

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİNE ETKİSİNDE DİRENÇ
YETENEKLERİNİN ARACI ROLÜ: TÜRKİYE’NİN 500 SANAYİ KURULUŞU (ISO 500)
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

DOKTORA TEZİ

Seda GENCAN

MAYIS-2025

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİNE ETKİSİNDE DİRENÇ
YETENEKLERİNİN ARACI ROLÜ: TÜRKİYE’NİN 500 SANAYİ KURULUŞU (ISO 500)
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

DOKTORA TEZİ

Seda GENCAN

Tez Danışman: Prof. Dr. Birdoğan BAKİ

MAYIS-2025

TRABZON

ONAY

Seda GENCAN tarafından hazırlanan “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direncine Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Rolü: Türkiye’nin 500 Sanayi Kuruluşu (ISO 500) Üzerine Bir Araştırma” adlı bu Çalışma 20.05.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği / oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı’nda **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi		Karar		İmza
Unvanı - Adı ve Soyadı	Görevi	Kabul	Ret	
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ	Başkan	☐	☐	
Prof. Dr. Birdoğan BAKİ	Danışman	☐	☐	
Prof. Dr. Hüseyin Sabri KURTULDU	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Hasan BÜLBÜL	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Vural ÇAĞLIYAN	Üye	☐	☐	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Prof. Dr. Haydar AKYAZI
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ - Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu Çalışmada yararlanılan kaynakların tümüne eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Seda GENCAN

12.05.2025

ÖNSÖZ

Günümüzde giderek artan küreselleşme ile tedarik zincirleri geniş alanlara yayılmakta, tedarik zincirlerinin büyüklüğü ve karmaşıklığı giderek artmaktadır. Bunun bir sonucu olarak tedarik zincirleri çok sayıda riske maruz kalmakta ve tedarik zincirlerinin kırılganlığı artmaktadır. Tedarik zincirlerinin maruz kaldığı risklerin bir sonucu olarak ortaya çıkan sel, yangın, deprem ve pandemi gibi felaketler veya ekonomik kriz gibi olağanüstü durumlar; tedarik zincirinde ciddi bozulmalara neden olmakta ve tedarik zincirinde önemli operasyonel ve finansal kayıplara yol açmaktadır. Bu bozulmalardan sonra bazı tedarik zincirlerinin iyileşmesi zor olabilir, uzun sürebilir hatta şirketlerin faaliyetlerini sonlandırmasına neden olabilir. Bu nedenle şirketlerde tedarik zinciri direncinin önemi artmış ve yöneticiler tedarik zinciri direncini geliştirecek çözüm arayışlarına girmiştir. Günümüzde tedarik zinciri direncini artıracak önerilen en önemli ve faydalı çözümlerden biri tedarik zincirinin dijitalleşmesidir.

Bu çalışmada, tedarik zincirinde kullanılan dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi ve direnç yeteneklerinin bu etkideki aracı rolü araştırılmıştır. Bu doğrultuda dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri direnç yetenekleri olmak üzere üç temel değişkeni içeren ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ oluşturulmuş ve test edilmiştir. Belirlenen değişkenler arasındaki etkileşimin ISO 500 şirketlerinin tedarik zinciri direncinin artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Doktora sürecinde bilgi ve tecrübeleri ile akademik temelimi oluşturan, beni sürekli destekleyen ve yönlendiren, birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli danışman hocam saygıdeğer Prof. Dr. Birdoğan BAKİ’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez süreçlerimde sağladıkları değerli destek ve katkılarından dolayı kıymetli hocalarım Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ’a, Prof. Dr. İlker Murat AR’a, Prof. Dr. Vural ÇAĞLIYAN’a ve Prof. Dr. Hasan BÜLBÜL’e tezime teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2025

Seda GENCAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	IX
ABSTRACT	X
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIV
GİRİŞ	1-3

BİRİNCİ BÖLÜM

1. TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİ	4-21
1.1. Tedarik Zinciri Riski	4
1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi	6
1.3. Tedarik Zinciri Risk Türleri	7
1.3.1. Operasyonel Riskler.....	8
1.3.2. Bozulma Riskleri	9
1.4. Bozulmaların Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkisi.....	11
1.5. Tedarik Zincirinin Bozulmalara Tepkisi	12
1.6. Tedarik Zinciri Direncinin Tanımı ve Açıklaması	14
1.7. Tedarik Zinciri Direnç Aşamaları	19
1.8. Tedarik Zinciri Direncini İyileştirmeye Yönelik Risk Azaltma Stratejileri.....	20

İKİNCİ BÖLÜM

2. TEDARİK ZİNCİRİ DİRENÇ YETENEKLERİ	22-29
2.1. Tedarik Zinciri Görünürlüğü.....	23
2.2. Tedarik Zinciri İş Birliği	24
2.3. Tedarik Zinciri Esnekliği	25
2.4. Tedarik Zinciri Yedekleri.....	27
2.5. Tedarik Zinciri Çevikliği.....	28

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TEDARİK ZİNCİRİNİN DİJİTALLEŞMESİ.....	30-47
3.1. Dijitalleşme	30
3.2. Dijital Tedarik Zinciri	31
3.3. Tedarik Zinciri Direncini Destekleyen Dijital Teknolojiler.....	34
3.3.1. Büyük Veri Analitiği.....	36
3.3.2. Nesnelerin İnterneti.....	37
3.3.3. Yapay Zekâ ve Dijital İkiz.....	39
3.3.4. Blozincir Teknolojisi	41
3.3.5. Bulut Bilişim.....	42
3.3.6. Siber Fiziksel Sistemler	43
3.3.7. Eklemeli Üretim	45

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. LİTERATÜR İNCELEMESİ VE ARAŞTIRMANIN METODOLOJİ.....	48-85
4.1. Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direncine İlişkin Literatür İncelemesi.....	48
4.2. Araştırmanın Kavramsal Modeli ve Metodolojisi	59
4.2.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	59
4.2.2. Araştırmanın Kavramsal Modeli.....	61
4.2.3. Araştırma Hipotezleri.....	62
4.2.4. Araştırma Hipotezlerinin Geliştirilmesi.....	63
4.2.4.1. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnci İlişkisi	67
4.2.4.2. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Arasındaki İlişkiler.....	70
4.2.4.3. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri ile Tedarik Zinciri Direnci Arasındaki İlişkiler.....	70
4.2.4.4. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnci İlişkisinde Tedarik Zinciri Direnç Yeteneklerinin Aracı Rolü	71
4.2.5. Araştırmanın Metodolojisi	72
4.2.5.1. Veri Toplama Yönteminin Belirlenmesi.....	73
4.2.5.2. Veri Toplama Aracının Hazırlanması.....	74
4.2.5.2.1. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi	75
4.2.5.2.1.1. Ölçek Uyarlama Süreci	80
4.2.5.2.1.2. Ölçek Geliştirme Süreci	81
4.2.5.2.2. Anket Formunun Tasarımı	82
4.2.5.3. Örnek Seçimi ve Büyüklüğünün Belirlenmesi	82
4.2.5.4. Anket Formunun İletilmesi.....	84
4.2.5.5. Cevap Veren İşletmelerin Örneği Temsil Yeteneği.....	84

4.2.5.6. Test İstatistiklerinin Belirlenmesi	84
4.2.5.7. Verilerin Düzenlenmesi	85

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ VE BULGULAR	86-126
5.1. Araştırmaya Katılan Şirketlere Ait Tanıtıcı Bilgiler	86
5.2. Veri Toplama Aracının Güvenirliliği ve Geçerliliği	88
5.2.1. Veri Toplama Aracının Güvenirliliği	88
5.2.2. Veri Toplama Aracının İçerik ve Yapı Geçerliliği	93
5.2.2.1. Veri Toplama Aracının İçerik Geçerliliği	93
5.2.2.2. Veri Toplama Aracının Yapı Geçerliliği	93
5.2.2.2.1. Faktör Analizi.....	94
5.2.2.2.1.1. Çalışmada Kullanılan Ölçeklerin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları	96
5.2.3. Çalışmada Kullanılan Ölçeklere Yönelik Değerlendirmeler	99
5.2.4. Araştırmanın Kavramsal Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli.....	105
5.2.4.1. Yapısal Eşitlik Modeli	105
5.2.4.2. Araştırma Ölçeklerinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları	106
5.2.4.2.1. Dijital Teknoloji Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi	107
5.2.4.2.2. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	108
5.2.4.2.3. Tedarik Zinciri Direnç Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	110
5.2.4.3. Araştırmanın İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları	111
5.2.4.3.1. Dijital Teknoloji Ölçeğinin İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi	111
5.2.4.3.2. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	114
5.2.4.4. Araştırmanın Kavramsal Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları.....	118
5.2.4.4.1. Aracısız Araştırma Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları.....	119
5.2.4.4.2. Aracılı Araştırma Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları.....	121
5.2.5. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi.....	125

SONUÇ ve ÖNERİLER.....	127
KAYNAKÇA	136
EKLER.....	159
ÖZGEÇMİŞ.....	169



ÖZET

Tedarik zincirlerinin küreselleşmesi, ülkeler arasındaki sınırların aşılması ve tedarik zincirlerinin artan sayıda risklere maruz kalması, tedarik zincirlerini bozulmalara açık ve daha kırılgan hale getirmiştir. Son yıllarda meydana gelen COVID-19 pandemisi bunun bir örneğidir. Pandemi tedarik zincirlerinde ciddi bozulmalara neden olmuş ve tedarik zincirlerinin direncini sınamıştır. Bu durum, şirketleri meydana gelen bozulmalarla başa çıkabilmek için tedarik zinciri direncini artıracak teknolojik çözümler bulmaya yöneltmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinin incelenmesi ve direnç yeteneklerinin bu etkideki aracı rolünün belirlenmesidir. Bu amaçla çalışmanın ilk aşamasında literatüre dayalı olarak tedarik zincirlerinin dijitalleşmesini mümkün kılan dört temel teknoloji ve tedarik zincirinin bozulmalarla başa çıkmasını sağlayan beş temel direnç yeteneği belirlenmiştir. İkinci aşamada dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkileri içeren ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada önerilen modelin test edilebilmesi için Türkiye’nin en büyük 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (ISO 500)’nun tedarik zinciri yöneticilerinden ve uzmanlarından anket formu ile veriler toplanmıştır. Dördüncü ve son aşamada önerilen modelde yer alan ilişkilerin belirlenmesi için çalışmaya katılan 151 kuruluştan elde edilen veriler, Yapısal Eşitlik Modeli kullanılarak analiz edilmiştir.

Analiz sonucunda, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin bu etkiye aracılık ettiği belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, önerilen ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ni desteklemektedir.

Çalışma bulgularının; dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç potansiyellerini analiz edebilmeleri için araştırmacılara ve doğru dijital yatırım kararları almaları için tedarik zinciri yöneticilerine rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Tedarik zinciri direnci, dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri.

ABSTRACT

The globalisation of supply chains, the crossing of borders between countries and the increasing exposure of supply chains to risk have made supply chains more vulnerable to disruption and more fragile. The COVID-19 pandemic in recent years is an example of this. The pandemic has caused serious disruptions in supply chains and tested the resilience of supply chains. This situation has led companies to look for technological solutions to increase supply chain resilience in order to cope with the disruptions.

The aim of this thesis is to examine the impact of digital technologies on supply chain resilience and to determine the mediating role of resilience capabilities in this effect. To this purpose, in the first phase of the study, four key technologies that enable the digitalisation of supply chains and five main resilience capabilities that enable the supply chain to cope with disruptions were identified based on the literature. In the second stage, 'The Mediating Effect Model of Resilience Capabilities on the Impact of Digital Technologies on Supply Chain Resilience' was developed, which includes the relationships between digital technologies, supply chain resilience capabilities and supply chain resilience. In the third stage, in order to test the proposed model, data was collected from the supply chain managers and specialists of Türkiye's Top 500 Industrial Enterprises (ISO 500) through a survey form. In the fourth and final stage, the data collected from 151 companies participating in the study were analyzed using structural equation modeling to identify the relationships in the proposed model.

The analysis revealed that digital technologies have a significant effect on supply chain resilience, and supply chain resilience capabilities mediate this effect. The results of the study support the proposed 'The Mediating Effect Model of Resilience Capabilities on the Impact of Digital Technologies on Supply Chain Resilience'.

The findings of the study are believed to guide researchers to analyse the supply chain resilience potential of digital technologies, and supply chain managers to take the right digital investment decisions.

Keywords: Supply chain resilience, digital technologies, supply chain resilience capabilities.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1	Dalga Etkisi ve Kamçı Etkisi.....	10
2	Tedarik Zincirinin Bozulmalara Tepkileri.....	14
3	Literatürdeki Tedarik Zinciri Direnci Tanımları.....	18
4	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri.....	23
5	Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direncine İlişkin Literatür İncelemesi	51
6	Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direnci İlişkisine Yönelik Ampirik Çalışmalar	64
7	Büyük Veri Analitiği Ölçeğinin Değişkenleri	76
8	Nesnelerin İnterneti Ölçeğinin Değişkenleri	76
9	Dijital İkiz Ölçeğinin Değişkenleri.....	77
10	Blokzincir Teknolojisi Ölçeğinin Değişkenleri	77
11	Tedarik Zinciri Görünürlüğü Ölçeğinin Değişkenleri	78
12	Tedarik Zinciri İş birliği Ölçeğinin Değişkenleri	78
13	Tedarik Zinciri Esnekliği Ölçeğinin Değişkenleri.....	79
14	Tedarik Zinciri Yedekleri Ölçeğinin Değişkenleri	79
15	Tedarik Zinciri Çevikliği Ölçeğinin Değişkenleri	79
16	Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinin Değişkenleri	80
17	Araştırmaya Katılan Şirketlerin Faaliyet Süresine Göre Dağılımı	86
18	Araştırmaya Katılan Şirketlerin Çalışan Sayısına Göre Dağılımı	86
19	Katılımcıların Şirketteki Pozisyonlarına Göre Sayısına Göre Dağılımı	87
20	Araştırmaya Katılan Şirketlerin Faaliyet Gösterdiği Sektöre Göre Dağılımı	88
21	Ölçeklerin Güvenirlilik Katsayıları	89
22	Ölçeklerin Güvenirlilik Katsayıları ve Tanımlayıcı İstatistikleri	90
23	Ölçeklerin Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett's Değerleri	96
24	Dijital Teknoloji Ölçeğinin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları.....	97
25	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları.....	98
26	Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları	99
27	Dijital Teknoloji Ölçeği	100
28	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği.....	102
29	Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği	104
30	Model Uyum İndeksleri Sınır Değerleri	106
31	Dijital Teknoloji Uyum Değerleri.....	107

32	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Uyum Değerleri.....	109
33	Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Uyum Değerleri	110
34	Dijital Teknoloji Ölçeği Boyutlar Arası İlişkiler.....	112
35	Dijital Teknoloji Ölçeği Standartlaştırılmış Regresyon Ağırlıkları.....	113
36	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Boyutlar Arası İlişkiler	115
37	Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Standartlaştırılmış Regresyon Ağırlıklar	116
38	Aracısız Modele İlişkin Anlamlılık Değerleri	119
39	Aracısız Modelin Uyum Değerleri Sonuçları	120
40	Aracılı Modele İlişkin Anlamlılık Değerleri	122
41	Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Rolüne İlişkin Sonuçlar.....	122
42	Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline İlişkin Uyum Değerleri.....	124
43	Araştırma Bulguları	125

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1	Belirsizlik Faktörlerinin Sınıflandırılması	4
2	Tedarik Zinciri Risklerinin Sınıflandırılması	7
3	Bozulma Aşamaları	11
4	Tedarik Zinciri Direnci Kavramı	17
5	Tedarik Zinciri Direnç Aşamaları.....	20
6	Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli.....	61
7	Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline İlişkin Hipotezler	63
8	Araştırmanın Metodolojisi.....	73
9	Kullanılan Ölçeklerin Çeviri Süreci	81
10	Birinci Düzey Dijital Teknoloji Path (Yol) Diagramı	108
11	Birinci Düzey Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Path (Yol) Diagramı	110
12	Birinci Düzey Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Path (Yol) Diagramı	111
13	İkinci Düzey Dijital Teknoloji Ölçeği Doğrulayıcı Faktör Analizi Path (Yol) Diagramı	114
14	İkinci Düzey Direnç Yetenekleri Ölçeği Doğrulayıcı Faktör Analizi Path (Yol) Diagram	117
15	Aracı Etki Modeli	118
16	Test Edilen Aracısız Araştırma Modeli	119
17	Dijital Teknolojilerden Tedarik Zinciri Direncine Yönelik Etkiye İlişkin Model (standartlaştırılmış kestirimler).....	120
18	Test Edilen Aracılı Araştırma Modeli	121
19	Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli (standartlaştırılmış kestirimler)	123

KISALTMALAR LİSTESİ

AGFI	: Düzeltilmiş İyilik Uyum İndeksi
CFI	: Karşılaştırmalı Uyum İndeksi
GFI	: İyilik Uyum İndeksi
NFI	: Normlaştırılmış Uyum İndeksi
NNFI	: Normlaştırılmamış Uyum İndeksi
RMSEA	: Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü
χ^2/sd	: Ki-kare uyum testi
YEM	: Yapısal Eşitlik Modeli

GİRİŞ

Tedarik zincirlerinin rekabet avantajını koruması ve sürdürülebilirlik sağlaması için meydana gelebilecek bozulmaları önceden öngörmesi ve bu bozulmalara hazırlıklı olması, bir bozulmanın meydana gelmesi durumunda hızlı yanıt verebilmesi ve iyileşmesi gerekir. Bu ancak dirençli bir tedarik zincirinde mümkündür. Kısa süre önce yaşanan COVID-19 salgını bunu bir kez daha göstermiştir. Salgın döneminde tedarik zincirlerinde yaşanan bozulmalar bazı şirketlerin faaliyetlerinin aksamasına ve hatta durmasına neden olurken bozulmalara hızlı yanıt verebilen şirketler faaliyetlerini sürdürmüştür. Öyle ki bu durumu fırsata dönüştürebilen ve bu sayede büyüme gerçekleştiren şirketler olmuştur. Bu şirketlerin bozulmalarla başa çıkabilmek için kullandıkları en önemli güç dijital teknolojilerdir.

Dijital teknolojiler bir tedarik zincirinde uçtan uca görünürlüğü, tedarik zinciri ortaklarıyla gerçek zamanlı ve sürekli bilgi paylaşımını ve ortaklar arasında yüksek düzeyde iş birliğini sağlayarak meydana gelebilecek bozulmaları tahmin edilmesini, önlem alınmasını, yanıt verilmesini ve hızlı bir şekilde iyileşmeyi mümkün kılar. Böylece meydana gelebilecek bozulmaların tedarik zincirindeki olumsuz sonuçlarını minimize eder. Bu yönüyle dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini artırıcı bir etkisi söz konusudur.

Yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle şirketlerin dijital teknolojilere yatırım kararı almaları zordur. Şirketlerin dijital teknolojilerin maliyetlerini dengeleyebilmesi ve azaltabilmesi için kendisine fayda sağlayacak doğru teknolojiyi belirlemesi çok önemlidir. Bu nedenle şirketlerin dirençli bir tedarik zincirine sahip olabilmek için hangi direnç yeteneğini geliştirmesi gerektiğine karar vermeli ve ihtiyaçları doğrultusunda doğru dijital teknolojiye yatırım yapmalıdır.

Çalışmada dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnci ve direnç yeteneklerini içeren ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ oluşturulmuştur. Bu modelde, dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direncine etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolünün belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada önerilen ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’nde yer alan değişkenlerin birbirlerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından tedarik zinciri direncinin, belirli yetenekler aracılığı ile elde edildiği vurgulanmıştır (Christopher ve Peck, 2004; Hohenstein vd., 2015; Ali vd., 2017; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022). Dolayısıyla dijital teknolojiler, tedarik zincirine ilişkin çeşitli direnç yeteneklerini destekleyerek tedarik zinciri direncinin artmasını sağlayabilir. Bu doğrultuda

literatürde dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkide tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünü ortaya koyan bazı kavramsal çalışmalar (Hosseini vd., 2019; Spieske ve Birkel, 2021; de Farias vd., 2022; Huang vd., 2023; Ning vd., 2023) mevcuttur. Bu alanda yapılan ampirik çalışmalar (Alkhatib ve Momani, 2023; Huang vd., 2023; Ning vd., 2023; Qader vd., 2022) ise farklı dijital teknolojilere ya da farklı direnç yeteneklerine odaklıdır ve kapsamlı bir bakış açısına sahip değildir. Buradan hareketle bu tez çalışmasında tedarik zincirinin dijitalleşmesini sağlayan temel dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişki, tedarik zincirine ait temel direnç yetenekleriyle birlikte kapsamlı ve bütüncül bir şekilde ele alınarak incelenmiştir.

Tedarik zinciri bozulmaları önemli finansal ve operasyonel kayıplara neden olabilir (Forbes ve Wilson, 2018: 472). Ayrıca tedarik zinciri bozulmaları, tedarik zincirinin yapısal tasarımını değiştirebilir ve performansı önemli ölçüde etkileyebilir (Ivanov vd., 2019a: 1). Bu doğrultuda bozulmaları önlemek ya da bozulmaların etkisini hafifletmek için dirençli bir tedarik zinciri oluşturmak zorunluluktur. Dirençli bir tedarik zinciri oluşturmak; riskleri azaltmaya, bozulmalara hazırlıklı olmaya, kararlılığa ve iyileşmeye bağlıdır (Ivanov, 2021: 35).

Dijitalleşme, kuruluşların tedarik zincirlerini ve operasyonel performanslarını iyileştirmek için nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, blokzincir gibi dijital teknolojileri kullanması ve benimsemesidir (Hennelly vd., 2020: 93). Tedarik zincirinde dijital teknolojiler riskleri azaltmak için tedarik zinciri direncine öngörü yeteneği sağlar veya uyarı sinyalleri göndererek bir bozulma durumunda risklerin etkilerini azaltır, ardından gerçek zamanlı izleme ile eş zamanlı ve etkin bilgi akışı yardımıyla durumun hızla ele alınmasını sağlayabilir (Al-Talib vd., 2020: 755). Ayrıca dijital teknolojiler, bozulmaların kapsamı ve ölçeği hakkında gerçek zamanlı bilgi elde etmek, bunların tedarik zincirinde yayılması ve olası iyileşme stratejilerini simüle etmek ve dolayısıyla tedarik zinciri direncini geliştirmek için kullanılabilir (Ivanov vd., 2019c: 842). Kısacası, dijital teknolojiler, tedarik zincirini çeşitli boyutlarda etkileyerek dirençli bir zinciri mümkün kılabilir (Al-Talib vd., 2020: 755). Bu bağlamda önerilen modelde dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direnci iki temel değişken olarak ele alınmış ve dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Tedarik zinciri direnç yetenekleri; tedarik zincirinin bozulmaları öngörmesini ve bunlarla başa çıkmasını sağlayan (Pettit vd., 2010: 6) ve dolayısıyla tedarik zinciri direncine ulaşmayı sağlayacak yeteneklerdir. Tedarik zinciri direnç yetenekleri gerçek bir bozulmayı önleyebilir, bozulmanın etkilerini hafifletebilir veya bozulma sonrası adaptasyonu sağlayabilir (Pettit vd., 2010: 6). Tedarik zinciri direncini oluşturmak için direnç yeteneklerinin sürekli olarak benimsenmesi ve geliştirilmesi gerekir (Han vd. 2020: 4541). Önerilen modelde yer alan diğer bir değişken tedarik zinciri direnç yetenekleridir ve dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direncine olan etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolü araştırılmaktadır.

Araştırma kapsamında, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (İSO 500) yer alan şirketler ele alınmıştır. Çalışma anketi tüm şirketlerin tedarik zinciri yönetici ve uzmanlarına online olarak gönderilmiştir. Anket, 167 gönüllü katılımcıya uygulanmış ve 151 kullanılabılır yanıt elde edilmiştir. Toplanan verilerin kullanılarak önerilen “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli” Yapısal Eşitlik Modeli ile test edilmiştir.

Bu bağlamda yapılan bu tez çalışması, beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde tedarik zinciri riskleri tanıtılmış, bozulma riskleri ve tedarik zincirleri üzerindeki etkileri açıklandıktan sonra tedarik zinciri direnci kavramı detaylandırılarak tedarik zinciri direnç aşamaları anlatılmış ve tedarik zinciri direncini iyileştirmeye yönelik stratejilere yer verilmiştir. İkinci bölümde tedarik zinciri direnci artıran tedarik zinciri direnç yetenekleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde dijitalleşme ve dijital tedarik zinciri kavramları detaylı olarak açıklandıktan sonra tedarik zinciri direncini destekleyen dijital teknolojiler tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direncine ilişkin yapılan literatür incelemesi, araştırmanın kavramsal modeli ve metodolojisi yer almaktadır. Beşinci ve son bölümde araştırma modeli, verilerin analizi ve elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Son olarak, araştırmanın sonuçları ile kısıtlarına yer verilmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

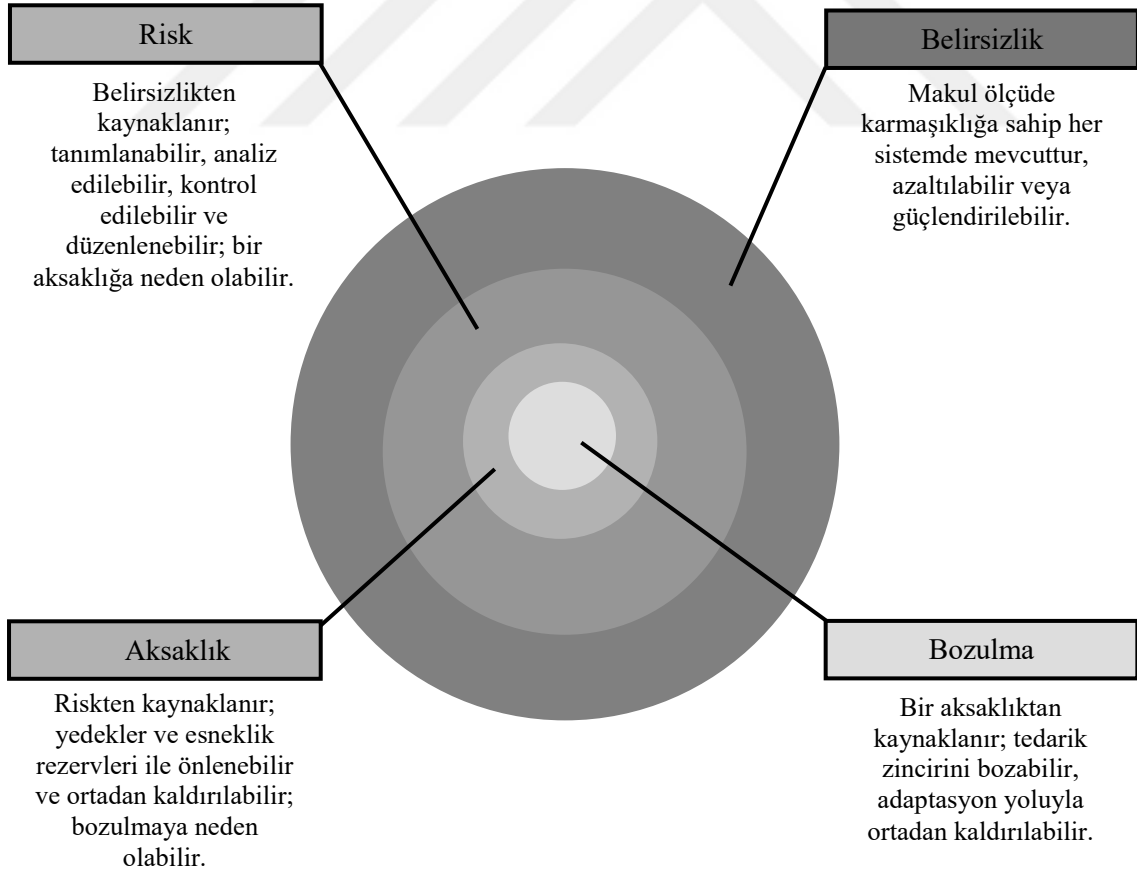
1. TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİ

1.1. Tedarik Zinciri Riski

Risk, tedarik zinciri kırılabilirliği ile ilgili yaygın kullanıma uygun olarak 'risk altında, savunmasız, kaybolması veya zarar görmesi muhtemel' şeklinde tanımlanmaktadır (Christopher ve Peck, 2004: 5). Risk yönetiminde yaygın olan risk tanımlarında risk, daha çok tehlike odaklı yorumlanır ve şu terimlerle ifade edilmektedir (Christopher ve Peck, 2004: 5):

$$\text{Risk} = \text{Olasılık (belirli bir olayın)} \times \text{Şiddet (olumsuz iş etkisi)}$$

Şekil 1: Belirsizlik Faktörlerinin Sınıflandırılması



Risk belirsizlikten kaynaklanır. Belirsizliği analiz ederken genellikle Şekil 1’de görüldüğü gibi dört durumla karşılaşmaktadır: Birincisi belirsizliğin kendisi, ikincisi riskler, üçüncüsü aksaklıklar ve sonuncusu da bozulmalar olup aşda açıklanmıştır (Ivanov, 2018: 20-22).

- *Belirsizlik (uncertainty)*, makul bir karmaşıklık derecesine sahip herhangi bir sistem için bizden bağımsız olarak var olan bir sistem ortamının genel özelliğidir.
- *Riskler (Risks)* tanımlanabilir, analiz edilebilir, kontrol edilebilir ve düzenlenebilir. Belirsizlik faktörlerinden ve çevresel belirsizliğin bir sonucu olarak talep dalgalanması riski gibi riskler ortaya çıkmaktadır.
- *Bir aksaklık (disturbance)* risklerin sonucudur. Amaca yönelik (örneğin hırsızlıklar) veya amaç dışı (örneğin talep dalgalanmaları veya tedarik zincirinin uyarlanmasını gerektirebilecek bazı olayların meydana gelmesi) olabilir. Bu tedarik zincirinde bir bozulmaya neden olabilir ya da olmayabilir (örneğin bir tedarik zinciri aksaklığın üstesinden gelebilecek kadar sağlam ve uyarlanabilir olabilir).
- *Bozulmalar (disruptions)* veya *operasyonel sapmalar (operational deviations)* aksaklıkların sonucudur. Operasyonları, süreçleri, planları, hedefleri veya stratejileri etkileyebilirler. Bozulma durumunda tedarik zincirini ayarlamak için adaptasyon önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Tedarik zinciri riski, ilk tedarikçilerden nihai müşterilere kadar malzemelerin hareketini etkileyebilecek ve malzemelerin planlanan akışını bozabilecek herhangi bir olay olarak ortaya çıkarak malzemelerin akışını bozabilir, teslimatları engelleyebilir, gecikmelere neden olabilir, mallara zarar verebilir veya bir şekilde sorunsuz operasyonları etkileyebilir (Waters, 2011: 7). Ancak bu etkiler hammaddelerin geç teslimatı ve üretimin durması; alternatif nakliye, malzeme veya operasyonlara geçişin zorlaşarak maliyetlerin artması gibi ciddi sonuçlar doğurabilir ve ortakların ticari ilişkilerini yeniden gözden geçirmesine neden olabilir (Waters, 2011: 7).

Tedarik zinciri riski (Supply chain risk); “bir tedarik zincirinin herhangi bir bölümünü olumsuz etkileyen ve operasyonel, taktiksel veya stratejik düzeyde başarısızlıklara veya düzensizliklere yol açan beklenmedik makro ve/veya mikro düzeydeki olayların veya koşulların, olasılığı ve etkisi” olarak tanımlanmaktadır (Ho vd., 2015: 5035). Kısaca tanımlamak gerekirse tedarik zinciri riski, nihai ürünün orjinal tedarikçiden son kullanıcıya teslimine kadar bilgi, malzeme ve ürün akışına ilişkin her türlü risk olarak tanımlanmaktadır (Jüttner vd., 2003: 200). Risk, bir şirket içindeki hatalı süreçlerden ve belirsizliklerden, ağ ortakları arasındaki etkileşimden kaynaklanabilir veya tedarik zinciri sonuçlarını etkileyen daha geniş bir sektör veya çevre düzeyinde olabilir (Gaonkar ve Viswanadham, 2007: 266). Tedarik zinciri riskleri, tedarik zincirinde belirsizliğin bir sonucu olarak ortaya çıkar ve tedarik zinciri bozulmaları ile sonuçlanabilir (Ivanov, 2018: 22).

1.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Tedarik Zinciri Yönetimi “tüketiciler için ürün veya hizmet üretmeyi ve sunmayı amaçlayan bir organizasyon ağı (yani tedarikçiler, üreticiler, lojistik sağlayıcılar, toptancılar/distribütörler, perakendeciler) aracılığıyla malzeme, bilgi ve finansal akışların yönetimi” şeklinde tanımlanmaktadır (Tang, 2006: 453). Tedarik Zinciri Yönetimi çok karmaşık bir işlemdir ve gecikmelerden kaynaklanan küçük rahatsızlıklardan tüm bir zincirin yok olmasına kadar uzanan bir dizi doğal riskle karşı karşıyadır (Waters, 2011: 49).

Riskleri azaltmaya ve dirençli tedarik zincirleri oluşturmaya yönelik araçlar, uygulamalar ve çabalar Tedarik Zinciri Risk Yönetimi kapsamında ele alınmaktadır (Rajesh vd., 2015: 238). Tedarik Zinciri Risk Yönetimi giderek daha önemli hale gelen bir paradigmadır (Ivanov vd. 2014: 2157). Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, kurumsal risk yönetimi, kriz yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi olmak üzere üç alana yayılan çok disiplinli bir uygulamadır (Rajesh vd., 2015: 238).

Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, “karlılığı ve sürekliliği sağlamak için tedarik zinciri ortakları arasında koordinasyon veya iş birliği yoluyla tedarik zinciri risklerinin yönetimi”dir (Tang, 2006: 453). Tedarik Zinciri Risk Yönetimi uygulamaları aşağıdaki adımları içerir (Zsidisin ve Ritchie, 2008: 4-5).

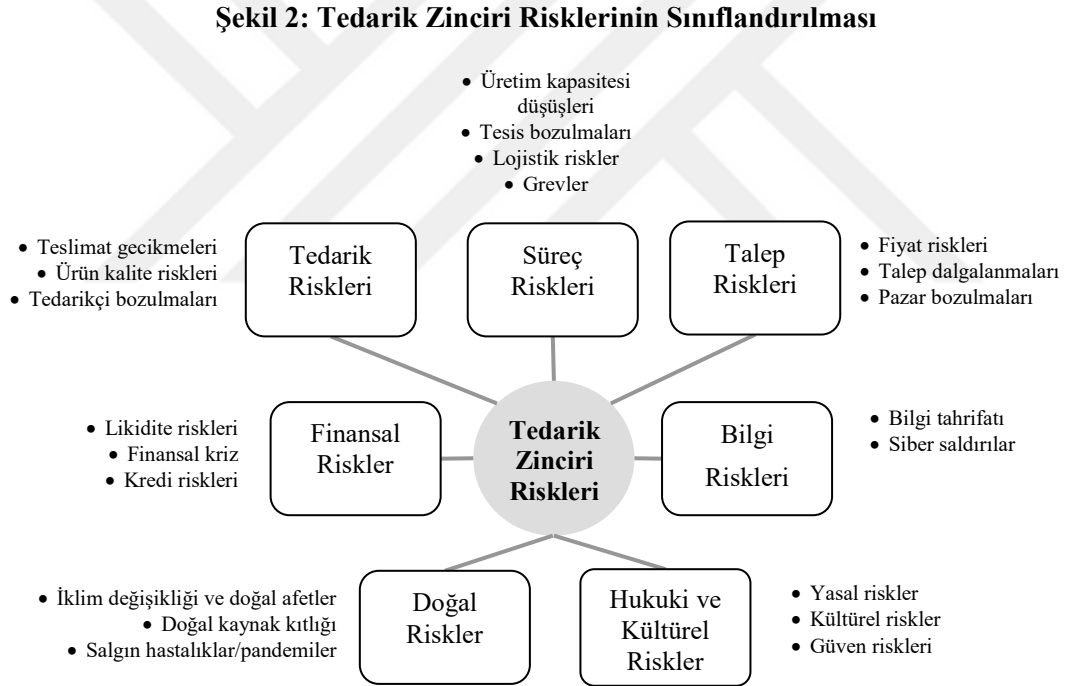
1. *Risk tanımlama ve modelleme*- Risklerin kaynaklarını ve özelliklerini, bunları neyin tetikleyebileceğini ve tedarik zincirinin etkin ve etkili bir şekilde çalışmasıyla ilişkisini içerir.
2. *Risk analizi*-Gerçekleşme olasılığı ve potansiyel sonuçlar açısından değerlendirme ve etki ölçümüdür.
3. *Risk yönetimi*- Alternatif senaryoların ve çözümlerin üretilmesi ve değerlendirilmesi, bunların ilgili değerlerinin analiz edilmesi, çözümlerin seçilmesi ve uygulamanın gerçekleştirilmesidir.
4. *Risk izleme ve değerlendirme*- Çözümlerin izlenmesi, kontrol edilmesi ve yönetilmesi ve bunların iş performansı sonuçları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir.
5. *Bilgi transferini içeren organizasyonel ve kişisel öğrenme*- Derslerin ve deneyimlerin toplanması, ayıklanması, özümzenmesi ve kurum içindeki diğer kişilere ve ilgili tedarik zinciri üyelerine yayılmasıdır.

Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin temeli, tedarik zincirindeki riskleri ortaya çıkmadan önce yönetmek için daha proaktif bir yaklaşım benimsemekte olup tüm potansiyel risklerin önceden tespit edilebilmesini veya tespit edilen olumsuz sonuçların bir kısmını veya tamamını önlemek için yeterince iyi bir çözüm sağlamaz (Zsidisin ve Ritchie, 2008: 5). Özetle, diğer yönetim sistemleri gibi Tedarik Zinciri Risk Yönetimi de bilgi, yetenek, deneyim ve beceri açısından kaliteli yönetime bağlıdır (Zsidisin ve Ritchie, 2008: 5).

Risk kavramıyla yakından ilgili olan *Tedarik Zinciri Kırılabilirliği (Supply Chain Vulnerability)* kavramı: “sapmalara neden olan ve tümü olumsuz etkilere veya sonuçlara neden olan rastgele bozulmaların varlığı” olarak tanımlanmaktadır. (Svensson, 2000: 732). Tedarik zinciri bozulmaları, şirketler için gelir kaybı anlamına gelebilir ve yüksek iyileşme maliyetlerine neden olabilir (Ivanov vd. 2014: 2157-2158). Bu nedenle, Tedarik Zinciri Risk Yönetimi potansiyel risk kaynaklarının belirlenmesine ve tedarik zinciri kırılabilirliğinin önlenmesi veya kontrol altına alınması için uygun eylemlerin gerçekleştirilmesine yardımcı olan kritik bir yetenek olarak kabul edilebilir (Ivanov vd. 2014: 2158).

1.3. Tedarik Zinciri Risk Türleri

Ivanov (2021a) tarafından önerilen tedarik zinciri risklerinin sınıflandırması Şekil 2’de görülmektedir.



Kaynak: Ivanov, 2021a: 9

Tedarik zinciri riskleri tedarik, talep, üretim ve lojistik süreci gibi malzeme akışıyla ilgili farklı alanlardan kaynaklanmaktadır (Ivanov, 2021a: 9). Malzeme akışıyla ilgili risklerin yanı sıra, örneğin siber saldırılar veya finansal krizler nedeniyle finansal akış ve bilgi akışı ile ilgili de riskler ortaya çıkmakta ve tedarik zincirleri iklim değişiklikleri ile kritik kaynakların kıtlığı gibi makro risklere de maruz kalmaktadır (Ivanov, 2021a: 9).

Son olarak sunulan ve literatürde sık rastlanan bir diğer sınıflandırmada tedarik zinciri riskleri genel olarak iki kategoriye ayrılmıştır: operasyonel riskler ve bozulma riskleri (Tang, 2006: 453;

Namdar vd, 2018: 2340; Ivanov, 2018: 28-29; Jabbarzadeh vd., 2018: 5946). Operasyonel riskler ve bozulma riskleri Waters (2011) tarafından yapılan benzer sınıflandırmada iç riskler ve dış riskler; Ho vd. (2015)'nin yaptığı çalışmada ise mikro riskler ve makro riskler olarak adlandırılmıştır.

1.3.1. Operasyonel Riskler

Operasyonel riskler, tüm tedarik zincirinde ortaklar arasındaki ilişkilerden kaynaklanan ve tekrarlanan olayları ifade eder (Namdar vd., 2018: 2340). Operasyonel riskler, tedarik zinciri verilerindeki/bilgilerindeki doğal belirsizliklerden kaynaklanır (Jabbarzadeh vd., 2018: 5946) ve iyileşme süreleri kısadır (Namdar vd., 2018: 2340). Bu riskler, düşük etkili ve yüksek olasılıklı risklerdir (Namdar vd., 2018: 2340). Operasyonel riskler; tedarik riski, üretim riski, talep riski ve altyapı risklerini içerir (Ho vd., 2015: 5035).

Tedarik riski

Tedarik riskleri, tedarik ağındaki belirsizliklerden ve tedarik zincirinin yukarı yönde (tedarikçiye doğru) akış sorunlarından kaynaklanır (Wagner ve Bode, 2008: 310). Tedarik yönlü riskler arasında; hammadde sıkıntısı, tedarikçinin iflası, müşteri ile tedarikçi arasındaki iletişimin başarısız olması, ortaklığın başarısız olması, tedarik edilen malların kalitesinin düşük olması ve tedarikçi kaynaklı gecikmeler (Diabat vd., 2012: 3043), tedarik ağındaki kapasite kısıtlamaları ve teslimat tutarsızlığı yer almaktadır. (Wagner ve Bode, 2008: 311).

Üretim riski

Üretim riski, firmaların kendi içlerinde mal ve hizmet üretme kabiliyetlerini, üretimin kalitesini, zamanlamasını ve kârlılığını etkileyen olumsuz olay veya durumları ifade eder (Wu vd., 2006: 353). Üretim riski, kuruluş içindeki üretim kapasiteleri, süreç kabiliyetleri ve üretim süreçlerinin kalite seviyelerini içeren kaynaklardan doğmaktadır (Ho vd., 2015: 5039-5042). Üretim riskleri arasında kalite riski, teslimat süresi belirsizliği, getiri riski, uygun olmayan ürün tasarımı, kapasite esnekliği ve makine arızaları riskleri yer almaktadır (Ho vd, 2015: 5048).

Talep riski

Talep yönlü riskler, aşağı yönde (tüketicie doğru) akış tedarik zinciri operasyonlarında ortaya çıkan bozulmalardan kaynaklanır (Jüttner, 2005: 122-123). Talep yönlü riskler ürünlerin son müşteriye fiziksel dağıtımında, taşıma operasyonlarında ve dağıtım ağına meydana gelen bozulmaları içerir (Wagner ve Bode, 2008 :310). Talep yönlü riskler, müşterilerin öngörülemeyen taleplerinin neden olduğu belirsizlikten kaynaklanır (Tang, 2006: 453). Burada bozulmalar, gerçek

talep ile şirket tahminleri arasındaki uyumsuzluktan ve zayıf tedarik zinciri koordinasyonundan kaynaklanır (Wagner ve Bode, 2008 :310). Bu tür risklerin sonuçları; ürünlerin eskimesi, stokların tükenmesi ve aşırı stok gibi riskini içerir (Diabat, 2012: 3039).

Altyapı riski

Altyapı riski, bir firmanın tedarik zinciri operasyonlarının işleyişi için kullandığı altyapıdan kaynaklanan bozulmaları içerir (Wagner ve Bode, 2008:311-312). Altyapı riskleri arasında yerel insan merkezli sorunlara (vandalizm, sabotaj, işçi grevleri, endüstriyel kazalar) ek olarak ekipman arızaları, makine arızaları, elektrik veya su tedarikindeki bozulmalar (Chopra ve Sodhi, 2004: 53), bilgi teknolojileri arızaları veya bozulmaları gibi sosyo-teknik kazalar (Spekman ve Davis, 2004: 421) yer almaktadır.

1.3.2. Bozulma Riskleri

Bozulma riskleri, doğal ve insan kaynaklı felaketler (sel, yangın, deprem, grev, terör saldırıları vb.) veya ekonomik krizler (para birimi devalüasyonu veya grevler vb.) gibi büyük olaylardan kaynaklanmaktadır (Tang, 2006: 453). Bu riskler, yüksek etkili ve düşük olasılıklı risklerdir (Namdar vd., 2018: 2340).

Bozulma riskleriyle ilişkili risklerin işletmelere etkisi operasyonel risklerden çok daha büyüktür (Tang, 2006: 453). Bu riskler sadece artan sipariş gecikmeleri ve nakliye maliyetleri gibi olumsuz operasyonel etkilere neden olmakla kalmaz, aynı zamanda bir işletmenin ekonomik performansı üzerinde verimlilik azalması, kapasite kullanımının düşmesi ve hatta üretim başarısızlığı gibi çarpıcı sonuçlar da doğurur (Jabbarzadeh vd., 2018: 5945). Uzun vadeli ciddi ekonomik veya sosyal sonuçlara neden olur ve uzun iyileşme süreleri gerektirir (Namdar vd., 2018: 2340). Bozulma risklerinin en önemli özelliği, yöneticilerin kontrolü dışında olmalarıdır. Dolayısıyla yöneticiler riski değiştiremezler, ancak riskli bir ortamda mümkün olduğunca verimli çalışan operasyonlar tasarlayabilirler (Waters, 2011: 7).

Talep ve teslim süresi belirsizliği gibi operasyonel riskler sıklıkla kamçı etkisi çerçevesinde değerlendirilir (Ouyang ve Li, 2010: 799-800). Kamçı etkisi, tedarik zincirlerinde üretim ve sipariş miktarları üzerindeki talep değişiminin artması olarak tanımlanmaktadır (Lewis ve Slack, 2003: 37). Bozulma risklerinin en önemli sonuçlarından biri ise dalga etkisidir (Dolgui vd., 2020:1285). Dalga etkisi “ortaya çıkan ilk bozulmanın tedarik, üretim ve dağıtımdaki diğer tedarik zinciri aşamalarına yayılımı” olarak tanımlanmıştır (Ivanov vd, 2014: 2155). Dalga etkisinin bir başka tanımı ise “tedarik zincirinde yapısal düzeyde değişikliklerin meydana geldiği ve toparlanmanın orta ve uzun vadeli süreler alabildiği ve yıllık gelirler gibi çıktı performansı üzerinde önemli etkileri olan ciddi doğal ve insan kaynaklı felaketler” şeklindedir (Ivanov, 2018: 30). Dalga etkisi,

bir tedarik zinciri bozulmasının etkisi lokalize edilemediğinde veya tedarik zincirinin bir bölümünde tutulmadığında ve tedarik zinciri performansı üzerinde yüksek bir etki ile sonuçlanan, zincirin aşağı yönünde kademeli olarak ilerlediğinde ortaya çıkar (Dolgui vd., 2018: 415).

Dalga etkisi, bir bozulmanın tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini ve tedarik zinciri yapılarındaki bozulmaya dayalı değişikliklerin kapsamını tanımlar (Ivanov vd, 2017: 6159). Dalga etkisinin genişliği ve ekonomik performansa etkisi, stok veya kapasite tamponları gibi fazlalıklara ve iyileşme önlemlerinin hızına ve kapsamına bağlıdır (Dolgui vd, 2018: 420).

Dalga etkisi ile kamçı etkisi arasındaki farklar Tablo 1’de görülmektedir (Sokolov vd. 2016: 153).

Tablo 1: Dalga Etkisi ve Kamçı Etkisi

Özellik	Dalga Etkisi	Kamçı Etkisi
Riskler	Bozulmalar (patlama gibi)	Operasyonel (talep dalgalanması gibi)
Etkilenen alanlar	Yapılar ve kritik parametreler (hizmet seviyesi ve toplam maliyet gibi)	Teslim süresi ve stok gibi operasyonel parametreler
İyileşme	Orta ve uzun vadeli, önemli koordinasyon çabaları ve yatırımlar	Arz ve talebi dengelemek için kısa vadeli koordinasyon
Azalan performans	Yıllık gelirler gibi çıktı performansı	Esas olan mevcut performans Günlük/haftalık stok eksikliği/fazlalığı maliyetleri gibi

Kaynak: Sokolov vd. 2016: 153

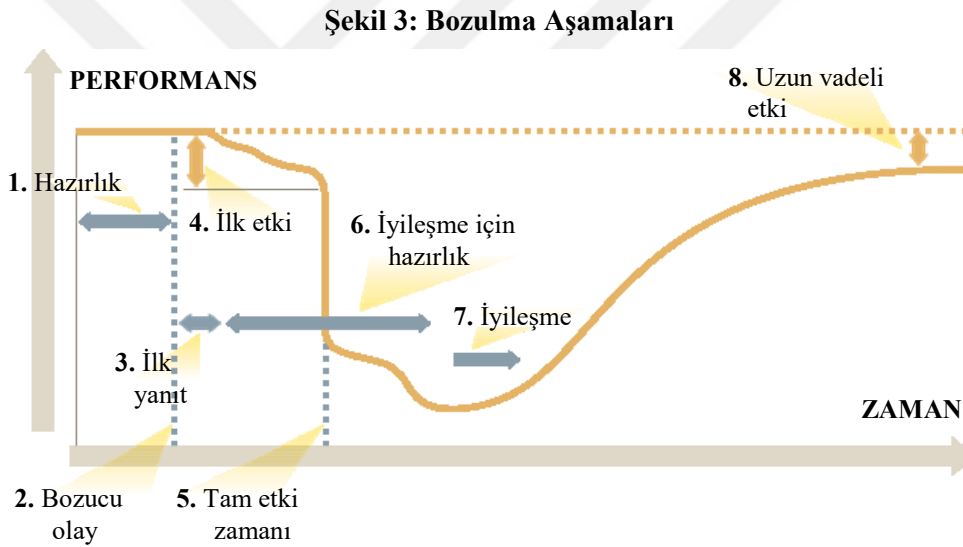
Dalga etkisi ile kamçı etkisi arasındaki farklar aşağıda açıklanmıştır (Sokolov vd. 2016: 153; Dolgui vd, 2018: 415-417; Dolgui, vd., 2020:1286):

- Bozulma riskleri için dalga etkisi dikkate alınabilirken, operasyonel riskler için genellikle kamçı etkisi dikkate alınmaktadır.
- Kamçı etkisi, küçük bir operasyonel sapma ile başlar ve yukarı yönde güçlenmesi beklenir. Dalga etkisi ise genellikle ciddi bir bozulma ile başlar ve bu bozulmayı hızla yenileri takip ederek her seferinde zincirin aşağı yönünde yeni bir yayılma ile sonuçları daha da kötüleşir.
- Dalga etkisi, tedarik zincirindeki yapısal ağ dinamiklerini dikkate alırken, kamçı etkisi operasyonel parametrelerdeki dalgalanmaları karakterize eder.
- Kamçı etkisinde, tedarik zincirinde haftalık/günlük talep ve teslim süresi dalgalanmaları söz konudur ve kısa vadede ortadan kaldırılabilir. Dalga etkisinde ise ciddi doğal ve insan kaynaklı felaketler sonucunda tedarik zincirindeki değişiklikler yapısal düzeyde meydana gelmekte, iyileşme orta ve uzun vadeli zaman alabilmekte ve daha düşük gelirleri, teslimat gecikmeleri, pazar payı ve itibar kaybı ve hisse senedi getirilerinde düşüş gibi çıktı performansı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu etkilerin maliyeti yıkıcı olabilir.

1.4. Bozulmaların Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkisi

Tedarik zinciri bozulmaları (Supply chain disruptions), “bir tedarik zinciri içindeki mal ve malzemelerin normal akışını bozan planlanmamış ve beklenmedik olaylardır” (Craighead vd., 2007: 132). Tedarik zinciri bozulmalarının potansiyel etkileri arasında önemli finansal ve operasyonel kayıplar yer alır (Forbes ve Wilson, 2018: 472). Bu doğrultuda bozulmalar, tedarik zincirinin yapısal tasarımını değiştirebilir ve tedarik zinciri performansını önemli ölçüde etkileyebilir (Ivanov vd., 2019a: 1).

Herhangi bir önemli bozulma, şirket performansı üzerindeki etkisi açısından Şekil 3’te görüldüğü gibi bir profile sahip olacaktır; şirket üzerindeki bu etkiler, performans, satışlar, üretim seviyesi, kar, müşteri hizmetleriyle veya ilgili başka bir ölçütü ölçülüyor olabilir (Sheffi ve Rice, 2005: 42).



Kaynak: Sheffi ve Rice, 2005: 42.

Bozulmanın doğası ve şirket yanıtının dinamikleri aşağıdaki sekiz aşama ile ifade edilebilir (Sheffi ve Rice, 2005: 42-43).

1. *Hazırlık:* Bazı durumlarda, şirket bozulmaya hazırlıklı olabilir ve bozulmanın etkilerini en aza indirebilir. Bazı durumlarda ise ya çok az sinyal vardır ya da hiç yoktur.
2. *Bozucu olay:* Kasırga, bomba patlaması, tedarikçi iflası veya sendika grevi gibi olaylar meydana gelebilir.
3. *İlk yanıt:* İster fiziksel bir bozulma ister bir iş eylemi veya bilgi teknolojisi bozulması olsun, ilk yanıt; durumu kontrol altına almayı, hayat kurtarmayı veya korumayı, etkilenen sistemleri kapatmayı ve daha fazla zararı önlemeyi sağlar.
4. *İlk etki:* Bazı bozulmaların tam etkisi hemen hissedilir. Bazı bozulmaların bir şirketi etkilemesi, bozulmanın büyüklüğü, mevcut yedeklerle şirketin ve tedarik zincirinin doğal

direnci gibi faktörlere bağılı olarak zaman alabilir. Bozucu olay ile tam etki arasında geçen süre zarfında, performans genellikle kötüleşmeye başlar.

5. *Tam etki*: İster anında ister gecikmeli olsun, tam etki ortaya çıktığında performans genellikle hızla düşer.
6. *İyileşme hazırlıkları*: İyileşme hazırlıkları genellikle ilk yanıtla paralel olarak ve hatta bazen öngörülmüşse bozulmadan önce başlar. Bu hazırlıklar, diğer tedarikçilerin kalifiye hale getirilmesini ve tedarikçilerin kaynaklarının yeniden yönlendirilmesini, alternatif taşıma modlarının bulunması ile hangi parçaların mevcut olduğunu belirlenmesini ve bu parçalardan üretilen ürünlerin satılmasını içerir.
7. *İyileşme*: Normal operasyon seviyelerine geri dönmek için birçok şirket normalden daha yüksek kullanım oranıyla çalışarak, fazla mesainin yanı sıra tedarikçilerin ve müşterilerin kaynaklarını kullanarak kayıp üretimi telafi eder.
8. *Uzun vadeli etki*: Bozulmaların iyileşmesi genellikle zaman alır ancak müşteri ilişkileri zarar görürse, bunun etkisi özellikle uzun süreli ve telafisi zor olabilir.

1.5. Tedarik Zincirinin Bozulmalara Tepkisi

Bir tedarik zincirinin bozulmalara tepkisi üç şekilde analiz edilebilir: kararlılık (stability), sağlamlık (robustness) ve direnç (resilience) (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2906). Bunlar aşağıda tanımlanmıştır (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2906):

- *Kararlılık (Stability)*: Aksaklık öncesi duruma dönme (Demirel vd. 2019:138) ve sürekliliği sağlama yeteneği (Ivanov ve Sokolov, 2013:314)
- *Sağlamlık (Robustness)*: Planlanan performansı sürdürmek için bir bozulmaya (veya bir dizi bozulmaya) dayanma yeteneği (Nair ve Vidal 2011: 1403)
- *Direnç (Resilience)*: Bir bozulmaya (veya bir dizi bozulmaya) dayanma ve performansı geri kazanma yeteneği (Hosseini vd., 2019: 285).

Bu kavramlar arasındaki farklılıklar Tablo 3'te görülmektedir. Kararlılık ve sağlamlık anlayışı, ele alınan sisteme ve sistem analizinin yöntem ve hedeflerine bağlıdır (Ivanov ve Sokolov 2013: 314). Kararlılık, sistemin mevcut durumunu yansıtır (örn. stok kararlılığı), ancak sistem çıktı performansını dikkate almaz (Ivanov, 2018: 47-48). Performansın bozulma analizine dahil edilmesi tipik olarak sağlamlık sorusunu gündeme getirir, örneğin geniş bir belirsizlik aralığında makul mevcut performansın (mevcut duruma ilişkin) ve çıktı performansının (nihai sonuçlara ilişkin) garanti edilmesi (Mayne vd., 2000: 804). Bozulmalara rağmen planlanan performansın yürütülmesine devam edebilen bir tedarik zincirinin sağlam olduğunu düşünülmektedir (Klibi vd. 2010: 290). Böyle bir tedarik zincirinin performansı, bozulmaların olumsuz sonuçlarından etkilenmez (Ivanov, 2018: 47). Ancak planlarda herhangi bir değişiklik olmadan çalışmaya devam

edebilen ve planlanan performansa ulaşabilen bir tedarik zinciri kararlı olabilir (Daganzo, 2004: 910).

Bir tedarik zinciri, bozulmaları absorbe edebiliyor ve performans üzerinde minimum etkiyle çalışmaya devam edebiliyorsa sağlam olarak adlandırılır (Ivanov ve Dolgui, 2019: 5120). Böyle bir tedarik zincirinin performansı, bozulmaların olumsuz etkilerine karşı duyarsızdır (Ivanov vd., 2018: 141). Sağlamlık; tipik olarak yapısal çeşitlendirme, esnek yanıt seçenekleri ve sistem adaptasyon koşullarının iyileştirilmesi gibi bazı yedeklerle sağlanabilir (Ivanov vd., 2018: 141).

Sağlamlık ve kararlılık analizi ile, durağan olmayan işletilebilir performans hedeflerinin tedarik zinciri planlama kararlarına entegrasyonu mümkün hale gelir (Ivanov, 2018: 48). Ancak, birçok durumda bozulmayı önlemek mümkün değildir. Bu nedenle, planlanan çıktı performansını elde etmek için tedarik zinciri çizelgelerini veya stok politikalarını değiştirmek gibi adaptasyon uygulamaları gerekir (Ivanov ve Sokolov, 2013: 316). Bu ortamda, tedarik zincirleri yalnızca insanlar tarafından alınan kararlar temelinde sağlam ve kararlı olabilir (Ivanov ve Sokolov, 2013: 316). Tedarik zincirlerinde adaptasyon (insan güdümlü koordineli adaptasyon), kararlılık ve sağlamlığın ön koşuludur (Ivanov ve Sokolov, 2013: 316). Bu doğrultuda, tedarik zinciri işleyişinin zaman içindeki dinamik özellikleriyle bozulma ve iyileşme durumunun sonuçları hala yeterince ele alınmamıştır (Ivanov, 2018: 48). Planlanan performansın elde edilmesiyle birlikte planlanan işleyişi sürdürme, yürütme ve iyileştirme (uyarlama) yeteneği, tedarik zincirinin bir sonraki hedef özelliğidir ve bu özellik ise Tedarik Zinciri Direnciyle ilişkilidir (Ivanov ve Sokolov, 2013: 316).

Direnç ile sağlamlık terimleri birbirinin yerine kullanılmaktadır ancak tedarik zincirleri bağlamında oldukça farklı anlamlar ifade eder (Christopher ve Peck, 2004: 4). Sağlamlık, sistemin herhangi bir yapısal ve parametrik değişiklik/adaptasyon olmaksızın bir bozulmaya (veya bir dizi bozulmaya) dayanma kabiliyetini analiz etme imkânı sağlarken; direnç analizi, sistemin bozulan operasyonları ve performansını eski haline getirmek için bir miktar iyileşme/uyarlama kullanmasına olanak tanır (Ivanov and Sokolov, 2013: 316). Todo vd. (2021) tedarik zincirinde sağlamlık ve dirence odaklandığı çalışmada; sağlam tedarik zincirlerini bir şokla bozulma olasılığı düşük olanlar, dirençli tedarik zincirlerini ise bozulmaları hızla iyileştirebilenler olarak tanımlamaktadır.

Tedarik zincirine ilişkin direnç tanımı ‘bir sistemin bozulduktan sonra orijinal durumuna geri dönme veya yeni, daha arzu edilir bir duruma geçme yeteneği’dir (Christopher ve Peck, 2004: 4). Bu tanımın içinde esneklik kavramı da yer almaktadır ve arzu edilen durumun orijinal durumdan farklı olabileceği göz önüne alındığında, 'uyarlanabilirlik' de söz konusudur (Christopher ve Peck, 2004: 4). Holling (1973)'in sınıflandırmasında kararlılık, sistem ve çevresi hakkında mükemmel bir bilgiye sahip olunduğunu varsayarken, direnç yaklaşımı yeterli bilgi varsayımına değil, bilgisizliğimizin kabulüne dayanır; gelecekteki olayların beklendiği değil, beklenmedik olacağı

varsayımına dayanır (Ivanov, 2024: 4032). Bu bakış açısı değişikliği karşılayabilir, çünkü geleceği tahmin etmek için kesin bir kapasite gerektirmez, yalnızca gelecekteki olayları beklenmedik bir biçimde absorbe edebilecek ve barındırabilecek sistemler tasarlamak için niteliksel bir kapasite gerektirir (Ivanov, 2024: 4032).

Kararlılık, tedarik zinciri ve operasyon yönetimi literatüründe çoğunlukla stok dinamikleri bağlamında analiz edilmiştir; bu doğrultuda dinamik kararlılık, dikkate alınan bir stok seviyesinin zaman içinde sürdürülüp sürdürülemeyeceği ile ifade edilmektedir (Demirel vd., 2019: 138). Kararlılık, performansın açıkça dikkate alınmadığı bir tedarik ağının temel ve arzu edilen bir dinamik özelliği iken, direnç, belirli bir zaman aralığında ulaşılması gereken bir performans hedefinin varlığında arzu edilen bir duruma atıfta bulunur (Ivanov ve Sokolov, 2013: 315-316). Örneğin, bir tedarik bozulmasını ele alırsak, stok seviyelerinin bozulma sonrası zaman içinde önceden belirlenmiş seviyelere geri dönüp dönemeyeceği bir kararlılık meselesiyken, dolaylı olarak istenmeyen durumlar olan aşırı stoklama ve kıtlık arasında gidip gelmek yerine, istenen müşteri memnuniyeti seviyesine makul bir zaman aralığında ulaşıp ulaşamayacağı bir direnç meselesidir (Demirel vd., 2019: 138). Bu kavramsallaştırma, ekoloji literatüründeki kararlılık ve direnç denge tanımlarıyla tutarlıdır; Burada kararlılık, sabit bir duruma geri dönme kabiliyetini ifade ederken; direnç, geri dönüşün hızıyla ilgilidir (McCann, 2000: 229-230).

Tablo 2: Tedarik Zincirinin Bozulmalara Tepkileri

Kavram	Operasyonel bozulma	Tedarik zinciri yapılarında bozulma	Çıktı performansı	İyileşme
Kararlılık	+			
Sağlamlık	+	+	+	
Direnç		+	+	+

Kaynak: Ivanov ve Dolgui, (2020: 2906)'dan uyarlanmıştır.

1.6. Tedarik Zinciri Direncinin Tanımı ve Açıklaması

Giderek karmaşıklaşan tedarik ağları, küreselleşme ve dış etkenler (doğal afetler ve siyasi müdahaleler gibi) birçok kez tedarik zinciri bozulmalarına neden olmuştur (Spieske ve Birkel, 2021: 1) ve bu bozulmaların geçmişten günümüze şirketlerin operasyonel ve finansal performansı üzerinde ciddi etkileri olmuştur (Ho vd., 2015:5031). Bunun en bilinen örneği Mart 2000'de Philips'in, New Mexico'daki bir çip fabrikasında, yıldırım düşmesi nedeniyle çıkan yangın sonucu, milyonlarca çipin kullanılamaz hale gelmesi ve en büyük iki müşterisine (Finlandiya'daki Nokia ve İsveç'teki Ericsson) teslimatlarının ertelenmesidir (Latour, 2001: 1). Tedarik zincirindeki yıkıcı olaylar, tedarik zincirindeki etkilenen kuruluşların finansal sonuçlarını önemli ölçüde ve olumsuz yönde etkileyebilir (Craighead vd., 2007: 132). Bu olay sonucunda Ericsson, Philips fabrikasından zamanında çip teslimatı alamadığı için 400 milyon dolar zarar ettiğini açıklamıştır (Latour, 2001: 1).

Tedarik zinciri yöneticileri için 21. yüzyılın ilk yıllarında, tek tek şirketler ve küresel olarak tüm sektörler için kırılganlıkları ortaya çıkaran büyük tedarik zinciri bozulmaları açısından dikkate değer olmuştur (Chopra ve Sodhi, 2014: 73). Japonya'da 2011 yılında meydana gelen deprem, tsunami ve ardından yaşanan nükleer kriz nedeniyle Toyota'nın afet bölgesindeki fabrikaları belirli bir süre için kapatılmış, diğer bölgelerdeki fabrikaların günlük araç üretimi düşürülmüş ve bu durum Toyota'nın ciddi bir kar kaybı yaşamasıyla sonuçlanmıştır (Pettit vd., 2013:46). Benzer olaylardan bir diğeri Ekim 2011'de Tayland'da meydana gelen sel felaketidir. Yaşanan sel felaketi, bilgisayar üreticilerinin tedarik zincirlerini olumsuz etkilemiş ve Tayland'da fabrikaları bulunan Japon otomotiv şirketlerinin tedarik zincirleri de sekteye uğratmıştır (Chopra ve Sodhi, 2014: 73).

Tedarik zinciri performansını riske atan yıkıcı olayların en son örneği küresel tedarik ağlarını tehdit eden COVID-19 pandemisidir (de Farias vd., 2022: 2521). Aralık 2019'da Çin'de ortaya çıkan ve 11 Mart'ta Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization: WHO) tarafından küresel salgın olarak ilan edilen COVID-19, dünyadaki tüm ülkelere ve bölgelere yayılarak milyonlarca insanı etkilemiş ve binlerce ölüme sebebiyet vermiştir (WHO, 2020). COVID-19 salgını ekonominin ve toplumun tüm alanlarını büyük ölçüde etkilemekle kalmamış, aynı zamanda tedarik zincirlerinin direncini de sınamıştır (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2904).

COVID-19 pandemisi, yakın tarihin en ciddi tedarik zinciri bozulmalarından biri olmuştur (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2904). COVID-19 pandemisinin küresel yayılımı, tedarik zincirleri üzerinde yıkıcı bir etki yaratmış ve tedarik zincirlerinin akışını önemli ölçüde bozmuştur (Chowdhury vd., 2021: 1). Ayrıca COVID-19'un yayılmasını kontrol altına almak amacıyla, dünyanın dört bir yanından hükümetlerin çoğu, değişen derecelerde insan sağlığını koruma önlemleri, sıkı sınır kısıtlamaları ve ülke çapında karantinalar uygulamıştır (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2904). Bu küresel müdahale, tedarik zinciri operasyonlarını ciddi şekilde etkilemiştir (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2904).

COVID-19 pandemisinin tedarik zincirlerinde; talep yönetimi alanında temel ürünlere yönelik talepte artış, temel ürünlerde kıtlık, temel ihtiyaçlara ilişkin güvenlik kaybı, zamanında teslimatta başarısızlık, zorunlu olmayan ürünlere yönelik talebin azalması gibi; tedarik yönetimi alanında tahminde belirsizlik veya zorluk, malzeme tedarikinde kıtlık /tedarik bozulması gibi; üretim yönetimi alanında üretimin bozulması ve birikmiş işler, azalan üretim kapasitesi, işgücünün bulunmaması; nakliye ve lojistik yönetimi alanında nakliye ve dağıtımda gecikmeler, uluslararası nakliye/ticaret eksikliği, fiziksel dağıtım kanallarının kaybı/eksikliği, dağıtım ve lojistik modelinin değişmesi (çevrimdışından çevrim içine veya karma) gibi ciddi etkileri olmuştur (Chowdhury vd., 2021: 9). Ayrıca pandemi tedarik zinciri boyunca, zincirde yer alan tüm operasyonlar üzerinde dalga etkisi yaratmış, tedarikçi katılım eksikliğine neden olmuş, tedarik zincirlerinin çökmesine hem şirketlerin üretim tesisleri hem de tedarikçilerle distribütörler gibi tedarik zinciri ortaklarının

tesisleri dahil olmak üzere tesislerin kapatılmasına ve tedarik zincirlerinin finansal performansında azalmaya (örn. finansal istikrar kaybı/azalması) neden olmuştur (Chowdhury vd., 2021: 9).

Yakın zamanda gerçekleşen hiçbir olay, COVID-19 salgınının 2020'nin başında yaptığı gibi tedarik zincirlerinin kırılganlığını artırmamıştır (Spieske ve Birkel, 2021: 1). Fortune 1000 şirketlerinin % 94'ü koronavirüs kaynaklı tedarik zinciri bozulmalarından etkilenmiştir (Fortune, 2020). Çoğu şirket, tedarik zincirlerinin her bölümünde büyük zorluklarla karşılaşmıştır; tedarikçiler teslimat yükümlülüklerini yerine getirememiş; fabrikaların tamamen kapatılmasına kadar varan katı hijyen standartları, üretimi etkilemiş ve müşteri talebi son derece öngörülemez olmuştur (Ivanov, 2020: 6-9). Bu durum küresel tedarik zincirlerinin (hem imalat hem de hizmet sektörlerinde), bu tür beklenmedik önemli bir bozulmaya (COVID 19 gibi) karşı savunmasız olduğunu göstermiştir (Belhadi vd., 2021: 13-14). Bu ciddi sonuçlar göz önüne alındığında, tedarik zincirlerinin hayatta kalabilmesi için dirençli olmasının önemini açığa çıkarmış (Ivanov ve Dolgui, 2020: 2904) ve tedarik zinciri direnci ilgi odağı haline gelmiştir (Reeves ve Whitaker, 2020: 1). COVID-19 salgını ile tedarik zincirinde maliyet için tedarikin önemsendiği bir dönemden, direnç için tedarike önem verilen bir döneme geçilmiştir (Larsson ve Kamal, 2020).

Ivanov (2020), pandemi veya salgın hastalıklar nedeniyle ortaya çıkan tedarik zinciri bozulmalarında riskin bileşenlerini şöyle tanımlamaktadır: Uzun süredir devam eden bozulmanın varlığı ve bunun öngörülemeyen ölçeklendirilmesi; tedarik zincirinde eşzamanlı bozulma yayılımı (yani dalga etkisi) ve nüfusta salgının yayılması (yani pandemik yayılma); talep, tedarik ve lojistik altyapısında eşzamanlı bozulmalar. Bu nedenle, bu tür bozulmaların üstesinden gelmek için firmaların tedarik zinciri performans hedeflerini iyileştirmek üzere tedarik zinciri direnç yeteneklerini geliştirmeleri gerekir (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021: 655).

Direnç, psikoloji ve ekolojiden kaynaklanan (Pettit vd., 2010: 17) ve tedarik zinciri yönetimine uygulanan çok boyutlu ve çok disiplinli bir kavramdır (Ponomarov ve Holcomb, 2009: 124). Direnç, olumsuz sonuçlar ortaya çıkmadan önce sistemin riskleri öngörme, tespit etme ve bunlara karşı kendini savunma kabiliyeti olarak tanımlanabilir (Hollnagel vd., 2006: 35). Tedarik zinciri direnç kapasitesi iki bölümden oluşur (Dolgui vd., 2018: 8). *Dayanıklılık (Resistance)*, tedarik zincirinin bir bozulmayı geciktirme ve bozulma meydana geldiğinde etkisini azaltma kabiliyetini; *iyileşme (recovery)* ise tedarik zincirinin bir bozulma sonrasında iyileşme yeteneğini tanımlanmaktadır (Melnyk vd., 2014: 35).

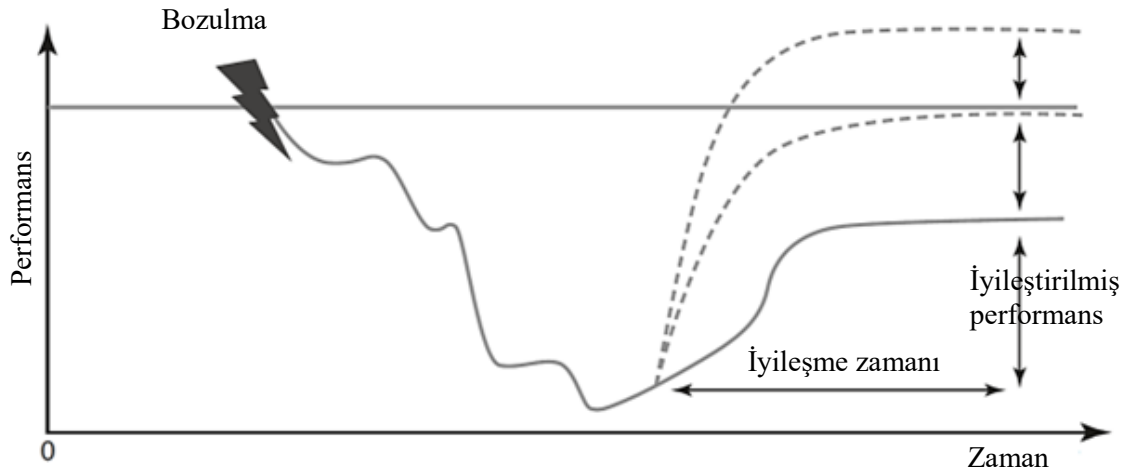
Dayanıklılık ve iyileşme kapasiteleri aşağıda açıklanmıştır (Melnyk vd., 2014:36):

- *Dayanıklılık kapasitesi (Resistance capacity)*, bir sistemin bir bozulmadan tamamen kaçınarak veya bozulmanın başlangıcı ile bu bozulma sonrası iyileşmenin başlaması arasındaki süreyi en aza düşürerek bozulmanın etkisini en aza indirme yeteneğidir.

- *İyileşme kapasitesi (Recovery capacity)*, bir sistemin bozulma meydana geldikten sonra işlevselliğine geri dönme yeteneğidir. Sistemin iyileşme süreci, bir kararlılık aşamasıyla (kısa sürmesi istenir) karakterize edilir ve bu aşamadan sonra kararlı bir performans durumuna geri dönülebilir. Nihai olarak elde edilen kararlı durum performansı, orijinal performans seviyelerine yeniden ulaşabilir veya ulaşamayabilir. Bu birçok bozulma faktörüne ve rekabet faktörüne bağlıdır.

Tedarik zinciri direnci; “planlanan (veya uyarlanmış, ancak yine de kabul edilebilir) performansın elde edilmesiyle birlikte planlanan uygulamayı sürdürme, yürütme ve iyileşme (uyarlama) yeteneğidir” (Ivanov, 2018: 49). Tedarik zinciri direnci, bozulmalara rağmen istenen bazı performansların sürdürülmesine odaklanmaktadır (Ivanov, 2021a: 35). Şekil 4’teki örnek incelendiğinde tedarik zincirinin bazı proaktif kabiliyetleri (örneğin stok) kullanarak, olumsuz bozulma etkilerini (örneğin tedarikin sağlanamaması) performans düşüşü olmadan hafifletebildiği görülmektedir. Fakat, proaktif kabiliyetler yardımcı olmazsa, performansın ve operasyonların eski haline getirilmesi için zaman kaybı ve maliyet yaratan reaktif kabiliyetler kullanılması gerekebilir (Ivanov, 2021a: 35) Dolayısıyla, dirençli bir tedarik zinciri oluşturmak; riskleri azaltmaya, bozulmalara hazırlıklı olmaya, kararlılığa ve iyileşmeye bağlıdır (Ivanov, 2021a: 35).

Şekil 4: Tedarik Zinciri Direnci Kavramı



Kaynak: Ivanov, 2021: 35

Literatürde tespit edilebilen farklı tedarik zinciri direnci tanımları Tablo 3’te yer almaktadır. Tablo 3 incelendiğinde, tedarik zinciri direnci tanımının, tedarik zincirinin dayanma ve iyileşme yeteneğinden; yanıt verme (tepki verme), hazırlıklı olma, uyum sağlama (adapte olma), süreklilik (yapı ve işlev üzerindeki kontrolü sürdürme), büyüme ve rekabet avantajı elde etme ile maliyet etkinliği unsurlarını içerecek şekilde genişlediği görülmüştür.

Tablo 3: Literatürdeki Tedarik Zinciri Direnci Tanımları

Kaynak	Tanım
Hosseini ve Ivanov (2022)	Müşteri talebinin karşılanmasını sağlamak için minimum maliyetle bozulmalara dayanma, adapte olma ve iyileşmeye yönelik operasyonel tedarik zinciri yeteneğidir.
Dubey vd. (2021)	Bozulmuş tedarik zincirinin, bozucu güçler geri çekildikten veya ortadan kalktıktan sonra kabul edilebilir bir süre içinde normal çalışma performansını geri kazanmasını sağlayan bir tedarik zincirinin özelliği olarak tanımlanmaktadır.
Hohenstein vd. (2015)	Tedarik zincirinin beklenmedik risk olaylarına karşı hazırlıklı olma, müşteri hizmetlerini, pazar payını ve finansal performansı artırmak için orijinal durumuna dönmek veya yeni, daha arzu edilir bir duruma geçerek büyümek için potansiyel bozulmalara hızlı bir şekilde yanıt verme ve iyileşme yeteneğidir.
Tukamuhabwa vd. (2015)	Bir tedarik zincirinin bozulmalara hazırlanma ve/veya yanıt verme, zamanında ve maliyet etkin bir iyileşme sağlama ve böylece bozulma sonrası operasyon durumuna -ideal olarak bozulma öncesinden daha iyi bir duruma- geçme konusundaki uyarılama yeteneğidir.
Brandon-Jones vd. (2014)	Bir sistemin bozulduktan sonra kabul edilebilir bir süre içinde orijinal durumuna geri dönme yeteneği olarak tanımlanır.
Carvalho vd. (2012)	Tedarik zincirinin beklenmedik aksaklıklarla başa çıkma yeteneğidir.
Ponis ve Koronis (2012)	Beklenmedik yıkıcı (olumsuz) olayları öngörmek için tedarik zinciri ağını proaktif olarak planlama ve tasarlama, yapı ve işlev üzerindeki kontrolü sürdürürken bozulmalara uyumlu bir şekilde yanıt verme ve mümkünse olay öncesinden daha iyi bir operasyon durumuna geçme ve böylece rekabet avantajı kazanma yeteneğidir.
Ponomarov (2012)	Bir firmanın tedarik zincirinin beklenmedik olaylara hazırlıklı olma, bozulmalara yanıt verme ve yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde bağlılık ve kontrol sağlayarak operasyonların sürekliliğini koruyarak zamanında iyileşme yeteneğidir.
Xiao, vd. (2012)	Tedarik zincirinin dışsal aksaklıklar nedeniyle bozulmasından sonra orijinal veya ideal duruma dönme yeteneğidir ve hem çevreye uyum sağlama hem de iyileşme yetenekleridir.
Shuai vd. (2011)	Tedarik zinciri bir bozulma nedeniyle etkilendikten sonra hızla dengeye gelme yeteneği olarak tanımlanır ve yeteneği ölçmek için iyileşme süresi kullanılır.
Barroso vd. (2010)	Tedarik zincirinin hedeflerini sürdürebilmesi için belirli bir anda ortaya çıkan aksaklıkların neden olduğu olumsuz etkilere karşı tepki verebilme yeteneğidir.
Guoping ve Xinqiu (2010)	Tedarik zincirinin olağanüstü risk ortamında orijinal veya ideal durumuna dönme yeteneğidir.
Pettit vd. (2010)	Tedarik zinciri direnci, sarsıcı değişimler karşısında hayatta kalma, uyum sağlama ve büyüme yeteneğidir.
Ponomarov ve Holcomb (2009)	Tedarik zincirinin beklenmedik olaylara hazırlanma, bozulmalara yanıt verme ve yapı ve işlev üzerinde istenen bağlantı ve kontrol düzeyinde operasyonların sürekliliğini sağlayarak iyileşme konusundaki uyarlanabilir yeteneğidir.
Falasca vd. (2008)	Bir tedarik zincirinin bozulma olasılıklarını azaltma, bu bozulmalar meydana geldiğinde sonuçlarını azaltma ve normal performansa geri dönme süresini kısaltma yeteneğidir.
Longo ve Oren (2008)	Tedarik zinciri değişim yönetimi bağlamında, tedarik zincirinin iç/dış risklere ve kırılganlıklara tepki vermesine, yüksek performans ve etkinlik seviyelerini garanti edebilecek bir denge durumunu hızla geri kazanmasına olanak tanıyan kritik bir özelliktir.
Datta (2007)	Tedarik zinciri direnci, sadece aksaklıklar karşısında performans değişkenliği üzerinde kontrol sağlama yeteneği değil, aynı zamanda adapte olma ve belirsiz talepler şeklinde çevrede meydana gelen ani ve önemli değişimlere sürekli yanıt verebilme özelliğidir.
Gaonkar ve Viswanadham (2007)	Bir tedarik zincirinin bir bozulmadan sonra operasyonları sürdürme, devam ettirme ve eski haline getirme yeteneğidir.
Peck (2005)	Bir sistemin bozulduktan sonra orijinal (veya istenen) durumuna geri dönme yeteneğidir.
Christopher ve Peck (2004)	Tedarik zincirinin bozulduktan sonra orijinal durumuna geri dönme veya yeni, daha arzu edilen bir duruma gelme yeteneğidir.
Closs ve McGarrell (2004)	Tedarik zincirinin bir olaya dayanma ve iyileşme yeteneğidir. Dirençli bir tedarik zinciri proaktiftir- olayları önlemek ve olaylara müdahale etmek için planlı adımlar öngörür ve oluşturur. Bu tür tedarik zincirleri, bir olaya maruz kaldıklarında alternatif operasyon araçlarını hızla yeniden inşa eder veya yeniden kurar.

En yaygın olarak kullanılan ve Christopher ve Peck (2004) tarafından geliştirilen tedarik zinciri direnci tanımı, tedarik zincirinin bozulmalara dayanma ve iyileşme yeteneğini içermektedir. Bir bozulmadan sonra sürekliliği ortaya koyan ilk tanım Gaonkar ve Viswanadham (2007)

tarafından geliştirilmiştir. Yanıt verme ve uyum sağlama özelliğini vurgulayan ilk tanım ise Datta (2007) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Ponomarov ve Holcomb (2009) tarafından geliştirilen tanım, beklenmedik olaylara hazırlıklı olmayı (bozulma öncesi aşama) vurgulayan ilk tanımdır. Pettit vd. (2010) bozulma sonrası büyüme kavramını tedarik zinciri direnci tanımına dahil etmişlerdir. Benzer şekilde, Ponis ve Koronis (2012)'in geliştirdiği en kapsamlı tanımda bozulma sonrası aşamada ortaya çıkabilecek fırsatlar aracılığıyla rekabet avantajı elde edilmesi vurgulanarak büyüme kavramını desteklenmiştir. Ayrıca Hosseini ve Ivanov (2019) minimum maliyet ve Tukamuhabwa vd. (2015) etkin maliyet kavramını destekleyen tanımlar sunmuşlardır. Tedarik zinciri bozulmaları maliyet etkin bir şekilde en aza indirilmelidir (Tukamuhabwa vd., 2015: 4). Maliyet etkinliği, dirençli sistemlerin bir özelliği olarak tanımlanmıştır (Fiksel, 2003: 5333) ve hızlı ve etkili koordinasyon yoluyla maliyetlerin azaltılması, dirençli tedarik zincirleri için gerekli bir odak noktasıdır (Xiao, 2012: 2). Ayrıca, tedarik zinciri direnci sadece riski yönetme yeteneği olarak değil, aynı zamanda riske rakiplerden daha iyi ve daha uygun maliyetli bir şekilde yanıt verme ve bu süreçte rekabet avantajı elde etme yeteneği olarak da ele alınmalıdır (Tukamuhabwa vd., 2015: 8).

1.7. Tedarik Zinciri Direnç Aşamaları

Evrensel bir tedarik zinciri direnci tanımının, ortak kabulü ve teorik geçerliliği sağlamak için tedarik zinciri direncinin dört aşamasını içermesi gerektiği anlaşılmıştır: hazırlık, yanıt, iyileşme ve büyüme (Hohenstein vd., 2015: 101). Tedarik zinciri direnç aşamaları Şekil 5'te görülmektedir ve bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır (Spieske ve Birkel., 2021: 8-9):

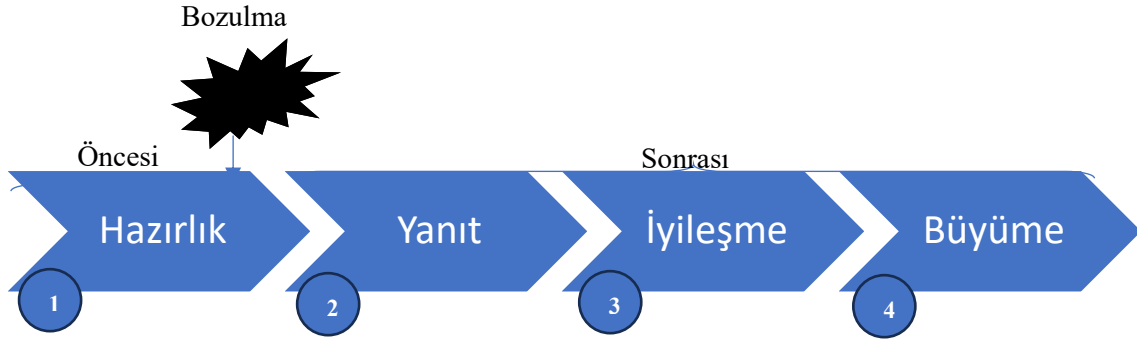
Hazırlık (1), bir tedarik zincirinin bozulma olasılığını azaltmak ve olumsuz etkisini hafifletmek için bozulma öncesi durumdaki uygun olan tüm önlemleri tanımlar.

Yanıt (2), bir tedarik zinciri bozulmasının tespit edildikten veya gerçekleşikten hemen sonra alınan karşı tedbirleri içerir. Tedarik zinciri için olumsuz sonuçlardan kaçınmak için bu aşamada hız ön planda olmalıdır.

İyileşme (3) aşamasındaki tüm faaliyetler tedarik zincirinin performans seviyesini geri kazanmayı hedefler.

Son olarak, *büyüme (4)* önlemleri, bozulma öncesi duruma kıyasla daha iyi bir tedarik zinciri performansı elde etmeye odaklanır.

Şekil 5: Tedarik Zinciri Direnç Aşamaları



Kaynak: Spieske ve Birkel, 2021: 9

Uzun vadeli bir bakış açısının gözden kaçırılması şirketlerin daha sonraki tedarik zinciri direnç aşamalarında ortaya çıkan rekabet avantajını elde etmesini engelleyebilir (Hohenstein vd., 2015). Bu bağlamda, bozulma öncesi ve erken bozulma aşamalarında yüksek bir tedarik zinciri direncinin, bir şirketin sonraki aşamalardaki performansını da desteklediğini belirtmek önemlidir (Reeves ve Whitaker, 2020).

1.8. Tedarik Zinciri Direncini İyileştirmeye Yönelik Risk Azaltma Stratejileri

Tedarik zinciri direnci, tedarik zincirinin beklenmedik risk olaylarına karşı hazırlıklı olma becerisini içermektedir (Hohenstein vd., 2015: 90). Bu doğrultuda Tedarik Zinciri direncini ve beklenmedik bozulmalara karşı dayanıklılığı artırmak için çeşitli stratejiler kullanılmaktadır (Jabbarzadeh vd. 2018: 5947). Yaygın direnç stratejileri şunlardır (Jabbarzadeh vd. 2018: 5947):

- Tek kaynak yerine çoklu kaynak kullanımı: Bu strateji en yaygın risk azaltma yaklaşımıdır.
- Bozulmalarda birincil tedarikçiler/tesisler mevcut olmadığında hizmet vermek üzere yedek tedarikçiler/tesisler ile sözleşme yapılması
- Tedarikçilerin/tesislerin bozulmalara karşı kırılganlıklarını en aza indirmek için güçlendirilmesi
- Bozulma durumlarında kullanmak üzere yedek stok bulundurma
- Bozulmalar sonucunda tedarikçilerin/fabrikaların kapasite kaybını karşılamak için ilave tedarik/üretim kapasitelerinin eklenmesi
- Firmaların bozulmalar karşısında temel faaliyetlerini kabul edilebilir seviyelere getirmelerini sağlamak için iş sürekliliği ve afet iyileşme planları geliştirmek
- Tedarik zinciri ağındaki toplam bağlantı sayısını en aza indirerek akış karmaşıklığını azaltmak
- Ağdaki toplam aktif düğüm sayısını en aza indirerek düğüm karmaşıklığını yönetmek

Son yıllarda tedarik zincirini farklı bozulmaların olumsuz etkilerine karşı korumaya yönelik iki temel yaklaşım -proaktif ve reaktif- geliştirilmiştir (Ivanov vd. 2017: 6160). Proaktif yaklaşım, belirli korumalar sağlamakta ve tedarik zinciri bozulmalarının oluşma aşamasında iyileşme düşüncesi olmaksızın olası aksaklıkları dikkate almaktadır (Ivanov vd., 2016: 7247). Reaktif yaklaşım ise beklenmedik olayların varlığında tedarik zinciri süreçlerini ve yapısını düzenlemeyi amaçlamaktadır (Ivanov vd., 2016: 7247).

Tedarik zinciri direncini iyileştirmek için iki geniş risk azaltma stratejisi kategorisi vardır: proaktif ve reaktif stratejiler. Bu stratejiler aşağıda açıklanmıştır:

- *Proaktif stratejiler*, tedarik zinciri ağını beklenmedik bozulmaları öngörmek üzere planlar ve tasarlar (Ponis ve Koronis 2012: 925-926). Diğer yandan, yöneticiler proaktif stratejileri uygulama konusunda isteksiz olabilirler çünkü sonuçta gerçekleşmeyecek potansiyel yıkıcı olayları hafifleten yatırımları gerekçelendirmek zor olabilir (Tukamuhabwa vd. 2015: 12).
- *Reaktif stratejiler*, risk kaynaklarını ve etkilerini belirleme ve hızlı ve verimli bir şekilde iyileşmek için bozulmanın etkisine uyum sağlama ve buna göre değişme becerisine odaklanır. Bozulmalar sırasında, tedarikin sürekliliğini sağlamak ve uzun vadeli etkilerden kaçınmak amacıyla kararlılığı ve iyileşmeyi hızlandırmak için acil durum planları hızla uygulanmalıdır (Ivanov, 2018: 35).

Proaktif stratejiler ve reaktif stratejiler arasındaki fark aşağıda açıklanmıştır:

- Proaktif stratejiler risk tahminine ve önlemeye odaklanırken, reaktif stratejiler çevresel değişikliklere yanıt olarak organizasyonel eylemlerdir (Lengnick-Hall ve Beck, 2005: 740).
- Proaktif stratejiler hazırlık aşamasını ifade ederken, reaktif stratejiler bir tedarik zinciri bozulmasından sonra yanıt, iyileşme ve büyüme aşamalarını kapsamaktadır (Hohenstein vd., 2015: 105).
- Proaktif stratejiler, bozulma öncesi aşamada ihtiyaç duyulan yetkinlikleri ifade eder ve planlama, öngörme ve hazırlığı içerirken reaktif stratejiler bozulmalarla başa çıkmak için ilk müdahale becerileri ve bozulma sonrası aşamada iyileşmek için gerekenleri ifade eder (Ali vd., 2017: 21-22). Ayrıca reaktif stratejiler; değişimle başa çıkma, uyum sağlama ve beklenmedik olaylara yanıt verme, bozulmadan geri dönme ve orijinal veya istenen duruma geri dönmeyi içerir (Ali vd., 2017: 21-22).

Bazı stratejiler ne zaman ve neden uygulandıklarına bağlı olarak proaktif veya reaktif olabilir (Tukamuhabwa vd., 2015: 5603). Örneğin iş birliği, bilgi paylaşımını kolaylaştırarak bozulmaların meydana gelmeden önce hafifletilmesine yardımcı olurken, bir bozulma sonrasında tedarik zinciri ortaklarının bilgi ve kaynak paylaşımını sağlayarak tedarik zincirinde iyileşmeye de katkı sağlamayabilmektedir (Tukamuhabwa vd., 2015: 5603).

İKİNCİ BÖLÜM

2. TEDARİK ZİNCİRİ DİRENÇ YETENEKLERİ

Tedarik zinciri direncine ulaşmayı sağlayacak nitelikleri analiz ederken, bazı yazarlar bu nitelikleri tedarik zinciri direnç sağlayıcılar (Supply chain resilience enablers) (Al Naimi vd., 2022: 1204) olarak adlandırırken; diğerleri direnç unsurları (resilience elements) (Hohenstein vd. 2015: 101); direnç arttırıcılar (resilience enhancers) (Blackhurst vd., 2011: 375); direnç yetenekleri (resilience capabilities) (Jüttner ve Maklan, 2011: 247; Pettit vd., 2010: 6); direnç öncülleri (resilience antecedents) (Ponomarov ve Holcomb, 2009: 125); direnç ilkeleri (resilience principles) (Christopher ve Peck, 2004: 16) olarak adlandırmaktadır. Bu tez çalışmasında direnç yetenekleri teriminin kullanılması tercih edilmiştir.

Tedarik zinciri direnç yetenekleri; “bir organizasyonun bozulmaları öngörmesini ve bunlarla başa çıkmasını sağlayan nitelikler” şeklinde tanımlanmıştır (Pettit vd., 2010: 6). Bu yetenekler gerçek bir bozulmayı önleyebilir (örneğin, bir terör saldırısını önleyen güvenlik önlemleri), bir bozulmanın etkilerini hafifletebilir (örneğin, acil durum tedarik stokları) veya bir bozulma sonrasında adaptasyonu mümkün kılabilir (Pettit vd., 2010: 6). Tedarik zinciri direncini oluşturmak için direnç yeteneklerinin sürekli olarak benimsenmesi ve geliştirilmesi gerekir (Han vd. 2020: 4541).

Literatür incelendiğinde en yaygın olarak kullanılan ve tedarik zinciri direncini etkileyen en önemli tedarik zinciri direnç yeteneklerinin; tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği olduğu görülmüştür (Tablo 4). Buradan hareketle bu çalışmada tedarik zinciri direnç yetenekleri olarak Tablo 4’te görüldüğü gibi bu beş yetenek ele alınmış ve aşağıdaki beş başlık altında açıklanmıştır.

Tablo 4: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri

Direnç Yetenekleri	Kaynaklar
Tedarik Zinciri Görünürlüğü	Christopher and Peck, 2004; Jüttner ve Maklan, 2011; Johnson vd., 2013; Azadeh vd., 2014; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022.
Tedarik Zinciri İş Birliği	Christopher and Peck, 2004; Jüttner ve Maklan, 2011; Johnson vd., 2013; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022.
Tedarik Zinciri Esnekliği	Christopher and Peck, 2004; Jüttner ve Maklan, 2011; Johnson vd., 2013; Azadeh vd., 2014; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022.
Tedarik Zinciri Yedekleri	Christopher and Peck, 2004; Azadeh vd., 2014; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022.
Tedarik Zinciri Çevikliği	Christopher and Peck, 2004; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022.

2.1. Tedarik Zinciri Görünürlüğü

Tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri direncinin bir öncülü olarak kabul edilir (Razak vd., 2023: 1128). Görünürlük, tedarik zinciri ve çevresindeki operasyonel kaynakların durum bilgisini ifade eder (Ekanayake vd., 2021: 314). *Tedarik zinciri görünürlüğü (supply chain visibility)*, tedarik zincirlerindeki tüm aktörlerin, talep ettikleri ürünle ilgili bilgileri kayıp, karışıklık, gecikme veya bozulma olmaksızın ortak bir anlayışa sahip olma ve bu bilgilere erişme derecesi olarak tanımlanır (de Farias vd., 2022: 2522).

Gelişmiş tedarik zinciri görünürlüğünün anahtarı, tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşımıdır (Christopher ve Lee, 2004: 391). Çünkü tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşılsa, bilginin gücü önemli ölçüde artar; bunun nedeni paylaşılan bilginin belirsizliğini azaltmasıdır (Christopher ve Lee, 2004: 391). Görünürlük stratejileri; iş zekâsı geliştirme, bilgi alışverişi, müşteri ve tedarikçilerle iş birliği, Bilgi Teknolojileri (BT), erken uyarı göstergeleri, gerçek zamanlı/finansal izleme ve bilgi yönetimini içerir (Michel-Villarreal, vd., 2021: 6).

Tedarik zinciri görünürlüğü, tüm zincirin net bir şekilde görülmesini sağlar ve bu da yaklaşan bozulmaların sinyallerinin tespit edilmesine yardımcı olabilir (Tukamuhabwa vd., 2015: 5605). Görünürlük, bir tedarik zincirinin varlıklarının ve çevresinin durumu hakkında bilgi sahibi olmak anlamına gelir (Pettit vd., 2013: 49) ve böylece risk durumlarında aşırı tepkilerden, gereksiz müdahalelerden ve etkisiz kararlardan kaçınmaya da yardımcı olur (Christopher ve Lee 2004: 389).

Tedarik zinciri görünürlüğü, potansiyel risklerin yönetilmesini ve bozulmaların olumsuz etkilerini azaltmasını sağlar (Razak vd., 2023: 1128). Görünürlük, şirketlerin tedarik süreçlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, etkili bir tedarik uygulaması değerlendirmesine olanak tanıyarak ve tedarik zincirinin hazırlığını ve yanıt verebilirliğini artırarak tedarik zinciri direncini artırabilir ayrıca tedarik sözleşmelerinin daha iyi müzakere edilmesini, darboğazların ve gecikmelerin iyileştirilmiş bir tedarik süreci senkronizasyonu yoluyla ortadan kaldırılmasını sağlayabilir (de Farias vd., 2022 :2522).

Tedarik zinciri görünürlüğünün sağlanması, müşteriler ve tedarikçilerle yakın iş birliğinin yanı sıra işletme içi entegrasyona dayanır (Christopher ve Peck, 2004: 19). Müşterilerle iş birliğine dayalı planlama, öncelikli olarak talebin görünürlüğünün sağlanmasının yanında pazar eğilimleri ve risk algıları hakkında bilgi paylaşımı için de önemlidir (Christopher ve Peck, 2004: 19). Aynı şekilde, tedarikçiye doğru akış görünürlüğü de tedarikçilerle yüksek düzeyde iş birliğine dayalı planlama ve potansiyel tedarik bozulmalarına ilişkin uyarıların bildirilmesini sağlar ve bu şekilde görünürlük, bozulmaların daha iyi anlaşılmasını ve mevcut önceliklere göre belirli eylemlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Burgos ve Ivanov, 2021: 17).

2.2. Tedarik Zinciri İş Birliği

Tedarik zinciri iş birliği (supply chain collaboration), “ortak hedeflere sahip tedarik zinciri ortaklarının, firmaların bireysel olarak elde edebileceğinden daha fazla karşılıklı avantaj elde etmek için birlikte çalıştıkları uzun vadeli bir ortaklık süreci” olarak tanımlanmaktadır ve aşağıdaki unsurları içermektedir (Cao vd., 2010: 6617-6618):

- *Bilgi paylaşımı*: Bir firmanın tedarik zinciri ortaklarıyla çeşitli ilgili, doğru, eksiksiz ve güvenilir fikirleri, planları ve prosedürleri zamanında paylaşma derecesidir.
- *Hedef uyumu*: Tedarik zinciri ortaklarının, tedarik zinciri hedeflerinin gerçekleştirilmesiyle kendi hedeflerinin ne ölçüde karşılandığını algılamasıdır.
- *Karar senkronizasyonu*: Tedarik zinciri ortaklarının tedarik zinciri planlamasında ve operasyonlarında, tedarik zinciri faydalarını optimize eden kararları düzenledikleri süreçtir.
- *Teşvik uyumu*: Tedarik zinciri ortakları arasında maliyetlerin, risklerin ve faydaların paylaşılması sürecidir.
- *Kaynak paylaşımı*: Yeteneklerden ve varlıklardan yararlanma ve tedarik zinciri ortaklarıyla birlikte yeteneklere ve varlıklara yatırım yapma sürecidir.
- *İşbirliğine dayalı iletişim*: Tedarik zinciri ortakları arasında temas ve mesaj iletim sürecidir.
- *Ortak bilgi yaratma*: Tedarik zinciri ortaklarının birlikte çalışarak piyasayı ve rekabet ortamını daha iyi anlama ve bunlara yanıt verme derecesidir.

Tedarik zincirinde iş birliğine dayalı çalışmanın temelinde yatan ilke, bilgi alışverişinin belirsizliği azaltılabileceğidir (Christopher ve Peck, 2004: 17). Bu nedenle, tedarik zinciri riskini azaltmak için tedarik zinciri üyeleri arasındaki bilgi alışverişini kolaylaştırmaya yönelik bir tedarik zinciri ortaklığı kurmak en önemli öncelik olmalıdır (Christopher ve Peck, 2004: 17). Buradaki amaç, risk profillerinin (ve bu profillerdeki değişikliklerin) hem yukarı hem de aşağı yönde daha iyi görülebileceği yüksek düzeyde bir tedarik zinciri zekası oluşturmaktır (Christopher ve Peck, 2004: 17).

Direnç açısından tedarik zinciri iş birliği “acil müdahaleyi koordine etmek için ortak planlama ve bilgi paylaşımı yoluyla ortaklarla birlikte tedarik zinciri bozulmalarına yanıt verme becerisi” şeklinde tanımlanabilir (Ali vd. 2017: 27). Tedarik zincirinin tüm üyeleri arasında iş birliği özellikle bozulma zamanlarında gereklidir (Scholten ve Schilder, 2015: 473). Ayrıca tedarik zincirlerinde yüksek düzeyde iş birliğinin riski azaltmaya önemli ölçüde yardımcı olabileceğini, çünkü yöneticiler için en büyük zorluğun işbirlikçi çalışmanın mümkün olduğu koşulları yaratmak olduğunu belirtmiştir (Christopher ve Peck, 2004: 17). İş birliği stratejileri arasında risk paylaşımı, iş birliğine dayalı tahmin, iletişim ve bilgi paylaşımı, güven, ortak karar verme, tedarikçi belgelendirme ve geliştirme yer alır (Michel-Villareal, vd., 2021: 6).

Tedarik zinciri iş birliği; tahmin, erteleme ve risk paylaşımı gibi alanlarda karşılıklı yarar için diğer kuruluşlarla etkin bir şekilde çalışma becerisini ifade eder (Pettit, vd., 2013: 49). İş birliği aynı zamanda belirsizliği azaltılabilecek, şeffaflığı artırabilecek ve tedarik zinciri riskleri ve belirsizlikleri gibi bilgilerin oluşturulmasını ve paylaşılmasını kolaylaştırabilecek bilgi alışverişini de içerir (Christopher ve Peck, 2004: 17).

Risk yönetimi stratejilerinin etkili olabilmesi için tüm tedarik zinciri ortaklarının katılımı gerekir. Böyle bir durumda, tedarik zinciri ortakları arasında iş birliğinin, işbirlikçi olmayan veya koordinasyonsuz bir yaklaşıma göre daha üstün olması doğal görünmektedir (Bakshi ve Kleindorfer, 2009: 584). Ayrıca iş birliği, tedarik zincirinin iyileşmesini sağlamak için tedarik zinciri ortakları tarafından benimsenen süreçleri de etkiler (Ghadge vd., 2012: 329). Tedarik zinciri iş birliği, ortaklar arasında sinerji geliştirilmesini sağlar, ortak planlamayı kolaylaştırır ve tedarik zinciri bozulmalarının etkilerini azaltırken bozulmalara hazırlıklı olmak, yanıt vermek ve iyileşmek için gereken gerçek zamanlı bilgi alışverişini sağlar ve böylece tedarik zinciri direncinin artırılmasını sağlar (Scholten ve Schilder, 2015: 473-474).

2.3. Tedarik Zinciri Esnekliği

Esneklik (Flexibility), “zaman, çaba, maliyet ya da performans açısından çok az bir ceza ile değişebilme ya da tepki verebilme yeteneği” olarak tanımlanmıştır (Upton, 1994: 73). Bu doğrultuda bir tedarik zincirinin, ortamdaki tüm riskler ve belirsizlikler altında, her talep-tedarik

düğümünde, talep ve tedarik arasındaki farkta en az değişiklikle ve tedarik zinciri kaynakları ve katılan maliyetler üzerinde çok fazla ceza veya etki olmaksızın, ürünlerin tedarikçiden son kullanıcıya sorunsuz ve bozulmadan tedarik edilmesini sağlayabiliyorsa esnek olduğu söylenebilir (Tiwari vd., 2013: 212-213).

Esneklik kavramı direnç tanımının doğasında vardır ve istenen durumun orijinalinden farklı olabileceği göz önüne alındığında, “uyarlanabilirlik” kavramını ifade eder (Peck, 2005: 211). Direnç hem sağlamlık hem de esneklik sağlayan yedeklere dayanır (Dolgui vd., 2018: 422). Bu bağlamda esneklik, bir sistemin iç ve dış aksaklıklara tepki olarak süreçleri ve yapıları duruma göre ayarlama ve değiştirme yeteneğidir (Dolgui vd., 2018: 422). Sağlamlık, yedeklerin az ya da çok doğrudan kullanımı anlamına gelmektedir (örneğin üretim kapasitesi bozulmalarıyla başa çıkmak için yedek stok kullanma). Esneklik ise, tedarik zincirlerindeki stokların, kapasitelerin ve kaynak imkanlarının yeniden tahsis edilmesi yoluyla sistem davranışının değiştirilmesi açısından yedeklerin dolaylı kullanımını ifade eder (Dolgui vd., 2018: 422). Ayrıca esnekliğin, bozulmaları algılamayı destekleyen ve tedarik zinciri direncinin olaylara hazırlık boyutuyla ilgili olan doğal bir yetenek anlamına gelebileceği öne sürülmüştür (Sheffi and Rice, 2005: 45).

Esnekliğin, tedarik zincirinin tasarımına ve yapısına, kurumlar arası süreçlerine ve stratejilerine yansıtılması gerekir (Jüttner ve Maklan, 2011: 247). Esneklik stratejileri arasında; alternatif dağıtım kanalları, esnek üretim tesisleri, çoklu kaynak kullanımı, erteleme, kitlesel özelleştirme, parçaların, süreçlerin ve üretim sistemlerinin standartlaştırılması yer alır (Michel-Villarreal, vd., 2021: 6).

Esneklik aynı zamanda bir sistemin beklenmedik acil durumlarla yüzleşme, bunları çözme ve gerekirse bunlardan faydalanma kabiliyetini de ifade eder (Azadeh vd., 2014: 270). Bu doğrultuda *tedarik zinciri esnekliği* (*supply chain flexibility*); bir sistemin iç ve dış bozulmalara karşı bir uyum tepkisi olarak durumsal süreç ve yapısal değişikliklere uyum sağlama yeteneğidir (Ivanov, 2018: 48). Tedarik zinciri esnekliği hayati öneme sahiptir ve dirençli tedarik zinciri yönetimiyle iç içe geçmiştir (Al-Talib vd., 2020: 755). Çünkü tedarik zincirlerini müşterilerin istediği şekilde yeniden yapılandırma veya bilgi mimarisini gerektiği gibi özelleştirme yeteneği; sistem, ürün ve sürecin yönlerini göz önünde bulundurur (Al-Talib vd., 2020: 755).

Dirençli bir tedarik zinciri, uygun bir esneklik seviyesine ulaşarak beklenmedik bozulmalarla ve felaketlerle başa çıkabilir (Sahu vd., 2017: 119). Artan esneklik, bozulma durumunda değişikliklere hızlı ve kolay bir şekilde uyum sağlama ve normal koşullarda operasyonel etkinliği artırma becerisi sağlar (Sheffi ve Rice, 2005: 48). Esnek dağıtım düzenlemeleri, üretim tesisleri, tedarikçi tabanı, işgücü becerileri, yapılar ve sistemdeki esnek kapasite, tedarik zincirinin direncini geliştirir (Piprani vd., 2022: 310). Ayrıca, esneklik, bozulma anında kaynakların uyarlanması ve

yeniden yapılandırılmasında hızlı yanıt vermeyi artırarak tedarik zinciri direncini geliştirir (Piprani vd., 2022: 310).

2.4. Tedarik Zinciri Yedekleri

Bozulmaların üstesinden gelmek için bir alternatif de tedarik zincirinde yedekler oluşturmaktır (Karl vd., 2018: 10). *Yedekler (Redundancy)*, potansiyel sıkışma noktalarına ek kapasite ve/veya stoğun stratejik olarak yerleştirilmesidir (Christopher ve Peck 2004: 16). Bu yetenek, beklenmedik olaylar sırasında kayıpları hızla yerine koyabilecek ek kapasite (üretim, nakliye, stok ve depolama tesisi) ile karakterize edilir (Christopher ve Peck, 2004: 16). Tedarik zinciri yedeklerinin en yaygın biçimleri güvenlik stoğu, ikincil tedarikçilerin daha yüksek maliyetleri olsa bile birden fazla tedarikçinin bilinçli olarak kullanılması ve bilinçli olarak düşük kapasite kullanım oranlarıdır (Sheffi and Rice, 2005: 44-45).

Yalın paradigma stok maliyetini düşürmek için düşük stok seviyesi ya da stok bulundurmamayı gerektirirken, direnç paradigması zincir boyunca beklenmedik bozulmalara etkili bir şekilde yanıt verebilmek için stratejik stok bulundurmaya gerektirir (Cabral vd., 2012: 4832). Ayrıca yedek stok, şirketlere bozulmalar sonrasında çözüm bulmaları için zaman kazandırabilir (Pereira vd., 2014: 635).

Geleneksel olarak fazla kapasite ve stok sadece "israf" olarak görülür ve bu nedenle istenmeyen bir durumdur (Christopher ve Peck, 2004: 16). Ancak, ek kapasite ve/veya stokun potansiyel "sıkışma/tıkanıklık noktalarına" stratejik olarak yerleştirilmesi, tedarik zincirinde direnç yaratılması açısından son derece faydalı olabilir (Christopher ve Peck, 2004: 16). Direnç ve maliyet arasında ödünleşim kaçınılmaz olarak, olumsuz bir olayın olasılığı ve olası etkisine yönelik olarak "her ihtimale karşı" maliyet dezavantajının karara dayalı olarak dengelenmesi gerekir (Christopher ve Peck, 2004: 16).

Tedarik zinciri direncine ulaşmanın yollarından biri, tedarik zinciri genelinde yedekler oluşturmaktır (Kamalahmadi ve Parast, 2016: 122). Bir tedarik zincirinde yedekler oluşturmak için çeşitli yaklaşımlar mevcuttur (Chopra ve Sodhi, 2004: 54-58; Chowdhury ve Quaddus, 2016: 719; Ivanov vd., 2017: 6163; Tan vd., 2019: 6387):

- Bazı tesislerde, bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için güvenlik stoğu bulundurmak
- Birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşme yapmak
- Bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesislere sahip olmak

- Bozulma sonucunda tesislerin kaybedilen kapasiteleri ile başa çıkmak için yedek kapasiteye sahip olmak
- Bozulma sırasında mevcut ulaşım kanallarının devre dışı kalması halinde kullanılacak alternatif ulaşım kanallarına/modlarına sahip olmak

Torabi vd. (2015) bir yedek tedarikçiye sahip olmanın, tedarik zinciri bozulmalarını azaltmak için etkili bir strateji olduğunu ortaya koymuştur. Khalili vd. (2017) dağıtım merkezlerinde acil durum envanterinin hazır bulundurulmasıyla birlikte birden fazla nakliye kanalının kullanılmasının direnci önemli ölçüde artırabileceği ve iyileşme süresini kısaltabileceğini tespit etmiştir. Bunların yanında Wang vd. (2016a) yedek rota stratejisinin daha erken gerçekleştirilmesinin daha yüksek bir direncin elde edilebilmesini sağlayacağı ortaya konmuştur. Tan vd. (2019) tedarik zinciri direncinin yedek tesisler eklenerek iyileştirilebileceği ve yedek tesis söz konusu olmadığı durumlarda tesislerde oluşturulan yedekler ile riskin azaltılabileceği tespit etmiştir.

Ambulkar vd. (2015), tedarik zincirinde bozulma sonrası iyileşme politikalarının tedarik zinciri direncinin en önemli itici güçlerinden biri olduğunu vurgulamıştır. Bozulma sonrası iyileşme seçenekleri; tedarik zinciri yedeklerini (örneğin, yedek tedarikçiler, depolar, depolar ve nakliye kanalları), yedek stokları ve kapasite genişletmeyi içerir (Ivanov vd., 2017: 6166-6167). İyileşmeyi sağlamak ve tedarik zinciri direncini artırmak için acil durum planları veya yedeklerin planlaması (örneğin, alternatif tedarikçiler veya nakliye rotaları) geliştirilmelidir (Ivanov vd., 2017: 6166-6167).

2.5. Tedarik Zinciri Çevikliği

Tedarik zinciri çevikliği (Supply chain agility), talep veya tedarikteki öngörülemeyen değişikliklere hızla yanıt verebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Christopher ve Peck, 2004: 20). Tedarik zinciri çevikliği, bir firmanın pazardaki dalgalanmalara ve hem miktar hem de çeşitlilik açısından talepteki değişikliklere tepki olarak (Christopher, 2000: 38) tedarik zinciri stratejisini ve operasyonlarını hızlı bir şekilde düzenleme kapasitesini ifade eder (Ning vd., 2023: 41). Görünürlük, yöneticilerin değişiklikleri bilmesini sağlar ve bu nedenle, bu değişikliklere yanıt vermenin ön koşuludur (Wieland ve Wallenburg, 2013: 303). Bu aşamada çeviklik firmaların hem risk azaltma hem de pazar tepkisindeki değişikliklere yanıt verme süresini iyileştirir (Braunscheidel ve Suresh, 2009: 134). Çeviklik stratejileri arasında; iletişim, tedarik zincirinin hızlı bir şekilde yeniden tasarımı, hız, görünürlük ve esneklik, tedarikçilerle yakın iş birliği, daha kısa teslim süreleri ve değer yaratmayan sürelerin azaltılması yer almaktadır (Michel-Villarreal, vd., 2021: 6).

Görünürlüğü ve hızı, çevikliği belirleyen iki temel unsur olarak kabul eden yaklaşımlar mevcuttur (Wieland ve Wallenburg, 2013: 304). Çevikliğe ulaşmak için, bir firmanın mevcut

değişiklikleri daha iyi tanımlayabilmesi için görünürlüğü ve değişikliklere daha hızlı yanıt verebilmesi için de hız ihtiyacı vardır (Wieland ve Wallenburg, 2013: 303-304). Ayrıca iş birliği ve esneklik, şirketlerin daha hızlı hareket etmesine ve bozulmaların etkilerini azaltmak için uygun bir plan ve strateji seçmesine olanak tanıyarak (Gunasekaran vd., 2015: 6811-6813) çevikliği artırabilir (Al Naimi vd., 2022: 1207).

Çevik bir tedarik zinciri, “talep veya tedarikteki beklenmedik değişikliklere hızla uyum sağlamak için artan hız” (Christopher ve Peck, 2004: 18), “tepki süresini kısaltmak için hız” (Wieland ve Wallenburg, 2013: 303) ve “değişikliklere tepki verme duyarlılığı” (Cabral vd., 2012: 4831) gibi niteliklere sahiptir ve bu uygulamalar firmaların bozulmaların etkisini azaltmasını sağlar; bu da yanıt verme yeteneğini artırarak tedarik zinciri direncinin artmasını sağlar (Ali vd., 2017: 27). Bozulma durumunda çeviklik, şirketin normal faaliyetlerinin geri kazanılması, yeni duruma uyum sağlanması ve mümkünse faaliyetlerin hızlandırılması yoluyla rakiplere karşı rekabet avantajı elde edilmesini sağlayabilir (Calvo, 2020: 55-56).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TEDARİK ZİNCİRİNİN DİJİTALLEŞMESİ

3.1. Dijitalleşme

Dijital yenilik (Digital innovation) ve dijital dönüşüm (digital transformation) olarak da adlandırılan (SAP, 2015: 29) dijitalleşme, yakın ve uzak gelecekte toplumu ve iş dünyasını değiştirecek en önemli gelişmelerden biridir (Tihinen ve Kääriäinen, 2016: 63). *Dijitalleşme* (Digitalization) veya *dijital dönüşüm* (digital transformation), “dijital teknolojinin insan toplumunun tüm yönlerinde uygulanmasıyla ilişkili değişiklikleri” olarak tanımlanmaktadır (Stolterman ve Fors, 2004: 689). Dijitalleşme aynı zamanda, “bir kuruluş, endüstri, ülke vb. tarafından dijital veya bilgisayar teknolojisinin benimsenmesi veya kullanımının artması” anlamına gelmektedir (Brennen ve Kreiss, 2016: 1). Bu tanımlara dayanarak, dijitalleşme, bir kuruluşta veya kuruluşun operasyon ortamında dijital teknolojilerin benimsenmesinin neden olduğu çalışma biçimleri, roller ve iş yapış şeklindeki değişiklikler olarak tanımlanmaktadır ve aşağıda verilen çeşitli düzeylerdeki değişiklikleri ifade eder (Parviainen vd., 2017: 64):

- *Süreç düzeyi:* Yeni dijital araçların benimsenmesi ve manuel adımların azaltılarak süreçlerin kolaylaştırılması;
- *Organizasyon düzeyi:* Yeni hizmetlerin sunulması, eski uygulamaların terk edilmesi ve mevcut hizmetlerin yeni biçimlerle sunulması;
- *İş alanı düzeyi:* Ekosistemlerde değişen roller ve değer zincirleri;
- *Toplum düzeyi:* Değişen toplum yapıları (örneğin, işin türü, karar alma sürecini etkileyen araçlar).

Dijital çağda sosyal medya, mobil bilişim, veri analitiği, bulut bilişim, nesnelerin interneti ve son zamanlarda blokzincir, yapay zekâ ve sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojiler ürünleri, hizmetleri ve iş süreçlerini, satış kanallarını ve tedarik kanallarını önemli ölçüde etkilemektedir (Urbach vd., 2019: 123). Bu teknolojiler bireyleri, kuruluşları, makineleri ve diğer nesneleri yeni yollarla birbirine bağlamakta ve yeni çalışma, iş birliği ve otomasyon modellerini mümkün kılmaktadır (Urbach ve Röglinger, 2018: xi). Bu doğrultuda şirketler, değişen rekabet ortamında başarılı olmak için iş stratejilerinde dijital teknolojilerin potansiyelini ortaya çıkarmalı, çalışma rutinlerini, süreçlerini ve yapılarını dönüştürmeli, iş modellerini yeniden gözden geçirmeli (Legner vd., 2017: 306) ve bilgi teknolojileri altyapılarını iyi yönetmelidir (Urbach vd., 2019: 123).

Genel olarak dijitalleşme, işletmelerin gelir ve katma değer elde etmek için mevcut iş modellerini değiştirmeleri için bir fırsat olarak değerlendirilmektedir (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021: 656). Dijitalleşmenin potansiyel faydaları yüksektir; halihazırda bilgi yoğun süreçlerin dijitalleştirilmesiyle maliyetler %90'a kadar azaltılabilir ve geri dönüş süreleri birkaç kat iyileştirilebilir (Parviainen vd., 2017: 64). Ayrıca, kâğıt ve manuel süreçlerin yazılımla değiştirilmesi, işletmelerin süreç performansını, maliyet etkenlerini ve risk nedenlerini daha iyi anlamak için elde edilebilecek verileri otomatik olarak toplamasına olanak tanır (Parviainen vd., 2017: 64). Bunlara ek olarak, dijital teknolojiler, daha iyi müşteri memnuniyeti yoluyla tedarik zinciri performansının iyileştirilmesine yardımcı olur, ürün ve hizmetlerin kalitesini artırır ve tedarik zincirindeki israfı azaltır (Singh vd., 2023: 4). Westerman vd. (2012) dijitalleşme stratejileri yoluyla değer yaratmanın önemini; %9 daha fazla gelir yaratma, %26 daha fazla kârlılık etkisi ve %12 daha fazla piyasa değeri ile açıklamaktadır.

3.2. Dijital Tedarik Zinciri

Endüstri 4.0 olarak da bilinen Dördüncü Sanayi Devriminin gerçekleşmesiyle bir firmanın farklı işlevsel alanlarında daha bağlantılı bir ekosistem yaratılmasına yol açmıştır (Seyedghorban vd., 2020: 96). Kuruluşlar, tamamen entegre olmak ve artık tedarik zinciri yönetimi de dahil olmak üzere iş uygulamalarında giderek daha şeffaf hale gelmek için stratejilerini yeniden şekillendirmektedir (Seyedghorban vd., 2020: 96). Kuruluşların birincil odak noktasının rekabetçi bir pazarda temel yeteneklerini korumak ve güçlendirmek olduğu düşünüldüğünde, kuruluşlar mal ve hizmetlerinin üretim ve teslimat işlemleri için dijital tedarik zinciri süreçlerini kullanmalıdır (Büyükoğkan ve Göçer, 2018: 157).

Dijitalleşme, “kuruluşların tedarik zincirlerini ve operasyonel performanslarını iyileştirmek için harici dijital teknolojileri (yani makine öğrenimi, nesnelerin interneti, büyük veri ve blokzincir gibi kaynakları) kullanması ve benimsemesidir” şeklinde tanımlanmıştır (Hennelly vd., 2020: 93). Bir başka tanımda ise Hoberg vd. (2015) dijital dönüşümü; dijital teknolojilerin (bulut bilişim, 3D yazıcı, nesnelerin interneti, büyük veri analitiği gibi) bir şirketin ürünlerinde değer üretme şeklini, tedarikçileri, ortakları ve müşterileriyle etkileşim şeklini ve küresel pazarda rekabet etme şeklini değiştirmek için kullanıldığı organizasyonel değişim süreci olarak açıklamıştır (Agrawal ve Narain, 2018: 4).

Dijitalleştirme (digitization) ve dijitalleşme (digitalization) arasında ayrım yapabilmek önemlidir (MacCarthy ve Ivanov, 2022: 7).

- Dijitalleştirme (Digitization) fiziksel bir şeyin dijital olarak kodlanmasını yansıtmak için kullanılmaktadır (örneğin, bir tasarım sisteminde dijital olarak yakalanan bir ürün modeli).

- Dijitalleşme (Digitalization) ise bir iş sürecini dijital olarak gerçekleştirmek için kurumsal veya iş bağlamında dijital bir kodlama kullanan bir uygulamayı yansıtmak için kullanılır (örneğin, bir müşteriye bir siparişin gönderilmesi üzerine otomatik olarak başlatılan bir faturalama süreci).

Dijital tedarik zinciri, ürün ya da hizmetlerin fiziksel ya da dijital olmasıyla değil, tedarik zincirinin nasıl yönetildiğiyle ilgilidir (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 164). Dijitalleşme, dijitalleştirilmiş verileri ve dijital teknolojileri yalnızca süreçleri, işlevleri ve faaliyetleri iyileştirmek için değil, aynı zamanda belirli bir fayda elde etmek amacıyla süreçleri değiştirmek için de kullanmak anlamına gelmektedir (Ivanov vd., 2019b: 311). Dijitalleşme, dijital tedarik zincirine doğru devam eden bir dönüşümdür ve çoğu kurumsal süreci aşamalı olarak değiştirmektedir (Ivanov vd., 2019b: 311).

Bir dijital tedarik zinciri oluşturulmadan önce, bilgi, analiz ve harekete geçme süreci bir döngü olarak düşünülmelidir (Marmolejo-Saucedo ve Hartmann, 2020: 6):

- Fizikselden dijitale: Fiziksel dünyadan bilgi toplama ve fiziksel verilerden dijital bir kayıt oluşturmaktır.
- Dijitalden dijitale: Gelişmiş analitik, senaryo analizi ve yapay zekâ kullanarak bilgi paylaşımı ve anlamlı bilgiler edinmedir.
- Dijitalden fiziksele: Fiziksel dünyadaki süreçleri ve değişiklikleri optimize etmek için dijital dünyadaki kararları etkili verilere dönüştürmek üzere algoritmalar uygulamadır.

Kuruluşlar, ürünlerini üretmek ve müşterilerine teslim etmek için iş birliği yapar ve dijital bir tedarik zinciri sistemi aracılığıyla ürünler ve faaliyetleri hakkında bilgi paylaşırlar (Bhargava vd., 2013: 1637). *Dijital tedarik zinciri (Digital supply chain)*, küresel olarak dağınık bulunan kuruluşlar arasındaki etkileşimleri destekleyen ve tedarik zincirlerindeki ortakların faaliyetlerini düzenleyen donanım, yazılım ile iletişim ağı sistemlerinden oluşmaktadır ve bir ürünün satın alınması, üretilmesi, depolanması, taşınması ile satılmasını içerir (Bhargava vd., 2013: 1637). Bu nedenle, dijital tedarik zinciri teknolojileri, inovasyonu ortaya çıkarmak, karar vermeyi hızlandırmak ve etkinliği artırmak için dijital araçlar ve teknikler kullanarak işleri modernize etmek için kullanılmaktadır (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021: 656).

Dijital tedarik zincirlerinin başarmayı hedeflediği on bir ana özellik aşağıdaki gibidir (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 165-166);

1. *Hız*: Ürünlerin teslim edilme hızı hem tedarikçiler hem de dijital tedarik zincirine dahil olanlar için önemlidir.

2. *Esneklik*: Tedarik zincirlerinde dijitalleşme, değişen koşullara kolaylıkla uyum sağlayarak operasyonel çevikliğe ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir. Bu, ürünlerin nasıl teslim edildiğini değil, tedarik zincirlerindeki sorunlara nasıl tepki verileceğini tanımlar.
3. *Küresel bağlantı*: Kuruluşların mal ve hizmetleri dünyanın her yerine hızlı bir şekilde ulaştırması gerekmektedir. Bu durum, kuruluşların sadece teslimat yapmasını değil, aynı zamanda yerel düzeyde tepki vermesini sağlamak için gerçek anlamda küresel bir tedarik zinciri gerektirmektedir.
4. *Gerçek zamanlı stok*: Dijital tedarik zinciri, eldeki stokun talebi karşılamak için yeterli olmasını, ancak aşırı olmamasını sağlamak için araçlar sağlar.
5. *Zeka*: Yeni nesil teknolojik imkanlar, yeterli bilgi işlem gücüyle donatılmış akıllı ürünler sağlar, böylece tanımlanmış algoritmalara dayalı olarak kendi kendine öğrenme ve otonom karar verme sağlanabilir.
6. *Şeffaflık*: Şeffaf bir tedarik zincirinde, zincirdeki halkalar diğer halkaların davranışlarını ve ihtiyaçlarını anlar ve bunlara göre hareket eder.
7. *Maliyet-etkinliği*: Dijital teknolojiler neredeyse her alanda maliyeti düşürmektedir. Yeni teknolojiler için ilk yatırım maliyetleri yüksek olabilmekte ve zaman içinde düşüş göstermektedir.
8. *Ölçeklenebilirlik*: Tedarik zincirlerini gerekli koşullara göre yukarı veya aşağı yönde ölçeklendirmek çoğu zaman kuruluşlar için muazzam bir zorluk yaratır. Klasik tedarik zincirleri dijitalleşme ile entegre edildiğinde ölçeklenebilirlik daha az sorun haline gelir.
9. *Yenilikçilik*: Dijital tedarik zinciri, rekabetçi kalabilmek ve tedarik zincirinde mükemmelliği sağlamak için her zaman yeni teknolojileri süreçlere dahil etmenin yeni yollarını aramalıdır.
10. *Proaktiflik*: Dijital tedarik zinciri, potansiyel bozulmaları önlemek için proaktif eylemler uygular. Bu sadece sorun giderme yoluyla değil, aynı zamanda araştırma yoluyla gizli sorunları önceden tespit ederek de mümkün olabilir.
11. *Çevre dostu*: Tedarik zincirlerinin çevre üzerinde belirli bir düzeyde etkisi vardır. Dijital tedarik zinciri, çevreye yeterince önem vermezse basın, çevre yasaları veya kamu bilinci gibi nedenlerle iş bozulmalarına yol açabilir.

Geleneksel tedarik zinciri, geleceğin iş gereksinimlerinde ihtiyaç duyulan belirli özelliklerden yoksundur ve genellikle entegrasyondan yoksun bir dizi izole adımdan oluşur ve geleneksel tedarik zincirinin dijital tedarik zincirine dönüştürülmesi, bu zinciri birbirine bağlı olarak çalışan entegre bir sisteme dönüştürür (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 164). Dolayısıyla *dijital tedarik zinciri yönetimi (digital supply chain management)*, “tedarik zinciri planlaması, görevleri yerine getirme, tedarik zincirinin tüm katılımcılarıyla etkileşim kurma, tedarik zinciri üyeleri arasında entegrasyon sağlama ve yeni iş modelini mümkün kılma gibi tedarik zincirinin çeşitli süreçlerini gerçekleştirmenin geleneksel yolunu değiştirebilen güçlü yenilikçi teknolojiler” olarak tanımlanabilir (Agrawal ve Narain, 2018: 4).

Dijital teknolojilerin tedarik zincirlerinde kullanılmaları tedarik zincirlerine çeşitli faydalar sunmaktadır. Dijital teknolojiler planlama, kaynak bulma ve tedarik stratejilerini optimize etme becerisini artırmakta ve geliştirmektedir (Bigliardi vd., 2022:1806). Bunun yanında tedarik zincirinde dijital teknolojilerin kullanımı, talep ve üretim esnekliğinin artmasını, ürün çeşitliliğini, daha yüksek pazar duyarlılığını, daha kısa teslim süreleri ve daha iyi kapasite kullanımı sağlamaktadır (Ivanov vd., 2019c: 832, 837). Ayrıca tedarik zincirindeki eski yöntemlerin dijital teknolojileri içerecek şekilde yeniden tasarlanması, sürdürülebilirliğin artırılmasına da olanak sağlamakta ve ürün kalitesi analizini basitleştirmektedir (Van Der Vorst vd., 2009: 6611).

Dijitalleşmenin tedarik zinciri için sunduğu önemli fırsatlar arasında artan bilgi kullanılabilirliği ve optimize edilmiş şirketler arası lojistik, uçtan uca gerçek zamanlı bilgi erişimi ve kontrolü yoluyla tedarik zinciri görünürlüğü ve şeffaflığı, operasyon etkinliği ve sürekliliği, entegrasyon ve iş birliği, inovasyon ve ürün tasarımı yer almaktadır (Kache ve Seuring, 2017: 24-25). Ayrıca dijitalleşme, lojistik uygulamalarının optimizasyonu, gerçek zamanlı veri toplama, daha etkin stok yönetimi ve artan şeffaflık gibi büyük faydalar sağlamaktadır (Bigliardi vd., 2022: 1806). Böylece dijital teknolojilerin kullanılması, tedarik zincirinin daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır (Bigliardi vd., 2022:1806).

Dijital tedarik zincirleri daha yüksek satış, daha yüksek kâr marjı, müşteri ile güçlü bir bağ sağlamanın yanında tedarik zinciri esnekliğinin artırılmasını, tedarik zincirindeki risk ve maliyetlerin azaltılmasını ve rekabet avantajının sürdürülmesini sağlamaktadır (Agrawal ve Narain, 2018: 5). Bunun yanında dijital tedarik zincirlerinde, karar verme sürecinde daha fazla sayıda alternatif mevcut olması, daha iyi tedarik zinciri yönetimi kararına yol açacaktır (Agrawal ve Narain, 2018: 5).

Dijital teknolojilerin en önemli dezavantajı, yeni teknolojiler için ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasıdır (Büyüközkan ve Göçer, 2018: 165). Fakat dijital araçların benimsenmesinin faydaları, uygulama maliyetlerini dengeleyecek veya üstesinden gelecektir (Ambrogio vd., 2022: 2).

3.3. Tedarik Zinciri Direncini Destekleyen Dijital Teknolojiler

Dijital teknolojiler, veriye dayalı bir ortamda kritik bir rol oynamakta ve kuruluşun ilgili operasyonel ve finansal yeteneklerinin geliştirilmesine ve pazarda rekabet avantajı sağlamasına olanak tanımaktadır (Centobelli vd., 2023: 3). Bu nedenle, yeni dijital çözümlerin benimsenmesi, kuruluşların ve tedarik zinciri yeteneklerinin anlaşılması ve geliştirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır (Centobelli vd., 2023: 3).

Dijital tedarik zincirleri, fiziksel üretim ve dağıtım sürecini yönlendirmek için çeşitli kaynaklardan ve konumlardan gelen bilgileri entegre ederek fiziksel ortamı yansıtan ve bilgilendiren sanal bir ortamdır (Marmolejo-Saucedo ve Hartmann, 2020: 6). Dijital teknolojiler, araçların ortadan kaldırılması yoluyla bazı faaliyetlerin ve süreçlerin yerini alabilir veya bunlara olan ihtiyacı ortadan kaldırabilir, tedarik zinciri yapılarının yeniden tasarlanmasını sağlayabilir ve daha geniş dijital ekosistemlerde yeni iş fırsatlarına olanak tanıyabilir (MacCarthy ve Ivanov, 2022: 6). Klasik süreçlerden ve sensör tabanlı veri setleri (yapılandırılmamış veriler) gibi yeni süreçlerden elde edilen bilgilerden yararlanan dijital tedarik zincirleri, tedarik ağının kapsamlı bir görünümünün yanı sıra riskli durumlara ve değişime hızlı ve etkin yanıtlar verilmesini sağlar (Marmolejo-Saucedo ve Hartmann, 2020: 6).

Bir tedarik zinciri, sürekli olarak riskleri öngörerek, geliştirerek, uyum sağlayarak ve üstesinden gelerek temel işlevselliğini sürdürdüğünde dirençlidir (Novak vd., 2021: 332). Tedarik zinciri kendi kendine öğrenme yetenekleri kazandıkça dijital teknolojiler riskleri azaltmak için tedarik zinciri direncine öngörü yetenekleri sağlar veya uyarı sinyalleri göndererek üretimde bir yangın veya aksaklık durumunda risklerin etkilerini azaltır, ardından gerçek zamanlı izleme ve etkili bilgi akışı yardımıyla durumu hızla ele alabilir (Al-Talib vd., 2020: 755). Ayrıca dijitalleşmenin sağladığı tedarik zinciri görünürlüğü, proaktif acil durum planlarının daha hızlı devreye alınmasıyla yanıt ve iyileşme sürelerini hızlandırabilir (Ivanov vd., 2021: 98). Kısacası, dijital teknolojilerin uygulanması, tedarik zincirini çeşitli boyutlardan etkileyerek dirençli bir zinciri mümkün kılabilir (Al-Talib vd., 2020: 755). Dijital teknolojiler, bozulmaların kapsamı ve ölçeği hakkında gerçek zamanlı bilgi elde etmek, bunların tedarik zincirinde yayılması ve olası iyileşme stratejilerini simüle etmek ve dolayısıyla tedarik zinciri direncini geliştirmek için kapsamlı bir şekilde kullanılmalıdır (Ivanov vd., 2019c: 842).

Dijital teknolojiler, modern endüstride bağlantı, telekomünikasyon ve bilgisayarlaşmaya olanak tanıyan büyük veri analitiği, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi birçok yeni teknolojinin bir araya gelmesi anlamına gelmektedir (Li vd., 2020: 1). Literatürde tedarik zincirinin dijitalleşmesinde kullanılan temel dijital teknolojiler incelendiğinde Queiroz vd. (2021)'nin dijital tedarik zinciri makalelerinin literatür araştırmasına dayanarak, geleneksel bir tedarik zincirinin dijital tedarik zinciri haline gelmesini desteklemek için altı etkinleştirici teknolojiye oluşan bir çerçeve oluşturduğu görülmüştür: (1) Büyük Veri Analitiği, (2) Nesnelerin İnterneti, (3) Yapay Zekâ, (4) Blokzincir, (5) Bulut Bilişim ve (6) Siber Fiziksel Sistemler. Spieske ve Birkel (2021) etkinleştirici teknolojilere (7) Eklemeli Üretim'i ekleyerek bu çerçeveyi geliştirmiştir. Bu tez çalışmasında Spieske ve Birkel (2021)'nin dijital tedarik zinciri teknoloji portföyü ele alınmış ve literatürde en yaygın olarak kullanılan dört temel teknoloji (büyük veri analitiği, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve blokzincir) çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Tedarik zincirinde kullanılan etkinleştirici teknolojiler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Büyük Veri Analitiği

Büyük veri analitiği (Big data analytics), Karar verme sürecini iyileştirmek amacıyla kurum içinde ve dışında toplanan yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerden faydalanmak için gelişmiş istatistiksel teknikler kullanılmasıdır (Kache ve Seuring, 2017: 10). Daha basit bir ifadeyle, “büyük veri analitiği, gelişmiş analitik tekniklerin büyük veri üzerinde çalıştığı alandır” (Russom, 2011: 8).

Büyük veri, literatürde beş özellikle karakterize edilmiştir: hacim, çeşitlilik, hız, doğruluk ve değer (5V: Volume, Variety, Velocity, Veracity ve Value) (Wamba vd., 2017: 2):

- Hacim, bilgi teknolojileri altyapısı içinde depolanan büyük miktarda veriyi karakterize eder. Genel olarak, büyük miktarda verinin depolanması, veri depolanması açısından büyük bir sorun teşkil etmektedir (Leveling vd., 2014: 918). Büyük verilerle uğraşan bilgi teknolojileri altyapıları için temel zorluklardan biri, depolama alanının kullanılabilirliğini ve verimli bir erişilebilirliği sağlamaktır (Leveling vd., 2014: 918).
- Çeşitlilik, büyük veri ortamında ele alınan çeşitli bilgi yapılarıyla ilgilidir. Depolanan veriler bir yapıya (veri türü) dayalı olabilir ya da yapılandırılmamış bilgilerden oluşabilir (Leveling vd., 2014: 919).
- Hız, gerçek zamanlı olarak düzensiz bir şekilde gelen büyük miktarda veriyi tanımlar. Daha detaylı bir kullanım planlanıyorsa, hızlı gelen verilerin ele alınması gerekir (Leveling vd., 2014: 918-919).
- Doğruluk, birçok veri kaynağının (örneğin sosyal ağ siteleri) doğası gereği belirli bir derecede belirsizlik ve güvenilmezlik içerdiği endişesi nedeniyle veri kalitesinin ve güven düzeyinin önemini ortaya koymaktadır (Nguyen vd., 2018: 254).
- Büyük verinin değeri, verilerin daha fazla kullanım için işlenmesi ve analiz edilmesi gerektiği gerçeğiyle ilgilidir (Leveling vd., 2014: 919).

Doğruluk ve değer, veri analizi ile büyük verinin gerçek değeri ortaya çıktığı için özellikle önemlidir (Ivanov vd., 2019c: 831). Büyük veri analitiği, büyük miktarda veriden bilgi çıkarımına dayanır ve veri odaklı karar vermeyi kolaylaştırır (Ivanov vd., 2019c: 831).

Büyük veri analitiği, son yıllarda dijital teknolojilerin Tedarik Zinciri Yönetimine uygulanmasında kuşkusuz en çok üzerinde durulan alanlardan biri olmuştur (Ivanov vd., 2019c: 831). Büyük veri analitiğinin “öngörücü” doğası, tedarik zincirleri için muhtemelen oyunun kurallarını değiştiren bir avantaj sağlayabilir (Kache ve Seuring, 2017: 11). Planlanmamış ekipman arıza süreleri önemli ölçüde azaltılabileceğinden, şirketler büyük veri analitiğinin uygulanması yoluyla maliyet avantajları elde edebilir, bu da şirketlerin yedek stoklarını azaltmalarına olanak tanıyarak ortakların tedarik risklerini ortadan kaldırırken daha yalın bir tedarik zinciri işletmelerini

sağlayabilir (Kache ve Seuring, 2017: 11). Bununla birlikte, potansiyel kontrolsüz arızalara ilişkin bilgilerin tedarik zinciri ortaklarıyla paylaşılması, zincir genelinde zamanında hafifletme eylemlerine olanak tanımak için zorunludur (Ivanov vd., 2019c: 831).

Bir tedarik zincirinde büyük veri analitiği kullanımının sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir (Kache ve Seuring, 2017: 24-25):

- *Lojistik:* biri tedarik zincirindeki varlıklar arasında ürünleri izleme ve takip etme potansiyeli yer almaktadır. Buna göre, taraflar arasında paylaşılan gerçek zamanlı trafik bilgileri ve güncel ürün konum verileri, tedarik zinciri boyunca teslimatlardaki olası gecikmeleri tahmin etmek için kullanılabilir. Bu öngörüler, lojistik karar alma için büyük değer sağlar.
- *Tedarik zinciri görünürlüğü ve şeffaflığı:* Sağladığı uçtan uca görünürlük sayesinde tedarik zinciri kararları daha dinamik, esnek ve ayrıca katılımcı hale getirir.
- *Operasyon etkinliği ve sürdürülebilirliği:* Daha fazla bilgi erişilebilirliğin operasyon etkinliği ve sürdürülebilirlik yetenekleri üzerindeki etkisinin çok yüksek olduğu belirtilmiştir.
- *Entegrasyon ve iş birliği:* Tedarik zinciri boyunca büyük veri analitiği destekli bilgi kullanılabilirliği için şirketlerin kilit ortaklarla çapraz fonksiyonel entegrasyon ve iş birliği yaklaşımlarını benimsemeleri gerekmektedir. Bu da yüksek düzeyde bilgi paylaşımına olanak sağlar.
- *Yenilik ve ürün tasarımı:* Artan veri kullanılabilirliği, tedarik zinciri görünürlüğüne iyileştirilmesiyle ürün tasarımı ve prototipleme süresinin kısaltılması, özellikle inovasyon döngüsü süresinin kısaltılması açısından fayda sağlar.
- *Stok:* Taraflar iş birliği yapması ve tedarik zinciri boyunca bilgileri paylaşması, planlama döngülerinin kısalmasına ve planlamanın daha fazla ayrıntı düzeyleriyle çalışmasına olanak tanıyarak daha verimli stok yönetimi uygulamalarını sağlar.

Son olarak büyük hacimlerde verinin tedarik zinciri genelinde oluşturulabilmesi, toplanabilmesi ve entegre edilebilmesinin yanında büyük veri analitiği, tedarik zinciri bozulmaları açısından bilimsel kararlar almak için yararlı bilgilerin tanımlanmasında ve çıkarılmasında işletmelere yardımcı olabilir (Ning vd., 2023: 41).

3.3.2. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti (Internet of Things), “bir şirket içinde ve şirket ile tedarik zinciri arasında algılama, izleme ve etkileşim için dijital olarak bağlı fiziksel nesnelerden oluşan bir ağıdır” (Ben-Daya vd., 2019: 4721). Bu ağ, tedarik zinciri süreçlerinin zamanında planlanması, kontrolü ve

koordinasyonunu sağlamak için çeviklik, görünürlük, izleme ve bilgi paylaşımı sağlar (Ben-Daya vd., 2019: 4721).

Bilgi ve iletişim teknolojileri ve makine otomasyonunun bir araya gelmesiyle, nesnelerin interneti kullanımı özellikle tedarik zincirleri ve lojistikte daha yaygın hale gelmiştir (Rejeb vd., 2019: 2). Nesnelerin interneti birbirleriyle, insan kullanıcılarla veya kuruluşun içindeki veya dışındaki diğer dijital sistemler ile özerk bir şekilde etkileşim kurmak için dijital teknolojiyle donatılmış fiziksel nesnelerden oluşur (de Farias vd., 2022: 2522-2523). Radyo frekansı tanımlayıcıları (radio frequency identifiers: RFIDs), küresel konumlandırma sistemi (global positioning system: GPS) çipleri, kablosuz sensörler, kameralar, mikrofonlar, lazerler, barkod tarayıcılar ve diğer teknolojiler (örneğin Bluetooth) gibi çeşitli izleme cihazları ağda veri toplama ve bağlantıyı kolaylaştırır (Spieske ve Birkel, 2021: 6). Böylece nesnelerin interneti gelişmiş risk bilgisi ile azaltma stratejilerini daha ayrıntılı bir şekilde özelleştirmek ve tasarlamak için tüm ilgili bilgileri bir araya getirir; artan veri kullanılabilirliği ve gelişmiş risk süreci yönetimi ile kolaylaştırılmış daha yüksek risk şeffaflığı, gelişmiş risk bilgisi sağlar ve risk stratejilerini destekler (Birkel ve Hartmann, 2020: 543). Tedarik zincirinde önceden kullanılan ve verilerin statik olduğu pasif sensörlerin aksine nesnelerin interneti, tedarik zincirini dinamik olarak kontrol etmeyi ve harici konumla ilgili kararları uygulamayı mümkün kılar (Manavalan ve Jayakrishna, 2019: 941).

Tedarik zincirinin izlenmesi, stokların zaman ve mesafe içindeki gelişimi takip edilerek gerçekleştirilir ve bu tedarikçiden ayrıldıkları anda ürün partilerinde nesnelerin interneti teknolojisinin uygulanmasıyla ortaya çıkan ürünlerin takibi yoluyla mümkündür (de Farias vd., 2022: 2523). Nesnelerin interneti, gerçek zamanlı olarak algılanan veri ve bilgilerle tedarik zinciri boyunca zamanında ve doğru bilgi sunmayı sağlamaktadır (Al-Talib vd., 2020: 756). Tedarik zincirlerindeki her bağlantı nesnelerin interneti aracılığıyla veri paylaşabilir ve diğer bağlantılarla etkileşime girebilir (Ning vd., 2023: 41).

Nesnelerin İnterneti, gerçek zamanlı olarak uçtan uca şeffaflık sağlayarak (örneğin üretim durumu) üretim alanında optimizasyona olanak tanır ve böylece üretim etkinliğini artırır (Shrouf vd., 2014: 699). Nesnelerin interneti sayesinde tedarik zincirinin herhangi bir üyesi, ürünlerin dolaşımını gerçek zamanlı olarak izleyebilir, takip edilebilir ve herhangi bir tedarik zinciri üyesinin ürünle ilgili bilgileri doğru ve zamanında elde etmesi sağlanır (Zeng ve Yi, 2024: 3).

Nesnelerin İnterneti, malzeme akışının daha etkili bir şekilde takip edilmesi yoluyla tedarik zincirinin rekabet gücünü artırabilir ve kritik süreçlerin ve zaman çizelgelerinin etkinliğinde iyileşmelere yol açabilir (Shrouf vd., 2014: 700).

Tedarik zincirinde nesnelerin interneti kullanımının sağladığı faydalar üç alanda aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Rejeb vd., 2019: 5):

- Envanter yönetimi ve depo operasyonları alanında sağladığı faydalar; rota optimizasyonu, hızlı, uygun maliyetli ve esnek operasyonlar, envanter seviyelerinin gerçek zamanlı görünürlüğü, stok tükenmelerinin önlenmesi, çevik olma ve yetersizliklere karşı hızlı tepki verme, çalışma alanı izleme, tehdidi ortaya çıktığı anda algılamadır.
- Üretim operasyonları alanında sağladığı faydalar; gerçek zamanlı durum izleme, uzaktan bakım, yığılmalar ve arızaların önlenmesi, makineden-makineye ve makineden-insana etkileşimlerin iyileştirilmesidir.
- Nakliye operasyonları alanında sağladığı faydalar ise tedarik zinciri boyunca ürünlerin sürekli görünürlüğü, gerçek zamanlı gönderi takibi, uzaktan ürün algılama, ürün kalitesinin korunması ve rota stratejilerinin optimize edilmesidir.

3.3.3. Yapay Zekâ ve Dijital İkiz

Hızlı teknolojik gelişmeler sayesinde, modern yapay zekâ yaklaşımları, erken aşamadaki yapay zekanın sınırlamalarını aşmaktadır (Ivanov, 2023: 3). *Yapay zekâ (Artificial intelligence)* yalnızca insan tarafından tanımlanan karar kurallarını taklit etmekle kalmaz (insanın karar verme kurallarını tanımlama becerisi sınırlı olduğu için yanlış olabilir), aynı zamanda eğitim yoluyla yeni bilgi yaratır ve sıklıkla insanlardan daha iyi performans gösterir (Fügner vd., 2022: 679). En önemlisi, modern teknolojiler, insanlar ve yapay zekâ arasında karşılıklı görev devri ve karar verme yetkilerine dayalı insan-yapay zekâ iş birliğinin geliştirilmesine olanak tanır (Ivanov, 2023: 3).

Yapay zekâ algoritmaları eğitim yoluyla yalnızca kendilerini değil, aynı zamanda insanın meta bilgisini de geliştirebilir (Ivanov, 2023: 5). Akıllı dijital ikiz, insanların çok kademeli tedarik zinciri ağ yapılarını, alıcı-tedarikçi ilişkilerini ve yapay zekâ ile görünürlük ve iş birliğine dayalı talep modellerini belirlemelerine yardımcı olarak talep, tedarik ve süreç bilgisini geliştirebilir (Ivanov, 2023: 5). Bu doğrultuda Ivanov (2023) “*dijital ikiz (digital twin)*” ile fiziksel tedarik zincirlerini dijital biçimde görselleştiren, analitik yöntemler kullanarak modelleme için veri toplayan ve işleyen, insan karar verme kurallarını taklit eden ve insan-yapay zekâ iş birliği yoluyla yeni bilgi ve karar verme algoritmaları oluşturan bir insan-yapay zekâ sistemi kavramını genelleştirmiştir.

Dijital tedarik zinciri ikizi, zamanın her noktasında fiziksel tedarik zincirini gerçek nakliye, stok, talep ve kapasite verileriyle temsil eden, planlama ve gerçek zamanlı kontrol kararları için kullanılabilen bilgisayar ortamında bir modeldir (Ivanov, 2021a: 67). Dijital ikizin özellikleri aşağıda verilmiştir (Moshood vd., 2021: 12):

- Dijital ikizler, fiziksel bir nesnenin veya sürecin sanal bir temsilidir (veya modelidir).
- Dijital ikizler, fiziksel nesnenin veya sürecin mevcut durumunu ve davranışını yansıtmak için gerçek zamanlı verilerle sürekli olarak güncellenir.

- Dijital ikizler, fiziksel nesnenin veya sürecin görselleştirilmesine ve analiz edilmesine yardımcı olabilir ve makine öğrenimi kullanılarak daha fazla optimizasyon ve tahmin yapılabilir.

Bu özellikler, bir üretim hattının küçük bir kısmından tüm şehri içeren büyük bir şeye kadar dijital ikiz uygulamalarını geniş ölçüde ele almak için kullanılabilir (Moshood vd., 2021: 12).

Dijital ikiz teknolojisinin sunduğu üç ana fayda vardır (Singh vd., 2023: 4):

- Birincisi, önceden var olan üretim sistemlerinin, süreçlerinin ve mekanizmalarının entegrasyonunu ve uyumluluğunu sağlar.
- İkincisi, hata oranını düşürerek ve kestirimci bakımları kullanarak üretkenliği artırmaktadır (Sujová vd., 2019:24).
- Üçüncü ve son olarak, dijital ikizlerin üretimine ilişkin bilgiler sisteme kaydedilir.

Dijital ikiz; nesnelerin interneti, 5G, sensörler, blokzincir gibi harici sistemlere bağlanarak gerçek zamanlı verilere ulaşır ve büyük veri analitiği, birlikte çalışabilirlik ve dijital tedarik zincirleri gibi teknolojiler aracılığıyla uçtan uca görünürlük sağlamakta ve bunun yanında dijital şeffaflık, iş birliği ve izlenebilirlik gibi çeşitli yönetim kabiliyetlerini geliştirmektedir (Ivanov, 2023: 4).

Dijital ikiz ile gerçek zamanlı izleme mümkündür çünkü dijital ikiz mevcut stokun durum bilgisini ve tedarikçiden çıkışından müşteriye varışına kadar transit halindeki stokun izlenmesinde üretilen bilgiyi gerçek zamanlı olarak okuyan araçtır (de Farias vd., 2022: 2523). Yani transit halindeki stokun durumu ve üretimdeki stokun durumu güncellendiği anda dijital ikiz bilgiyi alır ve veri analizini gerçekleştirir (de Farias vd., 2022: 2523). Herhangi bir herhangi bir gecikme olması ya da güncelleme olmaması durumunda bozulmanın varlığını tespit ederek bildirebilir (de Farias vd., 2022: 2523). Bu doğrultuda dijital ikiz, gerçek nakliye, stok, talep ve kapasite verilerine dayalı olarak fiziksel tedarik zincirini temsil eder ve planlama ile gerçek zamanlı kontrol kararları için kullanılabilir (Ivanov ve Dolgui, 2021: 776).

Simülasyon ve optimizasyon modelleri dijital ikizlerin önemli parçalarıdır, bu sayede dijital ikizler tanımlayıcı, öngörücü ve kuralcı analitiği entegre ederler (Ivanov, 2023: 4). Dijital ikizler hem bazı yatırımların sayısal sonuçlarının hesaplanmasına hem de darboğazların genişletilmiş analizine, farklı seçeneklerin karşılaştırılmasına ve direnç analizine olanak tanır (Ivanov, 2023: 4).

Dijital ikiz; daha iyi müşteri memnuniyeti yoluyla tedarik zinciri performansının iyileştirilmesine yardımcı olur, ürün ve hizmetlerin kalitesini artırır, tedarik zincirindeki israfi

azaltır, tedarik zinciri entegrasyonunu geliştirir ve tedarik zinciri operasyonlarına gerçek zamanlı görünürlük sağlar (Singh vd., 2023: 6).

3.3.4. Blokzincir Teknolojisi

Blokzincir teknolojisi (Blockchain technology), firma kültürlerini, tedarik zincirlerini ve endüstrileri değiştirebilecek bir teknolojidir (Seebacher ve Schüritz, 2017, 14). Blokzincir, “uçtan uca bir ağ arasında paylaşılan ve üzerinde anlaşmaya varılan dağıtılmış bir veritabanıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Seebacher ve Schüritz, 2017, 14).

Blokzincir teknolojisi, verileri merkezi olmayan ve dağıtılmış bir şekilde kaydetmek için internetin gücünden faydalanır (MacCarthy ve Ivanov, 2022: 12). Bilgiler, işlemlerin bir kaydını oluşturmak için bir dizi blokta toplanarak dijital bir defter oluşturulur; her blok zaman damgalıdır, kriptografik yöntemler kullanılarak bir önceki bloğa bağlanır ve bir zincir oluşturur; bloklar, uygulama alanına bağlı olarak her türlü dijital bilgi veya işlemi kaydedebilir (MacCarthy ve Ivanov, 2022: 12). Daha da önemlisi blokzincir, bir ağdaki potansiyel olarak tüm birimlerin zincire erişiminin ve görünürlüğünün olduğu dağıtılmış bir defter teknolojisidir ve bir blok eklemek için ağ katılımcıları arasında bir mutabakat mekanizması olması gerekir (MacCarthy ve Ivanov, 2022: 12).

Açık anahtarlı şifreleme (kriptografi) ile güvence altına alınan ve ağ topluluğu tarafından doğrulanan tarih damgalı işlemleri saklayan bağlantılı bir blok dizisinden (bir işlem depolama birimi) oluşur. Dağıtılmış veri tabanı veya defter, ağdaki tüm üyelere yayılır ve her üye tüm defterin bir kopyasını tutar (Li, 2023: 2). Kriptografi, katılımcıların kimliğini güvence altına almak ve defterin kurcalanmaya karşı dayanıklı olmasını sağlamak için kullanılır (Li, 2023: 2). Bir unsur blokzincire eklendikten sonra değiştirilemez, bu da blokzinciri geçmiş faaliyetlerin değişmez bir kaydına dönüştürür (Seebacher ve Schüritz, 2017, 14).

Blokzincir teknolojisinin benimsenmesiyle şirketler, ağa bağlı tedarik zinciri ortakları arasında birlikte çalışabilirliği desteklerken, bilgi şeffaflığını artırmayı ve tedarik zincirlerindeki güveni artırmayı amaçlamaktadır (Rejeb vd., 2019: 3). Bir blokzincirdeki tüm bloklar kriptografik olarak birbirine bağlıdır ve bu özellik, merkezi sistemlerde yaygın olan veri manipülasyonu olasılığını ortadan kaldırır (Sunny vd., 2020: 2).

Defterin dijital doğası, blokzincir işlemlerinin hesaplama mantığına bağlanabileceği ve özünde programlanabileceği, yani kullanıcıların algoritmalar ve kurallar oluşturabileceği ve düğümler arasındaki işlemleri otomatik olarak tetikleyebileceği (örneğin, akıllı sözleşmeler) anlamına gelir. (Li vd., 2023: 2). Tedarik zinciri yönetimindeki blokzincir uygulamalarının temel avantajı, blokzincirin aynı verileri sistematik olarak depolayabilmesi ve ilgili tüm taraflar için görünür hale getirebilmesidir (Choi ve Luo, 2019: 144).

Blokzincir teknolojisinin mevcut uygulamaları tedarik zincirlerini daha akıllı ve daha verimli hale getirme potansiyeline sahiptir (Li, 2023: 2). Sunny vd. (2020) blokzincir tabanlı izlenebilirlik çözümlerinin yetenekleri ve izlenebilirlik uygulamalarının tedarik zinciri yönetiminde şeffaflığı artırdığını ortaya koymuştur. Blokzincirin yaygın özellikleri arasında kalıcı veriler, güvenli veri tabanı sistemleri ve güvenilir veriler yer almaktadır (Li, 2023: 2). Bu özellikler şeffaflık, bilgi paylaşımını ve çeşitli tedarik zinciri yönetimi iş birliklerini kolaylaştırmaktadır (Wang vd., 2019: 66).

3.3.5. Bulut Bilişim

Bulut bilişim (Cloud computing), "en az yönetim gayreti veya hizmet sunucu etkileşimi ile hızla temin edilebilen ve kullanıma hazır hale getirilebilen, yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarını (sunucular, ağlar, hizmetler, veri depolama uygulamaları gibi) içeren müşterek bir havuzda toplanarak her yerde kullanılabilir, uygun ve talep üzerine ağ erişimi sağlayan bir modeldir (Mell ve Grance, 2011, 2).

Bulut bilişim verilere ve uygulamalara her yerden, her zaman ve web'e izin veren herhangi bir cihazla erişilebilmesini sağlar; bu özellik, herhangi bir bilgi altyapısı edinme ve yönetme ile ilgili maliyetleri ve karmaşıklığı ortadan kaldırır (Gupta ve Jones, 2014: 82). Bulut bilişimin tedarik zinciri yönetimi ile entegrasyonu, işletmelere aşağıdaki avantajlar sunar (Yenugula vd., 2023: 194-195):

- *Geliştirilmiş iş birliği:* Verilere ve analitiklere gerçek zamanlı erişim, tedarik zinciri boyunca daha iyi iletişim ve iş birliğini kolaylaştırarak daha hızlı karar alma ve daha fazla etkinlik sağlar.
- *Artan çeviklik ve esneklik:* Bulut tabanlı tedarik zinciri yönetimi çözümlerinin sağladığı esneklik ve çeviklik, şirketlerin pazardaki değişikliklere ve ortaya çıkan fırsatlara daha hızlı yanıt vermesini sağlar.
- *Gelişmiş etkinlik:* Bulut tabanlı çözümler, şirketlerin tedarik zinciri süreçlerini otomatikleştirmelerini sağlayarak manuel müdahaleyi azaltır ve etkinliği artırır.
- *Daha fazla görünürlük:* Bulut tabanlı çözümler tarafından sunulan tedarik zincirlerine gerçek zamanlı erişimle işletmeler tedarikçi ilişkilerini daha verimli bir şekilde yönetebilir, sevkiyatları takip edebilir ve envanter seviyelerini göz önünde bulundurabilir.
- *Gelişmiş veri analitiği:* Bulut tabanlı çözümler, gelişmiş veri analitiği özellikleri sunarak şirketlere tedarik zinciri performansları hakkında değerli bilgiler sağlar.
- *Daha düşük maliyetler:* Bulut tabanlı çözümler, bir tedarik zinciri yönetimi sistemini uygulama ve sürdürme maliyetini önemli ölçüde azaltabilir.

- *Daha iyi güvenlik:* Bulut sağlayıcıları, altyapılarını ve müşteri verilerini siber tehditlere karşı korumak için katı uyumluluk ve veri gizliliği düzenlemelerine bağlı kalarak müşteri verilerinin güvende ve emniyette olmasını sağlar.
- *Geliştirilmiş afet iyileştirme:* Bulut sağlayıcıları, bir afet veya arıza durumunda müşteri verilerinin güvende ve geri kazanılabilir olmasını sağlayan afet iyileştirme ve yedek süreçlere sahiptir.
- *Daha iyi müşteri hizmeti:* Bulut tabanlı çözümler, şirketlerin teslimat hızını ve doğruluğunu artırarak daha iyi müşteri hizmetleri sunmasını sağlar.
- *Rekabet avantajı:* Verilere ve analitiklere gerçek zamanlı erişim sayesinde şirketler, müşteri talebindeki eğilimleri ve kalıpları belirleyerek tedarik zinciri operasyonlarını müşteri ihtiyaçlarını daha etkin bir şekilde karşılayacak şekilde uyarlayabilirler.

Bulut bilişim, üç farklı alanda erişilebilen ve paylaşılan dijital bir kaynaktır: altyapı (donanım ve sunucular), platform (işletim sistemleri ve veri tabanları) ve yazılım (uygulamalar) (Ramirez-Pena vd., 2020: 4). Bulut bilişim daha güvenli veri yedekleme ve iyileştirme özellikleri sağlar (Cao vd., 2017: 49). Veri kaybı yakın zamanda tedarik zincirinde en önemli risklerden biri olarak görüldüğünden (Shey vd., 2013: 3), tedarik zinciri performansı için hayati önem taşımaktadır (Cao vd., 2017: 49). Merkezi olmayan karakteri, birçok varlık arasında basit veri toplama, depolama, işleme ve alışverişine olanak tanıyarak şirketler içinde ve arasında genel veri erişilebilirliğini ve veri yönetimini iyileştirir (Biswas ve Sen, 2016: 20). Bu nedenle, bulut bilişimin genellikle tedarik zinciri performansını artırdığı düşünülmektedir (Queiroz vd., 2021: 1768).

Bulut bilişim, şirketlere büyük ölçüde ölçeklenebilir hizmet ve ödeme düzenlemeleri sağlar (Cao vd., 2017: 49). Büyük ölçüde ölçeklenebilir hizmetler, şirketler arasında sosyal sermayenin artırılması için elverişli bir ortam sağlarken, ödeme düzenlemelerindeki ölçeklenebilirlik maliyet yapısını küçülterek bilgi paylaşımını daha uygun maliyetli hale getirmektedir (Cao vd., 2017: 49).

3.3.6. Siber Fiziksel Sistemler

Siber fiziksel sistemler (Cyber physical system), süreçlerin fiziksel olduğu kadar bilgisayarlı yönleriyle de ilgilenir (Chen vd., 2020, 1). Spesifik olarak, siber fiziksel sistemler operasyonları kendi kendine yönetmek ve gerçek dünya ile düzenli olarak iletişim kurmak ve bilgi alışverişinde bulunmak için fiziksel altyapıyı sistemlere entegre eder (Queiroz vd., 2021: 1770), bu da şirketlerin operasyonlarını daha kapsamlı bir şekilde otomatikleştirmesine, izlemesine ve kontrol etmesine olanak tanır (Spieske ve Birkel, 2021: 6).

Siber fiziksel sistemlerin temel özellikleri aşağıda açıklanmıştır (Tonelli vd., 2021: 599).

- Heterojenlik: Siber fiziksel sistemler, standart iletişim ve bilgi alışverişi ile birkaç farklı sistemi bir araya getirir. Sensörler, mobil cihazlar, iş istasyonları ve sunucular dahil olmak üzere çeşitli cihazları entegre ederler.
- Birlikte çalışabilirlik: Sistem bileşenlerinin birbirlerine bağlanma, iletişim kurma ve birbirleriyle çalışma kabiliyetidir. Birlikte çalışabilirlik, siber fiziksel sistemlerin karşılıklı olarak anlaşılabilir bilgi alışverişinde bulunmasına olanak tanır.
- Karşılıklı bağlantı: Siber fiziksel sistemler, farklı alanlarda zekâ oluşturmayı amaçlayan çeşitli sensörler ve aktörler aracılığıyla büyük ölçekli kablolu ve kablosuz ağlardaki süreç elemanları ve fiziksel elemanlardan oluşur.
- Modülerlik: Siber fiziksel sistemler, hızla değişen müşteri ihtiyaçlarına ve ürün değişikliklerine yanıt olarak modülerleştirilir, esnek bir şekilde değiştirilir ve yeniden yapılandırılır. Modülerlik, sistemin bağımsızlığını sağlayarak daha fazla esnekliğe uyum sağlayabilmesini mümkün kılar.
- Özerklik: Siber fiziksel sistemler, bağımsız olarak öğrenebilir ve çevreye uyum sağlayabilir. Otonomi, siber fiziksel sistemlerin öz yeteneklerini ortaya çıkarır. Öz yetenekler aslında özerkliğin örnekleri olarak görülebilir. Öz yeteneklerin örnekleri kendi kendini uyarlama, kendi kendini yeniden yapılandırma, kendi kendini organize etme, öz farkındalık, kendi kendine öğrenme, kendi kendine teşhis koyma, kendi kendini iyileştirme, kendi kendini optimize etme, kendi kendini koruma ve kendi kendini açıklamadır.
- Merkezi olmama: Siber fiziksel sistemler, bağımsız olarak çalışır ve tek bir nihai kurumsal hedefe giden yolla uyumlu kalacak şekilde özerk kararlar alır.
- Entegrasyon: Siber fiziksel sistemler, hesaplama ve fiziksel süreçlerin entegrasyonudur. Birçok araştırmacı sanallaştırmayı, sensör verilerini sanal fabrika modellerine ve simülasyon modellerine bağlama yeteneği olarak tanımlamıştır; başka bir deyişle sanallaştırma, gerçek fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturmak ve zaman içinde ona bağlı kalmaktan ibarettir.

Dijital teknolojiler, esnek üretim süreci tasarımına sahip son derece özelleştirilmiş montaj sistemlerine dayalı siber-fiziksel sistem prensiplerinin kullanımıyla yeni üretim stratejilerine olanak tanır (Ivanov vd., 2018: 135). Yeni fabrika konseptlerinin çoğunun akıllı ağ oluşturma niteliklerini paylaşması nedeniyle tedarik zincirleri işbirlikçi siber-fiziksel sistemler olarak ele alınmaktadır (Ivanov vd., 2018: 135).

Siber fiziksel sistemler hem fiziksel hem de siber bileşenleri entegre eden altyapıyı ifade eder (Queiroz vd., 2021: 1772). Bu nedenle siber fiziksel sistemler, operasyon süreçlerini kendi kendine yönetebilen ve fiziksel dünya ile geri bildirimde bulunabilen gömülü cihazlara (sensörler) sahip bir

ağ altyapısı sağlar (Wang vd., 2016b: 2-4). Akıllı nesneler ve makineler sayesinde siber fiziksel sistemler bilgi alışverişinde bulunabilmektedir (Queiroz vd., 2021: 1772).

Tedarik zinciri sistemlerinde iletişim, üretim, stok, talep vb. verileri elde edebilen tedarikçi, üretici ve dağıtım merkezi varlıklarını ve siber fiziksel sistemler tipik olarak iletişim ağları üzerinden etkileşimde bulunan birden fazla hesaplama platformunu içerir (Chen vd., 2020:1). Siber fiziksel sistemler ve tedarik zinciri sistemi aracılığıyla bir talebin hesaplanması ve tedarikçiye bu bilginin gönderilmesi mümkündür (Chen vd., 2020:1). Böylece tedarik zinciri ve üretim süreçlerini radikal bir şekilde etkileyen siber fiziksel sistemler daha yanıt verebilir ve esnek bir üretim sağlamaktadır (Spieske ve Birkel, 2021: 9).

Siber fiziksel sistemler hem bilgi hem de malzeme alt sistemlerinden unsurları bir araya getirmekte ve bu unsurlar birbirleriyle bütünleşmekte ve kararları birbirleriyle uyumlu hale getirmektedir. (Ivanov vd., 2019c: 831). Ayrıca, bu tür sistemler yapılarının uyarlanması ve yeniden yapılandırılması yoluyla, yani yapısal dinamikler yoluyla gelişir (Ivanov vd., 2019c: 831). Akıllı fabrikalar, işbirlikçi siber fiziksel sistemlere dayanan dijitalleşme, endüstriyel ağların gelecekteki bir biçimini temsil etmektedir (Ivanov vd., 2019c: 831). Genel olarak, siber fiziksel sistemler, tedarik zinciri direnç aşamaları sırasında tedarik zinciri tasarımını desteklemektedir (Spieske ve Birkel, 2021: 11).

3.3.7. Eklemeli Üretim

Eklemeli üretim (Additive manufacturing), malzemeyi çıkaran eksiltici yöntemlerin aksine, nesneler yapmak için üç boyutlu (3D) modellerden katman katman malzemeleri birleştirme işlemidir (Thomas, 2016: 1857). Eklemeli üretim ve 3D yazıcı terimleri, parçaların üretilmesine yönelik aynı yaklaşımı tanımlamak için birbirinin yerine kullanılma eğiliminde olup plastik, metal, seramik, cam ve kompozitler dahil olmak üzere çeşitli malzemeler kullanarak modeller, prototipler, desenler, bileşenler ve parçalar üretmek için kullanılır (Thomas, 2016: 1857).

Bu teknolojinin temel dayanak noktası, üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım sistemiyle oluşturulan bir modelin, süreç planlamasına gerek kalmadan doğrudan üretilmesidir (Gupta vd., 2022: 3). Bu nedenle, ayrıntılı planlama gerekli değildir ve eklemeli üretim tabanlı ürünler üretmek için eklemeli üretim malzemesi ve ekipmanının anlaşılmasıyla birlikte temel boyutlar yeterlidir (Gupta vd., 2022: 3).

Eklemeli üretim gibi dijitalleşmeyi mümkün kılan temel teknolojiler, üretim ve iş sürekliliğini garanti altına almak için kritik öneme sahip olabilir (Ambrogio vd., 2022: 18). Eklemeli üretim genellikle daha yüksek maliyetlerle ilişkilendirilse de bu dezavantajlar telafi

edilebilir veya üretim sürecini durdurmaktan veya yavaşlatmaktan daha iyi olabilir (Ambrogio vd., 2022: 2).

Tedarik Zinciri Yönetiminde eklemeli üretim uygulamalarının özü; üretim esnekliğini artırmak, daha kısa teslim süreleri elde etmek, ürün bireyselleştirmesini artırmak ve stokları azaltmak için tedarik zincirinin farklı aşamalarında 3D yazıcıların kullanılmasıdır (Ivanov vd., 2019c: 832). Eklemeli üretim, Tedarik Zinciri Yönetiminin merkezinde yer alır ve tedarik zincirinin herhangi bir yerinde modüllerin, bileşenlerin ve ürünlerin üretilmesine olanak tanır (Ivanov vd., 2019c: 832). Böylece tedarik zincirlerindeki potansiyel risk kaynakları (örneğin, üretim adımlarının, tedarikçilerin ve nakliye bağlantılarının sayısı) azaltılabilir (Spieske ve Birkel, 2021: 6).

3D yazıcı teknolojisinin tedarik zincirine sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmıştır (Ivanov vd., 2019c: 832-838; Gupta vd., 2022: 4).

- 3D yazıcı teknolojisi; esneklik artışı, ürün çeşitliliği, daha kısa teslimat süresi ve envanter kontrolünde etkinlik artışı avantajlarını sağlamaktadır.
- 3D yazıcı teknolojisini üretim sürecine dahil edilerek (eklemeli üretim uygulamalarıyla) yerel ve hızlı olan işletme, satılan tam sayıda ürünü üretebildiğinden, bitmiş ürünlerin depolanması daha az önemli ve hatta gereksiz hale gelmektedir.
- Talebe göre yazdırma yapılabilir, bu da tedarik zincirinin nihai malların depolanmasını gerektirmediği için düşük stok riski ile çalışmasını basitleştirilir.
- Kişiselleştirilmiş modeller, üretimle müşteri arasındaki kısa mesafe nedeniyle müşterilere çok daha kolay ve hızlı bir şekilde teslim edilebilmekte ve makinelerin devam eden çalışmaları nedeniyle etkinlikte artış sağlanmaktadır.
- 3D baskı, ürünü müşteriye dağıtmak için yola çıkan teslimat aracında veya tüketim noktasında yapılabilir.
- Eklemeli üretim, risk azaltma stoğu ve kapasite rezervleri ile yedek olası tedarikçilerin ihtiyacını azaltabilir.
- Daha az hammadde israfına neden olur. Numune geliştirme hızlıdır, takım ve üretim kurulumları için çok fazla harcama yapmadan özel parti geliştirme mümkündür.
- Eklemeli üretim, eksik malzemeleri 3D yazdırılmış bileşenlerle değiştirme fırsatı yaratarak tedarik riskini azaltabilir.

Bu avantajlar, firmaların tedarik zinciri bozulması durumlarında eklemeli üretimden yararlanmasına ve sonrasında normal operasyonlarına kolayca devam etmesine yardımcı olur (Gupta vd., 2022: 4).

Eklemele üretim, özellikle acil durumlarda gelecek vaat eden bir açık kaynak çözümü olmakla kalmayıp, aynı zamanda hızlı stok ikmali sağlar (Ambrogio vd., 2022: 18). Bir bozulma senaryosunda, bu süreç potansiyel olarak tamamen otomatikleştirilebilir (Ambrogio vd., 2022: 18). Ayrıca, eksik malzemeleri 3D yazılı bileşenlerle değiştirme fırsatı yaratarak tedarik riskini azaltabilir (Ivanov vd., 2019c: 833). Eklemele üretim ile tedarik zinciri katmanlarının sayısı gitgide daha az karmaşık olduğundan dalga etkisini önemli ölçüde azaltmaya yardımcı olabilir ve bu da direnci artırabilir (Ivanov vd., 2019c: 838).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. LİTERATÜR İNCELEMESİ VE ARAŞTIRMANIN METODOLOJİ

Araştırmanın bu bölümünde konuya ilişkin literatür incelemesi, araştırmanın amacı ve önemi, kavramsal modeli ve model doğrultusunda geliştirilen hipotezler ve araştırmanın metodolojine ilişkin aşamalar yer almaktadır. Ayrıca veri toplama aracının hazırlanması, veri toplama aracının hazırlanması, örneklem büyüklüğünün belirlenmesine ilişkin aşamalar açıklanmıştır.

4.1. Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direncine İlişkin Literatür İncelemesi

2019 yılının sonunda meydana gelen COVID-19 pandemisinin tedarik zincirleri üzerindeki ciddi etkileri tedarik zincirinin önemini artırmıştır. Bu durum uygulayıcıları direnci artıracak dijital çözüm arayışına yöneltmiş ve tedarik zinciri direnci üzerinde dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direnci üzerine yapılan çalışmalarda önemli bir artış yaşanmıştır. Dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direncine ilişkin literatür incelemesi Tablo 5'te özetlenmiştir.

Son yıllarda dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direncine ilişkin araştırmalarda artan bir eğilim olduğu görülmektedir. Buna yönelik olarak dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu kavramsal ve tanımlayıcı çalışmalardır (Ivanov vd., 2019c; Ralston ve Blackhurst, 2020; Furstenau vd., 2022; Birkel vd., 2023; Ivanov, 2024; Spieske vd., 2023). Araştırmalar, dijitalleşmenin tedarik zinciri direnci üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 5'te yer alan bazı çalışmalar (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021; Zouari vd., 2021; Alvarenga vd., 2023; Iftikhar vd., 2023) dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini ampirik olarak kanıtlamıştır. Bu çalışmalar, öncelikli olarak belirli dijital teknolojilerin direnci geliştirmedeki rolüne odaklanmıştır. Literatür ve uygulamadaki farklı görüşler göz önüne alındığında, yalnızca dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki doğrudan ilişkinin incelenmesi yeterli değildir ve araştırmacıların aynı zamanda bu ilişkinin altında yatan mekanizmaları da araştırması gerekmektedir (Ning vd., 2023: 40). İlgili literatür incelendiğinde dijital teknolojilerin ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direncine katkıları ve karmaşık etkileşimini daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunun vurgulandığı görülmüştür (Ivanov ve Dolgui, 2021; Zouari vd., 2021; Michel-Villarreal vd, 2021). Ayrıca Zouari

vd. (2021) gelecek araştırmalarda, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yeteneklerine olan katkılarının tanımlanması konusunda öneride bulunmuştur.

Literatürde yer alan diğerk çalışmalarda bir ya da birkaç dijital teknolojinin tedarik zinciri direnci üzerindeki spesifik etkisi ortaya konmuştur. Bu çalışmaların çoğunun ampirik çalışmalar (Singh ve Singh, 2019; Lohmer vd., 2020; Dubey vd., 2020; Dubey vd., 2021; Bahrami vd., 2022; Gupta vd., 2022; Singh vd., 2023) olduğu görölmekle birlikte az sayıda teorik çalışmaya da (Min, 2019; Al-Talib vd., 2020; Ivanov, 2021b; Wang vd., 2022) rastlanmıştır. Ancak dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiyi incelerken temel dijital teknolojilerin bütünsel olarak ele alındığı herhangi bir ampirik çalışmaya rastlanmamıştır.

Dijital teknolojiler tedarik zinciri direncini farklı boyutlarda etkilemektedir. Literatür incelendiğinde genel olarak dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkide tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünün vurgulandığı görölmüştür (Hosseini vd., 2019; Spieske ve Birkel, 2021; de Farias vd., 2022; Huang vd., 2023; Ning vd., 2023). Literatürde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolünü inceleyen az sayıda ampirik çalışma (Alkhatib ve Momani, 2023; Huang vd., 2023; Ning vd., 2023; Qader vd., 2022) yer almaktadır. Öte yandan, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolünü inceleyen bu ampirik çalışmalar incelendiğinde yalnızca bir ya da birkaç dijital teknoloji ile bir ya da birkaç direnç yeteneğine odaklanıldığı görölmüştür.

Son olarak ilgili literatür incelendiğinde hem temel dijital teknolojiler (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi) ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkide tedarik zinciri direnç yeteneklerinin (tedarik zinciri görünürlüğu, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) aracı rolünü inceleyen hem de dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnç yeteneklerini kapsamlı ve bütüncül bir şekilde ele alan yalnızca üç teorik çalışmanın (Spieske ve Birkel, 2021; Centobelli vd., 2023; Iftikhar vd., 2024) gerçekteştirildiği görölmüştür. Bu kapsamda literatürde temel dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkinin temel direnç yetenekleriyle kapsamlı ve bütüncül bir şekilde ele alındığı herhangi bir ampirik çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Gerçekteştirilen teorik çalışmaların sayısı fazladır.
- Uygulamaya yönelik (ampirik) olarak yapılan çalışmalarda ise çoğunlukla YEM ve Regresyon Analizinin kullanıldığı görölmüştür.
- Uygulamaya yönelik çalışmalar, tek veya birkaç teknolojiye odaklı olarak gerçekteştirilmiştir.

- Sağlık tedarik zinciri üzerine yapılan çok sayıda çalışma olduğu görülmüştür.
- COVID 19 pandemisine odaklı çeşitli çalışmalar göze çarpmaktadır.
- Konuya ilişkin çoklu vaka çalışmalarının gerçekleştirildiği görülmüştür.
- Aracılık etkisi, bir veya bira dijital teknolojinin tedarik zinciri direncine etkisine odaklı gerçekleştirilmiştir.
- Aracılık etkisi, tedarik zinciri direnci ile operasyonel performans arasındaki ilişkide incelenen çalışmalar söz konuşur.
- Konuya ilişkin literatürün incelemesinin gerçekleştirildiği çalışmalara rastlanmıştır.



Tablo 5: Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direncine İlişkin Literatür İncelemesi

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Ivanov vd. (2019c)	Tedarik zincirinde dijitalleşmenin dalga etkisi üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Literatür İncelemesi	Dijital teknolojilerin talebe cevap verme ve kapasite esnekliğini artırdığını ve bunun dalga etkisi kontrolünde, risk azaltmada ve direnç üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği, takip ve izleme teknolojileri ve büyük veri analitiğinin tedarik zinciri görünürlük kalitesi sağladığı vurgulanmıştır.
Min (2019)	Tedarik zinciri direncinin artırılmasında blokzincir teknolojisinin kullanımı incelenmiştir.	Nitel Araştırma	Blokzincir teknolojisi tanıtılarak artan risk ve belirsizlik durumlarında tedarik zinciri direncini artırmak için blokzincir teknolojisinin nasıl kullanılacağı açıklanmıştır.
Singh ve Singh (2019)	Büyük veri analitiğinin, tedarik zinciri bozulma olaylarına karşı risk direncini geliştirme yeteneği üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Büyük veri analitiğinin, tedarik zinciri bozulma olaylarına karşı risk direnci geliştirme yeteneği üzerindeki olumlu bir etkisi olduğu ve tedarik zinciri bozulmalarına karşı kurumsal yanıtın ve bilgi teknolojisi altyapı yeteneklerinin bu etkiye aracılık ettiği belirlenmiştir.
Lohmer vd. (2020)	Blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Simülasyon	Blokzincir tabanlı iş birliğinin zaman açısından verimli süreçlere dayanması halinde dirençte bir artış olduğunu göstermektedir.
Al-Talib vd. (2020)	Tedarik zinciri direnci ve nesnelerin interneti arasındaki ilişki incelenmiştir.	Teorik Çalışma	Nesnelerin internetinin gelişmiş şeffaflık yoluyla tedarik zinciri görünürlüğü artırdığı; kararlılık ve kazaların etkisini en aza indirme yeteneği sağlayarak tedarik zinciri esnekliğini artırdığı, bağlanabilirlik ve otomasyon yoluyla aracılığıyla ortaklar arasındaki uyumu sağladığı ve iş birliğini artırdığı ortaya konmuştur. Ayrıca nesnelerin internetinin, iş birliğini ve görünürlüğü teşvik ederek tedarik zinciri direncinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir.
Chen vd. (2020)	Siber fiziksel sistemlerin kullanıldığı bir tedarik zinciri ağının direnç ölçümüne yönelik model önerilmiştir.	Teorik Çalışma	1.Bozulmuş bir ortamda farklı direnç ölçümlerinin operasyonel özelliklerine göre tedarik zinciri stratejileri açıklanmıştır. 2. Bozulmuş bir ortamda faaliyet gösteren tedarik zincirinin maliyet bileşimine dayanarak, tedarik zinciri direnç ölçüm modeli oluşturulmuştur. 3. Müşterinin bekleyebileceği süre müşteri beklenti faktörü olarak tanımlanmış ve tedarik zinciri direncinin ölçüm modeline entegre edilmiştir. 4. Modelden elde edilen sonuçlar kullanılarak birim sermaye yatırımı ile sipariş kayıplarını azaltma kabiliyeti arasındaki ilişkiyi analiz edilmiştir.
Ivanov ve Dolgui (2021)	Tedarik zinciri bozulma riski yönetiminde uygulanan mevcut bilgi teknolojisine ilişkin literatür incelenerek genel metodolojik ilkeler ile bilgi kontrolü ve iletişim teorisi kullanılarak tedarik zinciri bozulma riski yönetimi için bir dijital ikiz tasarlanmıştır.	Teorik Çalışma	Tedarik zinciri bozulma risk yönetimi için veri odaklı analitik modellerin entegre edildiği dijital bir tedarik zinciri ikizinin teorik temeli oluşturulmuş; geliştirilen dijital ikiz ve genelleştirilmiş metodolojik ilkeler bir karar destek sistemi yapısında birleştirilmiştir.
Ralston ve Blackhurst (2020)	Dijitalleşme süreçleri ve sistemlerinin uygulanmasının firma tedarik zincirinin maruz kaldığı riski nasıl etkilediği incelenmiştir.	Vaka Analizi	Firmalardaki akıllı sistemlerin firma performansını olumlu etkilediği ve dijitalleşme süreçlerinden yararlanmanın yetenek geliştirme ve yeni beceri geliştirme yoluyla tedarik zincirinin direncini artırdığı ortaya konmuştur.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Dubey vd. (2020)	Blokzincir teknolojisinin operasyonel tedarik zinciri şeffaflığını ve afet yardım operasyonlarında görev alan aktörler arasındaki hızlı güveni nasıl etkileyebileceği incelenmiştir.	Hiyerarşik Regresyon Analizi	Afet yardım operasyonlarında hızlı güven (swift-trust), iş birliği ve tedarik zinciri direncinin kritik bir rol oynadığı ve blokzincir teknolojisinin bunları kolaylaştırdığı ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışmada tedarik zinciri iş birliği ile tedarik zinciri direnci arasında pozitif yönde bir ilişkili var olduğu ortaya konulmuştur.
Belhadi vd. (2021)	COVID-19 salgınının otomobil ve havayolu tedarik zincirleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Çoklu Vaka Çalışması	Çalışma sonucunda otomobil sektöründe, COVID-19 ile ilgili riskleri azaltmak için en iyi stratejilerin yerleştirilmiş tedarik kaynakları geliştirmek ve gelişmiş dijital teknolojileri kullanmak olduğu belirlenmiştir. Ayrıca otomobil ve havayolu sektörlerinde büyük veri analitiğinin COVID-19'un getirdiği zorlukların üstesinden gelmek için çeşitli tedarik zinciri faaliyetleri hakkında gerçek zamanlı bilgiler sağlamanın önemli bir rol oynayacağı ve tedarik zinciri paydaşları arasında iş birliğinin pandeminin zorluklarının üstesinden gelmek ve dijital teknolojilerin kullanımını hızlandırmak için gerekli olduğu vurgulanmıştır.
Dubey vd. (2021)	Büyük veri analitiği, tedarik zinciri direnci ve rekabet avantajı arasındaki ilişkiler incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Büyük veri analitiğinin tedarik zinciri direnci ve rekabet avantajı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu; tedarik zinciri direncinin rekabet avantajı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu belirlenmiştir.
Ju vd. (2021)	Entegrasyon kalitesi, birlikte değer yaratma ve lojistik hizmet tedarik zincirini direnci arasındaki ilişki ve dijital teknolojinin bu ilişkideki düzenleyici rolü araştırılmıştır.	Yapısal Eşitlik Modeli	Entegrasyon kalitesinin, birlikte değer yaratma ve lojistik hizmet tedarik zincirini direncini destekleyen önemli bir öncül değişken olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, dijital teknolojinin entegrasyon kalitesi, birlikte değer yaratma ve lojistik hizmet tedarik zincirini direncini arasındaki ilişki üzerinde olumlu düzenleyici bir etkiye sahip olduğunu belirlenmiştir.
Balakrishnan ve Ramanathan (2021)	Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin tedarik zinciri performans hedeflerini iyileştirmek amacıyla tedarik zinciri direnç uygulamalarında dijital tedarik zinciri teknolojilerinin rolü incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Dijital tedarik zinciri teknoloji yetkinliğinin, tedarik zinciri direnci ile tedarik zinciri performans hedefleri arasındaki ilişkide düzenleyici etkiye sahip olduğu ve bu düzenleyici etkinin COVID-19 salgındaki karantina durumunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Spieske ve Birkel (2021)	Dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki bağlantıya ilişkin kapsamlı bir analiz gerçekleştirmiştir	Sistemantik Literatür İncelemesi	Dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direncini doğrudan değil belirli direnç yetenekleri aracılığıyla etkilediği ortaya konmuştur. Tedarik zinciri direncini artırmak için özellikle büyük veri analitiği teknolojisinin uygun olduğunu ve diğer Endüstri 4.0 etkinleştirici teknolojilerin etkinliğinin kanıtlanmamış olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, görünürlük ve hızın Endüstri 4.0 uygulamalarından en fazla fayda sağlayan direnç yeteneklerinin olduğunu ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda Endüstri 4.0'ın bütünsel olarak bozulma öncesi direnç önlemlerini desteklediğini ve daha etkili proaktif risk yönetimi sağladığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Ivanov (2021b)	Çok sayıda vaka çalışması incelenerek pandemi bozulmaları sırasında direnç yönetimi için uçtan uca tedarik zinciri görünürlüğünün bir çerçevesi oluşturulmuştur.	Vaka Çalışması	Çalışma sonuçları, gerçek zamanlı izleme sistemleriyle desteklenen veri analitiği ve yapay zekanın, kısa vadeli sapmaların zamanında tespit edilmesine ve bir iyileşme süreci hazırlanmasına yardımcı olabileceğini göstermiştir. Ayrıca iş birliğine dayalı dijital tedarik zinciri ve gerçek zamanlı bozulma tanımlama teknolojilerinin, tedarik zincirlerindeki dalga etkisinin tespiti ve azaltılması için güçlü araçlar olduğu ortaya konmuştur.
Meidute-Kavaliauskiene vd. (2021)	Blokszincir teknolojisi kullanımının tedarik zinciri şeffaflığı, tedarik zinciri esnekliği ve tedarikçilere olan güven üzerindeki etkisi araştırılmıştır.	Regresyon Analizi	Analiz sonucunda blokszincir teknolojisi kullanımının tedarik zincirlerinde şeffaflığı, esnekliği ve tedarikçilere güveni artırdığı belirlenmiştir.
Zouari vd. (2021)	Tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri dijitalleşme yaklaşımı arasındaki ilişki incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Dijital olgunluk derecesinin dijital araçların benimsenmesi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu; tedarik zinciri direncinin hem dijital olgunluk derecesinden hem de dijital araçların benimsenmesinden olumlu etkilendiği tespit edilmiştir.
Al-Khatib (2023)	Nesnelerin interneti ve büyük veri analitiği ile tedarik zinciri görünürlüğü ve operasyonel performans arasındaki ilişkiler incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Sonuçlar, nesnelerin interneti ve büyük veri analitiği ile tedarik zinciri görünürlüğü ve operasyonel performans arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, tedarik zinciri görünürlüğünün nesnelerin interneti, büyük veri analitiği ve operasyonel performans arasındaki ilişkiye aracılık ettiği belirlenmiştir.
Bahrami vd. (2022)	Büyük veri analitiği yeteneklerinin tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri inovasyonu yoluyla tedarik zinciri performansını nasıl etkilediği araştırılmıştır.	Yapısal Eşitlik Modeli	Büyük veri analitiği yeteneklerinin tedarik zinciri performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ve tedarik zinciri direnci ile tedarik zinciri inovasyonunun bu etkiye aracılık ettiği tespit edilmiştir.
Wang vd. (2022)	Start-up ve KOBİ tedarikçilerinin önceden seçilmesi için yapay zekâ, büyük veri analitiği ve blokszincir teknolojisindeki en son gelişmeleri kullanan çevrimiçi bir platformu kullanmanın fizibilitesi araştırılmıştır.	Tasarım Bilimi Araştırma Metodolojisi	Önerilen platformun doğru tedarikçileri bulma hızını arttıracığı, bunun teknolojiden yararlanılan şirketleri avantajlı konuma getireceği ve tedarik zincirlerinin esnekliğini ve direncini artıracığı ortaya konmuştur. Ayrıca alıcılar ve tedarikçiler arasında daha yakın bir ilişki kurmanın tedarik zincirlerinin daha dirençli hale gelmesine yardımcı olacağı vurgulanmıştır.
Dey (2023)	İşbirlikçi bir ekosistemde gerçek zamanlı dağıtık bilgi paylaşımını kullanarak tedarik zincirinde direnç oluşturmak için bir çerçeve geliştirmiştir.	Tasarım Bilimi Araştırma Metodolojisi	Önerilen tedarik zinciri boyunca görünürlük sağlayan dijital kontrol kulesinin şeffaflığı sağlayacağı, her kuruluşun odak şirket tarafından alınan karardan haberdar olacağı ve böylece bozulmalardan hızlı bir şekilde kurtulmanın mümkün kılınarak tedarik zinciri direncinin artacağı belirtilmiştir. Ayrıca Kurumsal Büyük Veri altyapısına yüksek yatırımlar yapmayan, kaynakları kısıtlı kuruluşların, gerçek zamanlı, veri madenciliği yoluyla tedarik zincirinde direnç ve görünürlük sağlayabileceği vurgulanmıştır.
Ambrogio vd. (2022)	COVID-19'un işgücü ve tedarik direnci üzerindeki etkileri bütüncül bir şekilde analiz edilmiştir.	Teorik Çalışma	Tedarik zincirinde işgücü direncini artıracak dijitalleşme odaklı çözüm önerileri sunulmuştur.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Gupta vd. (2022)	Büyük veri analitiği ve eklemeli üretim gibi dijital teknolojilerin esneklik yönlü ve kontrol yönlü riskleri kontrol edip etmediği ve tedarik zinciri direncini geliştirip geliştirmediği test edilmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Çalışma bulguları, büyük veri analitiğinin ve eklemeli üretimin risk kontrolüne yardımcı olabileceği ve dolayısıyla bir firmanın tedarik zinciri direncini iyileştirebileceği ve bozulma durumunda tedarik zinciri dalga etkisinin yayılmasını en aza indirebileceğini göstermiştir. Ayrıca çalışma sonucunda büyük veri analitiğinin risk zekasını etkilerken, eklemeli üretimin hem hazırlığı hem de risk kontrolünü etkilediği belirlenmiştir. Bu doğrultuda firmaların hangi teknolojiyi benimseyeceklerine karar verirken büyük veri analitiği ve eklemeli üretim arasında ayırım yapmasının önemi vurgulanmıştır.
Naghshineh ve Carvalho (2022)	Eklemeli üretim teknolojisinin benimsenmesinin tedarik zinciri direncinin öncül tedarik zinciri yeteneklerini ve tedarik zinciri kırılabilirliğini nasıl etkilediği incelenmiştir.	Sistemantik Literatür İncelemesi	Eklemeli üretimin benimsenmesinin esas olarak tedarik zincirinin durumunu iyileştirdiği ve belirli tedarik zinciri yeteneklerini olumlu yönde etkileyerek tedarik zinciri direncini artırmasının beklendiği ortaya konmuştur. Aynı zamanda eklemeli üretim benimsenmesinin belirli tedarik zinciri zayıflıklarının ortaya çıkmasına neden olabileceği vurgulanmıştır.
Martins vd. (2022)	Brezilya şirketlerinde tedarik zincirlerinin yönetiminde direncin en kritik unsurlarını tanımlanmış ve literatürde yer alan dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini nasıl artırabileceği araştırılmıştır.	Hiyerarşik Küme Analizi ve Bulanık TOPSIS Yöntemi	Çalışma sonucunda tedarik zinciri direncinin en kritik unsurlarının ‘karar verme, insan kaynakları ve güvenlik’ olduğu ortaya konmuş ve bu unsurları geliştirecek dijital teknolojilerin neler olduğu tartışılmıştır.
Furstenau vd. (2022)	Dijital teknolojiler ve sağlık tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiler incelenmiştir.	Çoklu Vaka Çalışması	Bulgular, dijital teknolojilerin benimsenmesinin sağlık tedarik zinciri direncini artırdığı ortaya konmuştur.
de Farias vd. (2022)	Tedarik zincirlerinde direncin artırılmasına yönelik uçtan uca tedarik zinciri görünürlüğü sağlayan dijital ikiz, nesnelerin interneti ve blokzincir gibi dijital teknolojiler entegre edildiği bir model önerilmiştir.	Nitel Araştırma	Önerilen modelin bozulmanın beklenen etkilerini azaltacağı, sürdürülmesi amaçlanan tedarik zinciri performansının sürdürülmesi için zamanında en iyi kararı almayı sağlayacağı ve böylece tedarik zincirinde direncin artacağı vurgulanmıştır.
Qader vd. (2022)	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma aynı zamanda tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri görünürlüğünün dijital teknolojiler ve tedarik zinciri performansı arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediğini araştırmaktadır.	Yapısal Eşitlik Modeli	Bulgular, dijital teknolojilerin tedarik zinciri performansı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu doğrulamıştır. Benzer şekilde bulgular, dijital teknolojiler ile tedarik zinciri performansı arasındaki ilişkide tedarik zinciri direncinin önemli bir aracılık rolü olduğunu da göstermiştir. Ayrıca çalışma sonuçları, dijital teknolojilerin benimsenmesinin tedarik zinciri direncini ve buna bağlı olarak tedarik zinciri performansını artırdığını göstermektedir. Son olarak, tedarik zinciri görünürlüğünün, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini güçlendirecek şekilde önemli bir düzenleyici rolü olduğunu da ortaya koymuştur.
He vd. (2023)	Liman firmalarının dijital dönüşümünün operasyonel direnci nasıl geliştirdiği incelenmiştir.	Regresyon Analizi	334 Çinli liman firmaya ait veriler kullanılarak dijital dönüşüm derecesi, teknolojik yenilik kapasite ve liman operasyonel direnci arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Teknolojik yenilik kapasitesinin bu ilişkide aracı rol oynadığı ve olumsuz bir olayı iyileştirici etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Centobelli vd. (2023)	Dijital teknolojilerin gemi inşa sektöründe kaynak tabanlı görüş teorisi ve dinamik yeteneklerden yararlanarak tedarik zinciri direnç yeteneklerini nasıl etkilediği incelenmiştir.	Çoklu Vaka Analizi	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri bozulmalarının önlenmesinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiş ve dijital teknolojilerin her direnç aşamasında çeşitli dinamik yetenekleri nasıl desteklediğine ilişkin çeşitli önermeler ortaya konmuştur.
Lu vd. (2023)	Tedarik zinciri yönetişiminin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi ve tedarik zinciri finansmanının aracı etkisi ile dijital teknoloji adaptasyonunun düzenleyici rolü araştırılmıştır.	Regresyon Analizi	Tedarik zinciri yönetişiminin tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri finansmanını önemli ölçüde artırdığı; tedarik zinciri finansmanının, tedarik zinciri yönetişimi ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkide aracı bir rolü olduğu; dijital teknoloji adaptasyonunun tedarik zinciri yönetişimi ile tedarik zinciri finansmanı arasındaki ilişki üzerinde bir düzenleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
Sathiya vd. (2023)	Nesneler Zincirinin akıllı sağlık hizmetleri tedarik zincirinin gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.	Bulanık DEMATEL Yöntemi	Önerilen nesneler zinciri tabanlı izleme modelinin sağlık hizmetleri tedarik zincirinde uçtan uca görünürlük sağlayacağı ve bunda tedarik zincirinin direncini geliştireceği, nesnelerin interneti teknolojisinin (güvenlik gibi) eksikliklerinin Blokzincir gibi teknolojilerle entegre edilerek giderilebileceğini ortaya koyulmuştur.
Ahmed vd. (2023)	Gelişmekte olan bir ekonomide tedarik zinciri direncini artırmak için dijitalleşmenin yapay zekâ tabanlı zorunlulukları belirlenmiş ve önceliklendirilmiştir.	Pareto Analizi, Bayesian-BWM Yöntemi	Tedarik zinciri direncini artırmak için en önemli yapay zekâ tabanlı zorunluluğun nesnelerin interneti kullanarak tedarik zinciri faaliyetlerinin gerçek zamanlı takibinin mümkün olduğunu ve bunu 'siber-fiziksel üretim sistemlerinin kullanılması' ve 'dijital bir tedarik zinciri ikizinin oluşturulması' izlediği belirlenmiştir.
Ivanov (2023)	Dijital ikizlerin tedarik zinciri stres testi ve direnç analizinde kullanılmasına yönelik geliştirilmiş bir karar verme çerçevesi sunulmuştur. Ayrıca dijital ikizlerin tedarik zinciri direnci ve etkin tedarik zinciri uygulanabilirliği konularıyla ilişkisine dair teori geliştirilmiştir.	Nitel Araştırma	Akıllı dijital ikizin izleme, bozulma tahmini (erken sinyaller), olay odaklı yanıtlar, öğrenme ve proaktif düşünmeyi desteklediği, proaktif ve reaktif yaklaşımların tedarik zinciri direncine entegre ettiği ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda, akıllı dijital ikizin tedarik zinciri direnci ile etkin tedarik zinciri uygulanabilirliği (supply chain viability) konusunda katkıda bulunduğu vurgulanmıştır.
Spieske vd. (2023)	Dijital teknolojilerin COVID-19 krizinden sonra tedarik zinciri direncini nasıl etkileyeceği araştırılmıştır.	Delphi Yöntemi	İncelenen tüm dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini geliştirdiği ve 2030 yılına kadar giderek daha fazla kullanılmasının beklendiğini ortaya konmuştur.
Ning vd. (2023)	Dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişki incelenmiştir.	Regresyon Analizi	Dijital teknolojilerle tedarik zinciri direnci arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ve dijital tedarik zinciri platformlarının, tedarik zinciri izlenebilirliğinin ve tedarik zinciri çevikliğinin, dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiye aracılık ettiğini ortaya koymuştur.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Birkel vd. (2023)	Tedarik zinciri direnci ile dijital teknolojilerin kullanımı arasındaki ilişki, pandemi bağlamında incelenmiştir.	Çoklu Vaka Çalışması	Çalışma sonuçları, dijital teknolojilerin yaygınlaşması ile artan tedarik zinciri direnci arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. (1) veri toplama (nesnelerin interneti ve takip ve izleme gibi) ve (2) verileri analiz etme (büyük veri analitiği, yapay zekâ ve dijital ikizler gibi) teknolojilerinin, vaka olarak incelenen şirketlerin COVID-19 pandemisinin neden olduğu belirsizlikten kaynaklanan bozulmaları etkili bir şekilde yönetmelerini sağladığı belirlenmiştir. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini önemli ölçüde iyileştirmesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir.
Alkhatib ve Momani (2023)	Ürdün'deki imalat firmalarında tedarik zinciri direnci uygulamaları ile operasyonel performans arasındaki ilişkiyi ve dijital teknolojilerin bu ilişkideki düzenleyici rolü analiz edilmiştir.	Regresyon Analizi	Tedarik zinciri çevikliği, tedarik zinciri esnekliği ve tedarik zinciri iş birliği, operasyonel performans ile anlamlı bir pozitif ilişkiye sahip olduğu ve dijital teknolojilerin kullanımının tedarik zinciri direnci-operasyonel performans ilişkisinin toplam düzeyi üzerinde anlamlı bir düzenleyici etkisi olduğu tespit edilmiştir.
Alvarenga vd. (2023)	Dijital teknolojilerin kullanımı, tedarik zinciri direnci ile tedarik zinciri sağlamlığı arasındaki ilişkiler ve bu ilişkide tedarik zinciri hafızasının (supply chain memory) aracı etkisi ve COVID-19'un düzenleyici etkisi test edilmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri hafızası aracılığıyla direnç ve sağlamlığı etkilediğini belirlenmiştir. Ayrıca tedarik zinciri hafızasının direnç ve sağlamlık arasındaki ilişkiye kısmen aracılık ettiği görülmüştür.
Li (2023)	Tedarik zincirlerini akıllı ve daha etkin hale getirmeyi amaçlayan blokzincir tabanlı tedarik zincirleri için yapısal bir çerçeve sunulmuştur.	Nitel Araştırma	Çalışma sonucunda tedarik zinciri direnci için üç yönetimsel çıkarım sunulmuştur: (1) Blokzincir tabanlı bir tedarik zinciri, çok katmanlı bir tedarik zincirini tek platformlu bir tedarik zincirine dönüştürerek tedarik zinciri katmanlarının uzunluğunu etkili bir şekilde kısaltır ve böylece çok katmanlı tedarik zinciri yönetimindeki sorunları ve zorlukları ortadan kaldırır. (2) Blokzincir tabanlı bir tedarik zinciri hem zaman hem de maliyet açısından verimli olabilir. (3) Blokzincir platformundaki bir şirket, tedarik zinciri ortaklarıyla bağlantı maliyetini ve riski/değişkenliğini azaltabilir.
Singh vd. (2023)	Dijital ikiz teknolojinin gıda tedarik zinciri direncini ve sürdürülebilirliğini artırmadaki rolü belirlenmiş ve analiz edilmiştir.	Gri Nedensel Modelleme	Dijital ikiz teknolojisi aracılığıyla gıda tedarik zincirinde direnç ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için birincil nedensel faktörün koordinasyon olduğu belirlenmiştir. Dijital ikiz teknolojinin; paydaşlar arasındaki koordinasyonu geliştirdiği, gıda tedarik zincirindeki görünürlüğü artırdığı, gıda israfını azalttığı ve dolayısıyla gıda tedarik zincirinin etkinliğini artırdığı vurgulanmıştır.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Huang vd. (2023)	16 adet dijital teknolojinin benimsenmesinin ve bilgi teknolojileri gelişiminin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkileri incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Tedarik zinciri iş birliğinin ve tedarik zinciri görünürlüğüne tedarik zinciri direncini etkili bir şekilde artırabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca hem tedarik zinciri iş birliğinin hem de tedarik zinciri görünürlüğüne, dijital teknolojilerin benimsenmesinin ve bilgi teknolojilerinin ilerlemesinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisine aracılık ettiğini ortaya koymaktadır.
Lupi vd. (2023)	Eklemeli üretim gibi gelişmekte olan bir grup teknolojinin özelliklerini araştırarak ve direncin iyileştirilmesi için makinelerin yüksek yatırım ve çok yönlülüğünün paylaşılmasından faydalanabilecek olan Blokzincir Tabanlı Paylaşımlı Eklemeli Üretim (Blockchain-based Shared Additive Manufacturing-BBSAM) modeli önermiştir.	Ayrık Olay Simülasyonu	Kapasite havuzlama (veya paylaşılan sistemler) uygulandığında optimize edilmiş eklemeli üretim makine kullanımı ve daha yüksek hizmet seviyelerinin artan talep oynaklığı ile pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca belirli sayıda eklemeli üretim makinesinin üzerinde önemli ölçüde paylaşılan sistemlerin artan direnci görülmüştür.
Arji vd. (2023)	Sağlık hizmetleri tedarik zincirinde teknoloji odaklı direnç stratejilerini belirlemek için literatürde yer alan ilgili çalışmalar incelenmiştir.	Sistematiik Literatür İncelemesi	Yapay zekâ, blokzincir, büyük veri analitiği ve simülasyon, sağlık hizmetleri tedarik zinciri yönetiminde kullanılan en önemli teknolojiler olduğu ve yapılan çalışmaların esas olarak COVID-19 etkilerinin yönetimi için direnç planları oluşturmaya odaklandığını ortaya koymuştur.
Ifthikhar vd. (2023)	Büyük veri analitiği ile tedarik zinciri karmaşıklığının tedarik zinciri direnci üzerindeki etkileri ve büyük veri analitiğinin bu etkilerdeki aracı rolü araştırılmıştır.	Yapısal Eşitlik Modeli	Yapısal tedarik zinciri karmaşıklığı ile tedarik zinciri direnci arasında hem doğrudan hem de dolaylı etkiler olduğu, ancak dinamik tedarik zinciri karmaşıklığının tedarik zinciri direncini yalnızca büyük veri analitiği aracılığıyla etkilediği tespit edilmiştir.
Ifthikhar vd. (2024)	Dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direnci konularına ilişkin kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir.	Bibliyometrik Analiz	Dijital teknolojilerin teknolojilerin (büyük veri analitiği, nesnelerin interneti, blokzincir, yapay zekâ gibi) veri analitiğini destekleyerek yıkıcı olayları öngörmede ve etkilerini azaltmada önemli bir rol oynayabileceği belirtilmiştir. Ayrıca dijital teknolojilerin direnç yeteneklerini geliştirdiği ve direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direncini desteklediği ortaya konmuştur.
Shoomal vd. (2024)	Tedarik zincirlerinde nesnelerin internetinin mevcut zorlukları ve gelecekteki gelişim yönleri araştırılmış ve nesnelerin internetinin benimsenmesini etkileyen itici güçleri ile engeller ana hatlarıyla ortaya konulmuştur.	Bibliyometrik Analiz ve SWOT Analizi	Tedarik zincirinde nesnelerin internetinin itici güçleri ve engelleri açısından, nesnelerin internetinin tedarik zinciri etkinliğini, direncini ve sürdürülebilirliğini artırmadaki rolü belirlenmiştir.

Tablo 5: Devamı

Yazar ve Tarih	Kısa Özet	Yöntem	Sonuç
Tortorella vd. (2025)	Dijital dönüşümün Avustralya gıda tedarik zinciri direncinin gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Korelasyon Analizi	Çalışma bulguları, dijital dönüşüm ile direnç arasındaki ilişkinin gıda tedarik zincirinin kademeleri arasında farklılık gösterdiğini ve dijital teknolojilerin benimsenmesinin direnç gelişimini kademeler arasında farklı şekilde etkilediğini ortaya koymuştur.
Rashid vd. (2025)	Hızlı tüketim malları sektöründe sürdürülebilir tedarik zincirleri için tedarikçi güveni ve entegre teknolojinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Yapısal Eşitlik Modeli	Bulgular, tedarikçi güveninin artması ve entegre teknolojinin kullanımının, bir kuruluşun bozulmalara yanıt verme yeteneğini geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca bunun tedarik zincirini daha dirençli hale getirdiği ortaya konmuştur.
Shi vd. (2025)	Dijital dönüşüm üç temel teknolojisinin (büyük veri analitiği, blok zinciri teknolojisi ve yapay zekâ) tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Meta-Analiz	Temel dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu etkiler yarattığını, bunlar arasında yapay zekânın en yüksek etkiyi gösterdiği ortaya konmuştur.

4.2. Araştırmanın Kavramsal Modeli ve Metodolojisi

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın amacı ve önemi açıklanmış, araştırmanın kavramsal modeli tanıtılmış, araştırma hipotezleri ve hipotezlerin nasıl geliştirildiği ile araştırma metodolojisine ilişkin bilgiler verilmiştir.

4.2.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu tez çalışmasının amacı, tedarik zincirlerinin dijitalleşmesini mümkün kılan dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Ayrıca bu çalışmada dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünün incelenmesi amaçlanmıştır.

Herhangi bir yıkıcı olay, dirençli olmamaları nedeniyle tedarik zincirlerinin operasyonel ve finansal performansını olumsuz etkilemekte ve hatta faaliyetlerinin durmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda insani ihtiyaçları karşılayan ürünlerin müşteriye ulaştırılmasını sağlayan tedarik zincirlerinin bozulma durumlarında direnç gösteren bir yapıya sahip olması büyük önem taşımaktadır. Bu tez çalışmada tedarik zincirinin direnci ve ilgili kavramlar açıklanarak kavramlar arasındaki ilişkileri daha anlaşılır hale getiren bir kavramsal çerçeve sunulmuştur.

Tedarik zinciri risklerinin bir sonucu olarak meydana gelen tedarik zinciri bozulmaları, ciddi kayıplara neden olabilmektedir. Tedarik zincirlerinin bu bozulmalarla başa çıkabilmesi ve bozulmaların etkilerini hafifletebilmesi için tedarik zinciri direncinin geliştirilmesi gerekir. Tedarik zinciri direncinin geliştirilmesi tedarik zinciri direncini destekleyen direnç yetenekleri ile mümkündür. Bu çalışmada literatürde yer alan temel direnç yetenekleri belirlenmiş, tanıtılmış ve tedarik zinciri direncini nasıl etkilediği açıklanmıştır. Direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinin ortaya konduğu bu tez çalışmasının bu açıdan katkı sağlayacaktır.

Dijitalleşme her alanda olduğu gibi tedarik zinciri alanında da ciddi değişimlere neden olmuş ve önemli avantajlar sağlamıştır. Tedarik zincirinin dijitalleşmesi, tedarik zincirinde dijital teknolojilerin kullanılmasını içerir. Son yıllarda tedarik zinciri direncinin gelişmesini sağlayacak dijital çözümler, literatürde en çok ilgi gören konulardan biri olmuştur. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki doğrudan etkisini araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat literatürde dijital teknolojileri tedarik zinciri direncini farklı yetenekler aracılığıyla etkileyebileceğini savunan görüşler (Christopher ve Peck, 2004; Hohenstein vd., 2015; Ali vd., 2017; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022) göz önünde bulundurulduğunda, yalnızca dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkinin doğrudan incelenmesi yeterli değildir. Dijital teknolojiler, direnç yeteneklerini destekleyerek tedarik zinciri direncinin artmasını sağlayabilir. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin

aracı rolünü inceleyen az sayıda teorik (Al-Talib vd., 2020; Spieske ve Birkel, 2021; Centobelli vd., 2023) ve ampirik çalışmaya rastlanmıştır; ampirik çalışmaların (Alkhatib ve Momani, 2023; Huang vd., 2023; Ning vd., 2023; Qader vd., 2022) temel dijital teknolojiler ile direnç yeteneklerinin tümünü kapsamlı bir şekilde incelemeyeceği görülmüştür.

Bu çalışmada, dijital teknolojilerin direnç yetenekleri aracılığıyla tedarik zinciri direncine olan etkisine bütünsel bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu doğrultuda bu tez çalışmasında tedarik zincirinin dijitalleşmesinde kullanılan temel dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri yetenekleri arasındaki ilişkileri içeren bir ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ önerilmiştir. Önerilen model tedarik zinciri direncini destekleyecek dört dijital teknolojiyi (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir) ve beş direnç yeteneğini (tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) içermektedir. Bu dört teknolojinin ve beş direnç yeteneğinin birlikte araştırıldığı bir modele literatürde rastlanılmamıştır.

Önerilen ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’nde farklı dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiler yer almaktadır. Dijital teknolojiler kullanılarak tedarik zincirlerinin bozulmalara önceden hazırlıklı olması, bozulma durumunda hızlı yanıt vermesi, bozulmaların etkilerini hafifletmeleri ve bozulma sonrası hızla iyileşmeleri sağlanabilir. Bu açıdan dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci ile ilişkisi önemlidir. Ayrıca modelde dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnç yetenekleri arasındaki ilişkiler yer almaktadır. Bu çalışmada tedarik zincirinin dijitalleşmesini mümkün kılan dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerine etkisi araştırılırken bu kavramlar arasındaki ilişkiyi gösteren genel bir çerçeve sunulmuş ve ampirik olarak doğrulanmıştır. Önerilen modelde yer alan diğer bir ilişki ise dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci ile ilişkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolüdür. Literatürde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini tedarik zinciri direnç yetenekleri aracılığıyla etkilediği vurgulanmaktadır. Dijital teknolojiler, sağladığı farklı avantajlarla farklı direnç yeteneklerini artırarak tedarik zinciri direncini geliştirmektedir. Ayrıca önerilen model ile dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisinde direnç yeteneklerinin aracı etkisi yer almaktadır. Literatürde bu aracı etkilerin araştırıldığı farklı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tüm bu yönleriyle çalışma, literatüre katkı sağlayacaktır.

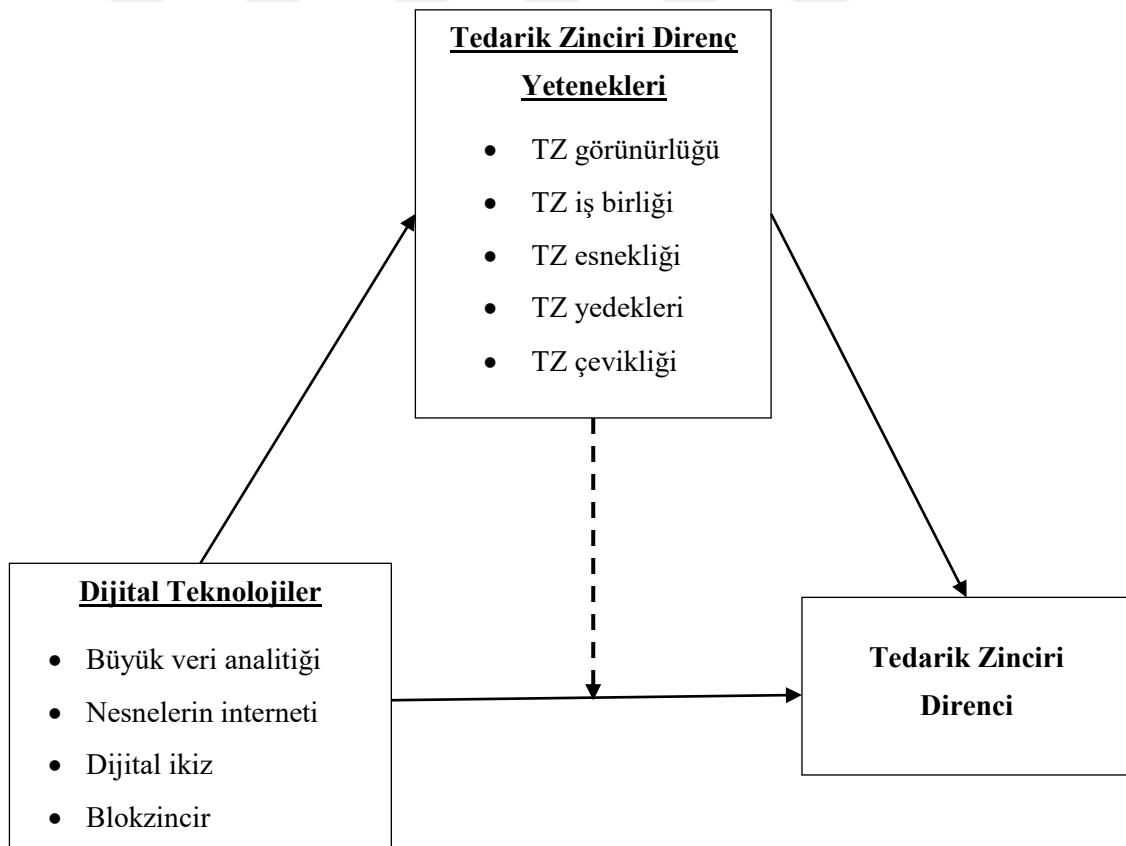
Çalışmada Türkiye’nin en büyük 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (ISO 500)’nda yer alan şirketlerden elde edilen verilerin kullanılarak araştırma modeli test edilmiştir. ISO 500 şirketlerinin tercih edilmesinin nedeni dijital teknolojileri benimseme düzeylerinin yüksek olmasıdır. Bu doğrultuda, dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direnç yeteneklerine ve tedarik zinciri direncine etkisinin belirlenmesi bu şirketlere katkı sağlayacaktır. Çalışma sonuçları, dijital teknolojileri

kullanacak tedarik zinciri uygulayıcıları için dijital teknolojilerin direnç yeteneklerini destekleyerek tedarik zinciri direncini nasıl artıracığına ilişkin öneriler sunmaktadır. Bu doğrultuda sonuçlar, tedarik zinciri direncini artırmak isteyen ve dijital teknolojilere yönelik yatırım kararı alan tedarik zinciri yöneticilerine katkı sağlayacaktır.

4.2.2. Araştırmanın Kavramsal Modeli

Yapılan literatür incelemesi sonucunda dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkileri ortaya koyan ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ oluşturulmuştur. Oluşturulan model Şekil 6’da görülmektedir.

Şekil 6: Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli



Araştırmada önerilen Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline ilişkin 3 faktör mevcuttur. Bu faktörlerden dijital teknolojiler faktörüne ait 4 alt faktör (büyük veri analitiği, nesnelerin interneti, dijital ikiz ve blokzincir) ve tedarik zinciri direnç yetenekleri faktörüne ait 5 alt faktör (tedarik zinciri

görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) bulunmaktadır. Son faktör ise tedarik zinciri direncidir.

Modelde yer alan değişkenlerden; dijital teknolojiler değişkeni dışsal değişken, tedarik zinciri direnç yetenekleri değişkeni ve tedarik zinciri direnci değişkeni ise içsel değişkendir. Bu doğrultuda modelde temel olarak dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolü ortaya konmuştur.

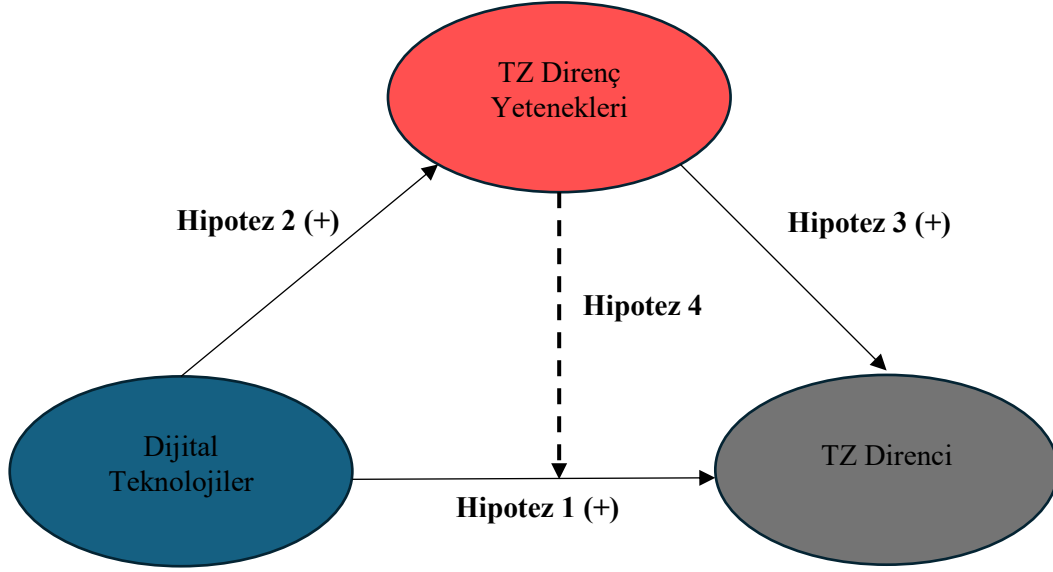
Modele ilişkin değişkenler literatüre dayalı olarak belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde tedarik zincirinin dijitalleşmesini mümkün kılan temel dijital teknolojilerden en yaygın olarak kullanılan ve tedarik zinciri direncini geliştiren teknolojilerin; nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi olduğu belirlenmiştir (Queiroz vd., 2021; Spieske ve Birkel, 2021; de Farias vd., 2022; Qader vd., 2022; Wang vd., 2022; Al-Khatib, 2023; Alvarenga vd., 2023; Chen vd., 2023; Centobelli vd., 2023; Huang vd., 2023; Ivanov, 2023; Ning vd., 2023; Sathya vd., 2023). Bu nedenle bu dört teknoloji, dijital teknolojiler faktörünün alt faktörleri olarak ele alınmıştır.

Ayrıca literatürde en çok kullanılan ve tedarik zincirini destekleyen temel tedarik zinciri direnç yeteneklerinin; tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği olduğu vurgulanmıştır (Christopher and Peck, 2004; Jüttner ve Maklan, 2011; Johnson vd., 2013; Azadeh vd., 2014; Pereira vd., 2014; Hohenstein vd., 2015; Kamalahmadi ve Parast, 2016; Ali vd., 2017; Karl vd., 2018; Kochan ve Nowicki, 2018; Lohmer vd., 2020; Han vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022; Naghshineh ve Carvalho, 2022). Bu doğrultuda çalışmada bu yetenekler, tedarik zinciri direnç yetenekleri faktörünün alt faktörleri olarak ele alınmıştır.

4.2.3. Araştırma Hipotezleri

Literatür incelemesine dayalı olarak oluşturulan Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modelinde, değişkenler arasında direkt ve dolaylı etkiler söz konusudur ve bu etkilerin belirlenmesine yönelik hipotezler oluşturulmuştur. Çalışmanın temel amacı, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi ve direnç yeteneklerinin bu etkideki aracı rolünün belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline ait değişkenlerin etkilerine ilişkin hipotezler Şekil 7’de görülmektedir. Modelde yer alan değişkenler arasındaki etkiler 4.2.4.1., 4.2.4.2., 4.2.4.3. ve 4.2.4.4.başlıkları altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Şekil 7: Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline İlişkin Hipotezler



Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modelinde yer alan değişkenler arasındaki söz konusu etkilerin incelenmesine yönelik hipotezler aşağıda sırasıyla verilmiştir:

- Hipotez 1:** Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
- Hipotez 2:** Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
- Hipotez 3:** Tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
- Hipotez 4:** Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde direnç yeteneklerinin aracı etkisi vardır.

4.2.4. Araştırma Hipotezlerinin Geliştirilmesi

Literatürde dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci ilişkisinin incelendiği ve hipotezlerin geliştirmesinde yararlanılan ampirik çalışmalar Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6: Dijital Teknolojiler ve Tedarik Zinciri Direnci İlişkisine Yönelik Ampirik Çalışmalar

Yazar ve Tarih	Yöntem	Dijital Teknolojiler				Direnc Yetenekleri					Hipotezler
		Nesnelerin İnterneti	Büyük Veri Analitiği	Dijital İkiz	Blokszincir Teknolojisi	TZ Görünürlüğü	TZ İş Birliği	TZ Esnekliği	TZ Yedekleri	TZ Çevikliği	
Singh ve Singh (2019)	Yapısal Eşitlik Modeli		*								Büyük Veri Analitiğinin→Tedarik Zinciri Risk Direnci
Dubey vd. (2020)	Hiyerarşik Regresyon Analizi				*	*	*				Blokszincir Teknolojisi→Tedarik Zinciri Şeffaflığı Blokszincir Teknolojisi→Hızlı Güven (Swift-Trust) Tedarik Zinciri Şeffaflığı→Hızlı Güven (Swift-Trust) Hızlı Güven (Swift-Trust)→İş birliği Hızlı Güven (Swift-Trust)→Tedarik Zinciri Direnci İşbirliği→Tedarik Zinciri Direnci
Meidute-Kavaliauskiene vd. (2021)	Regresyon Analizi				*	*		*			Blokszincir Teknolojisi Kullanımı→Tedarik Zinciri Şeffaflığı Blokszincir Teknolojisi Kullanımı→Tedarik Zinciri Esnekliği Blokszincir Teknolojisi Kullanımı→Tedarikçilere Güven
Dubey vd. (2021)	Yapısal Eşitlik Modeli		*								Büyük Veri Analitiği→Tedarik Zinciri Direnci (Organizasyonel Esnekliğin Düzenleyici Etkisi)
Zouari vd. (2021)	Yapısal Eşitlik Modeli	Tedarik Zinciri Dijital Olgunluk Derecesi ve Tedarik Zinciri Dijital Araçları									Dijital Olgunluk Derecesi→Tedarik Zinciri Direnci Tedarik Zinciri Dijital Araçları→Tedarik Zinciri Direnci
Balakrishnan ve Ramanathan (2021)	Yapısal Eşitlik Modeli	Dijital Tedarik Zinciri Teknoloji Yetkinliği									Tedarik Zinciri Direnci→Tedarik Zinciri Performans Hedefleri (Dijital Tedarik Zinciri Teknoloji Yetkinliğinin Düzenleyici Rolü) Tedarik Zinciri Direnci→Tedarik Zinciri Performans Hedefleri (Dijital Tedarik Zinciri Teknoloji Yetkinliğinin Düzenleyici Rolü)
Michel-Villarreal vd. (2021)	Vaka Çalışması	Dijital Teknolojiler				*	*	*	*	*	Dijital Teknolojiler→Tedarik Zinciri Direnc Yetenekleri (Tedarik Zinciri Görünürlüğü, Tedarik Zinciri İş Birliği, Tedarik Zinciri Esnekliği, Tedarik Zinciri Yedekleri ve Tedarik Zinciri Çevikliği) Tedarik Zinciri Direnc Yetenekleri (Tedarik Zinciri Görünürlüğü, Tedarik Zinciri İş Birliği, Tedarik Zinciri Esnekliği, Tedarik Zinciri Yedekleri ve Tedarik Zinciri Çevikliği) →Tedarik Zinciri Direnci

Tablo 6: Devamı

Yazar ve Tarih	Yöntem	Dijital Teknolojiler				Direnc Yetenekleri					Hipotezler
		Nesnelerin İnterneti	Büyük Veri Analitiği	Dijital İkiz	Blokzincir Teknolojisi	TZ Görünürlüğü	TZ İş Birliği	TZ Esnekliği	TZ Yedekleri	TZ Çevikliği	
Bahrami vd. (2022)	Yapısal Eşitlik Modeli		*								Büyük Veri Analitiği→Tedarik Zinciri Direnci→Tedarik Zinciri Performansı
Gupta vd. (2022)	Yapısal Eşitlik Modeli		*								Büyük Veri Analitiği→Risk Kontrolü Risk Kontrolü→Tedarik Zinciri Direnci
Qader vd. (2022)	Yapısal Eşitlik Modeli	*			*	*					Dijital Teknolojiler (Nesnelerin İnterneti, Blokzincir Teknolojisi ve Makine Öğrenmesi) →Tedarik Zinciri Direnci (Tedarik Zinciri Görünürlüğünün Kısmi Aracılık Rolü) Tedarik Zinciri Görünürlüğü→Tedarik Zinciri Direnci Dijital Teknolojiler→Tedarik Zinciri Direnci → Tedarik Zinciri Performansı (Tedarik Zinciri Direncinin Aracı Etkisi)
Lu vd. (2023)	Çoklu Regresyon Analizi	Dijital Teknoloji Adaptasyonu									Tedarik Zinciri Yönetişimi→Tedarik Zinciri Direnci (Tedarik Zinciri Finansmanının Aracı Rolü) Tedarik Zinciri Yönetişimi→Tedarik Zinciri Finansmanı (Dijital Teknoloji Adaptasyonunun Düzenleyici Etkisi)
Al-Khatib (2023)	Yapısal Eşitlik Modeli	*	*			*					Nesnelerin İnterneti→Görünürlük Büyük Veri Analitiği→Görünürlük
Alkhatib ve Momani (2023)	Doğrusal Regresyon Analizi	Dijital Teknolojiler					*	*		*	Tedarik Zinciri Direnci (Tedarik Zinciri Çevikliği+Tedarik Zinciri Esnekliği+Tedarik Zinciri İş Birliği) →Operasyonel Performans (Dijital Teknoloji Kullanımının Düzenleyici Etkisi)
Alvarenga vd. (2023)	Yapısal Eşitlik Modeli	*	*	*	*						Dijital Teknolojiler (Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri Analitiği, Dijital İkiz, Blokzincir Teknolojisi ve Bulut Bilişim) → Tedarik Zinciri Direnci Dijital Teknolojiler (Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri Analitiği, Dijital İkiz, Blokzincir Teknolojisi ve Bulut Bilişim) → Tedarik Zinciri Hafızası→ Tedarik Zinciri Direnci
Huang vd. (2023)	Yapısal Eşitlik Modeli	Dijital Teknoloji Adaptasyon Düzeyi				*	*				Dijital Teknoloji Adaptasyon Düzeyi→Tedarik Zinciri Görünürlüğü→Tedarik Zinciri Direnci Dijital Teknoloji Adaptasyon Düzeyi→Tedarik Zinciri İş Birliği→Tedarik Zinciri Direnci

Tablo 6: Devamı

Yazar ve Tarih	Yöntem	Dijital Teknolojiler				Direnc Yetenekleri					Hipotezler
		Nesnelerin İnterneti	Büyük Veri Analitiği	Dijital İkiz	Blokzincir Teknolojisi	TZ Görünürlüğü	TZ İş birliği	TZ Esnekliği	TZ Yedekleri	TZ Çevikliği	
Iftikhar vd. (2023)	Yapısal Eşitlik Modeli		*								Büyük Veri Analitiği→Tedarik Zinciri Direnci Yapısal Tedarik Zinciri Karmaşıklığı→Büyük Veri Analitiği→Tedarik Zinciri Direnci (Büyük Veri Analitiğinin Kısmi Aracı Etkisi) Dinamik Tedarik Zinciri Karmaşıklığı→Büyük Veri Analitiği→Tedarik Zinciri Direnci (Büyük Veri Analitiğinin Aracı Etkisi)
Ning vd. (2023)	Hiyerarşik Regresyon Analizi	Dijital Teknolojiler				*				*	Dijital Teknolojiler → Dijital Tedarik Zinciri Platformları → Tedarik Zinciri Direnci Dijital Teknolojiler → Tedarik Zinciri İzlenebilirliği → Tedarik Zinciri Direnci (Tedarik Zinciri İzlenebilirliğinin Tam Aracı Etkisi) Dijital Teknolojiler → Tedarik Zinciri Çevikliği → Tedarik Zinciri Direnci (Tedarik Zinciri Çevikliğinin Tam Aracı Etkisi) Dijital Teknolojiler → Dijital Tedarik Zinciri Platformları → Tedarik Zinciri İzlenebilirliği → Tedarik Zinciri Direnci Dijital Teknolojiler → Dijital Tedarik Zinciri Platformları → Tedarik Zinciri Çevikliği → Tedarik Zinciri Direnci
Singh vd. (2023)	Gri Nedensel Modelleme			*							Dijital İkiz → Tedarik Zinciri Direnci Dijital İkiz→Tedarik Zinciri Direnci→Sürdürülebilirlik (Tedarik Zinciri Direncinin Aracı Etkisi)
Hu vd. (2024)	Yapısal Eşitlik Modeli				*						Bilgi Yönetimi Süreçleri→Tedarik Zinciri Direnci (Blokzincir Teknolojisine Adaptasyonun Düzenleyici Etkisi)

Yapılan çalışmaların sonuçlarında çeşitli farklılıklar söz konusudur. Çalışmalar incelendiğinde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini inceleyen çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Zouari vd., 2021; Qader vd., 2022; Huang vd., 2023; Alvarenga vd., 2023). Bu etki incelenirken bazı çalışmalarda birkaç dijital teknoloji bütünsel olarak ele alınmıştır (Michel-Villarreal vd., 2021; Qader vd., 2022; Alvarenga vd., 2023; Al-Khatib, 2023; Ning vd., 2023). Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini inceleyen diğer çalışmalarda ise tek bir dijital teknolojinin bireysel etkisinin ele alındığı görülmüştür (Dubey vd., 2021; Bahrami vd., 2022; Iftikhar vd., 2023).

Tablo 6 incelendiğinde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolü ampirik olarak ortaya konmuştur (Qader vd., 2022; Huang vd., 2023, Ning vd., 2023). Tablo 6'da dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini direk ve dolaylı olarak inceleyen çalışmaların yanında, farklı değişkenler ile tedarik zinciri direnci ilişkisinde dijital teknolojilerin düzenleyici rolünü inceleyen çalışmalarda yer almaktadır (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021; Lu vd., 2023; Alkhatib ve Momani, 2023; Hu vd., 2024). Ayrıca Tablo 6 incelendiğinde, gerçekleştirilen çalışmalarda verilerin analizi için YEM'in sık kullanılan bir yöntem olduğu (Singh ve Singh, 2019; Balakrishnan ve Ramanathan, 2021; Dubey vd., 2021; Zouari vd., 2021; Bahrami vd., 2022; Gupta vd., 2022; Qader vd., 2022; Al-Khatib, 2023; Alvarenga vd., 2023; Huang vd., 2023, Iftikhar vd., 2023; Hu vd., 2024) ve bunun yanında Regesyon Analizi ve Gri Nedensel Modelleme yöntemlerinin tercih edildiği görülmüştür (Dubey vd., 2020; Meidute-Kavaliauskiene vd., 2021; Lu vd., 2023; Singh vd., 2023).

Yapılan çalışmalarda dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisinde farklı değişkenlerin aracı etkisi incelenmiştir. Buna örnek olarak Dubey vd. (2020) blokzincir teknolojisinin farklı değişkenler aracılığıyla tedarik zinciri direncini olumlu etkilediğini belirlemiştir. Bunun yanında Gupta vd. (2022) büyük veri analitiğinin tedarik zinciri direnci üzerindeki olumlu etkisinde farklı değişkenlerin aracı rolünü ampirik olarak ortaya koymuştur.

Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modelinde yer alan değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri aşağıdaki dört başlık altında kavramsal olarak açıklanmıştır.

4.2.4.1. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnci İlişkisi

Bağışıklık sistemleri insanlar için ne kadar önemliyse, tedarik zincirlerinde direnç de şirketler için o kadar önemlidir (Ivanov vd., 2021: 97). Bağışıklık sistemleri dinamik ortamları sürekli olarak izler, öngörür ve bunlara uyum sağlar. Benzer şekilde, tedarik zincirlerindeki direnç yetenekleri, tedarik zinciri çevresel ve operasyonel faktörlerdeki değişikliklere maruz kaldığında ve bunlardan etkilendiğinde iyileşme ve adaptasyon sağlar (MacCarthy vd., 2016: 1702-1703). Bu tür

önemli ve hızla ortaya çıkan değişimlerden biri, şirketlerde ve toplumda dijitalleşmedir (Ivanov vd., 2019a: 8). Bir kabiliyet olarak tedarik zinciri direnci, dijitalleşme tarafından hem zorlanmakta hem de geliştirilmektedir (Ivanov vd., 2021: 97).

Büyük veri, nesnelerin interneti ve blokzincir gibi dijital teknolojiler, şirketlerin farklı tedarik zinciri üyelerinden büyük miktarda operasyonel veri ve bilgi almasına yardımcı olarak tedarik zinciri ortakları arasında bilgi alışverişini kolaylaştıran ürün ve hizmetlere kademeli olarak yerleştirilmektedir (Zhao vd., 2023:6). Bu teknolojiler, işletmeler tarafından elde edilen verilerin ve bilgilerin kalitesini iyileştirerek riskleri öngörmelerine ve çevredeki değişiklikleri oluşmadan önce algılamalarına ve risk hazırlıkları yapmasına olanak sağlar (Zhao vd., 2023:6). Yapılan risk hazırlıkları, tedarik zincirinin bazı bozulmaları absorbe etmesini sağlar, riskler ortaya çıktığında tedarik zincirinin bozulma olasılığını azaltır ve tedarik zinciri direncini artırır (Azadegan vd., 2021: 11).

Pek çok araştırmacı, dijital teknolojilerden büyük veri analitiği, nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi çok sayıda etkinleştirici teknolojiyle tedarik zinciri direncini destekleyebileceğini vurgulamakta ve bu alanda araştırma yapılmasını önermektedir (Gölgeci ve Ponomarov, 2015; Ivanov vd., 2019c; Hosseini vd., 2019; Birkel ve Hartmann, 2020; Ivanov ve Dolgui, 2020; Spieske ve Birkel, 2021). Bu doğrultuda son zamanlarda birçok araştırmacı dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir (Balakrishnan ve Ramanathan, 2021; Spieske ve Birkel, 2021; Furstenau vd., 2022; Gupta vd., 2022; Qader vd., 2022; Alvarenga vd., 2023; Birkel vd., 2023; Ning vd., 2023). Sonuç olarak bu araştırmalar, dijitalleşmenin tedarik zinciri direnci üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Birkel vd. (2023) dijital teknolojilerin yaygınlaşması ile artan tedarik zinciri direnci arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, yapay zekâ ve dijital ikiz gibi dijital teknolojilerin şirketlerin COVID-19 pandemisinin neden olduğu belirsizlikten kaynaklanan bozulmaları etkili bir şekilde yönetmelerini sağladığı ve dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncini önemli ölçüde iyileştirmesine yardımcı olduğunu tespit etmiştir.

Dey (2023) dijital teknolojilerin işletmelere tedarik zinciri bozulmalarıyla başa çıkmada yardımcı olabileceğini vurgulamış ve Hosseini vd. (2019) ile Ivanov ve Dolgui (2021) tedarik zinciri sistemlerinin tasarımının, hızlı ve verimli bir şekilde iyileşebilecekleri şekilde bozulmalara karşı dirençli hale getirmek için dijital teknolojiler kullanabileceğini vurgulamıştır.

Dijital teknolojiler, tedarik zincirinin bozulmalara hazırlıklı olmasını, hızlı yanıt vermesini ve bozulma sonrasında hızla iyileşmesini sağlayarak tedarik zinciri direncini artırır (Zhao vd., 2023: 6-

7). Dijital teknolojilerin proaktif ve reaktif düzeyde risk yönetimi ve tedarik zinciri direncine katkısı aşağıda açıklanmıştır (Ivanov vd., 2019a: 18-19):

- Proaktif düzeyde, optimizasyon ve simülasyon modelleri yöneticiler için önemli bilgiler üretir ve bozulma olasılığının yaklaşık olarak tahmin edilebildiği durumlarda uygulanabilir. Bir yandan, büyük veri analitiği ve gelişmiş izleme ve takip sistemleri, bozulmaların tahmin edilmesine yardımcı olabilir ve esnek tedarik zinciri tasarım analizi için çok yönlü bozulma senaryoları oluşturmak üzere daha doğru veriler sağlayabilir. Böylece tedarik zincirinin bozulmalara hazırlıklı olması sağlanabilir.
- Reaktif düzeyde, finans ve operasyonel performans üzerindeki bozulma etkisinin belirlenmesiyle ilgili olarak dijital teknolojiler bozulmaların kapsamı ve ölçeği, tedarik zincirindeki yayılımı hakkında gerçek zamanlı bilgi elde etmek ve olası iyileşme stratejilerini simüle etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna ek olarak, reaktif düzeyde, tedarik zinciri planlarını ve stok politikalarını değiştirme olasılığını sağlayarak istenen çıktı performansına ulaşmak için adaptasyon gereklidir. Bozulmaların yayılımının kontrolünde adaptasyon süreçleri, dijital teknolojilerin yardımıyla desteklenebilir. Bu doğrultuda tedarik zincirinin bozulmalara hızlı yanıt vermesi ve bozulma sonrası iyileşmesi sağlanabilir.

Tablo 6’da dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini araştıran ampirik çalışmalar incelendiğinde Huang vd. (2023), dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Alvarenga vd. (2023) dijital teknolojilerinin (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz, blokzincir teknolojisi ve bulut bilişim) tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu; Qader vd. (2022) dijital teknolojilerin (nesnelerin interneti, blokzincir teknolojisi ve makine öğrenmesi) tedarik zinciri direncini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Zouari vd. (2021) tedarik zinciri dijital araçların tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini inceleyen diğer çalışmalar incelendiğinde Dubey vd. (2021), Bahrami vd. (2022) ve Iftikhar vd. (2023) büyük veri analitiği teknolojisinin tedarik zinciri direncini olumlu yönde etkilediğini; Meidute-Kavaliauskiene vd. (2021) blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri esnekliği üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu; Singh vd. (2023) dijital ikiz teknolojisinin tedarik zinciri direncini olumlu etkilediğini belirlenmiştir.

Bu bilgiler doğrultusunda aşağıdaki hipotez önerilmiştir:

Hipotez 1: Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

4.2.4.2. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Arasındaki İlişkiler

Dijital teknolojiler tedarik zinciri üyelerinin sanal ile gerçek dünya arasındaki bağlantıyı sağlayarak (Ben-Daya vd., 2019: 4723-4727) malzeme akışı ve operasyonlara ilişkin büyük miktarda gerçek zamanlı bilgilerin toplanmasını ve aktarılmasını, toplanan bu verileri depolanmasını ve analiz edilmesini, üyeler arasında paylaşılmasını sağlayarak tedarik zinciri direnç yeteneklerini artırır (Spieske ve Birkel, 2021: 9-12; Alvarenga vd., 2023: 827-828; Huang vd., 2023: 7-9).

Al-Talib vd. (2020), Spieske ve Birkel (2021) ve Centobelli vd. (2023) dijital teknolojilerin genel olarak tedarik zinciri direnç yeteneklerini geliştirmede mükemmel sonuçlar gösterdiğini vurgulamaktadır. Iftikhar vd. (2024) yaptığı çalışmayla dijital teknolojilerin (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, blokzincir ve yapay zekâ gibi) görünürlük, iş birliği, esneklik gibi direnç yeteneklerini geliştirdiğini kavramsal olarak ortaya koymuştur.

Michel-Villarreal vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada dijital teknolojilerin temel direnç yeteneklerini (tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) desteklediği ampirik olarak doğrulanmıştır.

Ning vd. (2023) dijital teknolojilerin tedarik zinciri görünürlüğü ve tedarik zinciri çevikliğine olan olumlu etkisini ortaya koymuştur. Huang vd. (2023) dijital teknoloji adaptasyon düzeyinin tedarik zinciri iş birliğini ve tedarik zinciri görünürlüğünü olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Meidute-Kavaliauskiene vd. (2021) blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri görünürlüğüne ve tedarik zinciri esnekliğine olumlu etkisini ampirik olarak kanıtlamıştır.

Al-Khatib (2023) nesnelerin interneti ve büyük veri analitiği teknolojilerinin tedarik zinciri görünürlüğü üzerindeki etkisini; Qader vd. (2022) nesnelerin interneti, blokzincir ve makine öğrenmesi teknolojilerinin tedarik zinciri görünürlüğünü olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Bu bilgiler ışığında doğrultusunda hipotez geliştirilmiştir:

Hipotez 2: Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

4.2.4.3. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri ile Tedarik Zinciri Direnci Arasındaki İlişkiler

Direnç yetenekleri “bir olay sonrasında hızlı ve etkin bir şekilde iyileşme kabiliyetini artıran özellikler” olarak tanımlanmıştır (Blackhurst vd., 2011: 375). Pettit, vd. (2013) ve Ponomarov ve

Holcomb (2009) tedarik zinciri direncini geliştirilmesi için direnç yeteneklerinin sürekli olarak benimsenmesini ve geliştirilmesini gerektiğini belirtmiştir.

Han vd. (2020) gerçekleştirdiği çalışmada temel direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direncini artırdığını; Iftikhar vd. (2024) yaptığı çalışmayla görünürlük, iş birliği, esneklik gibi direnç yeteneklerini geliştirdiğini kavramsal olarak ortaya koymuştur. Chowdhury ve Quaddus (2016) tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki olumlu etkisini tespit etmiştir.

Bunların yanında Michel-Villarreal vd, (2021) tarafından yapılan çalışmada temel direnç yeteneklerinin (tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) tedarik zinciri direncini artırıcı rolü ampirik olarak doğrulanmıştır. Ayrıca tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi tez çalışmasının ikinci bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Bu bilgiler ışığında aşağıdaki hipotez geliştirilmiştir:

Hipotez 3: Tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

4.2.4.4. Dijital Teknolojiler ile Tedarik Zinciri Direnci İlişkisinde Tedarik Zinciri Direnç Yeteneklerinin Aracı Rolü

Literatür tedarik zinciri direncinin, belirli yetenekler aracılığı ile elde edildiği konusunda hemfikirlerdir (Christopher ve Peck, 2004; Hohenstein vd., 2015; Ali vd., 2017; Michel-Villarreal, vd., 2021; Al Naimi vd., 2022). Dijital teknolojilerin kullanılması, tedarik zincirini çeşitli yetenekler aracılığıyla etkileyerek dirençli bir tedarik zincirini mümkün kılabilir (Al-Talib vd., 2020: 755). Spieske ve Birkel, (2021)'in çalışmasında dijital teknolojilerin belirli direnç yeteneklerinin aracılığıyla tedarik zinciri direncini artırdığı ortaya koyulmuştur. Bu doğrultuda Furstenau vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkide direnç yeteneklerinin aracı rolü kabul edilmiştir.

Tablo 6'da yer alan çalışmalar incelendiğinde Huang vd. (2023) tedarik zinciri iş birliğinin ve tedarik zinciri görünürlüğünün direncin tedarik zinciri direncini etkili bir şekilde artırabileceğini göstermiştir. Ayrıca hem tedarik zinciri iş birliğinin hem de tedarik zinciri görünürlüğünün, dijital teknolojilerin benimsenmesinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisine aracılık ettiğini ortaya koymuştur. Qader vd. (2022) dijital teknolojilerin (nesnelerin intenet, blokzincir teknolojisi ve makine öğrenme) tedarik zinciri direnci üzerindeki olumlu etkisine tedarik zinciri görünürlüğünün aracılık ettiğini tespit etmiştir. Ning vd. (2023) dijital teknolojilerle tedarik zinciri direnci arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ve tedarik zinciri çevikliği gibi tedarik zinciri direnç yeteneklerinin

dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiye tam olarak aracılık ettiğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, dijital teknolojiler belirli yetenekleri güçlendirerek tedarik zinciri direncini etkilemektedir. Bu nedenle, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncindeki rolünü analiz ederken bu direnç yeteneklerini incelemek temel bir unsurdur.

Hosseini vd. (2019), Spieske ve Birkel, (2021) ve de Farias vd. (2022) dijital teknolojiler, örneğin dijital ikizler ile esneklik ve çeviklik gibi tedarik zinciri direncine katkıda bulunan yetenekler aracılığıyla daha iyi tedarik zinciri direnci elde edilebileceğini ortaya koymuştur. Bu iki unsurun (dijital teknolojiler ve direnç yetenekleri) entegrasyonu, bozulmalarla başa çıkma ve iyileşme sağlamak ve dolayısıyla tedarik zinciri direncini geliştirmektedir (de Farias vd., 2022: 2521).

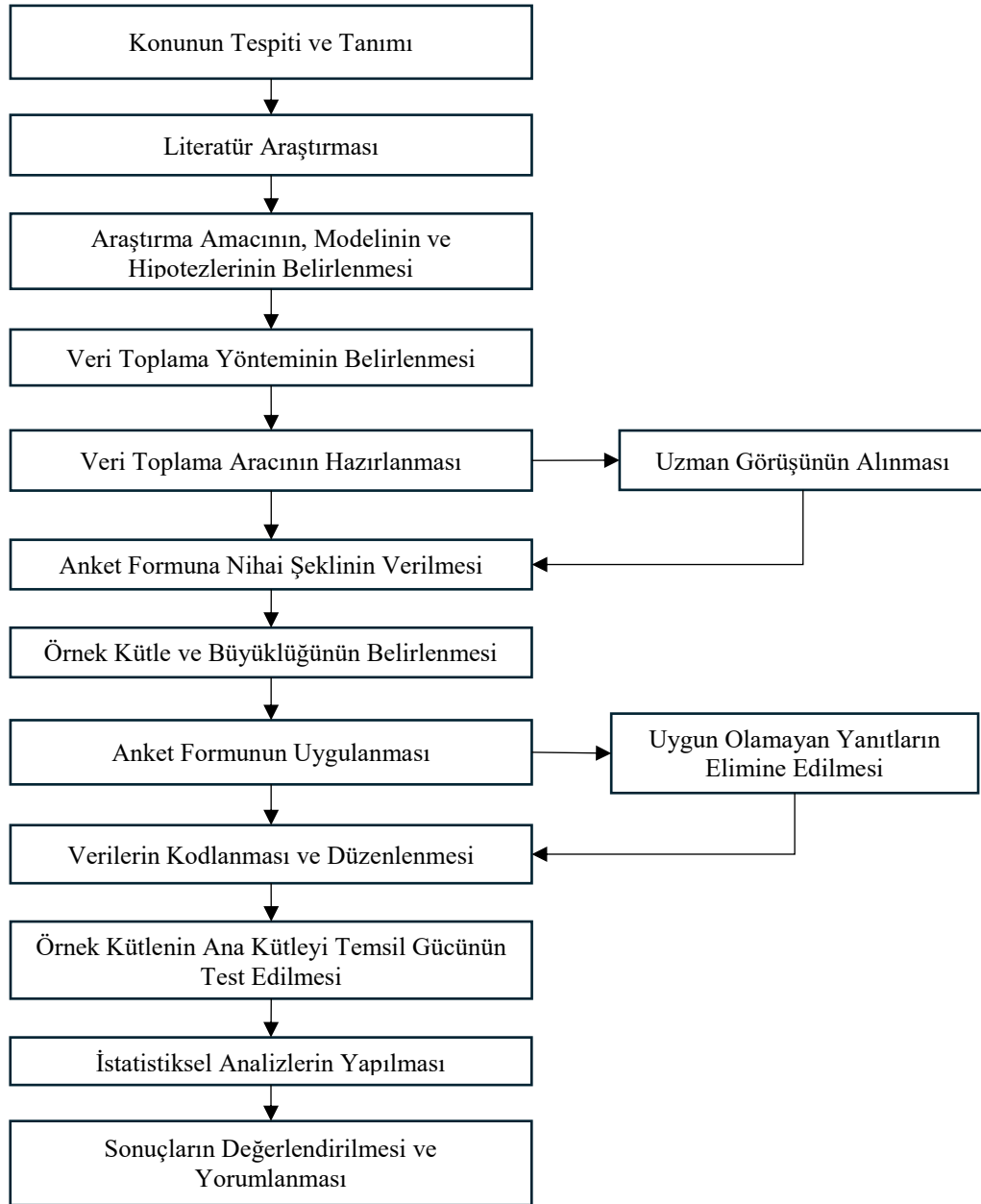
Tüm bu bilgiler ışığında aşağıdaki hipotezler önerilmiştir:

Hipotez 4: Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde direnç yeteneklerinin aracı etkisi vardır.

4.2.5. Araştırmanın Metodolojisi

Araştırmanın amaç ve hedeflerine uygun olarak araştırmayı yürütmek için araştırma metodolojisinin açıklanması önemlidir. Bu doğrultuda bu tez çalışmasında izlenen metodoloji Şekil 8’de sunulmuştur (Güleş, 1996: 82; Çağlıyan, 2009: 200; Bülbül, 2003: 188).

Şekil 8: Araştırmanın Metodolojisi



4.2.5.1. Veri Toplama Yönteminin Belirlenmesi

Veri toplama yöntemleri genel olarak Birincil Veri Toplama Yöntemleri ve İkincil Veri Toplama Yöntemleri olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır (Taherdoost, 2021: 14).

- *Birincil Veri Toplama Yöntemleri:* Birincil veri toplama, çalışma amacınız için verileri kendinizin topladığı ve yayınlanana kadar kimsenin bu verileri kullanma erişimine sahip olmadığı süreçlere dayanır ve bu amaçla hem nitel hem de nicel yaklaşımlarda kullanılmaktadır. Birincil veri toplama yöntemlerinin en yaygın türler anket, görüşme, odak grup, gözlem, vaka çalışmaları ve deneydir.

- *İkincil Veri Toplama Yöntemleri:* İkincil veriler, yayınlanmış kaynaklardan toplanan veriler olarak tanımlanır. İkincil veriler, ikincil veri kaynakları kullanılarak toplanır. Toplanan bu veriler hem görüşme raporları gibi nitel kaynaklardan hem de nüfus sayımı gibi nicel kaynaklardan elde edilen veriler olabilir. Yaygın olarak kullanılan ikincil veri kaynakları genel olarak kitaplar, dergiler/sürekli yayınlar, dergiler/gazeteler, e-dergiler, genel web siteleridir.

Bu çalışmada verilerin toplanması için olması nedeniyle Birincil Veri Toplama Yöntemlerinden anket kullanılmıştır. Bunun nedeni anketin, gözlem ve deney gibi diğer veri toplama yöntemlerine göre farklı bölgelerden çok daha büyük gruplara hızlı uygulama olanağı sunmasıdır (Büyüköztürk vd., 2013: 124).

Anket, bir dizi katılımcıya verilen önceden belirlenmiş bir dizi sorudur ve birçok kişiden bilgi almak için idealdir (Mazhar vd., 2021: 8). Anketler, geniş bir alana yayılmış ve yüz yüze iletişim kurmanın kolay olmadığı kişilerden bilgi almak için de uygundur (Mazhar vd., 2021: 8).

Araştırmalarda kullanılan anket yöntemleri aşağıda görüldüğü gibi sınıflandırılmaktadır (Burns vd., 2017, 175-180):

- *Bireysel Anketler:* Yüz yüze ya da telefonla yapılan anketlerde bir anketör soruları katılımcıya okur ve bilgisayar kullanmadan cevaplarını kaydeder.
- *Bilgisayar Destekli Anketler:* Bir telefon görüşmecisi soruları okuyabilir ve cevapları bir bilgisayar ekranına kaydedebilir ya da kişisel bir görüşmeci anketin uygulanmasında yardımcı olarak bir bilgisayar kullanabilir.
- *Bilgisayar Uygulamalı Anketler:* Bilgisayar tarafından yönetilen anketin tipik örneği, katılımcıların soru formunun yer aldığı bir web sitesine yönlendirildiği online bir ankettir.
- *Karma Anketler:* Hibrit anketlerdir, birden fazla veri toplama yöntemi kullanır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu tez çalışmasında birincil veriler toplanması için bilgisayar uygulamalı yöntemin kullanılması (web sitesi üzerinden online anketin doldurulması) tercih edilmiştir. Çalışmada hedef kitlenin coğrafi olarak geniş bir alanı kapsıyor olması ve sektörel açıdan yoğun mesai saatlerine sahip bireylere odaklı olması nedeniyle bireysel anket yöntemi ve bilgisayar destekli yöntem tercih edilmemiştir.

4.2.5.2. Veri Toplama Aracının Hazırlanması

Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşunda (ISO 500) tedarik zincirlerinin dijitalleşmesini sağlayan dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine etkisini, dijital teknolojilerin tedarik zinciri

direnç yetenekleri üzerindeki etkisini ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir veri toplama aracı geliştirilmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın kavramsal modeli göz önünde bulundurularak, daha önce gerçekleştirilen ampirik çalışmalarda kullanılan ölçeklerden yararlanılarak bir anket formu hazırlanmıştır. Önerilen modele ait verileri elde edileceği anket formunda toplam 56 soru yer almaktadır. Ankette yer alan her bir ölçeğin yapısına yönelik geçerlilik kanıtı sunmak amacı ile ayrı ayrı Açıklayıcı ve Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılmıştır.

4.2.5.2.1. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Literatürden yararlanılarak geliştirilen ya da uyarlanan ölçekler ve sorular aşağıdaki başlıklar altında açıklanmıştır.

Demografik Bilgiler

ISO 500 Şirketlerinin Özellikleri: ISO 500 şirketlerinin kaç yıldır faaliyet gösterdiği, çalışan sayısı ve şirketlerin hangi sektörde faaliyet gösterdiği konularına ilişkin sorular yer almaktadır. Ayrıca şirketlerden katılım sağlayan çalışanların şirket içi pozisyonlarına ilişkin bir soru bu bölümde yer almaktadır.

Dijital Teknoloji

Dijital Teknoloji Ölçeği; büyük veri analitiği (5 madde), nesnelerin interneti (5 madde), dijital ikiz (8 madde) ve blokzincir teknoloji (5 madde) olmak üzere 4 boyuttan ve 23 maddeden oluşmaktadır. Bu bölümde yer alan sorularda Likert Ölçeği kullanılmıştır. Katılımcılar bölümlerde yer alan ifadelere ne ölçüde katıldıklarını, 5'li Likert Ölçeğini kullanarak (1: Kesinlikle Katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kısmen Katılıyorum, 4: Katılıyorum ve 5: Kesinlikle Katılıyorum) değerlendirmişlerdir.

Büyük Veri Analitiği

Çalışmada kullanılan ikinci ölçek olan Büyük Veri Analitiği Ölçeği, Al-Khatib (2023) ve Jalil vd. (2023)'nın çalışmalarından yararlanılarak geliştirilmiştir. Belirtilen çalışmaların değişkenleri, modelde ölçülmek istenen yapıya uygun olarak düzenlenmiş ve son hali Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 7: Büyük Veri Analitiği Ölçeğinin Değişkenleri

Maddeler	Değişkenler	Kaynak
BV1	Büyük veri analitiği; simülasyon, optimizasyon ve regresyon gibi ileri analitik yöntemlerin uygulanması yoluyla karar verme süreçlerini iyileştirir.	Al-Khatib, 2023; Jalil vd., 2023
BV2	Büyük veri analitiği, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin kullanılması ile karar verme süreçlerinin iyileştirilmesini sağlar.	Al-Khatib, 2023; Jalil vd., 2023
BV3	Büyük veri analitiği, kullanıcıların veya karar vericilerin gösterge tabloları gibi veri görselleştirme araçlarını kullanarak karmaşık bilgileri anlamalarına yardımcı olur.	Al-Khatib, 2023; Jalil vd., 2023
BV4	Büyük veri analitiği, gerekli teşhisi gerçekleştirmek için gösterge tabloları aracılığı ile yararlı olan bilgilerin görüntülenmesini sağlar.	Al-Khatib, 2023
BV5	Büyük veri analitiği, gösterge tablosu uygulamalarının veya bilgilerin iletişim cihazları ile erişilebilir hale gelmesini sağlar.	Al-Khatib, 2023

Nesnelerin İnterneti

Çalışmada kullanılan ilk ölçek Nesnelerin İnterneti Ölçeğidir. Bu ölçek Qader vd. (2022)'nin çalışmasında yer alan Nesnelerin İnterneti Ölçeği Türkçeye çevirilerek uyarlanmıştır. Ölçeğe ilişkin değişkenler Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 8: Nesnelerin İnterneti Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
Nİ1	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, minimum maliyetle verimliliği ve güvenilirliği artırır.	Qader vd., 2022
Nİ2	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, etkin bilgi akışı sayesinde ortaklar arasındaki güveni artırır.	
Nİ3	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, deneyim ve bilginin zamanında güncellenmesine yardımcı olur (örneğin müşteri hizmetleri).	
Nİ4	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, öngörülemeyen sorunlarla başa çıkabilecek kadar esneklik.	
Nİ5	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, gerekli sonuçları zamanında elde etmek için kolayca ayarlanabilir.	

Dijital İkiz

Üçüncü ölçek olan Dijital İkiz Ölçeği, Singh vd. (2023)'nin çalışmasından yararlanılarak geliştirilmiştir. Belirtilen çalışmada yer alan değişkenler, modelde ölçülmek istenen yapıya uygun olarak düzenlenmiş ve ölçeğe ilişkin değişkenler Tablo 9’da görülmektedir.

Tablo 9: Dijital İkiz Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
Dİ1	Dijital ikiz, ürün ve hizmetlerin doğrudan izlenmesini sağlayarak görünürlüğü artırır.	
Dİ2	Dijital ikiz, tedarik zinciri ortakları arasındaki koordinasyonu artırır.	
Dİ3	Dijital ikiz, sürecin ve ürünün gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayarak bozulmaları ve arızaları azaltır.	
Dİ4	Dijital ikiz, tedarik zincirinin arz ve talebe hızlı tepki vermesini sağlar.	Singh vd., 2023
Dİ5	Dijital ikiz, tedarik zincirindeki teslim süresini azaltır.	
Dİ6	Dijital ikiz, riskleri tahmin etmeye yardımcı olabilecek veriler sağlar.	
Dİ7	Dijital ikiz, bilgi kalitesini artırarak daha iyi karar vermeyi sağlar.	
Dİ8	Dijital ikiz, daha iyi tahmin için çeşitli kaynaklardan veri toplar.	

Blokzincir Teknoloji

Çalışmada dijital teknolojilerden dördüncü ve son teknoloji olan blokzincir teknolojisine ilişkin ölçek Dubey vd., (2020)'nin çalışmasından yararlanılarak geliştirilmiştir. Belirtilen ölçeğin değişkenleri, modelde ölçülmek istenen yapıya uygun olarak düzenlenmiş ve son hali Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10: Blokzincir Teknolojisi Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
BZ1	Blokzincir teknolojisi, operasyonlar sırasında bilgi paylaşımını sağlar.	
BZ2	Blokzincir teknolojisi, verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve ulaşılabilirliğini korumaya yardımcı olur.	
BZ3	Blokzincir teknolojisi, tedarik zincirinde şeffaflığı artırır.	Dubey vd., 2020
BZ4	Blokzincir teknolojisi, malzemelerin kaynağını, kullanımını ve varış yerini izleyen bir veri platformudur.	
BZ5	Blokzincir teknolojisi, operasyonlarda yer alan ortaklar arasında karışıklığı önlemek amacıyla güvenilir olmayan bilgilerden kaçınmayı sağlar.	

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği; tedarik zinciri görünürlüğü (5 madde), tedarik zinciri iş birliği (5 madde), tedarik zinciri esnekliği (4 madde), tedarik zinciri yedekleri (5 madde) ve tedarik zinciri çevikliği (5 madde) olmak üzere 5 boyuttan ve 24 maddeden oluşmaktadır. Katılımcılar bölümlerde yer alan ifadelerle ne ölçüde katıldıklarını, 5'li Likert Ölçeğini kullanarak (1: Kesinlikle Katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kısmen Katılıyorum, 4: Katılıyorum ve 5: Kesinlikle Katılıyorum) değerlendirmişlerdir.

Tedarik Zinciri Görünürlüğü

Tedarik zinciri direnç yeteneklerinden ilki olan tedarik zinciri görünürlüğüne ilişkin ölçek uyarlanırken Qader vd. (2022)'nin çalışmasında kullanılan beş maddeden oluşan bir ölçek kullanılmıştır. İlgili ölçeğin değişkenleri Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11: Tedarik Zinciri Görünürlüğü Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZG1	Ana tedarikçilerimiz stok durumunu bizimle zamanında paylaşır.	Qader vd. (2022)
TZG2	Tedarikçilerimiz bize önceden sevkiyat bildirimlerini zamanında sağlar.	
TZG3	Genel piyasa düzeyindeki arz bilgilerini faydalı bir biçimde anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi alırız.	
TZG4	Piyasa düzeyindeki genel talep bilgisini anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi toplarız.	
TZG5	Sistemlerimiz/ortaklarımız bize dağıtım ağındaki (örn. dağıtım merkezleri, nakliye) bitmiş ürün konumlarının durumunu faydalı bir biçimde sağlar.	

Tedarik Zinciri İş Birliği

Tedarik zinciri direnç yeteneklerinden tedarik zinciri iş birliğine ilişkin ölçeğin oluşturulması için Alkhatib ve Momani, (2023)'nin çalışmasında kullanılan Tedarik Zinciri İş birliği Ölçeği Türkçeye çevrilerek Tablo 12'de görüldüğü gibi uyarlanmıştır.

Tablo 12: Tedarik Zinciri İş birliği Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZİ1	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, ilgili tüm bilgileri doğru bir şekilde ve zamanında paylaşır.	Alkhatib ve Momani, 2023
TZİ2	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, tüm tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirmeler konusunda bir dizi anlaşmaya sahiptir.	
TZİ3	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, stok tahminini ve talebi iş birliği içinde yönetir.	
TZİ4	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, herkesin yararı için ilgili bilgiyi elde etme, özümleme ve uygulamaya yönelik iş birliği yapar.	
TZİ5	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, katılımcı tedarik zinciri yönetiminden kaynaklanan fayda ve maliyetleri (siparişleri değiştirirken stok maliyetlerinden ve kayıplardan tasarruf etmek gibi) paylaşır.	

Tedarik Zinciri Esnekliği

Tedarik zinciri direnç yeteneklerine ilişkin üçüncü diğer ölçek Tedarik Zinciri Esnekliği Ölçeğidir. Bu ölçeğin uyarlanması için Mandal vd., (2016)'nin çalışmasında kullanılan dört maddeden oluşan bir ölçek kullanılmıştır. Ölçeğin son hali Tablo 13'te görülmektedir.

Tablo 13: Tedarik Zinciri Esnekliği Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZE1	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş miktarını düzenleyebilir.	Mandal vd., 2016
TZE2	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş teslim süresini düzenleyebilir.	
TZE3	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmaya cevap olarak üretim kapasitesini düzenleyebilir.	
TZE4	Firmamızın tedarik zinciri, bozulmalarla başa çıkmak için teslimat programlarını düzenleyebilir.	

Tedarik Zinciri Yedekleri

Tedarik zinciri direnç yeteneklerinden bir diğeri olan tedarik zinciri yedeklerine ilişkin ölçeğin oluşturulması için Chowdhury ve Quaddus, (2016)'ın çalışmasında kullanılan ölçek Türkçe'ye çevrilmiş fakat ölçek maddelerinin yetersiz olduğu düşünüldüğünden ölçek Ivanov vd., (2017) ve Tan vd., (2019)'yararlanılarak Tablo 14'te görüldüğü şekilde geliştirilmiştir.

Tablo 14: Tedarik Zinciri Yedekleri Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZY1	Bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için emniyet stokumuz bulunmaktadır.	Tan vd., 2019; Chowdhury ve Quaddus, 2016
TZY2	Birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşmeler mevcuttur.	Ivanov vd., 2017
TZY3	Bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri ağının operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesisler mevcuttur.	Tan vd., 2019
TZY4	Bozulma sonucunda tesislerin kaybedilen kapasiteleri ile başa çıkmak için yedek kapasitemiz mevcuttur.	Ivanov vd., 2017; Chowdhury ve Quaddus, 2016
TZY5	Bozulma sırasında mevcut ulaşım kanallarının devre dışı kalması halinde kullanılacak alternatif ulaşım kanallarımız mevcuttur.	Ivanov vd., 2017

Tedarik Zinciri Çevikliği

Tedarik zinciri direnç yeteneklerinin sonuncusu olan tedarik zinciri çevikliğine ilişkin ölçeğin oluşturulması için Alkhatib ve Momani (2023)'nin çalışmasında yer alan beş maddelik Tedarik Zinciri Çevikliği Ölçeği Türkçeye çevrilerek uyarlanmıştır. Ölçeğin son hali Tablo 15'te görülmektedir.

Tablo 15: Tedarik Zinciri Çevikliği Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZÇ1	Tedarik zincirimiz, pazara yeni ürünler sunarken/girerken hızlı cevap verir.	Alkhatib ve Momani, 2023
TZÇ2	Tedarik zincirimiz, değişen teslim süresi gereksinimlerine hızlı cevap verir.	
TZÇ3	Tedarik zincirimiz, değişen ürün tasarımı gereksinimlerine hızlı cevap verir.	
TZÇ4	Tedarik zincirimiz, piyasa dalgalanmalarına karşı yüksek cevap verebilirliğini sürdürür.	
TZÇ5	Tedarik zincirimiz, zincirin yapısında veya performansında iyileştirmeler yapıldığında hızlı bir şekilde cevap verir.	

Tedarik Zinciri Direnci

Literatürde tedarik zinciri direncine yönelik farklı ölçekler (Brandon-Jones vd., 2014; Dubey vd., 2020; Dubey vd., 2021; Balakrishnan ve Ramanathan, 2021; Bahrami vd., 2022; Gupta vd., 2022; Qader vd., 2022; Alvarenga vd., 2023; Huang vd., 2023; Iftikhar vd., 2023; Lu vd., 2023; Ning vd., 2023) yer almaktadır. Ancak bu ölçeklerin geliştirilmesi gerektiği düşünüldüğünden Brandon-Jones vd., (2014) ve Lu vd., (2023)'nin çalışmalarından yararlanılarak tedarik zinciri direncinin tanımında yer alan yanıt verme, iyileşme, önceki duruma dönme, hazırlıklı olma ve kontrolü sürdürme özelliklerine yönelik maddeler geliştirilmiş ve yeni bir tedarik zinciri direnci ölçeği oluşturulmuştur. İlgili ölçek ve maddeleri Tablo 16'da yer almaktadır.

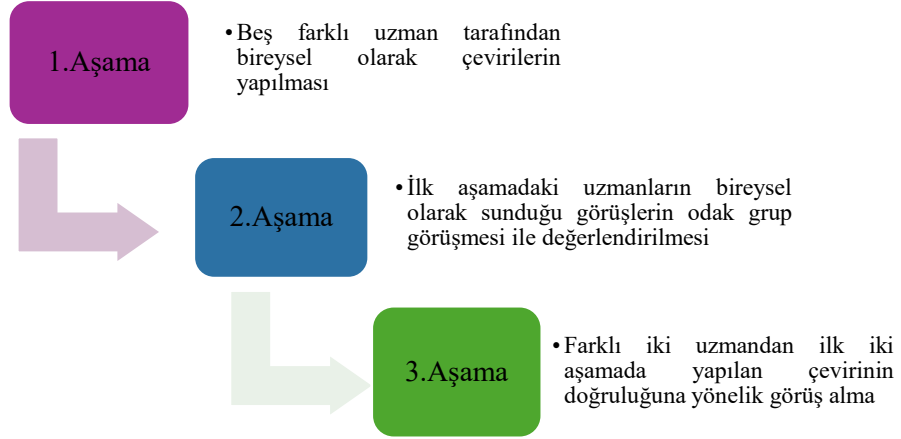
Tablo 16: Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinin Değişkenleri

Kod	Değişkenler	Kaynak
TZD1	Firmamızın tedarik zincirinde, beklenmedik bir bozulma durumunda malzeme akışı hızlı bir şekilde yeniden sağlanacaktır.	Brandon-Jones vd., 2014
TZD2	Firmamızın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmeyecektir.	Brandon-Jones vd., 2014
TZD3	Firmamızın tedarik zinciri, beklenmedik bir bozulma durumunda kolayca eski haline dönebilir.	Brandon-Jones vd., 2014
TZD4	Firmamızın tedarik zinciri, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanmıştır.	Lu vd., 2023
TZD5	Firmamızın tedarik zinciri, bozulma sırasında yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde kontrolü sürdürme yeteneğine sahiptir.	Lu vd., 2023

4.2.5.2.1.1. Ölçek Uyarlama Süreci

Çalışma kapsamında ölçülmek istenen değişkenlere ilişkin ölçme araçlarının bulunması amacı ile öncelikle detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırmanın amacına uygun olan ölçekler literatür taraması sonucunda belirlendikten sonra ölçeklerin uyarlanması aşamasına geçilmiştir. Bu sürecin ilk aşaması olarak ölçek maddelerinin kaynak dilden hedef dile çevrilme süreci yer almaktadır. Kullanılan ölçeklerin çeviri süreci Şekil 9'deki akış şemasında özetlenmiştir.

Şekil 9: Kullanılan Ölçeklerin Çeviri Süreci



Araştırmada kullanılan ölçeklerin kaynak dili İngilizcedir. Ölçek maddelerinin İngilizceden Türkçeye çevrilmesi aşamasında geçerli ve güvenilir bir süreç sağlamak için üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada her iki dile de hâkim olan bir dil uzmanı, bir ölçme ve değerlendirme uzmanı ve üç alan uzmanı olmak üzere toplam beş uzman birbirinden bağımsız olarak ölçek maddelerini kaynak dilden hedef dile çevirmiştir. İkinci aşamada ilk aşamadaki beş uzman ile odak grup görüşmesi yapılarak her bir maddenin hedef dildeki karşılığı belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise ilk iki aşamada verilen maddelerin kaynak dildeki karşılığı ve hedef dildeki karşılığının yer aldığı uzman görüş formu oluşturulmuştur ve oluşturulan form ilk iki aşamadakinden farklı iki uzmana gönderilerek uzmanlardan yapılan çevirinin uygunluğuna yönelik görüş alınmıştır. Son aşamada uzmanlar arasındaki uyum incelenmiş ve uzmanların önerileri dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılarak ölçeklere son şekli verilmiştir.

4.2.5.2.1.2. Ölçek Geliştirme Süreci

Literatür taraması sonucu araştırmanın amacına uygun bulunamayan değişkenler için ölçek geliştirme süreci gerçekleştirilmiştir. Ölçek geliştirilme sürecinin ilk aşaması olarak ölçeğin amacı belirlenmiş ve kavramsal alt yapısı oluşturulmuştur. Daha sonra belirlen kavramsal alt yapıyı yansıtacak uygun maddeler oluşturulmuş ve oluşturulan maddelerin ilgili yapıyı ölçmeye uygun olup olmadığı belirlemek amacı ile beş uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmış ve ölçeğe son şeklini vermeden önce farklı iki uzmandan maddelerin uygunluğuna ilişkin görüş alınmıştır. Son aşamada uzmanlar arasındaki uyum incelenmiş ve uzmanlardan ölçek maddelerinin yeterli bilgiyi içerdiğine dair dönüt sağlanmıştır. Böylece ölçeklere son şekli verilmiştir.

4.2.5.2.2. Anket Formunun Tasarımı

Oluşturulan anket formunun giriş kısmında araştırmanın kim tarafından ne sebeple yapıldığı, araştırmanın amacı ve önemi açıklanmış, anket kapsamında elde edilen bilgilerin yalnızca ilgili araştırmacılar tarafından görüleceği ve hiç kimse ile paylaşılmayacağı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmaya katılımın gönüllülük esasına dayandığı vurgulanmıştır. Bu bölümde katılımcıların çalışmaya katılmak için gönüllü olup olmadığı sorulmuştur. Gönüllü olduğunu bildirenlere ikinci aşamada dijital teknolojiler (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, blokzincir ve dijital ikiz) hakkında bilgisi olup olmadığı sorulmuş, bilgi sahibi olmayanların çalışmadan ayrılmaları sağlanmıştır. Böylece çalışmaya katılmak için gönüllü olan tedarik zinciri ve dijital teknolojiler hakkında bilgi sahibi olan katılımcılardan veri toplanmıştır.

Anket formunun sonraki bölümünde dijital teknolojilerden nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojilerine yönelik teorik bilgiler içeren sorular yer almaktadır. Anket formunun ilerleyen bölümünde tedarik zinciri direnç yeteneklerinden tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliğine yönelik sorulara yer verilmiştir.

Anket formunun son bölümünde ise tedarik zinciri direncine ilişkin sorular yer almaktadır. Anket formunda yer alan soruların cevapları veri analizini kolaylaştırmak amacıyla 5’li Likert ölçeği kullanılarak 1-5 arasında kodlanmıştır.

Anket formunun nihai şekli 7 sayfadır. Form alt maddelere ayrılmıştır ve toplam 56 sorudan oluşmaktadır (EK 1). Bu sorulardan 4’ü demografik ve 52’si konu ile ilgili sorulardır.

4.2.5.3. Örnek Seçimi ve Büyüklüğünün Belirlenmesi

Bu araştırmanın evrenini ISO 500 kapsamında yer alan şirketler oluşturmaktadır. Çünkü ISO 500 şirketlerinin büyük ölçekli şirketler olması nedeniyle dijital teknolojileri daha fazla benimsediği ve tedarik zincirinin işleyişi konusunda daha deneyimli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu şirketlerden, çalışma bulgularının genelleştirilmesini sağlayacak büyüklükte veri elde edileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırma, Türkiye’nin en büyük 500 sanayi şirketi olan ISO 500 şirketleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

İstanbul Sanayi Odası tarafından gerçekleştirilen Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (İSO 500) çalışmasının temel amacı; en büyük kuruluşları belirlemek ve bunların toplu verilerini, sıralamaya dahil edilen diğer kuruluşların verileriyle karşılaştırarak karşılaştırmalı analiz ve değerlendirme yapabilmektir (ISO 500, 2022: 24). ISO 500 çalışması, sanayi sektörü kapsamında gerçekleştirilmektedir ve kuruluşların sıralamasında “üretimden satışlar (net)” kriteri göz önünde

bulundurulmaktadır (ISO 500, 2022: 24). Bu nedenle büyüklük kriteri, kuruluşların sınai faaliyetleridir (ISO 500, 2022: 24). ISO 500 şirketlerinin ekonomideki toplam payına bakıldığında: sanayi sektörü katma değeri içindeki payı %20,8; gayri safi yurtiçi hasıla içindeki payı %7'dir. ISO 500'ün performansı, genel sanayi ve ekonomi performansının üzerinde gerçekleşmekte ve bu pay yıllar geçtikçe artış göstermektedir (ISO 500, 2022: 10).

Araştırmada ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bir araştırmada gözlem birimleri belli niteliklere sahip kişiler, olaylar, nesneler ya da durumlardan oluşturulması gerektiğinde en uygun örnekleme türü ölçüt örneklemedir (Büyüköztürk vd., 2013: 91). Bu doğrultuda bu araştırmada iki ölçüt belirlenmiştir:

1. Katılımcıların yönetici ya da uzman statüsünde olması: Bunun nedeni yönetici statüsündeki kişilerin tedarik zinciri direnci ve tedarik zinciri direnç yeteneklerine ilişkin bilgi, deneyim ve sorumluluk sahibi olmalarıdır.
2. Katılımcıların dijital teknolojiler hakkında bilgi sahibi olması: Dijital teknolojilere ilişkin ölçek maddelerini anlayabilmeleri ve cevaplayabilmeleri için gereklidir.

Araştırmanın örneklemi, Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (ISO 500)'nda faaliyet gösteren şirketlerde tedarik zincirin yönetici ya da uzman statüsünde olan ve dijital teknolojiler hakkında bilgi sahibi olan şirket çalışanlarıdır.

Örneklem sayısının belirlenmesine ilişkin farklı yaklaşımlar söz konusudur. Gorsuch (1983) genel bir kural olarak örneklem sayısının, ölçekte yer alan her bir değişkenin en az beş katı kadar olması gerektiğini ifade etmektedir. Tabachnick ve Fidell (2007) 150 örneklem büyüklüğünün yeterli olduğunu ifade etmiştir. Başka bir görüşe göre, örneklem büyüklüğü ne kadar büyükse o kadar iyidir ve net bir faktör yapısı genellikle 100 kişilik bir örneklemde güvenilir sonuçlarla analiz edilebilir (Kline, 1994: 73). Ayrıca Yazıcıoğlu ve Erdoğan (2004: 50) tarafından ana kütleyi temsil edebilecek olası örneklem sayısının yer aldığı bir tablo sunulmuştur. Bu çalışmada örneklem büyüklüğü, Yazıcıoğlu ve Erdoğan (2004: 50)'nun hazırladığı tablodan yararlanılarak belirlenmiştir.

Örnek sayısı belirlenirken, ana kütleyi temsil edecek olası örnek kütle sayısını belirlemeye yönelik (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 50)'nin hazırladığı örneklem büyüklükleri tablosu kullanılmıştır. Bu doğrultuda 500 şirketten oluşan bir ana kütle için %10 örnekleme hatası ile; ana kütledeki bir şirketin %50 gözlenme oranı (p) ve ana kütledeki bir şirketin %50 gözlenmeme oranı (q) ile örnek kütle sayısı 81 olarak belirlenmiştir.

4.2.5.4. Anket Formunun İletilmesi

Anket formunun nihai hali EK 1’de ve etik kurul izni EK 2’de yer almaktadır. Anket formunun son hali ana kütleyi oluşturan ISO 500 şirketlerinin yöneticilerine ve uzmanlarına mail yolu ile gönderilmiş ve dönüt sayısının az olduğu görülmüştür. Daha sonra google drive üzerinden web tabanlı online anket formu oluşturulmuştur. Bu anket formu yönetici ve uzmanların kurumsal adreslerinin mevcut olduğu sosyal ağ aracılığıyla tüm ISO 500 şirketlerinin yöneticilerine ve uzmanlarına gönderilmiştir. Bu gönderin sonucunda katılım oranının yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedenin katılımcıların sosyal hesaplarını mail hesaplarından daha aktif bir şekilde kullanması ve web tabanlı online anket formunu doldurmanın katılımcılar tarafından daha kolay olarak algılanması olduğu düşünülmektedir.

4.2.5.5. Cevap Veren İşletmelerin Örneği Temsil Yeteneği

Çalışmada örnek kütle sayısı, örnek sayısının ana kütleyi temsil gücünün belirlenmesinde kullanılan (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 50) tarafından hazırlanan örneklem büyüklükleri tablosu referans alınarak, 81 olarak belirlenmiştir. Çalışmada yeterli örnek kütleyle ulaşabilmek için ana kütleyi oluşturan 500 şirketin yöneticilerine ve uzmanlarına online anketler gönderilmiş, üç aylık süre içerisinde dönüt sağlamaları istenmiştir. Bu süre içinde çalışmaya katılmak için gönüllü olan 167 kişiden 15’i dijital teknolojiler hakkında bilgi sahibi olmadığı için çalışmadan ayrılmış ve 1 katılımcının yanıtları analize uygun olmadığı için çıkarılmıştır. Sonuç olarak örnek kütleyi oluşturma amacı doğrultusunda çalışmaya 151 şirketten yönetici ve uzman katılım sağlamıştır. Dolayısıyla araştırmanın örneklemini 151 şirket oluşturmaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın örneklem hacminin analiz için yeterli olduğuna karar verilmiştir.

4.2.5.6. Test İstatistiklerinin Belirlenmesi

Çalışma verileri, MS Office Excel’de analize uygun şekilde düzenlenerek test istatistikleri belirlenmiştir. Öncelikle demografik verilerin analizi için frekans analizi gerçekleştirilmiş ve demografik özelliklerin ortalama ve standart sapmaları raporlanmıştır. Ayrıca kullanılan ölçeklerin yapısal geçerliği Açıklayıcı Faktör Analizi kullanılarak ortaya konmuş, bu aşamada asal bileşenler tekniği ile Varimax rotasyon yöntemi kullanılmıştır. Açıklayıcı Faktör Analizi ile belirlenen boyutlar Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılarak doğrulanmıştır. Bunu yanında araştırma değişkenlerinin etkileşiminin belirlenmesi ve araştırmada sunulan hipotezlerin test edilmesi için Yapısal Eşitlik Modeli kullanılmış ve örneklemin faktör analizine uygun olup olmadığını tespit etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett Küresellik testi kullanılmıştır.

Çalışma verileri “SPSS 27.0” paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada sunulan Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç

Yeteneklerinin Aracı Etki Modelini test etmek için ise SPSS-AMOS 22.0 (SPSS Yapısal Eşitlik Modeli Uygulama Yazılımı) paket programı kullanılmıştır. SPSS temelli çalışan AMOS, Yapısal Eşitlik Modeli analizinde ve aracılık etkilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

4.2.5.7. Verilerin Düzenlenmesi

Çalışmada toplanan veriler, kayıp veri ve uç değerler elimine edilerek analize hazır hale getirilmiştir. Her bir ölçek kapsamında frekans analizi yapılmış, maksimum ve minimum değerlerin yanında ortalama ve standart sapma değerleri incelenmiştir. Daha sonra verinin analize hazır hale gelebilmesi ölçeklerin ortalama puanları belirlenmiş ve verilerin düzenlenmesi tamamlanmıştır.



BEŞİNCİ BÖLÜM

5. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ VE BULGULAR

5.1. Araştırmaya Katılan Şirketlere Ait Tanıtıcı Bilgiler

Çalışmanın bu bölümünde araştırmaya katılım sağlayan şirketler ve çalışanlarına ait bilgiler sunulmuştur. Araştırma, Türkiye'nin en büyük 500 sanayi şirketi (ISO 500) arasında yer alan şirketler üzerine yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışma bulgularına ilişkin değerlendirmeler araştırmanın örnekleme kapsamında yapılmıştır.

Araştırmaya katılan ISO 500 şirketlerinin faaliyet süresine ilişkin bilgiler Tablo 17'de yer almaktadır. Katılımcılara ilişkin şirketlerin faaliyet süreleri incelendiğinde; şirketlerin büyük çoğunluğunun (%30,46), 51 yıl ve üzeri süredir faaliyet gösterdiği görülmekte olup 10 yıldan az süredir faaliyette bulunan şirketlerin oranı %10,60'tır.

Tablo 17: Araştırmaya Katılan Şirketlerin Faaliyet Süresine Göre Dağılımı

Faaliyeti Süresi (Yıl)	Değer	Yüzde
1-10	16,00	10,60
11-20	15,00	9,94
21-30	21,00	13,91
31-40	15,00	9,94
41-50	38,00	25,16
51 ve üzeri	46,00	30,46

Araştırmaya katılım sağlayan şirketlerin çalışan sayısına göre dağılımı bilgiler Tablo 18'de görülmektedir. Şirketlerin çalışan sayısı incelendiğinde; şirketlerin büyük çoğunluğunun 2001 kişi ve üstünde olduğu (%34,44) ve 500 kişinin altında çalışan sayısına sahip şirketlerin oranının ise %18,54 olduğu görülmektedir.

Tablo 18: Araştırmaya Katılan Şirketlerin Çalışan Sayısına Göre Dağılımı

Çalışan Sayısı (Kişi)	Değer	Yüzde
0-500	28,00	18,54
501-1000	34,00	22,51
1001-1500	22,00	14,57
1501-2000	15,00	9,93
2001 ve üstü	52,00	34,44

Araştırmaya katılım sağlayan çalışanların şirket içindeki pozisyonlarına göre dağılımı Tablo 19’da yer almaktadır. Tablo 19 incelendiğinde; katılımcıların %34,43’ünün (41 kişi) lojistik yöneticisi ve lojistik uzmanı, %18,54’ünün (28 kişi) satın alma ve tedarik yöneticisi ve %15,89’unun (24 kişi) üretim yöneticisi olduğu görülmektedir. Lojistik yöneticileri ve uzmanları, tedarik zinciri faaliyetlerinin yürütülmesinde aktif bir şekilde görev almaktadır ve bu kişilerin tedarik zincirinde kullanılan dijital teknolojiler hakkında daha fazla bilgiye sahip olduğu değerlendirilmektedir. Katılım sağlayan bazı şirketlerde tedarik zincirinin dijitalleşmesi için faaliyet gösteren dijital dönüşüm departmanları yer almaktadır. Bu departmanlardan araştırmaya katılan dijital dönüşüm yönetici sayısı 6 (%3,97)’dir.

Tablo 19: Katılımcıların Şirketteki Pozisyonlarına Göre Sayısına Göre Dağılımı

Görev	Değer	Yüzde
Ar-GeYöneticisi/İnovasyon Yöneticisi	6,00	3,97
Lojistik Yöneticisi/Lojistik Uzmanı	52,00	34,43
Üretim Yöneticisi	24,00	15,89
Proje Yöneticisi	5,00	3,31
Satın Alma ve Tedarik Yöneticisi	28,00	18,54
Tedarik Zinciri Yöneticisi	3,00	1,99
Teknoloji Yöneticisi	4,00	2,65
Planlama Yöneticisi/Planlama Uzmanı	9,00	5,96
Dijital dönüşüm yöneticisi	6,00	3,97
Bilişim Sistemleri Yöneticisi	5,00	3,31
İş Geliştirme Yöneticisi	2,00	1,32
Diğer	7,00	4,64

Araştırmaya katılım sağlayan şirketlerin faaliyet gösterdiği sektöre göre dağılımı Tablo 20’de sunulmuştur. Tablo 20 incelendiğinde %17,22 oranıyla en çok katılımın gıda maddeleri sanayisinden (26 şirket) olduğu belirlenmiştir. Bunu %15,23 oranı ile demir-çelik ana metal sanayinin (23 şirket), %13,91 taşıt araçları sanayinin (21 şirket) ve 6,62 oranı ile elektrik sektörünün (10 şirket) takip ettiği görülmüştür.

Tablo 20: Araştırmaya Katılan Şirketlerin Faaliyet Gösterdiği Sektöre Göre Dağılımı

Şirketin Faaliyet Gösterdiği Sektör	Değer	Yüzde
Ağaç, Mobilya ve Mefruşat Sanayi	3	1,99
Ana Kimya Sanayi	4	2,65
Çanak, Çömlek, Çini, Porselen Sanayi	2	1,32
Demir-Çelik Ana Metal Sanayi	23	15,23
Demir-Çelik Dışında Ana Metal Sanayi	4	2,65
Dokuma Sanayi	3	1,99
Elektrik Makineleri, Aletleri ve Cihazları Sanayi	7	4,64
Elektrik Sektörü	10	6,62
Gıda Maddeleri Sanayi	26	17,22
Giyim Eşya Sanayi	3	1,99
İçki Sanayi (Alkollü ve Alkolsüz)	2	1,32
Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayi	6	3,97
Lastik Ürünleri Sanayi	2	1,32
Madencilik ve Taşocakçılığı	7	4,64
Makine Sanayi (Elektrikli Olanlar Hariç)	4	2,65
Mesleki, Bilimsel, Sağlık Amaçlı Aletler ve Malzemeler Sanayi	4	2,65
Metal Eşya Sanayi	2	1,32
Petrol Ürünleri Sanayi	6	3,97
Taş ve Toprağa Dayalı Diğer Sanayi	3	1,99
Taşıt Araçları Sanayi	21	13,91
Savunma sanayi	4	2,65
Diğer	5	3,31

5.2. Veri Toplama Aracının Güvenirliliği ve Geçerliliği

Güvenilirlik, bir test veya anketteki soruların kendi aralarındaki tutarlılığını ve kullanılan ölçeğin ilgilenilen sorunu ne ölçüde yansıttığını gösterir (Kalaycı, 2010: 403). Bu nedenle güvenilirlik, her türlü ölçüm için gereklidir (Kalaycı, 2010: 403). Geçerlilik ise bir bireyin ölçülmek istenen özelliğini başka özelliklerle karıştırmaksızın, ne ölçüde doğru ölçtüğü ifade eder (Büyüköztürk vd., 2016: 116). Başka bir deyişle, ölçüm sonuçlarının geçerliliği, yapılması istenen ölçmenin ne ölçüde gerçekleştirilebildiğidir (Büyüköztürk vd., 2016: 116).

Çalışmanın bu bölümünde çalışmada kullanılan ölçeklere ilişkin güvenilirlik ve geçerlilik analizleri aşağıdaki iki başlık altında sunulmuştur.

5.2.1. Veri Toplama Aracının Güvenirliliği

Güvenilirlik, katılımcıların test maddelerine verdikleri yanıtlar arasındaki tutarlılık olarak ifade edilebilir (Büyüköztürk, 2013: 181-182). Güvenilirlik, testin ölçülmesi amaçlanan özelliği ne ölçüde doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Büyüköztürk, 2013: 181-182).

Veri toplama aracının güvenilirliğinin analiz edilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır: Alfa Modeli, İkiye Bölünmüş Model, Guttman Modeli, Paralel Model ve Kesin Paralel Model (Kalaycı, 2010: 405-406). Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılan Alfa Modelidir (Çağlıyan, 2009: 222).

Alfa Modelinde ölçeğin güvenilirliğinin değerlendirilmesi için 0 ile 1 arasında değer alan Cronbach Alfa katsayısının (α) hesaplanmaktadır ve Cronbach Alfa katsayısıyla ölçek güvenilirliğinin değerlendirilmesine yönelik değerler ve yorumları aşağıda yer almaktadır (Kalaycı, 2010: 405):

- $0,00 \leq \alpha < 0,40$ durumunda ölçek güvenilir değil,
- $0,40 \leq \alpha < 0,60$ durumunda ölçek güvenilirliği düşük,
- $0,60 \leq \alpha < 0,80$ durumunda ölçek oldukça güvenilir,
- $0,80 \leq \alpha < 1,00$ durumunda ölçek yüksek derecede güvenilir.

Bu çalışmada kullanılan ölçeklerin güvenilirliğini değerlendirmek için Alfa Modeli kullanılmış ve ölçeği meydana getiren maddelerin toplam puanlarından faydalanılarak ölçeklerin Cronbach Alfa katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 21’de çalışmada kullanılan ölçeklere ait tanıtıcı bilgiler ve ölçeklerin Cronbach Alfa katsayıları yer almaktadır.

Tablo 21: Ölçeklerin Güvenirlilik Katsayıları

Ölçek	Ölçüm Aralığı	Madde Sayısı	Cronbach Alfa Katsayısı
Dijital Teknoloji Ölçeği	5’li Ölçek (1-5 arası)	23	0,927
Direnç Yetenekleri Ölçeği	5’li Ölçek (1-5 arası)	24	0,934
Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği	5’li Ölçek (1-5 arası)	5	0,929

Tablo 21’de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan Dijital Teknoloji Ölçeği, Direnç Yetenekleri Ölçeği ve Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği’ne ait Cronbach Alfa katsayılarının tümü 0,80 değerinin üzerindedir. Bu doğrultuda çalışmada kullanılan tüm ölçeklerin yüksek derecede güvenilirirdir.

Madde-toplam korelasyonu, test maddelerinden elde edilen puanlarla testin toplam puanı arasındaki ilişkiyi ifade eder (Büyüköztürk, 2013: 183). Maddelerin madde-toplam korelasyon puanları 0,30 ve daha yüksek olası gerekir; 0,20 ile 0,30’da arasında değerler alıyorsa maddelerin düzeltilmesi; 0,20’den daha düşük ise testten çıkarılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2013: 183). Tablo 22’de çalışmada kullanılan ölçeklere ilişkin Madde-Toplam Puan Korelasyon değerleri yer almaktadır. Ölçeklere ait tüm maddelerin toplam korelasyon puanı 0,30’dan yüksektir. Bu nedenle ölçek maddelerinde herhangi bir değişikli yapılmamıştır.

Tablo 22: Ölçeklerin Güvenilirlik Katsayıları ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Ölçek	Maddeler	Madde -Toplam Puan Korelasyonu	Güv. Katsayısı	Ort.	ss	
Dijital Teknoloji Ölçeği	Büyük Veri Analitiği	Büyük veri analitiği; simülasyon, optimizasyon ve regresyon gibi ileri analitik yöntemlerin uygulanması yoluyla karar verme süreçlerini iyileştirir.	0,831	0,930	4,072	0,761
		Büyük veri analitiği, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin kullanılması ile karar verme süreçlerinin iyileştirilmesini sağlar.	0,857			
		Büyük veri analitiği, kullanıcıların veya karar vericilerin gösterge tabloları gibi veri görselleştirme araçlarını kullanarak karmaşık bilgileri anlamalarına yardımcı olur.	0,821			
		Büyük veri analitiği, gerekli teşhisi gerçekleştirmek için gösterge tabloları aracılığı ile yararlı olan bilgilerin görüntülenmesini sağlar.	0,859			
		Büyük veri analitiği, gösterge tablosu uygulamalarının veya bilgilerin iletişim cihazları ile erişilebilir hale gelmesini sağlar.	0,738			
	Nesnelerin İnterneti	Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, minimum maliyetle verimliliği ve güvenilirliği artırır.	0,683	0,857	3,797	0,664
		Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, etkin bilgi akışı sayesinde ortaklar arasındaki güveni artırır.	0,701			
		Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, deneyim ve bilginin zamanında güncellenmesine yardımcı olur (örneğin müşteri hizmetleri).	0,673			
		Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, öngörülemeyen sorunlarla başa çıkabilecek kadar esnektir.	0,649			
		Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji, gerekli sonuçları zamanında elde etmek için kolayca ayarlanabilir.	0,654			
	Dijital İkiz	Dijital ikiz, ürün ve hizmetlerin doğrudan izlenmesini sağlayarak görünürlüğü artırır.	0,691	0,914	3,707	0,649
		Dijital ikiz, tedarik zinciri ortakları arasındaki koordinasyonu artırır.	0,697			
		Dijital ikiz, sürecin ve ürünün gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayarak bozulmaları ve arızaları azaltır.	0,661			
		Dijital ikiz, tedarik zincirinin arz ve talebe hızlı tepki vermesini sağlar.	0,706			
		Dijital ikiz, tedarik zincirindeki teslim süresini azaltır.	0,679			
		Dijital ikiz, riskleri tahmin etmeye yardımcı olabilecek veriler sağlar.	0,749			
		Dijital ikiz, bilgi kalitesini artırarak daha iyi karar vermeyi sağlar.	0,783			
		Dijital ikiz, daha iyi tahmin için çeşitli kaynaklardan veri toplar.	0,785			
		Blokzincir Teknolojisi	Blokzincir teknolojisi, operasyonlar sırasında bilgi paylaşımını sağlar.			
	Blokzincir teknolojisi, verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve ulaşılabilirliğini korumaya yardımcı olur.		0,661			
	Blokzincir teknolojisi, tedarik zincirinde şeffaflığı artırır.		0,816			
	Blokzincir teknolojisi, malzemelerin kaynağını, kullanımını ve varış yerini izleyen bir veri platformudur.		0,739			
	Blokzincir teknolojisi, operasyonlarda yer alan ortaklar arasında karışıklığı önlemek amacıyla güvenilir olmayan bilgilerden kaçınmayı sağlar.		0,790			
Dijital Teknoloji Ölçeği			0,927	3,812	0,525	

Tablo 22: Devamı

Ölçek	Maddeler	Madde -Toplam Puan Korelasyonu	Güv. Katsayısı	Ort.	ss	
Direnc Yetenekleri Ölçeği	Tedarik Zinciri Görünürlüğü	Ana tedarikçilerimiz stok durumunu bizimle zamanında paylaşır.	0,575	0,825	3,747	0,667
		Tedarikçilerimiz bize önceden sevkiyat bildirimlerini zamanında sağlar.	0,633			
		Genel piyasa düzeyindeki arz bilgilerini faydalı bir biçimde anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi alırız.	0,633			
		Piyasa düzeyindeki genel talep bilgisini anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi toplarız.	0,679			
		Sistemlerimiz/ortaklarımız bize dağıtım ağındaki (örn. dağıtım merkezleri, nakliye) bitmiş ürün konumlarının durumunu faydalı bir biçimde sağlar.	0,599			
	Tedarik Zinciri İş Birliği	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, ilgili tüm bilgileri doğru bir şekilde ve zamanında paylaşır.	0,753	0,926	3,715	0,742
		Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, tüm tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirmeler konusunda bir dizi anlaşmaya sahiptir.	0,794			
		Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, stok tahminini ve talebi iş birliği içinde yönetir.	0,838			
		Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, herkesin yararı için ilgili bilgiyi elde etme, özümseme ve uygulamaya yönelik iş birliği yapar.	0,875			
		Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, katılımcı tedarik zinciri yönetiminden kaynaklanan fayda ve maliyetleri (siparişleri değiştirirken stok maliyetlerinden ve kayıplardan tasarruf etmek gibi) paylaşır.	0,777			
	Tedarik Zinciri Esnekliği	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş miktarını düzenleyebilir.	0,732	0,864	3,844	0,703
		Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş teslim süresini düzenleyebilir.	0,740			
		Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmaya cevap olarak üretim kapasitesini düzenleyebilir.	0,700			
		Firmamızın tedarik zinciri, bozulmalarla başa çıkmak için teslimat programlarını düzenleyebilir.	0,681			
	Tedarik Zinciri Yedekliliği	Bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için emniyet stokumuz bulunmaktadır.	0,629	0,887	3,695	0,790
		Birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşmeler mevcuttur.	0,684			
		Bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri ağının operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesisler mevcuttur.	0,766			
		Bozulma sonucunda tesislerin kaybedilen kapasiteleri ile başa çıkmak için yedek kapasitemiz mevcuttur.	0,796			
		Bozulma sırasında mevcut ulaşım kanallarının devre dışı kalması halinde kullanılacak alternatif ulaşım kanallarımız mevcuttur.	0,776			

Tablo 22: Devamı

Ölçek	Maddeler	Madde -Toplam Puan Korelasyonu	Güv. Katsayısı	Ort.	ss	
Direnc Yetenekleri Ölçeği	Tedarik Zinciri Çevikliği	Tedarik zincirimiz, pazara yeni ürünler sunarken/girerken hızlı cevap verir.	0,778	,935	3,759	0,776
		Tedarik zincirimiz, değişen teslim süresi gereksinimlerine hızlı cevap verir.	0,840			
		Tedarik zincirimiz, değişen ürün tasarımı gereksinimlerine hızlı cevap verir.	0,827			
		Tedarik zincirimiz, piyasa dalgalanmalarına karşı yüksek cevap verebilirliğini sürdürür.	0,842			
		Tedarik zincirimiz, zincirin yapısında veya performansında iyileştirmeler yapıldığında hızlı bir şekilde cevap verir.	0,843			
	Direnc Yetenekleri Ölçeği			0,934	3,748	0,552
	Tedarik Zinciri Direnci	Firmamızın tedarik zincirinde, beklenmedik bir bozulma durumunda malzeme akışı hızlı bir şekilde yeniden sağlanacaktır.	0,759	,929	3,864	0,736
		Firmamızın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmeyecektir.	0,841			
		Firmamızın tedarik zinciri, beklenmedik bir bozulma durumunda kolayca eski haline dönebilir.	0,838			
		Firmamızın tedarik zinciri, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanmıştır.	0,790			
		Firmamızın tedarik zinciri, bozulma sırasında yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde kontrolü sürdürme yeteneğine sahiptir.	0,845			
	Tedarik Zinciri Direnci			0,929	3,864	0,736

5.2.2. Veri Toplama Aracının İçerik ve Yapı Geçerliliği

Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracının geçerliliğini değerlendirmek için yapılan içerik geçerliliği ve yapı geçerliliği analizi aşağıdaki iki başlık altında açıklanmıştır.

5.2.2.1. Veri Toplama Aracının İçerik Geçerliliği

İçerik geçerliliği, bir ölçme aracının konu ve ilgili davranışları ne kadar iyi ölçtüğünün karşılaştırılmasını ifade eder (Balcı, 2011: 116). Bu amaçla test içeriğinin ölçeceği konu ve davranışlarla karşılaştırılır (Balcı, 2011: 116).

Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracının içerik geçerliliğini analiz etmek için izlenen aşamalar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

- Başlangıçta çalışmada kullanılacak ölçekler ve maddeleri belirlemek için detaylı bir literatür incelemesi yapılmıştır.
- Literatür incelemesi yapılırken literatürde yer alan çalışmalarda daha önce kullanılan ilgili ölçeklere ait maddeler listelenmiştir. Kullanılan ölçek maddeleri kavramsal açısından değerlendirilmiş ve yeterli olmadığı düşünülen ölçeklere yönelik kavramsal çerçeve içerisinde yeni maddeler belirlenmiştir. Bu maddeler ilgili ölçeklere ait madde listelerine eklenmiştir.
- Oluşturulan listeler konunun uzmanı olan beş kişinin katılımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda yapılan öneriler doğrultusunda amacına uygun ölçme araçları olduğu düşünülen ölçeklere ait maddelerin herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmasına karar verilmiştir. Yeterli olmadığı düşünülen ölçekler ise yeni maddeler eklenerek ya da bazı maddeler çıkarılarak geliştirilmiştir.
- Daha sonra belirlenen ölçek ve maddelerinin yer aldığı anket formu hazırlanmış ve alanda uzman iki kişi tarafından maddelerin anlaşılabilirliği ve yeterliliği değerlendirilmiştir. Uzmanlar ölçek maddelerinin anlaşılır olduğu ve yeterli bilgiyi içerdiğine dair geri dönüş sağlamışlardır.

Sonuç olarak çalışmada kullanılan veri toplama aracının içerik geçerliliği bu aşamalarla sağlanmıştır.

5.2.2.2. Veri Toplama Aracının Yapı Geçerliliği

Yapı geçerliliği, bir testin ölçülen davranış kapsamında soyut bir kavramı doğru ölçme derecesini ifade eder (Büyüköztürk, 2013: 180). Veri toplama aracıyla ilgili öğelerin özellikleri ne kadar doğru ölçtüğü konusu, yapı geçerliliği ile ilgili bir konudur (Büyüköztürk, 2013: 180).

Ölçmesi istenen teorik yapıyı ölçebilen bir ölçek, yapı geçerliliğine sahiptir ve yapı geçerliliğinin analiz edilmesinde kullanılan en yaygın olarak kullanılan yöntem faktör analizidir (Bülbül, 2003: 219). Bu doğrultuda bu çalışmada yapı geçerliliğinin analiz edilmesi için faktör analizi yapılmıştır.

5.2.2.2.1. Faktör Analizi

Gözlemlenen ve gizil değişkenler kümeleri arasındaki ilişkileri araştırmak için en eski ve en iyi bilinen istatistiksel prosedür faktör analizidir (Byrne, 2012: 6). Faktör analizi, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkilere dayalı bir modelin oluşturulduğu ve bu model aracılığıyla maddelerin bir veya daha fazla gizil değişkenle ilişkilendirildiği çok değişkenli bir istatistiksel yöntemidir (Koğar, 2023: 64).

Faktör analizi, aynı yapıyı veya özelliği ölçen değişkenleri bir araya getirerek ve az sayıda faktörle açıklayarak ölçmeyi amaçlar (Büyüköztürk, 2013: 133). Ayrıca faktör analizi, maddelerin faktör yüklerini kullanarak ortak faktörler olarak adlandırılan yeni değişkenler ortaya çıkarma ya da kavramların işlevsel tanımlarını elde etme sürecidir (Büyüköztürk, 2013: 133).

Faktör analizi, yalnızca gözlenen değişkenlerin altta yatan gizil faktörlerle nasıl ve ne ölçüde bağlantılı olduğuna odaklanır (Byrne, 2012: 6). Daha spesifik olarak, gözlenen değişkenlerin altta yatan gizil yapılar tarafından ne ölçüde oluşturulduğu ile ilgilenir ve bu nedenle faktörlerden gözlenen değişkenlere giden regresyon yollarının gücü (faktör yükleri) birincil ilgi alanıdır (Byrne, 2012: 6). Her ne kadar faktörler arası ilişkiler de ilgi çekici olsa da faktör analizi modelinde bunlar arasındaki herhangi bir regresyon yapısı dikkate alınmamaktadır (Byrne, 2012: 6). Faktör analizi, genel olarak ikiye ayrılır (Koğar, 2023: 64): açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi.

Açıklayıcı Faktör Analizi

Ölçüm modellerini değerlendirmek için kullanılan standart bir istatistiksel teknik açıklayıcı faktör analizidir (Kline, 2010: 116-117). Bu yöntem, faktör-gösterge uyumu veya hatta faktör sayısı hakkında ön hipotezler gerektirmez (Örneğin, tüm göstergelerin her faktöre yüklenmesine izin verilir; yani açıklayıcı faktör analizi kısıtlanmamış faktör modellerini test eder) (Kline, 2010: 116-117). Bu doğrultuda açıklayıcı faktör analizi, çok sayıda değişkenin daha az sayıda gruplara ayrılmasını sağlar (Avşar, 2024: 179).

Açıklayıcı faktör analizi; maddelerin ölçmeye çalıştığı yapıyı, maddelerin arasındaki ilişkiye dayalı olarak ortaya çıkarır (Avşar, 2024: 179). AFA, araştırmacının maddelerin gerçekten de amaçlanan faktörleri ölçtüğüne dair hiçbir ön bilgiye sahip olmaması anlamında açıklayıcı olarak kabul edilir (Byrne, 2012: 6).

Ölçek geliştirme ve yapı doğrulamada yaygın bir sıralama, gizil yapının açıklayıcı faktör analizi kullanılarak açıklanmasından sonra bir sonraki adım da doğrulayıcı faktör analizi yapılmasıdır (Kline, 2010: 117-168).

Doğrulayıcı Faktör Analizi

Doğrulayıcı faktör analizi, özellikle ölçüm modelleriyle, yani gözlenen ölçümler veya göstergeler (örneğin test maddeleri, test puanları, davranışsal gözlem derecelendirmeleri) ile gizil değişkenler veya faktörler arasındaki ilişkilerle ilgilenen bir tür yapısal eşitlik modellemesidir (Brown, 2006: 1). Doğrulayıcı faktör analizinin temel bir özelliği hipotez odaklı olmasıdır (Brown, 2006: 1).

Açıklayıcı faktör analizinin aksine doğrulayıcı faktör analizi, araştırmacının altta yatan gizil değişken yapısı hakkında bir miktar bilgiye sahip olduğu durumlarda uygun bir şekilde kullanılır (Brown, 2006: 193). Teori, ampirik araştırma veya her ikisi hakkındaki bilgilere dayanarak, araştırmacı gözlemlenen ölçümler ile altta yatan faktörler arasındaki ilişkileri öncelikli olarak varsayar ve daha sonra bu varsayılan yapıyı istatistiksel olarak test eder (Byrne, 2012: 6).

Doğrulayıcı faktör analizi, çeşitli gizil yapılar arasındaki karşılıklı ilişki modellerini incelemek için sıklıkla kullanılır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 4). Modelde yer alan her bir yapı genellikle bir dizi gösterge ile ölçülür. Dolayısıyla, bir doğrulayıcı faktör analizi modelinde yapılar arasında belirli bir yönlü ilişki varsayılmaz, sadece birbirleriyle potansiyel olarak ilişkili oldukları varsayılır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 4).

Faktör analizi yapılmadan önce elde edilen verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bunun için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Küresellik Testi değerleri incelenmelidir.

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Kaiser-Meyer-Olkin test sonuçları, veri yapısının örneklem büyüklüğü açısından faktör analizine uygunluğunu test etmek için kullanılan bir ölçüttür (Avşar, 2024: 187). Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin yüksek olması, ölçekteki her bir değişkenin diğer değişkenler tarafından mükemmel bir şekilde tahmin edilebileceği anlamına gelir (Çokluk vd., 2012: 207). Kaiser-Meyer-Olkin testi sonucunda, değer 0,50'den düşük olması halinde faktör analizine devam edilememelidir (Çokluk vd., 2012: 207). Örneklem büyüklüğü için KMO değerinin yorumları aşağıdaki gibidir (Leech vd., 2005: 82; Çokluk vd., 2012: 207):

- 0,50-0,60 arasında ise “kötü”
- 0,60-0,70 arasında ise “zayıf”
- 0,70-0,80 arasında ise “orta”
- 0,80-0,90 arasında ise “iyi”
- 0,90 üzerinde ise “mükemmel” olduğu yorumu yapılır.

Bartlett Küresellik Testi

Bartlett küresellik testi, değişkenlerin hiçbirinin önemli ölçüde ilişkili olmadığı sıfır hipotezini test eder (Meyers vd., 2016: 565). Bu test, faktör analizine devam etmeden önce istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) bir sonuç vermelidir (Meyers vd., 2016: 565).

Bu çalışmada faktör analizi öncesinde gerçekleştirilen KMO ve Bartlett testlerinin sonuçları Tablo 23’te verilmiştir.

Tablo 23: Ölçeklerin Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett’s Değerleri

Ölçekler	KMO Değeri	Bartlett’s Değeri	p
Dijital Teknoloji Ölçeği	0,898	2385,146	<0,001
Direnç Yetenekleri Ölçeği	0,883	2496,168	<0,001
Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği	0,868	606,121	<0,001

Tablo 23 incelendiğinde çalışmada kullanılan tüm ölçeklere ait KMO değerlerinin 0,80-0,90 arasında olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda tüm ölçeklerin KMO değerlerinin iyi olduğu yorumu yapılabilir. Bartlett Küresellik Testi sonuçları incelendiğinde ise çalışmada kullanılan ölçeklerin tümüne ait değerlerin istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) olduğu görülmüştür. KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları; örneklem büyüklüğünün faktörleşmeye uygun olduğunu ve çalışmada kullanılan ölçeklerin faktör analizi için uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda kullanılan ölçeklerin yapı geçerliliğini analiz etmek için açıklayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir.

5.2.2.2.1.1. Çalışmada Kullanılan Ölçeklerin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Çalışmada yapısal geçerliliği analiz etmek amacıyla için araştırmada kullanılan ölçeklere ilişkin bağımsız olarak asal bileşen faktör analizi yapılmıştır. Ölçeği oluşturan maddelerin birden çok faktöre yüklenmesi durumunda en yaygın olarak kullanılan Varimaks döndürme tekniğinden yararlanarak asal bileşen faktör analizi uygulanmıştır (Jonsson, 2000:1458; Çağlıyan, 2009: 228). Analizi sonucunda, en uygun çözüme ulaşmak için üç kriter göz önünde bulundurulmuştur (Jonsson, 2000: 1455-1457; Çağlıyan, 2009: 223; Büyüköztürk, 2013: 134):

- *Öz değer (Eigen value):* Öz değer hem açıklanan varyansın hesaplanmasını hem de faktör sayısına karar verilmesini sağlar ve faktörler ait özdeğerin 1 ya da 1'den büyük olması beklenir
- *Faktör yükleri:* Faktör yüklerinin 0,45 ya da daha büyük olması, maddelerin o faktörü ölçtüğü anlamına gelir.
- *Cronbach alfa katsayısı:* 0,50 ile 0,60 arasında bir Cronbach alfa katsayısı değeri yeni geliştirilen ölçekler için kabul edilebilir bir değer iken 0,70'ten büyük olması içsel tutarlılığın yüksek olduğunu göstermektedir.

Ölçeklerin açıklayıcı faktör analizi sonuçları aşağıda görülmektedir. Tablolarda yer alan sonuçlar, SPSS 27.0 paket programı kullanılarak elde edilmiştir.

Dijital Teknoloji Ölçeğine İlişkin Açıklayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Dijital Teknoloji Ölçeğine ilişkin açıklayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 24: Dijital Teknoloji Ölçeğinin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Ölçek	Boyutlar	Maddeler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Toplam Varyans (%)
Dijital Teknoloji Ölçeği	Dijital İkiz	di1	0,651				63,305
		di2	0,705				
		di3	0,631				
		di4	0,693				
		di5	0,652				
		di6	0,746				
		di7	0,796				
		di8	0,786				
	Büyük Veri Analitiği	bv1		0,843			
		bv2		0,866			
		bv3		0,828			
		bv4		0,831			
		bv5		0,689			
	Blokzincir Teknolojisi	bz1			0,765		
		bz2			0,626		
		bz3			0,814		
		bz4			0,766		
		bz5			0,811		
	Nesnelerin İnterneti	ni1				0,669	
		ni2				0,689	
		ni3				0,653	
		ni4				0,652	
		ni5				0,700	
Özdeğer			4,603	3,797	3,324	2,836	
Açıklanan Varyans (%)			20,013	16,509	14,452	12,33	
Cronbach alpha değeri			0,914	0,93	0,902	0,857	
KMO= 0,898; Barlett Sph. Testi Chi-Square=2385,146; Toplam Varyans= %63,305, Cronbach's Alpha: 0,927; Faktör Yükleri ≥ 0,50							

Dijital Teknoloji Ölçeğinin faktör analizi sonucunda 23 maddenin; dijital ikiz (8 madde), büyük veri analitiği (5 madde), blokzincir (5 madde) ve nesnelerin interneti (5 madde) faktörlerinin altında toplandığı görülmüştür. Açıklanan varyans oranları incelendiğinde Dijital Teknoloji Ölçeğinde ölçülmesi istenen özelliğin; %20,013'ünü dijital ikiz, %16,509'unu büyük veri analitiği, %14,452'sini blokzincir teknolojisi ve %12,33'ünün nesnelerin interneti açıklamaktadır. Ayrıca analiz sonucunda, tüm maddelerin faktör yüklerinin 0,45'ten büyük olduğu ve tüm faktörlere ait öz değerlerin 1'den büyük olduğu belirlenmiştir. Toplam varyans oranına bakıldığında ise ölçekte ölçülmesi amaçlanan dijital teknoloji özelliğinin %63,305'ini açıkladığı görülmektedir.

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğine İlişkin Açıklayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğine ait açıklayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 25: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Ölçek	Boyutlar	Maddeler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Toplam Varyans (%)	
Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği	Tedarik Zinciri İş Birliği	tzi1	0,653					65,613	
		tzi2	0,745						
		tzi3	0,830						
		tzi4	0,850						
		tzi5	0,741						
	Tedarik Zinciri Çevikliği	tzc1		0,649					
		tzc2		0,775					
		tzc3		0,756					
		tzc4		0,737					
		tzc5		0,723					
	Tedarik Zinciri Yedekleri	tzy1			0,614				
		tzy2			0,628				
		tzy3			0,792				
		tzy4			0,810				
		tzy5			0,785				
	Tedarik Zinciri Esnekliği	tze1				0,737			
		tze2				0,759			
		tze3				0,714			
		tze4				0,708			
	Tedarik Zinciri Görünürlüğü	tzg1					0,596		
		tzg2					0,749		
		tzg4					0,529		
		tzg5					0,696		
	Özdeğer	3,532	3,317	3,31	2,634	2,299			
	Açıklanan Varyans (%)	15,356	14,421	14,389	11,451	9,996			
	Cronbach alpha değeri	0,926	0,935	0,887	0,864	0,788			
KMO= 0,883; Barlett Sph. Testi Chi-Square=2496,168; Toplam Varyans= %65,613; Cronbach's Alpha: 0,933; Faktör Yükleri ≥ 0,50									

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin faktör analizi sonucunda 19 maddenin; tedarik zinciri iş birliği (5 madde), tedarik zinciri çevikliği (5 madde), tedarik zinciri yedekleri (5 madde)

tedarik zinciri esnekliği (4 madde) ve tedarik zinciri görünürlüğü (5 madde) faktörlerinin altında toplanmıştır. Ölçeğe ilişkin tüm maddelerin faktör yükleri 0,45'ten büyük ve tüm faktörlere ait öz değerler 1'den büyüktür. Açıklanan varyans oranlarına bakıldığında Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinde ölçülmesi istenen özelliğin; %15,356'sını tedarik zinciri iş birliğinin, %14,421'ini tedarik zinciri çevikliğinin, %14,389'unu tedarik zinciri yedeklerini, %11,451'ini tedarik zinciri esnekliğinin ve %9,996'sını tedarik zinciri görünürlüğü'nün açıkladığı görülmektedir. Bunun yanında ölçekte ölçülmesi amaçlanan tedarik zinciri direnç yetenekleri özelliğinin %65,613'ü açıklanmaktadır.

Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğine İlişkin Açıklayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğine ilişkin açıklayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 26: Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Ölçek	Maddeler	Faktör 1
Tedarik Zinciri Direnci	tzd1	0,787
	tzd2	0,880
	tzd3	0,881
	tzd4	0,828
	tzd5	0,887
Özdeğer		3,641
Açıklanan Varyans (%)		72,815
Cronbach alpha değeri		0,929
KMO= 0,868; Barlett Sph. Testi Chi-Square=606,121; Toplam Varyans= %72,815; Cronbach's Alpha: 0,929; Faktör Yükleri $\geq$ 0,50		

Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinin faktör analizi sonucunda 5 maddenin tek bir faktör altında toplandığı görülmüştür. Ölçeğe ait tüm maddelerin faktör yükleri 0,45'ten büyüktür ve faktöre ait öz değer 1'den büyüktür. Açıklanan varyans oranı incelendiğinde Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinde ölçülmesi amaçlanan özelliğin %72,815'ini açıkladığı görülmektedir.

5.2.3. Çalışmada Kullanılan Ölçeklere Yönelik Değerlendirmeler

ISO 500 şirketlerinde tedarik zincirlerinin dijitalleşmesini mümkün kılan dijital teknolojilere ilişkin gerçekleşme düzeyini tespit etmek için geliştirilen Dijital Teknoloji Ölçeği maddeleri, 5'li likert tipi sorular hazırlanarak ölçeğe ilişkin veri toplanmıştır. Ölçeğe ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 27'de görülmektedir.

Tablo 27: Dijital Teknoloji Ölçeği

Maddeler	Ort.	ss
<i>Büyük veri analitiği</i> ; simülasyon, optimizasyon ve regresyon gibi ileri analitik yöntemlerin uygulanması yoluyla karar verme süreçlerini iyileştirir.	4,090	0,886
<i>Büyük veri analitiği</i> , çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin kullanılması ile karar verme süreçlerinin iyileştirilmesini sağlar.	4,200	0,808
<i>Büyük veri analitiği</i> , kullanıcıların veya karar vericilerin gösterge tabloları gibi veri görselleştirme araçlarını kullanarak karmaşık bilgileri anlamalarına yardımcı olur.	4,140	0,817
<i>Büyük veri analitiği</i> , gerekli teşhisi gerçekleştirmek için gösterge tabloları aracılığı ile yararlı olan bilgilerin görüntülenmesini sağlar.	4,050	0,815
<i>Büyük veri analitiği</i> , gösterge tablosu uygulamalarının veya bilgilerin iletişim cihazları ile erişilebilir hale gelmesini sağlar.	3,880	0,966
<i>Büyük Veri Analitiği Toplam</i>	4,072	0,761
<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , minimum maliyetle verimliliği ve güvenilirliği artırır.	3,690	0,842
<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , etkin bilgi akışı sayesinde ortaklar arasındaki güveni artırır.	3,870	0,819
<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , deneyim ve bilginin zamanında güncellenmesine yardımcı olur (örneğin müşteri hizmetleri).	4,070	0,784
<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , öngörülemez sorunlarla başa çıkabilecek kadar esnektir.	3,520	0,863
<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , gerekli sonuçları zamanında elde etmek için kolayca ayarlanabilir.	3,830	0,854
<i>Nesnelerin İnterneti Toplam</i>	3,797	0,664
<i>Dijital ikiz</i> , ürün ve hizmetlerin doğrudan izlenmesini sağlayarak görünürlüğü artırır.	3,740	0,820
<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zinciri ortakları arasındaki koordinasyonu artırır.	3,720	0,803
<i>Dijital ikiz</i> , sürecin ve ürünün gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayarak bozulmaları ve arızaları azaltır.	3,720	0,793
<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zincirinin arz ve talebe hızlı tepki vermesini sağlar.	3,720	0,826
<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zincirindeki teslim süresini azaltır.	3,460	0,892
<i>Dijital ikiz</i> , riskleri tahmin etmeye yardımcı olabilecek veriler sağlar.	3,750	0,840
<i>Dijital ikiz</i> , bilgi kalitesini artırarak daha iyi karar vermeyi sağlar.	3,770	0,759
<i>Dijital ikiz</i> , daha iyi tahmin için çeşitli kaynaklardan veri toplar.	3,770	0,836
<i>Dijital İkiz Toplamı</i>	3,707	0,649
<i>Blokszincir teknolojisi</i> , operasyonlar sırasında bilgi paylaşımını sağlar.	3,750	0,879
<i>Blokszincir teknolojisi</i> , verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve ulaşılabilirliğini korumaya yardımcı olur.	3,780	0,816
<i>Blokszincir teknolojisi</i> , tedarik zincirinde şeffaflığı artırır.	3,740	0,890
<i>Blokszincir teknolojisi</i> , malzemelerin kaynağını, kullanımını ve varış yerini izleyen bir veri platformudur.	3,700	0,937
<i>Blokszincir teknolojisi</i> , operasyonlarda yer alan ortaklar arasında karışıklığı önlemek amacıyla güvenilir olmayan bilgilerden kaçınmayı sağlar.	3,700	0,894
<i>Blokszincir Teknolojisi Toplamı</i>	3,735	0,750
Dijital Teknoloji Ölçeği Toplamı	3,812	0,525

Tablo 27 incelendiğinde dijital teknolojilerden büyük veri analitiğinin katılım düzeyinin ortalama değeri (4,072), nesnelerin internetinin katılım düzeyinin ortalama değeri (3,797), dijital ikizin katılım düzeyinin ortalama değeri (3,707) ve blokszincir teknolojisinin katılım düzeyinin ortalama değeri (3,735) olduğu görülmüştür. Ayrıca dijital teknolojilerin katılım düzeyinin ortalama değeri (3,812)'dir ve teknolojilerden büyük veri analitiğinin katılım düzeyinin ortalama

değeri (4,072) bu değerden büyüktür. Buna göre büyük veri analitiğinin katılım düzeyi, dijital teknolojilerin katılım düzeyinin arttırılmasında diğer teknolojilere göre daha fazla katkı sağlamaktadır.

Büyük veri analitiği boyutu incelendiğinde “büyük veri analitiğinin, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin kullanılması ile karar verme süreçlerinin iyileştirmesi” (4,200) ve “büyük veri analitiğinin, kullanıcıların veya karar vericilerin gösterge tabloları gibi veri görselleştirme araçlarını kullanarak karmaşık bilgileri anlamalarına yardımcı olması” (4,140) maddeleri genel ortalamanın (4,072) üzerinde değerler almış ve en önemli madde olmuştur. Ayrıca “büyük veri analitiğinin, gösterge tablosu uygulamalarının veya bilgilerin iletişim cihazları ile erişilebilir hale gelmesini sağlaması” (3,880) maddesi genel ortalamanın oldukça altında değer almış ve en az önem verilen madde olduğu görülmüştür.

Nesnelerin interneti boyutunun maddeleri içerisinde en önemli maddelerin sırasıyla “nesnelerin interneti tabanlı teknolojinin, deneyim ve bilginin zamanında güncellenmesine yardımcı olması” (4,070) ve “nesnelerin interneti tabanlı teknolojinin, etkin bilgi akışı sayesinde ortaklar arasındaki güveni artırması” (3,870)’dır. Bu boyutta “nesnelerin interneti tabanlı teknolojinin, öngörülemeyen sorunlarla başa çıkabilecek kadar esnek olması” (3,520) maddesi genel ortalamanın (3,797) çok altında değerler almış ve nedeniyle en az önem verilen madde olmuştur.

Dijital ikiz boyutunun maddeleri içerisinde “dijital ikizin bilgi kalitesini artırarak daha iyi karar vermeyi sağlaması” maddesinin değeri (3,770), “dijital ikizin daha iyi tahmin için çeşitli kaynaklardan veri toplaması” maddesinin değeri (3,770) ve “dijital ikizin riskleri tahmin etmeye yardımcı olabilecek veriler sağlaması” maddesinin değeri (3,750), genel ortalamanın (3,707) oldukça üstündedir. Bu doğrultuda bu maddelerin en fazla önem verilen maddeler olduğu görülmüştür. Bu boyutta en az önem verilen madde ise “dijital ikizin, tedarik zincirindeki teslim süresini azaltması” (3,460) olmuştur.

Blokzincir boyutuna göre katılım düzeyleri içerisinde en önemli maddelerin sırasıyla “blokzincir teknolojisinin verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve ulaşılabilirliğini korumaya yardımcı olması” (3,780) ve “blokzincir teknolojisinin operasyonlar sırasında bilgi paylaşımını sağlaması” (3,750)’dir. Bu boyutta “blokzincir teknolojisinin malzemelerin kaynağını, kullanımını ve varış yerini izleyen bir veri platform olması” ile “blokzincir teknolojisinin operasyonlarda yer alan ortaklar arasında karışıklığı önlemek amacıyla güvenilir olmayan bilgilerden kaçınmayı sağlaması” maddelerinin değeri (3,700) genel ortalamanın (3,735) oldukça altında kalmıştır ve en az önem verilen maddelerdir.

ISO 500 şirketlerinin tedarik zincirlerinde direnç yetenekleri düzeyini tespit etmek için geliştirilen Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin maddeleri, 5'li Likert tipi sorular hazırlanarak ölçeğe ilişkin veri toplanmıştır. Ölçeğe ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 28'de görülmektedir.

Tablo 28: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği

Maddeler	Ort.	ss
Ana tedarikçilerimiz stok durumunu bizimle zamanında paylaşır.	3,440	0,977
Tedarikçilerimiz bize önceden sevkiyat bildirimlerini zamanında sağlar.	3,770	0,801
Genel piyasa düzeyindeki arz bilgilerini faydalı bir biçimde anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi alırız.	3,880	0,840
Piyasa düzeyindeki genel talep bilgisini anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi toplarız.	3,930	0,841
Sistemlerimiz/ortaklarımız bize dağıtım ağındaki (örn. dağıtım merkezleri, nakliye) bitmiş ürün konumlarının durumunu faydalı bir biçimde sağlar.	3,720	0,875
Tedarik Zinciri Görünürlüğü Toplamı	3,714	0,685
Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, ilgili tüm bilgileri doğru bir şekilde ve zamanında paylaşır.	3,690	0,873
Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, tüm tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirmeler konusunda bir dizi anlaşmaya sahiptir.	3,750	0,848
Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, stok tahminini ve talebi iş birliği içinde yönetir.	3,720	0,820
Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, herkesin yararı için ilgili bilgiyi elde etme, özümseme ve uygulamaya yönelik iş birliği yapar.	3,720	0,851
Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, katılımcı tedarik zinciri yönetiminden kaynaklanan fayda ve maliyetleri (siparişleri değiştirirken stok maliyetlerinden ve kayıplardan tasarruf etmek gibi) paylaşır.	3,700	0,831
Tedarik Zinciri İş Birliği Toplamı	3,715	0,742
Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş miktarını düzenleyebilir.	3,860	0,857
Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş teslim süresini düzenleyebilir.	3,760	0,854
Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmaya cevap olarak üretim kapasitesini düzenleyebilir.	3,800	0,864
Firmamızın tedarik zinciri, bozulmalarla başa çıkmak için teslimat programlarını düzenleyebilir.	3,950	0,760
Tedarik Zinciri Esnekliği Toplamı	3,844	0,703
Bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için emniyet stokumuz bulunmaktadır.	3,850	0,969
Birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşmeler mevcuttur.	3,770	0,834
Bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri ağının operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesisler mevcuttur.	3,540	1,025
Bozulma sonucunda tesislerin kaybedilen kapasiteleri ile başa çıkmak için yedek kapasitemiz mevcuttur.	3,600	1,014
Bozulma sırasında mevcut ulaşım kanallarının devre dışı kalması halinde kullanılacak alternatif ulaşım kanallarımız mevcuttur.	3,710	0,899
Tedarik Zinciri Yedekleri Toplamı	3,695	0,790
Tedarik zincirimiz, pazara yeni ürünler sunarken/girerken hızlı cevap verir.	3,720	0,865
Tedarik zincirimiz, değişen teslim süresi gereksinimlerine hızlı cevap verir.	3,800	0,849
Tedarik zincirimiz, değişen ürün tasarımı gereksinimlerine hızlı cevap verir.	3,740	0,868
Tedarik zincirimiz, piyasa dalgalanmalarına karşı yüksek cevap verebilirliğini sürdürür.	3,760	0,885
Tedarik zincirimiz, zincirin yapısında veya performansında iyileştirmeler yapıldığında hızlı bir şekilde cevap verir.	3,770	0,890
Tedarik Zinciri Çevikliği Toplamı	3,759	0,776
Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Toplamı	3,743	0,559

Tablo 28’de tedarik zinciri direnç yeteneklerinden tedarik zinciri görünürlüğünün gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerin (3,714), tedarik zinciri iş birliğinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerin (3,715), tedarik zinciri esnekliğinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerin (3,844), tedarik zinciri yedeklerinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerin (3,695) ve tedarik zinciri çevikliğinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerin (3,759) olduğu görülmektedir. Tedarik zinciri direnç yeteneklerinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değer ise (3,743)’tür. Tedarik zinciri esnekliğinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değer, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin gerçekleşme düzeyine ilişkin ortalama değerden büyüktür. Bu kapsamda tedarik zinciri esnekliğinin, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin artırılmasında diğer yeteneklere göre daha fazla katkı sağladığı yorumu yapılabilir.

Şirketlerin tedarik zinciri görünürlüğü boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde en önemli maddelerin sırasıyla “piyasa düzeyindeki genel talep bilgisini anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi toplanması” (3,930), “genel piyasa düzeyindeki arz bilgilerini faydalı bir biçimde anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi alma” (3,880) ve “tedarikçilerin sevkiyat bildirimlerini önceden ve zamanında sağlaması” (3,770) olduğu görülmüştür. Bu boyutta “ana tedarikçilerin stok durumunu zamanında paylaşması” (3,440) maddesi, genel ortalamanın (3,714) altında kalmış ve katılımcıların tedarik zinciri görünürlüğünün artırılmasında en az önem verdiği madde olmuştur.

Şirketlerin tedarik zinciri iş birliği boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde katılımcıların en çok önem verdiği maddenin “şirketin ve tedarik zinciri ortaklarının, tüm tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirmeler konusunda anlaşmalara sahip olması” (3,750) ve en az önem verilen maddenin “şirketin ve tedarik zinciri ortaklarının, ilgili tüm bilgileri doğru bir şekilde ve zamanında paylaşması” (3,690) olduğu görülmüştür.

Şirketlerin tedarik zinciri esnekliği boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde en önemli maddenin “firmanın tedarik zincirinin, bozulmalarla başa çıkmak için teslimat programlarını düzenlemesi” (3,950) olduğu görülmektedir. Bu boyutta “firmanın tedarik zincirinin, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş teslim süresini düzenlemesi” maddesi genel ortalamanın (3,844) oldukça altındadır ve katılımcıların tedarik zinciri esnekliğinin artırılmasında en az önem verdiği madde olmuştur.

Şirketlerin tedarik zinciri yedekleri boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde en önemli maddelerin sırasıyla “bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için emniyet stokunun bulunması” (3,850) ve “birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşmelerin olması” (3,770) olduğu görülmüştür. Bu boyutta “bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri ağının operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesislerin olması” (3,540) maddesi,

genel ortalamanın (3,695) oldukça altında kalmış ve katılımcıların tedarik zinciri yedeklerinin geliştirilmesinde en az önem verdiği madde olmuştur.

Şirketlerin tedarik zinciri çevikliği boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde katılımcıların en çok önem verdiği maddenin “tedarik zincirlerinin, değişen teslim süresi gereksinimlerine hızlı cevap vermesi” (3,800) olduğu ve en az önem verilen maddenin “tedarik zincirlerinin, pazara yeni ürünler sunarken/girerken hızlı cevap vermesi” (3,720) olduğu görülmüştür.

Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 29’de görülmektedir.

Tablo 29: Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği

Maddeler	Ort.	ss
Firmamızın tedarik zincirinde, beklenmedik bir bozulma durumunda malzeme akışı hızlı bir şekilde yeniden sağlanacaktır.	3,820	0,833
Firmamızın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmeyecektir.	3,920	0,860
Firmamızın tedarik zinciri, beklenmedik bir bozulma durumunda kolayca eski haline dönebilir.	3,750	0,879
Firmamızın tedarik zinciri, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanmıştır.	3,920	0,845
Firmamızın tedarik zinciri, bozulma sırasında yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde kontrolü sürdürme yeteneğine sahiptir.	3,900	0,746
Tedarik Zinciri Direnci Toplamı	3,864	0,736

Tablo 29 incelendiğinde şirketlerin tedarik zinciri direnci boyutuna göre gerçekleşme düzeyleri içerisinde en önemli maddeler “firmanın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmemesi” (3,920) ve “firmanın tedarik zincirinin, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanması” (3,920) olmuştur ve bunları “firmanın tedarik zinciri, bozulma sırasında yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde kontrolü sürdürme yeteneğine sahip olması” (3,900) maddesi izlemektedir. Bu boyutta “firmanın tedarik zincirinin, beklenmedik bir bozulma durumunda kolayca eski haline dönebilmesi” (3,750) ve “firmanın tedarik zincirinde, beklenmedik bir bozulma durumunda malzeme akışının hızlı bir şekilde yeniden sağlanması” (3,820) maddeleri, genel ortalamanın (3,864) altında kalmıştır. Bu doğrultuda bu maddeler, katılımcıların tedarik zinciri direncinin artırılması için en az önem verdiği maddeler olmuştur.

5.2.4. Araştırmanın Kavramsal Modeline Ait Yapısal Eşitlik Modeli

5.2.4.1. Yapısal Eşitlik Modeli

Yapısal Eşitlik Modeli (YEM), değişkenler arasındaki ilişki dizilerini test eden istatistiksel teknikleri temsil eder. Bu kapsamda gözlenen ve gizil değişkenleri içerecek şekilde yol modellerinin test edilmesine imkân sağlar (Kelloway, 2014: 3-10). YEM, ikinci nesil birçok değişkenli veri analizi yöntemidir (Hair vd., 2013: 26). Çok değişkenli veri analizi, bireyler, şirketler, olaylar, faaliyetler, durumlar ve benzerleriyle ilişkili ölçümleri temsil eden birden fazla değişkeni aynı anda analiz eden istatistiksel yöntemlerin uygulanmasını içerir ve teoriyi keşfetmek ya da doğrulamak için kullanılır (Hair vd., 2013: 26). Bu tez çalışmasında önerilen ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’inin test edilmesi için Yapısal Eşitlik Modeli kullanılmıştır.

En genel tanımı ile Yapısal Eşitlik Modeli (YEM), bir olguya ilişkin kurulan yapısal bir modelin analizine doğrulayıcı (yani hipotez test edici) bir yaklaşım sunan istatistiksel bir yöntemi ifade etmektedir (Byrne, 2012: 3). Kurulan yapısal modele ilişkin temel gereklilik bu modelin teori ile desteklenmesi ve tanımlanmasıdır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 38). YEM sürecinde iki önemli nokta bulunmaktadır. Bunlar (i) çalışmada ele alınan değişkenlere ilişkin nedensel süreçlerin bir dizi yapısal (yani Regresyon) denklemle ifade edilmesi ve (ii) teorik olarak incelenen yapının daha net bir şekilde kavramsallaştırılmasını sağlamak için bu yapısal ilişkilerin görsel ile modellenenbilmesi şeklinde ifade edilebilir (Byrne, 2012: 3).

YEM hem gözlenen hem de gözlenmeyen değişkenleri analize dahil edebilir, dolayısıyla bir araştırmacının bir kavramın çoklu ölçümlerini kullanarak teorik bir kavramı daha iyi temsil etmesine olanak tanır (Janadari vd., 2016: 187).

Literatürde YEM’in aşamalarına ilişkin farklı görüşler yer alsa da bu kısımda Kline (2011) tarafından önerilen aşamalara yer verilmiştir. Aşamalar aşağıda açıklanmıştır (Kline, 2011, 91-92):

- İlk aşamada model tanımlanır.
- İkinci aşamada model tanımlaması değerlendirilir ve eğer tanımlama olmamışsa ilk aşamaya geri dönlür.
- Bir sonraki aşama olan üçüncü aşamada yapılar operasyonel olarak tanımlanır ve ölçütler seçilerek veriler toplanır.
- Dördüncü aşamada modele ilişkin kestirimler yapılır. Bu aşama için model uyumu değerlendirilir, parametre kestirimleri incelenir ve yorumlanır.
- Son aşamada ise sonuçlar raporlanır. Bu aşamalar içerisinde yer alan model uyumlarının incelenmesi noktasında farklı uyum indeksleri göz önünde bulundurulmaktadır.

Çalışmada ele alınan uyum indeksleri Ki-kare uyum testi (χ^2/sd); Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA), Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (CFI), Normlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI), Normlaştırılmamış Uyum İndeksi (NNFI), İyi Uyum İndeksi (GFI), Düzeltilmiş İyi Uyum İndeksi (AGFI), Artışlı Uyum İndeksi (IFI) ve Göreli Uyum İndeksi (RFI) değerleridir. Bu değerlerin yorumlanmasına yönelik sınır değerleri Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30: Model Uyum İndeksleri Sınır Değerleri

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum
Ki-Kare (χ^2)			
Serbestlik derecesi (sd)			
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3
RMSEA	$<0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$

Kaynak: Schumacker ve Lomax, 2004: 81-83; Hooper vd., 2008: 53-56; Bentler, 1990: 238-241; Barrett, 2007: 816-823; Kline 2011; 204-209; Oğuz, 2022.

Tablo 30’da yer alan aralıklara uygun şekilde kurulan modele ilişkin elde edilen uyum istatistikleri üzerinden model yorumlamaları yapılmaktadır. Model uyumlarının kontrol edilerek uygun modele karar verilmesinin ardından elde edilen parametre kestirimleri incelenerek değişkenler arasında doğrudan ve dolaylı etkiler yorumlanmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde YEM’de kullanılan iki temel analiz gerçekleştirilmiştir: doğrulayıcı faktör analizleri ve yapısal model (yol) analizi ile aracılık etkisinin incelenmesi. İlk aşamada çalışmada önerilen Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline ilişkin ölçeklere birinci düzey ve ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Daha sonra model uyumu kontrol edilerek gerekli modifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada önerilen aracı etki modeli yol analizi ile test edilmiş ve model doğrulanmıştır. Model doğrulandıktan sonra çalışmada önerilen hipotezler değerlendirilerek değişkenler arası nedensel ilişkiler ortaya konulmuştur. Verilerin analizinde AMOS 22 programı kullanılmıştır.

5.2.4.2. Araştırma Ölçeklerinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Çalışmada kullanılan ölçeklere ilişkin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

5.2.4.2.1. Dijital Teknoloji Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Dijital Teknoloji Ölçeğinin tek boyutlu yapı gösterdiği açıklayıcı faktör analizi ile ortaya konulmuştur. Belirlenen tek boyutlu yapının doğrulanması için bu aşamada birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin elde edilen uyum değerleri Tablo 31’de sunulmuştur.

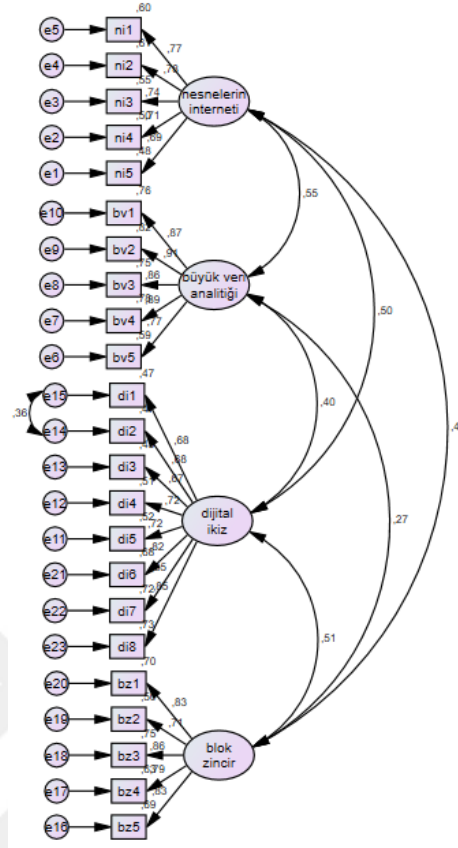
Tablo 31: Dijital Teknoloji Uyum Değerleri

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum	Model Değerleri
Ki-Kare (χ^2)				335,746
Serbestlik derecesi (<i>sd</i>)				223
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3	1,506
RMSEA	$<0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$	0,058
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,839
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,801
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$	0,950
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,867
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,849
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,951

Tablo 31’de dijital teknoloji modelinin uyum değerleri incelendiğinde χ^2/sd ’nin 1,506 değeriyle 3’ten düşük olduğu ve mükemmel uyum gösterdiği görülmektedir. RMSEA değeri ise 0,058 olup normal uyum aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca bakıldığında GFI değerinin 0,839 olduğu ve kabul edilebilir uyum değerine çok yakın olduğu görülmektedir. Diğer değerlere bakıldığında AGFI, NFI ve RFI değerlerinin kabul edilebilir uyum aralığında yer aldığı ve CFI değerinin normal uyum gösterdiği tespit edilmiştir. IFI değeri ise mükemmel uyum göstermektedir. Dijital Teknoloji modelinin uyum değerleri incelendiğinde modelin kabul edilebilir değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Birinci düzey dijital teknoloji yol diagramı Şekil 10’de verilmiştir.

Şekil 10: Birinci Düzey Dijital Teknoloji Path (Yol) Diagramı



Dijital Teknoloji Ölçeğinin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin anlamlı olduğu, modelin 4 boyut ve 23 madde ölçek yapısıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Model uyumunu arttırmak amacıyla dijital ikiz boyutunda yer alan di1 ve di2 maddeleri arasında kovaryans oluşturularak modifikasyon yapılmıştır.

5.2.4.2.2. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Açıklayıcı faktör analiziyle Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri ölçeğinin tek boyutlu bir yapı gösterdiği belirlenmiş ve bu yapının doğrulanması amacıyla birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Modelin uyum değerleri Tablo 32'de yer almaktadır.

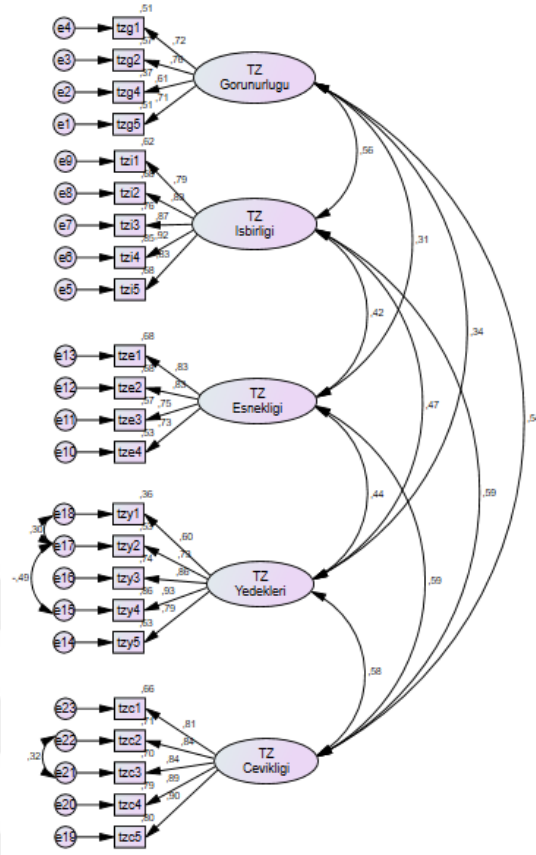
Tablo 32: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Uyum Değerleri

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum	Model Değerleri
Ki-Kare (χ^2)				333,625
Serbestlik derecesi (<i>sd</i>)				217
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3	1,537
RMSEA	$<0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$	0,060
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,846
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,804
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$	0,951
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,874
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,853
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,952

Tablo 32’de dijital teknoloji modelinin uyum değerleri incelendiğinde χ^2/sd değerinin 1,537 olduğu ve 3’ten küçük olduğu için mükemmel uyum gösterdiği belirlenmiştir. RMSEA değeri 0,060 olarak hesaplanmış ve normal uyum aralığında olduğu görülmüştür. GFI değerine bakıldığında 0,846 olduğu ve kabul edilebilir uyum değerine çok yakın olduğu görülmektedir. Diğer değerler incelendiğinde ise AGFI, NFI ve RFI değerlerinin kabul edilebilir uyum değeri aralığında olduğu, CFI değerinin normal uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Son olarak IFI değeri ise mükemmel uyum göstermektedir. Bu doğrultuda Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri modelinin uyum değerleri incelendiğinde modelin kabul edilebilir değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Birinci düzey tedarik zinciri direnç yetenekleri yol diagramı Şekil 11’de verilmiştir. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin anlamlı olduğu ortaya koymaktadır. Modelin 5 boyut ve 24 madde ölçek yapısıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Model uyumunu arttırmak amacıyla tedarik zinciri yedekleri boyutunda yer alan tzy1 ile tzy2 maddeleri arasında ve tzy2 ile tzy4 maddeleri arasında kovaryans oluşturularak modelde iyileştirmeler yapılmıştır.

Şekil 11: Birinci Düzey Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Path (Yol) Diagramı



5.2.4.2.3. Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinin Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Tedarik Zinciri Direnci Ölçeğinin tek boyutlu yapı gösterdiği açıklayıcı faktör analizi ile ortaya konulmuştur. Belirlenen tek boyutlu yapının doğrulanması için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum değerleri Tablo 33'te verilmiştir.

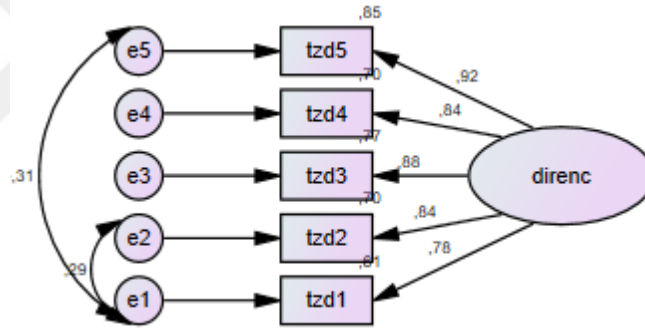
Tablo 33: Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Uyum Değerleri

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum	Model Değerleri
Ki-Kare (χ^2)				5,759
Serbestlik derecesi (sd)				3
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3	1,920
RMSEA	$<0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$	0,078
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,985
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,924
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$	0,995
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,991
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,969
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,996

Tablo 33 incelendiğinde χ^2/sd değeri 1,920 olup 3'ten düşük olması nedeniyle mükemmel uyum gösterdiği söylenebilir. RMSEA değeri 0,078 olarak hesaplanmış ve normal uyum aralığında yer aldığı görülmüştür. GFI değeri ise 0,985 olup mükemmel uyum göstermektedir. AGFI değerinin 0,924 olduğu ve normal uyum gösterdiği görülmüştür. Son olarak CFI, NFI, RFI ve IFI değerlerinin indekslerinin mükemmel uyuma sahip oldukları görülmektedir. Bu doğrultuda tedarik zinciri direnci modelinin uyum değerleri incelendiğinde modelin kabul edilebilir değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Başka bir deyişle uyum değerleri genel olarak değerlendirildiğinde tek boyutlu model veriye uyum sağlamaktadır.

Birinci düzey tedarik zinciri direnci yol diagramı Şekil 12'de görülmektedir. Tedarik Zinciri Direnç direnci Ölçeğinin birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin anlamlı olduğu ortaya koymaktadır. Model uyumunu arttırmak amacıyla tedarik zinciri yedekleri boyutunda yer alan tzd1 ile tzd2 maddeleri arasında ve tzd1 ile tzd5 maddeleri arasında kovaryans oluşturularak iyileştirmeler yapılmıştır.

Şekil 12: Birinci Düzey Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği Path (Yol) Diagramı



5.2.4.3. Araştırmanın İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan ölçeklerin (Dijital Teknoloji Ölçeği, Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği ve Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği) model uyumları incelendiğinde hepsinin anlamlı olduğu görülmüştür. Daha sonra Dijital Teknoloji Ölçeği ve Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğine ilişkin ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği tek boyutlu olması nedeniyle ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi yapılmamıştır.

5.2.4.3.1. Dijital Teknoloji Ölçeğinin İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Dijital Teknolojiler Ölçeğine ilişkin ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 34'te yer almaktadır.

Tablo 34: Dijital Teknoloji Ölçeği Boyutlar Arası İlişkiler

Alt Faktörler ve Maddeler		Faktör ve Alt Faktörler	Tahmin	S.E.	C.R.	p
buyukverianalitigi	<---	dijitalteknoloji	1,000			
nesnelerininterneti	<---	dijitalteknoloji	,989	,195	5,063	***
dijitalikiz	<---	dijitalteknoloji	,933	,212	4,409	***
blokzincir	<---	dijitalteknoloji	,942	,220	4,281	***
bv5	<---	buyukverianalitigi	1,000			
bv4	<---	buyukverianalitigi	,981	,078	12,549	***
bv3	<---	buyukverianalitigi	,947	,081	11,711	***
bv2	<---	buyukverianalitigi	,935	,080	11,658	***
bv1	<---	buyukverianalitigi	,984	,088	11,167	***
ni5	<---	nesnelerininterneti	1,000			
ni4	<---	nesnelerininterneti	1,033	,131	7,883	***
ni3	<---	nesnelerininterneti	,971	,120	8,098	***
ni2	<---	nesnelerininterneti	1,075	,129	8,339	***
ni1	<---	nesnelerininterneti	1,098	,136	8,085	***
di8	<---	dijitalikiz	1,111	,109	10,156	***
di7	<---	dijitalikiz	1,009	,101	10,011	***
di6	<---	dijitalikiz	1,079	,110	9,801	***
di5	<---	dijitalikiz	1,000			
di4	<---	dijitalikiz	,921	,108	8,556	***
di3	<---	dijitalikiz	,822	,105	7,854	***
di2	<---	dijitalikiz	,852	,106	8,033	***
di1	<---	dijitalikiz	,871	,108	8,063	***
bz5	<---	blokzincir	1,000			
bz4	<---	blokzincir	,996	,089	11,240	***
bz3	<---	blokzincir	1,032	,083	12,478	***
bz2	<---	blokzincir	,774	,081	9,568	***
bz1	<---	blokzincir	,985	,081	12,225	***

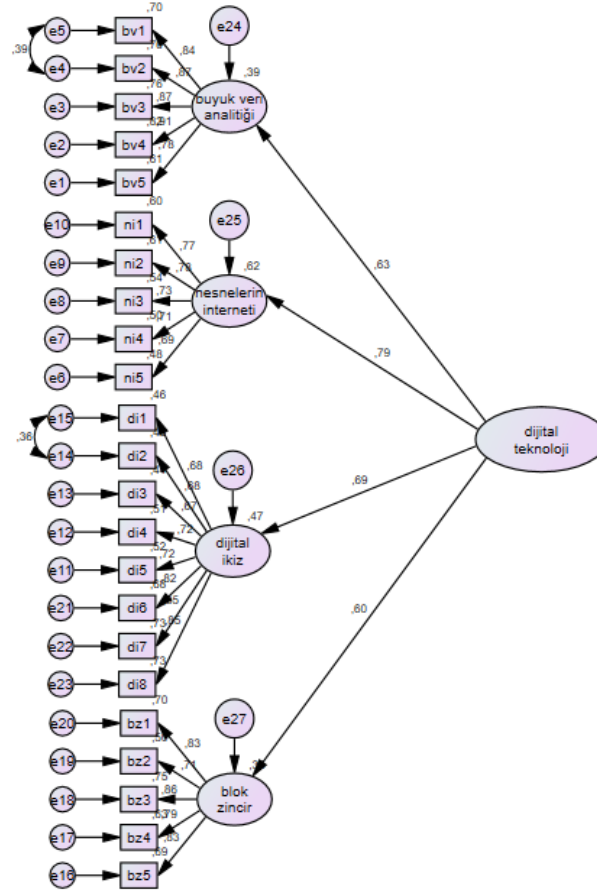
Tablo 34'te dijital teknoloji, dijital teknolojinin alt boyutları ve alt boyutlara ait faktörler arasındaki ilişkiler ve anlamlılık düzeyleri yer almaktadır. Tablo 34 incelendiğinde p değerlerinin 0,001'den küçük bir değere sahip (***) olduğu ve incelenen tüm etkilerin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda dijital teknoloji ile alt boyutları olan nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir boyutları ile faktörleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

Tablo 35: Dijital Teknoloji Ölçeği Standartlaştırılmış Regresyon Ağırlıkları

Alt Faktörler ve Maddeler		Faktör ve Alt Faktörler	Tahmin
buyukverianalitigi	<---	dijitalteknoloji	,626
nesnelerininterneti	<---	dijitalteknoloji	,785
dijitalikiz	<---	dijitalteknoloji	,685
blokzincir	<---	dijitalteknoloji	,596
bv5	<---	buyukveri	,780
bv4	<---	buyukveri	,906
bv3	<---	buyukveri	,872
bv2	<---	buyukveri	,871
bv1	<---	buyukveri	,835
ni5	<---	nesnelerininterneti	,694
ni4	<---	nesnelerininterneti	,710
ni3	<---	nesnelerininterneti	,735
ni2	<---	nesnelerininterneti	,779
ni1	<---	nesnelerininterneti	,774
di8	<---	dijitalikiz	,85
di7	<---	dijitalikiz	,854
di6	<---	dijitalikiz	,824
di5	<---	dijitalikiz	,719
di4	<---	dijitalikiz	,716
di3	<---	dijitalikiz	,666
di2	<---	dijitalikiz	,681
di1	<---	dijitalikiz	,682
bz5	<---	blokzincir	,833
bz4	<---	blokzincir	,793
bz3	<---	blokzincir	,864
bz2	<---	blokzincir	,707
bz1	<---	blokzincir	,835

Tablo 35’te dijital teknolojinin alt boyutları ve alt boyutlarına ait faktörlere ilişkin faktör yük değerleri yer almaktadır. Faktör yük değerlerinin 0,45 ya da daha büyük olması iyi bir ölçüdür (Büyüköztürk, 2013: 134). Tablo 35’te yer alan tüm faktör yük değerleri 0,45’ten yüksektir. Bu doğrultuda Dijital Teknoloji Ölçeğine ilişkin açıklayıcı faktör analizi ile doğrulayıcı faktör analizi sonuçları tutarlıdır. İkinci düzey Dijital Teknoloji Ölçeği doğrulayıcı faktör analizi path (yol) diagramı Şekil 13’te görülmektedir.

Şekil 13: İkinci Düzey Dijital Teknoloji Ölçeği Doğrulayıcı Faktör Analizi Path (Yol) Diagramı



5.2.4.3.2. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin İkinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğine ilişkin ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları Tablo 36’te verilmiştir.

Tablo 36: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Boyutlar Arası İlişkiler

Alt Faktörler ve Maddeler		Faktör ve Alt Faktörler	Tahmin	S.E.	C.R.	p
gorunurluk	<---	direncyetenekleri	1,000			
isbirligi	<---	direncyetenekleri	1,237	,237	5,212	***
esneklik	<---	direncyetenekleri	,911	,200	4,567	***
yedekler	<---	direncyetenekleri	1,202	,249	4,836	***
ceviklik	<---	direncyetenekleri	1,785	,323	5,520	***
tzg5	<---	gorunurluk	1,000			
tzg4	<---	gorunurluk	,813	,123	6,632	***
tzg2	<---	gorunurluk	,975	,127	7,695	***
tzg1	<---	gorunurluk	1,106	,154	7,174	***
tzi5	<---	isbirligi	1,000			
tzi4	<---	isbirligi	1,145	,078	14,691	***
tzi3	<---	isbirligi	1,042	,078	13,295	***
tzi2	<---	isbirligi	1,020	,084	12,122	***
tzi1	<---	isbirligi	,998	,089	11,192	***
tze4	<---	esneklik	1,000			
tze3	<---	esneklik	1,179	,131	8,973	***
tze2	<---	esneklik	1,265	,138	9,162	***
tze1	<---	esneklik	1,268	,140	9,092	***
tzy5	<---	yedekler	1,000			
tzy4	<---	yedekler	1,313	,104	12,597	***
tzy3	<---	yedekler	1,234	,102	12,128	***
tzy2	<---	yedekler	,843	,093	9,088	***
tzy1	<---	yedekler	,816	,106	7,703	***
tzc5	<---	ceviklik	1,000			
tzc4	<---	ceviklik	,986	,061	16,129	***
tzc3	<---	ceviklik	,908	,065	13,994	***
tzc2	<---	ceviklik	,897	,063	14,226	***
tzc1	<---	ceviklik	,881	,067	13,153	***

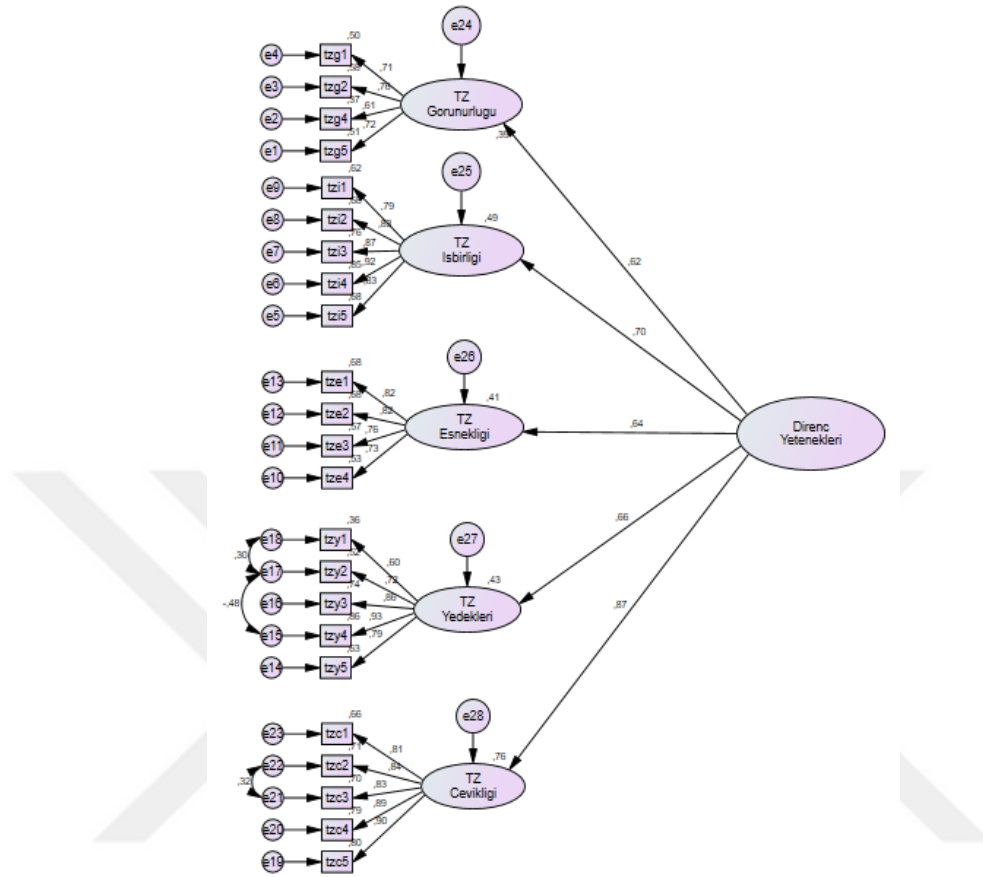
Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğinin alt boyutları ve alt boyutlarına ait faktörler arasındaki ilişkiler ve anlamlılık düzeyleri Tablo 36’da yer almaktadır. Tablo 36 incelendiğinde p değerlerinin 0,001’den küçük (***) olduğu ve incelenen tüm etkilerin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda tedarik zinciri direnç yetenekleri ile alt boyutları olan tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bunun yanında tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği boyutları ile faktörleri arasında ilişkiler anlamlıdır.

Tablo 37: Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği Standartlaştırılmış Regresyon Ağırlıklar

Alt Faktörler ve Maddeler		Faktör ve Alt Faktörler	Tahmin
gorunurluk	<---	direncyetenekleri	,623
isbirligi	<---	direncyetenekleri	,703
esneklik	<---	direncyetenekleri	,641
yedekler	<---	direncyetenekleri	,657
ceviklik	<---	direncyetenekleri	,874
tzg5	<---	gorunurluk	,716
tzg4	<---	gorunurluk	,606
tzg2	<---	gorunurluk	,763
tzg1	<---	gorunurluk	,709
tzi5	<---	isbirligi	,827
tzi4	<---	isbirligi	,924
tzi3	<---	isbirligi	,873
tzi2	<---	isbirligi	,826
tzi1	<---	isbirligi	,785
tze4	<---	esneklik	,731
tze3	<---	esneklik	,758
tze2	<---	esneklik	,823
tze1	<---	esneklik	,822
tzy5	<---	yedekler	,795
tzy4	<---	yedekler	,925
tzy3	<---	yedekler	,860
tzy2	<---	yedekler	,724
tzy1	<---	yedekler	,602
tzc5	<---	ceviklik	,896
tzc4	<---	ceviklik	,889
tzc3	<---	ceviklik	,835
tzc2	<---	ceviklik	,844
tzc1	<---	ceviklik	,813

Tablo 37’de tedarik zinciri direnç yeteneklerinin alt boyutları olan tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ile tedarik zinciri çevikliğine ve alt boyutlarına ait faktörlere ilişkin faktör yük değerleri yer almaktadır. Tablo 37’de yer alan tüm faktör yük değerlerinin 0,45’ten büyük olduğu görülmüştür. Bu bilgiler ışığında Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeğine ilişkin açıklayıcı faktör analizi ile doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarının tutarlı olduğu görülmüştür. Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi path (yol) diagramı Şekil 14’te görülmektedir.

Şekil 14: İkinci Düzey Direnç Yetenekleri Ölçeği Doğrulayıcı Faktör Analizi Path (Yol) Diagram



Aracılık Etkisi

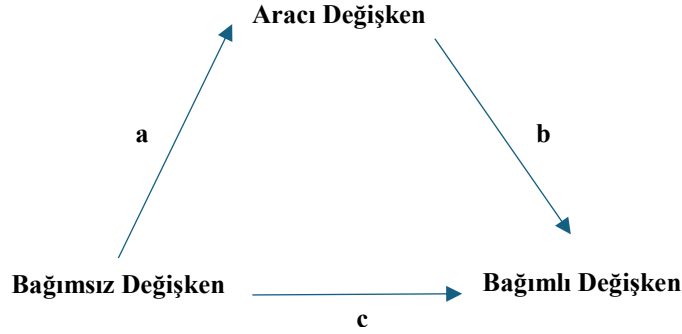
Aracılık analizi, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin aracı olarak adlandırılan başka bir değişkenle ne kadar iyi açıklanabileceğinin araştırılmasını ve bu etkinin anlaşılmasını sağlar (Iacobucci, 2008: 2). Böylece aracılık analizi, tahmin edicinin aracı aracılığıyla sonucu dolaylı olarak nasıl etkilediğini ortaya koyar (Demming vd., 2017: 76).

Baron ve Kenny'nin (1986) klasikleşmiş makalesinde, aracı etkinin olabilmesi mümkün olabilmesi için üç temel koşulun sağlanması gerekir (Şekil 15):

- Bağımsız değişkenin, aracı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olması gereklidir (yani bağımsız değişken → aracı değişken; yol a anlamlı olmalı).
- Aracı değişkenin, bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olması gerekir (aracı değişken → bağımlı değişken; yol b anlamlı olmalı).
- Bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki doğrudan etkisi, aracı değişken modele dâhil edildiğinde azalmalı veya tamamen ortadan kalkmalıdır (yol c' sıfıra yaklaşmalı veya istatistiksel olarak anlamsız hale gelmelidir)

Yukarıdaki koşullar sağladıktan sonra aracı değişkenin modele eklenmesiyle kısmi aracılık için bağımsız ve bağımlı değişken arasındaki ilişki anlamlı düzeyde düşmeli; tam aracılık için tamamen ortadan kalkmalıdır.

Şekil 15: Aracı Etki Modeli



Kaynak: Baron ve Kenny, 1986:1176.

Aracılık analizinin nasıl yapılacağına yönelik gerçek bir metodoloji ilk olarak Baron ve Kenny (1986) tarafından ortaya konmuştur. Araştırmacılar bir aracılık hipotezini desteklemek için araştırmacının uygulaması gereken nedensel adımları önermiştir. Daha sonra aracılık analizi için bir diğer yaklaşım YEM modeli popüler hale gelmiştir (Demming vd., 2017: 76). Ayrıca Preacher ve Hayes, (2004) bootstrap yaklaşımlarının Baron ve Kenny (1986)'nin bootstrap yaklaşımından daha güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, bu tez çalışmasında önerilen modeldeki aracılık etkisi incelenirken bootstrap yöntemi tercih edilmiş ve YEM analizi yapılmıştır.

Çok sayıda aracılık modeli mevcuttur (Hayes, 2013). Bu tez çalışmasında Hayes (2013)'in önerdiği modellerden Model 4; yani Basit Aracılık Etkisi incelenmiştir. Basit Aracılık, aracılığın en temel şeklidir (Şekil 15) ve bir bağımsız değişken ile bir bağımlı değişkeni birbirine bağlayan mekanizma hakkında çıkarımlar yapılmasına olanak tanır (Demming vd., 2017: 78).

5.2.4.4. Araştırmanın Kavramsal Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları

Bu bölümde dijital teknolojilerden tedarik zinciri direncine olan etkide tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı etkisini incelemeye yönelik oluşturulan “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli”, YEM analizi ile incelenmiş ve sonuçlar aşamalı olarak sunulmuştur.

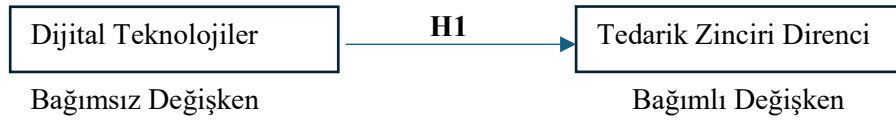
İlk olarak aracı modelin oluşturulabilmesi için ön koşul olan aracı değişken olmadan bağımsız değişkenden (dijital teknolojiler) bağımlı değişkene (tedarik zinciri direnci) olan etkiyi incelemeye yönelik aracısız araştırma modeli test edilmiştir. Bu modelin analiz sonuçları ışığında araştırma kapsamında belirlenen Hipotez 1 incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

İkinci aşama olarak ilk aşamada incelenen aracısız araştırma modeline aracı değişken (tedarik zinciri direnç yetenekleri) dahil edilmiştir. Bağımsız değişkenden aracı değişkene ve aracı değişkenden bağımlı değişkene yollar tanımlanarak aracılı araştırma modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model çerçevesinde Hipotez 2, Hipotez 3 ve Hipotez 4 incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

5.2.4.4.1. Aracısız Araştırma Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları

Bu bölümde aracı modelin oluşturulabilmesi için ön koşul olan aracı değişken olmadan bağımsız değişkenden bağımlı değişkene olan etkiyi incelemeye yönelik dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisini içeren aracısız araştırma modeli Şekil 16’da görüldüğü gibi oluşturulmuş ve test edilmiştir.

Şekil 16: Test Edilen Aracısız Araştırma Modeli



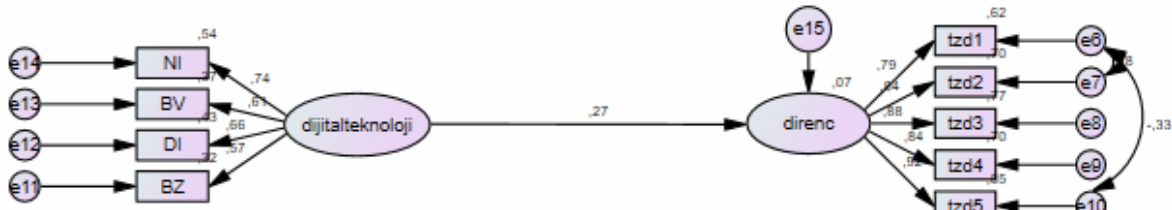
Bu doğrultuda öncelikle YEM’in analiz türlerinden biri olan yol analizi tercih edilmiştir. Bunun nedeni, yol analizinin gözlenen değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkilerin modellenmesine yönelik bir yaklaşım olmasıdır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 77). Ayrıca modelin test edilmesi için AMOS 22 analiz programı kullanılmıştır. Modele ilişkin değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmesi için t-değerlerine (%5 anlamlılık düzeyinde, kritik değer 1,96) bakılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen modele ilişkin anlamlılık değerleri Tablo 38’de yer almaktadır.

Tablo 38: Aracısız Modele İlişkin Anlamlılık Değerleri

			Tahmin	Standart Hata	t	p
direnc	<---	dijitalteknoloji	,082	,033	2,468	,014
tzd1	<---	tedarikzinciridirenci	1,000			
tzd2	<---	tedarikzinciridirenci	1,106	,085	13,035	***
tzd3	<---	tedarikzinciridirenci	1,182	,102	11,559	***
tzd4	<---	tedarikzinciridirenci	1,084	,099	10,922	***
tzd5	<---	tedarikzinciridirenci	1,053	,095	11,060	***
BZ	<---	dijitalteknoloji	1,000			
DI	<---	dijitalteknoloji	1,604	,284	5,657	***
BV	<---	dijitalteknoloji	1,097	,233	4,713	***
NI	<---	dijitalteknoloji	1,151	,232	4,966	***

Kavramsal modele ilişkin aracısız model değerlendirildiği Tablo 38 incelendiğinde, modelde tanımlanan tüm yol katsayılarının (p değerlerinin) 0,05'ten küçük olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, modelde öne sürülen tüm ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Çalışmada YEM analizi için önerilen yol analizi modeli ile standardize edilmiş yol katsayıları, Şekil 17'de ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

Şekil 17: Dijital Teknolojilerden Tedarik Zinciri Direncine Yönelik Etkiye İlişkin Model (standartlaştırılmış kestirimler)



Aracı değişkenin dahil edilmediği modelde dijital teknolojiden tedarik zinciri direncine olan standartlaştırılmış yol katsayısının pozitif olduğu ($\beta=0.267$) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.05$) görülmektedir. Bu sonuca göre dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya koyan Hipotez 1 kabul edilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 39'da kavramsal modelin uyum iyiliğine ilişkin sonuçlar verilmiştir.

Tablo 39: Aracısız Modelin Uyum Değerleri Sonuçları

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum	Model Değerleri
Ki-Kare (χ^2)				51,195
Serbestlik derecesi (sd)				24
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3	2,133
RMSEA	$<0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$	0,087
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,933
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,875
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$	0,964
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,935
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,903
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,965

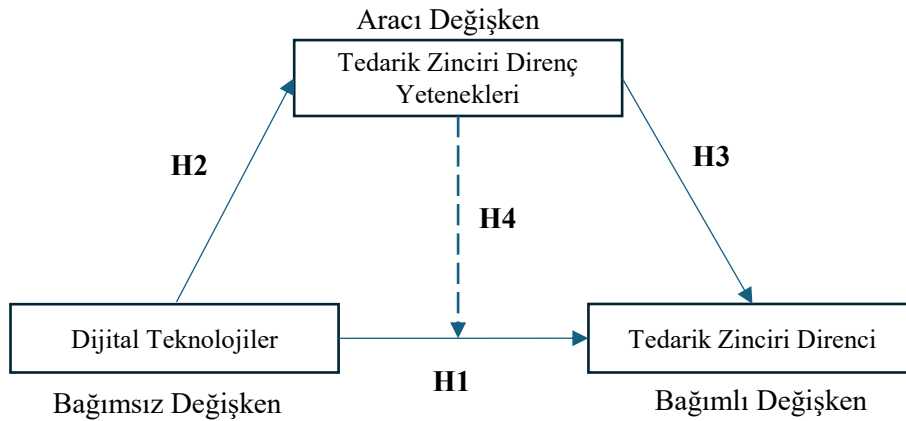
Araştırma modelinin uyum değerleri incelendiğinde, $\chi^2/sd=1,548$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer 3'ten küçük olduğundan mükemmel uyum gösterdiği kabul edilmektedir. Modelin mutlak uyum değerlerinden RMSEA'nın 0,087 olduğu belirlenmiştir. RMSEA değerinin kabul edilebilir uyum aralığında yer aldığı görülmüştür. AGFI değerine bakıldığında 0,875 değeriyle kabul edilebilir uyum gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca GFI değerinin 0,933 olduğu ve normal uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer değerler incelendiğinde CFI, NFI ve RFI değerlerinin normal

uyum değerlerine sahip olduğu ve IFI değerinin normal uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında uyum değerleri genel olarak değerlendirildiğinde aracısız model için model veri uyumunun sağlandığı görülmektedir.

5.2.4.4.2. Aracılı Araştırma Modeline İlişkin Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları

Bu bölümde ikinci aşama olan aracı değişken, bir önceki bölümde incelen modele dahil edilmiştir. Bağımsız değişkenden aracı değişkene olan ve aracı değişkenden bağımlı değişkene olan yol katsayıları çizilerek aracılık etkisinin incelendiği model oluşturulmuştur. Oluşturulan aracılı araştırma modeli tez çalışmasının kavramsal çerçevesinde sunulan kavramsal model olan “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli”dir. Model, Şekil 18’de yer almaktadır.

Şekil 18: Test Edilen Aracılı Araştırma Modeli



“**Hipotez 4:** Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı etkisi vardır.” hipotezini test etmek amacıyla path diyagramı oluşturulmuş ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ikinci analiz sonucunda aracılı araştırma modeline ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 40’ta yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir etkisi olmadığı görülmüştür ($\beta=0,073$, $p>0,05$). Bu sonuç, dijital teknolojilerin doğrudan katkısının sınırlı olduğunu ve etkisinin aracı değişken olan direnç yetenekleri üzerinden ortaya çıktığını göstermektedir.

Tablo 40: Aracılı Modele İlişkin Anlamlılık Değerleri

			Standart olmayan Yol Katsayısı	Standardize Yol Katsayısı (β)	Standart Hata (β)	t	P
direncyetenek	<---	dijitalteknoloji	0,215	0,245	,099	2,172	,030
direnc	<---	direncyetenek	0,279	0,788	,047	5,898	***
direnc	<---	dijitalteknoloji	0,023	0,073	,025	,911	,362
TZG	<---	direncyetenek	1,000	0,564			
TZI	<---	direncyetenek	1,298	0,657	,212	6,127	***
TZE	<---	direncyetenek	,877	0,585	,159	5,504	***
TZY	<---	direncyetenek	1,512	0,720	,247	6,112	***
TZC	<---	direncyetenek	1,655	0,802	,246	6,741	***
tzd1	<---	direnc	1,000	0,803			
tzd2	<---	direnc	1,095	0,848	,082	13,332	***
tzd3	<---	direnc	1,149	0,871	,096	12,014	***
tzd4	<---	direnc	1,060	0,837	,094	11,310	***
tzd5	<---	direnc	1,026	0,917	,091	11,326	***
BZ	<---	dijitalteknoloji	1,000	0,573			
DI	<---	dijitalteknoloji	1,607	0,664	,281	5,727	***
BV	<---	dijitalteknoloji	1,072	0,605	,233	4,610	***
NI	<---	dijitalteknoloji	1,128	0,729	,231	4,892	***

Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünü test etmek amacıyla yapısal eşitlik modellemesi kapsamında Bootstrap yöntemiyle aracılık analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, örneklemin temsil gücünü artırmak ve güvenilirliği sağlamak amacıyla 1000 yeniden örneklem kullanılarak Bootstrap tekniği uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 41’de görülmektedir.

Yapılan analizlerde, dolaylı etkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için %95 güven aralığında bootstrap tahminleri dikkate alınmıştır. Aracılık etkisinin anlamlı kabul edilebilmesi için, güven aralığı içinde elde edilen alt ve üst sınır değerlerinin sıfır değerini içermemesi gerekmektedir. Bu bulgu, dolaylı etkinin sıfırdan farklı olduğunu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 41: Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Rolüne İlişkin Sonuçlar

Etki	Tahmin (β)	Standart Hata	t	p	Sonuç
Dijital Teknolojiler→ Direnç Yetenekleri	0,245	,099	2,172	<0,05	Kabul
Direnç Yetenekleri→ Tedarik Zinciri Direnci	0,788	,047	5,898	<0,05	Kabul
Dijital Teknolojiler→ Tedarik Zinciri Direnci	0,073	,025	,911	0,362	Red
Doğrudan Etki	Tahmin (β)	Standart Hata	t	p	Sonuç
Dijital Teknolojiler→ Tedarik Zinciri Direnci	0,267	,033	2,468	<0,05	Kabul
Dolaylı Etki	Tahmin (β)	Güven Aralığı (GA)			Sonuç
Dijital Teknolojiler→ Direnç Yetenekleri→ Tedarik Zinciri Direnci	0,193	(0,024; 0,390)			Anlamlı

Analiz sonuçlarına göre, elde edilen %95 güven aralığı değerlerinin sıfır değerini içermemesi, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde anlamlı bir aracı değişken rolü üstlendiğini göstermektedir. Bu bulgu, önerilen modelde aracı rolünün olduğunun istatistiksel olarak desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Bootstrap yöntemiyle gerçekleştirilen aracılık analizi sonucunda, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin anlamlı bir aracı rol üstlendiğini görülmüştür. Yapılan analizde, aracılık etkisine ilişkin %95 güven aralığı ($\beta = 0,193$; GA: 0,003–0,174) sıfır değerini içermediğinden, dolaylı etki istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, varsayılan yapısal modelde öngörülen aracılık ilişkisinin doğrulandığını ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini anlamlı şekilde taşıdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca oluşturulan aracılı modelde aracılık rolüne bakılmadan önce bağımsız değişken olan dijital teknolojilerin, bağımlı değişken olan tedarik zinciri direnci üzerinde etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir etkisi olmadığı görülmüştür ($\beta=0,073$, $p>0,05$). Bu sonuç, dijital teknolojilerin doğrudan katkısının sınırlı olduğunu ve etkisinin aracı değişken olan direnç yetenekleri üzerinden ortaya çıktığını göstermektedir.

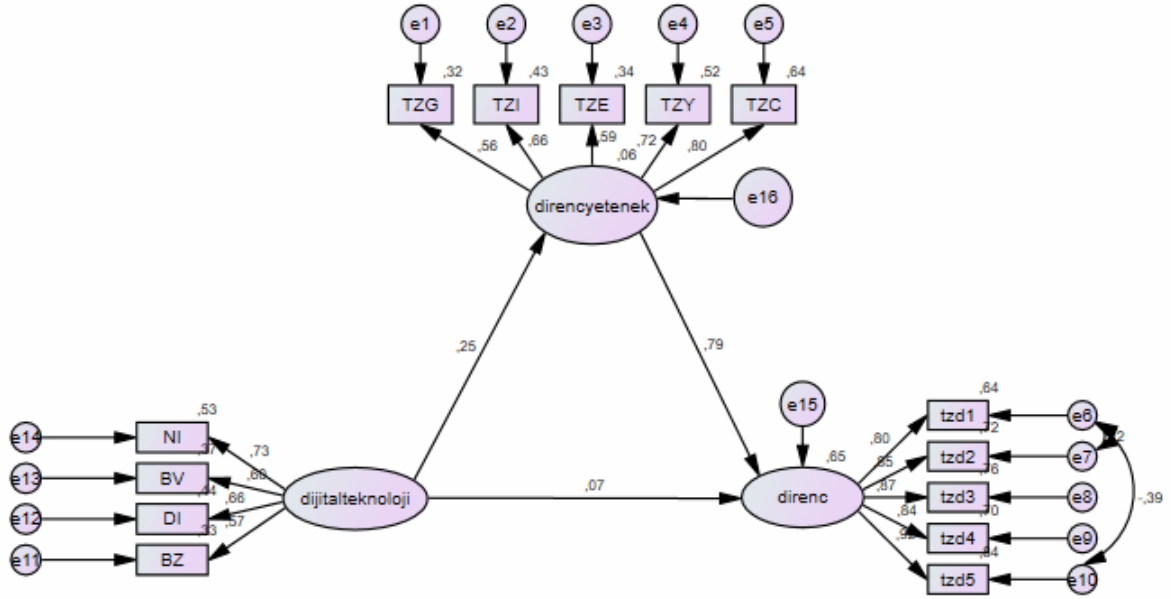
Elde edilen bu sonuç doğrultusunda, “Hipotez 4: Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin aracı etkisi vardır” hipotezi kabul edilmiştir.

Diğer yandan, dijital teknolojilerin aracı değişken olan tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerindeki etkisi incelendiğinde, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde olduğu belirlenmiştir ($\beta = 0,245$; $p < 0,05$). Bu bulgu, dijital teknolojilerin direnç yeteneklerini desteklediğini göstermektedir ve oluşturulan aracılı modelde H2 hipotezi kabul edilmiştir. Ayrıca, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin bağımlı değişken olan tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi de anlamlı ve pozitif bulunmuştur ($\beta = 0,788$; $p < 0,05$). Bu bulgu tedarik zinciri direnç yeteneklerin, tedarik zinciri direncini artırıcı bir rol oynadığını göstermektedir. Bu doğrultuda H3 hipotezi doğrulanmıştır.

Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan tam ve standardize etkilerin büyüklüklerine bakıldığında tam standardize etki büyüklüğü 0,267, GA (0,002-0,540) ve kısmi standardize etkilerin büyüklüğü ise 0,193, GA (0,024; 0,390) olup alt ve üst güven aralıkları sıfır içermemektedir. Etkilerin büyüklükleri yorumlanırken 0,01’e yakın değerler düşük etki, 0,09’a yakın değerler orta etki ve 0,25’e yakın değerler ise yüksek olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla test edilen modelin aracılık etkisi yani tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracılık etkisinin yüksek değere yakın olduğu söylenebilir.

“Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli”ne ilişkin YEM analizi için önerilen yol analizi modeli ile birlikte standardize edilmiş yol katsayıları, Şekil 19’da ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

Şekil 19: Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli (standartlaştırılmış kestirimler)



Aşağıdaki Tablo 42’de “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli”nin uyum değerlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir.

Tablo 42: Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeline İlişkin Uyum Değerleri

Uyum İndeksi	Kabul Edilebilir Uyum	Normal Uyum	Mükemmel Uyum	Model Değerleri
Ki-Kare (χ^2)				127,068
Serbestlik derecesi (sd)				72
χ^2/sd		≤ 5	≤ 3	1,765
GFI	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,892
AGFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,842
CFI	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	$\geq 0,97$	0,950
RMSEA	$< 0,10$	$0,05 \leq 0,08$	$\leq 0,05$	0,071
NFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,892
RFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,864
IFI	$\geq 0,80$	$\geq 0,90$	$\geq 0,95$	0,950

“Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli”nin uyum değerleri incelendiğinde, χ^2/sd değerinin 3’ten küçük olduğu ve mükemmel uyum gösterdiği görülmüştür. Modele ilişkin RMSEA değerinin 0, 071 ve normal

uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca AGFI değeri incelendiğinde 0,842 olduğu ve kabul edilebilir uyum gösterdiği belirlenmiştir. Diğer uyum değerlerine bakıldığında, GFI, CFI, NFI ve RFI'nın kabul edilebilir uyum değerlerine sahip olduğu görülmüştür. IFI değerinin ise mükemmel uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda uyum değerleri genel olarak değerlendirildiğinde “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli” için model veri uyumunun sağlandığı görülmektedir.

5.2.5. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi

Araştırmada öncelikle dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direncinin birbirleriyle ilişkileri ve birbirlerine olan etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın kavramsal modeli olan “Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli” oluşturulmuş ve bu modelde yer alan değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler kapsamında dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracılık etkisi incelenmiştir. Araştırmada kavramsal model doğrultusunda belirlenen hipotezlere ilişkin bulgular ve analiz sonuçları Tablo 43’te verilmiştir.

Aşağıda Tablo 43’te araştırmada ileri sürülen hipotezlerle ilgili temel bulgular, açıklamaları, hipotezleri test etmek için kullanılan analiz teknikleri ve analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 43: Araştırma Bulguları

	Hipotezler	Sonuç	Açıklama
H1	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.	KABUL	Dijital teknolojiler tedarik zinciri direncini olumlu etkilemektedir.
H2	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.	KABUL	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yeteneklerini olumlu etkilemektedir.
H3	Tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi vardır.	KABUL	Tedarik zinciri direnç yetenekleri tedarik zinciri direncini olumlu etkilemektedir.
H4	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı etkisi vardır.	KABUL	Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı etkisi bulunmaktadır.

Çalışmada kavramsal modele ilişkin aracılı modelde bağımsız değişken olan dijital teknolojilerin aracı değişken olan tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerindeki etkisine ilişkin Hipotez 2’nin kabul edilmesi Baron ve Kenny’nin (1986)’nin aracı etkinin olabilmesi için tanımladığı koşullarından olan “bağımsız değişkenin, aracı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olması” koşulunu sağlandığını göstermektedir. Bununla birlikte, aracı değişken olan direnç yeteneklerini bağımsız değişken olan tedarik zinciri direncine etkisini içeren Hipotez 3’ün kabul edilmesi aracı etkinin olabilmesi için ikinci koşul olan “aracı değişkenin, bağımlı değişken

üzerinde anlamlı bir etkisi olması” koşulunu desteklemektedir. Son olarak aracı etkinin olabilmesi için gerekli koşullardan “bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki doğrudan etkisi, aracı değişken modele dâhil edildiğinde azalmalı veya tamamen ortadan kalkması” koşulu, aracılı modelde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin modele dahil edilmesiyle dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisini ortadan kalkmasıyla sağlanmıştır. Ayrıca aracısız modelde bağımsız değişkenin bağımlı modele olan etkisinin aracılı modelde ortadan kalkması tam aracılık etkisinin olduğunu göstermektedir.



SONUÇ ve ÖNERİLER

Tedarik zincirlerinin maruz kaldığı risklerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Tedarik zincirlerinde yaşanan tedarik, talep, üretim ve lojistik süreçleriyle ilgili operasyonel riskler sonucu ortaya çıkan bozulmalar çeşitli önlemler alınarak etkileri azaltılabilir ve tedarik zincirleri operasyonlarını sürdürmeye devam edebilir. Fakat doğal felaketler, krizler gibi olağanüstü olaylardan kaynaklı riskler sonucu meydana gelen ciddi bozulmalar tedarik zincirlerinin işleyişini ve yapısını bozarak operasyonlarını ve performansını olumsuz etkileyebilir, hatta tedarik zinciri faaliyetlerinin durmasına neden olabilir. Bu tür bozulmalarla başa çıkabilmek ancak dirençli bir tedarik zinciri ile mümkündür. Tedarik zinciri direnci; tedarik zincirlerinin bozulmalara hazırlıklı olmasını, bozulma durumunda hızlı yanıt vermesini ve adaptasyon sağlamasını, bozulma sonrası hızla iyileşmesini ve bozulma öncesi durumuna geri dönebilmesini ifade eder.

Tedarik zinciri direncini geliştirmek için tedarik zincirlerinin sahip olması gereken çeşit yetenekler söz konusudur. Bu yetenekler; tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri çevikliği ve tedarik zinciri yedekleridir. Tedarik zincirinde uçtan uca görünürlük sağlanarak bozulmaların önceden anlaşılması ve hazırlıklı olunması sağlanabilir. Tedarik zinciri iş birliği ise ortak planlama ve bilgi paylaşımı yoluyla bozulmalara hızlı ve etkin bir şekilde yanıt vermeyi mümkün kılar. Bunun yanında tedarik zinciri esnekliği, tedarik zincirinin bozulma durumunda süreçlere ve yapısal değişikliklere adapte olmasını, TZ çevikliği beklenmeyen değişimlere hızla karar alınmasını ve yanıt verebilmesini sağlar. Son olarak tedarik zincirinde stratejik konumlarda belirli yedekler oluşturmak bozulmalara yanıt vermeyi ve iyileşmeyi destekleyebilir.

Son zamanlarda yaşanan COVID 19 pandemisi ve doğal afetler sonucunda tedarik zincirlerinde ciddi bozulmalar yaşanmış ve tedarik zinciri direncinin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Pandemi sonrası tedarik zinciri direncine yönelik bilimsel çalışmaların sayısında ciddi artış yaşanmış ve tedarik zinciri yöneticileri tedarik zinciri direncini arttırmak için yeni çözüm arayışına girmişlerdir. Son yıllarda literatürde en çok araştırılan ve en popüler direnç çözümlerinden biri dijital teknolojilerin kullanılmasıdır. Dijital teknolojiler; bozulmalarla başa çıkabilmek için bozulmalar gerçekleşmeden önce veri toplanması, mevcut veriler analiz edilerek öngöründe bulunabilmesi, bozulmaların tahmin edilmesi, bozulma gerçekleştiğinde hızla yanıt verilmesi, acil durum ve iyileşme planlarının simüle edilmesi gibi imkanlar sağlayarak tedarik zinciri direncini arttırır. Ayrıca dijital teknolojiler sahip olduğu özelliklerle direnç yeteneklerini

destekleyerek tedarik zinciri direncini arttırmaktadır. Bu doğrultuda dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini belirlemek önemlidir.

Literatürde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin rolünü daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu ortaya koyulmuştur (Hosseini vd., 2019; Al-Talib vd., 2020; Michel-Villarreal, vd., 2021; Spieske ve Birkel, 2021; de Farias vd., 2022; Furstenau vd., 2022; Spieske vd., 2023). Spieske ve Birkel (2021) dijital teknolojilerin ve tedarik zinciri direncine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünün ampirik olarak ortaya konması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, dijital teknolojilerin ve tedarik zinciri direncine olan etkisinde tedarik zinciri direnç yeteneklerinin aracı rolünün kavramsal ve ampirik olarak ortaya konduğu bu tez çalışmasının bilimsel katkı sağlayacağı ve tedarik zinciri direncinin artırılması konusunda yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Buradan hareketle çalışmada öncelikle kapsamlı bir literatür incelemesi yapılarak tedarik zincirinin dijitalleşmesinde kullanılan dört temel teknoloji (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi) ile tedarik zincirinin bozulmalarla başa çıkmasını sağlayan beş temel tedarik zinciri direnç yeteneği (tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) belirlenmiştir. Daha sonra; dijital teknolojiler, tedarik zinciri direnç yetenekleri ve tedarik zinciri direnci ile bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’ oluşturulmuştur. Bu dört teknolojinin ve beş direnç yeteneğinin birlikte araştırıldığı ve konuya bütüncül bir bakış sunan bir modele literatürde rastlanılmamıştır. Bu açıdan çalışmanın özgün olduğu ve bilimsel katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Önerilen modelde dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine etkisi ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin bu etkideki aracı rolünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde ‘Dijital Teknolojilerin Tedarik Zinciri Direnci Üzerine Olan Etkisinde Direnç Yeteneklerinin Aracı Etki Modeli’nde yer alan 3 değişkene ilişkin araştırmanın amacına uygun üç ölçme aracı oluşturulmuştur. Yapılan açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda; şirketlerin dijital teknoloji düzeylerinin belirlenmesine yönelik ölçeğin 4 boyut ve 23 maddeden meydana geldiği, şirketlerin tedarik zinciri direnç yeteneklerinin düzeylerini belirlemek için oluşturulan ikinci ölçeğin 5 boyut ve 24 madde içerdiği; şirketlerin tedarik zinciri direnç düzeyini ölçmek için oluşturulan üçüncü ölçeğin tek boyutlu ve 5 maddeden oluştuğu görülmüştür. Ayrıca araştırma modelinde yer alan değişkenlerin birbirlerine olan etkilerini içeren 4 hipotez belirlenmiştir.

Dijital Teknolojiler Ölçeği değerlendirildiğinde; büyük veri analitiğinin diğer boyutlara (nesnelerin interneti, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi) göre daha yüksek bir katkı sağladığı görülmüştür. Büyük veri analitiği, verilerin analiz edilmesini, tedarik zincirlerinin amaçlarının gerçekleştirilmesine yönelik karar almak için kullanılmasını ve ortaklarla paylaşılmasını

sağlamaktadır. Bu doğrultuda tedarik zincirlerinin dijitalleşmesinde verilerin toplanmasına olanak sağlayan nesnelerin interneti teknolojisi kullanılarak toplanan verilerin faydalı bir şekilde kullanılması gerekir. Bu büyük veri analitiği teknolojisi olmadan mümkün olmaz. Ayrıca diğer dijital teknolojilerin (dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi) dijitalleşmeyi sağlaması için büyük veri analitiği teknolojisine ihtiyaç duyulur. Tüm bu nedenlerle büyük veri analitiğinin gerçekleşme düzeyi, dijital teknolojilerin gerçekleşme düzeyinin arttırılmasında diğer teknolojilere göre daha fazla katkı sağladığı düşünülmektedir.

Büyük veri analitiği boyutunun diğer boyutlara göre daha yüksek bir katkıya sahip olması, büyük veri analitiğinin dijital dönüşüm süreçlerinde ve tedarik zincirlerinin dijitalleşmesinde diğer teknolojilere kıyasla daha belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle, büyük veri analitiğinin karar verme süreçlerini iyileştirmeye ve karmaşık bilgileri görselleştirerek anlaşılır hale getirmeye katkısı öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, şirketlerin veri temelli karar verme mekanizmalarını güçlendirmek adına büyük veri analitiğine öncelik vermeleri önerilmektedir.

Nesnelerin interneti boyutu değerlendirildiğinde, teknolojiye ilişkin katkıların daha çok bilgi güncelleme ve ortaklar arası güvenin artırılması gibi iletişim ve iş birliğine yönelik olduğu görülmüştür. Ancak esnekliğe ilişkin beklentilerin düşük olması, bu teknolojinin belirsizlik ortamında yeterince etkin kullanılmadığını göstermektedir.

Dijital teknolojilerden dijital ikiz boyutunun diğer boyutlara göre en az katkı sağlayan boyut olduğu görülmüştür. Ancak bu boyutta, bilgi kalitesi, öngörü yeteneği ve risk tahmini gibi stratejik katkılara önem verilirken teslim süresinin azaltılması gibi operasyonel kazanımlara daha az önem verilmiştir. Bu doğrultuda şirketlerin dijital ikizin gerçekleşme düzeyini arttırmak için uygulamalarını operasyonel süreçlerde daha etkin kullanmaları önerilmektedir.

Blokzincir teknolojisi boyutunda, şirketler veri güvenliği ve operasyonel bilgi paylaşımına önem verilirken, izlenebilirlik ve güvenilir bilgi akışının sağlanmasına daha az önem verilmiştir. Blokzincir teknolojisi boyutunu geliştirmek için yalnızca güvenlik odaklı değil, izlenebilirlik ve şeffaflık bakış açısı yaygınlaştırılmalıdır.

Tedarik Zinciri Direnç Yetenekleri Ölçeği değerlendirildiğinde tedarik zinciri esnekliğinin, tedarik zinciri direnç yeteneklerinin arttırılmasında diğer yeteneklere göre daha fazla katkı sağladığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, şirketlerin tedarik zinciri direnç yeteneklerinin geliştirilmesinde belirli alanlara daha fazla odaklandığını, fakat bazı kritik unsurların göz ardı ettiğini göstermektedir. Çalışmada tedarik zinciri direnç yeteneklerinin boyutları incelenmiş ve tedarik zinciri esnekliğinin, direnç yeteneklerinin geliştirilmesinde diğer yeteneklere göre daha fazla katkı sağladığı belirlenmiştir. Tedarik zinciri esnekliği yeteneği, özellikle bozulmalara karşı teslimat programlarının etkin yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır.

Esneklik boyutu değerlendirildiğinde, teslimat programlarının bozulmalarla başa çıkmak için düzenlenmesine önem verilmekte olup, sipariş teslim süresinin düzenlenmesi şirketler için daha az dikkat çekici olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda şirketler, esneklik kapasitesini artırmak için tedarikçi teslim sürelerinin düzenlenmesine yönelik çalışmalar yapılmalı ve özellikle teslimat programlarının bozulmalar karşısında etkin yönetilmesine öncelik vermelidir.

Direnç yeteneklerinden tedarik zinciri görünürlüğü değerlendirildiğinde, piyasa talep ve arz bilgilerine erişimin sağlanması yüksek önem taşırken, ana tedarikçilerin stok bilgisini zamanında paylaşması daha az önemsenmiştir. Bu doğrultuda görünürlüğün artırılması için ana tedarikçilerin stok durumunu zamanında paylaşması teşvik edilmeli; bunun için teknolojik altyapı iyileştirilmeli ve tedarik zinciri ortaklarıyla güvene dayalı ilişkiler kurulmalıdır.

İş birliği boyutunda, şirketler tarafından tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirme anlaşmaları önemli görülürken, bilgi paylaşımının doğruluğuna ve zamanlamasına daha az öncelik verilmiştir. Buna yönelik olarak tedarik zinciri iş birliği kapsamında, ilgili tüm bilgilerin doğru ve zamanında paylaşılmasına yönelik süreçler geliştirilmelidir.

Yedekler boyutunda, emniyet stokları ve yedek tedarikçilerle sözleşmeler kritik bulunurken, yedek tesislerin varlığı daha az değer görmüştür. Tedarik zinciri yedekleri yeteneğinin geliştirilmesi için operasyonel sürekliliği sağlamaya yönelik yedek tesislerin kurulması gerekmektedir. Ayrıca şirketler, sadece emniyet stokları ve yedek tedarikçilerle sınırlı kalmayıp altyapı yatırımlarını genişletmelidir.

Çeviklik boyutunda, teslim süresindeki değişimlere hızlı yanıt verilmesine önem verilirken, yeni ürünlere hızlı adaptasyon daha az vurgulanmıştır. Çevikliğin geliştirilmesi için teslim süresi gereksinimlerindeki değişikliklere hızlı yanıt vermeye yönelik esnek planlama sistemleri kurulmalı; ayrıca yeni ürünlerin pazara sunulmasında hızlanmayı destekleyecek stratejiler uygulanmalıdır.

Üçüncü ölçek (Tedarik Zinciri Direnci Ölçeği) incelendiğinde tedarik zinciri direncinin arttırılması için en önemli maddelerin “firmanın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmemesi” ve “firmanın tedarik zincirinin, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanması” olduğu görülmüştür. Bu kapsamda tedarik zinciri direncini artırmak isteyen yöneticilerin bu maddeleri göz önünde bulundurması önemlidir.

Çalışmada aracılık etkisinin incelenmesi için araştırmanın kavramsal modeline ilişkin dijital teknolojiler ve tedarik zinciri direnci değişkenlerinin yer aldığı bir aracısız model ve aracı değişken olan tedarik zinciri direnç yeteneklerinin modele dahil edildiği bir aracılı model oluşturularak test edilmiştir. Önerilen modellerin test edilmesi için veriler, İstanbul Sanayi Odası tarafından yapılan

Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu (İSO 500) çalışması kapsamında belirlenen 500 şirketin dijital teknolojiler hakkında bilgi sahibi olan tedarik zinciri yöneticilerinden ya da uzmanlarından anket yoluyla toplanmıştır. ISO 500 şirketlerinin tedarik zinciri yöneticilerine ya da uzmanlarına online olarak gönderilen anketlerden toplam 151 kullanılabilir veri toplanmıştır. Verilerin analizinde Yapısal Eşitlik Modeli kullanılmış ve modelin hipotezleri test edilerek aracılık etkisi incelenmiştir.

Önerilen aracısız modelde, öncelikle dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine direkt etkisi Hipotez 1 ile incelenmiştir. Çalışma bulguları, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu etkisini ortaya koyan önceki çalışmaların (Ivanov vd., 2018; Ralston ve Blackhurst, 2020; Furstenau vd., 2022; Birkel vd., 2023; Spieske vd., 2023; Ivanov, 2024) bulgularını desteklemektedir. Bu doğrultuda, şirketlerin nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi dijital teknolojilerinin kullanmasının tedarik zinciri direncinin arttırılmasında etkili olabileceği söylenebilir.

Çalışmada dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinin incelendiği aracısız modele tedarik zinciri direnç yetenekleri aracı değişkeni dahil edilerek oluşturulan aracılı modelde belirlenen Hipotez 2 ile dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bulgular dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yeteneklerine anlamlı bir etkisi olduğunu kanıtlamaktadır. Dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnç yeteneklerini geliştireceği bulgusu literatürde daha önce yapılan çalışmalar (Michel-Villarreal vd., 2021; Al-Khatib, 2023; Qader vd., 2022; Ning vd., 2023; Iftikhar vd., 2024) ile tutarlılık göstermektedir. Ayrıca bu bulgu şirketlerin dijital teknolojileri kullanmasının tedarik zinciri direnç yeteneklerinin geliştirilmesinde etkili olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Tedarik zinciri direnci belirli direnç yetenekleri ile elde edilmektedir ve bu yeteneklerin arttırılması ile tedarik zinciri direnci geliştirilebilir. Bu çerçevede tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi Hipotez 3 ile incelenmiştir. Çalışma bulguları tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ortaya koymuştur. Bu bulgu tedarik zinciri direnç yeteneklerinin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisine ilişkin yapılan önceki çalışmaların (Chowdhury ve Quaddus (2016)'ın direnç yeteneklerinden esnekliği, tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri iş birliğinin tedarik zinciri direnci üzerindeki olumlu etkisi olduğu bulgusunu ve Michel-Villarreal vd., (2021)'nin tedarik zinciri görünürlüğünün, tedarik zinciri iş birliğinin, tedarik zinciri esnekliğinin, tedarik zinciri yedeklerinin ve tedarik zinciri çevikliğinin tedarik zincirini olumlu yönde etkilediği bulgusunu desteklemektedir.

Direnç bütüncül bakış açıları gerektiren özellikle karmaşık bir konudur (Spieske ve Birkel, 2021: 2). İlgili literatür incelendiğinde dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkinin ve direnç yeteneklerinin bu ilişkideki rolünün kapsamlı bir şekilde analizine yönelik yalnızca iki teorik bir çalışmanın gerçekleştirildiği görülmüş (Spieske ve Birkel, 2021; Iftikhar vd, 2022) ve bu konuda herhangi bir ampirik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine etkisi ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin bu etkideki aracı rolünü H4 hipotezi ile incelenmiştir. Bulgular dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerine olan etkisinde direnç yeteneklerinin aracı etkisi olduğunu göstermektedir. Çalışma bulguları, Huang vd. (2023) dijital teknolojilerin benimsenmesinin tedarik zinciri direnci üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu ve tedarik zinciri iş birliği ile tedarik zinciri görünürlüğü'nün bu etkiye aracılık ettiği bulgusunu; Qader vd. (2022) dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki olumlu etkisine tedarik zinciri görünürlüğü'nün aracılık ettiği bulgusunu; Ning vd. (2023) dijital teknolojilerle tedarik zinciri direnci arasında pozitif bir ilişki olduğu ve tedarik zinciri çevikliği yeteneğinin dijital teknolojiler ile tedarik zinciri direnci arasındaki ilişkiye tam olarak aracılık ettiği bulgusunu desteklemektedir. Son olarak bu tez çalışması, Türkiye’de bu konuda yapılan ilk ampirik çalışma olması nedeniyle özgün nitelik taşıdığı ve bilimsel katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teorik Çıkarımlar

Bu tez çalışması, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisini ve tedarik zinciri direnç yeteneklerinin bu etkide aracı rolünü kavramsal ve ampirik olarak ortaya koyarak literatüre önemli katkılar sağlamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre aşağıdaki teorik çıkarımlar yapılabilir:

1. Tedarik zinciri direnci doğrudan dijital teknolojilerle değil; görünürlük, iş birliği, esneklik, yedekler ve çeviklik gibi direnç yetenekleri aracılığıyla güçlenmektedir. Bu bulgu, tedarik zinciri direncinin geliştirilmesinde aracı faktörlerin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur.
2. Dijital teknolojilerin, tedarik zinciri direnç yetenekleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, dijital teknolojilerin doğrudan değil, direnç yetenekleri üzerinden tedarik zinciri direnci üzerinde etkili olduğu yönündeki teorik varsayımları desteklemektedir.
3. Çalışmada, dijital teknolojiler kapsamında yer verilen dört temel teknoloji (büyük veri analitiği, nesnelerin interneti, dijital ikiz ve blokzincir) ile tedarik zinciri direnç yetenekleri arasındaki ilişkinin birlikte ele alınması, literatürde bu kapsamda ampirik olarak test edilen ilk çalışmalardan biri olması açısından özgün bir katkı sağlamaktadır.
4. Çalışmada, tedarik zincirinin dijitalleşmesini sağlayan temel teknolojilerden büyük veri analitiğinin, diğer dijital teknolojilere göre daha yüksek katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu bulgu, büyük veri analitiğinin tedarik zincirinin dijitalleşmesinde merkezi bir role sahip olduğunu ve diğer teknolojilerle etkileşim içerisinde hareket ettiğini göstermektedir.

İşletmelere Yönelik Çıkarımlar

Araştırma bulguları, tedarik zinciri direncini güçlendirmek ve dijitalleşme sürecini stratejik bir avantaj olarak kullanmak isteyen işletmelere yönelik önemli öneriler sunmaktadır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre aşağıdaki işletmelere yönelik çıkarımlar yapılabilir:

1. Dijital teknolojilere yapılan yatırımların tedarik zinciri direncini geliştirmede etkili olabilmesi için işletmelerin direnç yeteneklerini (özellikle esneklik ve görünürlük yeteneklerini) sistematik olarak geliştirmesi gerekmektedir.
2. Büyük veri analitiği, dijital dönüşüm sürecinde temel bir rol oynamaktadır. Bu nedenle işletmelerin veri toplama, analiz etme ve veriye dayalı kararlar alma becerilerini geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır.
3. Tedarik zinciri esnekliği, direnç yetenekleri içerisinde en yüksek katkı sağlayan unsur olarak öne çıkmıştır. Bu doğrultuda işletmelerin yedek tedarik kaynakları oluşturması, yedek tesis ve kapasiteye sahip olması ve lojistik ağlarını çeşitlendirmesi önerilmektedir.
4. Tedarik zinciri yöneticilerinin, dijital teknolojileri yalnızca operasyonel verimlilik için değil, aynı zamanda bozulmalara karşı hazırlıklı olma ve hızlı yanıt verebilmek için kullanmaları tedarik zinciri direncinin gelişmesini sağlayacaktır.
5. Son olarak, bu çalışma, işletmelere tedarik zincirlerini maliyet odaklı değil, aynı zamanda direnç odaklı yönetmeleri gerektiğini göstermektedir. Dijitalleşme stratejileri bu iki hedefi birlikte destekleyecek şekilde belirlenmelidir.

Araştırmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalara Yönelik Öneriler

Bu araştırma, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinde direnç yeteneklerinin aracı rolünü incelemeyi amaçlamaktadır. Ancak, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, araştırmanın örneklemini Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu ile sınırlıdır. Bu durum, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeleri (KOBİ) kapsam dışı bıraktığından, elde edilen sonuçların Türkiye'deki tüm sanayi işletmelerine genelleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Yapılan bu çalışma, kesitsel bir tasarıma sahiptir ve belirli bir süre aralığında tedarik zinciri direnci üzerindeki etkiler değerlendirilmiştir. Dolayısıyla etkiler belli bir zaman diliminde elde edilen veriler üzerinden değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Buna yönelik olarak, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisi belirli bir zaman diliminde incelenmiştir. Dolayısıyla söz konusu teknolojilerin uzun vadeli etkileri veya zaman içerisindeki değişimleri değerlendirme kapsamının dışında kalmıştır.

Çalışmada dijital teknolojiler genel bir çerçevede ele alınmış olup, hangi spesifik teknolojilerin hangi direnç yeteneğini geliştirmede daha etkili olduğu detaylı bir biçimde ayrıştırılmamıştır. Bu durum, teknolojilerin etkisinin sektörel veya kullanım bazlı farklılıklarının

göz ardı edilmesine neden olabilir. Ayrıca bu çalışma farklı sektörlerde faaliyet gösteren şirketler üzerine yapılmıştır ve sektör bazlı farklılıklar detaylı olarak incelenmemiştir. Bu kapsamda tedarik zinciri direnci ve dijital teknolojilerin kullanımı sektörler açısından farklılık gösterebilir. Bu nedenle, sektörel bazda araştırma yapılmaması, bulguların daha ayrıntılı analiz edilmesini sınırlamıştır.

Çalışmanın kısıtları olmakla birlikte, bu çalışmanın gelecekte yapılacak araştırmalarda yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Literatürde tedarik zinciri direncini arttıran yetenek ve stratejilere ilişkin çok sayıda çalışma varken, tedarik zinciri direncini azaltıcı faktörler üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, direnç azaltıcı faktörlerin belirlenmesi ve dijital teknolojiler ile arasındaki ilişkinin incelenmesi üzerine araştırma yapılması önerilmektedir. Ayrıca tedarik zinciri direncini ölçmek için kabul görmüş bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Buna yönelik olarak bir direnç ölçüm aracı ya da tekniğinin geliştirilmesi ve direncin ölçülmesi için anlamlı göstergeler belirlenmesi tedarik zinciri direncinin geliştirilmesi açısından katkı sağlayacaktır.

Çalışmada dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine olan etkisine direnç yeteneklerinin aracı rolü incelenirken tedarik zincirlerinin dijitalleşmesini sağlayan teknolojilerden temel teknolojiler olduğu düşünülen dört teknoloji (nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, dijital ikiz ve blokzincir teknolojisi) ile belirlenen beş direnç yeteneği (tedarik zinciri görünürlüğü, tedarik zinciri iş birliği, tedarik zinciri esnekliği, tedarik zinciri yedekleri ve tedarik zinciri çevikliği) araştırma modeline dahil edilmiştir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalara farklı teknolojilerin (bulut bilişim, siber fiziksel sistemler ve eklemeli üretim gibi) ve direnç yeteneklerinin (yalınlık gibi) dahil edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, gelecekte, hangi spesifik teknolojilerin hangi direnç yeteneğini geliştirmede daha etkili olduğu incelenmesine yönelik kapsamlı bir araştırma, tedarik zinciri yöneticilerine tedarik zincirlerinin direncini nasıl geliştirecekleri konusunda ışık tutacak ve yatırım kararları verirken rehberlik edecektir.

Dijital teknolojiler, bozulmalara karşı tedarik zinciri direncini artırmak için kritik öneme sahip olduğu bu çalışmada vurgulanmıştır. Ancak ürünlerin dayanıklılık düzeyine bağlı olarak dijital teknolojilerin tedarik zinciri direncine sağlayacağı katkı değişebilir. Özellikle dijital teknolojilerin çabuk bozulan ürünlere (örneğin gıda, ilaç) ait tedarik zincirlerinin direncine etkisi ile uzun ömürlü ürünlerin (örneğin otomobil parçaları, dayanıklı beyaz eşyalar) tedarik zinciri direncine etkisi gelecekte yapılacak çalışmalarla incelenebilir.

Son olarak, bu çalışma bozulmalar sırasında tedarik zinciri direncini yönetmek isteyen ve dijital teknolojiyi kullanan tedarik zinciri yöneticileri için bozulmalara hazırlıklı olma ve etkili yanıt verebilme, bozulmalarla başa çıkabilme, bozulmanın olumsuz etkilerini azaltma, bozulma öncesi duruma hızla dönebilme ve bozulmaları fırsata dönüştürebilmek konusunda yol gösterici

olabilir. Bu doğrultuda şirketler, tedarik zinciri direnç yeteneklerini geliştirmek için tedarik zinciri direnç yeteneklerini bütünsel bir şekilde ele alarak, görünürlük, iş birliği, esneklik, yedekler ve çeviklik yeteneklerini dengeli bir şekilde geliştirmeye yönelik planlama yapmalıdır. Ayrıca, tüm teknolojiler şirketler tarafından bütüncül bir dijital dönüşüm stratejisiyle birlikte ele alınmalıdır. Farklı dijital teknolojilerin farklı katkılar sunduğu göz önüne alındığında, bu teknolojilerin entegrasyonunu sağlayacak uygulamalar, tedarik zinciri dijitalleşmesinde yüksek etki yaratacaktır.



KAYNAKÇA

- Agrawal, Prakash ve Narain, Rakesh (2018), "Digital supply chain management: An Overview", **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 455 (1), IOP Publishing, 012074.
- Ahmed, Tazim vd. (2023), "Modeling the artificial intelligence-based imperatives of industry 5.0 towards resilient supply chains: A post-COVID-19 pandemic perspective", **Computers & Industrial Engineering**, 177, 109055.
- Al Naimi, Maryam vd. (2022), "A systematic mapping review exploring 10 years of research on supply chain resilience and reconfiguration", **International Journal of Logistics Research and Applications**, 25(8), 1191-1218.
- Ali, Abubakar vd. (2017), "Analysing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review", **Supply Chain Management: An International Journal**, 22(1), 16-39.
- Al-Khatib, Ayman Wael (2023), "Internet of things, big data analytics and operational performance: the mediating effect of supply chain visibility", **Journal of Manufacturing Technology Management**, 34(1), 1-24.
- Alkhatib, Saleh Fahed ve Momani, Rahma Asem (2023), "Supply chain resilience and operational performance: the role of digital technologies in Jordanian manufacturing firms", **Administrative Sciences**, 13(2), 40.
- Al-Talib, Moayad vd. (2020), "Achieving Resilience in The Supply Chain by Applying IOT Technology", **Procedia CIRP**, 91, 752-757.
- Alvarenga, Murilo Zamboni vd. (2023), "The impact of using digital technologies on supply chain resilience and robustness: the role of memory under the covid-19 outbreak", **Supply Chain Management: An International Journal**, 28(5), 825-842.
- Ambrogio, Giuseppina vd. (2022), "Workforce and supply chain disruption as a digital and technological innovation opportunity for resilient manufacturing systems in the COVID-19 pandemic", **Computers & Industrial Engineering**, 169, 108158.

- Ambulkar, Saurabh vd. (2015), "Firm's resilience to supply chain disruptions: Scale development and empirical examination", **Journal of Operations Management**, 33, 111-122.
- Arji, Goli vd. (2023), "Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during COVID-19 by digital innovations: A systematic literature review", **Informatics in Medicine Unlocked**, 38, 101199.
- Avşar, Asiye Şengül (Ed.) (2024), **Jamovi İle Kolay İstatistik**, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Azadegan, Arash vd. (2021), "Surprising supply chain disruptions: Mitigation effects of operational slack and supply redundancy", **International journal of production economics**, 240, 108218.
- Azadeh, Ali vd. (2014), "Modelling and Improvement of Supply Chain with Imprecise Transportation Delays and Resilience Factors", **International Journal of Logistics Research and Applications**, 17(4), 269-282.
- Bahrami, Mohammad vd. (2022), "Big data analytics capability and supply chain performance: the mediating roles of supply chain resilience and innovation", **Modern Supply Chain Research and Applications**, 4(1), 62-84.
- Bakshi, Nitin ve Kleindorfer, Paul (2009), "Co-opetition and investment for supply-chain resilience", **Production and Operations Management**, 18(6), 583-603.
- Balakrishnan, A. S. ve Ramanathan, Usha (2021), "The role of digital technologies in supply chain resilience for emerging markets' automotive sector", **Supply Chain Management: An International Journal**, 26(6), 654-671.
- Balcı, Ali (2011), **Sosyal Bilimlerde Araştırma, Yöntem, Teknik ve İlkeler**, 9. Baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Baron, R. M. ve Kenny, D. A. (1986), "The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations", **Journal of personality and social psychology**, 51(6), 1173.
- Barrett, Paul (2007), "Structural Equation Modelling: Adjudging Model Fit", **Personality and Individual Differences**, 42(5), 815–824.
- Barroso, A. P., vd. (2010), "Toward a resilient supply chain with supply disturbances", **In 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, IEEE, 245-249.

- Belhadi, Amine vd. (2021), “Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries”, **Technological Forecasting and Social Change**, 163, 120447.
- Ben-Daya, M. vd. (2019), “Internet of things and supply chain management: a literature review”, **International Journal of Production Research**, 57(15-16), 4719-4742.
- Bentler, Peter M. (1990), “Comparative Fit Indexes in Structural Models”, **Psychological Bulletin**, 107(2), 238-246.
- Bhargava, Bharat vd. (2013), “Secure information sharing in digital supply chains”, **In 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC)**, 1636-1640, IEEE
- Bigliardi, Barbara vd. (2022), “The digitalization of supply chain: a review”, **Procedia Computer Science**, 200, 1806-1815.
- Birkel, Hendrik Sebastian ve Hartmann, Evi (2020), “Internet of Things–the future of managing supply chain risks”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 25(5), 535-548.
- Birkel, Hendrik vd. (2023), “How have digital technologies facilitated supply chain resilience in the COVID-19 pandemic? An exploratory case study”, **Computers & Industrial Engineering**, 183, 109538.
- Biswas, Sanjib ve Sen, Jaydip (2016), “A proposed architecture for big data driven supply chain analytics”, **ICFAI University Press (IUP) Journal of Supply Chain Management**, 13(3), 7-34.
- Blackhurst, Jennifer vd. (2011), “An empirically derived framework of global supply resiliency”, **Journal of Business Logistics**, 32(4), 374-391.
- Brandon-Jones, Emma vd. (2014), “A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness”, **Journal of Supply Chain Management**, 50(3), 55-73.
- Braunscheidel, Michael J. ve Suresh, Nallan C. (2009), “The organizational antecedents of a firm’s supply chain agility for risk mitigation and response”, **Journal of Operations Management**, 27(2), 119-140.
- Brennen, J. Scott ve Kreiss, Daniel (2016): “Digitalization.” **The international encyclopedia of communication theory and philosophy**, 1-11.

- Brown, T. A. (2006), **Confirmatory factor analysis for applied research**, Guilford Press, New York, London.
- Bülbül, Hasan (2003), **Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Ürün ve Süreç Yeniliği: Bilişim Teknolojileri Uygulaması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi.
- Burgos, Diana ve Ivanov, Dmitry (2021), “Food retail supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: A digital twin-based impact analysis and improvement directions”, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 152, 102412.
- Burns, Alvin C. vd. (2017), **Marketing Research**, Eighth Edition, Pearson, England.
- Büyüközkan, Gülçin ve Göçer, Fethullah (2018), “Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research”, **Computers in Industry**, 97, 157-177.
- Büyüköztürk, Şener (2013), **Sosyal Bilimler İçin Veri analizi El Kitabı**, 18.Baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Büyüköztürk, Şener vd. (2016), **Bilimsel Araştırma Yöntemleri**, 21.Baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Byrne, Barbara M. (2012), **Structural Equation Modeling with Mplus: Basic Concepts, Applications, and Programming**, 2nd Edition, New York: Routledge.
- Cabral, Izunildo vd. (2012), “A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain management”, **International Journal of Production Research**, 50(17), 4830-4845.
- Çağlıyan, Vural (2009), **Yenilikçilik, Tedarikçi Katılımı ve İşletme Performansı Üzerine Değer Zinciri Yönetimi Temelli Bir Yaklaşım: Otomotiv Sektöründe Görgül Bir Araştırma**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi.
- Calvo, Jorge vd. (2020), “Supply chain resilience and agility: a theoretical literature review”, **International Journal of Supply Chain and Operations Resilience**, 4(1), 37-69.
- Cao, Mei vd. (2010), “Supply Chain Collaboration: Conceptualisation and Instrument Development”, **International Journal of Production Research**, 48(22), 6613-6635.
- _____ (2017), “Establishing the use of cloud computing in supply chain management”, **Operations Management Research**, 10, 47-63.

- Carvalho, Helena vd. (2012), “Agile and resilient approaches to supply chain management: influence on performance and competitiveness”, **Logistics Research**, 4, 49-62.
- Centobelli, Piera vd. (2023), “Sailing through a digital and resilient shipbuilding supply chain: An empirical investigation”, **Journal of Business Research**, 158, 113686.
- Chen, Liwei vd. (2020), “A resilience measure for supply chain systems considering the interruption with the cyber-physical systems”, **Reliability engineering & system safety**, 199, 106869.
- Choi, Tsan-Ming ve Luo, Suyuan (2019), “Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes”, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 131, 139-152.
- Chopra, Sunil ve Sodhi, ManMohan S. (2004), “Managing risk to avoid supply-chain breakdown”, **MIT Sloan Management Review**, 46(1), 53-61.
- _____ (2014), “Reducing the risk of supply chain disruptions” **MIT Sloan Management Review**, 55(3), 73-80.
- Chowdhury, Md Maruf Hossan ve Quaddus, Mohammed (2016), “Supply chain readiness, response and recovery for resilience”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 21(6), 709-731.
- Chowdhury, Priyabrata vd. (2021), “COVID-19 pandemic related supply chain studies: A systematic review”, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 148, 102271.
- Christopher, Martin (2000), “The agile supply chain: competing in volatile markets”, **Industrial marketing management**, 29(1), 37-44.
- Christopher, Martin ve Lee, Hau (2004), “Mitigating supply chain risk through improved confidence”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 34(5), 388-396.
- Christopher, Martin, and Peck, Helen (2004), “Building the resilient supply chain”, **International Journal of Logistics Management**, 15 (2), 1-13.
- Closs, David J. ve McGarrell, Edmund F. (2004), **Enhancing security throughout the supply chain**, 10-12, DC: IBM Center for the Business of Government, Washington.
- Çokluk, Ömay vd. (2012), **Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları**, 2.Baskı, Pegem Akademi, Ankara.

- Craighead, Christopher W. vd. (2007), "The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities", **Decision Sciences**, 38(1), 131-156.
- Daganzo, Carlos F. (2004), "On the stability of supply chains", **Operations Research**, 52(6), 909-921.
- Datta, Partha Priya (2007), **A complex system, agent based model for studying and improving the resilience of production and distribution networks**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cranfield University.
- de Farias, Ingra Viel vd. (2022), "Visibility model for enhancing supply chains resilience", **IFAC-PapersOnLine**, 55(10), 2521-2525.
- Demirel, Güven vd. (2019), "Identifying dynamical instabilities in supply networks using generalized modeling", **Journal of Operations Management**, 65(2), 136-159.
- Demming, Carsten L. vd. (2017), "Conducting mediation analysis in marketing research", **Marketing: ZFP–Journal of Research and Management**, 39(3), 76-93.
- Dey, Shantanu (2023), "Surviving major disruptions: Building supply chain resilience and visibility through rapid information flow and real-time insights at the "edge"", **Sustainable Manufacturing and Service Economics**, 2, 100008.
- Diabat, Ali vd. (2012), "Supply chain risk management and its mitigation in a food industry", **International Journal of Production Research**, 50(11), 3039-3050.
- Dolgui, Alexandre vd. (2018), "Ripple effect in the supply chain: an analysis and recent literature", **International Journal of Production Research**, 56(1-2), 414-430.
- _____. (2020), "Does the ripple effect influence the bullwhip effect? An integrated analysis of structural and operational dynamics in the supply chain", **International Journal of Production Research**, 58(5), 1285-1301.
- Dubey, Rameshwar vd. (2020), "Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting", **International Journal of Production Research**, 58(11), 3381-3398.
- _____. (2021), "Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience", **International Journal of Production Research**, 59(1), 110-128.
- Ekanayake, E. M. A. C. vd. (2021), "Identifying supply chain capabilities of construction firms in industrialized construction", **Production Planning & Control**, 32(4), 303-321.

- Falasca, Mauro vd. (2008), “A decision support framework to assess supply chain resilience”, **In Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference**, Washington, 596-605.
- Fiksel, Joseph (2003), “Designing resilient, sustainable systems”, **Environmental science & technology**, 37(23), 5330-5339.
- Forbes, Sharon L. ve Wilson, Mark MJ (2018), “Resilience and response of wine supply chains to disaster: the Christchurch earthquake sequence”, **The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research**, 28(5), 472-489.
- Fortune (2020), “94% of the Fortune 1000 are seeing coronavirus supply chain disruptions: Report”, <https://fortune.com/2020/02/21/fortune-1000-coronavirus-china-supply-chain-impact/> (26.07.2024).
- Fügener, Andreas vd. (2022), “Cognitive challenges in human–artificial intelligence collaboration: Investigating the path toward productive delegation”, **Information Systems Research**, 33(2), 678-696.
- Furstenau, Leonardo Bertolin vd. (2022), “Resilience capabilities of healthcare supply chain and supportive digital technologies”, **Technology in Society**, 71, 102095.
- Gaonkar, Roshan S. ve Viswanadham, Nukala (2007), “Analytical framework for the management of risk in supply chains”, **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, 4(2), 265-273.
- Ghadge, Abhijeet vd. (2012), “Supply chain risk management: present and future scope”, **The International Journal of Logistics Management**, 23(3), 313-339.
- Gölgeci, Ismail ve Ponomarov, Serhiy Y. (2015), “How does firm innovativeness enable supply chain resilience? The moderating role of supply uncertainty and interdependence”, **Technology Analysis & Strategic Management**, 27(3), 267-282.
- Gorsuch, Richard L. (1983), **Factor Analysis**, 2. Baskı, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, ABD.
- Güleş, Hasan Kürşat (1996), **The impact of advanced manufacturing technologies on buyer-supplier relationships in the Turkish automotive industry**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Leeds.
- Gunasekaran, Angappa vd. (2015), “Supply chain resilience: role of complexities and strategies”, **International Journal of Production Research**, 53(22), 6809-6819.

- Guoping, Cheng ve Zhu, Xinqiu (2010), “Research on resilient supply chain on the basis of Hooke's law”, **In 2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment**, IEEE, 1-3.
- Gupta, Shalini ve Jones, Erick C. (2014), “Optimizing supply chain distribution using cloud based autonomous information”, **International Journal of Supply Chain Management**, 3(4), 79-90.
- Gupta, Shivam vd. (2022), “Examining the influence of big data analytics and additive manufacturing on supply chain risk control and resilience: An empirical study”, **Computers & Industrial Engineering**, 172, 108629.
- Hair, Joseph F. (2013), **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling {PLS-SEM}**, SAGE Publications, the United States of America.
- Han, Yu vd. (2020), “A systematic literature review of the capabilities and performance metrics of supply chain resilience”, **International Journal of Production Research**, 58(15), 4541-4566.
- Hayes, Andrew (2013), "Integrating mediation and moderation analysis: Fundamentals using PROCESS”, **Introduction to mediation, moderation and conditional process analysis**, 507.
- He, Xinhua vd. (2023), “Digital transformation, technological innovation, and operational resilience of port firms in case of supply chain disruption”, **Marine pollution bulletin**, 190, 114811.
- Hennelly, Patrick A. vd. (2020), “Rethinking supply chains in the age of digitalization”, **Production Planning & Control**, 31(2-3), 93-95.
- Ho, William vd. (2015), “Supply chain risk management: a literature review”, **International Journal of Production Research**, 53(16), 5031-5069.
- Hoberg, P. vd. (2015), “Research Report: skills for digital transformation”, **SAP SE and Technical University of Munich**, Germany.
- Hohenstein, Nils-Ole vd. (2015), “Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 45(1/2), 90-117.
- Holling, Crawford S. (1973), “Resilience and stability of ecological systems”, **Annual Review of Ecology and Systematics**, 4(1), 1–23.

- Hollnagel, Erik vd. (Ed.) (2006), **Resilience engineering: Concepts and precepts**, Ashgate Publishing Limited, England.
- Hooper, Daire vd. (2008), “Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit”, **Electronic Journal of Business Research Methods**, 6(1), 53–60.
- Hosseini, Seyedmohsen vd. (2019), “Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis”, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 125, 285-307.
- Hosseini, Seyedmohsen ve Ivanov, Dmitry (2022), “A new resilience measure for supply networks with the ripple effect considerations: A Bayesian network approach”, **Annals of Operations Research**, 319(1), 581-607.
- Hu, Lingyu vd. (2024), “Blockchain technology adaptation and organizational inertia: moderating role between knowledge management processes and supply chain resilience”, **Kybernetes**, 53(2), 515-542.
- Huang, Kerry vd. (2023), “The impact of industry 4.0 on supply chain capability and supply chain resilience: A dynamic resource-based view”, **International Journal of Production Economics**, 262, 108913.
- Iacobucci, Dawn (2008), **Mediation analysis**, Sage Publications, California.
- Iftikhar, Anas vd. (2023), “The impact of supply chain complexities on supply chain resilience: the mediating effect of big data analytics”, **Production Planning & Control**, 34(16), 1562-1582.
- _____ (2024), “Digital innovation, data analytics, and supply chain resiliency: A bibliometric-based systematic literature review”, **Annals of Operations Research**, 333(2), 825-848.
- ISO 500 (2022). “Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu 2022”, İstanbul Sanayi Odası Dergisi Mayıs 2022 Özel Sayı, <https://www.iso500.org.tr/iso-500-dergiler> (25.08.2024).
- Ivanov, Dmitry (2018), **Structural Dynamics and Resilience in Supply Chain Risk Management**, (Vol. 265), Springer International Publishing, Berlin.
- _____ (2020), “Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case”, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 136, 101922.

- _____ (2021a), **Introduction to Supply Chain Resilience: Management, Modelling, Technology**, Springer Nature, Cham.
- _____ (2021b), “Digital supply chain management and technology to enhance resilience by building and using end-to-end visibility during the COVID-19 pandemic”, **IEEE Transactions on Engineering Management**, 10485-10495.
- _____ (2023), “Intelligent digital twin (IDT) for supply chain stress-testing, resilience, and viability”, **International Journal of Production Economics**, 263, 108938.
- _____ (2024), “Two views of supply chain resilience”, **International Journal of Production Research**, 62(11), 4031-4045.
- Ivanov, Dmitry vd. (2014), “The Ripple effect in supply chains: trade-off ‘efficiency-flexibility-resilience’ in disruption management”, **International Journal of Production Research**, 52(7), 2154-2172.
- Ivanov, Dmitry vd. (2016), “Dynamic Recovery Policies for Time-Critical Supply Chains Under Conditions of Ripple Effect”, **International Journal of Production Research**, 54(23), 7245-7258.
- _____ (2017), “Literature review on disruption recovery in the supply chain”, **International Journal of Production Research**, 55(20), 6158-6174.
- _____ (2018), “A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0”, **Annual Reviews in Control**, 46, 134-147.
- _____ (2019a), “Ripple effect in the supply chain: Definitions, frameworks and future research perspectives”, Ivanov, Dmitry vd. (Ed.), **Handbook of Ripple Effects in The Supply Chain**, içinde (1-33), Springer, Cham.
- _____ (2019b), “Digital supply chain twins: Managing the ripple effect, resilience, and disruption risks by data-driven optimization, simulation, and visibility”, **Handbook of Ripple Effects in The Supply Chain**, 309-332.
- _____ (2019c), “The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics”, **International Journal of Production Research**, 57(3), 829-846.

- _____ (2021), “Supply chain resilience and its interplay with digital technologies: Making innovations work in emergency situations”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 51(2), 97-103.
- Ivanov, Dmitry ve Dolgui, Alexandre (2019), “Low-Certainty-Need (LCN) supply chains: a new perspective in managing disruption risks and resilience”, **International Journal of Production Research**, 57(15-16), 5119-5136.
- _____ (2020), “Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak”, **International Journal of Production Research**, 58(10), 2904-2915.
- _____ (2021), “A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0”, **Production Planning & Control**, 32(9), 775-788.
- Ivanov, Dmitry ve Sokolov Boris (2013), “Control and system-theoretic identification of the supply chain dynamics domain for planning, analysis and adaptation of performance under uncertainty”, **European Journal of Operational Research**, 224(2), 313-323.
- Jabbarzadeh, Armin vd. (2018), “Resilient and sustainable supply chain design: sustainability analysis under disruption risks”, **International Journal of Production Research**, 56(17), 5945-5968.
- Jalil, Fazila (2023), “Retracted Article: Post-COVID-19’s impact on green supply chain management and sustainable E-commerce performance: the moderating role of big data analytics”, **Environmental Science and Pollution Research**, 30(54), 115683-115698.
- Janadari, M. P. N. (2016), “Evaluation of measurement and structural model of the reflective model constructs in PLS–SEM”, **In Proceedings of the 6th International Symposium-2016 South Eastern University of Sri Lanka (SEUSL)**, Oluvil, Sri Lanka, 20-21.
- Johnson, Noel vd. (2013), “Exploring the role of social capital in facilitating supply chain resilience”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 18(3), 324-336.

- Jonsson, Patrik (2000), “An empirical taxonomy of advanced manufacturing technology”, **International Journal of Operations & Production Management**, 20(12), 1446-1474.
- Ju, Yingjie vd. (2021), “Integration quality, value co-creation and resilience in logistics service supply chains: moderating role of digital technology”, **Industrial Management & Data Systems**, 121(2), 364-380.
- Jüttner, Uta (2005), “Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective”, **The International Journal of Logistics Management**, 16(1), 120-141.
- Jüttner, Uta vd. (2003), “Supply chain risk management: outlining an agenda for future research”, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 6(4), 197-210.
- Jüttner, Uta ve Maklan, Stan (2011), “Supply Chain Resilience in The Global Financial Crisis: An Empirical Study”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 16(4), 246-259.
- Kache, Florian ve Seuring, Stefan (2017), “Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management”, **International Journal of Operations & Production Management**, 37(1), 10-36.
- Kalaycı, Şeref (Ed.) (2010), **SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri**, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kamalahmadi, Masoud ve Parast, Mahour Mellat (2016), “A Review of The Literature on The Principles of Enterprise and Supply Chain Resilience: Major Findings and Directions for Future Research”, **International Journal of Production Economics**, 171, 116-133.
- Karl, Alexandre Augusto vd. (2018), “Supply Chain Resilience and Key Performance Indicators: A Systematic Literature Review”, **Production**, 28, e20180020.
- Kelloway, E. Kewin (2015), **Using Mplus for Structural Equation Modeling**, SAGE Publication, Amerika.
- Khalili, Seyed Mohammad vd. (2017), “Integrated production–distribution planning in two-echelon systems: a resilience view”, **International Journal of Production Research**, 55(4), 1040-1064.

- Klibi, Walid vd. (2010), "The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review", **European Journal of Operational Research**, 203(2), 283-293.
- Kline, Paul (1994), **An easy guide to factor analysis**. Routledge, New York.
- Kline, Rex B. (2011), **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, Third Edition, The Guilford Press, New York London.
- Kochan, Cigdem Gonul ve Nowicki, David R. (2018), "Supply chain resilience: a systematic literature review and typological framework", **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 48(8), 842-865.
- Koğar, Hakan (2023), **R İle Geçerlik ve Güvenirlik Analizleri**, 5.Baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Larsson, Tobias ve Kamal, S. (2020), "ANNUAL RISK REPORT 2020", <https://www.resilience360.dhl.com/resilienceinsights/resilience360-2020-annual-risk-report/> (11.12.2023).
- Latour, Almar (2001), "Trial by fire: A blaze in Albuquerque sets off major crisis for cell-phone giants", **Wall Street Journal**, 1(29), <https://www.wsj.com/articles/SB980720939804883010> (25.07.2024).
- Leech, Nancy L. (2005), **SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation**, Second Edition, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, New Jersey, London.
- Legner, Christine vd. (2017), "Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community" **Business & Information Systems Engineering**, 59, 301-308.
- Lengnick-Hall, Cynthia A. ve Tammy E. Beck (2005), "Adaptive fit versus robust transformation: How organizations respond to environmental change", **Journal of management**, 31(5), 738-757.
- Leveling, Jens vd. (2014), "Big data analytics for supply chain management", **2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, IEEE, 918-922.
- Lewis, Michael A. ve Slack, Nigel (Ed) (2003), **Operations Management: Critical Perspectives on Business and Management** (Vol. 4), Routledge Taylor & Francis Group, London and New York.

- Li, Xiaoming (2023), "Inventory management and information sharing based on blockchain technology", **Computers & Industrial Engineering**, 179, 1-11.
- Li, Ying vd. (2020), "The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model", **International Journal of Production Economics**, 229, 107777.
- Lohmer, Jacob vd. (2020), "Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study", **International Journal of Production Economics**, 228, 107882.
- Longo, Francesco ve Oren, Tuncer (2008), "Supply chain vulnerability and resilience: a state of the art overview", Camposa San Giovanni, **In Proceedings of the European modeling & simulation symposium**, 1, Amantea, 527-533.
- Lu, Qiang vd. (2023), "Enhancing supply chain resilience with supply chain governance and finance: The enabling role of digital technology adoption", **Business Process Management Journal**, 29(4), 944-964.
- Lupi, Francesco vd. (2023), "Blockchain-based shared additive manufacturing", **Computers & Industrial Engineering**, 183, 109497.
- MacCarthy, Bart L ve Ivanov, Dmitry (Ed.) (2022), **The digital supply chain**, Elsevier, United Kingdom.
- Manavalan, Ethirajan ve Jayakrishna, Kandasamy (2019), "A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements", **Computers & Industrial Engineering**, 127, 925-953.
- Mandal, Santanu vd. (2016), "Achieving supply chain resilience: The contribution of logistics and supply chain capabilities", **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, 7(5), 544-562.
- Marmolejo-Saucedo, Jose Antonio ve Hartmann, Scarlett (2020), "Trends in digitization of the supply chain: A brief literature review", **EAI Endorsed Transactions on Energy Web**, 7(29), e8-e8.
- Martins, Vitor William Batista vd. (2022), "Resilience in the supply chain management: understanding critical aspects and how digital technologies can contribute to Brazilian companies in the COVID-19 context", **Modern Supply Chain Research and Applications**, 4(1), 2-18.

- Mayne, David Q. vd. (2000), “Constrained model predictive control: Stability and optimality”, **Automatica**, 36(6), 789-814.
- Mazhar, Syeda Ayeman vd. (2021), “Methods of data collection: A fundamental tool of research”, **Journal of Integrated Community Health**, 10(1), 6-10.
- McCann, Kevin Shear (2000), “The diversity–stability debate”, **Nature**, 405(6783), 228-233.
- Meidute-Kavaliauskiene, Ieva vd. (2021), “An integrated impact of blockchain on supply chain applications”, **Logistics**, 5(2), 33.
- Mell, Peter ve Grance, Timothy (2011), “The NIST Definition of Cloud Computing”, **NIST Special Publication 800-145**, 1-3.
- Melnyk, Steven A. vd. (2014), “Understanding supply chain resilience”, **Supply Chain Management Review**, 18(1), 34-42.
- Meyers, Lawrence S. (2016), **Applied Multivariate Research Design and Interpretation**, Third Edition, SAGE Publications, the United States of America.
- Michel-Villarreal, Rosario vd. (2021), “Resilience and digitalization in short food supply chains: A case study approach”, **Sustainability**, 13(11), 5913.
- Min, Hokey (2019), “Blockchain technology for enhancing supply chain resilience”, **Business Horizons**, 62(1), 35-45.
- Moshood, Taofeeq D. vd. (2021), “Digital twins driven supply chain visibility within logistics: A new paradigm for future logistics”, **Applied System Innovation**, 4(2), 29.
- Naghshineh, Bardia ve Carvalho, Helena (2022), “The implications of additive manufacturing technology adoption for supply chain resilience: A systematic search and review”, **International Journal of Production Economics**, 247, 108387.
- Nair, Anand ve Vidal, José M (2011), “Supply network topology and robustness against disruptions—an investigation using multi-agent model”, **International Journal of Production Research**, 49(5), 1391-1404.
- Namdar, Jafar vd. (2018), “Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks”, **International Journal of Production Research**, 56(6), 2339-2360.

- Nguyen, Truong vd. (2018), "Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review", **Computers & operations research**, 98, 254-264.
- Ning, Yu vd. (2023), "How do digital technologies improve supply chain resilience in the COVID-19 pandemic? Evidence from Chinese manufacturing firms", **Frontiers of Engineering Management**, 10(1), 39-50.
- Novak, David C. vd. (2021), "Whose resilience matters? Addressing issues of scale in supply chain resilience", **Journal of Business Logistics**, 42(3), 323-335.
- Oğuz, Alparslan (2022), **Tedarik Zinciri Entegrasyonu Ve Dijitalleşmenin Performansa Etkisinde Alici-Tedarikçi Risk Yönetiminin Aracı Rolü**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Ouyang, Yanfeng ve Li, Xiaopeng (2010), "The bullwhip effect in supply chain networks", **European Journal of Operational Research**, 201(3), 799-810.
- Parviainen, Päivi vd. (2017), "Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice." **International Journal of Information Systems And Project Management** 5(1), 63-77.
- Peck, Helen (2005), "Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework", **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 35(4), 210-232.
- Pereira, Carla Roberta vd. (2014), "Achieving Supply Chain Resilience: The Role of Procurement", **Supply Chain Management: An International Journal**, 19(5/6), 626-642.
- Pettit, Timothy J. vd. (2010), "Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework", **Journal of Business Logistics**, 31(1), 1-21.
- _____ (2013), "Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool", **Journal of Business Logistics**, 34(1), 46-76.
- Piprani, Arsalan Zahid vd. (2022), "Multi-dimensional supply chain flexibility and supply chain resilience: the role of supply chain risks exposure", **Operations Management Research**, 15(1), 307-325.
- Ponis, Stavros T. ve Koronis, Epaminondas (2012), "Supply Chain Resilience? Definition of concept and its formative elements", **The Journal of Applied Business Research**, 28(5), 921-935.

- Ponomarov, Serhiy (2012), **Antecedents and consequences of supply chain resilience: a dynamic capabilities perspective**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Tennessee.
- Ponomarov, Serhiy Y. ve Holcomb, Mary C. (2009), “Understanding the concept of supply chain resilience”, **The International Journal of Logistics Management**, 20(1), 124-143.
- Preacher, Kristopher J. ve Hayes, Andrew F. (2004), “SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models”, **Behavior research methods, instruments, & computers**, 36(4), 717-731.
- Qader, Ghulam vd. (2022), “Industry 4.0 enables supply chain resilience and supply chain performance”, **Technological Forecasting and Social Change**, 185, 122026.
- Queiroz, Maciel M. vd. (2021), “Industry 4.0 and digital supply chain capabilities: A framework for understanding digitalisation challenges and opportunities”, **Benchmarking: An International Journal**, 28(5), 1761-1782.
- Rajesh, Rajagopal vd. (2015), “Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches”, **International Journal of Production Research**, 53(1), 238-257.
- Ralston, Peter ve Blackhurst, Jennifer (2020), “Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss?”, **International Journal of Production Research**, 58(16), 5006-5019.
- Ramirez-Peña, Magdalena vd. (2020), “Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4. 0 perspective”, **Journal of Cleaner Production**, 244, 118789.
- Rashid, Aamir vd. (2025), “Impact of supplier trust and integrated technology on supply chain resilience for sustainable supply chain in FMCG sector”, *Journal of Science and Technology Policy Management*.
- Raykov, Tenko ve Marcoulides, George A. (2006), **A First Course in Structural Equation Modeling**, Second Edition, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, New Jersey, London.
- Razak, Ghadafi M. vd. (2023), “Supply chain traceability: A review of the benefits and its relationship with supply chain resilience”, **Production Planning & Control**, 34(11), 1114-1134.

- Reeves, Martin ve Whitaker, Kevin (2020), “A guide to building a more resilient business”, **Harvard Business Review**, 2-8, <https://ingagehcs.com/wp-content/uploads/2020/10/A-Guide-to-Building-a-More-Resilient-Business.pdf> (27.07.2024).
- Rejeb, Abderahman vd. (2019), “Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management” **Future Internet**, 11(7), 1-22.
- Russom, Philip (2011), “Big data analytics”, **TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter**, 19 (4), 1-34.
- Sahu, Anoop Kumar vd. (2017), “Evaluation of performance index in resilient supply chain: a fuzzy-based approach”, **Benchmarking: An International Journal**, 24(1), 118-142.
- SAP (2015), “SAP white paper: value creation in a digital economy—adapt or die in a digital world where the consumer is in charge”, <https://nttdata-solutions.com/wp-content/usermedia/WhitePaper-SAP-Digital-Economy-20150820-GLO-EN.pdf> (27.07.2024).
- Sathiya, V. vd. (2023), “Reshaping healthcare supply chain using chain-of-things technology and key lessons experienced from COVID-19 pandemic”, **Socio-Economic Planning Sciences**, 85, 101510.
- Scholten, Kirstin ve Schilder, Sanne (2015), “The role of collaboration in supply chain resilience”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 20(4), 471-484.
- Schumacker, Randall E. ve Lomax, Richard G. (2004), **A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling**, 4. Baskı, Routledge.
- Schumacker, Randall E. ve Lomax, Richard G. (2016), **A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling**, 4. Baskı, Routledge.
- Seebacher, Stefan ve Schüritz, Ronny (2017), “Blockchain technology as an enabler of service systems: A structured literature review”, **In Exploring Services Science: 8th International Conference**, Springer International Publishing, 12-23, Rome.
- Şen, Sedat (2020), **Mplus ile Yapısal Eşitlik Modellemesi Uygulamaları**, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Seyedghorban, Zahra vd. (2020), “Supply chain digitalization: past, present and future”, **Production Planning & Control**, 31(2-3), 96-114.

- Sheffi, Yossi ve Rice Jr, James B. (2005), "A supply chain view of the resilient enterprise", **MIT Sloan Management Review**, 47(1), 41-48.
- Shey, Heidi vd. (2013), "Understand the state of data security and privacy: 2013 to 2014", **Forrester Research Inc**, 1-15.
- Shi, Xiaoran vd. (2025), "The impact of key digital transformation technologies on supply chain resilience: a meta-analysis", *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-18.
- Shoomal, Atefeh vd. (2024), "Enhancing supply chain resilience and efficiency through internet of things integration: Challenges and opportunities", **Internet of Things**, 27, 101324.
- Shrouf, Fadi vd. (2014), "Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm", **In 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, IEEE, 697-701.
- Shuai, Ying vd. (2011), "Research on measuring method of supply chain resilience based on biological cell elasticity theory", *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, **In 2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, IEEE, 264-268.
- Singh, Gaurvendra vd. (2023), "Measuring the influence of digital twins on the sustainability of manufacturing supply chain: a mediating role of supply chain resilience and performance", **Computers & Industrial Engineering**, 186, 109711.
- Singh, Nitya Prasad ve Singh Shubham (2019), "Building supply chain risk resilience: Role of big data analytics in supply chain disruption mitigation", **Benchmarking: An International Journal**, 26(7), 2318-2342.
- Sokolov, Boris vd. (2016), "Structural quantification of the ripple effect in the supply chain", **International Journal of Production Research**, 54(1), 152-169.
- Spekman, Robert E. ve Davis, Edward W. (2004), "Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise", **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 34(5), 414-433.
- Spieske, Alexander vd. (2023), "The future of industry 4.0 and supply chain resilience after the COVID-19 pandemic: Empirical evidence from a Delphi study", **Computers & Industrial Engineering**, 181, 109344.

- Spieske, Alexander ve Birkel, Hendrik (2021), “Improving supply chain resilience through industry 4.0: A systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic”, **Computers & Industrial Engineering**, 158, 107452.
- Stolterman, Erik ve Fors, Anna Croon (2004), “Information technology and the good life.” **Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice**, 687-692.
- Sujová, Erika vd. (2019), “Application of digitization procedures of production in practice”, **Management Systems in Production Engineering**, (1 (27), 23-28.
- Sunny, Justin vd. (2020), “Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration”, **Computers & Industrial Engineering**, 150, 1-13.
- Svensson, Göran (2000), “A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 30(9), 731-750.
- Tabachnick, Barbara G. ve Fidell, Linda S. (2007), **Using Multivariate Statistics**, Fifth Edition, Pearson, Boston.
- Taherdoost, Hamed (2021), “Data collection methods and tools for research; a step-by-step guide to choose data collection technique for academic and business research projects”, **International Journal of Academic Research in Management (IJARM)**, 10(1), 10-38.
- Tan, Wen Jun vd. (2019), “A graph-based model to measure structural redundancy for supply chain resilience”, **International Journal of Production Research**, 57(20), 6385-6404.
- Tang, Christopher S. (2006), “Perspectives in supply chain risk management”, **International Journal of Production Economics**, 103(2), 451-488.
- Thomas, Douglas (2016), “Costs, benefits, and adoption of additive manufacturing: a supply chain perspective”, **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 85, 1857-1876.
- Tihinen, Maarit ve Kääriäinen, Jukka (Ed.) (2016), **The Industrial Internet in Finland: on route to success?**, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Espoo.

- Tiwari, Atul Kumar vd. (2013), "Procurement Flexibility as A Tool for Supplier Selection in Disastrous Environments" **Global Journal of Flexible Systems Management**, 14, 211-223.
- Todo, Yasuyuki vd. (2021), "Robustness and resilience of supply chains during the COVID-19 pandemic: findings from a questionnaire survey on the supply chain links of firms in ASEAN and India", **ERIA Discussion Paper Series**, No. 407.
- Tonelli, Flavio vd. (2021), "Cyber-physical systems (CPS) in supply chain management: from foundations to practical implementation", **Procedia Cirp**, 99, 598-603.
- Torabi, S. A. vd. (2015), "Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks", **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 79, 22-48.
- Tortorella, Guilherme vd. (2025), "Food supply chain resilience through digital transformation: a mixed-method approach", *The International Journal of Logistics Management*, 36(2), 381-412.
- Tukamuhabwa, Benjamin R. vd. (2015), "Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study", **International Journal of Production Research**, 53(18), 5592-5623.
- Upton, David M. (1994), "The Management of Manufacturing Flexibility", **California Management Review**, 36(2), 72-89.
- Urbach, Nils vd. (2019), "The impact of digitalization on the IT department", **Business & Information Systems Engineering**, 61, 123-131.
- _____, "The impact of digitalization on the IT department", **Business & Information Systems Engineering**, 61, 123-131.
- Urbach, Nils ve Röglinger Maximilian (2018), **In Digitalization Cases: How Organizations Rethink Their Business for The Digital Age**, Springer International Publishing, Germany.
- Van Der Vorst, Jack GAJ vd. (2009), "Simulation modelling for food supply chain redesign; integrated decision making on product quality, sustainability and logistics", **International Journal of Production Research**, 47(23), 6611-6631.
- Wagner, Stephan M. ve Bode, Christoph (2008), "An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk", **Journal of Business Logistics**, 29(1), 307-325.

- Wamba, Samuel Fosso vd. (2017), “Transforming operations and production management using big data and business analytics: future research directions”, **International Journal of Operations & Production Management**, 37(1), 2-9.
- Wang Yingli vd. (2022), “Building resilience and innovation through intelligent diverse supplier engagement”, **IFAC-PapersOnLine**, 55(10), 2390-2395.
- Wang, Shiyong vd. (2016b), “Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook”, **International journal of distributed sensor networks**, 12(1), 3159805.
- Wang, Xinping vd. (2016a), “Contingent rerouting for enhancing supply chain resilience from supplier behavior perspective”, **International Transactions in Operational Research**, 23(4), 775-796.
- Wang, Yingli vd. (2019), “Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 24(1), 62-84.
- Waters, Donald (2011), **Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics**, Kogan Page Publishers, London and Philadelphia.
- Westerman, George vd. (2012), “The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry”, **MIT Sloan Management and Capgemini Consulting**, MA, 2, 2-23.
- WHO (2020), “Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 88”, https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200417-sitrep-88-covid-191b6cccd94f8b4f219377bff55719a6ed.pdf?sfvrsn=ebe78315_6 (26.07.2024).
- Wieland, Andreas ve Wallenburg, Carl Marcus (2013), “The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 43(4), 300-320.
- Wu, Teresa vd. (2006), “A model for inbound supply risk analysis” **Computers in Industry**, 57(4), 350-365.
- Xiao, R., Renbin vd. (2012), “Modeling and simulation of ant colony's labor division with constraints for task allocation of resilient supply chains”, **International Journal on Artificial Intelligence Tools**, 21(03), 1240014.
- Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan S. (2004), **SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri**, Detay Yayıncılık, Ankara.

- Yenugula, Manideep vd. (2023), “Cloud computing in supply chain management: Exploring the relationship”, **Management Science Letters**, 13(3), 193-210.
- Zeng, Xiao ve Yi, Jing (2024), “The supply chain information sharing path based on the internet of things”, **Internet Technology Letters**, 7(4), e491.
- Zhao, Nanyang (2023), “Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model”, **International Journal of Production Economics**, 259, 108817.
- Zouari, Dorsaf vd. (2021), “Does digitalising the supply chain contribute to its resilience?”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 51(2), 149-180.
- Zsidisin, George A. ve Ritchie, Bob (Ed.) (2008), **Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance**, (Vol. 124), Springer Science & Business Media, New York.



EKLER

Ek 1: Çalışmada Kullanılan Anket Formu

ANKET FORMU

DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

Değerli Katılımcı,

Bu anket Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı'nda yazmakta olduğum Doktora tezinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Araştırmanın amacı, dijital teknolojilerin tedarik zinciri direnci üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu çalışma kapsamında aşağıdaki ankete vereceğiniz cevaplar, tedarik zinciri direncini artıracak teknolojilerin seçiminde tedarik zinciri yöneticilerine ışık tutacaktır.

Anket sorularına vereceğiniz cevaplar, 6698 sayılı "Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun" esasları çerçevesinde tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı değerlendirilecektir. Bu bilgiler kesinlikle katılımcıların kimliğini/firma bilgilerini ortaya çıkaracak şekilde kullanılmayacak ve hiçbir kurumla paylaşılmayacaktır. Anket kapsamında açık kimliğinizi ortaya çıkaracak nitelikte soru bulunmamaktadır. Ayrıca, bu anket kapsamında isminiz belirtilmeden elde edilen bilgiler sadece bilimsel veri olarak kullanılacak olup, yalnızca ilgili araştırmacılar tarafından görülecektir. Araştırmaya katılımınız gönüllüdür ve her aşamasında kendi isteğinizle soruları cevaplamayı bırakma ve çıkma hakkınız mahfuzdur.

Anket 11 bölümden oluşmakta ve toplam 58 soru içermektedir. Tüm soruların dikkatli ve eksiksiz bir şekilde yanıtlanması, araştırma açısından önem arz etmektedir. İlgi ve katkılarınız için şimdiden teşekkür eder, çalışmalarınızda başarılar dileriz.

Araştırma ile ilgili sorularınız ya da bilgilendirme istemeniz durumunda iletişim bilgilerimiz aşağıda yer almaktadır.

Prof. Dr. Birdoğan BAKİ bbaki@ktu.edu.tr

Seda GENCAN sedagencan@hotmail.com.tr

* Zorunlu soruyu belirtir

Araştırmanın amacı ve kapsamı ile gereken bilgileri edindim. Araştırmaya katılımım tamamen gönüllüdür ve araştırmaya katılmayı kabul ediyorum. *

Kabul ediyorum. ()

1. Şirketiniz Faaliyet Süresi: (Yıl olarak belirtiniz)

2. Şirketinizin Çalışan Sayısı: (Sayı olarak belirtiniz).....

3. Şirketteki Göreviniz:

- | | | | |
|---|---|---|--|
| ☐ Ar-Ge Yöneticisi | ☐ İnovasyon Yöneticisi | ☐ Lojistik Yöneticisi | ☐ Üretim Yöneticisi |
| ☐ Proje Yöneticisi | ☐ Satın Alma ve Tedarik Yöneticisi | ☐ Tedarik Zinciri Yöneticisi | |
| ☐ Teknoloji Yöneticisi | ☐ Diğer (Belirtiniz)..... | | |

4. Şirketinizin hangi sektörde faaliyet göstermektedir?

- | | |
|---|--|
| ☐ Ağaç ve Mantar Ürünleri Sanayi | ☐ Ağaç, Mobilya ve Mefruşat Sanayi |
| ☐ Ana Kimya Sanayi | ☐ Basım Sanayi |
| ☐ Başka Yerde Sınıflandırılmamış Gıda Maddeleri Sanayi | ☐ Cam ve Camdan Mamul Eşya Sanayi |
| ☐ Çanak, Çömlek, Çini, Porselen Sanayi | ☐ Demir-Çelik Ana Metal Sanayi |
| ☐ Demir-Çelik Dışında Ana Metal Sanayi | ☐ Diğer İmalat Sanayi (Mücevherat, bijuteri eşyaları ve ilgili ürünler) |
| ☐ Dokuma Sanayi | ☐ Elektrik Makineleri, Aletleri ve Cihazları Sanayi |
| ☐ Elektrik Sektörü | ☐ Gıda Maddeleri Sanayi |
| ☐ Giyim Eşya Sanayi | ☐ İçki Sanayi (Alkollü ve Alkolsüz) |
| ☐ Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayi | ☐ Lastik Ürünleri Sanayi |
| ☐ Madencilik ve Taşocakçılığı | |
| ☐ Makine Sanayi (Elektrikli Olanlar Hariç) | ☐ Mesleki, Bilimsel, Sağlık Amaçlı Aletler ve Malzemeler Sanayi |
| ☐ Metal Eşya Sanayi | ☐ Petrol Ürünleri Sanayi |
| ☐ Taş ve Toprağa Dayalı Diğer Sanayi | ☐ Taşıt Araçları Sanayi |
| ☐ Tütün İşleme Sanayi | |
| ☐ Diğer (Belirtiniz)..... | |

Lütfen aşağıdaki maddeleri dikkatlice okuyunuz. Her bir ifadeye ne derece katıldığınızı aşağıdaki ölçeği kullanarak belirtiniz. İlgili kısımları (X) olarak işaretleyebilirsiniz.

	BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	<i>Büyük veri analitiği</i> ; simülasyon, optimizasyon ve regresyon gibi ileri analitik yöntemlerin uygulanması yoluyla karar verme süreçlerini iyileştirir.					
2	<i>Büyük veri analitiği</i> , çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin kullanılması ile karar verme süreçlerinin iyileştirilmesini sağlar.					
3	<i>Büyük veri analitiği</i> , kullanıcıların veya karar vericilerin gösterge tabloları gibi veri görselleştirme araçlarını kullanarak karmaşık bilgileri anlamalarına yardımcı olur.					
4	<i>Büyük veri analitiği</i> , gerekli teşhisi gerçekleştirmek için gösterge tabloları aracılığı ile yararlı olan bilgilerin görüntülenmesini sağlar.					
5	<i>Büyük veri analitiği</i> , gösterge tablosu uygulamalarının veya bilgilerin iletişim cihazları ile erişilebilir hale gelmesini sağlar.					
	NESNELERİN İNTERNETİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , minimum maliyetle verimliliği ve güvenilirliği artırır.					
2	<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , etkin bilgi akışı sayesinde ortaklar arasındaki güveni artırır.					
3	<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , deneyim ve bilginin zamanında güncellenmesine yardımcı olur (örneğin müşteri hizmetleri).					
4	<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , öngörülemeyen sorunlarla başa çıkabilecek kadar esneklik.					
5	<i>Nesnelerin interneti tabanlı teknoloji</i> , gerekli sonuçları zamanında elde etmek için kolayca ayarlanabilir.					
	DİJİTAL İKİZ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	<i>Dijital ikiz</i> , ürün ve hizmetlerin doğrudan izlenmesini sağlayarak görünürlüğü artırır.					
2	<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zinciri ortakları arasındaki koordinasyonu artırır.					
3	<i>Dijital ikiz</i> , sürecin ve ürünün gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayarak bozulmaları ve arızaları azaltır.					
4	<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zincirinde şeffaflığı artırır.					
5	<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zincirinin arz ve talebe hızlı tepki vermesini sağlar.					
6	<i>Dijital ikiz</i> , tedarik zincirindeki teslim süresini azaltır.					
7	<i>Dijital ikiz</i> , riskleri tahmin etmeye yardımcı olabilecek veriler sağlar.					
8	<i>Dijital ikiz</i> , bilgi kalitesini artırarak daha iyi karar vermeyi sağlar.					
9	<i>Dijital ikiz</i> , daha iyi tahmin için çeşitli kaynaklardan veri toplar.					
	BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	<i>Blokzincir teknolojisi</i> , operasyonlar sırasında bilgi paylaşımını sağlar.					
2	<i>Blokzincir teknolojisi</i> , verilerin gizliliğini, bütünlüğünü ve ulaşılabilirliğini korumaya yardımcı olur.					
3	<i>Blokzincir teknolojisi</i> , tedarik zincirinde şeffaflığı artırır.					
4	<i>Blokzincir teknolojisi</i> , malzemelerin kaynağını, kullanımını ve varış yerini izleyen bir veri platformudur.					
5	<i>Blokzincir teknolojisi</i> , operasyonlarda yer alan ortaklar arasında karışıklığı önlemek amacıyla güvenilir olmayan bilgilerden kaçınmayı sağlar.					

	TEDARİK ZİNCİRİ GÖRÜNÜRLÜĞÜ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Ana tedarikçilerimiz stok durumunu bizimle zamanında paylaşır.					
2	Tedarikçilerimiz bize önceden sevkiyat bildirimlerini zamanında sağlar.					
3	Genel piyasa düzeyindeki arz bilgilerini faydalı bir biçimde anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi alırız.					
4	Piyasa düzeyindeki genel talep bilgisini anlamak için çeşitli kaynaklardan bilgi toplarız.					
5	Sistemlerimiz/ortaklarımız bize dağıtım ağındaki (örn. dağıtım merkezleri, nakliye) bitmiş ürün konumlarının durumunu faydalı bir biçimde sağlar.					
	TEDARİK ZİNCİRİ İŞ BİRLİĞİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, ilgili tüm bilgileri doğru bir şekilde ve zamanında paylaşır.					
2	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, tüm tedarik ağına fayda sağlayacak iyileştirmeler konusunda bir dizi anlaşmaya sahiptir.					
3	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, stok tahminini ve talebi iş birliği içinde yönetir.					
4	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, herkesin yararı için ilgili bilgiyi elde etme, özümseme ve uygulamaya yönelik iş birliği yapar.					
5	Şirketimiz ve tedarik zinciri ortakları, katılımcı tedarik zinciri yönetiminden kaynaklanan fayda ve maliyetleri (siparişleri değiştirirken stok maliyetlerinden ve kayıplardan tasarruf etmek gibi) paylaşır.					
	TEDARİK ZİNCİRİ ESNEKLİĞİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş miktarını düzenleyebilir.					
2	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmayı azaltmak için tedarikçinin sipariş teslim süresini düzenleyebilir.					
3	Firmamızın tedarik zinciri, bir bozulmaya cevap olarak üretim kapasitesini düzenleyebilir.					
4	Firmamızın tedarik zinciri, bozulmalarla başa çıkmak için teslimat programlarını düzenleyebilir.					
	TEDARİK ZİNCİRİ YEDEKLERİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Bozulma meydana gelmesi halinde kullanılacak malzeme ve mamul için emniyet stokumuz bulunmaktadır.					
2	Birincil tedarikçilerin bozulması durumunda hizmet vermeleri için yedek tedarikçilerle sözleşmeler mevcuttur.					
3	Bozulma sırasında tesisin/tesislerin devre dışı kalması halinde tedarik zinciri ağına operasyonlarını devam ettirmesini sağlamak için yedek tesise/tesisler mevcuttur.					
4	Bozulma sonucunda tesislerin kaybedilen kapasiteleri ile başa çıkmak için yedek kapasitemiz mevcuttur.					
5	Bozulma sırasında mevcut ulaşım kanallarının devre dışı kalması halinde kullanılacak alternatif ulaşım kanallarımız mevcuttur.					
	TEDARİK ZİNCİRİ ÇEVİKLİĞİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Tedarik zincirimiz, pazara yeni ürünler sunarken/girerken hızlı cevap verir.					
2	Tedarik zincirimiz, değişen teslim süresi gereksinimlerine hızlı cevap verir.					
3	Tedarik zincirimiz, değişen ürün tasarımı gereksinimlerine hızlı cevap verir.					

4	Tedarik zincirimiz, piyasa dalgalanmalarına karşı yüksek cevap verebilirliğini sürdürür.					
5	Tedarik zincirimiz, zincirin yapısında veya performansında iyileştirmeler yapıldığında hızlı bir şekilde cevap verir.					
	TEDARİK ZİNCİRİ DİRENCİ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Firmamızın tedarik zincirinde, beklenmedik bir bozulma durumunda malzeme akışı hızlı bir şekilde yeniden sağlanacaktır.					
2	Firmamızın tedarik zincirinin beklenmedik bir bozulma durumunda normal çalışma performansına geri dönmesi uzun sürmeyecektir.					
3	Firmamızın tedarik zinciri, beklenmedik bir bozulma durumunda kolayca eski haline dönebilir.					
4	Firmamızın tedarik zinciri, olası tedarik zinciri bozulmalarının finansal sonuçlarıyla baş edebilmek için iyi bir şekilde hazırlanmıştır.					
5	Firmamızın tedarik zinciri, bozulma sırasında yapı ve işlev üzerinde istenen düzeyde kontrolü sürdürme yeteneğine sahiptir.					



Ek 2: Etik Kurul İzni (Etik Kurul Kararı)



HİZMETE ÖZEL

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği



Sayı : E-82554930-050.01.04-537081
Konu : Seda GENCAN'ın Etik Kurul Kararı

18.07.2024

Sn. Seda GENCAN

İlgi : 18.07.2024 tarihli ve E-26014373-050.01.04-536439 sayılı yazı.

KTÜ-Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Seda GENCAN'ın "Dirençli Tarım-Gıda Tedarik Zinciri/Değer Tasarımı" başlıklı doktora tezi kapsamında çalışma için gerekli olan Etik Kurul incelemesi yapılmış ve başvurunuza onay verilmiştir.

Bilgilerinize ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Akif CİNEL
Rektör Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imzalarla onaylanmıştır. **HİZMETE ÖZEL** Doğrulama Kod: E9601528-3582-43C1-BB6C-ABD6796C8D96 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karadeniz-teknik-universitesi-ebys>

61080 – Trabzon /
TÜRKİYE
Tel: 04623772107

Faks: 04623774399

www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Belgin ŞEN
hukukmusavirligi@ktu.edu.tr

Sayfa
1 / 1





HİZMETE ÖZEL

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu

18.07.2024 09:38
E-26014373-050.01.04-536439
0 0756587



Sayı : E-26014373-050.01.04-536439
Konu : Seda GENCAN'ın Etik Kurul Kararı

18.07.2024

REKTÖRLÜK MAKAMINA
Hukuk Müşavirliği

İli : a) 05.07.2024 tarihli ve E-90783813-199-15154 sayılı yazı.
b) 10.07.2024 tarihli ve E-90783813-199-15210 sayılı yazı.

KTÜ – Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Birdoğan BAKI'nın akademik danışmanlığında, İşletme Doktora Programı öğrencisi 363203 numaralı Seda GENCAN'ın yürüttüğü "Dirençli Tarım-Gıda Tedarik Zinciri/Değer Tasarımı" başlıklı doktora tezi kapsamında "Etik Kurul Belgesi" ile ilgili olarak kurulumuza yaptığı başvuru değerlendirilerek *uygun bulunmuş* ve sonucu Ek'te gönderilmiştir.

İlgili öğrencinin bilgilendirilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Prof. Dr. Abdülkadir PEHLİVAN
Başkan

Ek: Toplantı Tutanağı (3 Sayfa)

Değerlendirme Kod: 97361911-CBE1-45FD-B5ED-F1143F4F1611

Bu belge görevi gereği elektronik ortamda imzalanmıştır.

HİZMETE ÖZEL

Değerlendirme Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karadeniz-teknik-universitesi-ehys>

61080 – Trabzon /
TÜRKİYE
Tel: 0 (462) 377 43 36

Faks: 0 (462) 325 32 05

www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Nurcan ŞAHİN
genelsekreterlik@ktu.edu.tr

Sayfa
1 / 1





T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
TOPLANTI TUTANAĞI

TARİH : 10.07.2024

SAYI : 48

KATILANLAR

Başkan	Prof. Dr. Abdülkadir PEHLİVAN
Üye	Prof. Dr. Aslıye Mevhibe COŞAR
Üye	Prof. Dr. Haydar AKYAZI
Üye	Prof. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER
Üye	Prof. Dr. Temel ÖZTÜRK
Üye	Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS

KATILMAYANLAR

Üye	Prof. Dr. Bilal GEREKAN
-----	-------------------------

GÜNDEM:

1. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 05.06.2024 tarih ve E-90783813-010.99-14966 sayılı yazısının görüşülmesi.
2. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 06.06.2024 tarih ve E-90783813-010.99-14981 sayılı yazısının görüşülmesi.
3. Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'nın 11.06.2024 tarih ve E-79157626-399-13636 sayılı yazısının görüşülmesi.
4. Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'nın 11.06.2024 tarih ve E-79157626-399-13637 sayılı yazısının görüşülmesi.
5. Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı'nın 11.06.2024 tarih ve E-91349926-929-12044 sayılı yazısının görüşülmesi.
6. Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı'nın 13.06.2024 tarih ve E-91349926-929-12064 sayılı yazısının görüşülmesi.
7. Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'nın 25.06.2024 tarih ve E-79157626-929-13690 sayılı yazısının görüşülmesi.
8. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 26.06.2024 tarih ve E-90783813-199-15056 sayılı yazısının görüşülmesi.
9. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 02.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15107 sayılı yazısının görüşülmesi.
10. Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı'nın 03.07.2024 tarih ve E-91349926-399-12214 sayılı yazısı ile 04.07.2024 tarih ve E-91349926-399-12233 sayılı yazısının görüşülmesi.



10.07.2024 TARİH VE 48 SAYILI SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU TOPLANTI TUTANAĞI

11. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğünün 05.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15154 sayılı yazısı ile 10.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15210 sayılı yazısının görüşülmesi.
12. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğünün 08.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15188 sayılı yazısının görüşülmesi.

Toplantı, Etik Kurul Başkanı Prof. Dr. Abdülkadir PEHLİVAN'ın başkanlığında uzaktan canlı bağlantı ile saat 10:00'da başladı.

GÜNDEME GEÇİLDİ

11. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğünün 05.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15154 sayılı yazısı ile 10.07.2024 tarih ve E-90783813-199-15210 sayılı yazısı görüşüldü.

Gereği düşünüldü:

KTÜ – Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Birdoğan BAK'ın akademik danışmanlığında, İşletme Doktora Programı öğrencisi 363203 numaralı Seda GENCAN'ın yürüttüğü **“Dirençli Tarım-Gıda Tedarik Zinciri/Değer Tasarımı”** başlıklı doktora tezi kapsamında hazırlanan ve onay için Kurulumuza sunulan başvuru dosyasındaki içeriğin etik açısından **uygun olduğuna oy birliğiyle,**

karar verildi.

Toplantı saat 15:10'da sona erdi.



10.07.2024 TARİH VE 48 SAYILI SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU TOPLANTI TUTANAĞI

Prof. Dr. Abdülkadir PEHLİVAN
Başkan (İmza)

Prof. Dr. Bilal GEREKAN
Üye (Katılmadı)

Prof. Dr. Asiye Mevhibe COŞAR
Üye (İmza)

Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS
Üye (İmza)

Prof. Dr. Temel ÖZTÜRK
Üye (İmza)

Prof. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER
Üye (İmza)

Prof. Dr. Haydar AKYAZI
Üye (İmza)

Doğrulama Kod: W8DABT6BETG4H8G8ADN8943B8F8HEDC

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karamanli-seluk-universitesi-ebys>



ÖZGEÇMİŞ

İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 2008 yılında Selçuk Üniversitesi-Beyşehir Meslek Yüksek Okulu Muhasebe programını bitirdi. 2011 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi-İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme bölümünden mezun oldu. 2014 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi-Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalından mezun oldu. 2015-2016 yılları arasında Ankara Milli Eğitim Müdürlüğü’nde İngilizce öğretmeni olarak görev yaptı. 2016-2018 yılları arasında Avrasya Üniversitesi- İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı.

GENCAN, bekar olup İngilizce bilmektedir.