraie, S. V., ve Mellat Parast, M., 2015 “A multi-objective approach to supply chain risk management: Integrating visibility with supply and demand risk.” **International Journal of Production Economics**, 161, 192–200.
- Nyoman Pujawan, I., ve Geraldin, L. H., 2009 “House of risk: a model for proactive supply chain risk management.” **Business Process Management Journal**, 15(6), 953–967.
- Opet., 2019 **Opet Resmi internet sayfası.** 14 Mayıs Tarihinde <https://www.opet.com.tr/hakkimizda> adresinden erişildi
- Özdemir, A. İ., 2004 “Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları.” **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari**

- Pars Today., 2020 İslami İran’da “Hizmet Geçidi” töreni düzenlendi. 31 Temmuz 2020 tarihinde https://parstoday.com/tr/news/iran-i145978-İslami_İran'da_hizmet_geçidi_töreni_düzenlendi Adresinden erişildi.
- Pearl, J., 1986 Fusion, Propagation and Structuring in Bayesian Methods. **Artificial Intelligence**, 29, 241–288.
- Perry, R. W., ve Lindell, M. K., 2003 “Preparedness for Emergency Response: Guidelines for the Emergency Planning Process.” **Disasters**, 27(4), 336–350.
- Poormoaied, S., ve Atan, Z., 2020 “A multi-attribute utility theory approach to ordering policy for perishable items.” **International Journal of Production Economics**, 225.
- Prater, E., Biehl, M., ve Smith, M. A., 2001 “International supply chain agility Tradeoffs between flexibility and uncertainty.” **International Journal of Operations and Production Management**, 21(5–6), 823–839.
- Qazi, A., Dickson, A., Quigley, J., ve 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., ve Ekici, Ş. Ö., 2017 “Exploring dependency based probabilistic supply chain risk measures for prioritising interdependent risks and strategies.” **European Journal of Operational Research**, 259(1), 189–204.
- Qrunfleh, S., ve Tarafdar, M., 2013 “Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: The role of strategic supplier partnership and postponement.” **Supply Chain Management: An International Journal**, 18(6), 571–582.
- Quayle, M., 2006 “Purchasing and supply chain management.” **Information Management**, 19(1–2), 1–3.
- Rao, S., ve Goldsby, T. J., 2009 “Supply chain risks: a review and typology.” **The International Journal of Logistics Management**, 20(1), 97–123.

- Ritchie, B., ve Brindley, C., 2007 "Supply chain risk management and performance." **International Journal of Operations ve Production Management**, 27(3), 303–322.
- Rong, D., ve Ye, S., 2011 "Study on the early-warning of manufacturing SMEs' supply chain risk based on B2B". **Proceedings 2011 International Conference on Business Management and Electronic Information** (C. 4, ss. 439–442).
- Ross, D. F., 2008 **The intimate supply chain: Leveraging the supply chain to manage the customer experience.** CRC Press.
- Scholten, K., ve Schilder, S., 2015 "The role of collaboration in supply chain resilience." **Supply Chain Management**, 20(4), 471–484.
- Schorsch, T., Wallenburg, C. M., ve Wieland, A., 2017 "The human factor in SCM Introducing a meta-theory of behavioral supply chain management." **International Journal of Physical Distribution ve Logistics Management**, 47(4), 238–262.
- Şener, U., 2015 "Beklenen Fayda Yaklaşımı ve Bu Yaklaşımın Sistematik İhlalleri." **İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi**, 27, 27–68.
- Shalpegin, T., 2020 "Collaborative product development: Managing supplier incentives for key component testing." **European Journal of Operational Research**, 285(2), 553–565.
- Sheffer, M. J., 2006 **Awareness through agility: teenagers as a model for terrorist development of situational awareness.** DEFENSE THREAT REDUCTION AGENCY FORT BELVOIR VA.
- Sigurdsson, J. H., Walls, L. A., ve Quigley, J. L., 2001 "Bayesian belief nets for managing expert judgement and modelling reliability." **Quality and Reliability Engineering International**, 17(3), 181–190.
- Sommer, L., 1954 Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. **Econometrica**, 22(1), 23–36.
- Strauss, A. L., ve Corbin, J. M., 1990 **Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques.** SAGE.
- Svensson, G., 2000 "A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains." **International Journal**

- of Physical Distribution & Logistics Management**, 30(9), 731–750.
- Taleb, N. N., 2008 **Siyah Kuğu: Olasılıksız Görünenin Etkisi**. Varlık yayınları.
- Talluri, S., Kull, T. J., Yildiz, H., ve Yoon, J., 2013 “Assessing the Efficiency of Risk Mitigation Strategies in Supply Chains.” **Journal of Business Logistics**, 34(4), 253–269.
- Tang, C. S., 2006 Perspectives in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, 103(2), 451–488.
- Trkman, P., ve McCormack, K., 2009 “Supply chain risk in turbulent environments—A conceptual model for managing supply chain network risk.” **International Journal of Production Economics**, 119(2), 247–258.
- TSE ISO 31000., 2010 **Risk yönetimi – Terimler tarifler.**, TSE
- Tummala, R., ve Schoenherr, T., 2011 “Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP).” **Supply Chain Management: An International Journal**, 16(6), 474–483.
- Tuncel, G., ve Alpan, G., 2010 “Risk assessment and management for supply chain networks: A case study.” **Computers in Industry**, 61(3), 250–259.
- Uğurlu, Ö. Y., Çolakoğlu, E., ve Öztosun, E. (2019). “Stratejik Çevikliğin Firma Performansına Etkisi: Üretim İşletmelerinde Bir Araştırma.” **İş ve İnsan Dergisi**, 6(1), 93–106.
- von Neumann, J., ve Morgenstern, O., 2007 **Theory of Games and Economic Behavior**. (16th baskı). Princeton University Press.
- Wang, L., Ye, M., Ma, S., ve Sha, Y., 2019 “Pricing and Coordination Strategy in a Green Supply Chain with a Risk-Averse Retailer.” **Mathematical Problems in Engineering**, 2019.
- Watkins, G. P., ve Knight, F. H., 1922 “Risk uncertainty and profit knight.” **Quarterly Journal of Economics**.
- White, D., 1995 “Application of systems thinking to risk management.” **Management Decision**, 33(10), 35–45.

- World Trade Organization., 2020 **Covid-19 and world trade.** 31 Temmuz 2020 tarihinde <https://www.wto.org> adresinden erişildi.
- Wu, T., Huang, S., Blackhurst, J., Zhang, X., ve Wang, S., 2013 “Supply chain risk management: An agent-based simulation to study the impact of retail stockouts.” **IEEE Transactions on Engineering Management**, 60(4), 676–686.
- Yang, B., ve Xie, L., 2019 “Bayesian Network Modelling for “Direct Farm” Mode based Agricultural Supply Chain Risk”. **Ekoloji**, 28(107), 2361–2368.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H., 2013 **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri** (9. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zafeiropoulos, I., Metaxiotis, K., ve Askounis, D., 2005 “Dynamic risk management system for the modeling, optimal adaptation and implementation of an ERP system.” **Information Management ve Computer Security**, 13(3), 212–234.
- Zhang, D., Xu, H., ve Wu, Y., 2009 “Single and multi-period optimal inventory control models with risk-averse constraints.” **European Journal of Operational Research**, 199(2), 420–434.

EKLER

EK 1: Müşteri Şikâyet Metinlerinden İçerik Analizi ile Risklerin ve Riskler Arasındaki Karşılıklı Bağımlılıkların Keşfine Dair Bazı Örnekler

ŞİKÂYET	KOD	TEMA (RİSKLER)
Adnan ***, *** numarasından hattımızı arayıp *** ile ilgili sorununu iletmiştir. *** Lojistik firmasına ait ***'ta *** TL limit varmış ancak istasyon firmaya *** TL yakıt vermiş. ***'daki *** TL'yi tahsil edememişler ve *** TL fazladan yakıt vermişler. İstasyon konu hakkında yardım istemektedir.	Limit, ürün, tl, tahsilat	Operasyon
Ekte Mart-2019 1. dönemi tahakkuk etmesi gereken *** ve ***'ı bilgilerinize sunarım. Ayrıca Şubat-2019 döneminde *** TL daha önceden görseli iletilen ***'da mart-19 1.döneme yansıtılmamıştır. Dönem henüz kapanmamışken lütfen alacağımızı tam olarak tarafımıza yansıtınız. Saygılarımızla.	Alacak, tahakkuk, dönem, hesap kapatma	Hesap kayıt
Ömer ***, ***'in 34*** plakalı eğitim aracının geldiğini ancak bu aracın sadece bu istasyonda *** ile yakıt alamadığını iletmektedir. Araç istasyonda beklediği için acil dönüş beklemektedir.	*** müşteri, yakıt, acil	Operasyon → Acil durum
Turan Bey, 1-15 Nisan *** fatura işlemleriyle ilgili işlem sağlamak istediğinde mobil imzada sorun oluştuğunu sayfanın boş görüntülendiğini iletmektedir. Desteğinizi bekliyoruz.	mobil imza, işlem	Sistem
Merhaba sayın ilgili, şikâyetimiz şu yöndedir: her geçen ay ***, ***, *** vs. sistemlerindeki komisyonlar gittikçe artmaktadır. Geçen yıl bütün uğraş çabalarımıza rağmen bir kaç puan düşmesi ile az da olsa tatmin olmuştuk ama tekrardan eski ayarına geldi ve katıldığımız her bayi toplantısında "**** üzerine basa basa düşüş olduğunu daha da düşeceğini" iletmesine rağmen gittikçe artmakta tersine. Eğer herhangi bir önlem alınmazsa bahanelerle *** müşterilerini kazanç sağlayamadığımız için geri çevirmek zorunda kalacağız. Bu konudaki hassasiyetimizi anlamanızı ve yardımlarınızı talep etmekteyiz şimdiden teşekkürler, iyi çalışmalar.	T***, komisyon, artış, tatmin, ***, düşüş, kazanç, hassasiyet	Fiyat → Bilgi, Müşteri memnuniyetsizliği
K*** Bey, 10.06.2019 17:50 tarihinde 34***, 34*** plakalı müşterilerine *** ile yakıt vermek istediklerinde 5-6 nolu pompalarda arıza meydana geldiği için yakıtı manuel satış yaptıklarını ancak bu satışların otomasyon ve bayi portalında gözükmediğini iletmektedir. Desteğinizi bekliyoruz.	Pompa, arıza, manuel satış, otomasyon, portal, görüntülenememe	Arıza → Sistem

Emniyet Müdürlüğüne ait 3 araç arızalanmıştır. Ankara da arızalanan aracın *** marka pompası değiştirilmiştir. Antakya’da halen bir araç *** servisinde bekletilmektedir. Bizden 3 araç için talep edilen miktar *** TL Antakya’daki aracın servis ücreti çıkarılmamıştır. Bu fatura bedelleri *** tarafından yani sözleşme firması biz olduğumuzdan dolayı bizden, bu ödenen ve ödenecek olan ücretler talep edilmektedir. Bu araçların otomasyona baktığımızda bizden aldıkları yakıt *** civarındadır. Bu durumdan dolayı Emniyet Müdürlüğü faturalarımıza bekletmekte ve ödemelerimizi yapmamaktadır. Bu servis faturalarının tarafınızdan karşılanmasını ve yapılmayan ödemelerden dolayı mağduriyetimizin acilen çözülmesini istiyoruz.	Arıza, fatura, ücret, sözleşme, talep, acil, mağduriyet	Arıza → Operasyon → Müşteri memnuniyetsizliği
Merhaba, *** Bayi kodlu portaldan kesilmesi gereken verilerdeki sizin sisteme yansıtmış olduğunuz Ürün/litre ile olması gereken Ürün/litre arasında farklılık var. Sebebi *** işlemlerinde *** satışını, *** satışının içinde gösteriyor olmanız. Bunun özel bir nedeni var mı? Ayırmanız mümkün mü? Eylül 1. ve 2. Dönemi sizin portala girmiş olduğunuz veriler üzerinden kesilmiştir. Bu bir sorun olur mu?”	Portal, karışıklık, farklılık, veri girişi, ayırma, insan	Bilgi
Ekte detaylı şekilde açıklamış olduğum sorularıma hala cevap verilmedi.	Soru, cevap	Bilgi → İletişim
Biz niğdede ***, *** bayisi olarak hizmet vermekteyiz. sizin distribütörünüz olan *** petyrol ürünleri ltd.şti. bizim bölgemizde bizim müşterilerimizi tek tek gezerek *** müşterisi yapalım ve sizlere *** iskonto verelim diye müşterileri kandırmaya çalışıyorlar. bu nedenden dolayı bizlerde müşterilerimiz ile sıkıntı yaşamaktayız. *** olarak *** iskonto yapıyor sizde iskonto yapın diye bizim nakit ve kredi kartı ile çalıştığımız müşterilerimiz bizden böyle bir talepte bulunuyorlar. biz bu nedenden dolayı sıkıntı yaşamaktayız . gerekli yerlere ve bölge müdürümüze bu sorunları iletmemize nazaran herhangi bir olumlu cevap verilmemiştir. bu nedenden dolayı gerekli uyarıların yapılarak bu sorunun giderilmesi konusunda gerekli hassasiyetin gözterilmesini rica ederim.	Dağıtıcı, bayi, bölge, müşteri, iskonto, talep, bölge müdürü, ileti, geri bildirim	Fiyat → İletişim
İhalesini almış olduğumuz Kastamonu *** Müdürlüğünün aylık *** yakıt limitlerinin yükseltilmesi talep edilmiş lakin kurum hala yakıt alamamaktadır ve ihale şartlarını yerine getirmediğimizden dolayı kurum tarafından tarafımıza ihtarneme çekilmiştir. Kastamonu *** Müdürlüğünün aylık otobil yakıt limitinin yükseltilmesi hususunda desteklerinizi bekliyoruz. Saygılarımızla.	İhale, kamu, limit, ihtarname	Limit yetersizliği → Müşteri memnuniyetsizliği

**Ek 2: Risk Değerlendirmede Sistem Güvenliği ve Güvenirliği Mühendisliği Yöntem ve Teknikleri (IEC/ISO 31010:2009
(2012) temel alınarak hazırlanmıştır)**

Risk değerlendirme türü	Tanım	Etkileyen faktörlerin ilişkisi			Sayısal çıktı sağlayabilir mi?
		Kaynaklar ve yetkinlik	Belirsizliğin doğası ve derecesi	Karmaşıklık	
Kontrol listeleri	En basit risk belirleme tekniğidir. Geçmiş süreçlerde ortaya çıkan belirsizlik unsurlarının listelenmesini sağlar. Yeni durumda kullanıcılar riskleri sınıflarken bu listeden yararlanırlar.	Düşük	Düşük	Düşük	Hayır
Yapılandırılmış görüşme ve beyin fırtınası	Bir çalışma grubundan farklı fikirleri toplama ve sıralama tekniğidir. Beyin fırtınasında hayal gücü ön plandadır. Yapılandırılmış görüşmede ise sorular yönlendiricidir.	Düşük	Düşük	Düşük	Hayır
Delphi tekniği	Uzmanların bir araya gelmeden görüşlerini belirttiği bir anket tekniğidir. Görüşler sistematik olarak birleştirilir ve uzmanlara dönüş sağlanır. Risk kaynağının ve etkisinin belirlenmesi, olasılık ve sonuç tahmini gibi amaçlar için kullanılabilir.	Orta	Orta	Orta	Hayır
SWIFT-Yapılandırılmış "olursa ne olur"	Riskleri belirleme aşamasında kullanılır. Çalıştayda yöneticinin katılımcıların yönlendirici sorularla harekete geçirildiği bir tekniktir. Sapmaların sistemi nasıl etkileyeceği "olursa ne olur" sorusuyla irdelenir. Gelecekte neler olabileceğini belirlemek amacıyla "en iyi durum", "en kötü durum", "beklenen durum" gibi durum setlerinin oluşturulmasıdır. Durumların olasılıklarını tahmin edemesede sonuçları anlamaya yardımcı olur.	Orta	Orta	Düşük	Hayır
Senaryo analizi		Orta	Yüksek	Orta	Hayır

İnsan güvenirlilik analizi (HRA)	İnsan güvenirlilik analizi (HRA), insanların sistem performansı üzerindeki etkilerini ele alır ve insan hatalarının sistem üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır	Orta	Orta	Orta	Evet
İş etki analizi	İş etki analizinin amacı iş sürekliliğini temin etmektir. Bunun için operasyonları kesintiye uğratabilecek riskler ve süreçlerdeki kritik unsurlar belirlenir. Sonra da kriz durumunda iş sürekliliği için gerekli kapasite ve yetenekler ortaya konur.	Orta	Orta	Orta	Hayır
Hata ağacı analizi	İstenmeyen bir olaya (üst olay) neden olan faktörleri belirlemek için kullanılan yöntemdir. Bu faktörler tümdengelsel bir ağaç şeklinde grafikte gösterilirler. Nedensel faktörlerden yola çıkarak üst olayın olasılığı sayısal olarak hesaplanır.	Yüksek	Yüksek	Orta	Evet
Olay ağacı analizi	Tümevarım mantığı kullanılarak başlatıcı olayların olasılıklarının muhtemel sonuçlara dönüştürülmesidir	Orta	Orta	Orta	Evet
Neden/sonuç analizi	Hata ağacı ve olay ağacı yöntemlerinin kombinasyonunun zaman gecikmelerinin de dahil edildiği halidir. Başlatıcı olayların hem nedenleri hem de sonuçları göz önünde bulundurulur	Yüksek	Orta	Yüksek	Evet
FMEA ve FMECA	FMEA, bir sistemin ve süreçlerin ürettiği sonuçların tasarım amacına uygunluğunu denetleyen yöntemdir. Uygunsuzluğun sebebi olan hataların nedenleri, etkileri ve engelleme yolları belirlenir. Sonraki aşamada FMECA (kritiklik analizi) ile bu hataların önceliklendirilmesi de mümkündür.	Orta	Orta	Orta	Evet
Güvenirlilik merkezli bakım (RCM)	Hataları yönetebilmek için politika belirleme yöntemidir. Güvenirlilik ve erişilebilirliğe etkin ve verimli bir şekilde ulaşmayı sağlar.	Orta	Orta	Orta	Evet

HAZOP (Tehlike ve işletebilme çalışmaları)	Beklenen performanstan olası sapmaları tespit edebilmek amacıyla risklerin belirlenmesi sürecidir. Sistemin beklentiyi nasıl sağlayamayacağını sorgulayan anahtar kelimeler kullanır.	Orta	Yüksek	Yüksek	Hayır
HACCP (Tehlike analizi ve kritik noktaları)	Ürün kalitesini ve sistem güvenliğini devam ettirebilmek için kontrollerin sürecin hassas noktalarına konmasıdır. Risklere karşı önleyici bir mekanizma sunar.	Orta	Orta	Orta	Hayır
LOPA (Koruma katmanları analizi)	Bir neden sonuç çiftine odaklanarak riski azaltmak için koruma katmanlarının olup olmadığının analiz edildiği yöntemdir. Bariyer analizi ismiyle de bilinir.	Orta	Orta	Orta	Evet
Papyon analizi	Risklerin nedenleri ve sonuçları arasındaki yolları papyona benzeyen bir şema ile açıklayan tekniktir. Risk içeren olay papyonun düğümü ile temsil edilir. Nedenler hata ağacı analizini, sonuçlar da olay ağacı analizini kapsar.	Orta	Yüksek	Orta	Evet
Neden/etki analizi	Bir etkinin olası kök nedenlerini belirlemek için kullanılan görselleştirme yöntemidir. Balık kılıcı ya da Ishikawa diyagramı olarak da bilinir. Nedenler beyin fırtınası ile belirlenerek diyagramda kategorik olarak gösterilir. Riskleri, risk kaynaklarını ve risk davranışlarını sıralayarak bir risk seviyesi ve risk oranı üretmek amacıyla sonuç ve olasılıkların birleştirildiği yöntemdir. Matris, risklere ait çeşitli özellikleri gösteren bir görüntüleme aracıdır.	Düşük	Düşük	Orta	Hayır
Sonuç/olasılık matrisi		Yüksek	Orta	Düşük	Hayır
Fayda/maliyet analizi	Fayda/maliyet analizi, beklenen toplam faydayı beklenen toplam maliyet ile tartarak risk ölçen yöntemdir. Maddi ve maddi olmayan fayda ve maliyetler Net bugünkü değer (NBD) hesabıyla parasal olarak değerlendirilir.	Orta	Düşük	Orta	Evet

Karar ağacı analizi	Belli bir karar durumundan başlayarak oluşabilecek farklı olayları ve alınabilecek farklı kararları bir ağaç diyagramıyla modelleyen yöntemdir. Belirsizlik ortamında gidilecek en uygun yolu seçmeye yarar. Bütün koşullu olasılıklar dikkate alınır ve en yüksek beklenen değeri sağlayan yol tercih edilir.	Orta	Orta	Orta	Evet
Risk endeksleri	Riskleri sıralamak ve karşılaştırmak amacıyla sıralı ölçek düzeyinde ölçüm yapan nitel bir yöntemdir.	Orta	Düşük	Düşük	Evet
Riske maruz değer (VaR)	Spesifik bir süreç, tedarikçi, ürün ya da müşteri için, risk içeren olayların olma olasılığının parasal etkisiyle çarpılıp toplanmasından elde edilen sonuç. VaR ile belli bir zaman diliminde ve olasılık düzeyinde beklenen en yüksek ekonomik zarar parasal olarak ifade edilir.	Yüksek	Orta	Düşük	Evet
Koşullu riske maruz değer (CVaR)	VaR yönteminin tutarsızlıklarını telafi eden bir yöntemdir. Belli bir zaman diliminde beklenen "ortalama" zararı parasal olarak ölçer.	Yüksek	Orta	Düşük	Evet
Çok kriterli karar verme yöntemleri	Bir kriter grubu üzerinden alternatifler arasında amaca en uygun olmanı seçme ve alternatifleri sıralama yöntemleridir. Çelişen kriterlerin bir arada bulunduğu karar durumlarında etkili biçimde uygulanabilir. Farklı görüşteki paydaşlar arasında uzlaşa sağlar.	Orta	Düşük	Yüksek	Evet

Markov analizi	Bir sistemin birden fazla durum arasından, gelecekteki durumunun bugünkü durumuna bağlı olduğu problemlerde tahmin yapabilmeyi sağlayan matematiksel yöntemidir.	Yüksek	Düşük	Yüksek	Evet
Monte Carlo simülasyonu	Analitik çözümün mümkün olmadığı bir modelde değişkenlerin olasılık dağılımlarıyla temsil edildiği yöntemidir. Hangi olasılık dağılımının seçileceğine belirsizliğin doğasına bakarak karar verilir.	Yüksek	Düşük	Yüksek	Evet
Bayesyen analiz	Bayesyen analiz, olasılığı bir olayın gerçekleşmesine ilişkin öznel yargı olarak tanımlar. Parametre tahmininde sonsal dağılımı çıkarsamak için önsel dağılımla olabilirlik dağılımına ihtiyaç vardır.	Yüksek	Orta	Yüksek	Evet
Bayesyen inanç ağları	Bir sistemi oluşturan unsurlar arasındaki nedensellik ilişkilerini koşullu olasılıklar ağı ile modelleyen yöntemidir. Neticede ağdaki her bir düğümün olma olasılığı farklı koşullar altında tahmin edilir.	Yüksek	Orta	Yüksek	Evet

ÖZGEÇMİŞ

Serdar Semih Coşkun, 1987 yılında Sivas Suşehri'nde doğmuştur. Lisans eğitimini 2009 yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde tamamlamıştır. 2011-2015 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığında matematik öğretmeni olarak görev yapmıştır. Yüksek Lisans eğitimini 2015 yılında Gebze Teknik Üniversitesinde İşletme programında tamamlamıştır. Eğitimde kurumsal performansın ölçülmesi ve geliştirilmesi konusunda yazdığı yüksek lisans tezi, İktisadi Araştırmalar Vakfının düzenlediği Ünal Aysal tez yarışmasında birincilik ödülüne layık görülmüştür. 2015 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme (İktisat) programında doktora eğitimine başlamıştır. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi İşletme Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başlamıştır. Halen bu bölümde görevine devam etmektedir.