



## Tedarik zinciri risk yönetimi: Kavramsal çerçeve ve tedarik yönlü bir literatür araştırması

### Supply chain risk management: Conceptual framework and a supply-side literature review

Hamit ERDAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sosyal Bilimler Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.  
hamit\_erdal@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received: 08.10.2017, Kabul Tarihi/Accepted: 07.03.2018

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2018.50102

Derleme Makalesi/Review Article

#### Öz

Tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY) uzun vadede kârlı, rekabetçi ve sürdürülebilir bir tedarik zinciri için son derece önemlidir. Tarihsel süreç içerisinde küresel çapta etki gösteren pek çok yıkıcı risk olayı meydana gelmiştir. Bu risk olayları sonucu meydana gelen zararlar tedarik zincirlerinin riskler karşısında ne kadar kırılabilir olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada tedarik yönlü TZRY konusunda kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda TZRY'nin kavramsal çerçevesinin ortaya konulması için 1999-2016 yılları arasında yapılan 59 çalışma ve 2003-2016 yılları arasında yapılan nicel yöntemlerin kullanıldığı 137 tedarik yönlü çalışma belirlenmiştir. Toplam 196 çalışma incelenerek, değerlendirmeler ve öneriler sunulmuştur. Bu çalışma genel hatlarıyla, TZRY'nin kavramsal çerçevesinin tüm yönleriyle ele alınması, incelenen yayın sayısının fazlalığı, 2013 yılından sonraki yayınları da kapsamı ve inceleme kapsamının genişliği bakımından önceki tarama çalışmalardan ayrılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Tedarik zinciri risk yönetimi, Risk tanımlama, Risk değerlendirme, Risk hafifletme, Risk takip ve gözetimi, Literatür taraması

#### Abstract

Supply chain risk management (SCRM) is crucial for a long-term profitable, competitive and sustainable supply chain. Many destructive risk incidents that have affected the global scale have come into play in the historical process. The losses, occurred due to these risk incidents, revealed how the supply chains are fragile against the risks. In this study, a comprehensive supply-side literature review has been conducted on SCRM. In order to define the conceptual framework of SCRM, 59 studies from the years 1999-2016, and 137 supply-side studies from the years between 2003 and 2016, in which quantitative methods had been utilized, have been determined. All 196 studies have been reviewed, and analyses and suggestions have been provided. This study, in general terms, differs from the previous review studies by outlining all aspects of the conceptual framework of SCRM, surplus of the reviewed paper, including papers published after 2013, and extend of review coverage.

**Keywords:** Supply chain risk management, Risk identification, Risk assessment, Risk mitigation, Risk monitoring, Literature review

## 1 Giriş

Modern küresel piyasalarda tedarik zincirleri artan bir hızla daha da karmaşık bir yapıya kavuşmakta ve firmalar arasındaki rekabet artık tedarik zincirleri arasında yaşanmaktadır. Tedarik zinciri, bu zincir üzerinde faaliyet gösteren paydaşların maliyetlerinin düşürülmesi ve kârlılıklarının artırılmasını sağladığından paydaşlar için odak noktası olmuştur [1]. Fakat bu denli öneme sahip tedarik zincirlerinde meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık/kesintinin sonuçları da tüm zincir üzerinde bir o kadar ağır olacaktır. Bu nedenle meydana gelmesi olası aksaklık/kesintileri önceden engellemek, meydana geldikten sonra etkisini hafifletmek ve eski durumuna döndürmek için etkin bir risk yönetimi hayati öneme sahiptir [2].

Tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY) küresel çapta ses getiren bazı tedarik zinciri risk olaylarının meydana gelmesi sonucu 1990'lı yılların sonunda dikkat çekmeye başlamıştır [3].

TZRY'ne firmaların ilgi göstermesi çok yeni olmasına karşın tarihsel süreç içerisinde sınırlanan suçlar kadar eski bir tarihe sahiptir. Geçmişte İpek Yolu'nda deve kervanlarına yapılan soygunlar ve aşılın uzun yollar tüccarları deniz ticaretine yönlendirmiş fakat deniz ticaretinin de başlamasıyla beraber deniz haydutluğu da başlamıştır. 9 ile 11. yüzyıllar arasında Baltık Denizinde, deniz ticaretine yönelik deniz haydutları tarafından yapılan saldırılar neticesinde ticaretin durma

noktasına gelmesi tüccarları bir araya getirmiş ve güvenliğin sağlanması için Hanseatik Cemiyeti kurulmuştur. Bu cemiyet TZRY'nin bilinen ilk kurumsallaşma çabası olarak kabul edilebilir [4].

Zaman içinde yaşanan risk olaylarına karşın devletlerin ve örgütlerin risk yönetimi çalışmaları olmuş fakat firma düzeyinde öneminin anlaşılması ve tedbir getirilmesi için maalesef yıkıcı olayların yaşanması beklenmiştir. Bilimsel anlamda ilk TZRY çalışmayı bile İngiltere'de 2003 yılında gerçekleştirilmiştir [5].

Risk yönetimi kavramı firmalar için özellikle finans ve bilişim sektöründe faaliyet yürütenler için yeni bir olgu değildir. Fakat tedarik zinciri özelinde konunun ciddiye alınması 11 Eylül saldırılarından sonra olmuştur. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında da 2000 yılı öncesine kadar yapılan az sayıda çalışma, bu tarihten sonra artarak devam etmiş, 2004 yılından itibaren de radikal bir şekilde tırmanma eğilimi sergilemiştir [6].

Tedarik zinciri risklerinin etkileri beklenenin aksine sadece câri finansal kayıplar olarak karşımıza çıkmamaktadır. Kısa ve uzun vadede tedarik zinciri kesintileri, ürün kalitesinin düşmesi, malzeme, teçhizat ve ürünün zarar görmesi, itibar kaybı, teslimat aksamaları vb. olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Tüm tedarik zinciri fonksiyonlarının etkin ve verimli bir şekilde uygulandığı tedarik zincirleri bile savaş,

çatışma, terörizm gibi jeopolitik olaylar, doğal afetler ve salgın hastalıklar gibi risklerden etkilenebilmektedir [2].

Tedarik zinciri kesintilerinin olumsuz etkileri son yıllarda daha da artmış olmasına rağmen bu kapsamda yapılan çalışmalarda ve kurumsal planlamalarda yeterli seviyeye gelinememiştir. Hendricks ve Singhal [7], tedarik zinciri çalışmalarının sadece çok az bir kısmının tedarik zinciri hassasiyeti ve riskleri üzerine odaklandığını, büyük çoğunluğun maliyet etkinliğine yönelik olduğunu vurgulamıştır.

Poirier ve Quinn [8]'de yaptıkları çalışmada görüşme yaptıkları firmaların sadece üçte birinin tedarik zinciri hassasiyeti ve risk hafifletme çalışmalarına gereken önemi verdiklerini tespit etmiştir.

Risk & Insurance dergisinin işbirliğiyle Marsh, Inc. tarafından ABD'de yapılan ve 110 risk yöneticisine uygulanan anket sonuçlarına göre; ankete katılanların %73'ü tedarik zinciri risklerinin 2005 yılından itibaren arttığını belirtmiş, fakat hiçbir firmalarının bu risklerle başa çıkma konusunda yeterli olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların sadece %35'i firmalarının görece olarak etkili bir TZRY olduğunu belirtmiştir. Katılımcılar ayrıca, en etkili risklerin; fiyatlandırma riskleri, tedarikçi risk ve gecikmeleri, içsel riskler, stok riskleri, nakliye gecikmeleri ve doğal afetler olduğunu belirtmiştir [9].

Geçtiğimiz yıllarda TZRY literatürünün tarandığı kapsamlı çalışmalar yayımlanmıştır [6],[10]-[18]. Tang [10] 1964 ile 2005 yılları arasında nicel modellerin uygulandığı 200'den fazla makaleyi taramıştır. Yazar taradığı yayınlarda tedarik zinciri risklerini yönetebilmek için bunları; tedarik yönetimi, talep yönetimi, üretim yönetimi ve bilgi yönetimi olarak dört kategoriye ayırmıştır.

Vanany ve diğ. [11], 2000 ile 2007 yılları arasında yayımlanmış 82 makaleyi taramış ve analiz birimleri, risk türleri, risk sınıflandırmaları ve metodolojileri üzerine sektörel bazda sentezini ileride yapılacak çalışmalara tavsiyeler ile tamamlamıştır.

Rao ve Goldsby [12], 1998 ve 2008 yılları arasında yayımlanmış 55 makaleyi taramış ve çevresel, endüstriyel, örgütsel, problem-özümlü ve karar verici ile ilintili şekilde çeşitli risk faktörlerini bir risk tipolojisi dâhilinde sentezlemiştir.

Singhal ve diğ. [13] tedarik zinciri ile ilgili risk konularını derinlemesine incelemek için iki kademeli bir sınıflandırma üzerinden 1996 ile 2010 arasında yayımlanan 114 makaleyi taramış ve gelecekteki araştırmalar için olası çalışma alanlarını ortaya koymuştur. Yazarlar ayrıca koordinasyon, karar verme ve sektöre özel TZRY konularına odaklanan TZRY havuzu literatüründe inceledikleri çalışmalarında modelleme türleri olarak matematiksel, simülasyon ve çoklu ajan yaklaşımları altında, ayrıca modelleme seçenekleri için doğrusal, tamsayı, dinamik ve stokastik ayırımına gitmişlerdir.

Tang ve Musa [14] 1995 ve 2008 yılının ilk yarısı arasında yayımlanan ve ürün akışı, finansal akış ve bilgi akışı ile ilgili potansiyel risklerin tanımlandığı ve sınıflandırıldığı 138 makaleyi atıf analizi yöntemi ile incelemiştir. Yazar taradığı yayınlarda tedarik zinciri risklerini yönetebilmek için bunları; malzeme, finansal ve bilgi akış riskleri olarak üç kategoriye ayırmıştır.

Colicchia ve Strozzi [15]'da, 1994 ve 2010 yılları arasında yayımlanan 55 makale üzerinden atıf analizi uyguladıkları taramalarında TZRY konusunda yükselen eğilimler ve evrimsel modelleri tanımlamıştır.

Sodhi ve diğ. [16]'de 1998 ile 2010 yılları arasında yayımlanan 31 makaleyi incelemiştir. Yazarlar ayrıca, tedarik zinciri araştırmacıları ile bir açık uçlu anket kullanarak iki odak grup görüşmesi gerçekleştirmiş, ardından da 200'den fazla araştırmacıya kapalı uçlu bir anket düzenleyerek TZRY konusunda ki şu 3 açığa cevap aramıştır.

- (i) Tanımlama açığı (TZRY'nin tanımı konusunda görüş birliği eksikliği),
- (ii) İşlem açığı (risk olayları karşısında kapsayıcı cevapların yetersizliği) ve
- (iii) Metodoloji açığı (deneysel metodların kullanımında yetersizlik).

Ghadge ve diğ. [6]'de 2000 ve 2010 yılları arasında sistematik literatür taraması yöntemiyle, yayımlanan 120 makale üzerinden TZRY konusunda eğilimleri ortaya koymuş ve ileride yapılacak çalışmalara tavsiyelerde bulunmuştur.

Heckmann ve diğ. [17]'de tedarik zinciri risk tanımları ve ilintili konseptlere odaklanarak literatürde TZRY konusunda yapılan nicel, özellikle matematiksel yöntemleri taramıştır.

Literatürde TZRY konusunda en kapsamlı ve en güncel tarama Ho ve diğ. [18]'nin yaptığı taramadır. Ho ve diğ. [18] tarafından yapılan çalışmada 2003 ile 2013 yılları arasında TZRY alanı ile ilgili 224 makalenin kapsamlı bir taraması ve etkili bir TZRY sınıflandırması ele alınmıştır. Yazarlar çalışmalarında ayrıca TZRY konusunda tedarik zinciri risk türlerinin, risk faktörlerinin ve risk yönetim metodlarının sınıflandırıldığı yeni bir tanım önermiştir. Yazarlar çalışmalarının sonunda TZRY'ne ilişkin potansiyel araştırma boşluklarını da ortaya koymuştur.

Bu çalışmada da tedarik yönlü tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY) konusunda kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda, TZRY'nin kavramsal çerçevesinin ortaya koyulması için 1999-2016 yılları arasında yapılan 59 çalışma ve 2003-2016 yılları arasında yapılan nicel yöntemlerin kullanıldığı 137 tedarik yönlü çalışma olmak üzere toplam 196 çalışma incelenmiştir.

Sıralanan literatür araştırması çalışmaları önemli katkılar sağlamalarına rağmen bazı konularda yetersiz kalmışlardır. Bunlar genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

- (i) Öncelikle bu yayınların çoğu TZRY konusunda eğilimler [6], risk yönetim metodları [10], sektörel bazda TZRY kavramsal çerçevesi [11], risk faktör analizi, [12], risk sınıflandırması [14] ve araştırma boşluklarının tanımlanması [15]-[16], risk modelleri [17], gibi birer spesifik konuya odaklanmış ve bu çalışmada olduğu gibi TZRY'nin kavramsal çerçevesi tüm yönleriyle ele alınmamıştır. Bu çalışmada ise tedarik zinciri riski ve TZRY ile ilgili tanımlamalar, tedarik zinciri risk tür ve faktörleri ile TZRY süreçleri (risk tanımlama, risk değerlendirme, risk hafifletme ve risk takip ve gözetimi) topyekün olarak ele alınmıştır,
- (ii) Daha önceki tarama makalelerinin hiçbirisi 2013 yılından sonra yapılan yayınları kapsamamaktadır. Sadece Heckmann ve diğ. [17] ile Ho ve diğ. [18]'nin çalışmaları 2013 yılını kapsamakta olup diğer

yayımlar daha önceki yılları kapsamaktadır. Bu çalışmada ise 2017 yılına kadar yapılan yayımlar taranmıştır,

- (iii) Bu makalelerinin büyük çoğunluğunda çoğunda yetersiz sayıda yayın taranmıştır. Daha açık bir ifadeyle, Ghadge ve diğ. [6] 120, Vanany ve diğ. [11] 82, Rao ve Goldsby [12] ile Colicchia ve Strozzi [15] 55'er, Singhal ve diğ. [13] 114, Tang ve Musa [14] 138 ve Sodhi ve diğ. [16] ise 31 makale taramıştır. Bu çalışmada ise toplam 196 yayın incelenmiştir,
- (iv) Bazı çalışmalarda ise TZRY için önerilen nicel yöntemlere değinilmemiştir [6],[10]-[16],
- (v) Nicel yöntemlerin ele alındığı bazı çalışmaların da kapsamı son derece kısıtlı kalmıştır. Örneğin Singhal ve diğ. [13] sadece matematiksel, simülasyon ve çoklu ajan yaklaşımlarının uygulandığı çalışmaları, Heckmann ve diğ. [17]'de modelleme ve çözüm tekniklerini incelemiştir. Bu çalışmada ise nicel yöntemler; istatistiksel analiz yöntemleri, ekonomik modeller, optimizasyon modelleri, sezgisel yöntemler, çok kriterli karar verme yöntemleri, simülasyon, yapay zeka modelleri ve bulanık mantık olarak sınıflandırılmış ve yapılan tüm nicel çalışmalar incelenmiştir,
- (vi) Bazı çalışmalarda elde edilen bulgular ve tespitler yeterli düzeyde sunulamamıştır [12]-[14],[17],[18]. Bu çalışmada ise TZRY konusunda kavramsal çerçeveden kullanılan nicel yöntemlere kadar incelenen tüm konulara göre bulgular ve öneriler üzerinden değerlendirmeler ve öneriler sunulmuştur,
- (vii) TZRY'nin bizzce en önemli konusunu oluşturan TZRY süreçleri sadece Ho ve diğ. [18]'nin çalışmasında ele alınmıştır. Diğer çalışmaların hiç birisinde bu süreçlere değinilmemiştir. Ho ve diğ. [18]'nin çalışmasında ise TZRY süreçleri için yapılan kuramsal çalışmalar ve TZRY süreçlerinin kavramsal çerçevesi incelenmemiştir,
- (viii) Son olarak bu çalışmaya benzer şekilde sadece, Vanany ve diğ. [11] ile Ho ve diğ. [18]'nin çalışmasında sektörel bazda yapılan çalışmalar için tespitler ortaya koyulmuştur.

Tedarik zinciri ağında karşılaşılabilecek riskler değerlendirildiğinde bunları;

- (i) Tedarik yönlü,
- (ii) Operasyonel(üretim) ve
- (iii) Talep yönlü risklerin oluşturduğunu ifade etmek yanlış olmayacaktır.

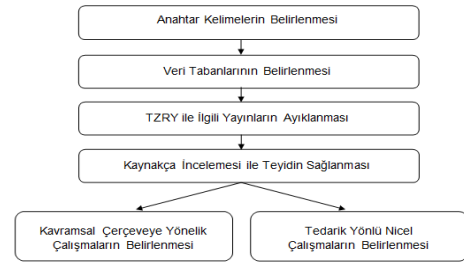
Yapılan kapsamlı literatür taramasında tarihsel süreçte yaşanan ve etkisi en fazla hissedilen risk olaylarının tedarik yönlü riskler olduğu (Erdal [19]) ve daha derinlemesine bir analiz yapılabilmesi amacıyla bu çalışmada tedarik yönlü TZRY ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde araştırma metodolojisi ortaya koyulmuş, üçüncü bölümünde TZRY'nin kavramsal çerçevesinin ortaya koyulabilmesi için tedarik zinciri risk tanımları, tedarik zinciri risk yönetimi tanımları, risklerin sınıflandırılması, risk türleri ve risk faktörleri için yapılan çalışmalar incelenmiştir. Dördüncü bölümde öncelikle

literatürde tanımlanan TZRY süreçleri tanımlanmış, risk tanımlama, risk değerlendirme, risk hafifletme ve risk takip ve gözetimi süreçleri açıklanarak bu dört süreç ile birden fazla süreci ele alındığı çalışmalar incelenmiştir. Beşinci bölümde çalışmanın bulguları ve değerlendirmeler yapılarak ileride yapılacak çalışmalara öneriler sunulmuş, sonuç bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

## 2 Araştırma metodolojisi

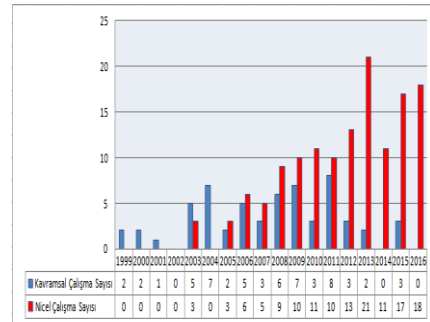
Tedarik yönlü TZRY ve TZRY'nin kavramsal çerçevesi için yıllar içerisinde görece olarak az sayıda yayın yapılmıştır. Bu çalışmaların ortaya koyulabilmesi amacıyla bu çalışmada, 5 aşamalı bir araştırma metodolojisi kullanılmıştır. İzlenen adımların şematik gösterimi Şekil 1'de sunulmuştur.



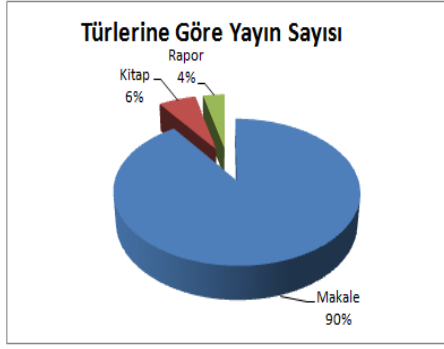
Şekil 1: Araştırma metodolojisinin şematik gösterimi.

Öncelikle araştırma için anahtar kelimeler "tedarik zinciri riski", "tedarik zinciri risk yönetimi", "tedarik zinciri risk türleri", "tedarik zinciri risk faktörleri", "risk tanımlama", "risk değerlendirme", "risk hafifletme" ve "risk takip ve gözetimi" olarak belirlenmiştir. Daha sonra başta akademik veri tabanları (EBSCOhost, Emerald, Google Scholar, IEEEExplore, Ingenta, Metapress, ProQuest, ScienceDirect, Springer, Taylor and Francis ve Wiley) olmak üzere Türkçe ve İngilizce dillerinde hazırlanan, rapor ve kitaplar da incelemeye dahil edilerek belirlenen anahtar kelimelere göre yıllar içinde yapılan yayımlar taranmıştır. Bunun ardından belirlenen 432 yayın TZRY özelinde ele alınıp alınmadıklarının belirlenmesi için önce özetleri incelenerek ayıklanmıştır. Ayıklanan yayınların tüm metni incelenerek en az bir TZRY konusunu ele aldığı çalışmalar belirlenmiştir. Daha sonra atlanan çalışma kalmaması için aynı işlem belirlenen yayınların kaynakları için de tekrar edilmiştir. Son olarak TZRY'nin kavramsal ve kuramsal çerçevesine yönelik yapılan çalışmalar ile nicel yöntemlerin kullanıldığı tedarik yönlü çalışmalar belirlenmiştir.

Sonuç olarak TZRY'nin kavramsal ve kuramsal çerçevesinin ele alındığı 59 (%30.1) adet ve tedarik yönlü nicel yöntemlerin kullanıldığı 137 (69.9) adet olmak üzere toplam 196 adet yayın incelenmiştir. Bu çalışmaların yıllar içerisinde dağılımı Şekil 2'de, türlerine göre dağılımı ise Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 2: TZRY için yıllara göre yapılan yayın sayısı.



Şekil 3: TZRY için türlerine göre yapılan yayın sayısı.

### 3 Tanımlama ve sınıflandırma

Aşağıda tedarik zinciri risk tanımları, tedarik zinciri risk yönetimi tanımları, risklerin sınıflandırılması, risk türleri ve risk faktörleri için açıklayıcı bilgiler sunularak, TZRY'nin kavramsal çerçevesi ortaya koyulmuştur.

#### 3.1 Tedarik zinciri riski

Literatürde yapılan tedarik zinciri risk tanımlamalarına bakıldığında bunların bazılarının sadece tedarik riskini [20]-[22] tanımlarken, bazılarının bir bütün olarak genel tedarik zinciri risk [6],[18],[24],[27]-[31] tanımlaması üzerinde durduğu tespit edilmiştir. Bütün tedarik zincirini kapsamayan tanımlar bilgi akışı riski, malzeme akışı riski ve

ürün akışı riski [24]-[26] gibi belirli alanlarda uygulanabilirliğe sahip olmasına rağmen, belirli bir tedarik zinciri fonksiyonuna ya da tedarik zincirinin bir bölümüne odaklanmıştır. Bu tanımlama sorununun üstesinden gelebilmek için yapılan ve literatürde tarafımızca belirlenen en kapsamlı tanımlama Ho ve diğ. [18]'nin tanımlamasıdır. Literatürde tedarik zinciri riski üzerine yapılan tanımlamaların bir özeti Tablo 1'de sunulmuştur.

#### 3.2 Tedarik zinciri risk yönetimi

Literatürde yapılan TZRY tanımları Tablo 2'de özetlenmiştir. Bütün bu tanımlar tedarik zinciri paydaşları ile işbirliğini vurgularken, bazı tanımlamalar TZRY'nin belirli öğeleri üzerine odaklanmış ve bütün TZRY süreçlerini kapsamamıştır.

#### 3.3 Tedarik zinciri risk türleri

Literatürde tedarik zinciri risk türlerinin ele alındığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bunların incelenmesi sonucunda bazılarının herhangi bir sınıflandırmaya gitmeden sadece risk türlerinin basitçe tanımlandığı [37], bazılarının ise belirli risk türlerini belirli kategoriler altında sınıflandırmaya tâbi tuttuğu [10] tespit edilmiştir.

Literatürde tedarik zinciri risklerinin kaynağı, etkileri, oluşma sıklığı gibi yönlerden ele alınarak farklı yazar ve organizasyonlar tarafından farklı sınıflandırmalar yapılmıştır.

Bazı çalışmalarda risk türleri içsel ve dışsal [38]-[40], operasyonel ve aksatıcı [10] olarak iki kategoriye ayrılmıştır.

Tablo 1: Literatürde yapılan tedarik zinciri risk tanımları.

Tanım Kapsamı	Yayımlar	Tedarik Zinciri Risk Tanımları
Sadece Tedarik Riskleri	Zsidisin ve Ellram [20]	Alman ürün ve hizmetlerdeki önemli ve/veya hayal kırıklığı yaratan hataların görülmesidir.
	Meulbrook [21]	Faaliyetlerin yürütülmesini mümkün kılan herhangi bir kaynağın içe akışını olumsuz etkileyen olaylardır.
	Zsidisin [22]	Gelen tedarik kanalındaki bireysel tedarikçinin başarısızlığı veya tedarik piyasasında meydana gelebilecek bir olayın (bu olayın oluşması durumunda müşteri taleplerinin karşılanamaması ya da müşterinin güvenliği ve yaşamının etkilenmesi söz konusudur.) olasılığıdır.
	Ellis ve diğ. [23]	Belirli bir tedarikçiden satın alınmış belirli bir tedarikin aksamasına bağlı olarak bir bireyin toplam potansiyel kayıp üzerindeki algısıdır.
Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskler	Jüttner ve diğ. [24]	Tedarikçilerden son kullanıcıya teslim edilen son ürünlerin akışı esnasında meydana gelebilecek bilgi, malzeme ve ürün akışı riskleri.
	Christopher ve Peck [25]; Peck [26]	Orijinal tedarikçilerden nihai ürün teslimatına kadar bilgi, malzeme ve ürün akışının karşılaştığı herhangi bir risk olayı.
	Zsidisin [27]	Müşteri ihtiyaçlarını karşılayamamaya neden olacak satın alma ve organizasyondaki yetersizliklerin, içsel tedarikte potansiyel oluşma ihtimalidir.
	Jüttner ve diğ. [24]	Tedarik zinciri olası çıktılarının dağılımında, olasılığında ve öznel değerlerindeki çeşitliliğidir.
	Wagner ve Bode [28]	Odaklanılan firmanın olumsuz sonuçlanan beklenen kesin performans ölçüm değerinden negatif sapma.
	Goankar ve Viswanadham [29]	Olası TZ çıktıları, olasılıkları ve sübjektif değerlerindeki çeşitlilikten kaynaklanan kayıpların dağılımı
	Bogataj ve Bogataj [30]	Potansiyel sonuçları itibarıyla tedarik zincirinin herhangi bir bölümündeki değer katılmış aktivitenin azalması yönünde etki eden varyasyonlardır.
	Handfield ve diğ. [31]	TZ ağında kritik düğümlerdeki kesintilerin toplamı ya da olasılıklarının son kullanıcının gelirindeki kesinti etkisi ile katlanan bir fonksiyondur.
	Ghadge ve diğ. [6]	TZ ağının etkin yönetimini etkileyerek kesintiye neden olan bir olaya maruz kalma durumudur.
	Ho ve diğ. [18]	Olası ve beklenmeyen makro ve/veya mikro düzey olay ya da şartların etki ya da operasyonel, taktiksel veya stratejik seviye aksama ve düzensizliklere yol açan tedarik zincirinin herhangi bir parçasını olumsuz olarak etkileyen koşullardır.

Tablo 2: Literatürde yapılan TZRY tanımları.

Tanım Kapsamı	Yayınlar	Tedarik Zinciri Risk Yönetimi Tanımları
Tanımlama ve Yönetim Süreçleri	Jüttner ve diğ. [24]	Tedarik zincirinin kırılabilirliğini bir bütün olarak azaltmak için tedarik zinciri paydaşları ile koordineli bir yaklaşımla tedarik zinciri risklerinin tanımlanması ve yönetilmesidir.
	Goh ve diğ. [32]	Tedarik zincirinin kırılabilirliğini bir bütün olarak azaltmak için tedarik zinciri paydaşları üzerinde dışsal koordineli bir yaklaşımla tedarik zinciri ağındaki risklerinin tanımlanması ve yönetilmesidir.
	Handfield ve diğ. [31]	İşbirlikçi organizasyonel ilişkiler, etkili iş süreçleri ve yüksek seviyede bilgi paylaşımı sayesinde risk minimizasyonu ve kesinti ihtimalinin azaltılması amacıyla bir tedarik zincirindeki organizasyonların bütünleştirilmesi ve yönetilmesidir.
	Manuj ve Mentzer [33]	Kayıplar, olasılık, olayın hızı, kayıpların hızı, olayın meydana gelme zamanının tespiti, sıklığı veya ortaya çıkması durumlarından birinin veya birkaçının azaltılması amacı ile tedarik zinciri paydaşları arasında koordineli bir yaklaşımla küresel tedarik zinciri içerisinde risklerin ve riske bağlı sonuçların tanımlanması ve değerlendirilmesi ve uygun stratejilerin uygulanmasıdır. Bu sayede tedarik zinciri çıktılarının arzu edilen karlılık ve gerçek maliyet tasarrufu sağlayan hedeflere yaklaşılması sağlanabilir.
Tanımlama ve Hafifletme Süreçleri	Thun ve Hoenig [34]	Sadece firma düzeyinde olmayıp, tedarik zincirinin tamamı üzerine odaklanarak paydaşlar arası yönlendirme hedefiyle risklerin tanımlanması ve azaltımı şeklinde karakterize edilen bir süreçtir.
Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskler	Lavastre ve diğ. [35]	Stratejik ve operasyonel seviyede uzun ve kısa dönem risk (Burada tanımlanan risk, küresel tedarik zinciri (tedarikçilerin tedarikçilerinden müşterilerin müşterilerine) içerisindeki paydaşlar arasında etkin bilgi, malzeme ve ürün akışını önleyen veya değiştiren risklerdir.) yönetimlerinin uygulanmasıdır.
	Norrman ve Jansson [36]	Lojistikle ilgili aktivite ve kaynakların etkilediği/ neden olduğu risk ve belirsizliklerin üstesinden gelebilmek için tedarik zincirinde paydaşlarla işbirliği içerisinde risk yönetim süreci araçlarının uygulanmasıdır.
Genel Süreçler	Tang [10]	Karlılığın ve devamlılığının sağlanması için tedarik zinciri paydaşlarının işbirliği ve koordinasyonu ile tedarik zinciri risklerinin yönetilmesidir.
	Ho ve diğ. [18]	Makro ve mikro düzey durumları veya şartları -ki bunlar tedarik zincirinin herhangi bir bölümünü olumsuz olarak etkileyebilir- tanımlamak, değerlendirmek, hafifletmek ve izlemek için nicel ve nitel risk yönetimi yöntemlerinden faydalanan örgütler arası işbirliği çalışmasıdır.

Bunun yanı sıra, bazı çalışmalarda risk türleri benzer bir yaklaşımla fakat farklı terimler kullanılarak üç kategoride sınıflandırılmıştır [24], [25]. Bu üç kategori; organizasyonel risk veya içsel risk, ağ kaynaklı/tedarik zinciri bünyesindeki riskler ve çevresel riskler veya dış çevre riskleri olarak sınıflandırılabilir.

The World Economic Forum (WEF) [41] tarafından küresel riskler üzerine yapılan çalışmada risk türleri dört kategoride sınıflandırılmış ve görülme yüzdeleri ortaya konmuştur. Forum tedarik zinciri risklerini çevresel riskler ((doğal afetler (%59), kötü hava şartları (%30), salgın hastalıklar (%11)), jeopolitik riskler ((çatışma ve politik istikrarsızlık (%46), ithalat/ihracat sınırlamaları (%33), terörizm (%32), yolsuzluk (%17), kaçak ticaret ve organize suç (%15), deniz haydutluğu (%9), nükleer/kimyasal/biyolojik silahlar (%6)), ekonomik riskler ((ani talep şokları (%44), ürün fiyat dalgalanmaları (%30), gümrük aksamaları (%26), kur dalgalanmaları (%26), küresel enerji darboğazı (%19), mülkiyet/yatırım kısıtlamaları (%17), işgücü yetersizliği (%17)), teknolojik riskler ((bilgi ve haberleşme aksamaları (%30), taşımacılık altyapısı yetersizlikleri (%6)) olarak dört kategoride ele almıştır.

Kar [42] risk türlerini çevresel riskler, endüstriyel riskler, organizasyonel riskler, alana özgü riskler ve karar verici ile ilgili riskler olarak beş kategori de, Maclean-Bristol [43] ise

sosyal riskler, yasal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, teknik riskler ve çevresel riskler olarak altı kategoride sınıflandırmıştır.

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak sadece iki makale, şirketler üzerindeki olumsuz etki derecesine göre tedarik zinciri risk türlerini sınıflandırmıştır [10], [44]. Ravindran ve diğ. [44] tarafından makro risklerin aksatıcı risklere [10] ve riske maruz değere (VaR) [44] benzer olduğunu, bunun yanında mikro risklerin operasyonel risklere [10] ve hedefi ıskalamaya (MtT) [44] benzer olduğu vurgulanmıştır.

Literatürde yapılan en kapsamlı sınıflandırma Ho ve diğ. [18] tarafından yapılmıştır. Yazarlar, daha önce yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda tedarik zinciri risklerinin makro ve mikro riskler (Sodhi ve diğ. [16]'ne göre katastrofik ve fonksiyonel; Tang [10]'a göre aksatıcı ve fonksiyonel) olarak iki temel kategoriye ayrılabilirliği tespit etmiştir.

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

Mikro riskler ise doğrudan tüm tedarik zincirindeki paydaşların ilişkileri ve/veya firmaların içsel aktivitelerinden kaynaklanan görece olarak yinelenen olayları ifade eder. Genel olarak, makro riskler mikro risklere kıyasla firma üzerinde daha fazla olumsuz etkiye neden olurlar. Mikro riskler talep riskleri, üretim riskleri, tedarik riskleri ve altyapısal riskler olmak üzere dört alt kategoride ele alınabilirler. Talep ve tedarik riskleri bir firmanın sırasıyla, gelen ve giden tedarik zinciri ağındaki paydaşlarından kaynaklanan olumsuz durumları ifade eder. Üretim riskleri ise firmaların ürün ve hizmet üretimi, kaliteli ve zamanında üretim ve kârlılık gibi içsel yeteneklerini etkileyen olumsuz olay ve durumları ifade eder [18].

Bir tedarik zincirinin fonksiyonlarını sağlıklı olarak yerine getirebilmesi için bilgi teknolojileri, taşıma ve finansal

sistemler de kritik öneme sahiptir. Bu sistemlerde yaşanan herhangi bir aksama bir tedarik zincirinde ciddi problemlerin meydana gelmesine yol açabilir. Bu nedenle Ho ve diğ. [18] çalışmalarına yukarıda sıralanan üç sistemi altyapısal risklerin altında sınıflandırmaya tabi tutmuştur.

Ambulkar ve diğ. [45] ise bir anketle tedarik zinciri risk kaynaklarını belirlemeye çalıştığı çalışmalarında; 199 kesinti olayından 62'sinin tedarik kesintilerinden, 42'sinin lojistik/teslimat kesintilerinden, 44'ünün firma içi/üretim kesintilerinden ve 51'inin de doğal afetler, hukuksal ve politik sorunlar gibi çevresel faktörlerden kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Tüm bu sınıflandırmalar görsel olarak daha açık bir şekilde ifade edilebilmesi amacıyla Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3: Literatürde belirlenen tedarik zinciri risk türleri.

Yayımlar	Tedarik Zinciri Risk Türleri
Merna ve Smith [46]	Stratejik riskler, doğal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, fiziksel riskler, tedarik riski, piyasa riski, taşıma riski, ürün riski, operasyonel risk, finansal riskler, bilgi riski, organizasyonel riskler, yönetsel riskler, planlama riskleri, beşeri riskler, teknik riskler, kriminal riskler, güvenlik riskleri, çevresel riskler, mahalli müsaade riski
Michalski [47]	Altyapısal riskler, iş kontrol riskleri, iş değeri riski, ilişkisel riskler
Harland ve diğ. [48]	Stratejik riskler, operasyon riskleri, tedarik riskleri, müşteri riskleri, firma varlıklarının beklenmedik değer kaybı, rekabet riskleri, itibar riskleri, finansal riskler, mali riskler, yasal düzenleme riskleri, yasal riskler
Jüttner ve diğ. [24]	Çevresel riskler, ağ kaynaklı riskler, organizasyonel riskler
Cavinato [49]	Fiziksel riskler, finansal riskler, bilgi riskleri, ilişkisel riskler, inovasyon riskleri
Finch [50]	Uygulama düzeyi: Doğal afetler, kazalar, kasıtlı eylemler, veri/bilgi güvenliği riskleri, yönetsel riskler Operasyonel düzey: yasal ve stratejik değişiklikler Organizasyonlar arası düzey: organizasyona dışsal riskler
Chopra ve Sodhi [51]	Aksamalar, gecikmeler, sistem riskleri, tahmin riskleri, entelektüel sermaye riski, tedarik riski, alacak riskleri, stok riskleri, kapasite riskleri
Raj Sinha ve diğ. [52]	Standartlar, tedarikçi riskleri, teknoloji riskleri, uygulama riskleri
Christopher ve Peck [25]	Firmaya içsel riskler; süreç ve kontrol riskleri Firmaya dışsal tedarik zincirine içsel riskler: talep ve tedarik riskleri, Tedarik zinciri ağına dışsal riskler: çevresel riskler,
Minahan [53]	Tedarik riski, piyasa riski, tedarikçi riski, düzenleyici riskler, tedarik stratejisi riski
Tang [10]	Operasyonel riskler: belirsiz müşteri talebi, belirsiz tedarik, belirsiz maliyet Aksama riskleri: deprem, sel, fırtına, terörist saldırıları, ekonomik kriz, kur dalgalanmaları, grevler
Wu ve diğ. [38]	İçsel riskler: içsel kontrol edilebilir riskler, içsel kısmen kontrol edilebilir riskler, içsel kontrol edilemeyen riskler, Dışsal riskler: dışsal kontrol edilebilir riskler, dışsal kısmen kontrol edilebilir riskler, dışsal kontrol edilemeyen riskler,
Bogataj ve Bogataj [30]	Tedarik riskleri, süreç riskleri (üretim ve/veya dağıtım), talep riskleri, kontrol riskleri, çevresel riskler
Blackhurst ve diğ. [54]	Aksamalar/afetler, lojistik riskler, tedarikçi bağımlılığı riski, kalite riski, bilgi sistemleri riski, tahmin riski, yasal riskler, entelektüel sermaye riski, tedarik riski, alacak riskleri, stok riskleri, kapasite riskleri, yönetsel riskler, güvenlik riskleri
Maclean-Bristol [43]	Sosyal riskler, yasal riskler, politik riskler, ekonomik riskler, teknik riskler, çevresel riskler
Manuj ve Mentzer [37]	Tedarik riskleri, operasyonel riskler, talep riskleri, güvenlik riskleri, makro riskler, politik riskler, rekabetçi riskler, kaynak riskleri
Tang ve Tomlin [55]	Tedarik riskleri, süreç riskleri, talep riskleri, entelektüel sermaye riski, davranışsal riskler, politik/sosyal riskler

Tablo 3'ün devamı.

Yayınlar	Tedarik Zinciri Risk Türleri
Wagner ve Bode[56]	Talep yanlı riskler, tedarik yanlı riskler, yasal düzenleme ve bürokratik riskler, altyapısal riskler, katastrofik riskler
Vanany ve diğ. [11]	Operasyonel kazalar: yangın, araç kazaları, makina bozulmaları, grevler Operasyonel katastrofik olaylar: Doğal afetler, sosyo-politik istikrarsızlık, ekonomik kesintiler, terör saldırıları Stratejik belirsizlikler: Talep değişkenliği, tedarikçi iflası, artan rekabet, piyasa sınırlandırmaları, teknoloji değişiklikleri
Trkman ve Mc Cormack [39]	İçsel riskler: piyasa ve teknoloji dalgalanmaları Dışsal riskler: kesikli olaylar (terörist saldırıları, salgın hastalıklar, grevler) ve sürekli olaylar (enflasyon oranı, tüfe değişim oranları)
Kumar ve diğ. [40]	İçsel operasyonel riskler: talep riskleri, üretim ve dağıtım riskleri, tedarik riskleri Dışsal operasyonel riskler: etkileşim riskleri terörist saldırılar, doğal afetler, döviz kuru dalgalanmaları
Rao ve Goldsby [12]; Kar [42]	Çevresel riskler, endüstriyel riskler, organizasyonel riskler, alana özgü riskler, karar verici ile ilgili riskler
Olson ve Wu [57]	Dışsal riskler: doğa kaynaklı riskler, politik sistem riskleri, rakip ve piyasa riskleri İçsel riskler: kullanılabilir kapasite, içsel operasyonlar, bilgi sistem riskleri,
Ravindran ve diğ. [44]	Riske maruz değer (VaR): Grev, terörist saldırılar, doğal afetler Hedefi ıskalama (MtT): geç dağıtım, eksik kalite gereksinimleri
Lin ve Zhou [58]	İçsel riskler: AR-GE riskleri, Planlama riskleri, üretim riskleri, bilgi riskleri, organizasyon yapısı riskleri Dış çevre riskleri/Tedarik zinciri riskleri: politik riskler, tedarik riskleri, teslimat riskleri
Waters [59]	Fiziksel riskler, finansal riskler, bilgi riskleri, organizasyonel riskler
Singhal ve diğ. [13]	Kaynak yönlü riskler: Tedarikçi sayısı ve konumu ile ilgili riskler, tedarik yanlı koordinasyon ve ilişki riskleri, tedarikçilerin güvenilirliği ve cevap verebilirliği Akış yönlü riskler: Talep çeşitliliği ve piyasa belirsizlikleri, talep aksamaları altında koordinasyon
Tang ve Musa [14]	Malzeme akış riskleri (tedarik, üretim, teslimat), finansal akış riskleri, bilgi akış riskleri
Manuj ve Dittman [60]	Geleneksel risk kaynakları: politik riskler, gümrüksel riskler, mali riskler Yeni risk kaynakları: maliyet riski, kalite riski, temin zamanı riski, güvenlik riski
Tummala ve Schoenherr [61]	Talep riskleri, gecikme riskleri, aksama riski, stok riskleri, üretim (süreç) riskleri, iflas riski, üretim tesisi (kapasite) riskleri, tedarik (satınalma) riskleri, sistem riskleri, siyasi riskler, taşıma riskleri
WEF [41]	Çevresel riskler, jeopolitik riskler, ekonomik riskler, teknolojik riskler, toplumsal riskler
Samvedi ve diğ. [62]	Tedarik riskleri, talep riskleri, süreç riskleri, çevresel riskler
Ho ve diğ. [18]	Makro riskler: doğal afetler ve insan kaynaklı riskler Mikro riskler: talep riskleri, üretim riskleri, tedarik riskleri ve altyapısal (bilgi teknolojileri, taşıma ve finansal sistemler) riskler

### 3.4 Tedarik zinciri risk faktörleri

Risk faktörleri Ho ve diğ. [18] tarafından belli bir risk türüne yönlendiren çeşitli olaylar ve durumlar olarak tanımlanmıştır. Literatürde sınırlı sayıda çalışmada risk faktörlerinin ele alındığı ve tanımlandığı çalışmaya rastlanmıştır.

Bazı yazarlar herhangi bir sınıflandırma yapmadan sadece olası risk faktörlerinin listesini sunmuşlardır [63],[64].

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

mühendislik problemleri (21) ve kalite ve test problemleri (30)'nin sebep olduğu ortaya koyulmuştur.

MIT/Pricewaterhouse Coopers şirketi ise 209 firmaya uyguladıkları Tedarik Zinciri ve Risk Yönetimi anketi sonuçlarına göre, tedarik zinciri risk faktörlerini; hammadde fiyatlarındaki dalgalanmalar (%53), döviz kurundaki dalgalanmalar (%47), pazardaki değişimler (%41), enerji/yakıt fiyatlarındaki değişimler (%38), çevresel felaketler (%34), hammadde yokluğu (%28), artan işçi ücretleri (%26), jeopolitik sorunlar (%22), tedarikçi veya ortakların iflası (%22), teknolojideki değişimler (%20), bilişim altyapısı çökmeleri (%12), sahte ürün (%11), diğer riskler (%6), telekomünikasyon kesintileri (%5) ve siber saldırılar (%2) olarak belirlemiştir [66].

Bazı yazarlar birden fazla risk türü için risk faktörlerini tanımlamıştır [37],[51],[67].

Bazı çalışmalarda ise sadece belirli risk türlerinin risk faktörleri araştırılmıştır. Örneğin, Zsidisin ve Ellram [68] beş tedarik risk faktörünü dikkate almıştır. Kull ve Talluri [69]'de tedarik riski üzerine odaklanarak benzer faktörleri göz önüne almıştır.

Ho ve diğ. [18], bu risk faktörlerinin çoğunun, makro, talep, üretim, tedarik ve altyapısal (bilgi, taşıma ve finansal) risk faktörlerini içeren beş bölüme ayrılabilceğini belirtmiştir.

Bir tedarik zincirinin karşılaşılabileceği çeşitli risk tür ve faktörlerinin önem seviyelerine göre genel kabul görmüş bir sıralama bulunmamaktadır. Bunu yanında farklı yazar ve kuruluşlar tarafından farklı tedarik zincirleri üzerinde risk faktörlerinin önemi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Örneğin S. Radoff Derneğinin gerçekleştirdiği anket çalışmasının sonuçlarına göre bir tedarik zincirini etkileyen önde gelen riskler şunlardır; hammadde tedarikinde yaşanan aksamalar (%50), ithalat işlemlerinde yaşanan bürokrasi ve gümrük gecikmeleri (%36), uzun tedarik ağları ve temin süreleri (%36), jeopolitik istikrarsızlıklar (%35), işgücü yetersizliği (%35) ve terörist saldırıları (%30) [4].

Benzer bir çalışmada AMR Araştırma Şirketi tarafından yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ise bir tedarik zincirini etkileyen riskler; tedarikçi yetersizliği (%28), stratejik riskler (%17), doğal afetler (%15), jeopolitik istikrarsızlıklar (%11), yasal düzenlemeler (%11), lojistik yetersizlikler (%10) ve mülkiyet haklarının ihlali (%7) olarak belirlenmiştir [4].

Ho ve diğ. [18] yaptıkları kapsamlı tarama çalışmasında risk faktörleri üzerine yapılan çalışmalarda aşağıda sıralanan hususları tespit etmiştir. Bunlar;

- (i) Başlangıçta, tanımlanan risk faktörlerinin bazılarının belirsiz olduğunu ve onları, örneğin; tedarikçiyi etkileyen riskler, müşteriye etkileyen riskler; talep riski, lojistik risk, tedarikçi riski, taşıma riski gibi risk faktörlerinden ziyade risk türleri olarak dikkate alınmanın daha uygun olacağını belirtmiştir,
- (ii) Talep, üretim ve tedarik risklerinin üzerinde en çok çalışma yapılan konular olduğu tespit edilmiştir,
- (iii) Talep, üretim ve tedarik risklerine neden olabilecek birçok faktör grubunun bulunduğu bunun yanında makro, bilgi, taşıma ve finansal riskler için görece olarak önerilen çok az risk faktörü bulunduğu tespit edilmiştir,
- (iv) Tedarik zinciri riskinin tanımına göre farklı tedarik zinciri risk türlerinin farklı seviyelerde olumsuz etkilere yol açabileceğini, hatta operasyonel, taktik ya da stratejik seviyede aksaklıklara yol açabileceğini, benzer şekilde aynı risk türü içindeki farklı risk faktörlerinin de farklı seviyelerde olumsuz etkilere yol açabileceğini belirtmiştir.

Bu çalışmada tedarik yönlü TZRY ele alındığından literatürde tedarik sürecini etkileyebilecek riskler makro riskler, tedarik riskleri (tedarikle yönelik finansal riskler dâhil), taşıma riskleri ve bilgi riskleri olarak sınıflandırılmış ve bu risk türlerine yönelik çalışmalarda tanımlanan/önerilen risk faktörleri bir araya getirilerek Tablo 4 oluşturulmuştur.

Tablo 4: Literatürde tanımlanan tedarik zinciri risk faktörleri.

Risk Faktörleri	Yayınlar
<b>1. Makro risk faktörleri</b>	
Doğal afetler	[4],[19],[41],[51],[61],[62], [64],[70]-[73]
Kargaşa ve politik istikrarsızlık	[2],[19],[41],[63]
Ekonominin kötüye gitmesi	[38],[43],[62],[74]
Dış hukuksal sorunlar	[38],[43]
Savaş, çatışma ve terörizm	[4],[19],[51],[61],[62],[64]
Siyasi riskler	[2],[19],[38],[43],[62]
Bölgesel istikrarsızlık	[4],[19],[61]
Hükümet düzenlemeleri	[4],[19],[61],[64]
Kötü hava koşulları	[2],[19],[18],[41]
Salgın hastalıklar	[2],[19],[41]
İthalat/ihracat sınırlamaları	[2],[19],[18],[41]
Yolsuzluk	[2],[19],[41]
Korsan ticaret (Sahte ürünler) ve organize suç	[19],[41]
Enerji darboğazı	[2],[19],[41]
Sosyal ve kültürel sorunlar	[2],[19],[62]
Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	[4],[19]
Yangın	[2],[19],[38]
Kirlilik	[2],[19]
Baskı grupları	[2],[19]
Sağlık ve güvenlik hususları	[2],[19]
<b>2. Tedarik Riskleri</b>	
Sipariş miktarı değişimlerinin karşılanamaması	[18],[51],[68],[75],[76],[77]
Rekabetçi fiyatlandırma sağlanamaması	[18],[19],[61],[68],[69],[77]
Teknolojik olarak rakiplerin gerisinde kalma	[4],[19],[18],[62],[66], [68],[77]
Kalite gereksinimlerinin karşılanamaması	[4],[19],[33],[51],[61]-[64],[68],[69],[77],[78]
Tedarikçi iflası	[18],[19],[44],[51],[66],[69], [79]
Tek kaynak kullanımı	[51],[61],[80]-[83]
Tedarikçilerin bağımlılığı	[18],[19],[51],[61],[80]



Tablo 4'ün devamı.

Risk Faktörleri	Yayınlar
<b>2. Tedarik faktörleri</b>	
Cevap verebilirlik yeteneğinde yetersizlik	[18],[19],[33],[38],[51],[55],[61],[69],[84],[85]
Tedarik kaynağının düşük kapasite kullanım oranı	[2],[19],[51],[61]
Küresel dış kaynak kullanımı	[2],[19],[51],[61],[62],[64]
Ara tedarikçi sayısının az olması	[2],[19],[61],[67]
Tedarikçilerle entegrasyon sağlanamaması	[35],[61],[67],[69],[86],[87],[88]
Tedarikçi görünürlüğü eksikliği	[61],[62],[67],[78]
Tedarikçi yönetiminde başarısızlık	[38],[64],[89]
Tedarikçi fırsatçılığı	[33]
Tekelcilik	[77]
Yanlış ortak seçimi	[2],[19],[61],[64],[90]
Montaj hattı geçiş süresi değişkenliği	[33],[61]
Sözleşmeye dayalı tedarik eksikliği	[38],[61],[77]
Düşük teknik güvenilirlik	[61],[77]
Sipariş karşılama hataları	[19],[38],[61],[69]
Maliyetlerde ani artış	[38],[61],[62]
Teslimat planı aksamaları	[19],[68],[69]
Tedarik kaynağında işçi-işveren anlaşmazlığı	[2],[19],[38],[51],[61]
Sipariş işleme sürecinde yaşanan aksaklıklar	[18]
Geç teslimat	[2],[19],[38]
Tedarikçi stok yetersizliği	[2],[19],[91],[92]
Sözleşme üzerinde anlaşmazlıklar	[51]
<b>3. Taşıma Riskleri</b>	
Sınır geçişlerinde veya ulaştırma modu değişimlerinde aşırı elleçleme	[51],[61]
Giden lojistik etkinlik eksikliği	[67]
Eğitim eksikliği	[77]
Taşıma hizmet sağlayıcılarının segmentasyonu	[67],[93]
Ulaştırma modu alternatiflerinin olmaması	[61],[67]
Uzun çalışma süreleri	[77]
Zamanında/Bütçeye uygun teslimat başarısızlığı	[38],[61],[64],[93]
Taşıma esnasında ürünün zarar görmesi	[67]
Kazalar	[38],[41]
Deniz haydutları saldırıları	[38],[41]
Hırsızlık	[38],[41]
İş stresi	[77]
Bakımın ihmal edilmesi	[77]
Ulaşım altyapı kesintileri	[4],[41],[61]
Tedarik zinciri karmaşıklığı	[80]
Liman kapasitesi ve tıkanıklık	[61],[94],[95]
Gümrük gecikmeleri	[4],[41],[61]
Fazla evrak işleri ve çizelgeleme yükü	[61]
Yüksek taşıma maliyetleri	[41],[61],[77]
Ürün kaybolması	[41]
İşçi-işveren sorunları	[41],[61],[62],[77]
Taşımacılık altyapı yetersizliği	[93],[95]
Eski/güvenilmez teknoloji kullanımı	[77]
Güvenlik riski	[18],[95]
Sınırlı kapasite	[18],[93],[96]
Teçhizat arızaları	[96]
Küresel tedarik ağı	[80]
Liman/karayolu sıkışıklıkları	[61],[95],[96]
<b>4. Bilgi riskleri</b>	
Etkin sistem bütünlüşmesi veya kapsamlı sistem ağ oluşturma eksikliği	[51],[61]
E-ticaret	[51]
Bilgi ve haberleşme kesintileri	[41],[51],[61],[63],[66]
Lojistik ve piyasa arasında bilgi şeffaflığı eksikliği	[67]
İnternet güvenliği	[2],[19],[38]
Bilgi teknolojileri uyum eksikliği	[38],[51],[61]
Veri kaybı	[51],[61]
Bilgi hataları	[61]
Bilgi güvenliğinin ihlali	[2],[18],[19],[41]
Sistem arızaları	[51],[66]
Hatalı işlemler	[2],[18]

#### 4 Tedarik zinciri risk yönetimi süreç ve yöntemleri

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

Jüttner ve diğ. [24] tarafından önerilen TZRY süreci kuramsal çerçevesi dört adımdan oluşmaktadır;

- (i) Tedarik zinciri risk kaynaklarının değerlendirilmesi,
- (ii) En ilgili risk sonuçlarını tanımlayarak tedarik zinciri risk konseptinin belirlenmesi,
- (iii) Tedarik zinciri stratejisindeki risk etkenlerin takibi,
- (iv) Tedarik zincirindeki risklerin hafifletilmesi.

Harland ve diğ. [48]'de benzer adımları takip eden altı aşamalı bir süreç önermiştir;

- (i) Tedarik zinciri haritalaması,
- (ii) Risklerin tanımlanması ve konumlandırılması,
- (iii) Risk değerlendirmesi,
- (iv) Risk yönetimi,
- (v) İşbirlikçi tedarik zinciri risk stratejilerinin oluşturulması,
- (vi) Tedarik zinciri risk stratejilerinin uygulanması.

Benzer şekilde Hallikas ve diğ. [97] tarafından önerilen tipik bir TZRY sürecinde dört adımdan oluşmaktadır;

- (i) Risk tanımlama,
- (ii) Risk değerlendirme,
- (iii) Risk yönetim eylemleri için karar ve uygulama,
- (iv) Risk takip ve gözetimi.

TZRY sürecini sistematik bir yaklaşımla ele alan Ngai ve Wat [98] bulanık bir karar destek sistemi önermiştir. Yazarlara göre öncelikle zincirdeki risk faktörlerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlama için faaliyet gösterilen sektör izlenerek risk olasılığı yüksek problem sahaları belirlenir. Daha sonra bu faktörlere ait değişkenler belirlenerek, değerlerinin belirlenmesi için mevcut veri tabanı kullanılır. Elde edilen değişken değerleri matematiksel veya sezgisel modellerle değerlendirilerek risk değerleri hesaplanır. Risk değerleri elde edildikten sonra sıra bulunan bu değerlerin yorumlanmasına gelir, eğer önceden belirlenen eşik değer altında bir değer elde edilmişse tedarik zinciri ve çevresel faktörlerin izlenmesine devam edilir. Eşik değer üzerinde sorun olacağı değerlendiriliyorsa önleyici çalışmalar ve tedbirler üretilir. Sistem sürekli gözlenerek düzgün işleyip işlemediği gözden geçirilir.

Ritchie ve Brindley [99] ise TZRY süreci için Şekil 4'te sunulan beş adımlı yaklaşımı önermiştir. Yazarlara göre risk tetikleyicileri tedarik zincirinin işleyişi, yapısı, paydaşların özellikleri ile faaliyet gösterilen sektör ve dış çevreden oluşmaktadır. Bu tetikleyicileri kontrol altına tutabilmek için ödül sistemi kullanılmalı, tüm paydaşlara yeni hedefler sunulmalı ve tedarik zinciri planlamaları yapılmalıdır.



Şekil 4: Ritchie ve Brindley tarafından önerilen TZRY süreci.

Ellegaard [100] tarafından önerilen TZRY süreci Şekil 5'te gösterildiği şekilde dört adımdan oluşmaktadır. Yazara göre öncelikle karşılaşılan riskin meydana gelme nedenleri ortaya koyulmalıdır. Daha sonra nedenleri doğuran şartlar tahminleme ve analizlerle belirlenmelidir. Risk olaylarının meydana gelmesi durumunda yaşanacak satış ve itibar kaybı gibi kayıplar ve bunların etkileri hesaplanmalıdır. Son olarak da bu kayıpları engelleyecek uygun stratejiler geliştirilmelidir.



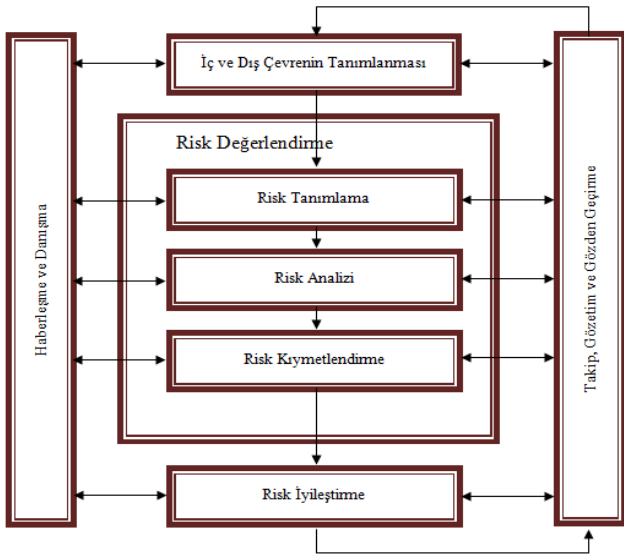
Şekil 5: Ellegaard tarafından önerilen TZRY süreci

Manuj ve Mentzer [33]'in tanımladıkları TZRY süreci ise Şekil 6'da sunulduğu gibidir.



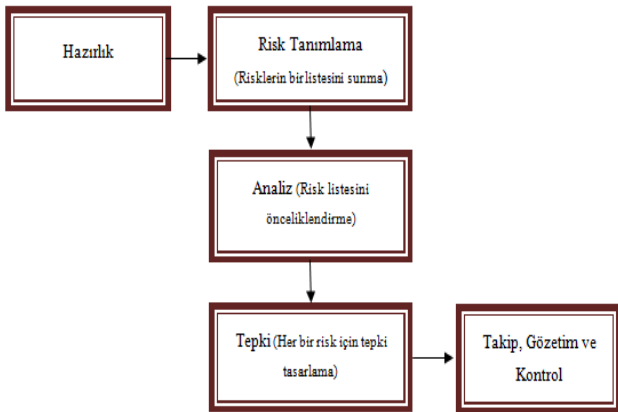
Şekil 6: Manuj ve Mentzer tarafından önerilen TZRY süreci.

Tedarik Zinciri Risk Liderlik Konseyi (SCRLC) [101] tarafından önerilen TZRY süreci ise Şekil 7'deki gibi şematize edilmiştir.



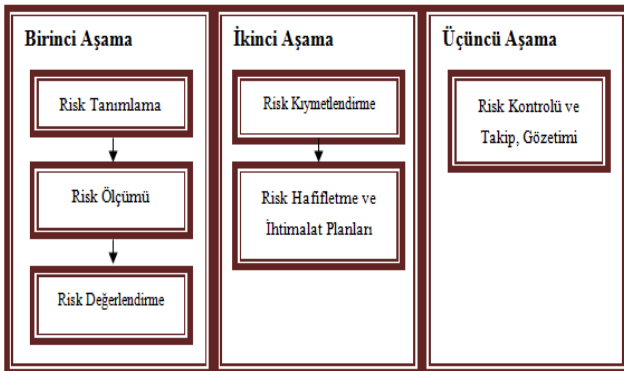
Şekil 7: SCRLC tarafından önerilen TZRY süreci.

Waters [59]'ın önerdiği TZRY süreci Şekil 8'de tanımlandığı gibi beş aşamalıdır.



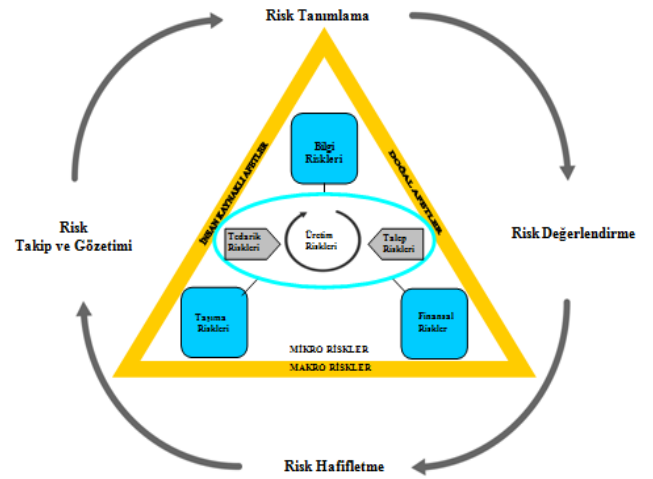
Şekil 8: Waters tarafından önerilen TZRY süreci.

Tummala ve Schoenherr [61]'in önerdiği üç aşamalı TZRY süreci Şekil 9'daki gibi şematize edilebilir.



Şekil 9: Tummala ve Schoenherr tarafından önerilen TZRY süreci.

Ho ve diğ. [18]'nin önerdiği dört aşamalı TZRY süreci Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10: Ho ve diğ. tarafından önerilen TZRY süreci.

Literatürde önerilen tüm bu TZRY süreci yaklaşımlarının firmalarca kullanılan bilgi sistemleriyle bütünleştirilmesi risk parametre ve değişkenlerinin sürekli takibi ve oluşturulacak bütünleşik sistemin bir karar destek sistemi gibi değerlendirilmesi için önemlidir. Literatürde TZRY süreci için kurumsal kaynak planlaması (ERP), müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) gibi modüllerden veri alınması ve toplanan verilerin iş zekâsı yazılımlarıyla çok boyutlu veri sorgulamaları yapılabildiği; bu sayede veri tabanından risk kontrol kriterlerinin değerlerinin sorgulanarak risk yönetimi kararlarının alınabilmesini mümkün kılan çalışmalar da mevcuttur [102].

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

- (i) Risk Tanımlama,
- (ii) Risk Değerlendirme,
- (iii) Risk Hafifletme ve
- (iv) Risk Takip ve Gözetimi şeklinde ele alınmıştır.

#### 4.1 Risk tanımlama

Risk tanımlama TZRY sürecinin ilk ve en hayati adımudur. Risk tanımlama, risk türlerinin, faktörlerinin ya da her ikisinin tanımlanmasını içerir. TZRY süreci boyunca icra edilecek tüm faaliyetler bu aşamada tanımlanacak risklerin üzerine inşa edilecektir. Firmaların farkında oldukları risklere uygun tedbir alacakları düşünüldüğünde, bir firma için en tehlikeli riskler farkında olunmayan riskler olacaktır [4]. Bu nedenle risk tanımlama sürecinde son derece dikkatli olunmalıdır.

Zsidsin [22], Sodhi ve diğ. [16] ve Diehl ve Spinler [103], literatürde tedarik zinciri riskleri ve TZRY kavramlarının tanımlarında fikir birliği sağlanamadığını belirtmiştir. Yazarlar ayrıca, genel geçer bir tanımlamanın, araştırmacılara bütün tedarik zinciri risklerinin etki ve olasılığını ölçme ve belirlemede, bunun yanında TZRY yöntemlerinin etkililiğini değerlendirmede yardımcı olacağını ve bu nedenle anlaşılır tanımların sağlanmasının zorunlu olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Ho ve diğ. [18], ortak bir anlayış ve anlaşılır tanım

bulunmaması nedeniyle, araştırmacıların uygulamacılarla iletişim kurmada ve deneysel çalışmalar yapabilmek için endüstriye ulaşmada zorluk yaşadığını vurgulamıştır.

Kern ve diğ. [104] ise yaptıkları çalışmada TZRY sürecinde risk tanımlama faaliyetinin, risk değerlendirme üzerinde pozitif etkisini ortaya koymuştur.

Waters [59]'a göre risk, beklenmeyen bir olayın organizasyona zarar verme ihtimalidir. ISO Risk Yönetim Rehberi [105] her tür ve boyuttaki organizasyonların, hedeflerini başarıp başaramayacakları belirsizliğine sebep olan faktör ve etkilere karşı karşıya olduğunu belirterek, organizasyon hedeflerinin üzerindeki bu belirsizliğin etkisini risk olarak açıklamıştır. Harland ve diğ. [48] ise tehlike, zarar, kayıp, yaralanma veya diğer istenmeyen sonuçları elde etme şansı olarak tanımlamıştır.

Jüttner ve Ziegenbein [106], risk tanımlama safhasının;

- (i) Analiz edilecek tedarik zincirinin seçilmesi,
- (ii) Tedarik zinciri haritasının çıkarılması ve
- (iii) İlgili tedarik zinciri risklerinin tanımlanması şeklinde birbirini izleyen üç aşamadan oluştuğunu belirtmiştir.

Birinci aşamada seçilecek tedarik zincirinin stratejik önemi ve hassasiyeti ele alınmaktadır. Örneğin, yüksek kâr sağlamasına rağmen geçmişte aksamaların yaşandığı bir tedarik zincirinin öncelikle incelenmesi gerekmektedir. İkinci aşamada tedarik zincirinin tüm detaylarını kapsayacak bir tanımlama için tedarik zincirinin haritasının çıkarılması gerekmektedir. Bu doğrultuda tüm tedarik zinciri paydaşlarını kapsayacak şekilde resmedilmesi ve her bir paydaşla ilgili tedarik edilen ürün/malzeme, maliyet, miktarlar, temin süresi, tedarikçi sayısı, kritik müşteriler gibi en önemli bilgiler bu resme işlenmelidir. Riskleri değerlendirmek ve hafifletmek için bu aşamada her bir riskin kaynağı çok iyi tanımlanmalıdır. Son safhada ise riskleri tanımlamak için literatür taraması, beyin fırtınası, uzman görüşleri, geçmiş olayların incelenmesi gibi kaynaklardan istifade edilebilir. Tanımlanan riskler TZRY sürecinin diğer aşamalarına temel teşkil edeceğinden bu aşamada elde edilen tanımlamaların kayıtları sağlıklı bir şekilde tutulmalıdır.

Risk tanımlama süreci için literatürde, "Hiçbir alan için risk listesi tam değildir. Beklenmeyen riskler, risk yönetiminin esas parçasıdır." uyarısı yapılmıştır. Bu uyarıya bazı yazarlar da katılmakla beraber, risk yöneticilerinin riskleri teşhis etmede geçmişe göre çok daha başarılı olduğunu vurgulamışlardır [107].

Balıkçı [108]'nın aktarımıyla risk tanımlama sürecinin etkinliği şu hususlara bağlıdır;

- (i) Geniş kapsamlı,
- (ii) Gerçekçi,
- (iii) Cesur, (yani en kötü senaryolara cevap verebilen),
- (iv) Her firmaya özel,
- (v) Periyodik olarak gözden geçirilebilen nitelikte olmalıdır.

Risklerin tanımlanması tedbir geliştirmek için öncelikleri ortaya çıkarır. Her firma kendi süreçlerine özgü bazı risklerle karşılaşabilir. Her sektör özelinde bu riskler çok farklı şekilde ortaya çıkabilir, bu nedenle farklı kriterlere duyarlı risk değerlendirmeleri de farklı olacaktır [108].

#### 4.1.1 Risk tanımlama çalışmaları ve kullanılan yöntemler

Tedarik zinciri risklerini tanımlamak için Waters [59] tarafından daha çok nitel yöntemler tavsiye edilmiştir. Bunlar; geçmiş verilerin analizi, beyin fırtınası yöntemi, neden-sonuç analizi, süreç haritalaması, hata ağacı yaklaşımı, olasılık-etki matris ve diyagramı, pareto (ABC) analizi, senaryo (duyarlılık) analizi, grup görüşmeleri, delphi yöntemi, görüşme tekniği, tedarik zinciri haritalaması, kritik yol çalışması, tedarikçiye ve müşteriye göre nispi önem analizleridir. Kaba [109]'da yaptığı çalışmada risk tanımlama için nitel yöntemlerin kullanılabilirliğini belirtmiş ve bu yöntemleri; tedarik zinciri eşlemesi (haritalaması), tarihsel problemleri incelemek, endüstri trendlerini incelemek, beyin fırtınası, değerlendirme anketleri, saha ziyaretleri ve bilgi denetimleri yöntemleri şeklinde sıralamıştır.

Risk tanımlama için literatürde yapılan ilk çalışmalarda analitik hiyerarşi süreci (AHP) [110], tedarik zinciri hassasiyet haritası [111] ve kavramsal modeller [39] gibi olası tedarik zinciri risklerini tanımlamak için nicel yöntemler önerilmiştir. Bir diğer araştırmacı grubu risk faktörlerinin tanımlanması için AHP [67], [112]'yi ve tehlike ve işletilebilirlik analizi yöntemini [113] kullanmıştır.

Diğer bazı yazarlar hem risk türlerini hem de risk faktörlerini tanımlamak için değer odaklı süreç mühendisliği metodolojisi [114], bilgi tabanlı sistem yaklaşımına dayanan bir tedarik zinciri risk tanımlama sistemi [115] ve yapısal yorumlayıcı modelleme [116] önermiştir. Ayrıca Wu ve Chang [117] ile Wang ve diğ. [118] kritik risk faktörleri ve engellerin tanımlanması ve birbirleri arasındaki ilişkinin ortaya koyulabilmesi için DEMATEL, Wu ve diğ. [119] ise Bulanık ve Gri DEMATEL ile büyük veri yaklaşımını kullanmıştır.

Literatürde risk tanımlama üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Risk tanımlama çalışmaları ve kullanılan yöntemler.

Yöntemler	Yayımlar
Analitik hiyerarşi süreci	Gaudenzi ve Borghesi [67], Prostean ve diğ.[112]
Analitik hiyerarşi süreci, Anket, Wards' ve K-ortalama kümeleme algoritmaları, Nonparametrik Spearman sıralama korelasyon testi	Tsai ve diğ. [110]
Tedarik zinciri hassasiyet haritası	Blos ve diğ. [111]
Kavramsal modeller	Trkman ve McCormack [39]
Tehlike ve işletilebilirlik analizi	Adhitya ve diğ. [113]
Süreç mühendisliği	Neiger ve diğ. [114]
Bilgi tabanlı sistem yaklaşımı	Kayis ve Karningsih [115]
Yapısal yorumlayıcı modelleme	Luthra ve Haleem [116]
DEMATEL	Wu ve Chang [117]; Wang ve diğ. [118]
Bulanık ve Gri DEMATEL, Büyük veri yaklaşımı	Wu ve diğ. [119]

Tabloda sıralanan çalışmalar her ne kadar risk tanımlama için tabloda sunulan yöntemleri kullandıklarını belirtseler de, literatürden tespit ettikleri riskleri ve uzman görüşlerine göre belirledikleri risklerin önem derecelerini hesaplayarak en önemli riskleri problemlerinde kullanmış veya probleme en

çok etki eden kriterleri belirlemişlerdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar risk tanımlamadan daha çok risk değerlendirmeyi kapsar biçimdedir.

#### 4.2 Risk değerlendirme

Risk değerlendirme, daha önce tanımlanmış risklerle ilgili ne yapılacağına karar verme aşamasıdır. Her bir farklı tedarik zincirinde farklı tür ve sayıda risklerle karşılaşılacağı ve tüm riskler için aynı derecede tedbir alınmayacağından bu risklerin önem dereceleri ve etkileri belirlenerek alınacak tedbirler uygulamaya koyulmalıdır [2].

Risk değerlendirme süreci, hedeflerin belirlendiği, belirlenen hedeflere ulaşmayı engelleyecek risklerin belirlendiği ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirildiği aşamadır. Karşı karşıya kalınabilecek riskleri en ince ayrıntısına kadar incelenerek tanımlanması ve meydana gelmesi durumunda vereceği zararların boyutlarının belirlenmesi risk değerlendirme aşamasının temel amacıdır [107].

ISO Risk Yönetim Rehberi [105]'de risk değerlendirme "risk ve/veya riskin şiddetinin kabul edilebilir veya edilemezliğini belirlemek için risk analiz sonuçlarının risk kriteri ile karşılaştırılması sürecidir" şeklinde tanımlanmıştır. Regester ve Larkin [120] risk değerlendirmesinin (i) yeni bir risk ortaya çıktığı, (ii) mevcut risklerde değişiklik meydana geldiği ve (iii) yeni bir risk algısı oluştuğu zaman önem kazandığını belirtmiştir.

Gaudenzi ve Borghesi [67] tedarik zinciri risklerini değerlendirmek için iki hususa dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunlar; (i) firma içi operasyonlardan kaynaklanan iç riskler ve tedarik zinciri ağı içinde karşılaşılacak riskler olmak üzere riskin etkisi farklı düzeylerde karşımıza çıkabilmektedir, (ii) risk değerlendirme doğal olarak subjektif bir yapı gösterir, farklı karar vericiler/araştırmacılar riskli olayın neden meydana geldiğini açıklamak için kendilerine özgü kavramlar kullanabilirler.

Risk değerlendirme sürecinde daha önce analiz edilmiş riskler önem derecelerine göre sıralanır. Bu aşamada en önemli olduğu değerlendirilen riskten başlanarak bir değerlendirme yapılır ve firmanın belirlediği risk kriteri/seviyesi esas alınarak aşağıda sıralanan stratejiler benimsenebilir [2],[4].

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

**Riskten Kaçınmak:** Mevcut durum ve imkânlar doğrultusunda alternatifler arasında seçim yaparken en düşük riskli seçeneği seçerek fazladan maliyet, gayret ve zaman kaybına yol açmadan faaliyetlere devam edilebilir veya riskten kaçınmak için karar vericilerin belirleyeceği düzeyde maliyet, gayret ve zaman kaybına katlanılabilir.

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

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

**Riskin etkisini hafifletici tedbirleri uygulamak:** Bu kategoride ele alınabilecek tedbirler hem reaktif hem de proaktif nitelik taşıyabilir. Reaktif tedbirler riskli olayın meydana gelmesinden hemen sonra uygulanacak tedbirlerdir. Örneğin sigorta reaktif bir tedbir olarak değerlendirilebilir. Firma sigorta yaptırsa da yaptırmasa da riskli olay yine gerçekleşecek ve aynı derecede zarar oluşacaktır. Yani sigorta riskli olayın etkisini daha meydana gelmeden önce azaltma ile ilgili olmayıp, riskli olay meydana geldikten hemen sonra zararın tazmin edilmesini kapsar. Proaktif tedbirlerde ise riskli olayın etkisini hafifletilmesi, olay meydana gelmeden önce planlanır. Örneğin bir kamyonun takip sistemiyle donatılması hırsızlık riski etkisinin çok daha az olmasına sebep olacaktır.

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

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

#### 4.2.1 Risk değerlendirme çalışmaları ve kullanılan yöntemler

Risk değerlendirme, meydana gelen bir durumun olasılığı ve sonuçların önemi ile ilgilidir [48]. Son yıllarda, özellikle tedarik riski değerlendirmesi için birçok risk değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Bu bölümde, bu çalışmada ele alınan risk türlerine uygun olarak sırasıyla, makro, tedarik, taşıma, bilgi ve genel risklerin değerlendirmesi üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan yöntemler sunulmuştur.

Makro risk değerlendirmesi kapsamında, Ji ve Zhu [70] depremden etkilenen bölgelerin kurtarılabilirlik derecelerini değerlendirmiştir. Yazarlar, tanımlı etki bölgesi kümelerine malzemelerin dağıtımı için acil yardım talebinin zamanla değiştiği doluluk oranının maksimizasyonu ve dağıtım zamanının minimizasyonunun amaçlandığı zaman pencereli ve iki amaçlı bir optimizasyon modeli önermiştir. Lockamy III [71], tedarik zinciri çevresel risk faktörlerinden tedarikçinin afetselliğini incelemek için Bayes ağlarını kullanmıştır. Niknejad ve Petrovic [121] ise küresel üretim ağlarının makro

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

Literatürde tedarik zinciri risk yönetimi konusunda üzerinde en çok çalışılan konulardan biri tedarik riskinin değerlendirilmesidir. Yayınların birçoğu; tedarikin aksaması [84], tedarikçilerin finansal darboğazı [122], tedarikçi iflası [44],[69],[79], tedarikçilerin risk yönetim yeteneği ve deneyimi [89], tedarikçi katılım eksikliği [86], tedarikçi güvenilirliği [90], düşük tedarikçi hizmet seviyesi [123],[124], ikinci kademe tedarikçinin başarısızlığı [125], güvenilir çift kaynaklı tedarik ağı [126], belirsiz kapasite [75],[76], dağınık coğrafi konum [127], düşük kalite, geç dağıtım [128],[129], küresel dış kaynak kullanımı [64] ve çevresel kaygılar [130] gibi çeşitli tedarik risklerini dikkate alırken tedarikçi değerlendirmesi ve seçim problemlerini incelemiştir.

Tedarik risklerinin değerlendirilmesi için matematiksel programlama [128], AHP [69],[127], bayes ağları [122], veri zarflama analizi (VZA) [123], kalite fonksiyon göçerimi (KFG) [89], karar ağacı [79], sıralı ağırlıklı ortalama yaklaşımı ile bulanık tabanlı hata türü ve etkileri analizi [86] ve analitik ağ süreci (ANP) ile geliştirilmiş gri ilişki analizini [130]'te içeren çok sayıda nicel yöntem önerilmiştir.

Tedarik risklerinin değerlendirilmesi üzerine odaklanan yukarıdaki makalelerden farklı olarak, aşağıdaki makaleler tedarik riskleri değerlendirme metodları ve modellerini incelemiştir. Ellegaard [100], 11 küçük işletme sahiplerinin tedarik risk yönetimi uygulamalarını analiz etmek için durum tabanlı bir metodoloji uygulamıştır. Yazar bu incelenen küçük işletme sahiplerinin hemen hemen aynı tedarik risk yönetimi uygulamalarına başvurduğunu raporlamıştır ki bu uygulamaları genel olarak savunmacı olarak nitelendirmiştir. Wu ve Olson [131] şans kısıtlı programlama, VZA ve çok amaçlı programlama olmak üzere üç tür risk değerlendirme modelini karşılaştırmak için benzetimli veri kullanmıştır. Üç modelden de elde edilen sonuçların tedarikçi seçimi probleminde birbirleriyle tutarlı olduğu görülmüştür. Azadeh ve Alem [132], VZA, bulanık VZA ve şans kısıtlı VZA'nın da dahil olduğu olasılıksal, belirsizlik ve kesinlik altında üç tedarikçi seçim model türlerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Üç modelden de elde edilen sonuçların en kötü tedarikçiye göre yine birbirleriyle tutarlı oldukları tespit edilmiştir. Wang ve diğ. [133] gözde endüstrilerdeki çeşitli yeşil uygulama risklerini değerlendirmek için bulanık AHP kullanmıştır.

Taşıma risklerinin değerlendirilmesi üzerine; Berle ve diğ. [94] taşıma sistemlerinin daha maliyet etkin bir şekilde daha gürbüz versiyonlarının oluşturulmasına müsaade eden "darboğazlara neden olan hassasiyetleri"ni tanımlamıştır. Nunes ve diğ. [93] hidrojen tedarik zinciri için bir iki aşamalı stokastik karışık tamsayılı bir programlama modeli geliştirmiştir. Lam ve Bai [95] deniz taşımacılığı tedarik zincirinin dayanıklılığının artırılması için taşımacılık risklerini KFG yöntemiyle değerlendirmiştir. Zhalechian ve diğ. [96] ise taşıma risklerinin değerlendirilmesi için stokastik çok amaçlı bir programlama modeli önermiştir.

Bilgi risklerinin değerlendirilmesi kapsamına; Amoon Durowoju ve diğ. [134] ortak paydaşlar üzerinde üretim uygulamalarında ihtiyaç duyulan önemli bilgi akışındaki aksamaların etkisini araştırmak için kesikli olay simülasyonunu kullanmıştır. Yazarlar, sistemde bir

başarısızlık meydana geldiği ve elde bulundurma maliyeti en çok ön görülemeyen masrafi oluşturduğu zaman, perakendecinin tedarik zincirinde en çok belirsizliği deneyimlediğini ortaya koymuştur.

Spesifik bir risk türünün altında ele alınmayan genel riskler üzerine yapılan çalışmalar kapsamında, ilk olarak, bazı yazarlar genel tedarik zinciri risklerini değerlendirmek için çalışmalar yapmıştır. Brun ve diğ. [135] ileri planlama-programlama ve risk analizleri ile birlikte tedarik zinciri yönetimi uygulama projelerini değerlendirmek için bir tedarik ağı fırsat değerlendirme paketi metodolojisi önermiştir. Bogataj ve Bogataj [30] aktivitelerin net bugünkü değerine dayandırılan risk maliyetlerini ölçmek için parametrik doğrusal programlama modeli kullanmıştır. Wu ve diğ. [136] değişimlerin ya da aksamaların tedarik zincirinde nasıl yayıldıklarını belirlemek için aksama analiz ağı yaklaşımı önermiş ve bu değişimlerin ya da aksamaların tedarik zinciri üzerindeki etkisini hesaplamıştır. Kumar ve diğ. [75] operasyonel risk faktörlerini, onların beklenen değerini, ortaya çıkma olasılığını ve ilgili ek maliyetleri belirlemek için yapay arı kolonisi tekniği, genetik algoritmalar ve parçacık sürü optimizasyonunu kullanmıştır. Khilwani ve diğ. [137] bir tedarik zincirinin modellenmesi ile performans ve risk değerlendirmesi için hibrit petri ağları yaklaşımını önermiştir. Samvedi ve diğ. [62] tedarik zincirindeki risklerin miktarını belirlemek için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS uygulamış ve elde ettiği değerleri kapsamlı bir risk endeksine toplamıştır. Badea ve diğ. [138] işbirlikçi tedarik zinciri risklerini değerlendirmek için AHP'yi kullanmıştır. Aqlan ve Lam [139], karar vericilerin geçmiş tecrübelerine göre anket yöntemiyle elde ettiği risk faktörlerinin olasılık ve etkisini ölçmek için papyon analizi ve toplam risk değerinin elde edilmesi için de bulanık çıkarım sistemi yaklaşımını önermiştir. Mangla ve diğ. [140] yeşil tedarik zincirinde ekonomik ve ekolojik faydanın sağlanabilmesi ve risk değerlendirmesi için bulanık AHP kullanmıştır. Aqlan [141] çabuk risk değerlendirmesi için anket, olasılık-etki matrisi, olasılık teorisi ve bulanık mantık'ın kullanıldığı bir yazılım geliştirmiştir. Hussain ve diğ. [142] ise sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için alternatiflerin değerlendirilmesine yönelik yapısal yorumlayıcı modelleme ve analitik ağ sürecinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir metodoloji önermiştir.

Literatürde risk değerlendirme üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 6'da sunulmuştur.

### 4.3 Risk hafifletme

Yukarıda risk değerlendirme aşamasında firma yetkililerinin riski kabullenebileceği veya riskin etkisini hafifletici stratejiler benimseyebilecekleri belirtilmiştir. Bu kapsamda firma yetkilileri yaptıkları risk değerlendirmesi neticesinde risk hafifletici stratejilerin hayata geçirilmesine karar verebilirler [143]. Risk hafifletmenin ana amacı, riskin olası etkilerini azaltmaktır.

Genelde, gerçek hayat problemlerinde yaşanabilecek risk problemleri dışsal faktörler barındırdığından firmaların bu riskleri kendi yetenekleriyle ve tedbirleriyle ortadan kaldırmaları pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle risk hafifletici stratejiler benimseyerek göğüsleyecekleri risklerin etkilerini en aza indirmeye çalışırlar. Bu nedenle de uygulanacak tedbirler için olası risklerin meydana gelme olasılığı ve etkilerini hafifletmeye çalışırlar.

Tablo 6: Risk değerlendirme çalışmaları ve kullanılan yöntemler.

Risk Türleri	Yöntemler	Yayınlar
Makro Riskler	Bulanık küme teorisi, Çok amaçlı matematiksel programlama	Ji ve Zhu [70]
	Bayes ağları	Lockamy III [71]
	Bulanık dinamik işletilemezlik girdi ve çıktı modeli	Niknejad ve Petrovic [121]
	Max-mix doğrusal programlama	Talluri ve Narasimhan [128]
	Şans kısıtlı veri zarflama analizi, Doğrusal olmayan programlama	Talluri ve diğ. [129]
	Bulanık küme teorisi, Çok amaçlı matematiksel programlama	Kumar ve diğ. [75], Wu ve diğ. [123]
	Analitik hiyerarşi süreci, Bulanık küme teorisi	Chan ve Kumar [127], Wang ve diğ. [133]
	Simülasyon	Kull ve Closs [125]
	Analitik hiyerarşi süreci	Schoenherr ve diğ. [64]
	Şans kısıtlı programlama, Veri zarflama analizi, Çok amaçlı programlama modellerinin karşılaştırılması	Wu ve Olson [131]
Tedarik Riskleri	Analitik hiyerarşi süreci, Hedef programlama	Kull ve Talluri [69]
	Kısıtlı ve kısıtlamasız matematiksel programlama	Iakovou ve diğ. [126]
	Çok amaçlı karışık tamsayılı doğrusal programlama	Ravindran ve diğ. [44]
	Bayes ağları	Lockamy III ve McCormack [122]
	Veri zarflama analizi, Bulanık veri zarflama analizi, Şans kısıtlı veri zarflama analizi, Monte Carlo simülasyonu	Azadeh ve Alem [132]
	Veri zarflama analizi, Riske maruz değer	Wu ve Olson [84]
	Analitik hiyerarşi süreci, Kalite fonksiyon göçerimi	Ho ve diğ. [89]
	Gazete satıcısı modeli	Cheong ve Song [90]
	Bulanık Analitik hiyerarşi süreci	Viswanadham ve Samwedi [76]
	Bulanık TOPSIS	Chen ve Wu [124]
	Analitik hiyerarşi süreci, Geliştirilmiş hata türü ve etkileri analizi	Chen ve Wu [124]
	Karar ağacı, Matematiksel programlama	Ruiz-Torres ve diğ. [79]
	Bulanık küme teorisi, Hata türü ve etkileri analizi	Chaudhuri ve diğ. [86]
	Sıralı ağırlıklı ortalama	Chaudhuri ve diğ. [86]
	Analitik ağ süreci, Geliştirilmiş gri ilişki analizi	Hashemi ve diğ. [130]
Taşıma Riskleri	Simülasyon	Berle ve diğ. [94]
	İki aşamalı stokastik karışık tamsayılı programlama modeli	Nunes ve diğ. [93]
	Kalite fonksiyon göçerimi	Lam ve Bai [95]
	Stokastik çok amaçlı programlama modeli	Zhalechian ve diğ. [96]
Bilgi Riskleri	Simülasyon	Amoon Durowoju ve diğ. [134]
	Tedarik ağı fırsat değerlendirme paketi metodolojisi	Brun ve diğ. [135]
Genel Riskler	Parametrik doğrusal programlama	Bogataj ve Bogataj [30]
	Aksama analizi ağ yaklaşımı	Wu ve diğ. [136]
	Yapay arı kolonisi tekniği, Genetik algoritma, Parçacık sürü optimizasyonu	Kumar ve diğ. [40]
	Hibrit Petri ağları	Khilwani ve diğ. [137]
	Bulanık Analitik hiyerarşi süreci, Bulanık TOPSIS	Samwedi ve diğ. [62]
	Analitik hiyerarşi süreci	Badea ve diğ. [138]
	Bulanık analitik hiyerarşi süreci	Mangla ve diğ. [140]
	Papyon analizi, Bulanık çıkarım sistemi	Aqlan ve Lam [139]
	Anket, Olasılık-etki matrisi, Olasılık teorisi, Bulanık mantık	Aqlan [141]
	Yapısal yorumlayıcı modelleme, Analitik ağ süreci	Hussain ve diğ. [142]

Pek çok farklı tedarik zincirleri benzer veya farklı risklerle karşı karşıya kalabileceğinden, bu risklerin hafifletilmesi için farklı ihtimalat planları ve stratejiler uygulanabilir. Bu plan ve stratejilerin belirlenebilmesi için bir ekip oluşturularak, beyin fırtınası, kıyaslama vb. yöntemler kullanılarak risk hafifletici uygulamalar ortaya konulabilir. Bu aşamada, öncelikle, risklere sebep olan faktörler derinlemesine incelenmelidir ki geliştirilen çözüm tatmin edici olabilsin. Literatürde önerilen yaygın stratejiler emniyet stoku bulundurulması ve alternatif tedarik kaynaklarına sahip olunmasıdır [2].

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

riskleri hafifletemeyeceği gibi yeni risklerin ortaya çıkmasına da neden olabilir [107].

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

Sheffi [144] güvenlik kaygılarını göz önüne alarak, risk hafifletme için benimsenebilecek stratejileri sıralarken mahsuplaşma kararları verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yazar,

- (i) Süreklilik sağlamanın önemine değinirken bunun yanında, süreklilik ve tekrar edilebilirliğin esneklik kaybına yol açabileceğini;
- (ii) Düşük fiyat uygulayan tedarikçilerin kısa vadede maliyet faydası sağlarken uzun vadede sektörde ün yapmış ve tanınan tedarikçiler kadar güvenilir olamayabileceğini;
- (iii) Dağıtım kararları alınırken kontrolü kolay merkezi karar alma yaklaşımının benimsenebileceğini fakat bunun sorunların oluşabileceği yerde çözülmesini esas alan ademi merkezi karar yapısı gibi etkinlik sağlayamayabileceğini;
- (iv) Risklerle başa çıkabilmek için etkin bilgi paylaşımının gizlilik sorunları oluşturarak müşteri kaybına yol açabileceğini;
- (v) İsrafın azaltılması için yalın stratejiler benimsenebilmesine karşın bu stratejilerin firmanın çevikliğini azaltabileceğini vurgulamış ve yukarıda sıralanan karar problemleri için titiz bir analize dayalı mahsuplaşma yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Jüttner ve diğ. [24] ise risk hafifletme stratejilerini kaçınma, kontrol, işbirliği ve esneklik olarak dört başlık altında toplamıştır. Yazarların önerdikleri stratejiler şu şekildedir:

- (i) Kaçınma; belirli ürünler ile belirli coğrafi bölge veya pazarlardan kaçınma, belirli tedarikçiler ve müşterilerle çalışmaktan kaçınma bu sayede bu nedenlerle karşılaşılabilecek risklerden kaçınma,
- (ii) Kontrol; dikey bütünleşme yoluyla riskleri kontrol altına almak, emniyet stoku bulundurmak yoluyla riskleri kontrol altına almak, üretim, depolama ve taşıma yeteneklerine yönelik fazladan kapasite bulundurmak yoluyla riskleri kontrol altına almak, tedarikçilerle sözleşmeler imzalamak yoluyla yasal koruma ile tedarikçi kaynaklı riskleri kontrol altına almak,
- (iii) İşbirliği; tedarik zinciri görünürliğini artırmak yoluyla işbirliğini geliştirmek, olası risklere yönelik bilgi paylaşımını artırmak yoluyla işbirliğini geliştirmek, tedarik zincirinin sürekliliğini sağlamak için ihtimalat planları hazırlamak suretiyle işbirliğini geliştirmek,
- (iv) Esneklik; siparişleri karşılama süresini geniş bırakmak suretiyle esneklik sağlamak, çoklu tedarik ağı oluşturarak esneklik sağlamak, mahalli tedarikçiler ile çalışarak esneklik sağlamak.

Chopra ve Sodhi [51]'de herhangi bir sınıflandırma yapmadan risk hafifletici stratejilerin; yedek kapasite bulundurmak, emniyet stoku bulundurmak, alternatif tedarikçilerle çalışmak, bilgi sistemleri için yedekleme ve geri dönüşüm altyapısı kurmak, kamçı etkisini hafifletmek için ayarlanabilir fiyatlama, görünürlüğü artırma ve planlama yapmak, entelektüel sermaye risklerini hafifletmek için daha fazla firma sahiplik ve kontrolünde ürün bulundurmak, hızlı cevap stratejisi benimsemek, yetenekleri geliştirmek ve müşteri taleplerini birleştirmek şeklinde benimsenebileceğini belirtmiştir.

Handfield ve diğ. [31]'de risk hafifletme stratejilerinin dört başlık altında

- (i) Yedek kapasite,
- (ii) Tedarik zinciri planlaması ve işbirliği,
- (iii) Kesinti Tespitine Yönelik Takip Sistemleri,
- (iv) Tedarik Zinciri Yeniden Tasarımı şeklinde sıralanabileceğini belirtmiştir.

Büyük bir aksaklığın öncesinde, esnasında ve sonrasında firmalara yardımcı olması için, Tang [145] doğal dalgalanmaları verimli bir şekilde yönetmek ve tedarik zincirlerini daha dirençli kılmak için dokuz strateji önermiştir. Bu stratejiler; erteleme, esnek tedarik kaynağı, stratejik stok bulundurma, yap ve satın al politikası, ekonomik tedarik teşvikleri, esnek taşıma modları, gelir yönetimi, dinamik ürün çeşitliliğinin planlanması ve sessiz ürün döngüsü olarak ifade edilebilir.

Jüttner ve Ziegenbein [106], her firmanın kendi özelliklerine ve karşılaşılabileceği risklere göre kendi risk hafifletici stratejisini oluşturması gerektiğini belirtmiştir. Bu kapsamda firmaların alabilecekleri tedbirlerin stratejik, taktik ve operasyonel seviyelerde veyahutta bunların bir karması olarak değerlendirilebileceğini vurgulamıştır. Yapılacak değerlendirmelerde bütünsel bir yaklaşım sergilenmesi gerektiğini ve kıyaslamalarla en iyi stratejinin belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Tuncel ve Alpan [77] TZRY risk hafifletme stratejilerini riski kabul etme, riskin etkisi azaltma, riskten kaçınma ve risk transfer etme/aktarma olarak dört kategoride ele almıştır.

Ghadge ve diğ. [6]'de TZRY risk hafifletme stratejilerini proaktif ve reaktif stratejiler olarak iki kategoride ele almıştır. Proaktif stratejileri:

- (i) Tedarikçi geliştirme/yönetimi,
- (ii) Tedarik zinciri sözleşmeleri,
- (iii) Ürün/süreç yönetimi ve
- (iv) Tedarikçi ilişkileri.

Reaktif stratejileri.

- (i) İhtimalat planları,
- (ii) Afet yönetimi ve
- (iii) Talep yönetimi başlıkları altında toparlamıştır.

Xia ve Chen [146] ise risk bölme, riski transfer etme/aktarma, riskin etkisini zayıflatma, riskten kaçınma ve sigortalama olarak sınıflandırmıştır.

#### 4.3.1 Risk hafifletme çalışmaları ve kullanılan yöntemler

Bu bölümde, sırasıyla, makro, tedarik, taşıma, bilgi ve genel risklerin hafifletilmesi üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan yöntemler sunulmuştur.



Makro risklerin hafifletilmesi kapsamında, Hale ve Moberg [72] emniyetli yer seçimi çalışması için planlama, hafifletme, tespit etme, müdahale ve iyileştirme'den oluşan beş aşamalı bir afet yönetimi metodolojisi kullanmıştır. Önerilen metodoloji için kullanılan küme kaplama modeli riske maruz kalma seviyesi yerine emniyetli yer sayısının minimizasyonunu sağlamaktadır.

Peng ve diğ. [73]'te deprem sonrası TZYR için stok ve lojistik planlamaya yönelik dinamik bir yaklaşım önermiştir. Önerilen metodolojinin çözümü için karar ağacı ve simülasyon kullanılmıştır. Guo ve diğ. [74] ise makroekonomik dalgalanmaların otomotiv sektörü üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek için stokastik bir matematiksel model önermiş ve geliştirdikleri tabu arama sezgiseli ile etkin sonuçlar elde etmiştir.

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

Başlangıçta yapılan deneysel çalışmalar tedarik riskinin; davranış tabanlı yönetim teknikleri ile [68] ve stratejik tedarikçi ilişkileri inşa ederek [87] hafifletilebileceğini ortaya koymuştur.

Tedarik aksamalarının yaşandığı durumlarda çift kaynaklama stratejisinin tek kaynaklamaya üstünlüğü hususunda genel bir mutabakat sağlanmıştır [81]-[83]. Bununla birlikte çoklu kaynaklama stratejilerinin faydaları açıkça ortaya konulamamıştır. Costantino ve Pellegrino [83] belirli bir durum için riskli ortamlarda çoklu kaynaklama stratejilerini benimsemenin olasılıksal yararlarını ortaya koymuştur. Fang ve diğ. [147] üçüncü ya da daha fazla tedarikçilerin tedarik kaynaklarına eklenmesinin daha az yarar sağladığını ortaya koymuştur.

Bazı yazarlar, tedarik riskini minimize etmek için tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisi konusunda, tek periyotlu stokastik doğrusal programlama modeli [148], bulanık çok kriterli karar verme modeli [149], gazete satıcısı modeli [150], parçaları kısımlara ayırmak için çoklu Kanban sistemi olarak adlandırılan yeni bir çekme sistemi [151], kısıtlamalı ve kısıtlamasız matematiksel programlama modelleri [152], stokastik karışık tamsayılı programlama yaklaşımı [153], karışık tamsayılı programlama modeli [154], karışık tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli [155], bulanık stokastik çok amaçlı programlama modeli [156] ve bulanık AHP [157]'yi içeren nicel yöntemler uygulamıştır.

Sawik [153] tarafından yüksek aksama olasılığına sahip ya da yüksek fiyat sunan tedarikçilere toplam talebin düşük bir bölümünün sipariş verildiği ya da bu tedarikçilerin tamamen seçilmediği ortaya koyulmuştur. Bunun yanı sıra Meena ve Sarmah [155] tarafından sipariş tahsisi üzerinde tedarikçinin maliyetinin, tedarikçinin başarısızlığı olasılığından daha fazla etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Biçer ve Hagspiel [158]'de teslim süresinin kısaltılmasıyla beraber miktar esnekliğinin arttığını tespit etmiştir.

Bazı yazarlar tedarik riskinin hafifletilmesi konusunda; tedarikçinin risk ve kalite kontrolü [159], birden çok tedarikçi arasından tedarikçi gelişim yatırımlarının tahsisi [160], optimal aksaklık yönetim stratejisinin değerlendirilmesi ve seçimi [161], stratejik bilgi edinimi ve tedarik risk hafifletmesi için paylaşımı [162], tedarik risk hafifletme için hibrit itme-çekme stratejisinin etkililiğinin incelenmesi [91], optimal stok seviyesi ve politikasının belirlenmesi [163], firmaların sipariş kararları ve kalite yatırımlarında tedarik kesintilerinin

incelenmesi [161] ve tersine lojistik [157] üzerine çalışmışlardır.

Taşıma riskinin hafifletilmesi üzerine literatürde kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Hishamuddin ve diğ. [165] tedarikçiler ve perakendeciler için optimal üretim ve sipariş miktarını belirlemek için bir tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli geliştirmiştir. Çalışmada zararın tazmin edileceği süre taşıma aksamaları kısıtları altında sistemin minimum maliyeti amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar optimal zarar tazmin programının yeniden sipariş maliyeti ve kayıp satış maliyeti parametreleri arasındaki ilişkiye yüksek oranda bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Yazarlar talebin deterministik olduğunu varsaymış ve birer tedarikçi ve perakendecinin bulunduğu iki katmanlı bir tedarik zinciri üzerinde çalışmıştır. Qi ve Lee [166]'de firmaların optimal risk hafifletme stratejilerinin çabuk nakliye kapasitelerine karşın hassas olduğunu ortaya koymuştur. Sawik [167] risk hafifletmesi için tedarikçi seçimi ve üretim-dağıtım çizelgelemesi üzerine yaptığı çalışmasında, maksimum hizmet seviyesi amacı için en çok güvenilir ve pahalı tedarikçilerin tercih edildiğini, minimum maliyet amacı için ise en güvenilir en ucuz tedarikçinin tercih edildiğini ortaya koymuştur. Sawik [168] risk hafifletmesi için tedarikçi seçimi ve üretim-dağıtım çizelgelemesi üzerine yaptığı çalışmasında, tüm taşıma modları için hizmet yönlü tedarik portföyünün maliyet yönlü tedarik portföyünden daha çeşitli olduğunu ve karar vericilerin ne kadar çok maliyet yönlü olursa gecikmelerin o kadar çok arttığını ortaya koymuştur. Zhao ve diğ. [169] ise büyük veri ve çok amaçlı optimizasyon kullanarak tehlikeli madde taşımacılığı, karbon emisyonu ve bunlara bağlı maliyetlerin minimizasyonu için üç farklı model önermiştir.

Bilgi risklerinin hafifletilmesi kapsamında; Du ve diğ. [170] şirketlere rakiplere bilgi sızdırmadan tedarik ve satışa dönük tedarik zinciri paydaşlarıyla veri paylaşabilmeleri amacıyla veritabanları için nitelik yazışma matrisleri oluşturmayı önermiştir. Yazarlar çalışmalarında yeni paydaşların yatay ilişkilerini göz ardı ederken, sadece şirketlerin dikey ilişkilerini dikkate almışlardır. Le ve diğ. [171] veri paylaşımının perakende tedarik zinciri işbirliğindeki firmalar için risk yaratma potansiyelini incelemiş ve paylaşılan veri tabanından duyarlı bilgiyi kaldırmak ve veri bozulmasını minimize etmek için bir birliktelik kuralları algoritması önermiştir. Cantor ve diğ. [172], tedarik zinciri paydaşlarının bir firmanın risk yönetimi uygulamaları üzerindeki baskısını incelemek için yapısal eşitlik modellemesini kullanmıştır. Wolden ve diğ. [173] tedarik zincirlerine ve tedarik zincirlerinin ERP sistemlerine yönelik siber saldırıları risklerinin hafifletilmesi için COBIT 5 bilgi güvenliği platformunun faydalarını araştırmıştır. Literatürde genel risk hafifletme üzerine odaklanan görece olarak fazla sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bazı yazarlar tedarik zinciri risklerini minimize etmenin etkili yollarını araştırmak için deneysel çalışmalar yapmış ve nicel yöntemler geliştirmiştir. Bu çalışmaların sonucunda tedarik zinciri risklerinin; esnekliği artırarak [33], [55], [85], çevikliği artırarak [174], işbirliği içinde rekabet ederek [175], paydaşlar arasında işbirlikçi ilişkiler inşa ederek ve bilgi paylaşımı sağlayarak [36], [82], ortak sosyal sorumluluk faaliyetlerini yerine getirerek [176], performans metriklerini tahmin ederek [177] ve malzeme stokları bulundurarak, artan rekabetten kaçınarak, ekonomik daralma ve prestij kaybının etkilerinden kaçınarak [92] hafifletilebileceği sonucuna varılmıştır. Bazı yazarlar da

tedarik zinciri risklerini hafifletmek için, küresel tedarik zinciri ağlarını sosyal ağlarla birleştiren Süper Ağ Modeli olarak adlandırılan model [178], Tedarik Zinciri Risk Yapısal Modeli ve Tedarik Zinciri Risk Dinamik Modeliyle [179], KFG ve hata türü ve etkileri analizi (FMEA)'yı birleştiren risk evi [180], iki aşamalı stokastik tamsayılı programlama modeli [181], konveks çok amaçlı optimizasyon modeli [182], Stokastik şans kısıtlı programlama modeli [183], SCOR metrik tabanlı Bayes Ağları [177] ve bütünleşik optimizasyon-simülasyon modeli [184] gibi yöntem ve metodolojiler önermiştir. Literatürde risk hafifletme üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 7'de sunulmuştur.

#### 4.1 Risk takip ve gözetimi

TZRY sürecinin dinamik yapısı risk takip ve gözetimi sayesinde sağlanabilir. TZRY sürecinin ilk sürecinde

tanımlanan riskler zaman içinde ortadan kalkabilir, etkileri değişebilir veya yeni riskler dâhil olabilir. Risk takip ve gözetimi sürecinde bu değişiklikler için değerlendirmeler yapılarak yeni kararlar alınır. TZRY sürecinin ikinci safhası olan risk değerlendirme sürecinde, risk faktörlerinin kendisinde, ayrıca etki ve olasılığında değişimler meydana gelebilir.

Bu durumda önceden proaktif olarak tedbir getirilmemiş bir riske yönelik risk hafifletici stratejiler uygulama kararı verilebilir. Bunun yanında önceden tedbir getirilmiş bir riske yönelik bu ihtiyacın ortadan kalması sonucunda riski kabullenme veya işlem yapmama kararı verilebilir.

Tablo 7: Risk hafifletme çalışmaları ve kullanılan yöntemler.

Risk Türleri	Yöntemler	Yayımlar
Makro Riskler	Küme kaplama modeli	Hale ve Moberg [72]
	Karar ağacı, Simülasyon	Peng ve diğ. [73]
	Tabu arama sezgiseli	Guo ve diğ. [74]
	Açıklayıcı faktör analizi, Regresyon analizi, Güvenilirlik testleri	Zsidisin ve Ellram [68]
	Kümeleme analizi, Faktör analizi	Hallikas ve diğ. [87]
	Neyman-Pearson teorisi, İstatistiksel kalite kontrol	Tapiero [159]
	Beklenen kar fonksiyonları	Yu ve diğ. [81]
	Tek periyotlu Stokastik doğrusal programlama	Keren [148]
	Karesel programlama	Talluri ve diğ. [160]
	Oyun Teorisi	Li ve diğ. [82]
Tedarik Riskleri	Monte Carlo Simülasyonu, Gerçek opsiyonlar yaklaşımı, Duyarlılık analizi	Costantino ve Pellegrino[83]
	Çok amaçlı karışık tamsayılı doğrusal programlama	Wakolbinger ve Cruz [162]
	Doğrusal programlama	Schmitt [161]
	Gazete satıcısı modeli	Giri [150]
	Bulanık küme teorisi, Çok kriterli karar verme	Haleh ve Hamidi [149]
	Kısıtlı ve kısıtlı olmayan matematiksel programlama	Gümüş ve diğ. [152]
	Doğrusal olmayan programlama	Kim ve diğ. [91]
	Parçaları kısımlara ayırmak için çoklu kanban sistemi	Nakashima ve Gupta [151]
	Simülasyon	Son ve Orchard [163]
	Tamsayılı doğrusal olmayan programlama	Meena ve Sarmah [155]
	Stokastik tamsayılı doğrusal programlama	Sawik [153]
	Karışık tamsayılı doğrusal programlama	Sawik [154]
	Yaklaşık dinamik programlama algoritması	Fang ve diğ. [147]
	Bulanık küme teorisi, Stokastik çok amaçlı programlama	Wu ve diğ. [156]
	Stokastik karışık tamsayılı programlama	Sawik [167]
	İki amaçlı stokastik karışık tamsayılı programlama	Sawik [168]
	Ekonomik modeller	Biçer ve Hagspiel [158]
	Bulanık analitik hiyerarşi süreci	Shakourloo ve diğ. [157]
	Simülasyon, Regresyon analizi	Clemons ve Slotnick [164]
	Taşıma Riskleri	Tamsayılı doğrusal olmayan programlama
Markov zincirleri		Qi ve Lee [166]
Büyük veri yaklaşımı, Çok amaçlı programlama		Zhao ve diğ. [169]
Bilgi Riskleri	Görsel veritabanları	Du ve diğ. [170]
	Birliktelik kuralları algoritması	Le ve diğ. [171]
	Yapısal eşitlik modellemesi	Cantor ve diğ. [172]
	COBIT 5 yazılımı	Wolden ve diğ. [173]

Tablo 7'nin devamı.

Risk Türleri	Yöntemler	Yayımlar
Genel Riskler	Süper Ağ Modeli	Cruz ve diğ. [178]
	Kısıtlamalı ve kısıtlamasız matematiksel programlama	Tang ve Tomlin [55]
	Hata türü ve etkileri analizi, Kalite fonksiyon göçerimi	Pujawan ve Geraldin [180]
	Tedarik Zinciri Risk Yapısal Modeli, Tedarik Zinciri Risk Dinamik Modeli	Oehmen ve diğ. [179]
	Yapısal eşitlik modellemesi, Kısmi en küçük kareler analizi	Braunscheidel ve Suresh [174]
	Harsanyi-Selten-Nash pazarlık çerçevesi	Bakshi ve Kleindorfer [175]
	İstatistiksel analizler	Lavastre ve diğ. [35]
	İki aşamalı stokastik tamsayı programlama	Hahn ve Kuhn [181]
	Değişimsel eşitsizlik modeli	Cruz [176]
	Rastgele kazanç modeli	He [88]
	Veri zarflama analizi, Simülasyon, Nonparametrik istatistiksel yöntemler	Talluri ve diğ. [85]
	Konveks çok amaçlı optimizasyon modeli	Qu ve diğ. [182]
	Stokastik şans kısıtlı programlama modeli	Liu ve diğ. [183]
	SCOR modeli, Bayes ağları	Abolghasemi ve diğ. [177]
	0-1 Çok amaçlı programlama, Kalite fonksiyon göçerimi	Chowdhury ve Quaddus [92]
	Bütünleşik optimizasyon-simülasyon modeli	De ve diğ. [184]

Son olarak TZRY sürecinin risk hafifletme sürecinde takip ve gözetime konu olabilir. Mesela, tedarikçi kaynaklı risklerde meydana gelebilecek olası değişimler sürekli takip edilerek firmanın risk algısına göre tedarik planında bir değişime neden olabilir [2].

Riskler takip ve gözetimi geniş bir perspektiften ele alınmalıdır. Risk takip ve gözetimi düzenli ve sürekli yürütülmelidir. Bu süreç hem TZRY süreçlerinin etkili yönetildiğini hem de risklerin minimize edildiğini değerlendirmek amacıyla yürütülmelidir. Risklerin doğru bir biçimde ayrıştırılması ve her bir riskin diğer risklerle ilişkisinin kurulması sayesinde, risk takip ve gözetimi çalışmaları daha etkin uygulanabilir. Risk takip ve gözetimi sürecinde de önceliği önem ve etki derecesi yüksek riskler almalıdır [107].

Teknoloji, bilişim ve iletişim alanlarında yaşanan baş döndürücü gelişmeler neticesinde tedarik zinciri takip ve gözetim imkânları da artmıştır. Bu imkânlar sayesinde olası riskli olayın meydana gelme olasılığı veya gerçekleşmesi durumunda etkisinin hafifletilmesi daha olası hale gelmiştir. Belli başlı takip ve gözetim araçları,

- (i) Otomatik veri toplama,
- (ii) Radyo frekanslı kimlik belirleme (RFID),
- (iii) Barkod sistemleri,
- (iv) Ön sevkiyat bildireleri,
- (v) Saha yönetim sistemleri,
- (vi) Küresel konumlandırma sistemi (GPS),
- (vii) Coğrafi konum koruma (geofencing), (viii) iş süreçlerini izleme (BAM-Business activity monitoring) şeklinde sıralanabilir [4],[80],[185].

Bu sistem ve yazılımlardan da anlaşılacağı üzere risk takip ve gözetiminde en temel konu, tedarik zincirinin görünürlüğünü sağlamaktır.

#### 4.1.1 Risk takip ve gözetimi çalışmaları ve kullanılan yöntemler

Literatürde risk takip ve gözetimi konusunda kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Zhang ve diğ. [186] gıda üretimi

tedarik zincirinde ürün kalitesi için erken ikaz sistemi tasarlamak için bulanık küme teorisini ve radyal tabanlı fonksiyon sinir ağlarını birleştirerek bütünleşik bir anormallik saptama modeli geliştirmiştir. Çalışmanın simülasyon sonuçları önerilen erken ikaz sisteminin anormal veri türlerini etkili bir şekilde tanımlayabildiğini ve uyarının yapıp yapılmayacağını doğru olarak belirleyebildiğini göstermiştir. Aung ve Chang [187] RFID tabanlı alıcı ve vericilerle donatılmış soğuk tedarik zincirinde ürünün bozulması riskini engellemek için simülasyon, Kim ve diğ. [188]'de aynı problem için yapay zekâ tabanlı bir yazılım ile risk takip ve gözetimi üzerine çalışmıştır. Fan ve diğ. [189] ise tedarik zincirinin iç ve dış çevresindeki değişimlerin incelenerek rapor edildiği bir metodoloji önermiştir.

Literatürde risk takip ve gözetimi üzerine yapılan çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: Risk takip ve gözetimi çalışmaları ve kullanılan yöntemler.

Yöntemler	Çalışmalar
Bulanık küme teorisi, Radyal tabanlı fonksiyon sinir ağları	Zhang ve diğ. [186]
Simülasyon	Aung ve Chang [187]
Çok aşamalı stokastik optimizasyon modeli, Büyük veri yaklaşımı	Fan ve diğ. [189]
Yapay zekâ tabanlı yazılım	Kim ve diğ. [188]

#### 4.2 Birden fazla sürecin ele alındığı çalışmalar

Literatürde TZRY'nin birden fazla süreciyle başa çıkabilmek için de farklı yaklaşımlar önerilmiştir.

Bu araştırmaların çoğunda, risk tanımlama ve değerlendirme [38],[56],[190]-[192], risk tanımlama ve hafifletme [25],[146], [193]-[195], risk değerlendirme ve hafifletme [77],[181], [196]-[198] ile risk değerlendirme ve takip ve gözetimi [54] gibi iki TZRY sürecine odaklanılmıştır.

Bazı yazarlar, risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme aşamaları için de kuramsal metodolojiler önermiştir [104], [199]-[203]. Kern ve diğ. [104] üstün risk tanımlamanın

sonraki risk değerlendirmeyi desteklediğini ve bunun sırayla daha iyi risk hafifletmeye neden olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmalarda, AHP [38], hata türü etkileri ve kritiklik analizi (FMCE) [77], bayes ağları [190] ve bulanık AHP ve bulanık mantık [192] ve ile risk faktörlerinin tanımlanarak, nihai etki ve meydana gelme olasılığının belirlenmesi, Petri ağları tabanlı simülasyon [77] ile risk hafifletme stratejilerinin verimliliğini ve etkililiğinin belirlenmesi, ANP [146], [194], yapısal yorumlayıcı modelleme [193] ile risk tanımlama ve hafifletme, bulanık papyon analizi ve hata türü ve etkileri analizi [197], hata ağacı analizi [195] ve simülasyon [198] ile risk değerlendirme ve hafifletme, çok kriterli SCOR modeli [54] ile risk değerlendirme ve risk takip ve gözetimi, ağ güvenilirlik teorisi [200], görüşme, risk evi ve SCOR modeli [202] ve beyin fırtınası tekniği, FMEA, 5N analizi, boyut-etki analizi ve kurtarma planlaması [203], ile risk tanımlama, değerlendirme ve hafifletme konularında çalışmalar yapılmıştır.

Elleuch ve diğ. [201]'de risk tanımlama için hata türü, etkileri ve kritiklik analizi, risk hafifletme ve eylem senaryoları için deney tasarımı yaklaşımı, risk değerlendirme için kesikli olay simülasyonu, risk yönetim senaryolarının değerlendirilmesi için analitik hiyerarşi süreci ve risk minimizasyonu için istenebilirlik fonksiyonu yaklaşımının hiyerarşik olarak kullanıldığı bir metodoloji önermiştir. Benzer bir çalışmada Kırılmaz ve Erol [204] tarafından yapılmıştır. Yazarlar otomotiv sektörü için örnek bir uygulama yaptıkları çalışmalarında literatür taramasıyla tanımladıkları risk faktörlerinin değerlendirilmesi için olasılık-etki matrisi ve tedarikçiler arasında sipariş kaydırmak için doğrusal programlama modeli kullanmıştır.

Yapılan bütünlük çalışmaları genelinde TZRY için yer seçimi, üretim, taşıma ve stok kararlarını kapsayan ağ tasarımı problemleri ele alınmıştır.

Literatürde birden fazla TZRY sürecinin ele alındığı çalışmalar ve kullanılan yöntemlerin bir özeti Tablo 9'da sunulmuştur.

## 5 Bulgular, değerlendirme ve öneriler

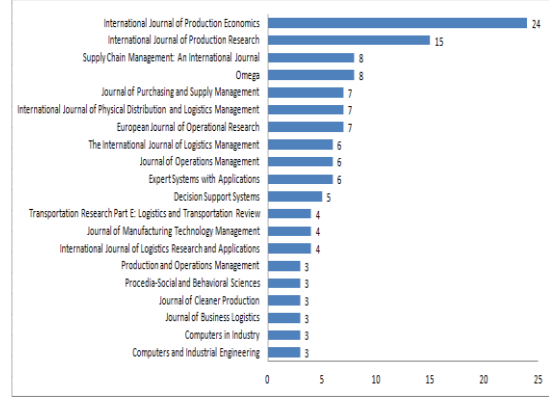
Bu bölümde, çalışma sonucunda elde edilen bulgular, yapılan değerlendirmeler ve ileride yapılacak çalışmalara öneriler makalenin akış sistematiki doğrultusunda sıralanmıştır.

Yayımlanan makalelerin incelenmesi sonucu 20 adet derginin öne çıktığı, özellikle "International Journal of Production Economics" ve "International Journal of Production Research" dergilerinin TZRY konusunda en fazla yayının yapıldığı dergiler olduğu tespit edilmiştir. Bu dergiler ve makale sayısı Şekil 11'de sunulmuş olup, risk yönetimi konusunu odak ve kapsamına alan dergilerin ön plana çıkmaması TZRY konusunda altyapısal ihtiyaçların tam anlamıyla karşılanmadığını göstermektedir.

Literatürde tedarik zinciri riskinin tanımlandığı 15 çalışmaya rastlanmıştır. Bunların 4 adedi (%27) "Sadece Tedarik Riskleri", 8 adedi (%53) "Genel Tedarik Zinciri Riski" ve 3 adedi (%20) "Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskler" kapsamında yapılmıştır.

Yapılan tedarik zinciri riski tanımlamalarının incelenmesi neticesinde başlangıçta yapılan çalışmaların TZRY'ni sadece tedarik kaynaklarından kaynaklanabilecek risklere odaklandıkları, ilerleyen zamanlarda tedarik zinciri boyunca akışı gerçekleştirilen bilgi, malzeme ve ürün olarak değerlendirdikleri, yakın geçmişten itibaren tedarik zincirinin bir bütün olarak görülmeye başlanmasıyla beraber tüm süreç

ve akışların bir arada değerlendirildiği kapsayıcı bir yaklaşımla ele alınmaya başlandığı gözlenmiştir.



Şekil 11: Öne çıkan dergiler ve makale sayısı.

Bu nedenle yapılan çalışmaların yarısından fazlası yaptıkları tedarik zinciri riski tanımlamalarında tanım kapsamını genel tedarik zinciri riski üzerine yapmışlardır.

Literatürde TZRY'nin tanımlandığı 9 çalışmaya rastlanmıştır. Bunların 4 adedi (%45) "Tanımlama ve Yönetim Süreçleri", 3 adedi (%33) "Genel Süreçler", 1 adedi (%11) "Tanımlama ve Hafifletme Süreçleri" ve 1 adedi (%11) "Bilgi, Malzeme ve Ürün Akışına Yönelik Riskleri" ele alan süreçler" kapsamında yapılmıştır. Literatürde önceki çalışmaların bazılarında TZRY tanımı üzerinde bir uzlaşma sağlanamadığı tespitleriyle ortaya koyulmuştur [16],[22],[103]. Ayrıca, ortak bir anlayış ve anlaşılır tanım bulunmaması nedeniyle, araştırmacıların uygulamacılarla iletişim kurmada ve deneysel çalışmalar yapabilmek için endüstriye ulaşmada zorluk yaşadığı vurgulanmıştır [18]. Genel geçer bir tanımlamanın, araştırmacılara bütün tedarik zinciri risklerinin etki ve olasılığını ölçme ve belirlemede, bunun yanında TZRY yöntemlerinin etkililiğini değerlendirmede yardımcı olacağı açıktır. Bu nedenle literatürde yapılan bizce en kapsayıcı tanımlama olan Ho ve diğ. [18]'nin tanımlamasını ortak tanımlama olarak kullanılabilirliği değerlendirilmektedir.

Literatürde sadece Kern ve diğ. [104] yaptıkları çalışmada TZRY sürecinde risk tanımlama faaliyetinin, risk değerlendirme üzerinde pozitif etkisini ortaya koymuştur. Bu kapsamda TZRY süreçlerinin birbirleri üzerine etkisini konu edinen, özellikle deneysel çalışmaların eksikliği rahatlıkla görülebilmektedir.

Benzer şekilde risk tanımlama için yapılan nicel çalışmalarda yazarlar literatürden tespit ettikleri riskleri ve uzman görüşlerine göre belirledikleri risklerin önem derecelerini hesaplayarak en önemli riskleri problemlerinde kullanmış veya probleme en çok etki eden kriterleri belirlemişlerdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar risk tanımlamadan daha çok risk değerlendirmeyi kapsar biçimdedir.

Literatürde tedarik yönlü TZRY konusunda önerilen/tanımlanan toplam 86 adet risk faktörü tespit edilmiştir. Bunların 20 adedini "Makro Risk Faktörleri", 28 adedini "Tedarik Riskleri", 27 adedini "Taşıma Riskleri" ve 11 adedini de "Bilgi Riskleri" oluşturmaktadır. Tedarik yönlü TZRY konusunda tespit edilen en fazla risk faktörünün "Tedarik Riskleri", hemen ardından da "Taşıma Riskleri" özelinde olduğu belirlenmiştir. Önerilen/tanımlanan tedarik zinciri risk faktörlerinin yüzde dağılımı Şekil 12'de sunulmuştur.

Tablo 9: Birden fazla TZRY sürecinin ele alındığı çalışmalar ve kullanılan yöntemler.

TZRY Süreci	Risk Türleri	Yöntemler	Yayımlar
Risk Tanımlama ve Değerlendirme	Tedarik Riskleri	Analitik hiyerarşi süreci	Wu ve diğ. [38]
	Genel Riskler	Bayes ağları	Badurdeen ve diğ. [190]
		DEMATEL, Analitik ağ süreci	Fazli ve diğ. [191]
Risk Tanımlama ve Hafifletme	Tedarik Riskleri	Bulanık Analitik hiyerarşi süreci, Bulanık mantık	Suharjito ve Marimin [192]
		Hata ağacı analizi	Sherwin ve diğ. [195]
		Tamsayılı doğrusal olmayan programlama	Baghalian ve diğ. [205]
		İki aşamalı stokastik tamsayılı programlama	Poojari ve diğ. [206]
		Karışık tamsayılı doğrusal programlama	Georgiadis ve diğ. [207]
		Çok aşamalı stokastik programlama	Goh ve diğ. [32]
	Genel Riskler	Çok amaçlı stokastik programlama	Azaron ve diğ. [208]
		Doğrusal programlama	Qiang ve Nagurney [209]
		Konveks karışık tamsayılı programlama	Azad ve Davoudpour [210]
		Analitik ağ süreci	Xia ve Chen [146], Muchfirodin ve diğ. [194]
		Yapısal yorumlayıcı modelleme	Diabat ve diğ. [193]
		Risk Değerlendirme ve Hafifletme	Taşıma Riskleri
Genel Riskler	Hata türü, etkileri ve kritiklik analizi, Petri ağları		Tuncel ve Alpan [77]
	Nicel anket analizi		Speier ve diğ. [196]
	Ekonomik katma değer, Stokastik programlama		Hahn ve Kuhn [181]
	Bulanık papyon analizi, Hata türü ve etkileri analizi		Aqlan ve Ali [197]
	Risk Değerlendirme ve Takip ve Gözetimi		Tedarik Riskleri
Makro Riskler		Risk hassasiyetleri, kıymetlendirmesi ve hafifletilmesi kaynaklarının belirginleştirilmesi metodolojisi	Kleindorfer ve Saad [199]
	Risk Tanımlama, Değerlendirme ve Hafifletme	Tedarik Riskleri	Ağ güvenilirlik teorisi
Kısmi en küçük kareler analizi			Kern ve diğ. [104]
Beyin fırtınası tekniği, Hata türü ve etkileri analizi, 5N analizi, Boyut-etki analizi, Kurtarma planlaması			Norlaile ve Abu Bakar [203]
Genel Riskler		Olasılık-Etki matrisi, Doğrusal programlama	Kırılmaz ve Erol [204]
		Hata türü, etkileri ve kritiklik analizi, Deney tasarımı yaklaşımı, Kesikli olay simülasyonu, Analitik hiyerarşi süreci, İstenebilirlik fonksiyonu yaklaşımı	Elleuch ve diğ. [201]
		Görüşme, Risk evi, SCOR modeli	Anggrahini ve diğ. [202]

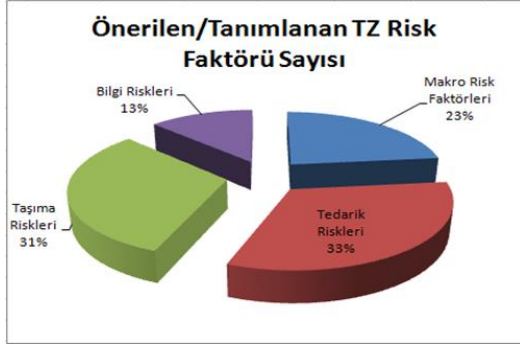
Literatürde yapılan çalışmalarda ne risk türlerinin ne de risk faktörlerinin negatif etkilerinin ortaya koyulduğu ne de bunların önceliklendirilmesi konularında çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda yapılacak çalışmaların, özellikle sektörel bazda literatüre katkı sağlayacağı açıktır.

Tespit edilen 137 nicel çalışmanın 8 adedi "Makro Risk Faktörleri", 58 adedi "Tedarik Riskleri", 8 adedi "Taşıma Riskleri", 5 adedi "Bilgi Riskleri" ve 58 adedi de herhangi bir

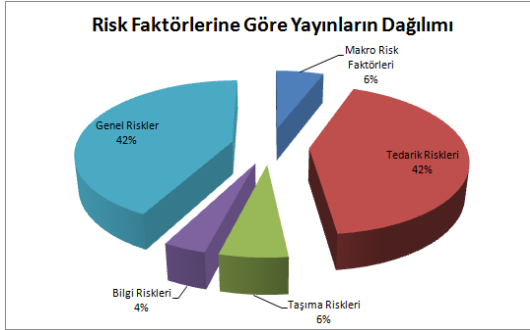
spesifik risk türü altında toplanamayacak "Genel Riskler" üzerine odaklanmıştır. Bu kapsamda literatürde yapılan nicel çalışmaların en fazla Tedarik Riskleri ve Genel Riskler üzerine odaklandığı tespit edilmiştir. Risk faktörlerine göre yapılan çalışmaların yüzde dağılımı Şekil 13'te sunulmuştur.

Firmaların kontrolü dışında meydana gelen makro risklerin, tedarik zinciri boyunca paydaşlar arasında koordinasyon ve güven eksikliği kaynaklı bilgi riskleri ve tedarik zinciri maliyet

ve fonksiyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan taşıma riskleri konusunda son derece az çalışma yapılması ciddi bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır.



Şekil 12: Önerilen/tanımlanan tedarik zinciri risk faktörlerinin dağılımı.



Şekil 13: Risk faktörlerine göre yapılan çalışmaların dağılımı.

TZRY süreçlerinin tanımlanması için önerilen kuramsal çerçeveler incelendiğinde bunların benzer aşamalara sahip olduğu, bunu yanında küçük tanımlama ve terim farklılıkları bulunduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaların hepsinde önemli olan aşamaların takip ettiği sıradır. TZRY sürecinde her aşamanın sonucu bir diğerinin girdisini oluşturmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi literatürde de ele alınan ve TZRY süreçlerinin ele alındığı çalışmaların,

- (i) Risk Tanımlama,
- (ii) Risk Değerlendirme,
- (iii) Risk Hafifletme ve
- (iv) Risk Takip ve Gözetimi şeklinde sınıflandırılabilceği değerlendirilmektedir.

TZRY kavramsal çerçevesinin oluşturulması için yapılan yayınların yıllar içerisinde azaldığı, buna rağmen nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı analiz sayısında, başlangıç kabul edilebilecek 2003 yılından itibaren hızlı bir artış gözlenmiştir.

TZRY için yapılan çalışmalarda tek bir TZRY sürecine odaklanabildiği (109 adedi) gibi birden çok sürece yönelik (28 adedi) olarak da çalışmalar yapılmıştır.

Sadece bir TZRY sürecinin ele alındığı çalışmalar ve bu çalışmaların risk faktörlerine göre dağılımı Tablo 10'da, birden fazla sürecin ele alındığı çalışmalar ve bu çalışmaların risk faktörlerine göre dağılımı Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 10'da sadece tek bir TZRY süreci üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi neticesine yazarlar tarafından en fazla "risk hafifletme", hemen ardından "risk değerlendirme" süreçlerine ağırlık verdikleri "risk takip ve gözetimi" sürecine

yönelik çok az nicel çalışma ortaya konulduğu belirlenmiştir. Risk tanımlama ile risk takip ve gözetimi süreçleri için makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri özelinde hiçbir çalışma tespit edilememiştir. Benzer şekilde sadece tek bir TZRY süreci üzerine yapılan çalışmalar arasında en fazla tedarik riskleri, hemen ardından da genel riskler üzerine çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir.

Bu kapsamda risk tanımlama süreci için sektörel ve spesifik risk türleri/faktörlerine göre çalışmalar yapılması aynı sektör ve risklere göre daha değerli değerlendirme ve hafifletme çalışmalarının önünü açacak öneme sahiptir. Benzer şekilde tedarik zinciri boyunca takip ve kontrolü son derece önemli olan tehlikeli maddeler ve çabuk bozulan gıda ürünleri için bile yeterince takip ve gözetim çalışması yapılmaması büyük bir araştırma eksikliğidir.

Tablo 11'de birden fazla TZRY süreci üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi neticesine yazarlar tarafından en fazla "risk tanımlama ve hafifletme" üzerine çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca tüm dört sürecin ele alındığı tam anlamıyla kapsayıcı bir yayın tespit edilememiştir. En fazla genel riskler üzerine çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir.

TZRY için tüm süreçleri topyekun kapsayıcı model ve metodolojilerin geliştirilerek, bunların en küçükten en büyük firmaya kadar kullanılabilir kullanıcı dostu yazılımlara dönüştürülmesi literatüre ve piyasaya önemli katkı sağlayabilir. Bu sayede geliştirilecek uygulamaların firmalarca kullanılan bilgi sistemleriyle bütünleştirilmesi risk parametre ve değişkenlerinin sürekli takibi ve oluşturulacak bütünleşik sistemin bir karar destek sistemi olarak kullanılabilmesinin önemli katkıları olacaktır.

Halen kullanılan ve geliştirilmeye açık olan kurumsal kaynak planlaması (ERP), müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) gibi modüllerden veri alınması ve toplanan verilerin iş zekâsı yazılımlarıyla çok boyutlu veri sorgulamaları yapılabildiği; bu sayede veri tabanından risk kontrol kriterlerinin değerlerinin sorgulanarak risk yönetimi kararlarının alınabildiği sistemlerin yaygınlaştırılması son derece faydalı sonuçlar doğuracaktır.

Yapılan nicel çalışmaların 88 adedinde tek yöntem kullanılırken, 49 adedinde birden fazla yöntem kullanılmıştır.

Kullanılan yöntemlerin incelenmesi neticesinde bunların "İstatistiksel Analiz Yöntemleri (İAY), Ekonomik Modeller (EM), Optimizasyon Modelleri(OM), Sezgisel Yöntemler(SY), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV), Simülasyon (S), Yapay Zeka Modelleri (YZM) ve Bulanık Mantık (BM) olmak üzere sekiz kategoride ele alınabileceği değerlendirilmiştir. Kullanılan yöntemlerin TZRY süreçlerine göre dağılımı Tablo 12'de sunulmuştur. Bir çalışmada birden fazla kategoride ele alınan yöntemlerin kullanılması nedeniyle tablo toplamları 137'yi vermemektedir. Yazarlar tarafından sırasıyla en fazla Optimizasyon Modelleri, İstatistiksel Analiz Yöntemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin kullanıldığı, benzer şekilde en fazla yöntemin risk hafifletme ve değerlendirme çalışmaları için kullanıldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan optimizasyon modellerinin bir sınıflandırması Tablo 13'te sunulmuştur. Yapılan optimizasyon çalışmalarının büyük çoğunluğunun tek amaçlı, tek aşamalı, deterministik ve doğrusal modellerden oluştuğu görülmektedir. Gerçek hayat problemlerinin belirsiz ve subjektif karakteristikleri nedeniyle çok amaçlı, çok aşamalı ve stokastik modellerin geliştirilmesi ve rassal veriler yerine gerçek hayat problemlerine ait verilerin kullanılmasının daha

gerçekçi sonuçlar doğurabileceği değerlendirilmektedir. Optimizasyon modelleri dışında, TZRY için kullanılan ve öne çıkan yöntemlerin kullanıldığı çalışmaların bir özeti Tablo 14'te sunulmuştur.

Yazarlar tarafından İstatistiksel analiz yöntemleri arasında en fazla hata türü ve etkileri analizi, ÇKKV yöntemleri arasında AHP, Yapay zeka yöntemleri arasında bayes ağları ve simülasyon yöntemi etkin olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bu yöntemler incelendiğinde:

AHP ve ANP yöntemlerinin;

- (i) 7±2 kuralı gereğince risk faktör veya alternatif sayısı 9'dan fazla olduğu problemlerde tutarsızlığa yol açacağından kullanılmasının uygun olmayacağı [211],
- (ii) Gerek hesaplama süreci, gerekse kullanılan ölçek için literatürde pek çok dezavantajın ortaya koyulması [212]-[213].

Tablo 10: Sadece bir TZRY sürecinin ele alındığı çalışmaların faktörlerine göre dağılımı.

	Makro	Tedarik	Taşıma	Bilgi	Genel	Toplam
Risk Tanımlama					12	12
Risk Değerlendirme	3	22	4	1	11	41
Risk Hafifletme	3	26	3	4	16	52
Risk Takip ve Gözetimi					4	4
<b>Toplam</b>	<b>6</b>	<b>48</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>109</b>

Tablo 11: Birden fazla sürecin ele alındığı çalışmaların risk faktörlerine göre dağılımı.

	Makro	Tedarik	Taşıma	Bilgi	Genel	Toplam
Risk Tanımlama ve Değerlendirme		1			3	4
Risk Tanımlama ve Hafifletme		5			6	11
Risk Değerlendirme ve Hafifletme			1		4	5
Risk Değerlendirme ve Takip ve Gözetimi		1				1
Risk Tanımlama, Değerlendirme ve Hafifletme	2	3			2	7
<b>Toplam</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>15</b>	<b>28</b>

Tablo 12: Kullanılan yöntemlerin TZRY süreçlerine göre dağılımı.

	İAY	EM	OM	SY	ÇKKV	S	YZM	BM	Toplam
Risk Tanımlama	5	1			6		2	1	15
Risk Değerlendirme	7	3	15	1	15	3	4	11	59
Risk Hafifletme	11	8	24	4	3	6	6	3	65
Risk Takip ve Gözetimi			1			1	2	1	5
Risk Tanımlama ve Değerlendirme					3		1		4
Risk Tanımlama ve Hafifletme	2		7		2				11
Risk Değerlendirme ve Hafifletme	3	1	1			1	1	1	8
Risk Değerlendirme ve Takip ve Gözetimi					1				1
Risk Tanımlama, Değerlendirme ve Hafifletme	6	2	1		1	1		1	12
<b>Toplam</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>180</b>

Tablo 13: Optimizasyon modellerinin sınıflandırılması.

	Yayın Sayısı	Amaç		Aşama		Talep		Model												
		Tek amaçlı	Çok amaçlı	Tek aşamalı	Çok aşamalı	Stokastik	Deterministik	Doğrusal	Doğrusal olmayan	Konveks	Küme kaplama	Tamsayılı	Karışık tamsayılı	Kısıtlı ve Kısıtlımasız	Oyun teorisi	Markov Zincirleri	Max-min	Karesel	Hedef	Gazete satıcısı
[30][79] [16][184] [204][209]	6	√		√			√	√												
[70][75] [123][133] [169]	5		√	√			√	√												
[96][156] [208]	3		√	√		√		√												
[155][165] [205]	3	√		√			√		√			√								
[32][181] [189]	3	√			√	√		√												
[126][154] [207]	3	√		√			√	√				√								
[55][131] [152]	3	√		√			√	√					√							
[78][148]	2	√		√		√		√												
[90][150]	2	√		√			√	√												√
[91][129]	2	√		√			√		√											
[93][168]	2	√			√	√		√				√								
[44][162]	2		√	√			√	√				√								
[92]	1		√	√			√	√				√								
[72]	1	√		√			√	√			√									
[69]	1		√	√			√	√											√	
[82]	1		√	√			√	√						√						
[183]	1	√		√		√		√					√							
[206]	1	√			√	√		√				√								
[166]	1	√			√		√	√							√					
[182]	1		√	√			√	√		√										
[153]	1	√		√		√		√				√								
[167]	1	√		√		√		√				√								
[160]	1	√		√			√	√										√		
[210]	1	√		√			√	√		√		√								
[128]	1	√		√			√	√								√				



Tablo 14: TZRY için kullanılan ve öne çıkan yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar.

Yöntem Kategorisi	Yöntem	Yayın sayısı	Yayınlar
İstatistiksel Analiz Yöntemleri	Hata türü ve etkileri analizi	4	[86],[180],[197],[203]
	Kalite fonksiyon göçerimi	3	[92],[95],[180]
	Yapısal yorumlayıcı modelleme	3	[116],[142],[193]
	Anket	3	[110],[141],[196]
	SCOR modeli	2	[177],[202]
	Yapısal eşitlik modellemesi	2	[172],[174]
	Olasılık-etki matrisi	2	[141],[204]
	Papyon analizi	2	[139],[197]
	Kısmi en küçük kareler analizi	2	[104],[174]
	Regresyon Analizi	2	[68],[164]
Simülasyon	Hata türü, etkileri ve kritiklik analizi	2	[77],[201]
	Faktör analizi	2	[68],[87]
ÇKKV	Simülasyon	12	[73],[83],[85],[94],[125],[134],[163],[164],[184],[187],[198],[201]
	Analitik hiyerarşi süreci	17	[38],[62],[64],[67],[69],[76],[89],[110],[112],[124],[127],[133],[138],[140],[157],[192],[201]
	Veri zarflama analizi	5	[84],[85],[129],[131],[132]
	DEMATEL	4	[117]-[119],[191]
	Analitik ağ süreci	4	[130],[146],[191],[194]
Yapay Zeka Yöntemleri	TOPSIS	2	[62],[76]
	Bayes Ağları	4	[71],[122],[177],[190]
	Karar ağacı	2	[73],[79]
	Petri Ağları	2	[77],[137]
	Büyük Veri Yaklaşımı	2	[119],[169]

Hata türü ve etkileri analizi yönteminin;

- Belirsizlikten etkilenmesi, bazı işlem adımlarının kötü karakterizasyonu ve proje içinde hatalı karar verme sürecine neden olması [214],
- Hesaplama adımları için gerekli verilerin elde edilmesi çok fazla zaman, işbirliği ve kaynak gerektirmesi [215]-[216] ve
- Literatürde yapılan çalışmalarda yazarların yöntemin dezavantajlarını vurgulama noktasında bir eğilim içerisinde olmaları [217]-[218] gibi pek çok dezavantaj tespit edilmiştir.

Bu nedenleriyle onlarca alternatif ve risk kriteri üzerinden etkin bir analiz yapılabilmesi için farklı istatistiksel analiz ve ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilmesi değerlendirilmiştir.

Yapay zeka yöntemleri içinde günümüzde yapay sinir ağları, destek vektör makineleri gibi etkinliği bir çok çalışmada kanıtlanmış [219]-[220] yalın yöntemler kullanılabilmesi gibi birleşik öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı yapay zeka model ve algoritmalarıyla (ör; bagging, stacking, voting vb.), bayes ağları ile elde edilen sonuçlardan çok daha etkin çözümler elde edilebilir.

Sektör bazında yapılan çalışmaların bir özeti Tablo 15'te sunulmuş olup, yayınların incelenmesi neticesinde üzerinde en fazla çalışılan sektörün otomotiv sektörü olduğu belirlenmiştir.

Tarihsel seyri içerisinde sektör devi olarak nitelendirilebilecek pek çok firma karşılaştıkları risk olayları neticesinde ya tarih sahnesinden silinmiş ya da milyonlarca dolarlık kayıp

yaşamıştır. Özellikle yaşanan bu risk olaylarının gerçek verileri kullanılarak yapılacak çalışmaların TZRY olan ihtiyacın resmedilebilmesi bakımından önemli olacağı değerlendirilmektedir. Bu kapsamda literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde geçmiş yıllarda yaşanan ve etkileri kolaylıkla ölçülebilecek risk olayları için bile etkin analizlerin yeterli yoğunlukta yapılmadığı ve bazı araştırma alanlarının ihmal edildiği görülmüştür. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda;

- Geçmiş yıllarda TZRY uygulamalarına giren firmaların elde ettiği faydalar veya zararlar ile girişmeyen firmaların yaşadıkları zararların her ölçekte gerçek hayat örnekleri ortaya konulabilir,
- Yaşanan risk olayının aynı firma içerisindeki diğer birim ve operasyonlara verdiği zarar ve tedarik zincirinin diğer paydaşlarına verdiği zararlar ölçülerek zararın tüm etkileri belirlenebilir,
- Risk olayları nedeniyle yaşanan kesintilerin kamuoyuna açıklanması durumunda, borsa değerlerinde görülen değişimler ölçülebilir,
- Tedarik zinciri paydaşları arasında anlık ve doğru bilgi paylaşımı sayesinde hafifletilebilir veya kaçınılabilen kesintiler örnekleriyle ortaya konulabilir.

## 6 Sonuç

Bu çalışmada TZRY'nin kavramsal çerçevesi ve tedarik yönlü TZRY konusunda yapılan nicel çalışmaların kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle, TZRY'nin kavramsal çerçevesinin ortaya koyulabilmesi amacıyla tedarik zinciri risk tanımları,

TZRY tanımları, risklerin sınıflandırılması, risk türleri, risk faktörleri ve TZRY süreçleri için 1999-2016 yılları arasında yapılan 59 çalışma incelenmiştir.

Tablo 15: Sektör bazında yapılan çalışmalar.

Sektör	Yayın Sayısı	Yayınlar
Otomotiv	19	[34],[39],[54],[56],[58],[69],[74],[75],[77],[89],[104],[111],[116],[122],[130],[140],[177],[203],[204]
Elektronik	12	[48],[56],[77],[91],[96],[104],[111],[119],[124],[168],[172],[179]
Gıda	10	[32],[56],[118],[121],[172],[186],[187],[188],[193],[202]
Kimya	9	[56],[104],[140],[169],[172],[183],[197],[198],[199]
Sağlık	8	[56],[67],[104],[115],[128],[129],[169],[201]
Afet Lojistiği	6	[26],[70],[71],[72],[73],[200]
Havacılık	6	[52],[56],[86],[104],[136],[190]
Tarım	6	[99],[180],[184],[192],[194],[205]
Lojistik	6	[49],[56],[94],[117],[166],[172]
Enerji	5	[93],[104],[112],[113],[191]
Tekstil	5	[32],[62],[92],[133],[135]
Hızlı Tüketim Malları	5	[78],[103],[110],[158],[171]
Bilişim	4	[38],[44],[56],[173]
Metal	4	[56],[62],[87],[104]
Makine	3	[56],[104],[172]
Denizcilik	1	[95]
Sigortacılık	1	[175]
Telekomünikasyon	1	[32]

Ardından tedarik yönlü TZRY'nin makro, tedarik, taşıma ve bilgi riskleri kapsamında yapılacak bir gruplandırma çerçevesinde ele alınmasına karar verilmiş ve risk tanımlama, risk değerlendirme, risk hafifletme ve risk takip ve gözetimi süreçlerine uygun olarak 2003-2016 yılları arasında yapılan nicel yöntemlerin kullanıldığı 137 tedarik yönlü çalışmada değerlendirmeye alınmıştır.

Bu sayede toplamda 196 çalışma incelenerek, tespit edilen bulgulara yönelik ayrıntılı değerlendirmeler yapılmış ve ileride yapılacak çalışmalar için araştırma eksikleri için önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışma Bu çalışma genel hatlarıyla, TZRY'nin kavramsal çerçevesinin tüm yönleriyle ele alınması, incelenen yayın sayısının fazlalığı, 2013 yılından sonraki yayınları da kapsamı ve inceleme kapsamının genişliği bakımından önceki tarama çalışmalardan ayrılmaktadır.

Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu çalışmada TZRY için yapılan nicel çalışmalardan sadece tedarik yönlü çalışmalar taranmış, üretim (operasyonel) süreçleri ve talep yönlü tedarik zinciri riskleri için yapılan çalışmalar incelenmemiştir. Ayrıca, TZRY'nin kavramsal çerçevesinin zenginleştirilmesi için herhangi bir tanımlama ortaya koyulmamıştır.

## 7 Kaynaklar

- [1] Demirdöğen O, Küçük O. *Üretim İşlemler Yönetimi*. 2. Baskı. Detay Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2011.
- [2] Erdal H. *Tedarik Zinciri Ağında Riskin Yönetimi: Tedarik Yönlü Bir Karar Destek Sistemi Tasarımı*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2017.
- [3] Takata S, Yamanaka M. BOM "Based supply chain risk management". *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 62(1), 479-482, 2013.
- [4] Kırılmaz O. *Tedarik Zinciri Şebekesinde Risk Yönetimi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2014.
- [5] Rowat C. "Supply-chain risk and vulnerability workshop". *Logistics and Transport Focus*, 5(2), 68-69, 2003.
- [6] Ghadge A, Dani S, Kalawsky R. "Supply chain risk management: present and future scope". *The International Journal of Logistics Management*, 23(3), 313-339, 2012.
- [7] Hendricks KB, Singhal VR. "An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm". *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52, 2005.
- [8] Poirier CC, Quinn FJ. "How are we doing: a survey of supply chain progress". *Supply Chain Management Review*. 8(8), 24-31, 2004.
- [9] Williams K. "Supply chain risks: are you prepared?". *Strategic Finance*, 89(11), 23(61), 2008.
- [10] Tang CS. "Perspectives in supply chain risk management". *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451-488, 2006a.
- [11] Vanany I, Zailani S, Pujawan N. "Supply chain risk management: literature review and future research". *IGI Global*, 2(1), 16-33, 2009.
- [12] Rao S, Goldsby TJ. "Supply chain risks: A review and typology". *The International Journal of Logistics Management*, 20, 97-123, 2009.
- [13] Singhal P, Agarwal G, Mittal ML. "Supply chain risk management: Review, classification and future research directions". *International Journal of Business Science and Applied Management*, 6(3), 15-42, 2011.
- [14] Tang O, Musa SN. "Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management". *International Journal of Production Economics*, 133(1), 25-34, 2011.
- [15] Colicchia C, Strozzi F. "Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review". *Supply Chain Management: An International Journal*, 17, 403-418, 2012.
- [16] Sodhi MS, Son BG, Tang CS. "Researchers' perspectives on supply chain risk management". *Production and Operations Management*, 21(1), 1-13, 2012.
- [17] Heckmann I, Comes T, Nickel S. "A critical review on supply chain risk-definition, measure and modeling". *Omega*, 52, 119-132, 2015.
- [18] Ho W, Zheng T, Yildiz H, Talluri S. "Supply chain risk management: a literature review". *International Journal of Production Research*, 53(16), 5031-5069, 2015.
- [19] Erdal, H. "Tarihsel tecrübeler ışığında tedarik zinciri risk yönetiminin önemi". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 50, 121-139, 2017.

- [20] Zsidisin GA, Ellram L. "Supply risk assessment analysis". *Best Practices in Purchasing and Supply Chain Management*, 2(4), 9-12, 1999.
- [21] Meulbrook L. "Total strategies for company-wide risk control". *Financial Times*, 9, 1-4, 2000.
- [22] Zsidisin GA. "A grounded definition of supply risk". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(5), 217-224, 2003b.
- [23] Ellis SC, Henry RM, Shockley J. "Buyer perceptions of supply disruption risk: a behavioral view and empirical assessment". *Journal of Operations Management*, 28(1), 34-46, 2010.
- [24] Jüttner U, Peck H, Christopher M. "Supply chain risk management: outlining an agenda for future research". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 6(4), 197-210, 2003.
- [25] Christopher M, Peck H. "Building The Resilient Supply chain". *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-29, 2004.
- [26] Peck H. "Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(2), 127-142, 2006.
- [27] Zsidisin GA. "Managerial perceptions of supply risk". *Journal of Supply Chain Management*, 39(4), 14-26, 2003a.
- [28] Wagner SM, Bode C. "An empirical investigation into supply chain vulnerability". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(6), 301-312, 2006.
- [29] Gaonkar RS, Viswanadham N. "Analytical framework for the management of risk in supply chains". *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 4(2), 265-273, 2007.
- [30] Bogataj D, Bogataj M. "Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space". *International Journal of Production Economics*, 108(1), 291-301, 2007.
- [31] Handfield RB, Blackhurst J, Elkins D, Craighead CW. *A Framework for Reducing The Impact of Disruptions to The Supply Chain: Observations From Multiple Executives*. Editors: Handfield RB and McCormack K. Supply Chain Risk Management: Minimizing Disruption in Global Sourcing, Taylor and Francis Boca Raton, FL, 29-49, 2007.
- [32] Goh M, Lim JY, Meng F. "A stochastic model for risk management in global supply chain networks". *European Journal of Operational Research*, 182(1), 164-173, 2007.
- [33] Manuj I, Mentzer JT. "Global supply chain risk management strategies". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(3), 192-223, 2008b.
- [34] Thun JH, Hoenig D. "An empirical analysis of supply chain risk management in the german automotive industry". *International Journal of Production Economics*, 131(1), 242-249, 2011.
- [35] Lavastre O, Gunasekaran A, Spalanzani A. "Supply chain risk management in french companies". *Decision Support Systems*, 52(4), 828-838, 2012.
- [36] Norrman A, Jansson U. "Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(5), 434-456, 2004.
- [37] Manuj I, Mentzer JT. "Global supply chain risk management". *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-155, 2008a.
- [38] Wu T, Blackhurst J, Chidambaram V. "A model for inbound supply risk analysis". *Computers in Industry*, 57(4), 350-365, 2006.
- [39] Trkman P, McCormack K. "Supply chain risk in turbulent environments-a conceptual model for managing supply chain network risk". *International Journal of Production Economics*, 119(2), 247-258, 2009.
- [40] Kumar SK, Tiwari MK, Babiceanu RF. "Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches". *International Journal of Production Research*, 48(13), 3717-3739, 2010.
- [41] WEF. The World Economic Forum. "New Models For Addressing Supply Chain And Transport Risk". [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_SCT\\_RRN\\_New\\_ModelsAddressingSupplyChainTransportRisk\\_Industry\\_Agenda\\_2012.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_RRN_New_ModelsAddressingSupplyChainTransportRisk_Industry_Agenda_2012.pdf) (10.07.2017).
- [42] Kar A. "Risk in Supply Chain Management". <http://business-fundas.com/2010/risk-in-supply-chain-management> (04.07.2017).
- [43] Maclean-Bristol C. "Business Continuity's Role In Supply Chain Resilience". <http://www.continuitycentral.com/feature0558.htm> (10.07.2017).
- [44] Ravindran AR, Ufuk Bilsel R, Wadhwa V, Yang T. "Risk adjusted multicriteria supplier selection models with applications". *International Journal of Production Research*, 48(2), 405-424, 2010.
- [45] Ambulkar S, Blackhurst J, Grawe S. "Firm's resilience to supply chain disruptions: scale development and empirical examination". *Journal of Operations Management*, 33, 111-122, 2015.
- [46] Merna A, Smith NJ. "Privately financed infrastructure in the 21<sup>st</sup> century". *Civil Engineering*, 132(4), 166-173, 1999.
- [47] Michalski L. "How to identify vendor risk". *Pharmaceutical Technology*, 24(10), 180-184, 2000.
- [48] Harland C, Brenchley R, Walker H. "Risk in supply networks". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 51-62, 2003.
- [49] Cavinato JL. "Supply chain logistics risks: from the back room to the board room". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34, 383-387, 2004.
- [50] Finch P. "Supply chain risk management". *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(2), 183-196, 2004.
- [51] Chopra S, Sodhi MS. "Managing risk to avoid supply-chain breakdown". *MIT Sloan Management Review*, 46(1), 53, 2004.
- [52] Raj Sinha P, Whitman LE, Malzahn D. "Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain". *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(2), 154-168, 2004.
- [53] Minahan T. *The Supply Risk Benchmark Report*. MA: Aberdeen Group, Boston, USA, Scientific Report, 2005.
- [54] Blackhurst JV, Scheibe KP, Johnson DJ. "Supplier risk assessment and monitoring for the automotive industry". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(2), 143-165, 2008.

- [55] Tang CS, Tomlin B. "The power of flexibility for mitigating supply chain risks". *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12-27, 2008.
- [56] Wagner SM, Bode C. "An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk". *Journal of Business Logistics*, 29(1), 307-325, 2008.
- [57] Olson DL, Wu DD. "A review of enterprise risk management in supply chain". *Kybernetes*, 39(5), 694-706, 2010.
- [58] Lin Y, Zhou L. "The impacts of product design changes on supply chain risk: A case study". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 41(2), 162-186, 2011.
- [59] Waters D. *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics*. 1<sup>st</sup> ed. New York, USA, Kogan Page Publishers, 2011.
- [60] Manuj I, Dittmann JP. *Current State of Risk Management in Global Sourcing*. Editor: Khan O, Zsidisin GA, Handbook for Supply Chain Risk Management: Case Studies, Effective Practices and Emerging Trends, 11-28, J. Ross Publishing, Florida, ABD, 2011.
- [61] Tummala R, Schoenherr T. "Assessing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP)". *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 474-483, 2011.
- [62] Samvedi A, Jain V, Chan FT. "Quantifying Risks in A Supply Chain Through Integration of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS". *International Journal of Production Research*, 51(8), 2433-2442, 2013.
- [63] Cucchiella F, Gastaldi M. "Risk Management in Supply Chain: A Real Option Approach". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(6), 700-720, 2006.
- [64] Schoenherr T, Tummala VR, Harrison TP. "Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: providing decision support for the offshoring decision by A US manufacturing company". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 14(2), 100-111, 2008.
- [65] Hendricks KB, Singhal VR. "The Effect of supply chain glitches on shareholder wealth". *Journal of Operations Management*, 21(5), 501-522, 2003.
- [66] PwCandMIT Forum. "PwC and the MIT forum for supply chain innovation. making the right risk decisions to strengthen operations performance" [https://www.pwc.com/gx/en/operations-consulting-services/pdf/pwc-and-the-mit-forum-for-supply-chain-innovation\\_making-the-right-risk-decisions-to-strengthen-operations-performance\\_st-13-0060.pdf](https://www.pwc.com/gx/en/operations-consulting-services/pdf/pwc-and-the-mit-forum-for-supply-chain-innovation_making-the-right-risk-decisions-to-strengthen-operations-performance_st-13-0060.pdf) (10.08.2017).
- [67] Gaudenzi B, Borghesi A. "Managing risks in the supply chain using the AHP method". *The International Journal of Logistics Management*, 17(1), 114-136, 2006.
- [68] Zsidisin GA, Ellram LM. "An agency theory investigation of supply risk management". *Journal of Supply Chain Management*, 39(2), 15-27, 2003.
- [69] Kull TJ, Talluri S. "A supply risk reduction model using integrated multicriteria decision making". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 409-419, 2008.
- [70] Ji G, Zhu C. "A study on emergency supply chain and risk based on urgent relief service in disasters". *Systems Engineering Procedia*, 5, 313-325, 2012.
- [71] Lockamy III A. "Assessing disaster risks in supply chains". *Industrial Management and Data Systems*, 114(5), 755-777, 2014.
- [72] Hale T, Moberg CR. "Improving supply chain disaster preparedness: A decision process for secure site location". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 35(3), 195-207, 2005.
- [73] Peng M, Peng Y, Chen H. "Post-seismic supply chain risk management: a system dynamics disruption analysis approach for inventory and logistics planning". *Computers and Operations Research*, 42, 14-24, 2014.
- [74] Guo C, Liu X, Jin M, Lv Z. "The research on optimization of auto supply chain network robust model under macroeconomic fluctuations". *Chaos, Solitons and Fractals*, 89, 105-114, 2016.
- [75] Kumar M, Vrat P, Shankar R. "A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain". *International Journal of Production Economics*, 101(2), 273-285, 2006.
- [76] Viswanadham N, Samvedi A. "Supplier selection based on supply chain ecosystem, performance and risk criteria". *International Journal of Production Research*, 51(21), 6484-6498, 2013.
- [77] Tuncel G, Alpan G. "Risk assessment and management for supply chain networks: A case study". *Computers in Industry*, 61(3), 250-259, 2010.
- [78] Hahn GJ, Kuhn H. "Value-based performance and risk management in supply chains: A Robust Optimization Approach". *International Journal of Production Economics*, 139, 135-144, 2012a.
- [79] Ruiz-Torres AJ, Mahmoodi F, Zeng AZ. "Supplier selection model with contingency planning for supplier failures". *Computers and Industrial Engineering*, 66(2), 374-382, 2013.
- [80] Wagner SM, Neshat N. "Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory". *International Journal of Production Economics*, 126, 121-129, 2010.
- [81] Yu H, Zeng AZ, Zhao L. "Single or dual sourcing: decision-making in the presence of supply chain disruption risks". *Omega*, 37(4), 788-800, 2009.
- [82] Li J, Wang S, Cheng TE. "Competition and cooperation in a single-retailer two-supplier supply chain with supply disruption". *International Journal of Production Economics*, 124(1), 137-150, 2010.
- [83] Costantino N, Pellegrino R. "Choosing between single and multiple sourcing based on supplier default risk: a real options approach". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(1), 27-40, 2010.
- [84] Wu DD, Olson DL. "Enterprise risk management: A DEA VaR approach in vendor selection". *International Journal of Production Research*, 48(16), 4919-4932, 2010.
- [85] Talluri S, Kull TJ, Yildiz H, Yoon J. "Assessing the efficiency of risk mitigation strategies in supply chains". *Journal of Business Logistics*, 34(4), 253-269, 2013.
- [86] Chaudhuri A, Mohanty BK, Singh KN. "Supply chain risk assessment during new product development: a group decision making approach using numeric and linguistic data". *International Journal of Production Research*, 51(10), 2790-2804, 2013.
- [87] Hallikas J, Puumalainen K, Vesterinen T, Virolainen VM. "Risk-based classification of supplier relationships". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(2), 72-82, 2005.

- [88] He Y. "Sequential price and quantity decisions under supply and demand risks". *International Journal of Production Economics*, 141(2), 541-551, 2013.
- [89] Ho W, Dey PK, Lockström M. "Strategic sourcing: a combined qfd and ahp approach in manufacturing". *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 446-461, 2011.
- [90] Cheong T, Song SH. "The value of information on supply risk under random yields". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 60, 27-38, 2013.
- [91] Kim SH, Fowler JW, Shunk DL, Pfund ME. "Improving the push-pull strategy in a serial supply chain by a hybrid push-pull control with multiple pulling points". *International Journal of Production Research*, 50(19), 5651-5668, 2012.
- [92] Chowdhury MMH, Quaddus MA. "A multiple objective optimization based qfd approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: the case of garment industry of Bangladesh". *Omega*, 57, 5-21, 2015.
- [93] Nunes P, Oliveira F, Hamacher S, Almansoori A. "Design of a hydrogen supply chain with uncertainty". *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(46), 16408-16418, 2015.
- [94] Berle Ø, Norstad I, Asbjørnslett BE. "Optimization, risk assessment and resilience in LNG transportation systems". *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(3), 253-264, 2013.
- [95] Lam JSL, Bai X. "A quality function deployment approach to improve maritime supply chain resilience". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 92, 16-27, 2016.
- [96] Zhalechian M, Tavakkoli-Moghaddam R, Zahiri B, Mohammadi M. "Sustainable design of a closed-loop location-routing-inventory supply chain network under mixed uncertainty". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 89, 182-214, 2016.
- [97] Hallikas J, Karvonen I, Pulkkinen U, Virolainen VM, Tuominen M. "Risk management processes in supplier networks". *International Journal of Production Economics*, 90(1), 47-58, 2004.
- [98] Ngai EW, Wat FKT. "Fuzzy decision support system for risk analysis in e-commerce development". *Decision Support Systems*, 40(2), 235-255, 2005.
- [99] Ritchie B, Brindley C. "An emergent framework for supply chain risk management and performance measurement". *Journal of The Operational Research Society*, 58(11), 1398-1411, 2007.
- [100] Ellegaard C. "Supply risk management in a small company perspective". *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6), 425-434, 2008.
- [101] SCRLC. Supply Chain Risk Leadership Council. "Supply Chain Risk Management: A Compilation of Best Practices". Unpublished document. Online [http://www.scrclc.com/articles/Supply\\_Chain\\_Risk\\_Management\\_A\\_Compilation\\_of\\_Best\\_Practices\\_final](http://www.scrclc.com/articles/Supply_Chain_Risk_Management_A_Compilation_of_Best_Practices_final) [1].pdf (03.09.2017).
- [102] Salkın SC. Geleneksel ve E-Ticaret Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Sistem Dinamiği Yaklaşımıyla Modellenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2014.
- [103] Diehl D, Spinler S. "Defining a common ground for supply chain risk management-a case study in the fast-moving consumer goods industry". *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(4), 311-327, 2013.
- [104] Kern D, Moser R, Hartmann E, Moder M. "Supply risk management: model development and empirical analysis". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 42(1), 60-82, 2012.
- [105] ISO. International Standards Organisation. "Risk Management Vocabulary". <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en> (05.09.2017).
- [106] Jüttner U, Ziegenbein A. *Supply Chain Risk Management for Small and Medium-Sized Businesses*. Editors: Zsidisin GA. and Ritchie B. Supply Chain Risk, 199-217, Springer, USA, 2009.
- [107] Güven B. Arz Zinciri Risklerinin Yönetiminde Enformasyon Teknolojilerinin Kullanımı. Doktora Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [108] Balıkcı Y. *İşletmelerde Risk Yönetimi*, 1. Baskı, İstanbul, Türkiye, Cinius Yayınları, 2009.
- [109] Kaba N. Lojistik İşletmesinde Risk Odaklı Bir Yönetim. Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [110] Tsai MC, Liao CH, Han CS. "Risk perception on logistics outsourcing of retail chains: Model development and empirical verification in Taiwan". *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6), 415-424, 2008.
- [111] Blös MF, Quaddus M, Wee HM, Watanabe K. "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, 2009.
- [112] Prostean G, Badea A, Vasar C, Octavian P. "Risk variables in wind power supply chain". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 124-132, 2014.
- [113] Adhitya A, Srinivasan R, Karimi IA. "Supply chain risk identification using a hazop based approach". *AIChE Journal*, 55(6), 1447-1463, 2009.
- [114] Neiger D, Rotaru K, Churilov L. "Supply chain risk identification with value-focused process engineering". *Journal of Operations Management*, 27(2), 154-168, 2009.
- [115] Kayis B, Karningsih PD. "SCRIS: A knowledge-based system tool for assisting manufacturing organizations in identifying supply chain risks". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(7), 834-852, 2012.
- [116] Luthra S, Haleem A. "Hurdles in implementing sustainable supply chain management: An analysis of indian automobile sector". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 189, 175-183, 2015.
- [117] Wu HH, Chang SY. "A case study of using DEMATEL method to identify critical factors in green supply chain management". *Applied Mathematics and Computation*, 256, 394-403, 2015.
- [118] Wang Z, Mathiyazhagan K, Xu L, Diabat A. "A decision making trial and evaluation laboratory approach to analyze the barriers to green supply chain management adoption in a food packaging company". *Journal of Cleaner Production*, 117, 19-28, 2016.
- [119] Wu KJ, Liao CJ, Tseng ML, Lim MK, Hu J, Tan K. "Toward sustainability: using big data to explore the decisive attributes of supply chain risks and uncertainties". *Journal of Cleaner Production*, 142, 663-676, 2016.

- [120] Regester M, Larkin J. Risk Issues and Crisis Management, Public Relations: A Casebook of Best Practice. 1<sup>th</sup> ed. New York, USA, Kogan Page Publishers, 2008.
- [121] Niknejad A, Petrovic D. "A fuzzy dynamic inoperability input-output model for strategic risk management in global production networks". *International Journal of Production Economics*, 179, 44-58, 2016.
- [122] Lockamy III A, McCormack K. "Analysing risks in supply networks to facilitate outsourcing decisions". *International Journal of Production Research*, 48(2), 593-611, 2010.
- [123] Wu DD, Zhang Y, Wu D, Olson DL. "Fuzzy multi-objective programming for supplier selection and risk modeling: a possibility approach". *European Journal of Operational Research*, 200(3), 774-787, 2010.
- [124] Chen PS, Wu MT. "A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems the supply chain risk environment: A case study". *Computers and Industrial Engineering*, 66(4), 634-642, 2013.
- [125] Kull TJ, Closs D. "The risk of second-tier supplier failures in serial supply chains: implications for order policies and distributor autonomy". *European Journal of Operational Research*, 186(3), 1158-1174, 2008.
- [126] Iakovou E, Vlachos D, Xanthopoulos A. "A stochastic inventory management model for a dual sourcing supply chain with disruptions". *International Journal of Systems Science*, 41(3), 315-324, 2010.
- [127] Chan FT, Kumar N. "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach". *Omega*, 35(4), 417-431, 2007.
- [128] Talluri S, Narasimhan R. "Vendor evaluation with performance variability: A max-min approach". *European Journal of Operational Research*, 146(3), 543-552, 2003.
- [129] Talluri S, Narasimhan R, Nair A. "Vendor performance with supply risk: A chance-constrained DEA approach". *International Journal of Production Economics*, 100(2), 212-222, 2006.
- [130] Hashemi SH, Karimi A, Tavana M. "An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved grey relational analysis". *International Journal of Production Economics*, 159, 178-191, 2015.
- [131] Wu D, Olson DL. "Supply chain risk, simulation, and vendor selection". *International Journal of Production Economics*, 114(2), 646-655, 2008.
- [132] Azadeh A, Alem SM. "A flexible deterministic, stochastic and fuzzy data envelopment analysis approach for supply chain risk and vendor selection problem: simulation analysis". *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7438-7448, 2010.
- [133] Wang X, Chan HK, Yee RW, Diaz-Rainey I. "A Two-stage fuzzy-AHP model for risk assessment of implementing green initiatives in the fashion supply chain". *International Journal of Production Economics*, 135(2), 595-606, 2012.
- [134] Amoo Durowoju O, Kai Chan H, Wang X. "Entropy assessment of supply chain disruption". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(8), 998-1014, 2012.
- [135] Brun A, Caridi M, Salama KF, Ravelli I. "Value and risk assessment of supply chain management improvement projects". *International Journal of Production Economics*, 99(1), 186-201, 2006.
- [136] Wu T, Blackhurst J, O'Grady P. "Methodology for supply chain disruption analysis". *International Journal of Production Research*, 45(7), 1665-1682, 2007.
- [137] Khilwani N, Tiwari MK, Sabuncuoglu I. "Hybrid petri-nets for modelling and performance evaluation of supply chains". *International Journal of Production Research*, 49(15), 4627-4656, 2011.
- [138] Badea A, Prostean G, Goncalves G, Allaoui H. "Assessing risk factors in collaborative supply chain with the analytic hierarchy process (AHP)". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, 114-123, 2014.
- [139] Aqlan F, Lam SS. "A fuzzy-based integrated framework for supply chain risk assessment". *International Journal of Production Economics*, 161, 54-63, 2015.
- [140] Mangla SK, Kumar P, Barua MK. "Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study". *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390, 2015.
- [141] Aqlan F. "A software application for rapid risk assessment in integrated supply chains". *Expert Systems with Applications*, 43, 109-116, 2016.
- [142] Hussain M, Awasthi A, Tiwari MK. "Interpretive structural modeling-analytic network process integrated framework for evaluating sustainable supply chain management alternatives". *Applied Mathematical Modelling*, 40(5), 3671-3687, 2016.
- [143] Cendrowski H, Mair WC. *Enterprise Risk Management and COSO: A Guide for Directors, Executives and Practitioners*, 1<sup>th</sup> ed. New York, USA, John Wiley and Sons, 2009.
- [144] Sheffi Y. "Supply chain management under the threat of international terrorism". *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 1-11, 2001.
- [145] Tang CS. "Robust strategies for mitigating supply chain disruptions". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33-45, 2006b.
- [146] Xia D, Chen B. "A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain". *Expert Systems with Applications*, 38(5), 4957-4966, 2011.
- [147] Fang J, Zhao L, Fransoo JC, Van Woensel T. "Sourcing strategies in supply risk management: an approximate dynamic programming approach". *Computers and Operations Research*, 40(5), 1371-1382, 2013.
- [148] Keren B. "The single-period inventory problem: extension to random yield from the perspective of the supply chain". *Omega*, 37(4), 801-810, 2009.
- [149] Haleh H, Hamidi A. "A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon". *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9076-9083, 2011.
- [150] Giri BC. "Managing inventory with two suppliers under yield uncertainty and risk aversion". *International Journal of Production Economics*, 133(1), 80-85, 2011.
- [151] Nakashima K, Gupta SM. "A study on the risk management of multi kanban system in a closed loop supply chain". *International Journal of Production Economics*, 139(1), 65-68, 2012.
- [152] Gümüş M, Ray S, Gurnani H. "Supply-side story: Risks, guarantees, competition, and information asymmetry". *Management Science*, 58(9), 1694-1714, 2012.

- [153] Sawik T. "Integrated selection of suppliers and scheduling of customer orders in the presence of supply chain disruption risks". *International Journal of Production Research*, 51(23-24), 7006-7022, 2013a.
- [154] Sawik T. "Selection of resilient supply portfolio under disruption risks". *Omega*, 41(2), 259-269, 2013b.
- [155] Meena PL, Sarmah SP. "Multiple sourcing under supplier failure risk and quantity discount: A genetic algorithm approach". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 50, 84-97, 2013.
- [156] Wu D, Wu DD, Zhang Y, Olson DL. "Supply chain outsourcing risk using an integrated stochastic-fuzzy optimization approach". *Information Sciences*, 235, 242-258, 2013.
- [157] Shakourloo A, Kazemi A, Javad MOM. "A new model for more effective supplier selection and remanufacturing process in a closed-loop supply chain". *Applied Mathematical Modelling*, 40(23), 9914-9931, 2016.
- [158] Biçer I, Hagspiel V. "Valuing quantity flexibility under supply chain disintermediation risk". *International Journal of Production Economics*, 180, 1-15, 2016.
- [159] Tapiero CS. "Consumers risk and quality control in a collaborative supply chain". *European Journal of Operational Research*, 182(2), 683-694, 2007.
- [160] Talluri S, Narasimhan R, Chung W. "Manufacturer cooperation in supplier development under risk". *European Journal of Operational Research*, 207(1), 165-173, 2010.
- [161] Schmitt AJ. "Strategies for customer service level protection under multi-echelon supply chain disruption risk". *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(8), 1266-1283, 2011.
- [162] Wakolbinger T, Cruz JM. "Supply chain disruption risk management through strategic information acquisition and sharing and risk-sharing contracts". *International Journal of Production Research*, 49(13), 4063-4084, 2011.
- [163] Son JY, Orchard RK. "Effectiveness of policies for mitigating supply disruptions". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 43(8), 684-706, 2013.
- [164] Clemons R, Slotnick SA. "The effect of supply-chain disruption, quality and knowledge transfer on firm strategy". *International Journal of Production Economics*, 178, 169-186, 2016.
- [165] Hishamuddin H, Sarker RA, Essam D. "A recovery model for a two-echelon serial supply chain with consideration of transportation disruption". *Computers and Industrial Engineering*, 64(2), 552-561, 2013.
- [166] Qi L, Lee K. "Supply chain risk mitigations with expedited shipping". *Omega*, 57, 98-113, 2015.
- [167] Sawik T. "Integrated supply chain scheduling under multi-level disruptions". *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1515-1520, 2015.
- [168] Sawik T. "Integrated supply, production and distribution scheduling under disruption risks". *Omega*, 62, 131-144, 2016.
- [169] Zhao R, Liu Y, Zhang N, Huang T. "An optimization model for green supply chain management by using a big data analytic approach". *Journal of Cleaner Production*, 142, 1085-1097, 2016.
- [170] Du TCT, Lee HM, Chen A. "Constructing federated databases in coordinated supply chains". *Decision Support Systems*, 36(1), 49-64, 2003.
- [171] Le HQ, Arch-Int S, Nguyen HX, Arch-Int N. "Association rule hiding in risk management for retail supply chain collaboration". *Computers in Industry*, 64(7), 776-784, 2013.
- [172] Cantor DE, Blackhurst J, Pan M, Crum M. "Examining the role of stakeholder pressure and knowledge management on supply chain risk and demand responsiveness". *The International Journal of Logistics Management*, 25(1), 202-223, 2014.
- [173] Wolden M, Valverde R, Talla M. "The effectiveness of cobit 5 information security framework for reducing cyber attacks on supply chain management system". *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1846-1852, 2015.
- [174] Braunscheidel MJ, Suresh NC. "The organizational antecedents of a firm's supply chain agility for risk mitigation and response". *Journal of Operations Management*, 27(2), 119-140, 2009.
- [175] Bakshi N, Kleindorfer P. "Competition and investment for supply chain resilience". *Production and Operations Management*, 18(6), 583-603, 2009.
- [176] Cruz JM. "Mitigating global supply chain risks through corporate social responsibility". *International Journal of Production Research*, 51(13), 3995-4010, 2013.
- [177] Abolghasemi M, Khodakarami V, Tehranifard H. "A new approach for supply chain risk management: Mapping SCOR into bayesian network". *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 280-302, 2015.
- [178] Cruz JM, Nagurney A, Wakolbinger T. "Financial engineering of the integration of global supply chain networks and social networks with risk management". *Naval Research Logistics*, 53(7), 674-696, 2006.
- [179] Oehmen J, Ziegenbein A, Alard R, Schönsleben P. "System-oriented supply chain risk management". *Production Planning and Control*, 20(4), 343-361, 2009.
- [180] Pujawan IN, Geraldin LH. "House of risk: A model for proactive supply chain risk management". *Business Process Management Journal*, 15(6), 953-967, 2009.
- [181] Hahn GJ, Kuhn H. "Designing decision support systems for value-based management: A survey and an architecture". *Decision Support Systems*, 53(3), 591-598, 2012b.
- [182] Qu SJ, Goh M, De Souza R, Wang TN. "Proximal point algorithms for convex multi-criteria optimization with applications to supply chain risk management". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 163(3), 949-956, 2014.
- [183] Liu L, Li S, Wu Y. "Supply chain risk management in chinese chemical industry based on stochastic chance-constrained programming model". *Applied Mathematics and Information Sciences*, 8(3), 1201-1206, 2014.
- [184] Ge H, Nolan J, Gray R, Goetz S, Han Y. "Supply chain complexity and risk mitigation-a hybrid optimization-simulation model". *International Journal of Production Economics*, 179, 228-238, 2016.
- [185] Karabay G. Tekstil Sektöründe Tedarik Zinciri Uygulamalarının Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2006.

- [186] Zhang K, Chai Y, Yang SX, Weng D. "Pre-warning analysis and application in traceability systems for food production supply chains". *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2500-2507, 2011.
- [187] Aung MM, Chang YS. "Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain". *Food Control*, 40, 198-207, 2014.
- [188] Kim K, Kim H, Kim SK, Jung JY. "I-RM: An intelligent risk management framework for context-aware ubiquitous cold chain logistics". *Expert Systems with Applications*, 46, 463-473, 2016.
- [189] Fan Y, Heilig L, Voß S. *Supply Chain Risk Management in the Era of Big Data*. Editor: Marcus A. Design, User Experience, and Usability: Design Discourse. DUXU 2015. Lecture Notes in Computer Science, 9186. Switzerland, Springer, Cham, 2015.
- [190] Badurdeen F, Shuaib M, Wijekoon K, Brown A, Faulkner W, Amundson J. "Quantitative modeling and analysis of supply chain risks using bayesian theory". *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 631-654, 2014.
- [191] Fazli S, Mavi RK, Vosooghidizaji M. "Crude oil supply chain risk management with DEMATEL-ANP". *Operational Research*, 15(3), 453-480, 2015.
- [192] Suharjito M, Marimin M. "DSS for agricultural products supply chain risk balancing using stakeholder dialogues and fuzzy nonlinear regression". *International Journal of Hybrid Information Technology*, 8(1), 11-26, 2015.
- [193] Diabat A, Govindan K, Panicker VV. "Supply chain risk management and its mitigation in a food industry". *International Journal of Production Research*, 50(11), 3039-3050, 2012.
- [194] Muchfiroodin M, Guritno AD, Yulianto H. "Supply chain risk management on tobacco commodity in temanggung, central java (Case Study at Farmers and Middlemen Level)". *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 235-240, 2015.
- [195] Sherwin MD, Medal H, Lapp SA. "Proactive Cost-effective identification and mitigation of supply delay risks in a low volume high value supply chain using fault-tree analysis". *International Journal of Production Economics*, 175, 153-163, 2016.
- [196] Speier C, Whipple JM, Closs DJ, Voss MD. "Global supply chain design considerations: Mitigating product safety and security risks". *Journal of Operations Management*, 29(7), 721-736, 2011.
- [197] Aqlan F, Ali EM. "Integrating lean principles and fuzzy bow-tie analysis for risk assessment in chemical industry". *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, 29, 39-48, 2014.
- [198] Li C, Ren J, Wang H. "A System dynamics simulation model of chemical supply chain transportation risk management systems". *Computers and Chemical Engineering*, 89, 71-83, 2016.
- [199] Kleindorfer PR, Saad GH. "Managing disruption risks in supply chains". *Production and Operations Management*, 14(1), 53-68, 2005.
- [200] Ohmori S, Yoshimoto K. "A framework of managing supply chain disruption risks using network reliability". *Industrial Engineering and Management Systems*, 12(2), 103-111, 2013.
- [201] Elleuch H, Hachicha W, Chabchoub H. "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, 2014.
- [202] Anggrahini D, Karningsih PD, Sulistiyono M. "Managing quality risk in a frozen shrimp supply chain: a case study". *Procedia Manufacturing*, 4, 252-260, 2015.
- [203] Norlaile SH, Abu Bakar AH. "Supply chain risk management in automotive small and medium enterprises in Malaysia". *Applied Mechanics and Materials*, 773, 799-803, 2015.
- [204] Kırılmaz O, Erol S. "A Proactive approach to supply chain risk management: shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks". *Journal of Purchasing and Supply Management*, 23(1), 54-65, 2016.
- [205] Baghalian A, Rezapour S, Farahani RZ. "Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case". *European Journal of Operational Research*, 227(1), 199-215, 2013.
- [206] Poojari CA, Lucas C, Mitra G. "Robust solutions and risk measures for a supply chain planning problem under uncertainty". *Journal of the Operational Research Society*, 59(1), 2-12, 2008.
- [207] Georgiadis MC, Tsiakis P, Longinidis P, Sofioglou MK. "Optimal design of supply chain networks under uncertain transient demand variations". *Omega*, 39(3), 254-272, 2011.
- [208] Azaron A, Brown KN, Tarim SA, Modarres M. "A multi-objective stochastic programming approach for supply chain design considering risk". *International Journal of Production Economics*, 116(1), 129-138, 2008.
- [209] Qiang P, Nagurney A. "A Bi-criteria Indicator to assess supply chain network performance for critical needs under capacity and demand disruptions". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(5), 801-812, 2012.
- [210] Azad N, Davoudpour H. "Designing a stochastic distribution network model under risk". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64(1-4), 23-40, 2013.
- [211] Saaty TL, Ozdemir MS. "Why the magic number seven plus or minus two". *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3), 233-244, 2003.
- [212] Rangone A. "An analytic hierarchy process framework for comparing the overall performance of manufacturing departments". *International Journal of Operation and Production Management*, 16 (8), 104-119, 1996.
- [213] Deshmukh A, Millet I. "Analytic hierarchy process approach to assessing the risk of management fraud". *The Journal of Applied Business Research*, 15 (1), 87-102, 1999.
- [214] Bluvband Z, Grabov P. "Failure Analysis of FMEA". IEEE 2009 Annual Reliability and Maintainability Symposium, 344-347, Fort Worth, TX, USA, 16-19 January 2009.
- [215] Pillay A, Wang J. *Technology and Safety of Marine Systems*, Editors: Bhattacharyya R, McCormick ME, 2<sup>nd</sup> ed. Elsevier Ocean Engineering Book Series, UK, Oxford, 2003.



- [216] Xiao N, Huang HZ, Li Y, He L, Jin T. "Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA". *Engineering Failure Analysis*, 18(4), 1162-1170, 2011.
- [217] Chen JK. "Utility Priority Number Evaluation for FMEA". *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 7(5), 321-328, 2007.
- [218] Wang YM, Chin KS, Poon GKK, Yang JB. "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean". *Expert Systems With Applications*, 36(2), 1195-1207, 2009
- [219] Erdal H. "Makine öğrenmesi yöntemlerinin inşaat sektörüne katkısı: Basınç dayanımı tahminlemesi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(3), 109-114, 2015.
- [220] Yapraklı TŞ, Erdal H. "Firma başarısızlığı tahminlemesi: makine öğrenmesine dayalı bir uygulama". *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 9(1), 21-31, 2016.