



**DEMİRYOLU TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS YÖNETİMİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Muhammet Türker AHİ

**DOKTORA TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2020

Muhammet Türker AHİ tarafından hazırlanan “DEMİRYOLU TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS YÖNETİMİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Yılmaz KOÇAK

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Nihat Sinan IŞIK

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Selçuk Kürşat İŞLEYEN

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Durdu Hakan UTKU

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Türk Hava Kurumu Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 14/02/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Muhammet Türker AHİ

14 / 02 /2020

DEMİRYOLU TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANS YÖNETİMİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Muhammet Türker AHİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2020

ÖZET

Tedarik zinciri yönetimi tedarikçileri, üreticileri, dağıtımçıları ve perakendecileri birbirine ulaştırma, finans ve bilgi ağıyla bağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin sürdürülebilirliği düzenli olarak performans analizleri, gözetimleri ve geliştirilmelerinin yapılmasıyla sağlanabilir. Dünya pazarında rekabetçi olabilmek adına sanayiler üzerinde zaman, hız ve kalite baskısı artmaktadır. Bu yüzden dijital çağdaki rekabet artık tedarik zinciri performansıyla ölçülmekte, tedarik zincir performansının ölçülmesiyle de mevcut tedarik zincirindeki problemler tespit edilerek iyileştirmeler yapılabilmektedir. Yukarıdan aşağıya ve aynı şekilde aşağıdan yukarı yönlü oluşturulan stratejilerin çakışmaması önemlidir. Bu bakımdan, karar vericilerin daha az riskle daha etkili kararlar verebilmelerinde faydalı bilgi ve yönlendirme sağlayacak, tedarik zinciri performansının değerlendirilmesinde bilimsel bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada analitik ağ süreci (ANP), DEMATEL (decision-making trial and evaluation laboratory) ve TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) teknikleri bütünlük olarak ele alan bir yaklaşım önerilmektedir. Endüstri standardı olan SCOR (supply chain operations reference) modeli tedarik zincirinin performans metriklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Korelasyon analizi ile metriklerin etkileşim oranları belirlenmiş, ANP ile firmanın en etkin performans metrikleri, DEMATEL ile bu metriklerin toplam tedarik zinciri içerisindeki ağırlık değerleri çok kriterli karar verme yöntemleriyle hesaplanırken, TOPSIS yöntemi ile farklı değerlere sahip metrikler normalize edilmiştir. Nihai olarak DEMATEL ve ANP birleştirilerek demiryolu sektöründen seçilen iki firma üzerinde uygulamalar ile tedarik zincir puanı elde edilmiş sektörel ve firmalar arası kıyaslama yapmaya imkan tanıyan bir performans değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir.

Bilim Kodu : 91123

Anahtar Kelimeler : Demiryolu, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Tedarik Zinciri Performans Yönetimi.

Sayfa Adedi : 138

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

EVALUATION OF RAILWAY SUPPLY CHAIN PERFORMANCE MANAGEMENT WITH MULTI CRITERIA DECISION METHODS

(Ph. D. Thesis)

Muhammet Türker AHİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2020

ABSTRACT

Supply chain management are systems covering suppliers, manufacturers, distributors, and retailers linked by transportation, financial and information framework and requires analysis, monitoring and improvement of the performance regularly. Only the measurement of the supply chain performance can support to identify the problems existing in the current supply chain to take improvement actions. The conflict between the bottom-up implementation process and the top-down strategy decomposition is important. Hence, it is crucial to combine the strategic objectives with the operational ones and support the managers to know more about the operational background of supply chains for a more clear and risk-free decision process. In this study, an integrated approach which brings analytic network process (ANP), technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) and decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) methods together is proposed for the decision-making support. Supply chain operations reference (SCOR) model is applied to the model to determining the standardized performance metrics. Correlation analysis is applied to Show the dependency ratios of the metrics, ANP is used to determine most important metrics weights of the company, TOPSIS method is used to make a normalization of metric values containing different units, DEMATEL technique is applied to evaluate the importance of performance metrics among the whole supply chain to deliver beneficial information for the decision makers. The proposed approach is is applied in two railway companies and managers were impressed by the results and application as a performance evaluation tool.

Science Code : 91123

Key Words : Railways, Multi Criteria Decision Methods, Supply Chain Performance Management.

Page Number : 138

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Kürşat YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, süreç boyunca değerli bilgilerini bizlerle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ'a, teknik ve engin tecrübeleriyle beni bilimsel olarak her an yönlendiren değerli jüri üyeleri hocalarım; Prof. Dr. Yılmaz KOÇAK ve Prof. Dr. Nihat IŞIK'a, saygıdeğer Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU'na, istatistiksel analizlerde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Mehmet Akif YERLİKAYA'ya Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, bilgisayar programlamalarında destek olan değerli hocam Mahmut KILIÇARSLAN'a Ankara Üniversitesi Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, bana bu alanı seçmemde özellikle yön veren değerli hocam Prof. Dr. Haldor JOCHIM'e Almanya Aachen Teknik Üniversitesi Ulaştırma Ana Bilim Dalı Başkanı, değerli zamanını ayırarak sorularımızda bize yardımcı olan SCOR yönteminin başyazarlarından Peter BOLSTROFF'a, verilerin toplanmasında destek olan Mehmet Erinkurt'a ("Bozlu Holding İcra Kurulu Üyesi ve Epsilon NDT Firması Genel Müdürü") ve çalışmam boyunca benden bir an olsun desteğini esirgemeyen değerli hayat arkadaşıma ve oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....	5
2.1. Tedarik Zincirin Yapısı.....	7
2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin İyileştirilmesi.....	8
2.3. Tedarik Zinciri Çeşitleri.....	12
2.4. Tedarik Zinciri Süreçleri.....	13
2.5. Endüstri (Sanayi) 4.0'ın Tedarik Zincirine Etkileri.....	14
3. TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEMESİ.....	19
3.1. Tedarik Zinciri Modelleme Yaklaşımları.....	19
3.1.1. Referans tabanlı modeller - normativ modeller.....	21
3.2. Tedarik Zincirinin Performansının Ölçülmesi.....	25
3.2.1. ANP yöntemiyle tedarik zinciri performans ölçümü.....	30
3.3. Araştırma Sonucu Ortaya Çıkan Problemin Tanımı.....	35
4. METOT.....	39
4.1. SCOR Modeli.....	39
4.1.1. SCOR yönteminin kısıtları ve kapsamı.....	40
4.1.2. SCOR modeli yapısı ve süreçler.....	43

	Sayfa
4.1.3. SCOR modeli seviye 1 (performans nitelikleri)	45
4.1.4. SCOR modeli seviye 2 (konfigürasyon)	46
4.1.5. SCOR modeli seviye 3	48
4.1.6. SCOR modeli seviye 4 ve daha alt seviyeler	49
4.2. SCOR Modeli Performans Metrikleri.....	49
4.2.1. Güvenilirlik (S1) mükemmel sipariş karşılama oranı	52
4.2.2. Cevap verebilirlik (S2) sipariş karşılama çevrim süresi	54
4.2.3. Esneklik (S3A) üst tedarik zinciri esnekliği	56
4.2.4. Esneklik (S3B) alt tedarik zinciri esnekliği	57
4.2.5. Esneklik (S4) riske maruz değer	58
4.2.6. Maliyet (S5) tedarik zinciri yönetim maliyeti.....	61
4.2.7. Maliyet (S6) satılan ürünlerin maliyeti	65
4.2.8. Varlık yönetim etkinliği (S7) nakit çevrim süresi.....	66
4.2.9. Varlık yönetim etkinliği (S8) sabit varlıklar geri dönüşü	68
4.2.10. Varlık yönetim etkinliği (S9) işletilen sermayenin geri dönüşü	70
4.3. Korelasyon Analizi	70
4.4. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri.....	72
4.4.1. ANP yöntemi	73
4.4.2. TOPSIS yöntemi	79
4.4.3. DEMATEL yöntemi	82
4.5. Yeni Yaklaşımın Çözüm Adımları	85
4.6. Yapılan Kabuller.....	89
4.6.1. ANP yöntemi ve korelasyon analizi için yapılan kabuller.....	89
4.6.2. DEMATEL yöntemi için yapılan kabuller	90

	Sayfa
5. UYGULAMA.....	91
5.1. Stratejik Arka Plan.....	91
5.2. İşletme Performansının Ölçümü ve Yönetimi	92
5.3. Firma Yapısı	93
5.3.1. Güçlü yönleri	94
5.3.2. Zayıf yönler.....	95
5.3.3. Olanaklar	96
5.3.4. Tehditler.....	96
5.4. Değer Önerme Durumu	96
5.5. Kritik Başarı Faktörleri.....	97
5.6. Kritik İşletme Sonuçları.....	97
5.7. Finansal Performans	98
5.8. Firma İç Profili	99
5.9. Firma Dış Profili	99
5.10. Tedarik Zincirinin Performans Ölçütleriyle Süreç Modelinin Oluşturulması..	100
5.10.1. Verilerin toplanması ve derlenmesi.....	101
5.10.2. Korelasyon analizi	105
5.10.3. ANP metoduyla ağırlık değerlerinin saptanması..	107
5.10.4. TOPSIS yöntemi ile normalizasyon işlemi.....	112
5.10.5. DEMATEL yöntemi ile ağırlık değerlerinin saptanması.....	114
5.10.6. ANP-DEMATEL kombinasyonu ile performans değerlendirmesi.....	116
6. TARTIŞMA.....	117
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR.....	123
ÖZGEÇMİŞ.....	137

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Lojistik maliyetleri dağılımı.....	6
Çizelge 2.2. Tedarik zincirinde zaman içinde görülen değişimler.....	11
Çizelge 2.3. Tedarik zincirinde iyileşme oranları.....	12
Çizelge 3.1. Tedarik zinciri modelleme teknikleri literatür özeti.....	20
Çizelge 3.2. Yakın zamanda literatürde yapılmış olan farklı modelleme teknikleri ile tedarik zinciri performansı ile ilgili çalışma özetleri.....	26
Çizelge 3.3. Literatürdeki yakın zamandaki ANP ile tedarik zinciri performans ölçümü çalışmaları.....	31
Çizelge 4.1. SCOR Modeli Performans Metrikleri.....	46
Çizelge 4.2. Örnek “S1.1” elemanının tanımlaması, performans nitelikleri, en iyi uygulamalar.....	49
Çizelge 4.3. SCOR performans nitelikleri ile seviye 2 metriklerinin gösterimi ve metrik hesaplama formülleri.....	51
Çizelge 4.4. İkili karşılaştırmada kullanılan skala.....	76
Çizelge 4.5. Süpermatrisin gösterimi.....	77
Çizelge 4.6. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması.....	77
Çizelge 4.7. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası.....	84
Çizelge 4.8. Yeni yaklaşımda uygulanan adımlara ait akış şeması.....	88
Çizelge 4.9. Tezde kullanılan farklı yöntemler ve amaçlarının özeti.....	88
Çizelge 4.10. Firmaya ait yıllık bilanço tablosu.....	98
Çizelge 5.1. Firma veri tablosu ve kısaltmalar.....	101
Çizelge 5.2. Düzenlenmiş ana veri tabloları ve SCOR performans metrik değerleri.....	103
Çizelge 5.3. Epsilon NDT firmasına ait korelasyon analizi sonuçları.....	105
Çizelge 5.4. Globus firmasına ait korelasyon analizi sonuçları.....	106
Çizelge 5.5. Firmalara ait ANP sonuç matrisleri.....	108
Çizelge 5.6. Tutarlılık analiz sonuçları.....	109
Çizelge 5.7. N “stok gün sayısı” metriği ile etkileşim halinde olan metrikler.....	109

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.8. Nihai ANP hesap tablosu ve ağırlık değerleri.....	110
Çizelge 5.9. ANP ve AHP ağırlık değerlerinden elde edilmiş nihai ağırlık değerleri...	111
Çizelge 5.10. TOPSIS normalizasyon işlem sonuçları.....	113
Çizelge 5.11. Tüm seviye 1 performans nitelikleri için yapılan Min ve Maks atamalarının gösterimi.....	113
Çizelge 5.12. DEMATEL 4. adım sonuçları.....	114
Çizelge 5.13. ANP-DEMATEL hibrit yaklaşım ağırlık değerleri özeti.....	116



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Tedarik zincirinin şematize edilmiş halı.....	9
Şekil 2.2. Tedarik zinciri akış süreçleri.....	13
Şekil 2.3. Endüstri 4.0'ın evreleri.....	15
Şekil 3.1. Bir modelleme yapısı örneği.....	22
Şekil 3.2. Temel SCOR süreçleri.....	23
Şekil 4.1. SCOR modelinin süreç yapısı.....	41
Şekil 4.2. SCOR modelinde hiyerarşi tanımları.....	44
Şekil 4.3. ANP metodunun yapısı.....	75
Şekil 4.4. DEMATEL metodu akış şeması.....	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
A^-	Ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri
A^*	Ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri
A_{ij}	Karar matrisi
C	Satışların tutarı
E	Toplam brüt yıllık satışlar
F	Alacak hesapları
I	Riskin Gerçekleşmesi Sonucu Parasal Etkisi
I_c	Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığı
J	Envanter
j_1	Fayda (en büyükleme) kriterleri seti
j_2	Maliyet (en küçükleme) kriterleri seti
K	Malzeme satın alma maliyeti
L	Doğrudan üretim işçiliği maliyeti
M	Dolaylı üretim işçiliği maliyeti
N	Stok Gün Sayısı
P	Risk Durumu Olasılığı
R	Satınalma borçlarını ödeme
r_{ij}	Standart karar matrisi elemanı (normalizasyon oranı)
R_{ij}	Standart karar matrisi
S^-	Negatif ideal ayırım
S	İdeal ayırım
S_1	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı
S_2	Sipariş Karşılama Çevrim Süresi
S_{3A}	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği
S_{3B}	Alt Tedarik Zinciri Esnekliği

Simgeler**Açıklamalar**

S4	Riske Maruz Değer
S5	Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti
S6	Satılan Ürünlerin Maliyeti
S7	Nakit Çevrim Süresi
S8	Tedarik Zinciri Sabit Varlıklar Geri Dönüşü
S9	İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü
T	Stok maliyeti
TNV	Toplam net varlıklar
TU	Tamamlanmış ürünlerin maliyeti
V_{ij}	Ağırlıklı standart karar matrisi
VT	Toplam varlıklar
W	Ağırlık değeri
W(A)	ANP ağırlık değeri
W(D)	DEMATEL ağırlık değeri
W(DA)	DEMATEL-ANP ağırlık değeri

Kısaltmalar**Açıklamalar**

AB	Avrupa Birliği
ABC	Activity Based Costing
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
ARIS	Architecture of Information Systems
AT	Ağ Tasarımı Modelleri
ATO	Assembly To Order
BOM	Bill Of Material
BPR	Business Process Reengineering
BSC	Balanced ScoreCard
BT	Bilgi Teknolojisi Modelleri
CPFR	Colloborative Planning, Forecasting and Replenishment
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme

Kısaltmalar**Açıklamalar**

D	Deliver (SCOR)
D1	Deliver MTS Product (SCOR)
D2	Deliver MTO Product (SCOR)
D3	Deliver ETO Product (SCOR)
D4	Deliver Retail Product (SCOR)
DEA	Data Envelopment Analysis
DEMATEL	Decision Making Trial And Evaluation Laboratory
DFD	Data Flow Diagram
DR	Delivery Return (SCOR)
DR1	Return of Delivered Defective Product (SCOR)
DR2	Return of Delivered MRO Product (SCOR)
DR3	Return of Delivered Excessive Product (SCOR)
DRP	Distribution Resources Planning
DT	Deterministik Modeller
E	Enabler (SCOR)
ELECTRE	ELimination Et Choix Traduisant la REalite
EP	Enable Plan (SCOR)
ERP	Enterprise Resources Planning
ETO	Engineer To Order
EVA	Economic Added Value
FAHP	Fuzzy Analytic Hierarchy Process
FL	Fuzzy Logic
FM	Fuzzy Method
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
M	Make (SCOR)
M1	MTS (SCOR)
M2	MTO (SCOR)
M3	ETO (SCOR)
MAX	Seçilen parametrenin en büyük değerini aldığı durum
NO	Nesne Odaklı Modeller
NR	Normativ Modeller (SCOR)
PA	Petri Ağları Modeli

Kısaltmalar**Açıklamalar****PSO**

Particle Swarm Optimisation

YEM

Yapısal Eşitlik Modeli

SM

Simulation Model

SS

Six Sigma

TOPSIS

Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

TZ

Tedarik Zinciri

VaR

Riske Maruz Değer

XML

Extended Markup Language

1. GİRİŞ

“Endüstri 4.0” adı altında yapay zekanın ve otonom sistemlerin geliştirilmesiyle yeni bir sanayi devrimine ilk adımların atıldığı günümüzde tüm firmalar bu yeniliğe ayak uydurmaya çalışmaktadır. Özellikle yazılım ve elektronik sistemlerle uyum sağlamak adına birçok bilimsel çalışmalar yürütülmektedir (Tavukçuoğlu, 2018).

Ülkemizin 2023 hedeflerinde 500 milyar Dolar ihracat hedefi vardır. İhracatın temeli de lojistik altyapısından geçmektedir. Mevcut tedarik zinciri yönetimine “ulaştırma” ve “lojistik” açısından bakıldığında mevcut tedarik zinciri yönetim süreçlerinin ve altyapının bu hedeflere ulaşabilecek durumda olmadığı görülmektedir (TUIK, 2013).

Bu durumun iyileştirilmesine yönelik olarak tedarik zincirlerinin performanslarının kıyaslanarak rekabet gücünün artırılması ve bu analizler esnasında Endüstri 4.0’a uyum sağlanmaya çalışılması gerektiği öngörülmektedir. Söz konusu analizlerde yardımcı olabilecek temel bir performans değerlendirme yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır (Yıldız ve Ahi, 2020).

Yapılan araştırmada Türkiye’de birçok firmanın tedarik zincir performans parametrelerinin net olarak ortaya çıkarılmadığı ve bu yüzden referans modellerle kendinden daha iyi olan örneklerle kendini kıyaslayarak iyileştirme imkânının olmadığı öngörülmektedir (Kocaoğlu, 2009).

Hızla değişen rekabet koşulları, müşterilere artık internet üzerinden sunulan satın alma ve iade imkânlarıyla tedarik zinciri yönetimi aynı kaliteyi koruyarak, daha büyük bir zaman baskısı altında, hızlı, dinamik ve esnek bir yapıya kavuşturulması gelecekteki rekabet koşulları açısından çok önemli bir hale gelmiştir. Artık küresel ekonomide rekabet, firmaların tedarik zinciri performansları arasında gerçekleşmektedir (Kaplan ve Norton, 2009).

Tedarik zincir yönetimi, alt sistem olarak entegre bir lojistik sistemi haline getirilerek; taşıma, dağıtım, depolama, satıcı ilişkilerini, envanter yönetimini ve teslim hizmetlerini daha etkin bir şekilde yönetebilmelidir. Etkin bir dağıtım, lojistik sürecinin kritik bir bileşenidir.

Özellikle tam zamanında üretim sisteminde ürün, hızlı bir şekilde ikmal edilmeli ve daha küçük gruplarla istendiği yere, istendiği zamanda ulaştırılmalıdır. Buradaki amaç, envanteri kusursuz bilgi ile entegre edebilmektir. Üstün bir performans için, bilgi teknolojisi araçları ile lojistik faaliyetlerinin etkin koordinasyonu sağlanmalıdır (Govindan vd. 2015).

Tedarik zinciri yönetimi; süreçlerdeki operasyonel değişimler karşısında hızlı yanıt vermesini desteklemeyi amaçlamaktadır. Dinamik ve karmaşık tedarik zinciri süreçleri içinde çok çeşitli kullanıcı, bilgi, organizasyon ve işlevi barındırmaktadır. Bu bakımdan, süreç modellerinin anlaşılabilir olması, entegre bir modüler tasarıma, performans değerlendirme yaklaşımına sahip olması can alıcı bir öneme sahiptir (Hu vd. 2015).

Bahsi geçen tedarik zinciri yönetim performans yaklaşımının aynı şekilde şirketlerce kolay uygulanabilir ve verilecek kritik yatırım, iyileştirme faaliyeti ve risk azaltıcı önlem kararlarında karar vericilere yol göstermek amacıyla bilgi teknolojileriyle entegre edilmesi gerekmektedir. Bu açıdan, eski kurumsal kaynak yönetim programlarında kullanılan veri odaklı yaklaşım, süreç odaklı bir hale gelmektedir. Bilgisayar destekli sistemlerle bu iş süreçlerinin nasıl tanımlandığında en yüksek performansın elde edileceğinin değerlendirilebilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Kijewska vd. 2018).

Temel problemlerden biri; tedarik zincirinin karmaşık yapısının performansının ölçülüp değerlendirilmesinde ve doğru performans metriklerinin belirlenerek birbirini ne kadar etkilediğinin ortaya konamamasından çıktığı düşünülmektedir. Değişken metrik değerlerinin tedarik zinciri performansında yarattığı etkilerinin tespit edilmesi iyi bir tedarik süreç yönetimine sahip bir işletmenin taleplere daha etkin, daha hızlı ve daha esnek cevap vermesini sağlayacağı tahmin edilmektedir. Tedarik zinciri kompleks bir yapıya sahip olduğundan ötürü tedarik zincirinin farklı düzeylerde performans ölçütleri birbirleri üzerinde farklı etkiler yaratmakta olup öncelikleri de değişkenlik göstermektedir (Zorlu vd. 2018).

Tedarik zinciri performan metrikleri değerlendirme işlemi gerçekleştirilirken birbirlerinden farklı birimlerde bulunan değişken verilerden ötürü toplam tedarik zinciri performans değerinin hesaplanması karmaşılaşmakta ve bu başlıca sorunlardan biri olduğu tahmin edilmektedir. Bu amaç doğrultusunda, tez kapsamında dünyada bilimsel olarak kabul görmüş ve sanayiler arası 1996 yılından bu yana kullanılmakta ve önemli bir referans model olan SCOR modeli ile tedarik zinciri performans metrikleri ortaya konarak firmaların

kendilerini rakipleri ile kıyaslayabilme, pazardaki durumlarını görebilme ve tedarik zinciri yönetimi için karar almalarında yol göstermeye çalışılmıştır. Bu şekilde maliyetlerin düşürülmesi, çeşitli tedarik zinciri performans parametrelerinin diğer parametrelere etkisi ve aralarındaki ilişkiler modellenmiş, toplam kıyaslanabilir bir tedarik zinciri puanına ulaşmada yardımcı bilimsel bir hibrit yaklaşım geliştirilmiştir.

Söz konusu yaklaşım ile ilgili olarak literatür incelenmiş, sektör yöneticileri ve disiplinler arası uzmanlarla düzenli toplantılar gerçekleştirilmiştir. Kurgulanan yaklaşımda performans nitelikleri ve metriklerini sayısallaştırıp belli bir referans model çerçevesinde tanımlamak için SCOR modelinden faydalanılmıştır.

Ortaya çıkan ilişkide yeralan metriklerin birbiriyle etkileşimleri korelasyon analizi ile değerlendirilmiş, ardından ilişkinin sayısallaştırılmasında ANP ve DEMATEL yöntemlerinden faydalanılmıştır. DEMATEL yöntemine girdi olabilmesi için SCOR ile hesaplanan performans metriklerine ait 3 yıllık geçmiş verilerin en çok ve en az artış metrik değerleri dikkate alınarak MİNMAKS yöntemi ve farklı birimlerde olmalarından ötürü normalizasyon işlemi için TOPSIS 3.adım uygulanmıştır.

ANP-AHP ve DEMATEL yöntemleriyle performans metriklerine farklı ağırlık değerleri atanarak bu yöntemlerin literatürde tek başına SCOR ile kullanılmasında oluşan olumsuzluklar yeni hibrit yaklaşım ile bertaraf edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca toplam tedarik zinciri puanlarına bakarak farklı sektör veya firma değerlerinin kıyaslamasını yapmak mümkün hale gelmiştir.

Tezin ikinci bölümünde lojistik ve tedarik zinciri yönetimi kavramları incelenmiştir. Üçüncü bölümde literatür araştırmasının ve ortaya çıkan problemin özeti sunulmuş, dördüncü bölümde tez kapsamına kullanılan yöntemler detaylı şekilde anlatılmış, beşinci bölümde geliştirilen metodolojinin iki demiryolu sektöründe faaliyet gösteren firma verileri üzerinde uygulanması aktarılmıştır. Altıncı bölümde ise elde edilen çıktılar ve önerilen yaklaşım tartışılmış ve yorumlanmıştır. Son bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.



2. LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Eski çağlardan günümüze dek dünya artık tamamıyla küreselleşme eğilimi içerisine girdiği görülmektedir. Ürün veya malzeme akışı olan sistemlerde entegrasyonun sağlanması, faaliyetlerin düzenlenmesi ile ilgili yöntem ve tekniklerin bütününe kapsamında lojistik ve tedarik zincirinin önemini ortaya çıkarmıştır. Hatta tedarik zincirleri, son yıllarda bir çok bilimsel çalışmaların yapıldığı bir alan haline gelmiştir (Lima vd. 2016).

Çancı ve Erdal'a (2009) göre lojistik tanımı; bilgi akışı, nitelikli-niteliksiz ürün, servis hizmeti ve hammaddenin en baştan, ürünün tüketildiği son ana kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin, etkili ve istenen sonucu verecek şekilde planlanması, uygulanması, depolanması, taşınması ve kontrol altında tutulması işlemidir. Özellikle lojistikle eşdeğer tutulmuş konuların birbirinden kesin bir çizgiyle ayrışması, bu işlemlerin yerine getirilmesi için gerekli kılınmıştır.

Lojistik, üretimde verimlilik seviyesini arttırma, yeni pazarlara ulaşma ve ulusal ve uluslararası firmalarla teknolojik açıdan rakip olabilmesi için küreselleşen şirketlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu durum lojistiğin önemini belirtmektedir. İhtiyaç anında ve uygun şartlarda, ihtiyaç duyulan yerde en düşük maliyetle hammadde, ara mal, ürün ve yardımcı malzeme teslimatını sağlamak lojistiğin amacıdır. Günümüz koşullarında işletmeler ise küreselleşmiş ve kozmopolit ortamlara tabii kılındığından ötürü rekabet güçlerini arttırmak için lojistik ve ulaştırma alanlarında sürekli yeni, çağdaş yöntemlere ve yönetim felsefelerine ihtiyaç duymaktadır. Lojistik bu ihtiyaç dizisinde yer alır ve hem birbirini tamamlayan hem de başarılarını önemli ölçüde etkileyen lojistik ile ulaştırma arasındaki yakın ilişkinin görevleri bakımından incelenmesi oldukça önemlidir (Çancı ve Erdal, 2009).

Lojistiğin bu tanımı haricinde, lojistikle bağdaştırılmış bazı kavramlar da vardır. Bu kavramlardan biri “lojistik yönetimi”dir. İyi bir planlama ve planlanan etkinliklerin operasyonel alanda en yüksek verimi alacak şekilde gerçekleştirilmesi, lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi bakımından gereklidir. Bununla bağlantılı olarak lojistik yönetimi kelime anlamıyla, “tedarik zinciri içerisindeki süreçte müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık vermek üzere; nitelikli, niteliksiz ürün, hizmet ve bilgi akışının ve bunların depolanmasının, en

baştan ürünün tüketildiği son ana kadar olan hareketinin etkili ve istenen sonucu verecek şekilde planlanması, uygulanması ve denetiminin gerçekleştirilmesi hizmeti” olarak ifade edilir. Ancak, karmaşık ilişkiler ağına dönüşen lojistik yönetiminden ötürü modern lojistik yönetimi anlayışı olarak ortaya çıkan yeni yapı "Tedarik Zinciri Yönetimi" kavramıyla ifade edilmektedir (Özdener, 2010).

Bu terim pazarın talep durumu dikkate alınarak, şirketin tedarik kanallarının ve yönetim organizasyonunun düzenlenmesi şeklindeki, lojistik yönetimini de içine alan yönetim yaklaşımını anlatmaktadır. Lojistik yönetimi kavramı ile ifade edilen faaliyetler içerisinde:

- Elleçleme,
- Nakliye,
- Depolama,
- Sipariş işleme,
- Ambalajlama,
- Envanter yönetimi,
- Satınalma,
- Enformasyon yönetimi

yer almaktadır (Georgise vd. 2017).

Yukarıda belirtilen bu süreçler içerisinde yer alan lojistik faaliyetlere ilişkin maliyet birimleri hesaplandığında taşıma modu, ürün ve sektör ayrımı yapılmaksızın genel gösterim olarak taşıma maliyetlerinin toplam maliyetler içindeki yeri Çizelge 2.1’de gösterildiği üzere dikkat çekmektedir.

Çizelge 2.1. Lojistik maliyetleri dağılımı (Çancı ve Erdal, 2009)

Lojistik Maliyetleri	Oran
Taşıma	%50-65
Envanter ve Malzeme Elleçleme	%20-35
İşletme Yerleşim Tasarımı (depo ve dağıtım merkezlerinin planlanması)	%10
İletişim ve Bilgi Yönetimi (talep tahmini, sipariş süreci, üretim programlama)	%5

Tedarik zinciri; mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm süreçleri kapsar. İş süreçleri açısından bakıldığında, tedarik zinciri; satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini, dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi farklı sahaları da kapsamaktadır (Tanyaş ve Başkak, 2017).

Tedarik zinciri yönetimi; istenen ürünün, istenen zamanda ve mekânda, makul bir fiyata tüm tedarik zinciri için geçerli olabilecek en az maliyetle müşteriye ulaşmasını sağlayan bilgi, malzeme ve para akışının entegre yönetimidir. Özetle, tedarik zincirinde bulunan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak, müşteri memnuniyeti seviyesini yükseltecek stratejilerin ve iş modellerinin meydana getirilmesidir (Kocaoğlu, 2009).

2.1. Tedarik Zincirin Yapısı

Tedarik zinciri yapısı itibariyle, verilen ürün şemalarındaki farklı düzeylerde bulunan alt montaj parçaların ve ham maddelerin üretim, tedarik ve stok düzeylerini tespit etme çalışmalarını içinde barındırır. Dağıtım merkezleri kümesi boyunca, verilen üretim ve hizmet ağındaki fabrikalar, talep ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde, son ürünlerin ve bilginin birbirleri arasındaki değişimdir (Wibowo ve Sholeh, 2015).

Tedarik zinciri ağlarında “konfigürasyon” kararlarında genellikle iki kategori bulunmaktadır (Dong, 2001):

1. Konstrüktif kararlar (uzun dönemli ve stratejik konular):

- Nakliye noktaları,
- Her tesise ayrı kapasite,
- Fabrikanın, deponun ve perakendecilerin konumu.

2. Koordinasyon kararları (kısa dönemler ve operasyonel konular):

- Nakliye (transfer) politikaları,
- İkmal kararları için merkezi olan veya merkezi olmayan kontrol,
- Envanter kararları: ne kadar ve nerede,
- Eksiği olan stoklar için tahsis etme kuralları.

Firmalar, rekabet üstünlüklerini arttırmak amacıyla tedarikçilerinin teknolojisinden, süreçlerinden ve yeteneğinden istifade ederler ve bu tedarik zinciri yönetimi ile ifade edilmektedir. Tedarik zinciri yönetimi de bir organizasyondaki lojistik, üretim ve malzeme yönetim fonksiyonlarının koordinasyonu üzerine yoğunlaşmaktadır. Değer zincirinde yer alan bütün stratejik organizasyonlar "entegre" olduklarında ve bir bütün halinde hareket ettiklerinde, tedarikçiler sisteminde baştan sona performans artışı yaşanacaktır (Tarman, 2011).

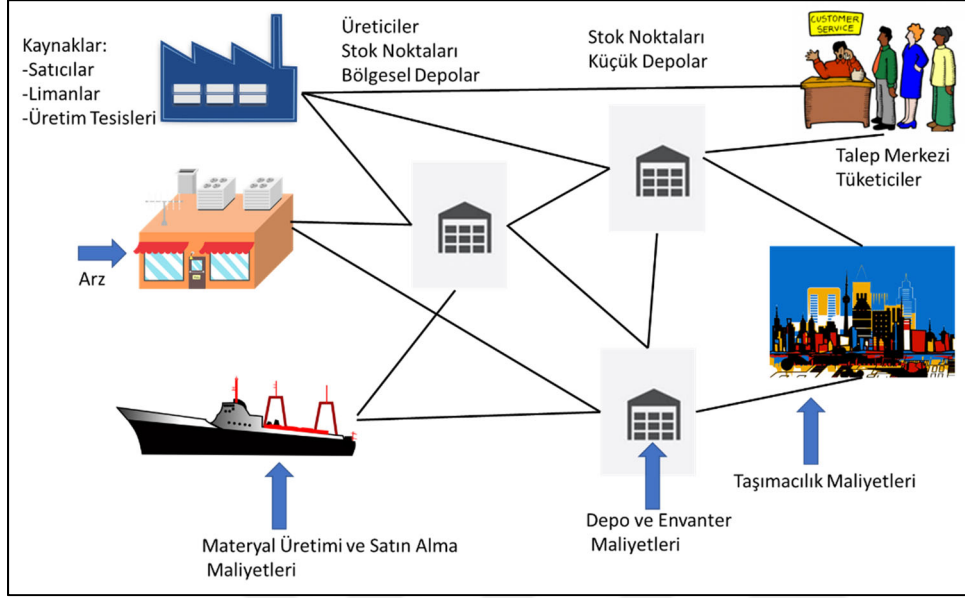
2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin İyileştirilmesi

Araştırmacılar ve uygulamacılar, tedarik zincirinin türlü süreçleri üzerinde uzun yıllar boyunca incelemeler yapmıştır. Özellikle son zamanlarda tasarım, performans ve tüm tedarik zincirini bir bütün varsayarak analiz etme konusundaki çalışmalarda gözle görülür düzeyde bir artış olmuştur. Aktif bir tedarik zinciri yönetimi ile işletmelerin pazarlamaya ve üretime dair faaliyetleri olumlu anlamda etkilenecek; daha aktif ve verimli bir işletme haline gelmesi sağlanacak, daha çok müşteri memnuniyeti ve daha düşük maliyet ve daha yüksek kar ile beraberinde istikrarlı büyüme sağlanacaktır (Ahi ve Yıldız, 2018).

Tedarik zincirinin ve yönetiminin düzenli bir hal alabilmesi adına izlenmesi gereken ilk adım veri toplanması ve bu verinin analizidir. "Analiz" adı altında incelenen konular aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Kocaoğlu, 2009):

- Üretim: Yarı mamullerin ve malzemelerin tespit edilmesi, miktarın ve üretim zamanlarının belirlenmesi.
- Tedarikçiler: Malzemelerin ve parçaların temin edileceği yer.
- Nakliye: Taşınacak ürünlerin boyutları, taşıma metodu ve sevkiyat rotası.
- Dağıtım: Sevk edilecek malzemenin türünün, sevk edilme zamanının, miktarının ve taşıma metodunun saptanması.
- Depolama: Parçaların ve son ürünlerin depolama yeri ve depolanacak parça miktarları.
- Müşteri: Satışa çıkarılacak ürünlerin, hizmet düzeylerinin ve hizmet maliyetlerinin tespit edilmesi.
- Pazar koşulları: Pazar koşullarında ve tedarik zinciri yönetiminde bir değişiklik söz konusu olduğunda yapılması gereken işlemlerin belirlenmesi.

Buna örnek olarak, zamanında yapılması gereken teslimatı geciktiren darboğaz noktalarında çözüm üretilmesi ve bu çözümlerin siparişlere etkilerinin belirlenmesi (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Tedarik zincirinin şematize edilmiş hali

Yukarıdaki sorular, aktif bir tedarik zinciri yönetimi ile kolaylıkla cevaplanabilir. Satın alma ve satın alınan bu malın şirket bünyesinde dağıtımı, üretilen malın depolanması ve depodan alınıp tüketiciye ulaştırılması birbirinden farklı iş süreçleridir. Bu süreçler birbirlerinden farklı olduğundan ötürü her biri kendi üzerinde ayrı bir hakimiyet gerektirir. Elektronik ortamlar, bu iş süreçlerinin takibi için daha elverişlidir. Bir tedarik zincirinin kurulması, sistemin ve sürecin geneli karşısında ilk aşamadır. Buna nazaran sistemi idare etmek ise devamlı ve sonsuz bir süreçtir. Evrensel bir konuma ulaşan tedarik zincirleri bu yükselişin beraberinde bazı özel konuları ve sorunları meydana getirir. Şirketler arasındaki mesafeyle ve anlaşmalarla birlikte artan karışıklıklar, zincirin performansını gösteren çevrim süresini olumsuz anlamda etkilemektedir. Çoğu ülkede bazı operasyonel uygulamaların birbirinden farklı olması; kanal üyelerinin birbirlerinden farklı bir dili ve para birimini kullanması ve farklı yasal/politik sistemlerde görevli olmasından ötürü bu olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, uluslararası işlemler daha karışık konuları içerir ve uluslararası sınırlardan geçmek birçok yasal düzenlemeyi de beraberinde getirir. İşletme bakımından, tedarik zinciri yönetiminin aktif olması (Tanyaş ve Başkak, 2017);

- İşletmenin bütün bilgi, malzeme ve para akışı yönetilebilir hale gelir.
- Teknolojiyi kullanarak, yeniliğe yönlendirir.

- Toplam maliyetleri azaltır.
- Girdilerin elde edilmesini garantileyerek, üretimde sürekliliği sağlar.
- Tüketici taleplerine en iyi şekilde dönüş yaparak kaliteyi artırır.
- Tedarik süresini azaltarak, pazardaki değişimlere kısa bir zamanda geri dönüş yapılmasını sağlar.

Tedarik zinciri yönetimi, toplam maliyeti en düşük olan lojistik stratejilerine, kaynak kullanımı ile organizasyon yapısına odaklanmakta ve üretim, sipariş yönetimi, fiziksel dağıtım ile depolama olanaklarını birlikte incelemektedir. Üretim planlama sistemlerinde, kapasite ve kaynak planlanırken dağıtım kaynakları bu hususlarla senkronize olacak şekilde planlanmaz (Kocaoğlu, 2013).

Tedarik zinciri yönetiminin önemli başarı kriterleri aşağıdaki gibidir (Thunberg ve Persson, 2014):

- En az toplam stok düzeyi,
- En az toplam maliyet,
- En kısa çevrim süresi,
- Doğru ürün, zaman, mekan ve miktar,
- Yüksek esneklik.

Daha iyi performanslı ve birbirine sıkı sıkıya bağlı iş modelleri yaratmak adına işletme içi ve işletmeler arası temel iş fonksiyonlarını ve süreçlerini birbirine bağlamak tedarik zinciri yönetiminin en temel amacıdır. Tüm lojistik ve üretim faaliyetlerini himayesi altına alan tedarik zinciri yönetimi, pazarlamayı, ürün geliştirmeyi, finansı, satışı ve bilgi teknolojilerini de içine alacak biçimde koordinasyonu sağlar. Bu tanım, işletmelerin içinde bulunan tedarik zinciri yöneticilerinin haklarının ve sorumluluklarının artmasına yol açmıştır. Yöneticiler, üretimi ilgilendiren her konuyu planlamak, bizzat yapmak veya yapım aşamasını incelemek, ayrıca kontrol etmek sorumluluğunu taşırlar (Yıldıztekin ve Çelik, 2013).

Tedarik zincirinde; temel olarak malzeme akışı, parasal akış ve bilgi akışı olmak üzere üç çeşit “ana akış” vardır. Bu akışlar birbiriyle bağdaşmıştır. Akış yönü tek yönlü ve tedarikçiden müşteriye doğru ise malzeme akışıdır; akış yönü çift yönlü ise bilgi ve parasal akıştır (Yu ve Shing, 2013).

Ürünlerin ve tedarik zincirlerinin değişimleri birbirleriyle doğru orantılıdır: Demiryolu, tekstil ve otomotiv sanayisi ile ilaç sektörü için rekabet zinciri yapıları farklılık göstermektedir. Ürünlerin tedarik süreleri farklıysa, tedarik zinciri yapıları da farklı gelişecektir. Çizelge 2.2’de tedarik zincirlerindeki zamana göre bu değişim özet halinde gösterilmektedir (Karagöz vd. 2008).

Çizelge 2.2. Tedarik zincirinde zaman içinde görülen değişimler (Karagöz vd. 2008)

AŞAMALAR	YÖNETİM	ÖRGÜTSEL TASARIM
1960'lı Yıllar		
Ulaştırma ve Depolama	Satış ve Pazarlama	Dağınık Lojistik Faaliyetler
	Depolama	Düşük Lojistik Yönetimi
	Stok Denetimi	Otoritesi İşletme Başarısına Etkisi
	Ulaştırma Etkinliği	Lojistik Faaliyetler Arası Zayıf Bağlantı
1980'li Yıllar		
Toplam Maliyet	Lojistiğin Merkezileştirilmesi	Merkezi Lojistik Faaliyetler
	Süreç Optimizasyonu	Büyüyen Lojistik Yönetimi Otoritesi
	Rekabetçi Bir Avantaj Olarak Lojistik	Bilgisayar Uygulamaları
	Toplam Maliyet Yönetimi	
1990'lı Yıllar		
Entegre Lojistik Yönetimi	Lojistik Planlama	Lojistik Faaliyetlerde Genişleme
	İşletme Faaliyetleri İle Bütünleşme	Tedarik Zinciri Planlama
	Süreç Kanalları İle Bütünleşme	Toplam Kalite Yönetimi Desteği
		Lojistik Yönetim Faaliyetleri
2000'li Yıllar		
Tedarik Zinciri Yönetim	Stratejik Tedarik Zinciri Görüşü	Ticari Ortaklık
	Extranet Teknoloji Kullanımı	Sanal Örgüt
	Kanal Güçlerini Ortak Bir Kuvvet Aracı	Talepteki Değişimler
	Kullanmak İçin Tedarik Zinciri	Benchmarking ve Yeniden
	Toplam Kalite Yönetimi	Yapılanma
	Göstergelerinde İş birliği Yapmak	
2000 Yılı Sonrası		
E-Tedarik Zinciri Yönetimi	Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramına	Tedarik Zinciri Ağı ile Ticari
	İnternetin Uygulanması	Ortaklık Yapmak
	Düşük Maliyetli Anında Veri Tabanı	.com. - eklentisi piyasa
	Paylaşımı	değişiklikleri
	Elektronik Bilgi	Örgütsel çeviklik ve ölçülebilirlik
	Tedarik Zinciri Yönetimi Senkronizasyonu	

Tedarik zincirinin en önemli ögelerini bilgi, finans, depolama, taşımacılık, üretim faaliyetleri ve envanter bilgileri oluşturmaktadır. Bu bileşenlerde iyileştirme, işletmelerin üretim kapasitesinde artış, nihai kullanıcı ile tedarik ağındaki unsurlar arasındaki ilişkinin düzenlenmesi yoluyla işletme verim ve etkinliğinin artırılması dolayısıyla tedarik zincirinde maliyetlerin düşmesi, performansın ve güvenilirliğin daha da artması anlamına gelmektedir (Ecer, 2014).

Çizelge 2.3. Tedarik zincirinde iyileşme oranları (Ciravoğlu, 2006; Supply Chain Council, 2017)

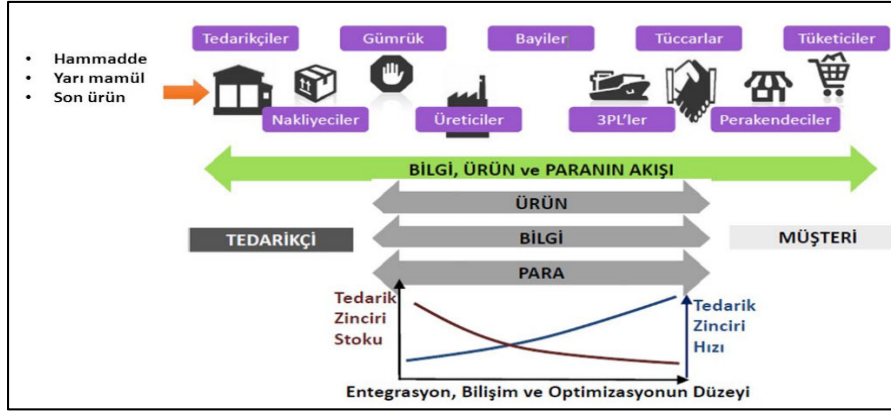
Bileşen	İyileşme Oran Aralığı (%)
Tamamlanan projelerde malzeme stoklarında azalma	30-50
Nakliye maliyetlerinde azalma	10-12
Tedarik zinciri maliyetlerinde azalma	10-20
Malzeme satın alma maliyetlerinde azalma	5-10
Kapasite kullanımında artış	5-20
Sipariş tamamlama oranında artış	0-5
Tahmin doğruluğunda artış	20-60
Raf ömürlü ürünlerin stoklarında azalma	10-20

Çizelge 2.3'e göre SCOR yöntemi ile tedarik zincirinin iyileştirilmesinde elde edilecek maliyetlerde azaltma elverişli olduğu tahmin edilmektedir (Ahi ve Yıldız, 2018). Literatürde birçok işletmede yapılan tedarik zinciri yönetim süreç iyileştirmeleri sonucunda farklı maliyet bileşenlerinde azalma yaşandığı tespit edilmiştir. Bu bileşenlerle ilgili maliyet azalma işletmeden işletmeye değişmekle birlikte genel bir yüzde cinsinden bant aralığı olarak tahmini iyileşme/maliyet azalma oranları verilmektedir (Ciravoğlu, 2006).

2.3. Tedarik Zinciri Çeşitleri

Yapılarına göre tedarik zincirleri tek evreli ve çok evreli olmak üzere temelde iki başlık altında sınıflandırılabilir: Bunun yanında çevre odaklı ve ürünlerin geri dönüşümünü barındıran tersine tedarik zincirleri, özellikle son zamanlarda önemli ve göze çarpan bir konu olmuştur (Che, 2010).

Tedarik zincirinde akış, Şekil 2.2'de görüldüğü gibi tedarikçiden tüketiciye dek malzeme, bilgi veya para akışı olarak gerçekleşmekte ve bunlar çift yönlü olarak hareket etmektedir.



Şekil 2.2. Tedarik zinciri akış süreçleri (Ayvaz, 2015)

Karmaşıklık arttıkça, tedarik zincirleri çeşitlilik gösterir. Tek evreli tedarik zinciri sayesinde; ham madde elde etme, dağıtım ve üretim malzeme akış fonksiyonları ile birleşir. Tek evreli tedarik zincirinde birden fazla karar verme ve bilgi geçirme fonksiyonu vardır. Tek evreli tedarik zinciri ayrıca fonların yönetimini de içerisinde barındırır; çünkü işletme sermayesi (borçlar ve alacaklar biçiminde) en az çalışma sermayesi (envanter ve ekipman biçiminde) kadar önemlidir. Çok evreli tedarik zinciri ise tedarik zinciri tanımına iyi bir örnek oluşturmaktadır. Çok evreli tedarik zincirleri, tek evreli tedarik zincirlerinin çoklu kopyasıdır ve burada birden fazla şirket rol oynamaktadır. Çok evreli tedarik zincirine örnek olarak Volkswagen otomobil firması verilebilir. Verilen Volkswagen örneğinde, üreticiler gerçek siparişleri ve ileri bir tarihteki sipariş bilgilerini elektronik olarak alıp, satıcılarıyla beraber çalışmakta ve günlük otomobil üretim planlaması yapmak amacıyla verileri girmektedir (Metz, 1998).

Bazı ülkeler, ürünlerinin tüm yaşam döngüsü boyunca sorumluluğunu, çevre yasaları etrafında, üreticilere yüklemektedir. Bu sorumluluk beraberinde ambalaj malzemesi, elektronik malzemeler ve otomobil gibi bazı ürün gruplarında “iade” yükümlülüğünü getirir. Bunun haricinde, şirketler müşteri isteklerinin ürünlerinin çevreye verdiği zararı azaltması yönünde olmasından ötürü zorlanmaktadır. “Yeşil lojistik”, önemli bir pazarlama unsurudur. Yeniden kullanım; malzeme ve eklenen geri dönüşüm değeri nedeniyle ekonomik açıdan daha caziptir (Govindan vd. 2015).

2.4. Tedarik Zinciri Süreçleri

Önce iş süreci kavramını incelemek, tedarik zinciri süreçlerini veya modelleme kavramını incelemeye göre daha yerinde bir karar olacaktır.

Belli hedefler için, belirli “iş kuralları” dikkate alınarak uygulanan faaliyetler kümesine iş süreci denir. İş sürecinde uygulama, uyulması gereken kurallar ve amaçlar ile özdeşleşen faaliyetlerin uygulanmasıdır. İlgi alanına bakıldığında, genellikle alternatif rotalar gibi kararlar ile yapılması mecbur kılınan, alternatif faaliyetler arasındaki seçimler yer almaktadır. Faaliyetlerin, iş sürecinin uygulama anında koordine olmaları gerekmektedir. Faaliyet uygulanmasına gerek duyulduğunda “kaynaklar” temin edilmelidir. “İş süreç spesifikasyonu”, hangi faaliyetlerin hangi sırada (senkronize uygulama dahil) ve bu faaliyetler uygulanırken hangi kaynaklara ihtiyaç duyulduğunu tanımlar. Popüler olan farklı süreç yönetimi yaklaşımları; faaliyet tabanlı maliyetlendirme, sade yönetim, iş süreçlerinin yeniden inşa edilmesi, toplam kalite yönetimi, süreç yenilikçiliği, tedarik zinciri ve iş akışı yönetimi süreç modeli üstündeki gereksinimleri ele alarak, iki temel etki meydana getirmektedir (Kocaoğlu, 2009).

- Süreç modellerinin faydalandığı amaçların sayısı ve çeşitliliği büyümektedir.
- Model tasarımcıları ve bunun kullanıcılarının çeşitliliği ve sayısı olması gerekenden çok yayılmıştır. Bu sebeple de süreç modellerinin kavranabilirliğinin değeri artış gösterir.

İş süreçleriyle bağlantılı dört akım gelişmektedir (Dong, 2001). Bunlar:

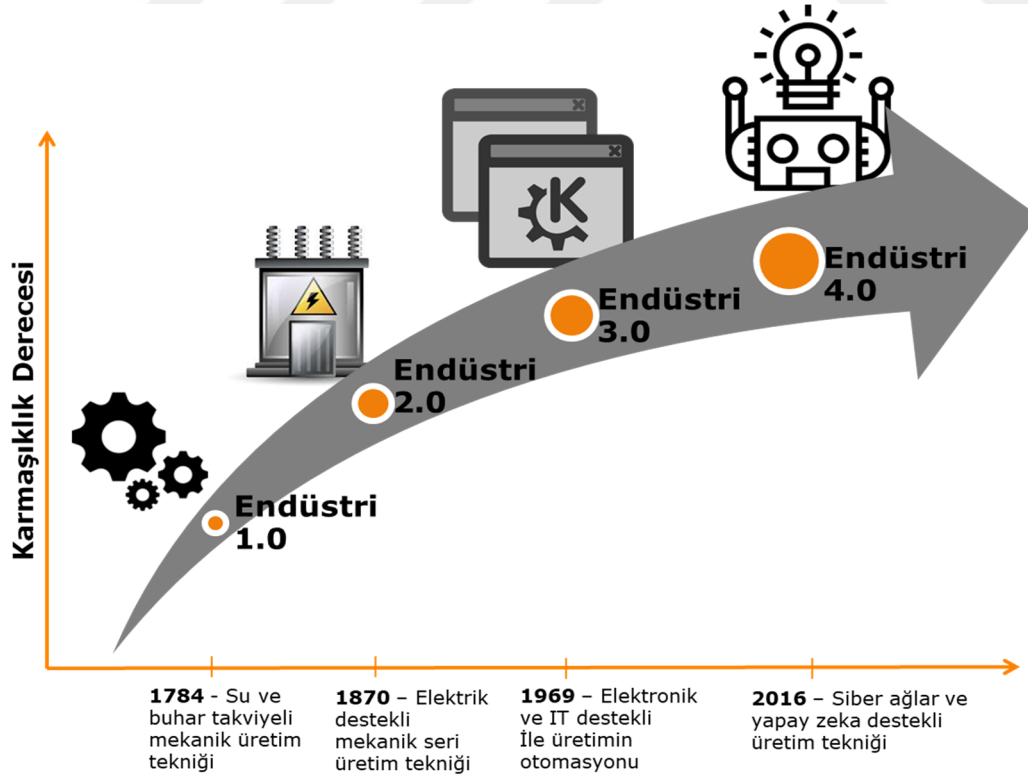
- Sık sık değişiklik yapmayı hedeflemekte,
- Sayıları giderek artmakta,
- Daha karışık bir hal almakta,
- Önemleri giderek artmaktadır (İş süreçlerinin yeniden yapılandırılması gibi).

Bu sebeplerden ötürü, süreç modelleme ve değerlendirme önemli hale gelmektedir.

2.5. Endüstri (Sanayi) 4.0’ın Tedarik Zincirine Etkileri

Zorlu’ya (2018) göre Sanayi 4.0 terimi, diğer ismiyle Endüstri 4.0, ilk defa 2011’de Almanya’daki Hannover Sanayi Fuarı’nda kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi 4.0 terimi için bilişim çağının modern yanı, üretim süreçlerine yeni ve farklı bir bakış açısı kattığı ve başka bir Sanayi Devrimi’nin başladığı fuara katılan uzmanlar tarafından dile getirilmiştir. 4.Sanayi Devrimi, Almanya Hükümeti’nin uzmanların görüşlerini yeni bir sanayi stratejisi olduğu varsayımı üzerine yorumlamasıyla teoriden öteye gitmiştir ve resmi bir kimlik

kazanmıştır. Başlangıcı 1760'lı yıllara dayanan ilk sanayi devriminde (Sanayi 1.0), buharlı makineler ve mekanik üretim sistemlerinin keşfedilmesiyle su ve buhar gücünün daha doğru kullanılması sağlanmış ve bu süreç 1830'lu yıllara kadar devam etmiştir. Buhar üretimini, mekanik üretim sistemlerinde üretilmesi kol gücüyle üretilmesine göre oldukça artırmıştır, bu durum üretim maliyetlerinin azalmasını sağlamıştır. Demiryollarının mallar yer değiştirirken buhar kullanması hız ve maliyet konusunda üstünlük sağlamıştır. 1840 ile 1870 yılları arasında gerçekleşen ikinci sanayi devrimi (Sanayi 2.0), elektriğin kullanılmasıyla ve seri üretimle başlamıştır. Üretim hattının gelişmesi Henry Ford'un üretim bandı tasarımıyla ve elektriğin seri üretimde kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. Üretimin seri ve otomatik bir hal alması üçüncü sanayi devriminde (Sanayi 3.0) 1950'li yıllardan itibaren elektroniğin ve dijital teknolojilerin seri üretim optimizasyonunun bir kısmı olmasıyla, dijital devrimle, elektroniklerin kullanımıyla ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle olmuştur. Üçüncü dalga olarak sınıflandırılan üçüncü sanayi devrimi, bilgi üretiminin toplanması ve dağıtılması işlemlerini destekleyen teknolojiler üzerine inşa edilmiştir. Yaşama, savaşma ve üretim yapma yöntemlerimiz bu teknolojilerle büyük bir değişim yaşamaktadır ki tedarik zincir yönetimi de buna göre değişim gösterdiği düşünülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Endüstri 4.0'ın evreleri

Günümüzde ise Endüstri 4.0 aşaması tartışılmaktadır. Çevremizdekilerin internet ile iletişim halinde olduğu, insanlar tarafından yapılan işlerle beraber hemen hemen tüm üretim proseslerini kendi başına yönetebilecek robotları, siber fiziksel sistemler ile sanal ortamlarla bilişim teknolojileri ve sanayii birleştirmeyi amaç edinmiş Endüstri 4.0'ın bir sosyal dönüşüm ve büyük ekonomik etkiler ortaya koyacağı düşünülmektedir (Tavukçuoğlu, 2018).

Dijital transformasyonu etkileyen teknolojiler Sanayi 4.0'da "CAMPS" olarak kısaltılmıştır. Bu kısaltmada C (Cloud) bulut bilişimini, A (Analytics) büyük veri analizini, M (Mobility) mobil dünyayı, P (Productivity) üretkenliği, S (Security) ise siber güvenliği ifade etmektedir. Bir kurum dijital transformasyonunu gerçekleştirmek niyetinde ise, yukarıda anlatılan sırayla bulut bilişimi, büyük veri analizi, mobil dünya, üretkenlik ve siber güvenlik adımlarını izlemelidir. Bu sayede, sadece kurumların dijital transformasyonu sağlanmayıp, kurumların sanayi 4.0'a da uyumu sağlanacaktır. Başka bir ifade ile artırılmış gerçeklik, üç boyutlu baskı, yatay/dikey yazılım-sistem entegrasyonu, akıllı robotlar, simülasyon, nesnelerin interneti tetikleyen başka birçok teknoloji olarak öne çıkmaktadırlar (Supeekit vd. 2016).

Sanayi 4.0'ın lojistik üzerindeki belirtilerini tetkik edecek olursak; lojistik sektöründe bulunan firmaların rekabet güçlerini maksimum seviyeye ulaştırabilmek için insan kaynağı, sürekli maliyet, faaliyet ve yönetim süreçleri kalitesi, etkinliği kısaca tedarik zinciri yönetimi ve teknolojisi bakımından kendilerini geliştirebilecekleri alternatiflerdir. Var olan lojistik sektöründe yetişmiş nitelikteki insan kaynağı istihdamını mecburi duruma getirmektedir. Üstünlük sağlamış ve profesyonel durumda olan bu kadrolar teknolojik değişimlere uyum sağlama ve teknolojiden yararlanma açısından diğer sahalara nazaran daha iyi bir durumdadır. Tüm anlatılan sebeplerden dolayı ekonomide büyük etkisi olacak bu devrimin lojistik sektörüne dezavantajlar sağlamak yerine, aksine lojistik sektörüne büyük ve önemli faydalar getireceği öngörülmektedir (Lima-Junior ve Carpinetti, 2016).

Ülkelerin yüksek refah ve rekabet ortamına erişimleri için gerekli bilgi ve iletişim teknolojilerini üretebilmelerinde etkileri olan mahallî politikalar, kurumlar ve unsurların araştırıldığı ve Dünya Ekonomi Forumu (WEF) tarafından sunulan Küresel Bilgi Teknolojileri Raporu Ağ Hazırlık İndeksi 2016 yılında Türkiye, 139 ülke içerisinde 48.sıraya oturmuştur. Bu sıra, 2015 yılı için 143 ülkeden 48, 2014 yılı için 148 ülkeden 51,

2013 yılı için ise 144 ülkeden 45. olarak takip etmiştir. 2015-2016 yılları için yayınlanan Küresel Rekabet Raporu'nda ise ülkemiz ne yazık ki 140 ülke içinde gerileme göstererek 51. sırada tamamlamıştır. Bu bakımdan Endüstri 4.0'ın sadece önemli olduğunu anlamak ve üzerinde tartışmak yeterli olmadığı kanaati oluşmaktadır. Dünyadaki diğer ülkeler arasından yüzölçümü büyüklüğü ile 37, nüfus büyüklüğü ile 18. sırada olan ve ekonomisi ile G20'de de olan ülkemizin Endüstri 4.0 Devrimi'ne yetişebilmesi için dijital altyapısını geliştirmesi gerekmektedir. Bu amaçla araştırmanın bir çıktısı olarak, SCOR modelinin stratejik kararların alınmasında tedarik zinciri hakkında faydalı bilgi sağlayan bir yazılım haline getirilerek ülkemizde de kullanılması fayda sağlayacağı düşünülmektedir.





3. TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEMESİ

3.1. Tedarik Zinciri Modelleme Yaklaşımları

Modeller, belirli bir amaç için gereksiz bilgilerden arındırılmış, karışıklığı azaltılmış gerçek dünyanın özetidir. Tedarik zincirinin aktivitelerini artırmak için, modelleme yöntemi geniş bir alanda kullanılmıştır (Kasi, 2005).

Tedarik zinciri modelinin tasarımına, asıl tedarik zincirinin iş objelerinin tanınmasıyla başlanmaktadır. Ardından zincirlerin girdi-çıkış analizi yapılır ve modellerin kavramsal halleri meydana getirilmektedir. Bu evreden sonra çalışmalar nicel (kantitatif) verilerle devam eder (Gölcük ve Baykasotlu, 2016).

Literatürde, tedarik zinciri modelleme konusunda çoğu yazar sınıflandırma yapmıştır. Beamon (1998), dört temel kategoriye ayırdığı modelleme yaklaşımları aşağıdaki gibidir:

1. Stokastik analitik modeller,
2. Simülasyon modelleri,
3. Deterministik analitik modeller,
4. Ekonomik modeller.

Yaptığı araştırmalar sonucu Dong (2001), tedarik zinciri modellerini 5 gruba ayırmıştır:

1. Karma tamsayıloptimizasyon modelleme metodu,
2. Sezgisel metodlar,
3. Tedarik zinciri ağ tasarımı,
4. Simülasyon temelli metodlar,
5. Stokastik (olasılıklı) programlama ve dayanıklılık (robust) optimizasyonu.

Kasi (2005) yaptığı çalışmalarda tedarik zinciri modellerine iki ana gruba ayırmıştır:

1. Analitik modeller ve simülasyon modelleri,
2. Betimsel(tasviri) ve normativ modeller.

Gerçek dünyanın en temel düzeyde tanımladığı modeller betimsel modellerdir.

Betimsel modelleme tekniğinde; ilişkiler, algılanacak nesneler ve özellikler kısıtlanmaktadır, fakat modelleme yapanın temayı nasıl planladığına karışılmamaktadır. Buradan nesnelerin, ilişkilerin, isimlerin ve özelliklerin istenilen şekilde seçilebileceği ve adlandırılabilceği sonucu çıkarılabilmektedir. Bu sayede modelleme yapana fikirlerinde ve inşasında geniş bir alan tanınmaktadır. Ancak normativ modeller ise sistemin aktarma biçimini sınırlamaktadır (Arashpour vd. 2017).

Tedarik zinciri modelleme tekniklerinin özeti Çizelge 3.1’de sunulmaktadır:

Çizelge 3.1. Tedarik zinciri modelleme teknikleri literatür özeti

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2006	NR, SM	Jain	Simülasyon çalışmaları ve modellemeleri için standart uygulamalar ile tanımların yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. SCOR modeli anlatılmış ve tedarik zinciri uygulamaları için simülasyon kullanımında, modelleme için kullanımı anlatılmıştır.
2006	NR, SM	Pundoor ve Herrmann	SCOR modelini kullanan, tedarik zinciri simülasyon modeli anlatılmıştır. Kesikli simülasyon ve çalışma tablolarını entegre edecek, simülasyon modelini kurmak için kullanılmıştır. SCOR yapısına uygun şekilde, simülasyon modellerinin de hiyerarşik yapıda olduğu ve tedarik zinciri faaliyetleri için alt modeller kullandıkları vurgulanmıştır.
2006	NR, SM, NO	Hung, vd.	Tedarik zinciri simülasyonları için bir modelleme yaklaşımı önerilmiştir. Nesne odaklı bir yapıya dayanmaktadır ve tedarik zinciri operasyon, karar ve politikaları boyunca konfigürasyon esnekliği sağlamaktadır.
2006	NR	Xia	SCOR’un özellikle telekomünikasyon sektöründe tüm tedarik zincirini modellemede yetersiz kaldığına değinilmiştir. SCOR temelli uyarılama için öneriler yapılmış ve SCOR uyarlaması ile sayısal ve sözel kazançlardan bahsedilmiştir.
2006	BT, SM	Chatfield vd.	Tedarik zincirlerinin nesne odaklı simülasyon modellemesi için XML (Genişletilebilir İşaretleme Dili) merkezli bir yaklaşım önerilmiştir. XML temelli dili içeren bir sistem ve temel tedarik zinciri simülasyon sınıfları ve simülasyon model haritalayıcı tanımlanmıştır.
2006	BT, NO, SM	Harrison vd.	XML temelli bir çalışma yapılmıştır. Nesne odaklı tedarik zinciri simülasyon aracı geliştirilmiştir.

Çizelge 3.1 (devam) Tedarik zinciri modelleme teknikleri literatür özeti

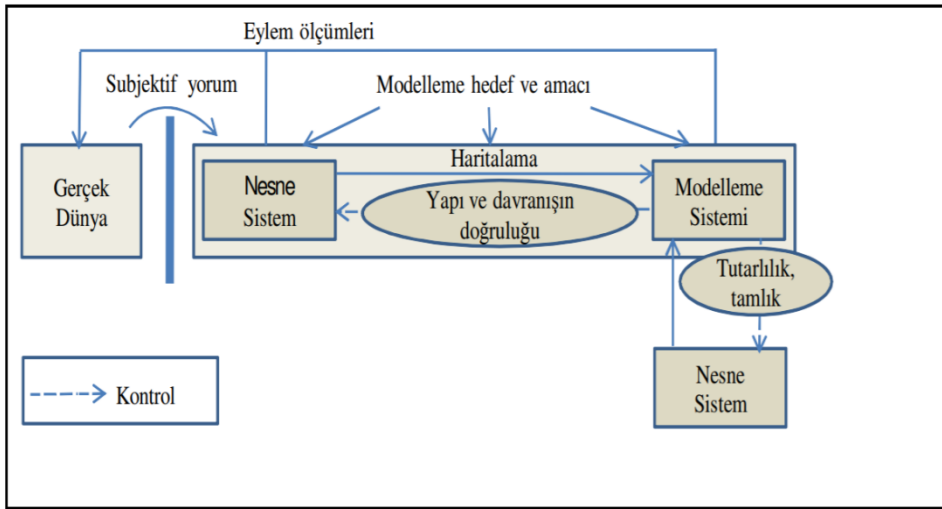
Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2008	NO, SM	Rossetti vd.	Tedarik zinciri ağlarıyla ilgili simülasyon modelleri geliştirmek için, nesne odaklı bir yapı önerilmiştir. Modellemede anahtar nesne odaklı şeyler sınıflar, nitelikler, ilişkiler ve davranışları içererek ifade edilmiştir.
2011	PA	Zhang vd.	Tedarik zinciri modellemesi için üç aşamalı bir Petri Ağ modeli algoritması önerilmiştir.
2011	NR, SM	Persson	SCOR modelini kullanan, tedarik zinciri simülasyon modeli anlatılmıştır. SCOR için bir temel şablon oluşturularak bir işletmenin verileri üzerinde uygulanmıştır. Amaç oluşturulan SCOR şablonun imal edilen ürünlerle ilgili tedarik zinciri kararlarına destek olmasıdır.
2014	YEM, AHP	Jakhar vd.	Yapısal eşitlik modellemesi ile tedarik zinciri performans değişkenleri arası ilişkiler ağının incelenerek test edildiği bir istatistiksel analiz yöntemi uygulanmıştır. Sonuçların doğrulanması için de AHP tekniği kullanılmıştır.

Literatür özetinde sunulan tedarik zinciri modelleme teknikleri dikkate alınarak hazırlanan yeni yaklaşımda Analitik modelleri de içinde barındıran ve bir normativ (referans tabanlı) model olan SCOR modeli seviye 1 nitelikleri ve seviye 2 performans ölçütlerinden oluşmaktadır.

Normativ modellerin detayları bir sonraki başlıkta kapsamlı şekilde sunulmaktadır.

3.1.1. Referans tabanlı modeller - normativ modeller

Sistem öğelerinin sanallaştırılması ve bu öğelerin bağları sistemin modeline bakılarak anlaşılır. Her bir sistem bir modelle ifade edilir. Gerçek dünya objelerinin tarif edilen bir grubu ve bunların arasındaki bağlantı modelleme sürecinin odak noktasıdır. Modelleme yaparken amaç, belirlenmiş sorunların kolay bir şekilde anlaşılmasını sağlayacak tanımlamalar yapmaktır. Bu yüzden süreçleri haritalarken gerektiği yerlerde sorunları ve çerçevesini basit düzeye indirgemek ve sadeleştirmek gereklidir. Modelleme; tasarlananın unsurun nesne sistemi üzerinde gösterilmesini barındırmaktadır. Modelleme sürecinin bitmiş hali modelleme sistemidir, bu da nesne sisteminin haritalanmasıdır. Sistem analizlerinin ve haritalanmanın nasıl yapılacağı, modelleme sürecinin nasıl tasarlanacağı gibi bazı kurallara modelleme sürecinde ihtiyaç duyulmaktadır. Bu problemin temel noktası meta-modelin parçalarıdır. Şekil 3.1’de gösterildiği üzere, bir modelden bir nesne sistemi, bir amaçtan ise bir modelleme sistemi oluşmaktadır (Büyüközkan ve Ersoy, 2003).



Şekil 3.1. Bir modelleme yapısı örneği (Zheng vd. 2002)

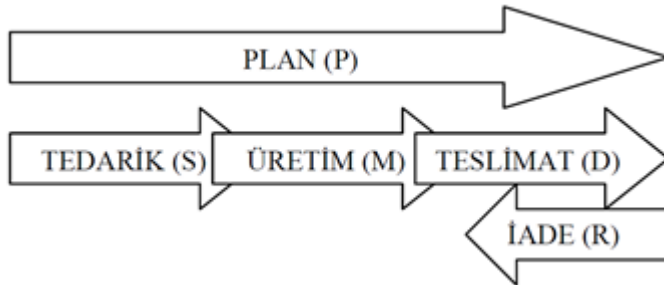
İşletme süreçleri; referans modelleri, yeniden inşa edilerek karşılaştırma ve süreç ölçümü kavramlarının çapraz fonksiyonel bir düzende birleştirilmesine ön ayak olur. Bir işletme sürecinde amaç, sistemin süreçlerinin ve yapılarının geliştirilmesi ve standart düzeye indirgenmesidir. Referans modeller, somutlaştırma yaparken oluşan problemin çözümlenmesi için destek sağlamayı hedeflemektedir. İşletmeler referans modeli bir iş sürecinin yeniden mühendisliği gibi bir organizasyonel yeniden yapılandırmanın tasarım sürecini hızlandırmak için kullanabilir. Süreç bazlı referans modelleri ise iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması (“mevcut” ve “olması gereken” durumun belirlenmesi), kıyaslama (benzer firmaların işlevsel performansının ölçülmesi ve “sınıfta en iyi” sonuçlarına bağlı iç hedeflerinin oluşturulması), süreç ölçümü ve en iyi uygulamaların (sınıfta en iyi performansla sonuçlanan yönetim uygulamaların ve yazılımsal çözümlerin) bilinen konseptlerini fonksiyonlar arası çerçevede bütünleştirmektedir (Agahanov, 2007).

Normativ modeller de referans tabanlı modellerdir. Bu modeller, modelleme yapan kişiye önceden tanımlanmış nesneler, haritalar ve ilişki örnekleri kümesinde seçim yaparak bunları kullanmasına yönlendirir. Üretilen modelin özgürlüğü bu durumdan ötürü kısıtlanır. Ancak herkesin aynı model kümesi altında birleşirse ortak fikirler ve kıstaslar belirleme, ortak kıyaslama yapma imkânı ortaya çıkacaktır. Bu sayede modelde karışıklık da azalmaktadır.

Ancak bu modeller normatiftir ve geliştirmesi karmaşık olmaktadır. Çünkü birbirine benzeyen sistemlerin bir model kümesi üzerinde uzlaşmasını temel almaktadır. Normativ

modeller, literatürde süreç referans modelleri olarak ifade edilmiş modelleri de kapsamaktadır (Kasi, 2005).

Tedarik zincirlerinin yönetimi için standart düzeyde bir metodoloji temin eden proses referans modeline, 1996 yılında PRTM, AMR Research ve Tedarik Zinciri Konseyi'ndeki şirketlerin çalışması sonucu çıkarılan Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli (SCOR-SupplyChain Operations Reference Model) örnek olarak gösterilebilir. SCOR modelinin yapısında birbirinden farklı düzeyler bulunmaktadır. Beş temel yönetim süreci, seviye 1 altında toplanmıştır. Modelinen başından ensonuna kadar rakamlardan ve sembollerden oluşan bir işaret sistemi kullanılmaktadır. P (Plan) planlama elemanını temsil eder. S (Source)tedarik veya kaynak elemanını, M (Make) üretim elemanını, D (Deliver) teslimat elemanını ve R (Return) iade veya geri dönüş elemanını tanımlamaktadır. Ayrıca “E” harfi imkân veya mümkün kılma (Enable) elemanı olarak da SCOR modeli yapısında bulunmakta, fakat temel yönetim sürecinde gösterilmemektedir. Temel SCOR süreçlerinin özetlenmiş hali Şekil 3.2’de verilmektedir (Supply Chain Council, 2017).



Şekil 3.2. Temel SCOR süreçleri (Supply Chain Council, 2017)

SCOR modeli, talebin başlangıç sinyali (talep veya tahmin) ile başlayarak talebin karşılandığı son sinyale (son fatura ve ödeme) kadar talep karşılama elemanlarının tümünü içermektedir. Bu model, özetle şu durumları:

- Malzemeleri, yedek parçaları, büyük hacimli ürünleri, teçhizatı ve yazılımı kapsayacak bir biçimde tedarikçinin tedarikçisinden, müşterinin müşterisine kadar olan tüm ürün işlemlerini,
- Sipariş girişinden itibaren ödenmiş fatura boyunca, bütün müşteri etkileşimlerini.
- Toplam talebi, tahmininden itibaren her siparişi yerine getirmeye kadar olan süreçteki tüm pazar işlemlerini ölçmektedir (Bukhori vd. 2015).

Üretim, tedarik, planlama ve iade bölümleri hepsi için geçerli olan bir yapıyla düzenlenmektedir. Her bölümün başında bulunan grafikler, görsel bir sunum sağlar, birbirleri arasındaki ilişkileri düzenler ve süreçlerdeki giriş ve çıkışları gösterirler. Tedarik zincirinin tam anlamıyla kavranması SCOR modeli süreç haritaları hazırlanarak gerçekleştirilmektedir (Öztayşi ve Sürer, 2014).

Tedarik Zinciri Konseyi, üç temel süreç düzeyi üzerine ağırlık vermiş, sistemde detaylı iş yönetimi ve sistemin bilgi akışını şekillendirme hususlarında öneri sunmaktan kaçınmaktadır (Supply Chain Council, 2017).

Tedarik zinciri gelişimini SCOR modelini kullanarak tamamlayan şirketler, kendi süreçlerini, sistemlerini ve uygulamalarını kullanarak modellerini geliştirme gereksinimi duyacaktır. Şirketlerin seviye 4'te kendilerine göre en uygun modeli seçip geliştirmeleri gerekmektedir (Pramod ve Banwet, 2011).

SCOR modeli sayesinde şirketler kendi içlerinde ve diğer şirketler arasında eksilerini ve artılarını görme fırsatı yakalarlar ve bu süreçte keşfedilen farklı rekabetçi avantajları takip edebilirler. SCOR modeli, sanayide dünya geneli isim yapmış büyük firmalar tarafından kabul edilmiş ve birden fazla sektörde yer alan bir firma tarafından da uygulamaya konulmuştur (Supply Chain Council, 2017).

Fayez'e göre SCOR modeli iş süreçlerini yeniden inşa etme modeli olarak görünmektedir; standartlaşmış herhangi bir şeyi veya IDEF ailesi, UML gibi iyi bilinen iş uzantılarını ve yapısı gereği iş süreci modelleme tekniklerini takip etmemektedir. SCOR süreç, malzeme ve bilgi akışı konusunda net bir tablo çizmez. Malzeme ve bilgi akışı model sürecinde gözükmez fakat bu akışların ayrımının yapılması tedarik zinciri tanımlaması ve tedarik zinciri simülasyon modelini geliştirmesi için kolaylık sağlar (Fayez vd. 2005).

SCOR modelini sınıflandırırken aynı anda operasyonel ve analitik modeller arasında yer alabilir. Simülasyon ve bilgi teknolojileri çıkışlı çalışmalara, modelleme olanak verir. Ayrıca nesne görünümündedir. MTS, MTO gibi operasyonel strateji seçenekleri de modelin içinde hazır bulunmaktadır. Literatürde SCOR modeli sadece görsel modellemeyle kalmamış; simülasyon, DEMATEL, ANP, bulanık mantık ve AHP çalışmalarıyla da bütünleştirilerek kullanılmıştır.

3.2. Tedarik Zincirinin Performansının Ölçülmesi

Başarılı bir şekilde tasarlanamayan bir tedarik zinciri performans ölçüm sistemi, tedarik zincirinin var olan performansının belirlenmesine ve bu sebepten ötürü performansların iyileştirilmesi için yapılması gerekenlerin saptanmasına yol açacaktır. Tedarik zinciri performans ölçüm sisteminin tasarlanmış olması tedarik zincirlerinin faktör olma ve aktif olma durumunun belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Sellitto d. 2015).

Bu performans ölçümü üzerinde yapılan çalışmaların çoğu sadece tedarik zinciri yönetiminin envanter düzeyi veya satın alma gibi “spesifik bir boyutu” bakımından tedarik zinciri performansını değerlendirmektedir. Literatüre göre, tedarik zinciri performansının; bilgi teknolojisi, envanter yönetimi, talep tahmini, lojistik, kalite yönetimi gibi tedarik zinciri yönetimi kavramlarının esas parçaları üzerindeki duyarlılığı konusunda yapılan incelemeler içeren çalışmalar olduğu gibi; tedarik zincir karmaşıklığı ve belirsizliği, erteleme, ürün ve pazar farklılığı gibi daha özel etkenlerin tedarik zinciri performansına etkisini gözlemleyen çalışmalar da vardır (Senvar vd. 2014).

Yapılan araştırmada performans ölçüm göstergelerinin bir standarda indirgenmediği gözlemlenmektedir. Bunun esas nedeni, her sistem birbirinden farklı olduğu için sisteme özel ölçüm yapıları gerekmekte ve bu yüzden de tüm işletmeler için geçerli bir standardize ölçütler oluşturulamamaktadır. Bu sebepten ötürü araştırmalarda genellikle temel özellikleri aynı olan sistemler için farklı performans ölçüm göstergeleri geliştirme üzerine yoğunlaşıldığı tespit edilmiştir (Kocaoğlu, 2009).

Literatüre bakıldığında son yıllarda tedarik zincirinin ölçümü üzerine yapılan araştırmalara verilen önem artmaktadır. Geleneksel performans ölçütlerinin geçmişe yönelik olması, ürün kalitesi ve müşteri memnuniyeti gibi konularda belirleyici olamadığından ve bu belirsizliğe çözüm bulamadığından performans ölçümlerinde yetersiz kalıyor olmaları üzerinde durulmaktadır (Özdener, 2010; Thunberg vd. 2014).

İncelenen araştırmalarda sonraki zamanlarda yapılan çalışmalarda ortaya çıkan metotların tamamen yeni geliştirilmiş metotlar olmadığı, belli başlı bazı ortak noktalarının olduğu ve birbirinin açığını kapatan çalışmalar bütünü olduğu tespit edilmiştir.

ANP tekniği ile beraber yapılan çalışmalar ise sonraki bölümde Çizelge 3.2’de özetlenmiştir. Özellikle 2010 yılından sonraki çalışmalarda ANP ile tedarik zinciri araştırmalarının arttığı görülmektedir.

Çizelge 3.2. Yakın zamanda literatürde yapılmış olan farklı modelleme teknikleri ile tedarik zinciri performansı ile ilgili çalışma özetleri

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2004	NR	Lockamy ve McCormack	Tedarik zinciri yönetimi planlama çalışmaları ve SCOR temelli 4 karar noktası (planla, tedarik, üretim, teslimat) ve 9 anahtar tedarik zinciri yönetimi planlama uygulaması anlatılmıştır.
2006	NR, SM	Jain	Simülasyon çalışmaları ve modellemeleri için standart uygulamalar ile tanımların yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. SCOR modeli anlatılmış ve tedarik zinciri uygulamaları için simülasyon kullanımında, modelleme için kullanımı anlatılmıştır.
2007	DEA	Parkan ve Wang	Faaliyet kategoriler, ikili nitelik kümeleri olarak ifade edilmiştir. Bu niteliklere riayet ederek ve tedarik zinciri performansındaki bilgileri kullanarak, iki performans ölçüm metodu veri zarflama analizi ve OCRA yöntemi kullanımı uygulanmış ve tedarik zinciri için genel bir profil elde edilmiştir.
2007	NR	Alvarado vd.	SCOR modelinin analiz tasarım ve tedarik zinciri performansını modellemek için e-devlet çalışmasında nasıl uygulanabileceğine dair bir yol haritası verilmiştir.
2007	NR, ANP	Faisal vd.	SCOR model tekniği ile ANP tekniği birleştirilerek tedarik zinciri performansını etkileyen risklerin tespiti ve risk seviyesinin azaltılmasına yönelik uygun stratejilerin geliştirilmesi araştırılmıştır. Amaç; tedarik zinciri performansını etkileyen en ve tüm tedarik zincirindeki riski azaltacak en iyi alternatifin seçilmesidir. Orta büyüklükteki bir firmaya uygulanarak tedarik zincirini etkileyen değişkenler arasında dolaylı ilişkilerin ve karmaşık etkileşimlerin olduğuna vurgu yapılmıştır.
2008	NR	Hwang vd.	Tayvan’da TFT-LCD sektörü üzerinde özellikle satın alma metriği üzerinde SCOR modeli uygulanmıştır. Satın alma prosedüründe daha iyi bir iletişim ve koordinasyonun gerekliliği üzerine vurgu yapılmıştır.

Çizelge 3.2 (devam) Yakın zamanda literatürde yapılmış olan farklı modelleme teknikleri ile tedarik zinciri performansı ile ilgili çalışma özetleri

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2008	BSC, ANP	Banwet ve Pramod	Hindistan Telekom hizmetindeki tedarik zincirinin performans kalitesini ölçmeye yönelik olarak Analytic Network Process (ANP) ve Balanced Scorecard (BSC) yöntemlerini birleştirerek kullanılmıştır. Araştırmacılar ve karar vericiler açısından değerlendirmede ANP yönteminin çok faydalı olduğunun altı çizilmektedir. ANP modelinin yapı olarak hiyerarşik bir formda boyutları, ölçütler ve imkânları alternatifleriyle birbirine bağlayarak karar vericilere kolaylık sağlayan güçlü bir Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak; problemin gerçeğe çok yakın modellenebildiği ve analiz edilen ölçütler için kaliteyi artırıcı stratejiler belirlenmiştir.
2010	BSC, ANP	Carlucci	Firmalarda en önemli ana göstergelerin (KPI) belirlenmesi ve bunlarla performans ölçümünün yapılması en zorlu durumlardan biri olduğundan bahsedilmektedir. Birçok gösterge içinden hangilerinin ana gösterge olacağı bir Çok Kriterli Karar Verme problemi olduğunun altı çizilmiştir. Bu problemin tanımı ve çözüm önerisi için ANP ve BSC yöntemleri birleştirilerek bir model sunulmuştur. Modelin uygunluğu gerçek firma verilerinin kullanılarak yapılan modelleme ile ispatlandığı ve ANP yönteminin bağımsız göstergeler arasından seçim yapılarak kriter ağırlıklandırmaya ve göstergeleri önceliklendirmeye imkân verdiği belirtilmiştir.
2010	BSC, FANP	Yüksel ve Dağdeviren	BSC ile bulanık ANP yöntemleri kullanılarak firma vizyon ve stratejilerine göre performansı artıran ve azaltan göstergelerin belirlenmesine ve önem sırasına göre düzenlenmesini amaçlamıştır. BSC yöntemindeki kantitatif uygulama sorunlarına yönelik çözümler aranmıştır. Özellikle, bulanık ANP yöntemi yardımıyla sadece finansal değil aynı zamanda performansa etki eden finansal olmayan göstergeler de kullanılarak model ile performans seviyesi tespit edilebildiği belirtilmektedir.
2010	BSC, ANP	Carlucci	Firmalarda en önemli ana göstergelerin belirlenmesi ve bunlarla performans ölçümünün yapılması en zorlu durumlardan biri olduğundan bahsedilmektedir. Birçok gösterge içinden hangilerinin ana gösterge olacağı bir Çok Kriterli Karar Verme problemi olduğunun altı çizilmiştir. Bu problemin tanımı ve çözüm önerisi için ANP ve BSC yöntemleri birleştirilerek bir model sunulmuştur. Modelin uygunluğu gerçek firma verilerinin kullanılarak yapılan modelleme ile ispatlandığı ve ANP yönteminin bağımsız göstergeler arasından seçim yapılarak kriter ağırlıklandırmaya ve göstergeleri önceliklendirmeye imkân verdiği belirtilmiştir.

Çizelge 3.2 (devam) Yakın zamanda literatürde yapılmış olan farklı modelleme teknikleri ile tedarik zinciri performansı ile ilgili çalışma özetleri

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2011	NR	Li vd.	ISO 9000 kalite yönetim sistemine sahip 232 işletmenin verileriyle tedarik zincirinin performans metrikleri SCOR modeliyle analiz edilerek metriklerin etkinliğine göre birbirine göre üstünlüklerine ayrılmıştır.
2011	NR	Zhou vd.	125 tane Kuzey Amerika işletmesi üzerinde SCOR modelinin ampirik olarak doğrulaması test edilmiş ve tedarik zinciri performansının iyileştirilmesine katkısı incelenmiştir. SCOR modelinin tedarik zincir süreçleriyle örtüştüğü ve genel olarak tedarik zincir yönetimini desteklediği hakkında vurgu yapılmıştır.
2011	NR, FL	Ganga vd.	SCOR modeli ile bulanık mantık yöntemleri birleştirilerek 1. ve 2. seviye SCOR performans parametreleri üzerinde öncelik ve önemlilik tahminleri ve parametreler arası ilişki tutarlılıkları modellenmiştir. Sonuç olarak; bulanık mantık yöntemi ile parametrelerdeki belirsizlikler için objektif tahminlerde bulunduğu ve tedarik zinciri performansında iyileşme sağlandığı belirtilmiştir.
2012	BSC, ANP	Bautista ve Baptista	Venezuela'nın plastik üretim sanayindeki bir firma üzerinde doğrulama yapılan çalışmada BSC ve ANP yöntemlerinin birleştirilmesi ve performans göstergelerinin tespit edilmesi amacıyla analizler yapılmıştır. Diğer yöntemlere oranla daha iyi ve gerçekçi performans geliştirme stratejilerine ulaşıldığının firma tarafından teyit edildiğine vurgu yapılmaktadır.
2013	NR, AHP	Kocaoğlu vd.	Bir üretici firmanın karar verme sürecinde SCOR ve AHP modelleri uygulanmış ve operasyonel hedefler ile stratejik hedefler arasındaki ilişki ortaya konarak performans artırımı için kıyaslamalar yapılmıştır.
2014	BSC, FANP	Bhattacharya vd.	Çalışmada, yeşil tedarik zincirinde performans ölçümü için bulanık ANP ve Yeşil BSC yöntemleri birleştirilerek uygulanmıştır. Modelde, çalışılan organizasyonun katkısı, eko-tasarım, tedarik zinciri süreçleri, sosyal ve sürdürülebilir performans yapıları göz önüne alınmıştır. Bu ana göstergelere bağlı alt göstergeler de bir ilişki ağı oluşturmak adına tanımlanmıştır. Modelleme ardından İngiliz halı üreticisinden toplanan verilerle modelleme yapılmıştır. Model sadece finansal hedeflerle değil organizasyonun tüm hedeflerine uyum sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. Sonuç olarak tedarikçilerin performanslarının değerlendirilebildiği ve insan kaynaklarının verimli şekilde kullanıldığı bir model ortaya konduğu belirtilmektedir.
2014	NR, AHP	Palma-Mendoza	SCOR modeli anlatılmış ve tedarik zinciri uygulamaları için simülasyon kullanımında, modelleme için AHP ile birlikte kullanımı anlatılmıştır. Ayrıca performans metrikleri üzerine vurgu yapılmıştır.

Çizelge 3.2 (devam) Yakın zamanda literatürde yapılmış olan farklı modelleme teknikleri ile tedarik zinciri performansı ile ilgili çalışma özetleri

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Özet
2014	YEM, FAHP	Jakhar vd.	Yapısal eşitlik modellemesi ile tedarik zinciri performans değişkenleri arası ilişkiler ağının incelenerek test edildiği bir istatistiksel analiz yöntemi uygulanmıştır. Sonuçların doğrulanması için de FAHP modelleme tekniği kullanılmıştır.
2015	NR, AHP	Sellitto vd.	Brezilya ayakkabı sanayinde SCOR modeli ve AHP tekniği uygulanarak tedarik zinciri performans analizi yapılmıştır.
2015	NR, AHP	Bukhori vd.	Kümes hayvancılığında tedarik zinciri üzerinde Normativ modelleme tekniği olan SCOR modeli uygulanmış, ardından tedarik zincir performansında etkili metriklerin seçimi için AHP yönteminden faydalanılmıştır.
2016	DEMATEL, ANP	Supeekit vd.	Hastane tedarik zincirinde performans grupları arası ilişkiyi irdelemek ve performans göstergeleri için ağırlık değerleri saptamak için DEMATEL ile modifiye ANP yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada birçok incelenen hibrit yöntemler arasında birbiriyle en uyumlu çalışan ve gerçekçi sonuçlar veren çok kriterli karar verme ve tercih sıralama yöntemlerinden ikisi olan DEMATEL ile ANP olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca çok kriterli karar verme problemleri üzerine yapılacak çalışmalarda bu iki yöntemin birlikte kullanımı tavsiye edilmektedir.
2017	ÇKKV	Arashpour vd.	Tedarik zincirinin süreç iyileştirmesi hakkında karar verirken etkili olan parametreleri tespit etmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanmıştır. Oluşturulan hipotezler bir prefabrik inşaat malzeme üreticisinin kritik tedarik süreçlerinde uygulanmıştır. Nümerik analiz modelleme ile inşaat tedarik zinciri modellenmiş ve risk azaltıcı ve stratejik satın alma kararlarında belirsizlik altında yapılan seçimler üzerinde yoğunlaşarak bu alanda katkılar verilmiştir. Çalışma tedarik zinciri performansının ölçülmesinde daha büyük veri setlerinin kullanımı ve doğru ölçütlerin belirlenmesi üzerinde durulmasını önermiştir.
2018	Bulanık Doğrusal Lineer Programlama	Jaśkowski vd.	Bulanık doğrusal lineer programlama yöntemiyle inşaat sektöründe malzeme tedarikinde düzenli olmayan siparişler analiz edilmiştir. Bu yöntemin katkısı en ekonomik şekilde sipariş yönetiminin sağlanması olarak belirtilmektedir. Kullanılan yöntemin kısıtı ise satın alım sırasında malzeme fiyatlarının değişken olmasıyken talep ve tedarikçinin kapasitesi gibi belirsizlikler kapsam dışı bırakılmıştır.

Performans metriklerinden doğru sonuçlar elde edebilmek için, metriklerin tedarik zincirinin ölçülebilecek tüm boyutlarını ölçebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Bu sebepten ötürü literatürdeki araştırmalar işletmelere “çok boyutlu” performans ölçütlerini kullanmalarını

tavsiye etmektedir. Bir işletmenin maliyet ölçütünü tek başına tedarik zinciri performansını ölçmek için kullanması, doğru sonuçlar alamamasına sebep olabilmektedir. Örneğin; faaliyetlerini olabilecek en düşük maliyetle gerçekleştiren bir işletmede, esneklik performans niteliği düşükse tedarik zincirinde son müşteri isteklerine geri dönüş süreleri kısıtlı kalabilmektedir (Beamon, 1999).

3.2.1. ANP yöntemiyle tedarik zinciri performansı ölçümü

Firmaların seçim yapmak durumunda oldukları alternatiflerin sayısının artması, göz önünde bulundurulması gereken çok sayıdaki ve bazen birbiriyle çelişebilen kriterlerin bulunması, kriterlerin nicel ve/veya nitel olması karar verme sürecini karmaşıklştırmaktadır. Firmaların daha hızlı ve etkin karar verebilmesi ve rakipleri karşısında işletmelerin üstünlük kazanmaları bilimsel yöntemlerin kullanımı ile sağlanabilmektedir. Özellikle üretimin, üretim noktasından tüketim noktasına zamanında, en az maliyetle doğru şekilde ulaştırılması en önemli konulardan biridir. İşletme, bu sağlandığında hem ulusal hem de uluslararası pazarda oldukça önemli konumlara gelebilecek ve üstünlük sağlayacaktır. Bu anlamda doğru kararların alınmasında optimizasyon problemlerine rastlanılmaktadır. Bu problemlerde çoklu karar kriterleri ancak 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren kullanılmaya başlamaktadır. Bunlara ek olarak ortaya konulan çoklu kriter problemleri, modelleme yöntemleri ve çözüm tekniklerinin gelişmesiyle de daha çok yönlü olarak araştırılmaya başlanmıştır. Model ve teknikler geliştirilirken, önceki yıllardan farklı olarak kantitatif bilgilerin yanı sıra kalitatif bilgilerin de girilebileceği bir yapının oluştuğu farkedilmiştir. Bu alanda geliştirilen modellerden biri de Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process - ANP) modelleme ve problem çözme tekniklerinden birisidir (Barrios vd. 2014).

Çok kriterli karar verme, karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sayılamaz sayıda olan seçeneklerden oluşan bir küme içinden en az iki karakter kullanarak yaptığı seçim işlemidir (Organ ve Kenger, 2012).

Tedarik zincirinde çok boyutlu performans değerlendirme çalışmalarında birden fazla modelleme yönteminin birleştirilerek uygulandığı çalışmaların gittikçe arttığı literatür araştırmalarında görülmektedir. Çizelge 3.3'te tedarik zinciri performans değerlendirme sistemlerinde ANP'nin kullanımı ile ilgili çalışmalar sunulmakta ve bu çalışmalarda ANP'nin ne amaçla kullanıldığını ortaya konmaktadır.

Çizelge 3.3. Literatürdeki yakın zamandaki ANP ile tedarik zinciri performans ölçümü çalışmaları

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Konu
2007	ANP, NR	Faisal vd.	SCOR model tekniği ile ANP tekniği birleştirilerek tedarik zinciri performansını etkileyen risklerin tespiti ve risk seviyesinin azaltılmasına yönelik uygun stratejilerin geliştirilmesi araştırılmıştır. Amaç; tedarik zinciri performansını etkileyen en ve tüm tedarik zincirindeki riski azaltacak en iyi alternatifin seçilmesidir. Orta büyüklükteki bir firmaya uygulanarak tedarik zincirini etkileyen değişkenler arasında dolaylı ilişkilerin ve karmaşık etkileşimlerin olduğuna vurgu yapılmıştır.
2008	ANP, BSC	Banwet ve Pramod	Hindistan Telekom hizmetindeki tedarik zincirinin performans kalitesini ölçmeye yönelik olarak Analytic Network Process (ANP) ve Balanced Scorecard (BSC) yöntemlerini birleştirilerek kullanılmıştır. Araştırmacılar ve karar vericiler açısından değerlendirmede ANP yönteminin çok faydalı olduğunun altı çizilmektedir. ANP modelinin yapı olarak hiyerarşik bir formda boyutları, ölçütler ve imkânları alternatifleriyle birbirine bağlayarak karar vericilere kolaylık sağlayan güçlü bir Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak; problemin gerçeğe çok yakın modellenenebildiği ve analiz edilen ölçütler için kaliteyi artırıcı stratejiler belirlenmiştir.
2010	ANP, BSC	Carlucci	Firmalarda en önemli ana göstergelerin (KPI) belirlenmesi ve bunlarla performans ölçümünün yapılması en zorlu durumlardan biri olduğundan bahsedilmektedir. Birçok gösterge içinden hangilerinin ana gösterge olacağı bir Çok Kriterli Karar Verme problemi olduğunun altı çizilmiştir. Bu problemin tanımı ve çözüm önerisi için ANP ve BSC yöntemleri birleştirilerek bir model sunulmuştur. Modelin uygunluğu gerçek firma verilerinin kullanılarak yapılan modelleme ile ispatlandığı ve ANP yönteminin bağımsız göstergeler arasından seçim yapılarak kriter ağırlıklandırmaya ve göstergeleri önceliklendirmeye imkân verdiği belirtilmiştir.
2010	FANP, BSC	Yüksel ve Dağdeviren	BSC ile bulanık ANP yöntemleri kullanılarak firma vizyon ve stratejilerine göre performansı artıran ve azaltan göstergelerin belirlenmesine ve önem sırasına göre düzenlenmesini amaçlamıştır. BSC yöntemindeki kantitatif uygulama sorumlarına yönelik çözümler aranmıştır. Özellikle, bulanık ANP yöntemi yardımıyla sadece finansal değil aynı zamanda performansa etki eden finansal olmayan göstergeler de kullanılarak model ile performans seviyesi tespit edilebildiği belirtilmektedir.

Çizelge 3.3 (devam) Literatürdeki yakın zamandaki ANP ile tedarik zinciri performans ölçümü çalışmaları

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Konu
2011	ANP, BSC	Pramod ve Banwet	Çalışmanın ana amacı Hindistan’da emniyet, sağlık, çevre ve risk danışmanlık tedarik zincirinin performansının ANP ve BSC yöntemlerinin birleştirilerek oluşan model yoluyla analiz edilmesi olduğu belirtilmiştir. Özellikle, karar verme sürecinde kıyaslanabilir alternatifler arasında değerlendirme yapmanın en önemli problem olduğu vurgulanmaktadır. ANP ve BSC yöntemlerinin birleştirilerek uygulandığı çalışmada müşteri, işteki iç akış, yenilikçilik, öğrenme ve finans göstergeleri score card içerisine dahil edilmiş ve danışmanlık, eğitim ve test yapma konuları analizde kullanılmıştır. Stratejik ağırlık değerleri ile de önceliklendirme çalışması yapılmış ve ardından performansı iyileştirmeye yönelik eylem planları hazırlanmıştır. ANP yönteminin çok faydalı sonuçlar ortaya koyduğu yönünde vurgu yapılmıştır.
2012	ANP, BSC	Bautista ve Baptista	Venezuela’nın plastik üretim sanayindeki bir firma üzerinde doğrulama yapılan çalışmada BSC ve ANP yöntemlerinin birleştirilmesi ve performans göstergelerinin tespit edilmesi amacıyla analizler yapılmıştır. Diğer yöntemlere oranla daha iyi ve gerçekçi performans geliştirme stratejilerine ulaşıldığının firma tarafından teyit edildiğine vurgu yapılmaktadır.
2012	ANP, FM	Liu vd.	Lojistik hizmetleri tedarik zinciri performans değerlendirmesine yönelik olarak bu çalışmada ANP ve bulanık yöntem tabanlı bir model ortaya konmuştur. ANP yöntemi ile her endeks için ağırlıklar belirlenmiş, bulanık yöntem ile de her endeksin orijinal skoru tahmin edilmiştir. Bu yöntemin, yeni bir performans değerlendirme yöntemi olarak çok yenilikçi ve gelişime açık olduğuna işaret edilmektedir.
2012	FANP, Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS	Büyüközkan ve Çiftçi	Çevresel sorunlar karşısında gelişmekte olan yeşil tedarik zincirinde sadece ana firmanın çevreci performansı değil aynı zamanda tedarikçinin de tedarik zincirinin çevreci prensiplere uyması gerektiği vurgulanmaktadır. Yeşil tedarikçilerin nasıl belirleneceği ve uygun hale getirileceği konusundaki problemi temel alan çalışma tedarik zincir performansında yeşil tedarikçilerin seçimi ile ilgili olarak hibrit bulanık çoklu karar verme kriterlerinden bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve TOPSIS yöntemlerini birleştirerek bir model ortaya çıkarmıştır. Ford Otosan’da yapılan durum çalışması ile de modelin doğrulandığı çıkan bulgular arasındadır.

Çizelge 3.3 (devam) Literatürdeki yakın zamandaki ANP ile tedarik zinciri performans ölçümü çalışmaları

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Konu
2014	ANP, SS, DEMATEL	Barrios vd.	Çalışmada sağlık sektörü tedarik zinciri performans ölçümünde finansal karı en üst seviyeye çıkarabilecek bir Six Sigma projelerinin önceliklendirilmesi ve değerlendirilmesi modeli ortaya konmuştur. Öncelikle Six Sigma proje önceliklendirme modeli kurulmuş, ardından ANP tekniği ile kriterler için ağırlıklar belirlenmiş ve DEMATEL yöntemi ile karar verilerek kıyaslamalar yapılmıştır. ANP-DEMATEL birleşiminin diğer yöntemlere göre en iyi karar verme stratejilerini oluşturduğuna dair vurgu yapılmıştır. Bunu doğrulamak adına bir firma üzerinde de vaka çalışması gerçekleştirilmiştir.
2014	FANP, BSC	Bhattacharya vd.	Çalışmada, yeşil tedarik zincirinde performan ölçümü için bulanık ANP ve Yeşil BSC yöntemleri birleştirilerek uygulanmıştır. Modelde, çalışılan organizasyonun katkısı, eko-tasarım, tedarik zinciri süreçleri, sosyal ve sürdürülebilir performans yapıları göz önüne alınmıştır. Bu ana göstergelere bağlı alt göstergeler de bir ilişki ağı oluşturmak adına İngiliz halı üreticisinden toplanan verilerle oluşturulan modelde sadece finansal hedeflerle değil organizasyonun tüm hedeflerine uyum sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. Sonuç olarak tedarikçilerin performanslarının değerlendirilebildiği bir model ortaya konduğu belirtilmektedir.
2014	FANP, DEMATEL	Senvar vd.	Tedarik zincir yönteminde sürdürülebilir gelişim sağlanması adına tedarik zinciri performansının ölçülebilmesi için geçmiş verileri kullanarak mevcut durumun değerlendirilmesi ve gelecek hedeflerin belirlenmesinde yardımcı olacak bir model oluşturulmuştur. Tedarik zincirinin karmaşık olmasından ötürü hassas bir şekilde performans ölçümünün zorluğundan bahsedilen çalışmada bulanık ANP ile DEMATEL yöntemleri kullanılarak verimli bir tedarik zinciri performans ölçüm modelinin oluşturulduğundan bahsedilmektedir.
2014	ANP	Huang ve Zhang	Yeşil tedarik zincirinin performans ölçümü olarak karlılık yeteneği, büyüme yeteneği, riske dayanıklılık yeteneği, sürdürülebilir gelişme ve yeşil çevre koruma ana göstergeleri ile 22 alt göstergeyi dikkate alan çalışma ANP yöntemini kullanarak önceliklendirme ve çok kriterli karar verme modeli ortaya koymuştur.

Çizelge 3.3 (devam) Literatürdeki yakın zamandaki ANP ile tedarik zinciri performans ölçümü çalışmaları

Yıl	Kullanılan Teknik	Yazarlar	Konu
2015	NR, Bulanık DEMATEL	Govindan	DEMATEL yönteminin bulanıklaştırılarak yeşil tedarik zincirinin performansı ve uygulanması arasındaki ilişki modellenmiştir. Bu model ile yeşil tedarik zincirinde hem en iyi hem de en ekonomik uygulamaların ortaya çıkarılmasına odaklanılmıştır. Özellikle; yönetimin iç desteği, yeşil üreticilerden satın alım, ISO 14001 sertifikasyonlarının en önemli uygulama faktörler olduğu anlatılmıştır.
2015	ANP, DEMATEL	Hu vd.	Tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesinde uygulanmış ANP ve DEMATEL tekniklerden oluşturulan model ile çalışma tedarik zincirindeki tüm üyelerin katma değerini artıracak geliştirme stratejilerini ortaya koymaktadır. Tayvan bilgisayar üretim sektöründe uygulanan model örneği ilk tedarikçinin tasarım ve kalite uygunluğunu iyileştirmesini önerirken, diğer bir tedarikçinin teslimat hızını geliştirmesini önermektedir. Değerlendirme kriterlerinin önemi ANP yöntemi ile etkileşimlerin tüm zincire etkisi ise DEMATEL yöntemi kullanılarak karmaşık ve zorlu değerlendirme durumları çözülmeye çalışıldığı belirtilmektedir.
2016	ANP, DEMATEL	Supeekit vd.	Hastane tedarik zinciri performans ölçümünde göstergelerin bağımsızlığı ve hangi göstergelerin geliştirilmesiyle performansta ciddi bir artış olacağının belirlenmesini hedef alan bu çalışmada performans göstergeleri ağırlıklandırılmıştır. DEMATEL ve ANP yöntemlerinin kullanıldığı araştırmada bazı göstergelerin doğrudan diğer göstergelerle ilişkili olduğu ve bazılarının bağımsız olduğundan dolayı performansta ciddi bir artışa sebep vermediği, performansı ciddi oranda artıran göstergelerin hastaların tedavi ve muayene sürelerinin hızına bağlı olduğunu anlatmaktadır.

Çok fazla veri akışı olan tedarik zinciri gibi karmaşık süreç yapılarında daha tutarlı ve hassas bir performans değerlendirmesi yapabilmek için tüm ölçütlerin aynı sistem içinde ve aynı anda incelenmesi gerekmektedir (Atıcı ve Ulucan, 2009).

Buradaki başlıca sorun ise; tüm bu ölçütlerin ortak bir birime dönüştürülememesi, yani birimlerin homojen olmamasıdır. Bu amaçla, problemin alt sistemlere ayrıştırılıp değerlendirilebilmesi, birbirleriyle etkileşim halinde olan ölçütlerin ilişkilerinin ve etkileşim düzeylerinin ortaya konabilmesi, finansal ve finansal olmayan ölçütlerin bir arada kullanılabilmesi ve uzmanların her birinin görüşlerine aynı zamanda yer verebilmesi için buna imkân veren çok kriterli bir karar verme yöntemi olan ve kısaca ANP olarak bilinen Analitik Ağ Süreci yöntemi bu çalışmada kullanılmıştır.

ANP, soyut ve somut ölçüleri, niteliksel ve niceliksel etmenleri göz önüne alma imkânına sahip çok amaçlı karar verme tekniklerinden biridir. Hem kullanım hem de kolay anlaşılır olması ve karar alma süreci için sistematik bir çatı sunması ve kriterler arası ilişkiyi de dikkate alması nedeniyle bu çalışmada ANP tekniğinden yararlanılmıştır.

3.3. Araştırma Sonucu Ortaya Çıkan Problemin Tanımı

Araştırmalara bakıldığında, işletmelerin birçoğu sezgisel analiz yöntemlerine göre günlük kararlarını almakta ve bu yöntemi uygun bulmaktadır. Ancak, modern karar destek yöntemlerinin tercih edilmesi, karmaşık ve dikkat çeken kararların alınması konusunda rekabet ortamında rakiplerine karşı üstünlük sağlamaktadır (Azadeh vd. 2017).

Modeller, matematiksel dillere (fonksiyonlar gibi), ilgilerine göre çalışmalar yaptığı bir hedef grubuna ve belirlenmiş bir kullanım alanına (kent ölçeği gibi) sahiptir. Bazı değişimlerin seçilen bir sistem üzerinde gösterdiği etkileri incelenirken modeller kullanılır ve bu modeller gerçek dünyanın bir simülasyonudur. Bir sistem planlanırken bu sebepten ötürü tahmin evresinde sözü edilen modeller uygulanmaktadır. İncelenen sistemin (örneğin ulaşım sistemi) ileriki zamanlarda ne durumda olacağı konusunda kararlar alınmasına ve uygulamaların pratiğe dökülmesine yardımcı olacak bilgilerin toplanmasına ve değerlendirilmesine planlama denmektedir (Bolstroff, 2015).

Gelecekteki sistem karakteristiklerini belirlemek ve verimli çalışan bir sistem elde etmeyi sağlamak planlamanın hedeflerindendir. Analiz yaklaşımının gerçeği yansıtarak modüler bir tasarıma sahip olması, modellerin tedarik zincirinde etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. Kaynaklarda bulunan modellerden çoğu sabit olmayan dinamik pazar gereksinimlerini gidermek gibi kısıtlayıcı unsurlara sahiptir. Risklerin azalması, sıklıkla yeniden modelleme olanağının olması ve çalışma sürelerinin azalması dinamik modellerle sağlanmalıdır. Güncel çalışmalarda, var olan metotların entegre edilerek kullanılması yeni metotların ortaya konmasına nazaran daha çok tercih edilmektedir (Büyüközkan ve Çiftçi, 2012).

Müşterilerin işletmelere bakış açısını ve işletmenin diğer işletmelere göre pazardaki durumunu işletmenin performans ölçütleri belirlemektedir. Stratejik hedefler için kararlar alınabilmesi ve işletmenin kendilerini kıyaslayabilmesi için işletmenin performans ölçütleri bilgi edinmede yardımcı olmaktadır.

Tedarik performansı tedarik zincirinin yapıtaşlarından olan lojistik, envanter yönetimi, kalite yönetimi, bilgi teknolojisi, talep tahmini gibi hususlardan ve tedarik zinciri karışıklığı ve belirsizliği, erteleme, ürün ve pazar çeşitliliği gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Literatürde araştırılanlar arasında tedarik zinciri performansının bu faktörlere karşı duyarlılıkları da yer almaktadır.

Tedarik zinciri performans ölçümünü etkileyen faktörler, her işletmenin farklı özelliklere ve stratejilere sahip olması bundan dolayı tedarik zincirlerini buna göre farklı biçimlerde oluşturmalarıdır. Zamana bağlı gelişen değişkenlik ve işletmeler arasında bulunan bu farklılıklar performans ölçümünü zorlaştırmaktadır (Chiang, 2014).

İç performans ölçütlerinin hem paydaşlar hem de iç fonksiyonlar adına uygun olması tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasını gerektirmektedir. Sadece bu yöntem ile aralarındaki ilişkileri belirtilen stratejik ve operasyonel hedefler için doğru analizler yapılabilmektedir. Aktif ve doğru kararların alınmasında yapılan analizler de etkili olmaktadır (Hu vd. 2015).

Tedarik zincirinin alt başlıkları arasında yer alan modelleme yöntemlerinde ve performans ölçütlerinde yapılan araştırmalar sonucunda ulaşılması gereken esas bilgilerin ve alınacak kararların nasıl elde edileceği sorusuna cevap bulunamadığı konusunda boşluklara rastlanılmıştır. Tedarik zinciri performanslarının iyileştirilebilmesi konusu işletmelerin araştırma yaptığı başlıca alanlardan biri olduğu kanaatine varılmıştır (Huemer, 2012).

Kıyaslama yaparak performansların iyileştirilmesi rağbet gören yöntemlerden biridir. Ancak, kıyaslama yöntemini gerçekleştirebilmek adına yapılacak ilk işlem tedarik zincirlerini ortak bir yapıda buluşturmadır. Bahsedilen bu ortak yapının ve dilin meydana getirilmesinde Tedarik Zinciri Konseyi (SCC) tarafından öne sürülen, SCOR modeli kullanılmaktadır (Hwang vd. 2008).

Yukarıda sözü edilen tedarik zincirlerinin yönetimindeki esas problem; tedarik zinciri yönetiminde alınacak kararlar ile her işletmede farklılık gösteren operasyonel ve stratejik hedeflerin bağdaştırılmasından dolayı ortaya çıkmaktadır. Performans ölçütlerinin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerinin bilinmesi ve bir işletmenin tedarik zinciri performans ölçütlerini belirlemesi koyduğu stratejik hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırır.

Çünkü tedarik zincirindeki bir kuruluşun tüm süreçlerinin, tedarik zincirindeki bir diğer kuruluşun süreçleri ile bütünleşik ve eşgüdümlü olmaması, tedarik zincirine ait unsurların birbiriyle olan ilişkilerinin ve etkileşimlerin zamana bağlı değişkenlik göstermesi, tedarik zincirinin performansının ölçümünü ve değerlendirilmesini daha karmaşık hale getirdiği düşünülmektedir. Kompleks bir yapıya sahip olan tedarik zincirlerinin performans metrikleri farklı seviyelerde birbiriyle etkileşim halinde olabilmektedir. Örneğin; mükemmel sipariş karşılama oranının firma için önemli bir metrik olduğu varsayılırsa ve taleplerde zamansal olarak ani bir artış yaşanırsa belki de belli oranda stok yapmak gerekebilecektir. Böyle bir durumda stok tutulması nakit çevrim süresini olumsuz olarak etkileyeceği için sorunlardan biri hangi performans metriklerinin önemli olduğunun seçimi, önceliklendirilmesi ve birbirini etkileme oranlarının tespit edilerek iyileştirme için alınacak kararlara faydalı bilgi sağlanması olduğu düşünülmektedir (Öztayşi ve Sürer, 2014).

Tedarik zinciri performans metrikleri firmanın diğer firmalarla kendini performans yönünden kıyaslayabilmesini, pazar konumunu tespit etmesini ve müşterilerin firmayı nasıl gördüğünü konularında firmaya bilgi sağlamaktadır. Bu amaçla; öncelikle odaklanılması gereken problem; performans metrikleri arasındaki değişimin tüm zincir performansını nasıl etkilediğinin ortaya çıkarılmasıdır (Kocaoğlu, 2009).

Stratejik ve operasyonel kararlar çerçevesinde etkilenen performans metriklerinin tek bir yaklaşım altında değerlendirilme işlemi sırasında birbirlerinden farklı birimlerde bulunan performans metrik değerlerinden ötürü toplam tedarik zinciri puanına ulaşılması da literatürdeki başlıca problemlerden biridir. Ayrıca literatürdeki güncel araştırmalarda yeni teknikler ve uygulamaları yerine daha çok mevcut metotların birlikte kullanımına yer verildiği ve daha çok farklı tedarikçiler arasından seçim yapmak üzerine olduğu dikkat çekmektedir. Bu şekilde metotların birlikte kullanım amacının metotların tek olarak kullanılmasından doğan dezavantajları azaltmak olduğu kanaatine varılmaktadır.

Literatür araştırması sonucu tespit edilen tedarik zinciri performans yönetimi hakkında başlıca problemler:

- Tedarik zinciri performansının ölçümünde kullanılacak endüstriler arası geçerli standardize performans ölçütlerin tespit edilmesi,

- Tedarik zinciri performans ölçütlerinin toplam tedarik zinciri ve kendi aralarındaki etkileşimlerinin ölçülmesi,
- Tedarik zincirinin karmaşık yapısı sebebiyle birden çok ölçüt arasından karar verme ve seçimi problemi,
- Sektör içinde ve sektörler arasında kıyas yapabilmeye elverişli bir toplam tedarik zinciri puanı (farklı birimler) hesaplaması,
- Tedarik zinciri performans metriklerinin firmaya olan ve toplam tedarik zincirine olan etkilerine göre önceliklendirilmesidir.

Bu problemleri çözmek için tedarik zinciri performans değerlendirmesi yapılmasına yönelik bir yaklaşım oluşturulmaya çalışılmış ve oluşturulan yaklaşım içerisinde kullanılan metotlar bir sonraki başlıkta sunulmuştur.

4. METOT

Bu tez çalışmasında kullanılan metotlar ve kullanım amaçları sırasıyla detaylı şekilde açıklanmaktadır.

4.1. SCOR Modeli

Beamon'un (1998) çok aşamalı tedarik zinciri modelleme üzerine yaptığı literatür çalışması sonucunda bir tedarik zinciri tasarımı ve analizi araştırma önerisi vermektedir:

- 1) Tedarik zinciri performans ölçütlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi,
- 2) Performans ölçütleri için ilgili karar değişkenlerine ait model ve prosedürlerinin geliştirilmesi,
- 3) Tedarik zinciri modellemeyi etkileyen konuların dikkate alınması,
- 4) Üretim tedarik zincirlerinin tasarımı ve analizini destekleyecek genel tekniklerin geliştirilmesi için tedarik zinciri sistemlerinin sınıflanması.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, Huang ve diğerlerinin (2005) hazırladığı araştırma notu ve Beamon'un (1998) literatür çalışması, çeşitli tedarik zinciri modelleri önerilmesine rağmen stratejik kararlar için tüm tedarik zincirinin bütünsel olarak ele alındığı ve bir endüstriyel standardın sağlandığı bir çerçeve modelinin eksikliğini vurgulamaktadır. Buradan çıkışla, SCOR modeli bu eksikliği kapamaya yönelik olarak doğmuş ve geliştirilmeye devam etmektedir.

Tüm stratejik hedefler için SCOR kapsamında bir ölçü hiyerarşisi hazırlanabilmektedir. Bu hiyerarşi, stratejinin farklı seviyelerdeki operasyonel ölçütlere dağıtılmasını sağlamaktadır. Tedarik Zinciri Konseyi, kuruluş olarak kar amacı gütmemektedir. Bu konseye tüm firmalar ve tedarik zinciri yönetimi sistemleri ve uygulamalarıyla ilgilenen kişiler üye olabilmektedir. Faaliyetlere destek olunması adına konsey üyelerinden her yıl üyelik ücreti alınmaktadır (Supply Chain Council, 2017).

Tedarik zincirlerinin yönetimi için SCOR modeli örnek bir metodoloji sağlar. Birbirinden farklı sürümleri vardır. Modelin eklemeler ve güncellemeler yapılmış son hali sürüm numarası ile ilan edilir. Şirketlerin kendi süreçlerini değerlendirmelerine, gerçekleştirdikleri

performansları kendi endüstrileri içinde ve dışında olan şirketlerle karşılaştırmalarına ve bu zaman içinde keşfedilen spesifik rekabetçi avantajların takip edilmesine SCOR modeli imkân vermektedir (Kocaoğlu, 2009).

SCOR modeli “süreç referans modeli” tanımlanmaktadır. Bu referans modeller de değişim mühendisliği, kıyaslama (benchmarking) ve en iyi uygulama faaliyetlerini entegre eden bir yapıda bulunmaktadır (Alyol, 2011).

İşletmeler tedarik zinciri süreçleri için ortak nokta olan SCOR modelinde yapılan düzenlemeyle birlikte;

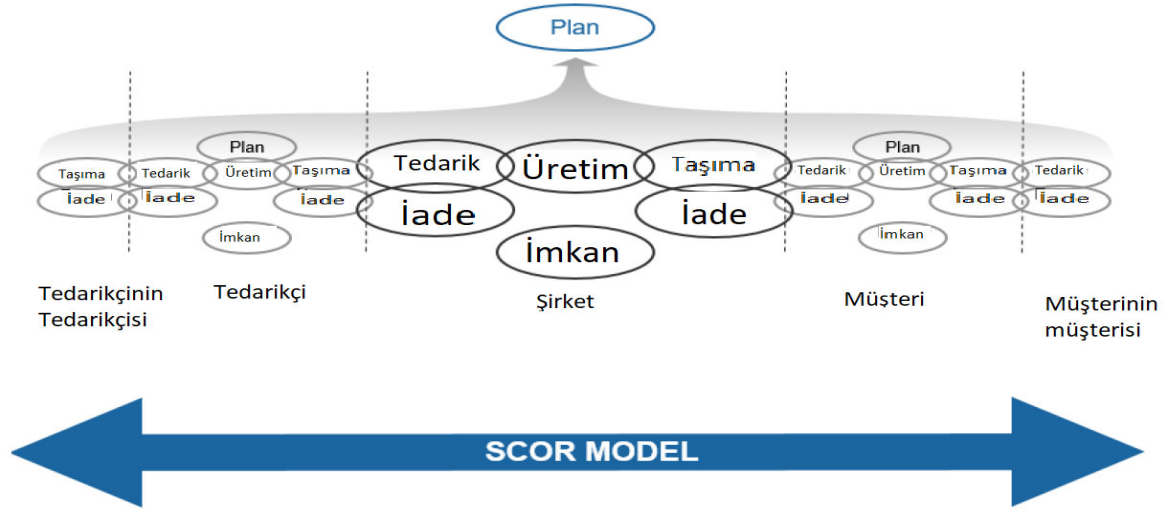
- Aynı endüstri sektöründe veya farklı endüstri sektörlerinde yarışan işletmelerin performanslarını, amaçları doğrultusunda karşılaştırmalarla değerlendirmelerine ve tüm süreci anlamalarına,
- Var olan yazılım ürünlerinin ve standart süreç öğelerinin eleştirilmesine ve süreç için gerekli görülen yazılım araçlarının saptanmasına,
- Ortak bir terminolojinin ve standartlaşmış tanımlamaların, karmaşık yönetim süreçlerini bünyesinde barındıran süreç elemanları için kullanılmasına,
- Amaçlanan süreç değişimleriyle sağlanan kazanımları ölçmelerine, üstün tutulacak hususları belirlemelerine, kıyaslayarak (benchmarking) ve içlerindeki en iyi pratik bilgilerini paylaşarak performans hedeflerini tespit etmelerine

olanak sağlamaktadır (Bolstroff, 2015).

4.1.1. SCOR yönteminin kısıtları ve kapsamı

SCOR altında, Tedarik Zinciri Yönetimi tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar işletmenin işletim stratejisi, malzeme, bilgi ve iş akışlarının eşlik ettiği Plan (Plan), Tedarik (Source), Üretim (Make), Taşıma (Deliver), İade (Return) ve İmkân/Mümkün Kılma (Enable) olmak üzere daha önceki sürümlerde beş, fakat daha yeni sürümlerde altıya çıkarılmış ayrı entegre yönetim süreçleri üzerine kurulmuştur (Supply Chain Council, 2017).

Her bir temel tedarik zinciri bir üretim, tedarik, teslimat ve iade sürecinin uygulanmasıdır (Şekil 4.1). Her uygulama sürecinin etkileşimi tedarik zincirinde bir bağ oluşturur. Planlama bu bağların üzerinde bir konumda olup diğer süreçleri yönetmektedir (Agahanov, 2007).



Şekil 4.1. SCOR modelinin süreç yapısı (Supply Chain Council, 2017)

Genel olarak, SCOR modelinin tedarik zinciri konfigürasyonlarını tanımlama, ölçme ve değerlendirme amaçlı kullanıldığı gözlemlenmektedir (Francis, 2010):

- Tanımlama: Standart SCOR süreç tanımları hemen hemen tüm tedarik zinciri çeşitlerinin belirli bir şekilde düzenlenmesine olanak sağlamaktadır.
- Ölçme: Standart SCOR metrikleri tedarik zinciri performansını ölçmesine ve kıyaslamasına imkân tanımaktadır.
- Değerlendirme: Tedarik zinciri konfigürasyonları sürekli iyileştirme ve stratejik planlamayı desteklemek için değerlendirilebilir.

SCOR modeline yönelik en önemli eleştiri sadece tedarik zinciri üzerine odaklanmasıdır. Satış ve pazarlama temel süreçlerini; hizmetin bazı yönlerine ait destek süreçlerini kapsamamaktadır. Ayrıca SCOR modeli içerisinde toplam tedarik zinciri puanının nasıl elde edileceği belirtilmemiş sadece ölçütlerin nasıl hesaplanabileceği konusunda formüller sunulmuştur. Fakat şirketlerin SCOR modelini değer zinciri modelleri için başarılı bir şekilde kullandığı gözlemlenmektedir (Huang vd. 2005).

Bir başka eleştiride ise SCOR yönteminin temel tedarik zinciri süreçlerini düzenlemekte oldukça etkili olduğu, fakat, stratejik iyileştirme hedefleri ve firmaya ait stratejik hedefler dahilinde performans ölçütlerini tedarik zinciri iyileştirmelerine bağlamak için önemli olan daha geniş performans yönetimi sağlamakta yetersiz kaldığı vurgulanmaktadır. Bunun nedeninin SCOR modelinin tedarik zincirini etkileyen ürün geliştirme, talep kuşağı veya müşteri ilişkileri yönetimi gibi birçok harici faaliyetlere hitap etmediği yönündeki görüştür (Ağar, 2010).

SCOR Modelinin kapsamı (Georgise vd. 2017):

- Yönetim süreçlerindeki standart tanımlamaları,
- Standart süreçler arasındaki ilişkilerin yapısını,
- Süreç performanslarını ölçmek için standart ölçütleri,
- Sınıfındaki en iyi performansları kapsayan yönetim uygulamalarını,
- Özelliklerin ve fonksiyonların belirlenmesi için, standart düzenlemeleri.

SCOR modeli genel olarak şunları ölçmektedir (Palma-Mendoza, 2014):

- Teçhizatı, yedek parçaları, büyük hacimli ürünleri, malzemeleri, yazılım vs. kapsayacak şekilde tedarikçinin tedarikçisinden, müşterinin müşterisine kadar bütün ürün işlemlerini,
- Toplam talebi tahminden, her siparişi yerine getirmeye kadar bütün pazar işlemlerini.
- Sipariş boyunca (sipariş girişinden, fatura ödemesine kadar), bütün müşteri etkileşimlerini.

Fakat SCOR modeli aşağıdaki hususları içeren her iş sürecini ve faaliyeti tanımlamamaktadır (Persson, 2011):

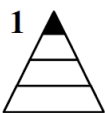
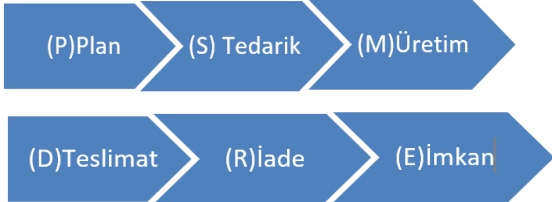
- Araştırma ve teknoloji geliştirme,
- Satış ve pazarlama,
- Ürün geliştirme,
- Teslimat sonrası müşteri desteği bileşenleri.

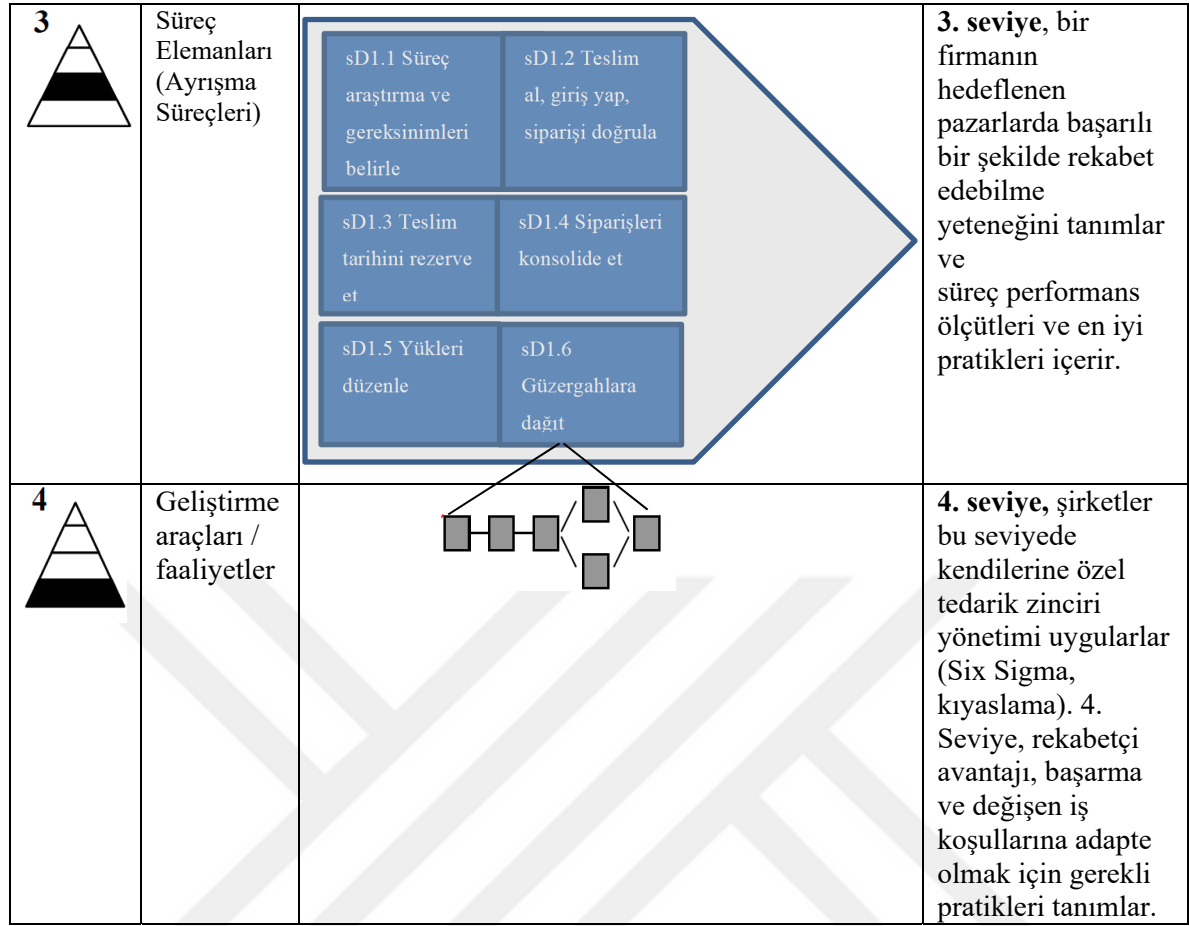
SCOR'da kapsanmayan zincir halkaları süreçlere daha sonradan da eklenebilmektedir.

Konsey, modelin alanını, ihtiyaçları temel alarak, değiştirip genişletebilmektedir. Örnek olarak SCOR 12.0 sürümünde “imkân” süreci ile tedarikçilerin ve alt tedarikçilerin de bir zincir elemanı olarak ağı dahil edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca yine “imkân” sürecinde tedarik zincirinde kullanılmakta olan teknolojinin performansa olan etkisi de dikkate alınmaktadır. Fakat daha önceki sürümlerde bulunan ve bir tedarik zinciri performans metriği olan “stok gün sayısı-N” metriğinin en son sürümde çıkarıldığı görülmektedir (Supply Chain Council, 2017).

4.1.2. SCOR modeli yapısı ve süreçler

SCOR modelinde seviyelerin anlamları ve hiyerarşik yapısı incelendiğinde, Şekil 4.1.’deki seviye 1’de görüldüğü üzere, 6 temel yönetim süreci altında toplanmıştır. Model, tüm seviyelerde bir rakam ve işaret sistemi kullanmaktadır. “P” harfi planlama (Plan) elemanını gösterir. “S” harfi tedarik (Source) elemanını, “M” harfi üretim (Make) elemanını, “D” harfi teslimat (Deliver) elemanını, “R” harfi iade (Return) elemanını ve “E” harfi imkân/mümkün kılma (enable) elemanını göstermektedir (Şekil 4.2).

Seviye No	Tanımı	Şematik	Açıklamalar
1 	Ana Süreçler (Süreç Tipleri)		1. seviye , tedarik zinciri operasyonları için kapsam, içerik ve performans hedefleri tanımlanır.
2 	Süreç Kategorileri		2. seviye , bir firmanın tedarik zinciri temel “süreç kategori”lerinden siparişe kadar olan konfigürasyonu gösterir. Firmalar, operasyon stratejilerini, kendi tedarik zincirleri için seçtikleri konfigürasyonlara uygularlar.



Şekil 4.2. SCOR modelinde hiyerarşi tanımları (Supply Chain Council, 2017)

SCOR modeli ve kılavuzu; performans metrikleri, süreçler (planlama, tedarik, üretim, teslimat, iade, imkân/mümkün kılma), uygulamalar ve insan kabiliyeti olmak üzere toplam 4 ana bölümü kapsamaktadır. Bunların haricinde henüz test edilmemiş fakat SCOR kullanıcılarına fayda getireceği beklenen 2 ek bölüm olan özel uygulamalar (sürdürülebilirlik-eski sürümlerdeki Yeşil SCOR yerine gelmiştir) ve sözlük de bulunmaktadır. Sözlük, modelde kullanılan ölçüt terimlerinin tanımlarını ve metriklerin hesap formüllerini sunmaktadır (Supply Chain Council, 2017).

Planlama, tedarik, üretim, teslimat, iade ve imkân bölümleri standart bir yapıyla düzenlenmektedir (Sağlam, 2013).

Bir sonraki bölümde SCOR modeli hiyerarşik seviyeler hakkında SCOR 12. sürüm kılavuzuna dayanan temel bilgiler anlatılmaktadır.

4.1.3. SCOR modeli seviye 1 (performans nitelikleri)

Seviye 1 metrikleri, kullanıcı firmaların rekabetçi pazar ortamında hedeflediği konuma ulaşmada ne kadar başarılı olduğunu ölçebileceği hesaplamalardır. Bu metrikler alt seviye (seviye 2 ve seviye 3 metrikleri) hesaplamalardan oluşmaktadır. Alt seviye hesaplamalar genelde süreçlerin daha sınırlı bir alt kümesi ile ilişkilendirilmektedir (Torul, 2013).

SCOR modelinin süreç tipleri 6 temel yönetim sürecinde (plan, tedarik, üretim, teslimat, iade ve imkân) tanımlanır. Seviye 1’de, SCOR modelinin içeriği ve konusu tanımlanmakta ve rekabetçi performans hedeflerinin temeli belirlenmektedir (Tarman, 2011).

Bu seviyede işletme için hangi performans niteliklerinin öncelikli olduğu seçilmektedir. 6 ana yönetim sürecinden oluşan bu nitelikler şu kapsamlarda sunulmaktadır (Supply Chain Council, 2017);

- Plan (Plan): Üretim, teslimat ve tedarik gereksinimlerini en iyi oranda karşılayacak aktivitelerin yöntemini geliştirmek için, toplam tedarik ve talebi dengeleyen, planlayan süreçlerdir.
- Tedarik (Source): talepleri karşılayabilmek için, ürünlerin ve hizmetlerin sağlanmasını gerçekleştiren süreçlerdir.
- Üretim (Make): Gerçekleşen ya da planlanan talepleri karşılamak için, yarı mamul ya da ham maddeleri veya bilgiyi kullanıma hazır, bitmiş bir ürüne dönüştüren süreçlerdir.
- Teslimat (Delivery): Tipik olarak bitmiş ürün veya hizmetlerin sipariş, taşıma ve dağıtım yönetimini kapsayan süreçlerdir.
- İade (Return): Ürünlerin herhangi sebeplerle geri döndürülmesi ve geri alınmasını sağlayan süreçlerdir. İade süreci, teslimat sonrası müşteri desteğine kadar yayılmaktadır.
- İmkân/Mümkün Kılma (Enable): Personel vasıfları ve yetenekleri, kullanılan teknoloji ve teknolojinin seçimi, bilgi veya ilişkileri hazırlayan, bunları sürdüren ve yöneten süreçlerdir. “Planlama” ve “imkân/kümkün kılma” kısmındaki işlemler, modelin ana bölümünü oluşturmaktadır.

Firmaların, değişen çevre koşullarına daha kolay uyum sağlayabilmeleri için, kritik performans metrikleri kullanılarak, firmanın periyodik olarak değerlendirilmeli ve sürekli iyileştirilmelidir. Küresel pazarda hızla artmakta olan rekabet ortamı, firmaların rakipleri

karşısında pazar konumlarını koruyabilmeleri veya avantajlı hale gelebilmeleri için, tedarik zincirindeki bu iyileştirmeler can alıcı bir konu olmaktadır (Kocaoğlu, 2009).

SCOR modeli seviye 2’de tanımlanmış olan performans metrikleri ve daha alt kademedeki tüm süreçler hiyerarşik ve önem bakımından “Plan” yönetimine bağlıdır. Bu 10 adet seviye 2 performans metrikleri Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1. SCOR Modeli Performans Metrikleri (Supply Chain Council, 2017)

Seviye 1 Tedarik Zinciri Performans Nitelikleri	Seviye 2 SCOR Metrikleri
Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı (RL. 1.1)
Cevap Verebilirlik	Sipariş Karşılama Çevrim Süresi (RS. 1.1)
Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği (AG. 1.1)
	Alt Tedarik Zinciri Esnekliği (AG. 1.2)
	Riske Maruz Değer (AG. 1.3)
Maliyet	Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti (CO. 1.1)
	Satılan Ürünlerin Maliyeti (CO. 1.2)
Varlık Yönetim Etkinliği	Nakit Çevrim Süresi (AM. 1.1)
	Tedarik Zinciri Sabit Varlıklar Geri Dönüşü (AM. 1.2)
	İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü (AM. 1.3)

4.1.4. SCOR modeli seviye 2 (konfigürasyon)

Seviye 2’ye gelindiğinde temel süreçlerin hepsi, daha çok detaya yer verecek şekilde süreç tiplerine göre tanımlanmaktadır. Bu seviyede, temel “süreç kategorileri” bir işletmenin tedarik zinciri, işletmenin mevcut yapısına uygun bir şekilde biçimlendirilebilir. Bu süreç tipleri “Planlama, Uygulama ve Mümkün Kılma” olmak üzere üç aşamadan oluşur (Zhou vd. 2011).

Planlama (Planning): Süreç tiplerinden biri olan “planlama” elemanı ile birlikte, tutarlı planlama ufku ile toplam talep arasındaki denge sağlanır. Belli başlı zamanlarda oluşturulan ve istikrarlı planlamanın ufkunun olduğunu varsayan planlama süreçleri, tedarik zincirinin cevap süresine katkı sağlamaktadır.

Uygulama (Execution): Talebin, malların ya da malzemelerin durumunu değiştiriyor olması; aynı şekilde talebin planlanmış veya gerçekleşme aşamasında olması, bir sürece sebep olmaktadır. Genel yapısı itibarıyla uygulama süreçleri; ürünü dönüştürmeyi, sıralamayıcı çizelgelemeyi, ürünü bir sonraki seviyeye taşımayı kapsar ve siparişi gerçekleştirme “çevrim süresi” ne katkı sağlar.

İşlem sırasıyla “tedarik”, “üretim”, “teslimat” ve “iade” süreç elemanları adına ortak bir içyapı oluşturulması konusunda uzlaşmıştır. Bu içyapı modeli oluşumunda, üç temel yapıya odaklanılmıştır (Supply Chain Council, 2017).

- M₁: “Stok” için üretilmiş ürünler (MTS – Make To Stock)
- M₂: “Siparişe” göre üretilmiş ürünler (MTO - Make To Order)
- M₃: “Siparişe” göre “tasarımı” (mühendislik, tasarım çalışması) yapılmış ürünler (ETO - Engineer To Order)

Bu üç yapı bir sistem dâhilinde, S (Tedarik) için aşağıdaki gibi gösterilir:

- S₁“stok” için üretilmiş ürün tedarikini (Source “Make To Stock” Product),
- S₂“siparişe” göre üretilmiş ürün tedarikini (Source “Make To Order” Product),
- S₃ siparişe göre “tasarımı” yapılmış ürün tedarikini (Source “Engineer To Order” Product) ifade etmektedir.

Bu şekil hem teslimat (Örneğin; “D₂” siparişe yapılan üretimin teslimatı), hem de üretim (Örneğin; “M₁” stok için üretimi gerçekleştirme) için kullanılmaktadır.

SCOR sürüm 5.0’da dâhil olan bu sistemin “iade” (SR, DR) sürecine uygulanması aşağıdaki gibidir (Agahanov, 2007):

- R₁:Hatalı ürünlerinin iadesi (Return of Defective Product)
- R₂: Bakım, onarım veya gözden geçirmek için ürünün iadesi (Return of Product for Maintenance, Repair or Overhaul),
- R₃: Fazla ürünün iadesi (Return of Excessive Product)
- R₄: Perakende ürünün iadesi (Return of Retail Product)

“Plan” aşamasında daha farklı bir durum söz konusudur. P₁ “tedarik zinciri planlama” ile ilgilidir. P₂ tedarik planlamasını, P₃ üretim işlemlerinin, P₄ teslimat işlemlerinin, P₅ ise iade işlemlerinin planlamasını göstermektedir.

İmkan/Mümkün Kılma (Enabler): Bu süreçler, bilgileri veya ilişkileri hazırlayan, bu işlemlerin bakımını yapan, yine bu işlemleri sürdüren ve yöneten; aynı zamanda planlama ve uygulama aşamalarının dayandığı süreçlerdir. ”Mümkün kılma” ve “planlama” aşamalarındaki işlemler, modelin odak noktasını oluşturmaktadır.

“E” harfi; diğer elemanlardan birinin önüne geldiğinde, o eleman ile birleşerek mümkün kılan (Enabler) süreç elemanını ifade etmektedir. Örneğin; EP “planı mümkün kılma” elemanını belirtmektedir.

4.1.5. SCOR modeli seviye 3

Bu seviye, süreç elemanları seviyesi olarak adlandırılmaktadır. Seviye 2’deki her süreç kategorisi için, süreç elemanları hakkında daha detaylı bilginin sunulduğu seviyedir. İşletmeler seviye 3’te operasyon stratejileri arasındaki uyumu sağlamakta ve hangi sistem çalışmalarının yerleştirileceğine karar vermektedirler. Seviye 3, süreç elemanları seviyesidir. Bu seviyede, seviye 2’deki süreç kategorilerinin her biri için, süreç elemanları hakkında daha ayrıntılı bir şekilde bilgi verilir (Bolstorff vd. 2007).

İşletmeler, sistem çalışmalarından hangisinin yerleştirileceğine karar verme ve operasyon stratejileri arasındaki uyumu sağlama işlemlerini seviye 3’te gerçekleştirmektedir. Bu seviye, bir pazar ortamında bir şirketin başarılı bir şekilde yarışma yeteneğini ifade eder ve aşağıdaki hususlardan oluşmaktadır (Bukhori vd. 2015):

- Süreç elemanı bilgileri, girdileri ve çıktıları,
- Süreç performans ölçütleri,
- Süreç elemanı tanımlamaları,
- Uygulanabilir konumdaki en iyi denemeler,
- En iyi denemeleri desteklemek için gerekli sistem yetenekleri,
- Araçlar ve sistemler.

Çizelge 4.2’de verilen, S₁ stok için bir ürünün tedarikğine ait olan alt süreçlerini ve bunların sıralanmış adımlarını, girdileri ve çıktıları ile göstermektedir. Başka bir deyişle, örneğin “S1.1” ifadesinde S harfi ile tedarik, en baştaki 1 rakamı ile stoktan çalışma ve ikinci 1 rakamı ile de üçüncü seviyedeki adım sırası gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Örnek “S1.1” elemanın tanımlaması, performans nitelikleri, en iyi uygulamalar (Supply Chain Council, 1995)

Proses Elemanı (Proses No: S1) Malzeme Teslimatlarının Şemaya Dönüştürülmesi	
Proses Tanımı: Mevcut bir sözleşme veya siparişe karşı ürünün bireysel teslimatlarının şemalaştırılması ve yönetilmesi. Malzeme çıkışları için ithiyaçlar, detaylı tedarik planına veya diğer sistemlere dayanarak kararlaştırılması.	
Performans Nitelikleri	Ölçüt
Güvenilirlik	Tedarikçilerin tedarik süresi içinde oluşan % çizelgeleri ile Tedarikçilerin tedarik süresi içinde değişen % çizelgeleri
Yanıt Verebilirlik	Değişikliklerin ortalama çıkış devri
Esneklik	Her şema değişikliği için ortalama gün ve Her mühendislik değişikliği için ortalama gün
Maliyet	Malzeme kazanç maliyetlerinin % si olarak malzeme yönetim ve planlama giderleri
Varlıklar	Tanımlanmamıştır
En iyi uygulamalar	Belirleyici Nitelikler
Çevrim zamanı ve maliyetleri azaltmak için bilgisayar destekli uygulamaları kullanmak	830, 850 ve 862 nolu işlemler için bilgisayar arayüzü
Emanet anlaşmaları kritik parçaların mevcudiyetini arttırırken, varlıkları ve çevrim zamanını azaltmak için kullanıldı	Emanet envanter yönetimi
Gelişmiş nakil uyarıları, tedarik ve üretim süreçleri arasındaki eşgüdümü sağlar.	Dış tedarikçi sistemlerine, arayüzleri şemalaştıran geniş kapsamlı sipariş desteği

4.1.6. SCOR modeli seviye 4 ve daha alt seviyeler

Seviye 4’te, işletmeler tarafından özgün tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ortaya konmaktadır. Bu seviyede uygulamalar, farklılaşan iş koşullarına yetişmek ve rekabet ortamında üstünlük yaratmak için tanımlanmaktadır. SCOR modelinde seviye 3’ten sonra yer alan seviyeler, her organizasyonda değişiklik göstereceğinden bu modelin kapsama alanında bulunmaz. Seviye 3’ten sonraki seviyeler klasik hiyerarşik süreç ayrıştırma ile açıklanmaktadır (Faisal vd. 2007).

4.2. SCOR Modeli Performans Metrikleri

Performans ölçütleri bir organizasyona, organizasyonun kendini tanıması konusunda, müşterilerin organizasyona olan bakış açısının tespit edilmesinde ve organizasyonun diğer organizasyonlarla kıyaslama yapabilmesi konusunda bilgi verir. Bu performanslar; tedarik zincirinin seri bir şekilde değerlendirilmesi, gerekli görülen değişiklikler için hızlı hareket

edilmesi ve geliştirme yapılacak alanların tespit edilmesi gibi ölçütleri dikkate alarak tasarlanmıştır. Seviye 2 performans ölçütleri ve hesap tablosu Çizelge 4.3'te verilmektedir. En son sütunda, uygulama kısmında kullanılacak kısaltmalar yer almaktadır.

Bir tedarik zincirinde, performans “nitelikleri” tedarik zincirinin karakteristiğini ifade etmektedir ve farklı tedarik zincirleri ile karşılaştırma yapmasına imkân sağlamaktadır. “Güvenilirlik” odaklı ve “düşük maliyet” odaklı işletmeler arasında kıyaslama yapılabilir. Güvenilirlik, esneklik, maliyet, yanıt verebilirlik ve varlıklar SCOR modelinde yer alan niteliklerdir (Supply Chain Council, 2017).

Bu niteliklerin her biri ayrı performans ölçütleriyle eşleştirilmiştir. Çizelge 4.3'te bu nitelikler ve niteliklerin performans ölçütleri yer almaktadır. Modelde net bir şekilde belirtilmese de seviye 1 ölçütleri genel yapısı itibarıyla P_1 'e (tedarik zinciri planlamasına) hitap eder ve planlama, uygulama, mümkün kılma elemanlarına ayrılmıştır. SCOR performans niteliklerini ve seviye 1 ölçütlerinin nitelikleriyle ilişkisini gösteren Çizelge 4.3, Bolstroff (2008)'tan esinlenerek geliştirilmiştir. Seviye 1 çoğunlukla alt ölçütleri içerdiğinden ötürü, hesaplama için gerek alt ölçütler listelenerek düzenlenmiştir.

SCOR modeli 12. sürüme göre tedarik zinciri seviye 2 performans metrikleri şunlardır (Supply Chain Council, 2017):

- S1 - Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı
- S2 - Sipariş Karşılama Çevrim Süresi
- S3A - Üst Tedarik Zinciri Esnekliği
- S3B - Alt Tedarik Zinciri Esnekliği
- S4 - Riske Maruz Değer
- S5 - Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti
- S6 - Satılan Ürünlerin Maliyeti
- N - Stok Gün Sayısı
- S7 - Nakit Çevrim Süresi
- S8 - Tedarik Zinciri Sabit Varlıklar Geri Dönüşü
- S9 - İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü

Her bir SCOR performans niteliğinin seviye 2 ölçütleri ile olan ilişkisi aşağıda Çizelge 4.3'te gösterilmektedir:

Çizelge 4.3. SCOR performans nitelikleri ile seviye 2 metriklerinin gösterimi ve metrik hesaplama formülleri (Supply Chain Council, 2017)

TZ Performans Niteliği	Performans Metriği	Sıra No	Birimi	Hesaplama Formülü
Güvenilirlik	Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı (RL. 1.1)	S1	Oran (%)	Mükemmel Siparişlerin Toplamı / Tüm Siparişlerin Toplamı
Cevap Verebilirlik	Sipariş Karşılama Çevrim Süresi (RS. 1.1)	S2	Süre (gün)	Sipariş Karşılama Çevrim Süresi (gün) = Sipariş Proses Süresi (üretilmesi gereken sipariş sayısı X (Teslimat süresi + proses süresi)) + Dağıtım Lojistiği Süresi (Stoktan sipariş sayısı X teslimat süresi)
Esneklik	Üst Tedarik Zinciri Esnekliği (AG. 1.1)	S3 _A	Süre (gün)	Üretimde planlanmamış %20'lik bir yükselişi karşılamak için geçen gün sayısı → sonuç = süre, gün
	Alt Tedarik Zinciri Esnekliği (AG. 1.2)	S3 _B	Oran (%)	Envanter ve ceza giderleri hariç, sevkiyattan (teslimat) 30 gün öncesinde siparişlerdeki sürdürülebilir azalmanın yüzdesi → sonuç = % oran
	Riske Maruz Değer (AG. 1.3)	S4	Tutar (Amerikan Doları)	Riske Maruz Değer (VaR) = Risk Durumu Olasılığı (RD) x Riskin Gerçekleşmesi Sonucu Parasal Etkisi (I) – Sonuç: Amerikan Doları (\$) RD: Risk Durumu Olasılığı I: Riskin Gerçekleşmesi Sonucu Parasal Etkisi
Maliyet	Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti (CO. 1.1)	S5	Oran (%)	S5=Tedarik zincirine bağlı MIS, finans, planlama, envanter taşıma, malzeme alımı ve sipariş yönetimi maliyetleri toplamı / Toplam gelir → sonuç=% oran S6: Satılan Ürünlerin Maliyeti C: Satışların tutarı S5 = S6 / (C-S6)
	Satılan Ürünlerin Maliyeti (CO. 1.2)	S6	Tutar (\$) Amerikan Doları	K: malzeme satın alma maliyeti L: Doğrudan üretim işçiliği maliyeti M: Dolaylı üretim işçiliği maliyeti TU: Tamamlanmış ürünlerin maliyeti YIL1 çeyrek1: İlk yılın, ilk 3 aylık zaman dilimi (Ocak, Şubat, Mart) YIL1 çeyrek4: İlk yılın, son 3 aylık zaman dilimi (Ekim, Kasım, Aralık) TU = K+L+M S6 = YIL1 çeyrek1 envanter değeri + TU - YIL1 çeyrek4 envanter değeri

Çizelge 4.3 (devam) SCOR performans nitelikleri ile seviye 2 metriklerinin gösterimi ve metrik hesaplama formülleri (Supply Chain Council, 2017)

TZ Performans Niteliği	Performans Metriği	Sıra No	Birimi	Hesaplama Formülü
Varlık Yönetim Etkinliği	Stok Gün Sayısı	N	Gün	$N = T / (S6/365)$
	Nakit Çevrim Süresi (AM. 1.1)	S7	Gün	$S7 = N + P - R \rightarrow \text{sonuç} = \text{süre, gün}$ Yapılacak tahsilatların vadesi = 5 çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap getirileri / (Toplam brüt yıllık satışlar / 365) $R = 5$ çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap ödemeleri / (Toplam brüt yıllık malzeme satın alımı / 365) P: Yapılacak tahsilatların vadesi R: Satınalma borçlarının ödeme süresi N: Stok gün sayısı T: 5 çeyrek dönem için, standart maliyette brüt envanter değerinin yıllık ortalaması (stok maliyeti) YIL1 çeyrek1 = İlgili yılın, ilk çeyrek yani 3 aylık dönemi (Ocak, Şubat, Mart) $T = [(YIL1 \text{ çeyrek1}) + (YIL1 \text{ çeyrek2}) + (YIL1 \text{ çeyrek 3}) + (YIL1 \text{ çeyrek 4}) + (YIL2 \text{ çeyrek1}) \text{ envanter değerleri}] / 5$ S6: Yıllık satılan ürünlerin maliyeti $N = T / (S6*365)$
	Tedarik Zinciri Sabit Varlıklar Geri Dönüşü (AM. 1.2)	S8	Oran	$S8 = E / TNV$ $S8 = \text{Toplam brüt yıllık satışlar} / \text{Toplam net varlıklar} \rightarrow \text{sonuç} = \% \text{ oran}$ Yıllık toplam net varlık(ortalama) = (Bilanço başlangıç varlıkları + Bilanço bitiş varlıkları) / 2 E: Toplam brüt yıllık satışlar Toplam net varlıklar (TNV) = Toplam varlıklar - Mevcut borçlar VT: Toplam varlıklar
	İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü (AM. 1.3)	S9	Oran (Varlık başına kar getirisi)	$S9 = E / (J + F - O)$ S9: İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü J: Envanter değeri F: Alınacak ödemeler (alacak hesapları) O: Yapılacak ödemeler (borç hesapları)

4.2.1. Güvenilirlik (S1) mükemmel sipariş karşılama oranı

SCOR yönteminde tedarik zinciri güvenilirliği müşteri açısından ele alınan bir performans göstergesidir. Müşteri beklentilerinin karşılanma yeteneğini oran olarak göstermektedir (Huang, 2005).

SCOR modeli içinde seviye 1 performans niteliği altında güvenilirlik ölçütü “Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı” metriğidir. SCOR sözlüğü içerisinde de mükemmel sipariş 7 tane

“D”nin tatmin edici olmasıyla ilgili olduğunu anlatmaktadır: doğru ürün, doğru miktar, doğru koşullar, doğru yer, doğru zaman, doğru müşteri ve doğru maliyet. Siparişin mükemmel şekilde karşılanması için siparişi yerine getirmede izlenen tüm adımların başarıyla uygulanmış olması beklenmektedir. Bir tek sürecin bile aksaması başarısızlığa yol açmaktadır (Sağlam, 2013).

Bu adımlar:

1. Alınan sipariş sisteme eksiksiz girilmesi (siparişin sisteme girişin tam ve doğru olması),
2. Müşteri siparişi ile ilgili dokümanlar doğru ve tam olmalı, ürünle aynı anda teslim edilmesi,
3. Sevk edilen miktar, sipariş alınan miktarla aynı olması (iade veya takviye olmamalıdır),
4. Sevk edilen ürün, sipariş alınan ürünle aynı olması (sipariş-teslimat tutarlılığı),
5. Ürünün sevk edildiği adres ve varış zamanı doğru olması,
6. Teslim edilen ürünün durumu mükemmel olmasıdır (müşterinin arzu ettiği ve kullanımına hazır olmalıdır).

Bu koşulların tamamının gerçekleştirildiği siparişler mükemmel siparişlerdir. Mükemmel siparişler oranı ne kadar yüksekse tedarik zinciri güvenilirliği de o kadar yüksek olacaktır.

Bu oran şu şekilde hesaplanır (Supply Chain Council, 2017):

Siparişi Tam Karşılama Oranı = Mükemmel Siparişlerin Toplamı / Tüm Siparişlerin Toplamı

U: Tam ulaştırılan sipariş sayısı

G: Zamanında ulaştırılmayan ve eksik dokümanla, kusurlu siparişler toplamı

A: Alınan toplam sipariş sayısı

$$S1 = (U - G) / A \quad (4.1)$$

Hesaplama İçin Gerekli Ögeler: Dönem içerisinde teslim edilen siparişlerin toplamı, tamamıyla teslim edilen siparişlerin toplamı, alınan siparişlerin toplamı, hatalı doküman içeren sipariş sayısı, zamanında; “müşterinin istediği tarihte”; teslim edilen sipariş sayısı, taşımadan kaynaklanan hasar içeren sipariş sayısı.

İstisnalar: Tedarik Zinciri Konseyi'nin yaptığı “ürün kalitesini sağlama amaçlı yapılan gelen malların kontrolü” tanımı ile sadece görülebilir taşıma hatalarına, müşteri tarafından iade edilen malların kontrolüne ve hatalı dokümantasyona odaklanıldığı düşünülmektedir. Bu işlem ürün kalitesinin otokontrolünü kastetmemekle beraber, günümüzde şirketlerin birçoğu ürünlerinin kalitesini kendileri kontrol etmemektedir. Müşteri, kalite kontrolü konusunda bilinçliyse ve mevcut ürününü kalitedeki hatalar sebebiyle iade talebinde bulunuyorsa, şirket bunu “taşıma hasarı” adı altında hesaplara kaydetmelidir. Bu yöntem ile müşterilerin beklentilerinin karşılığını vermeyen tam zamanında siparişi gerçekleştirme ve kabul edilmeyen mallar durumu bu ölçüt içinde hesaba kaydedilmiş olur.

4.2.2. Cevap verebilirlik (S2) sipariş karşılama çevrim süresi

Cevap verebilirlik diğer anlamıyla tedarik zinciri yanıt süresi müşteri tatminini etkileyen bir başka performans göstergesidir. Müşteriden siparişin alınması ile teslimatın yapılması arasındaki zaman olarak ölçülmektedir. SCOR modeli seviye 2 metriği “Sipariş Karşılama Çevrim Süresi”dir. Bu ölçüt, firmanın pazardaki değişikliklere karşı esnekliğini ve var olan duyarlılığını belirlemektedir (Supply Chain Council, 2017).

Tedarik zincirinde farklı türde esneklikler bulunmaktadır. Pazardaki talep değişikliklerine bağlı olarak, üretim hacmini artırma ya da azaltma yeteneği “üretim esnekliğini”, değişen pazar taleplerine tepki olarak tasarımda yapılan değişikliğe gitme yeteneği “ürün esnekliğini”, planlanan teslimat tarihlerini değiştirme yeteneği “teslimat esnekliğini”, pazardaki talep değişikliklerine bağlı olarak, üretilen ürünlerin çeşitlerini değiştirme yeteneği “ürün karması esnekliğini”, var olan ürünlerde değişiklikler yapmak suretiyle, yeni ürünler geliştirme ve üretme yeteneğini “ataklık esnekliği” tanımlamaktadır. Burada “ürün esnekliği” SCOR yönteminin dışında kalmaktadır (Torul, 2013).

Talepteki değişikliğin kesinlik boyutu, bu ölçüt için bağlayıcı unsur değildir. Bu ölçüt, değişikliklerin şirket için önemli olduğu ve dönemsel ölçümlerin işe yaramadığı zamanlarda uygundur. Her şirkette farklı bir etki göstereceğinden, bu ölçüt sadece şirketin söz konusu durumlara tepki verme hızını belirleyecektir. Aynı zamanda bu ölçüt sayesinde başka şirketlerle ve başka endüstrilerle kıyaslama yapılabilir (Ağar, 2010).

Sipariş Karşılama Çevrim Süresi (gün) = Sipariş Proses Süresi (üretilmesi gereken sipariş sayısı * (Teslimat süresi + proses süresi)) + Dağıtım Lojistiği Süresi (Stoktan sipariş sayısı * teslimat süresi) (4.2)

Elde mevcut ürün olmadığında üretim için gereken süre, formülde yer alan proses süresidir. Taşıma ve elleçleme sürelerinin toplamı dağıtım lojistiği süresine eşittir.

Hesaplama İçin Gerekli Ögeler: Tedarik çevrim süresi ve üretim siparişleri temin süresi.

Tedarik çevrim süresinin tanımı şöyle yapılmıştır: Dışarıdaki ve içerideki tedarikçilerden sağlanan malzemelerin dolar değerinin %95'inin tedarik için gereken kümülatif gerçekleşme zamanıdır (Üretim aşamasında kullanılan malzemelerin, tedarik edilme sürecinde fabrikadaki talep tanımlamasından) (Supply Chain Council, 2017).

Aşağıda anlatılan 1, 2 ve 3 numaralı ölçütler; SCOR modelinde net bir ifadeyle belirtilmemiştir (Supply Chain Council, 2017).

Ölçüt 1: Malzemeler için gerekenlerin tespit edilmesi ile satın alma sürecinin başlamasına kadar geçen süre. Şirketlerin birçoğunda malzemeler için ihtiyaçların belirlenmesi, satın alma planlamacısı tarafından bir bilgi teknolojisi (IT) sistemiyle veya elle düzenlenmektedir. Onay alma aşaması ve malzeme siparişlerinin hazırlanmasının planlanması zaman alabilir (satın alma aşaması başlamadan önce).

Ölçüt 2: Malzeme için satın alma aşamasına girilmesinden siparişin tedarikçiye gönderilene kadar geçen ortalama süre. Ölçüt 2, şirketin satın alma çevrim süresi olarak kabul edilebilir.

Bir şirkette tedarikçi programlaması ve tedarikçi seçimi gibi ihtiyaç duyulan bütün bu aktiviteleri kapsayan satın alma siparişlerini hazırlama konusunda sorumlu olan kişinin, satın alma siparişi tedarikçiye gönderilene kadar ki geçen süredir.

Tedarikçi Çevrim Süresi: Satın alma siparişinin şirketten tedarikçiye, malzemelerin de tedarikçiden şirkete ulaştırılmasına kadar geçen zamandır.

Genellikle tedarikçinin belirlediği işlem zamanı; tedarikçi çevrim süresi; tedarikçi şirketten satın alma siparişi aldığı anda, tedarikçinin malzemeleri hazırlaması için gereken toplam süredir. Tedarikçi çevrim süresi, her şirketin farklı bir tedarikçisi olduğundan tedarikçiden tedarikçiye farklılık gösterecektir. Şirketin yıllık satın alınan malzemelerinin dolar değerinin %95'inin hangi tedarikçi tarafından temsil edildiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Tüm bu tedarikçiler arasından en uzun tedarikçi çevrim süresine sahip olan tercih edilmelidir. Çünkü bir şirkette belli başlı tamamlanmış bir ürün üretilmesi gerekliyse, şirketin tüm malzemeleri bünyesinde barındırıyor olması gerekir. Örneğin tedarikçilerden biri dört hafta içerisinde bir diğeri ise iki hafta içerisinde teslimatı gerçekleştiriyorsa, şirket ürün tamamlama aşamasına geçmeden önce, dört hafta beklemek zorundadır (Kocaoğlu, 2009).

Ölçüt 3: Malzemelerin şirket tarafından teslim alınması ve alınan bu malzemelerin üretime aktarılması arasındaki ortalama süredir.

$$\text{Tedarik Çevrim Süresi} = (\text{Ölçüt 1} + \text{Ölçüt 2} + \text{Tedarikçi Çevrim Süresi} + \text{Ölçüt 3}) \quad (4.3)$$

4.2.3. Esneklik (S3A) üst tedarik zinciri esnekliği

Tedarik Zinciri esnekliği metriği de performans göstergesi olarak müşteri odaklıdır. Dış etkenlere karşı cevap verme ve kısa sürede gösterilen uyum yeteneğini içerir. SCOR seviye 2 içinde iki adet metrik olup bunlar “Üst ve Alt Tedarik Zinciri Esnekliği”dir. Üst tedarik zinciri esnekliği metriği talep sırasında planlanmamış yüzde 20 düzeyinde ani bir yükselişi sürdürülebilir şekilde karşılamak için ne kadar süre (gün) gerektiği olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle bu metrik, firmanın yüzde 20 fazla üretimi sürdürebileceği duruma gelebilmek adına ne kadar zamana ihtiyaç duyduğu ile ilgilidir (Supply Chain Council, 2017).

$$\text{Üretimde planlanmamış \%20'lik bir yükselişi karşılamak için geçen gün sayısı} \rightarrow \text{sonuç} = \text{süre, gün olarak} \quad (4.4)$$

SCOR rehberi içerisinde bu metriğin alt metriklere nasıl ayrılabilirliğini anlatmamaktadır. Firmanın böyle bir artış karşısında ne kadar süreye ihtiyaç duyduğu ile ilgili geçmiş deneyimleri varsa bu kullanılabilir. Aksi halde şu adımların uygulanması tavsiye edilmektedir (Supply Chain Council, 2017):

- Mevcut üretim kapasitesi, ani bir %20'lik talep artışını karşılayabilmekte midir? Yürümekte olan üretim kapasitesi kullanımı %80'in üzerinde ise, bu sağlanabilecektir. Firma, yeni bir fabrika binası veya ek bina kurarak, yeni üretim makineleri alarak ya da daha çok personeli üretime dahil ederek, kapasiteyi artırmanın ne kadar süre alacağı ile ilgili bir tahmin yapmalıdır. Eğer firma bu ilave talebi dış kaynak (tedarikçi) veya alt yüklenici kullanarak sağlamayı isterse, alt yüklenici veya dış kaynak kullanımı ile ilgili sözleşmeyi uygulamaya koymak ve üretimin ne kadar sürede faaliyete geçeceğini tahmin etmek durumundadır. Fakat bu anlık bir artış olarak değil, sürdürülebilir bir üretim kapasitesi artışı olarak ele alınması gerekmektedir.
- Üretim kapasitesindeki %20'lik artışın ve sevkiyattaki %20'lik artışın, tüm tedarikçilerin izleyebilmesinin alacağı süre belirlenmelidir. Tedarikçilerin bu talep artışını karşılayamaması durumunda yeni tedarikçiler bulunmalı ve anlaşmalar yapılması gerekmektedir.
- Mevcut sevkiyat (teslimat) kapasitesi, üretim kapasitesi – talepteki %20'lik bir artış karşılamak için yeterli olacak mıdır? Sevkiyat kapasitesi de üretim artış oranında artırılması gerekmektedir. Mevcut taşıma kapasitesinin %20'lik bir artışı karşılayamaması halinde, firma ya daha fazla araç ya da daha fazla personel almak zorunda kalacak ve ya bir üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcısıyla, anlaşmak durumundadır.

4.2.4. Esneklik (S3B) alt tedarik zinciri esnekliği

Diğer bir esneklik metriği olan “Alt Tedarik Zinciri Esnekliği” ise 30 günlük bir süre içinde firmanın sürdürülebilir şekilde ulaşabileceği yüzde cinsinden azami üretim artış değeridir. Yani, plan dışı siparişlerin varlığında, siparişleri gerçekleştirmek için 30 gün içinde ne kadar üretim yapılabileceği ile ilgilenmektedir (Supply Chain Council, 2017).

Envanter ve ceza giderleri hariç, sevkiyattan (teslimat) 30 gün öncesinde siparişlerdeki sürdürülebilir azalmanın yüzdesi → sonuç = % oran (4.5)

SCOR rehberinde, bu metriğin nasıl alt ölçütlere ayrılacağının detayına inmemektedir. Hesaplama için firmanın teslimattan 30 gün önce, envanter ve ceza giderleri hariç sürdürebileceği siparişteki azalmaya ilişkin bir tahmin yapması beklenmektedir. Firmanın,

talepteki bu şekildeki bir artış ile ilgili geçmiş deneyimi varsa bundan faydalanarak tahmin yapılabilmektedir (Alyol, 2011).

Aksi halde şu adımların uygulanması tavsiye edilmektedir (Supply Chain Council, 2017):

- Firma sipariş verilmiş ürünlerin üretimini, planlanmış teslimattan 30 gün önce karşıladıysa, bir envanter ve ya ceza giderine maruz kalacaktır.
- Üretim tamamlanmış ürünlerin, benzerlerinin aynı zamanda ve aynı fiyatta başka müşterilere satılması tek çözüm olarak görünmektedir. Fakat ileri tarihli satışlar gerçekleşinceye kadar bu üretim tamamlanmış ürünlerin envanter olarak tutmak envanter ceza maliyetlerini beraberinde getirmektedir.
- Firma, mevcutta teslim edilecek son partileri üretiyor ise ceza giderlerine maruz kalmamak için birden fazla çözüm seçeneği bulunmaktadır. Örneğin; başka müşteriler için hazır tutulan ürünlerin yarı mamulü tekrardan kullanılabilir. Ancak yarı mamulün bütünü tekrar kullanılmazsa, kullanılamayanların oranı (yüzde olarak) tahmin edilmelidir. Başka bir opsiyon ise, kısmen hazır ürünleri ilave bir maliyete katlanmadan başka müşterilere satmak olacaktır.
- Firma, ham maddeleri mevcutta satın almış bulunuyorsa, ceza ve envanter giderlerine maruz kalmamak için de yukarıda sayılanlara benzer çözüm seçenekleri bulunmaktadır. Fakat gerek duyulan malzemeler henüz satın alınmadıysa ve çözüm seçenekleri mümkün değilse, kullanılamayacak hammaddelerin yüzdesi tahmin edilmelidir.

4.2.5. Esneklik (S4) riske maruz değer

Şirketlerin kendi içlerindeki risklerin tamamı ölçme yolundaki çalışmaları 1970’lerde başlamıştır. Daha sonra bu çalışmalar danışmanlık firmalarına ve kendisi bir model geliştirebilecek durumda olmayan ancak böyle sistemlere ihtiyaç duyan finansal kurum ve şirketlere verilmiştir. Bu ölçme sistemleri içerisinde JP Morgan tarafından geliştirilen “Riske Maruz Değer” ölçütünü kullanan risk matrisi en ünlü olanıdır (Türkiye Bankalar Birliği, 2018).

Riske maruz değer, bankacılık gibi farklı sektörlerde kullanılan bu ölçüt aynı zamanda bir SCOR performans metriğidir. Pazarda belli dönem içinde ve belli bir güven aralığında ortaya çıkabilecek en yüksek zararı geleceğe yönelik ve para değeri olarak ifade eden bir

yöntemdir. Bu yöntem, finansal risklerin yanı sıra ayrıca firmaların tedarik zincirlerindeki riskleri de dikkate alarak ölçmesi için SCOR'a dahil edilmiştir (Supply Chain Council, 2017).

Tedarik zincirinde riskin tanımı firmadan firmaya, müşteriden müşteriye ve çalışılan iş çevresine göre değişmektedir. Buna göre tüm tedarik zinciri üzerindeki bağlantıları olumsuz yönde etkileyecek potansiyele sahip bir olaya risk durumu denmektedir. Tedarik zinciri riske maruz değer – risk durumlarının gerçekleşme olasılıklarının toplamı ile bu risklerin tedarik zinciri ana fonksiyonları (plan, tedarik, kaynak, teslimat ve iade) üzerinde yaratacağı parasal etkinin çarpımıdır (Torul, 2013).

$$\text{Riske Maruz Değer (VaR)} = \text{Risk Durumu Olasılığı (P)} \times \text{Riskin Gerçekleşmesi Sonucu Parasal Etkisi (I)} - \text{Sonuç: Amerikan Doları (\$)} \quad (4.6)$$

P: Risk Durumu Olasılığı

I: Riskin Gerçekleşmesi Sonucu Parasal Etkisi

Gelişmiş Riske Maruz Değer Hesap Yöntemleri

Daha hassas hesaplamalar için istatistiksel dağılım yöntemleri ve güvenlik aralıkları bulunmaktadır. Fakat bu, firmanın kullandığı yöntemlerden birine göre hesaplandıysa bu kabul edilerek performans ölçütlerine dahil edilmektedir. Riske maruz değer bir tahmin olduğundan geleneksel tahmin teknikleri de örneğin; + veya - %5 oran cinsinden kullanılabilir (Türkiye Bankalar Birliği, 2018).

Geliştirilen VaR sistemlerinin tamamı portföy teorisine dayalı olmamış, bazıları geçmiş kar ve zarar rakamlarını kullanmış, bazıları ise Monte Carlo simülasyon tekniğine dayalı olarak geliştirilmiştir. JP Morgan risk metriklerini ve onun için gerekli veri setini kasım 1994'te ücretsiz olarak yaygın kullanıma sunmuştur. Bunun ardından VaR daha yaygın bir kabul ve kullanım bulmuş, sadece menkul kıymet işlemleri ile uğraşanlar değil bankalar, emeklilik fonları, diğer finansal kurumlar ve mali olmayan şirketler tarafından da uygulanır hale gelmiştir (Türkiye Bankalar Birliği, 2018).

Buradaki amaç, bu metrik ile organizasyonun tedarik zincirinde bulunan potansiyel risklerin miktarının parasal cinsten hesaplanarak alınacak tedbirleri önceliklendirmeye yardımcı olmaktır. Tedarik zincirindeki riskler plan, tedarik, üretim, teslimat ve iade süreçlerine

bölünerek de tek tek hesaplanıp sonunda toplam bir risk değeri olarak da elde edilebilmektedir.

$$\text{Toplam tedarik zinciri riske maruz değeri VaR (\$)} = \text{VaR \$ (Plan)} + \text{VaR \$ (Tedarik)} + \text{VaR \$ (Üretim)} + \text{VaR \$ (Teslimat)} + \text{VaR \$ (İade)} \quad (4.7)$$

Hesaplama için gerekli veriler şunlardır (Supply Chain Council, 2017):

- Süreç hatasının olasılığı – geçmiş dönemlere ait verilerle hesaplanır. Örneğin; vaktinde teslimat, kalite hataları, tedarik gecikmeleri, üretim makine hataları gibi süreç ölçütlerine ilişkin geçmiş veriler incelenerek hedeflenen olasılığın altında kalınan olay sayısı hesaplanır.
- Dış risk etken olasılığı– Mücbir sebeplerden ötürü sürecin işlememe olasılığı örneğin; deprem, sel baskını, fırtına verileri uzmanlardan veya geçmiş verilerden elde edilebilmektedir.
- Riskin etkisi – Uzmanlar veya sektör yöneticilerince oluşabilecek risklerin betarf edilerek tekrar normal işletme durumuna dönebilmek için oluşacak parasal etki değerlerini ifade etmektedir.

Tedarik zincirinin müşteri açısından riskleri ise performans ölçütleri (karlılık, büyüme, iadeler ve şikayetler) ile ölçülebilmektedir.

Riske maruz değerin hesaplanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar (Supply Chain Council, 2017):

- VaR geçmiş verilere dayanan ve performans hedefinin (beklenen değer) altında kalınan olaylar için bir olasılık hesabıdır
- Verilerin doğruluğu ve tahminlerin tutarlılığı bu değeri doğrudan etkilemektedir.
- VaR ile gelecekte benzer risk durumlarının yaşanmasında toplam parasal kayıpların tahmininde kullanılmalıdır.
- VaR değerinin hesaplanmasında geçmişteki olay ve metrikleri içeren detaylı bir veri tabanı ile yoğun bilgisayar kullanımı gerekmektedir.

4.2.6. Maliyet (S5) tedarik zinciri yönetim maliyeti

Tedarik zincirinin işletilmesinden doğan tüm maliyetler olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak finans, envanter, planlama, taşıma, yönetim bilgi sistemleri, sipariş yönetimi ve malzeme alımı giderlerinin toplamıdır. Bir şirketin toplam tedarik zinciri ücretlerini ayrı ayrı incelemesi ve bu tedarik zincirlerinin her birinde düzenleme yapması ayrıca önerilir. Örnek olarak; sipariş yönetim ücretleri üründen ürüne farklılık gösterir. Çoğu şirkette hali hazırda var olan muhasebe düzeniyle bu işlemin gerçekleştirilmesi zorlaşacaktır. Ücretler düzenlenirken FTM (Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme) kullanılması önerilir. Müşteriler tüketim sürecinde; toplam yönlendirme maliyetlerinin tüketiminin ve tedarik zinciri aktivitelerinin müşterilerin ve birbirinden farklı ürünlerin bu süreci nasıl etkileyeceğini düşünerek FTM faaliyet ücretlerini ürüne veya tedarik zincirine yönlendirir. Bu durumun getirilerinden biri de tedarik zinciri süreçlerinde tavsiye edilen değişikliklerin aktiviteleri ve servisleri müşteriye göre nasıl etkileyeceğini ve bu değişiklikler ile tedarik zincirinde nasıl bir farklılaşmanın söz olacağını analiz etmede faydalı bir araç olmasıdır (Kocaoğlu, 2009).

SCOR kılavuzunda belirtildiği üzere her tedarik zinciri birbirinden farklı olduğundan ötürü, farklı bir tedarik zinciri alt yapısı, mevcut bir şirkette her ürüne veya her grubuna ayrı yapılmalıdır. Bu metrik hesaplanırken zorluk yaratan konu, ölçütün içindeki farklı parçaların hesaplanabilmesi için doğru bilgiye ulaşabilmektir.

Şirketlerin birçoğu belli bir yıl içerisindeki MIS için toplam ücreti bilinmesi mümkün iken, hangi kısımların tedarik zincirine bağlı aktivitelerle ve hangi kısımlarının diğer aktivitelerle bağdaştırılacağına bilinmesi pek mümkün olmayabilir (planlama ve finans fiyatları gibi). Araştırma yapmak için rakip endüstrilerde bulunan şirketlerle artık karşılaştırma yapmak söz konusu olmayacağına şirketin bünyesindeki ayırık tedarik zincirlerine dikkat edilmemektedir. Tedarik zinciri ücretleri bir dönemdeki tüm ürünler için kullanılabilir (Supply Chain Council, 2017).

Hesaplama

Finans, envanter taşıma, tedarik zincirine bağlı MIS, planlama, malzeme alımı ve sipariş yönetimi maliyetleri toplam / Toplam gelir → Sonuç= % Oran

C: Satışların tutarı

$$S5 = S6 / (C-S6) \quad (4.8)$$

Yukarıda verilen bu ölçütün hesabı, bir yıl süresince tüm maliyetlere bağlı olacak şekilde yapılabilir. Bu ölçüt ile bir şirketin kendi endüstrisindeki diğer şirketlerle ve rakip endüstrilerle karşılaştırabilmesi için, toplam tedarik zinciri yönetimi örnekleri, toplam yıl gelirin bölünerek bir oran elde edilir.

Toplam gelir göz önünde bulundurularak bu yöntem ile küçük ve büyük şirketler arasında karşılaştırma yapılabilir.

Hesaplama İçin Gerekli Öğeler: Bu ölçütün hesaplanması için ihtiyaç duyulan “tedarik zincirine bağlı” maliyet içerikleri ve tipleri, SCOR modeli tanımına bağlı kalınarak açıklanmıştır.

Yönetim Bilgi Sistemleri (MIS) Maliyetleri: Bu maliyetler sipariş yönetimi, kanal yönetimi, tedarik ile malzeme satın alınması, lojistik ve dağıtım, e-ticaret, ürün yönetimi, finans, tamamlanmış ürün talepleri ile tedarik planlaması, üretim planlaması ve uygulaması, planlama, saha servisi ve desteği ve envanter taşımayla ilgilidir. Özel alana tabi tutulan bu faaliyetlerle proseslere göre, toplam MIS maliyetlerinin ayrı tutulacağı bir yöntem ile şirkete ait finansal bilgiler toplanamazsa, tahmin yürütülmelidir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda şirket için toplam MIS maliyetlerine yazılım ve donanım amortismanları, sabitler, kira, fayda maliyetleri, personel gibi unsurlar dahil edilerek başlanmalıdır.

Özelleştirilen Tedarik Zinciri Yönetimi ile ilgili toplam yüzde için tahmin yürütülmelidir veya MIS tedarik zinciri ile ilgili olmayan bölümler üzerinde çalışılmalıdır.

MIS ile ilgili maliyetler tedarik zinciri yönetimi dışında şu hususları kapsar: Genel yönetim (ofis ürünleri, intranet, e-mail sistemi), insan kaynakları, satışlar (Reklam, fiyat, promosyon ve web sitesi gibi tedarik zinciri yönetiminin ilgi alanının dışındaki hususlar için MIS maliyetleri tahmini yapılmalıdır.), ürün geliştirme (CAD/CAM sistemleri), finans (Kasa yönetimi, sabit mallar, maliyetlendirme, genel hesap defteri gibi tedarik zinciri yönetiminin ilgi alanının dışındaki hususlar için MIS maliyetleri tahmini yapılmalıdır. Finans aktivitelerinin ilgi alanında olan ve tedarik zinciriyle ilgili olmayan donanım, yazılım ve personel yüzdesinin tahmini yapılmalıdır (Supply Chain Council, 2017).

- **Finans Maliyetleri:** Bu maliyetler envanter hesaplamaya, yapılan fiziksel hesaplamaların kontrolüne, fatura ödemelerine ve elde edilebilen hesaplamaları toplamaya bağlıdır. Bu maliyetler genel hesaplama maliyetlerini, müşteri faturalandırmalarını ve MIS' a bağlı maliyetleri bünyesinde barındırmaz. Şirket finansal bilgilerden faaliyet ile proseslerin özelleştirilmesinden kaynaklı toplam finans departmanı maliyetlerinin ayrılması gibilerine ulaşamazsa, bir tahmin yapılması şart olacaktır. Ödeme faturaları için yararlanılan personel giderlerinin ve diğer genel giderlerin yüzdesinin bir tahmini yapılmalıdır.
- **Talep ile Tedarik Planlama Maliyetleri:** Bu maliyetler tamamlanmış ürünlerin geliştirilmesi için yapılan envanter planlarını, tahminleri ve tüm kanalları içeren tedarik zincirinin tamamına karşı arz ile tedarik dengesinin sağlanması ile ilgilidir. Bu maliyetler MIS' a bağlı aktiviteleri kapsamamaktadır. Tedarik zinciri planlama faaliyetleri için yararlanılan personel giderlerinin ve diğer giderlerin yüzdesinin tahmini mümkündür. Bu durumun, bir şirketin çalışanlarının tedarik zinciri yönetimi ile ilgili şirket içinde ve dışında yapılan toplantılarda müşterilerle ve tedarikçilerle harcadıkları ortalama zaman şeklinde tanımlı yapılabilir. Bunlar MRP, MPS, klasik tedarik zinciri faaliyetleri tahmini, planlama, tedarikçilerle ve müşterilerle iletişime geçilmesi gibi faaliyetlerdir.
- **Envanter Taşıma Maliyetleri:** Bu maliyetler; hammadde, ara ürünler ve tamamlanmış ürünler, fire, fırsat maliyetleri, toplam demode, örnek saha ve kanal demodeliği, sigorta ve vergiler toplamı kapsamındadır.

Aşağıda verilen maliyet türleri bu üç grubun her birine ayrı tanımlanmalı ve toplam şeklinde eklenmelidir: Fire (azalma, bozulma ve kırılma ile ilgili maliyetler), fırsat maliyetleri (sermaye maliyeti*net envanterin yıllık ortalama değeri), demodelik (popülerliğini kaybetmiş ürünlere bağlı maliyetler), sigorta ve vergiler (deponun fiziki yerinin bakımıyla ilgili maliyetler), kanal demodeliği (popülerliğini kaybetmiş stokların geri alınmasını gerektiren hallerde kanal eşleriyle yapılan anlaşmaya bağlı ortaya çıkan maliyetler).

Ortalama envanter değerleri ve değeri bilinen envanter taşıma maliyetleri konusunda şirketlerin birçoğu bilgiye sahiptir. Şirketlerin bu bilgilere sahip olmadığı durumlarda yukarıda sayılan maddelerin her biri hakkında tahmin yürütebilmek için temel düzeylerdeki formüller kullanılır (Supply Chain Council, 2017).

Malzeme Satın Alma Maliyetleri: Bu maliyetler tedarikçiden tedarik sağlama, tedarik görevleri ve nakliye işlemi, satın alma ve malzeme depolama maliyetleri (sahip olma ve malzemeyi depolama ile ortaya çıkan maliyetler), planlama maliyetleri ve malzeme yönetimi, yapılan sözleşmeler sayesinde ve tedarikçilerin kalitesine göre ortaya çıkan maliyetlere ilaveten bütün satın alma siparişlerinin hazırlanması, bu siparişlerin yerleştirilmesi ve takibinin yapılması ile ortaya çıkan maliyetlerdir.

Bu aşama malzemelerin satın alınması ve depolanması, depolama yeri ve yönetimi, verilen iş siparişlerinin sürekliliği, fiyat belirlenmesi ve içerideki malzeme hareketi işlemlerini kapsar.

Söz konusu maliyet; malzeme süreçlerinin geliştirilmesi maliyetlerini (mühendislik uygulamaları), gelen malların denetlenmesi maliyetlerini, iletişim gereçlerini ve dokümanların bulunduğu görevlere göre ortaya çıkan maliyetlerini (satın alınan malın üretilebilirliğini geliştirmek için gösterilen çabalar), özetle gelen malları denetlenmesini içermez.

Personel giderlerinin ve diğer genel giderlerin yüzdesi malzeme satın alabilmek için kullanıldığından tahmini yapılmalıdır. Maliyetlerin birçoğu mühendislik uygulamalarının, kalite bölümünün, depolamanın, lojistiğin, ulaştırmanın/dağıtımın ve satın alımların altında yer alacaktır. Sözü edilen referans noktaları değerlendirilmeli ve maliyetler tahmini her biri için ayrı yapılmalıdır. Maliyetlerin birçoğu mühendislik uygulamaları, finans departmanı ve satın alma adı altında toplanacaktır.

Sipariş Yönetimi Maliyetleri: Bu maliyetler siparişlerin kaydedilmesini ve bakım maliyetlerini (müşteriler hakkında sahip olunan bilgilerden, alınan yeni siparişlerin kabul edilmesinden, kredi kontrolünden ve bu hususların sipariş sistemine bir sonraki sipariş üzerinde yapılan küçük değişiklikler olarak kaydedilmesinden ortaya çıkan maliyetleri), müşterilerin sipariş maliyetlerinin belirlenmesini (hazırlanmış sipariş dokümanları veya bir sipariş için konfigürasyonlara fiyat biçilmesi ve konfigürasyonların oluşturulmasından ortaya çıkan maliyetleri), siparişlerin tam zamanında ve belirtilen miktarda iletilmesi maliyetlerini (nakletme işleminin planlanmasından kaynaklanan maliyetlerin tümünü, envanter tahsisini, siparişin gerçekleştirilmesini, iç ya da dış tedarikçiye sipariş verilmesini), taşıma maliyetlerini (şirketin üstleneceği bütün taşıma ücreti ödemelerini ve üretim

aşamasından sonuncu müşteriye kadar olan her noktanın ve kanalın görevlerini), dağıtım maliyetlerini (nakliyelerin yapılmasını, depo yerini ve depo yerinin yönetimini, ürünlerin ve sistemlerin sıralandırılmasını, taşıyıcı firmaların seçilmesini, tamamlanan ürünlerin alınmasını ve stoklanmasını), yerleştirme maliyetlerini, hesaplama maliyetlerini (faturaların düzenlenmesini, müşterilerin ödeme yapma aşamasını ve müşteri memnuniyetini sağlama ile ilgili maliyetleri) ve müşterilerin faturalarının çıkarılmasını içerir (Supply Chain Council, 2017).

Personel giderlerinin ve diğer genel giderlerin yüzdesi sipariş yönetimi için kullanılacağından tahmini yapılmalıdır.

4.2.7. Maliyet (S6) satılan ürünlerin maliyeti

Satılan ürünlerin veya verilen hizmetlerin üretilmesinde kullanılan giderleri ölçmektedir (Supply Chain Council, 2017).

Hesaplama

Başlangıç envanter değeri + tamamlanmış ürünlerin maliyeti – Bitiş envanter değeri → sonuç= değer, Dolar olarak

Tamamlanmış ürünlerin maliyeti = malzeme satın alma maliyeti +doğrudan üretim işçiliği maliyeti + dolaylı üretim işçiliği maliyeti

K: malzeme satın alma maliyeti

L: Doğrudan üretim işçiliği maliyeti

M: Dolaylı üretim işçiliği maliyeti

TU: Tamamlanmış ürünlerin maliyeti

YIL1 çeyrek1: İlk yılın, ilk 3 aylık zaman dilimi (Ocak, Şubat, Mart)

YIL1 çeyrek4: İlk yılın, son 3 aylık zaman dilimi (Ekim, Kasım, Aralık)

$$TU = K+L+M \quad (4.9)$$

$$S6 = \text{YIL1 çeyrek1 envanter değeri} + TU - \text{YIL1 çeyrek4 envanter değeri} \quad (4.10)$$

4.2.8. Varlık yönetim etkinliği (S7) nakit çevrim süresi

Varlık yönetimi, bir Amerikan Doları'nın hammaddeler için harcanmasından, şirkete geri dönmesine kadar olan süreyi belirtir. Bu ölçüt, şirketin tedarikçiler ve müşteriler arasındaki finansal akışı ne düzeyde iyi sağladığını açıklayan temel ölçütlerdendir (Supply Chain Council, 2017).

Bir şirketin likit ürünlere, kolay alıcı bulan ürünlere, ne kadar gereksinim duyduğunu nakit çevrim süresi belirler. Mevcut nakdin ürünler ve servisler için yatırıldığı zaman ile yapılan yatırımdan nakit elde edildiği zaman arasındaki devamlılığı gösterir. Üretimde yer alan ve ürettiği ürünleri satışa çıkaran bir şirket, dört aşamalı nakit çevrimine sahiptir:

- Hammaddelerin satın alınması, ürünlerin üretilmesi ve envantere yatırım yapılması,
- Ürünlerinde satılması ve satış işlemlerinin gerçekleştirilmesi (bu durumlar nakit kazancı için olabilir ya da olmayabilir),
- Kredilerin büyütülmesi, hesap düzeninde kazanımların oluşturulması,
- Hesap düzenlerindeki kazanımların toplanması, nakit elde edilmesi.

Mevcut varlıkların, envanterin ve getirilerin nakde dönüştürülmesi uzun bir süre gerektirdiğinden daha uzun nakit çevrim süresi gerekir. Özetle daha uzun çevrim süresi, daha fazla sermaye demektir.

Yapılan satın alım işlemlerinin kredi şeklinde gerçekleştirilebilmesi bir diğer seçenektir. Müşterilerin satın alımlarda şirketin verdiği ticari krediyi kullanarak anında ödeme yapmaması, şirketin nakit çevrim süresini artırır, kısacası müşterilerin şirkete yapacağı geri ödemeler daha uzun sürer (Supply Chain Council, 2017).

Bu ölçümü yapabilmek için sahip olunması gereken bilgiler, şirketlerin yıllık gelir beyannamelerinde ve bilançolarında yer alır.

Özetle, şirketin finans bölümünün hazırladığı tablolara bakılarak rakamlardan yararlanılabilir.

Hesaplama

$S_7 = \text{Stok gün sayısı (N)} + \text{Yapılacak satış tahsilâtları için öngörülen süre (P)} - \text{Satın alma borçlarının ödeme süresi (R)} \rightarrow \text{Sonuç} = \text{Süre, Gün}$

$$P = \frac{\text{Beş çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap getirileri}}{(\text{Toplam brüt yıllık satışlar} / 365)} \quad (4.11)$$

$$\text{Satınalma borçlarının ödeme süresi} = \frac{5 \text{ çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap ödemeleri}}{(\text{Toplam brüt yıllık malzeme satın alımı} / 365)} \quad (4.12)$$

P: Yapılacak tahsilatların vadesi

R: Satınalma borçlarını ödeme süresi

N: Stok gün sayısı

Sonraki yılının ilk çeyreğine ait değer gerçek rakamlar olabilir ya da eğer henüz bilgiler elde değilse, tahmini değer olabilir.

Stok gün sayısının (N) hesaplanması

Üretilmiş ve satışı yapılmış malzemelerin alındığı günler, stok gün sayısını (tedarik sürecinde envanter günleri) ifade eder. Perakende satışta ve ticarete bu durum raf hayatı olarak nitelendirilebilir (Supply Chain Council, 2017).

Yatırımın, envanter halinden satışa çıkarılan malzemelere dönüştürülmesi için geçen süreyi ifade eder. Envanterin hangi hızla üretildiği hammaddeler ve müşterilere satılan malzemeler sayesinde ölçülür. Tamamlanmış ama satılmayan malzemelerin envanterindeki oluşan yoğun yapılanma veya üretim periyodu uzun süren ürünlerle firmanın ürünlerinin karışmasında bir değişiklik olduğunda envanter oranında büyük bir artış gözlemlenir.

Sürenin uzaması, yapılacak bir sonraki yatırım için uyarı niteliğindedir. Envanter çevriminin yavaş olması likit ürünler için ciddiye alınması gereken bir konudur.

Şirketin yıllık gelir durumu ve bilançosu bu ölçümün hesabının yapılması için ihtiyaç duyulan bilgiyi verir. Çünkü hesaplamada yasalarda öngörülmüş, Tedarik Zinciri Konseyi'nin nasıl hesaplayacağını tespit edemediği yıllık ortalama envanter veya mallar gibi

farklılıklar söz konusudur. Şirketin, finans bölümünün hazırladığı tablolara bakılarak rakamlar, en temel düzeyde kullanılabilir (Supply Chain Council, 2017).

Hesaplama

5 çeyrek dönem (3'er aylık) için, brüt envanter değerinin yıllık ortalaması / (Yıllık satılan ürünlerin maliyeti / 365) → sonuç=süre, gün

T: 5 çeyrek dönem için, standart maliyette brüt envanter değerinin yıllık ortalaması

YIL1 çeyrek1 = İlgili yılın, ilk çeyrek yani 3 aylık dönemi (Ocak, Şubat, Mart)

YIL1 çeyrek2 = İlgili yılın, ikinci çeyrek yani 3 aylık dönemi (Nisan, Mayıs, Haziran)

YIL1 çeyrek3 = İlgili yılın, üçüncü çeyrek yani 3 aylık dönemi (Temmuz, Ağustos, Eylül)

YIL1 çeyrek4 = İlgili yılın, dördüncü çeyrek yani 3 aylık dönemi (Ekim, Kasım, Aralık)

YIL2 çeyrek1 = Sonraki yılın, ilk çeyrek yani 3 aylık dönemi (Ocak, Şubat, Mart)

$$T = [(YIL1 \text{ çeyrek1}) + (YIL1 \text{ çeyrek2}) + (YIL1 \text{ çeyrek 3}) + (YIL1 \text{ çeyrek 4}) + (YIL2 \text{ çeyrek1}) \text{ envanter değerleri}] / 5 \quad (4.13)$$

S6: Yıllık satılan ürünlerin maliyeti

$$N = T / (S6/365) \quad (4.14)$$

Bu ölçüt envanterin “beş çeyrek dönem için yıllık ortalama” diye adlandırılan durumuna göre hesaplanır. Hesaplama yaparken geçmişe ve geleceğe hitap eden bilgilerin eşleştirilmiş hali kullanılır. Yani ortalama yıllık değer, bir senenin dört çeyreğine ilaveten, bir sonraki senenin ilk çeyreğinin ortalamasına bağlı olarak hesaplanmasıdır (Torul, 2013).

Hesaplama İçin Gerekli Öğeler: Satılan ürünlerin maliyetleri, ilk senenin her çeyreğine ve bir sonraki senenin ilk çeyreğine ait envanter değerleri gereklidir.

4.2.9. Varlık yönetim etkinliği (S8) sabit varlıklar geri dönüşü

Bu ölçüt şirketin bir yıl içerisinde varlıklarından sağladığı geri dönüşlerin toplamını gösterir, bu sayede varlıklardan sağlanan verimin miktarı ölçülmüş olur. Ölçüt çoğunlukla şirketin yıllık gelir beyannamesine ve bilanço tablolarına bakılarak finansal analizde kullanılır. Bu ölçümü yapabilmek için sahip olunması gereken bilgiler, şirketlerin yıllık gelir

beyannamelerinde ve bilançolarında yer alır. Sonuç olarak, şirketin finans bölümünün hazırladığı tablolara bakılarak rakamlardan yararlanılabilir (Tarman, 2011).

Hesaplama

Toplam brüt yıllık satışlar / Toplam net varlıklar → sonuç = % oran

$$\text{Yıllık toplam net varlık(ortalama)} = (\text{Bilanço başlangıç varlıkları} + \text{Bilanço bitiş varlıkları}) / 2 \quad (4.15)$$

Veya

E: Toplam brüt yıllık satışlar (E= H-I, H (tedarik zinciri geliri) – I (Satılan ürünlerin maliyeti + tedarik zincir yönetim maliyeti))

$$\text{Toplam net varlıklar (TNV)} = \text{Toplam varlıklar} - \text{Mevcut borçlar} \quad (4.16)$$

VT: Toplam varlıklar

Z: Mevcut borçlar (senetsiz borçlar, mevcut vergiler vs.)

$$S8 = E / \text{TNV} \quad (4.17)$$

Bu ölçütü hesaplayabilmek için sahip olunması gereken bilgiler, şirketlerin yıllık gelir beyannamelerinde ve bilançolarında yer alır.

Hesaplama sebebiyle ortalama net varlığın yıl olarak hesaplanması tercih edilir. Çünkü varlıklar bir yıl içerisinde değişiklik göstermeye meyillidir.

Çoğunlukla ortalamalar var olan rakamların örnek olarak gösterilen rakamlarla karşılaştırıldığı hallerde kullanılır.

Hesaplama İçin Gerekli Ögeler: Toplam net varlıklara ve toplam brüt satışlara ihtiyaç duyulur. Yıllık toplam brüt satışlar, şirketin toplam çalışan sayısını, şirketin yıl bir yıl süresince sattığı tüm malları ve hizmetleri (gereken harcamalardan herhangi bir kesinti yapılmadan önce), yıllık toplam satın alınan malzemeleri (Üretimi tamamlanmış ürünlere göre doğrudan ve dolaylı tüm malzeme maliyetlerini içerir.) kapsamaktadır. Bir yıl süresince işe alınan çalışanların ortalaması, şirketin yıl içerisinde takip etmediği tüm saatlerin toplamını bulmak için bilgi vermez. Bir yıl süresince personel girişleri ve çıkışları personel sayısını tespit edebilmek için kontrol edilmelidir (sözleşmeleri tam zamanlı olan çalışanlar da dâhil) ve ortalama hesaplanmalıdır (Supply Chain Council, 2017).

4.2.10. Varlık yönetim etkinliği (S9) işletilen sermayenin geri dönüşü

İşletilen sermayenin geri dönüşü metriği tedarik zincirinden elde edilen gelirin işletme sermaye tutarına olan oranını belirlemeyi hedeflemektedir. Bileşenler içerisinde alınacak ödemeler, yapılacak ödemeler, envanter, tedarik zinciri geliri, satılan ürünlerin maliyeti ve tedarik zinciri yönetim maliyeti bulunmaktadır (Supply Chain Council, 2017).

Hesaplama

İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü = ([Tedarik Zinciri Geliri] – [Hizmet vermek için toplam maliyet]) / ([Envanter] + [Alınacak ödemeler] – [Yapılacak ödemeler])

$$S9 = (H - I) / (J + F - O) \quad (4.18)$$

S9: İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü

H: Tedarik Zinciri Geliri

I: Verilen hizmetin veya üretilen ürünlerin toplam maliyeti + yedarik zincir yönetim maliyeti

J: Envanter

F: Alınacak ödemeler (alacak hesapları)

O: Yapılacak ödemeler (borç hesapları)

Bu bilgiler firmaların halihazırda tutmuş bulundukları mevcut satın alma veya muhasebe birimlerinden elde edilen ve ayrıca hesaplanmayan verilerdir.

4.3. Korelasyon Analizi

Birbirini etkileyen metrikler (kriterler, ölçütler) bağımlı kabul edildiklerinden dolayı verilerin AHP ve/veya ANP yönteminde kullanılmaya uygun olup olmadıklarının tespiti ve ilişkilerin ortaya konabilmesi için Korelasyon Analizi yöntemi seçilmiştir.

Korelasyon analizi:

- Bir değişkenin ile iki değişken arasındaki ilişkiyi,
- Bir değişkenin çok değişken (ikiden fazla) ile olan ilişkisini,
- İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi,

test etmede ve eğer varsa bu ilişkinin derecesini ölçmede kullanılan bir istatistiksel metottur.

Değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesine yardımcı olup benzer sonuçları da önceden tahmin etmek, analizin amacıdır.

Değişkenlerden en az birinin parametrik olması analizin yapılabilmesi için gereklidir.

Yapılan analiz sonucunda; doğrusal ilişkinin olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı ile hesaplanmaktadır. "r" ile gösterilen korelasyon katsayısı, -1 ile +1 arasında değerler almakta olup bulunan r değeri 0,70 ve üzeri çıkarsa değişkenler arasında yüksek bir ilişkinin olduğu söylenebilir (Poveda-Bautista vd. 2012).

- $r = +1$ ise tam pozitif doğrusal bir ilişki vardır.
- $r = 0$ ise bir ilişki yoktur.
- $r = -1$ ise tam negatif doğrusal bir ilişki vardır.

İlişkiler korelasyon katsayısının (r) değerine göre, aşağıdaki gibi nitelendirilebilir. Korelasyon katsayısının (r) aldığı değere göre ilişkiler aşağıdaki gibi derecelendirilebilir.

- 0,90 ile 1 arasında ise çok kuvvetli,
- 0,70 ile 0,89 arasında ise kuvvetli,
- 0,50 ile 0,69 arasında ise orta,
- 0,30 ile 0,49 arasında ise düşük,
- 0 ile 0,29 arasında ise zayıf bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon analizi yaparken kullanılan katsayılarından bazıları aşağıdaki gibidir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010):

- Pearson katsayısı: Bu katsayı iki sürekli yani parametrik değişkenin (aralıklı ya da oransal) doğrusal ilişkisinin derecesinin ölçülmesinde kullanılır, bu katsayı hesaplanmadan önce serpilme grafiği oluşturulmasıyla doğrusal bir ilişkinin var olup olmadığı test edilmelidir. Bu verilerin normal dağılıma uygun olması gerekmektedir.
- Kendall katsayısı: Değişkenlerin biri nominal, biri aralıklı olduğu zamanlar kullanılır.
- Spearman katsayısı: En zayıf testtir. Veriler kesikli sayısal ve nitelik olduğu durumlarda kullanılır. Veriler normal dağılım göstermiyorsa bu katsayı tercih edilir.

4.4. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri

ÇKKV Yöntemi, karar mekanizmasının en az iki kıstası ile sonu olan, sayılabilen veya sayılamayan sayıda seçenekten oluşan bir kümeden yapmış olduğu seçimler veya diğer bir ifadeyle alternatif seçenekler arasından iki veya ikiden fazla kıstası göz önüne alarak yapılan seçme işlemi olarak tanımlanabilir (Kocaoğlu, 2009).

ÇKKV Yöntemi'nde sonuç niteliği taşıyan karar kriterlerin kendi içlerinde ve diğer kriterlerle kıyaslanmasıyla verilir. Diğer kriterlerle karşılaştırma yaparken bu kriterler birbirleriyle karşılaştırılırlar. Karşılaştırma yaparken güdülen amaç, kriterlerin karar mekanizması için taşıdığı önemi derecelendirmektir. Kriterlerin kendi içlerinde kıyaslanması, seçilmiş bir kriter göz önünde bulundurulduğunda, alternatif seçeneklerden hangisinin o kriter için daha uygun olduğunu belirlemek için yapılır. Yapılan bu iki karşılaştırmanın sonunda bir sentez oluşturulur ve karar verilir.

ÇKKV yöntemleri iki sınıfta toplanabilmektedir. Bunlardan ilki; Çok Amaçlı Karar Verme (Multi-Objective Decision Making) Yöntemidir. Bu yöntemi, sonsuz sayıda olan, matematiksel programlama yapısı ile dolaylı bir şekilde tanımlanan seçenekleri devamlılığının olduğu durumlarda kullanılır. Bu yöntem matematiksel optimizasyon tekniklerine ihtiyaç duyar ve bir tasarım problemidir. Dinamik, hedef ve tam sayılı çok amaçlı programlama bu bölümde yer alabilecek yöntemlerdendir (Atıcı ve Ulucan, 2009).

Yapılan bu sınıflandırmadaki ikinci yöntem; Çok Kriterli (Ölçütlü) Karar Verme (Multi-Criteria Decision Making) Yöntemleridir. Bu yöntem, sayılarının bir sonu olan ve bir liste haline getirilebilen parça parça gerçekleşen durumlarda kullanılır. Diğer yönetime nazaran bu yöntem bir tasarım problemi değil, seçim problemidir. Matematiksel optimizasyon tekniklerini gerektirmediği durumlar söz konusudur. Bu yöntem grubunda AHP, TOPSİS, DEMATEL, ANP, ELECTRE, VIKOR, PROMETHEE gibi yöntemler yer alabilir. İşletmeler arasından modern karar verme yöntemlerini kullananlar, iş ilişkilerinin küreselleşmesi konusuna ön ayak olmuşlardır ve bu iş ilişkilerini yönetirken üstünlük sağlamış rekabetçi işletmeler haline gelmişlerdir (Anık, 2007).

Metriklerin (kriterler, ölçütler) birbirlerini etkiledikleri tahmin edildiği için yani bağımlı oldukları için AHP ve ANP yönteminde kullanılacak olan iç bağımlılık oranını tespit etmek

için de korelasyon analizi yöntemi tercih edilmiştir. Bununla birlikte, kriterlerin birbirlerini etkilemeleri ve metriklerin karmaşık olmaları, önceliklendirme yaparken sebep-sonuca dayalı uzlaşmacı bir model ortaya çıkardığından bütünleşik bir çözüm metodu olarak literatür araştırmasında da vurgu yapıldığı üzere DEMATEL yönteminin daha etkili sonuç vereceği yönünde karar verilmiştir. Sebep-sonuca dayalı uzlaşmacı modellerde etkileşim halinde olan faktörler arasında üstünlük belirlerken bir uzlaşık noktaya ihtiyaç duyulmaktadır. Mesela, bir değer artarken diğeri de artıyorsa sadece değerlere bakıp birinin diğerinden üstün olduğuna karar vermek sağlıklı bir sonuç vermeyeceği düşünülmektedir.

4.4.1. ANP yöntemi

Karar seçeneklerinin sıralanmasını ve karar mekanizmasının birden çok amacı veya ölçütü varken içlerinden en iyisini seçmesini sağlayan Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process- ANP) yöntemi, Thomas Saaty (1986) tarafından geliştirilmiştir. Kullanılma sıklığı ve önemi son yıllarda artan çok kriterli karar verme yöntemlerindendir. ANP, Analitik Ağ Süreci'dir (Analytic Network Process). ANP yöntemi, grup içlerindeki ve gruplar arasındaki mevcut bağımlılıkların ve ölçütlerin birbirlerine olan geri dönüşlerini önemseyerek, karar verme problemlerinin çözülmesinde daha gerçekçi ve aktif bir yol izlenmesini sağlar (Saaty, 1986).

AHP' nin genel formu ANP'dir (Analitik Ağ Süreci). AHP' de var olan kurallar, karşılaştırma yaparken ANP adına da kullanılmaktadır ve ANP sayesinde karar verme aşamasında göz önünde bulundurulması gereken hususlar arasındaki etkileşimler de önemsenmektedir. AHP yöntemi, derecelendirdiği karar verme problemlerini tek bir açıdan ve verilecek kararın en iyisi olmasında etkili olan ölçütleri sistematize ederek değerlendirir, böylece ölçütlerin derecelendirilmesinde öncelikli olanları hesaplar. ANP yöntemi, karar seviyeleri ve karar seviyelerinin özellikleri arasında diğerlerine nazaran daha karışık etkileşimler söz konusudur. AHP' nin bu konuda öne sürdüğü önemli tahminlerden biri aynı düzeylerdeki ölçütler birbirinden bağımsızdır ve ölçütlerin karşılıklı etkileşimleri göz ardı edilmeden hesaplanmamasıdır. Ancak, karar verme problemlerinde etkili olan ölçütler gerçek hayatta da birbirleri üzerinde etkiye sahiptir. ANP yöntemi, hiyerarşik yapılar ile modellenmesi yapılamayan karmaşık problemlerin modellenmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Ayrıca önseziden oluşmuş modellerde ve alınacak kararlarda etkili olan sonsuz çevresel etkenlerin önemsenmesi açısından daha ergonomiktir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

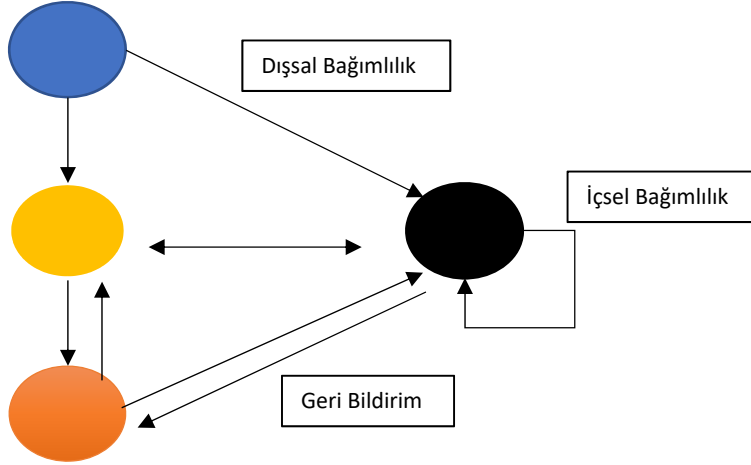
Verilecek kararın içlerinde en iyisi olması için ölçütler arasında belirtilen bu ilişkiler önemsenmektedir. Bu yüzden çalışmalarda ANP yöntemi tercih edilmiştir.

ANP yönteminin performans değerlendirme çalışmalarında kullanılmasının sebepleri şu şekildedir:

- Performans değerlendirme çalışmasının çok kriterli bir yapıya sahip olması,
- Karar seviyeleri ve karar seviyelerinin özellikleri arasındaki karışık ilişkileri barındırması,
- Ölçütlerin birbirleriyle olan etkileşimlerin önemsenmesi,
- Problemleri, bileşenlerin arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin yönlerini tespit ederek bir ağ düzeninde tanımlanması,
- Yapısı sebebiyle doğrudan bağdaştırılmamış ara ve ana yapılar arasındaki oluşma ihtimali olan dolaylı ilişkilerin ve geri dönüşlerin hesaplanabilmesi.
- Saaty tarafından geliştirilen ANP yöntemi, karar problemlerinin karmaşık oluşundan etkilenen karar mekanizmalarının işini kolaylaştırmak için kullanılır ve Analitik Hiyerarşi Sürecinin geliştirilmiş halidir.

Performans değerlendirme çalışmalarında ANP yönteminin kullanılmasının faydaları (Ömürbek ve Şimşek, 2014):

- Ölçüt gruplarının geri dönüşleri, dış bağımlılıkları ve aynı ölçüt grubundaki iç bağımlılıkları da hesaplanabilecektir (Şekil 4.3),
- Değerlendirmelerin tutarlılığı ölçülebilecektir,
- Performans değerlendirmelerinin mantığa uygunluğu test edilebilecektir,
- Performans değerlendirmenin bünyesinde barındırdığı çok kriterlilik analitik bir biçimde incelenme fırsatı bulabilecektir,
- Bu sayede hiyerarşik yapılar ile modellenmesi yapılamayan karmaşık problemlerin modellenmesi kolaylaştığı için alınan kararlarda daha aktif olmasına olanak vermiştir.



Şekil 4.3. ANP metodunun yapısı.

Asıl amacı ölçüt hiyerarşisi ve performans özelliklerinin açığa çıkarılması olan SCOR yöntemi ile birlikte ANP yönetiminin tercih edilmesi “en yüksek tedarik zinciri performansına” erişmek içindir. Tedarik zincirine benzeyen karmaşık girdileri ve çıktıları olan, farklı sistemlerde ANP yöntemi mevcut ölçütlerin birleştirilerek alt sistemler şeklinde incelenmesini sağlayan çok hedefli ve çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem, mali ve mali olmayan ölçütlere kullanılması için heterojen bir ortam sağlaması, farklı unsurlar arasındaki iletişimlerini gerçekleştirebilmesi ve her biri farklı bir bakış açısına sahip alanında uzman kişilerin fikirlerini eş zamanlı olarak yer verebilmesi bakımından önemlidir. ANP yöntemi, literatür araştırmasında daha çok farklı tedarikçiler arasında seçim yapabilmek için kullanıldığı gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ise ANP yöntemi, mali ve mali olmayan ölçütlerin de göz önünde bulundurularak performans özelliklerinin, tedarik zincirinin genelindeki puanını belirlemek ve metrikler içerisinde performansa değerinde en çok ağırlığa sahip olanları seçmek için kullanılmıştır.

ANP yöntemi iki temel aşamadan meydana gelmektedir (Ravi vd. 2005):

1. Karar problemi için bir ağ yapısının ortaya konması
2. Etkenlerin önceliklerinin hesabının yapılmasıdır.

Problemler için bir yapı temeli atılırken etkenler arasında var olan karşılıklı etkileşimlerin hepsi dikkate alınmalıdır. ANP yönteminde de AHP’deki gibi kararlara etki eden unsurlar çift taraflı olarak kıyaslanmalı ve önemlerine göre sıralanmalıdır. Saaty tarafından önerilen

1-9 önem skalası AHP yöntemindeki gibi ANP’de de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında ve göreceli olarak önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılır. İleriki aşamalarda birbiri üzerinde etkisi olan bileşenlerin kümeler ile ikili karşılaştırmaları yapılarak etki dereceleri hakkında çıkarımda bulunulur. Sistemdeki geri dönüşler, birbirlerini dolaylı olarak etkileyen ama doğrudan ilişkili olmayan bileşenlerin sebep olduğu çift yönlü etkileşimlerle ortaya çıkmaktadır.

ANP yönteminde problemler dört ana başlık altında incelenmektedir:

1. Problem tespit edilir ve model oluşturulur.
2. İkili karşılaştırma matrisleri ve bu matrislerin öncelik vektörleri hazırlanır.
3. Süper matris oluşturulur.
4. Alternatifler arasından en iyi olanı seçilir.

Problemin tespit edilmesi, beyin fırtınasıyla ve ayırma yöntemleriyle gerçekleştirilir.

Problemin tespit edilmesi ve modelin oluşturulması: Bu ölçütlerin ve alternatiflerin belirlendiği aşamadır. Birbirleriyle bağlantılı olan ölçütler ve alternatifler aynı grupta olacak şekilde bir araya getirilir. Bir sonraki adımda oluşturulan grupların aralarındaki etkileşimlere ve bağımlılıklarına göre ağ yapısı oluşturulur.

İkili karşılaştırma matrisleri ve bu matrislerin öncelik vektörlerinin hazırlanması: Bu aşamada; ölçütlerin ve alternatiflerin, etkileşimli ölçütlerle ve alternatiflerle ikili kıyaslamaları yapılır. ANP’ de ikili karşılaştırma yapılır; AHP’ de ise 1-9 skalası kullanılır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. İkili karşılaştırmada kullanılan skala (Saaty, 2008)

DERECELER	GÖSTERİM	TANIM
1		Eşit Önemli
3		Biraz Daha Fazla Önemli
5		Kuvvetli Derece Önemli
7		Çok Kuvvetli Derece Önemli
9		Aşırı Derece Önemli
2-4-6-8		Ara (Ortalama) Değerler

Yapılan ikili karşılaştırmalarda tutarlılık oranı 0,10'un altında hesaplanmışsa değerlendirmeler yeterli kabul edilir. Bir ölçütle etkileşimde olmayan ölçütlerin katkısı matriste sıfır değerini alır. Bu sayede öz vektör hesaplanır. Matris sütunlarına yerleştirilen öz vektörler, Çizelge 4.5'te gösterilen ağırlıklandırılmamış süper matrisi oluşturur.

Çizelge 4.5. Süpermatrisin gösterimi.

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

İkili matris oluşturulması Çizelge 4.6.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması.

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter ...	Kriter j
Kriter 1	W_1/W_1	W_1/W_2	W_1/W_3	...	W_1/W_j
Kriter 2	W_2/W_1	W_2/W_2	W_2/W_3	...	W_2/W_j
Kriter 3	W_3/W_1	W_3/W_2	W_3/W_3	...	W_3/W_j
Kriter ...	...	...	...	...	...
Kriter i	W_i/W_1	W_i/W_2	W_i/W_3	...	W_i/W_j

Matriste yer alan, w_i/w_j terimi, hedefe ulaşırken i. ölçütün j. ölçütten ne derece önemli olduğunu gösterir. Çizelge 4.6'da gösterilen ölçek, bu değerlendirmede kullanılmaktadır. Örneğin; bu değer 5 olduğunda, i. ölçütün j. ise ölçüte göre güçlü bir seviyede önemli olduğunu belirtir. Bu durum söz konusuysa j. ölçütte i. ölçüte göre 1/5 kadar önemlidir. Ağırlığın çarpmaya göre tersi, simetrik elemandır. Bu matriste köşegenler 1'e eşittir. Elemanların hepsi pozitif sayıdır ve kare matristir.

Ağırlıklandırılmış süper matrisin oluşturulması: Bu aşamada ağırlıklandırılmamış süper matriste bulunan değerlerin bulundukları kümenin ağırlıklarıyla çarpılması sonucunda yeni bir matris meydana gelmektedir. Oluşan bu matrise ağırlıklandırılmış süper matris denir. Ağırlıklandırılmış süper matriste sütunların toplamı 1'e eşit değilse, eşitlemek için normalleştirme yapılması gerekmektedir. Süper matrislerin büyük derecesinden kuvvetini alarak öncelikler bir yerde eşitlenir. Buradan elde edilen matris limit süper matrisi olarak ifade edilir.

En İyi alternatifin seçilmesi: Son aşamada ise ölçütlerin ve alternatiflerin nihai öncelikleri hesaplanır. Kümelerinin hepsinin ayrı ayrı normalize edilmesi ile nihai öncelikler bulunur. Ölçütlerin ve alternatiflerin öncelikleri bu sayede tespit edilmektedir.

ANP metodu kriterler seviyesinde yeniden, ölçütlerinin tedarik zincirindeki puanını hesaplayabilmek için performans nitelikleriyle bağdaştırılarak kullanılmıştır. Böylece performans ölçütlerinin tedarik zinciri üzerindeki etki puanları bulunmuştur.

ANP yöntemi kullanılarak karar verme aşamasında, mevcut ölçütler arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurulmaktadır. Ancak bu, yapılan çalışmada SCOR modeli hiyerarşisi esas alındığında geçerli olan faktörler (ölçütler) arasındaki ilişkiyi kastetmektedir.

İşletmenin farklı senaryolarla ve farklı işletmelerle kendi performans değerlerini kıyaslaması sonucunda bir sorun ortaya çıkacaktır. Bu sorun, daha önce de söz edildiği gibi her performans ölçütünün değerinin tutar, gün, oran, adet gibi farklı birimlerden oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu farklılıktan ötürü toplam performans puanının hesaplanması ve diğer senaryoların toplam performanslarıyla kıyaslanması zorlaşmaktadır. Bu sorunun çözülmesi için bütün bu değerlerin tek bir değere dönüştürülmesi ve bir toplam puan hesaplaması yapılmalıdır.

Normalize işlemi, ortak bir değere dönüştürme de gereklidir. Buradan yola çıkılarak farklı birimlerdeki toplu işlemlerin uygulanmasıyla normalizasyon gerçekleştirilmiştir.

Kullanıcıların bir ağırlık değeri belirlemesi, uygulanacak tüm senaryolar adına normalizasyon değerlerinin hesaplanması için gereklidir. Ağırlık değeri, bir işletmenin ilgili performans ölçütünün kendi stratejisinde önem puanı olarak varsayılabilir. ANP tekniği sayesinde, SCOR modelindeki performans nitelikleri, performans ölçütleri ve tedarik zinciri stratejisi arasındaki hiyerarşik ilişki de göz önünde bulundurularak değerler hesaplanmıştır ve ölçütlerin genel tedarik zinciri performansında en etkili olan ağırlık değerleri elde edilmiştir.

4.4.2. TOPSIS yöntemi

İşletmelerin günlük operasyonları sırasında pek çok alternatifi karşılaştırmak ve seçim yapmak zorunda kalmaktadırlar. Karşılaştırmaların yapılması esnasında birden fazla değerlendirme ölçütünü aynı zamanda değerlendirmek durumunda kalabilmektedirler. Değerlendirmeler sırasında aynı ölçüm birimlerine sahip olmayan bu ölçütler toplam tedarik zinciri puanının hesaplanmasında da sorun yaratmaktadır. Çok ölçütlü karar verme metodlarından bir kısmı farklı ölçüm birimlerine sahip olan ölçütleri değerlendirmek için ikili karşılaştırma yaparken, bazıları normalizasyon tekniklerini kullanmaktadır. İkili karşılaştırmaları temel alan teknikler, alternatif sayısının artmasıyla birlikte ikili karşılaştırmaların da sayısı katlanarak artmasından dolayı işlemlerin çok uzamasına ve karar verme problemi içerisine ek bir alternatifin eklenmesini güçleştirdiği görülmüştür. Normalizasyon yöntemlerinden MOORA, TOPSIS ve COPRAS gibi çok ölçütlü karar verme yöntemleri literatürde sıkça tercih edildiği gözlemlenmektedir. Normalizasyon yöntemlerinde görülen en temel sıkıntı ise farklı yöntemler için standart bir normalizasyon yönteminin bulunmaması ve literatürde aynı çok ölçütlü karar verme yöntemleri için farklı normalizasyon yöntemlerinin uygulanmasıdır. Normalizasyon teknikleri üç ana başlıkta toplanabilmektedir; 1) Vektör normalizasyonu, 2) Doğrusal Normalizasyon, 3) Monoton olmayan normalizasyon. TOPSIS yönteminin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında hem vektör normalizasyonu hem de doğrusal normalizasyon yönteminin kullanıldığı görülmüştür (Özdağoğlu, 2013).

İdeal Çözüme Benzerliklerine Göre Tercihleri Sıralama Yöntemi (TOPSIS- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) mevcut alternatifler arasından en iyi seçeneği seçmek için karar vericilere kolaylık sağlamaktadır. Firma yönetimi seçim yaparken değişik kriterleri içeren, hatta birbiriyle çelişen seçenekler arasından en uygun olanı bulmaları gerekmektedir. Buna benzer şekildeki problemlerle karşılaşıldığında birçok karar verici “Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri”ni uyguladıkları gözlemlenmektedir (Yoon ve Kim, 2017).

“Çok ölçütlü karar verme” tanımı gereği birden fazla alternatif arasından öncelikli olanın seçilmesidir. Özetle; değerlendirme, sıralama ve seçimi barındırır. Çok ölçütlü karar verme prosedürleri ürün seçiminden personel seçimine kadar çok farklı sahalarda kullanılmaktadır.

Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilmiş olan TOPSIS Yöntemi karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır.

TOPSIS yöntemi kapsamında “n” sayıda kriteri ve “m” sayıda alternatifi olan çok ölçütlü karar verme problemi n-boyutlu uzayda m noktaları ile gösterilebilir. Hwang ve Yoon (1995) TOPSIS yöntemini çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır. Daha sonraları bu düşünce başka çalışmalarda da uygulanmış ve Hwang vd. (1995) tarafından geliştirilmiştir. Electre yönteminin ana yaklaşımlarını kullanan TOPSIS’in çözüm süreci Electre yöntemine göre kısadır (Kaya, 2004; Olson, 2004).

TOPSIS, pozitif-ideal çözüme benzerlik (veya göreceli yakınlık) indeksi olarak tanımlanır. Buna göre pozitif-ideal çözüme en yakın nokta veya negatif-ideal çözüme en uzak noktanın kombinasyonudur. Daha sonrada ideale en benzer alternatif seçilir. TOPSIS yönteminde her kriterin tekdüze azalan veya artan bir faydası vardır. TOPSIS yönteminde aşağıdaki adımlar izlenir (Kaya, 2004):

- Karar matrisinin (A_{ij}) oluşturulması : Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A_{ij} matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir.
- Standart karar matrisinin (R_{ij}) oluşturulması : Standart karar matrisi, A_{ij} matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Normalizasyon oranları hesaplanmış olur. r_{ij} ile gösterilen normalizasyon oranının hesaplanması için “vektör normalizasyonu” uygulanır.
- Ölçüt (kriter), amaç ve ağırlıklandırma: Çok ölçütlü karar verme metodolijisinde amaç, farklı alternatifleri kıyaslayacak farklı boyutlardaki verilerin toplanmasıdır. Analizci öncelikli olarak, hedefini gerçekleştirmeye yönelik ölçütleri, kriterleri belirler. Daha sonra alternatiflerin seçilen kriterlere uygunluğu saptanır. Karar verici için tüm ölçütler, kriterler eşdeğerde değildir. Örneğin araba seçiminde güvenlik paketi kriteri ile yakıt harcama kriteri karar vericiler için farklı ağırlıklarda olabilir. Ağırlıklandırma daha çok esas (cardinal) ölçeğe (skalaya) göre yapılır ve “w” ile gösterilir. Ağırlıkların toplamı 1’e eşittir.

Bu iki kriterin ölçü birimi de farklı olabilir. Bu nedenle yapılması gereken, kriterlerin aynı ölçeklerle değerlendirilecek şekle sokulmasıdır. Ağırlıkları hesaplamanın en kolay yolu, kriterlerin önem sırasına koyularak hesaplanmasıdır. En önemli olan kriteri birinci sıraya, en önemsiz olanı en son sıraya koyarak bir sıralama yapılır.

- Ağırlıklı standart karar matrisinin (V_{ij}) oluşturulması: Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_j) bir önceki adımdaki gibi belirlenir. Daha sonra R_{ij} matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_j değeri ile çarpılarak V_{ij} matrisi oluşturulur. Ağırlıklı normalizasyon oranları hesaplanır. w_j j'inci kriterin ağırlığıdır.
- Pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümlerin tespit edilmesi: Ağırlıklı normal değerlere göre A^+ ve A^- değerleri bulunur. TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V_{ij} matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V_{ij} matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Pozitif-ideal çözüme en yakın çözüm, negatif-ideal çözüme en uzak çözüm ile aynı olduğu varsayılmaktadır.

- İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır.

Burada C_i değeri $0 \leq C_i \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir (Kaya, 2004).

- Tercih yapılması: En büyük C_i değeri seçilir.

4.4.3. DEMATEL yöntemi

Karar analizi aşamasında çok ölçütlü karar verme, en çok kullanılan yöntemleri kapsayan bir branştır. Çok ölçütlü karar verme, kriterlerin incelenmesi ile birlikte alternatif seçenekler arasından bir tercih yapılmasını, seçilen alternatiflerin sıralanmasını veya gruplara ayrılmasını kolaylaştıran yöntemleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu yöntem; çok nitelikli karar verme ve çok amaçlı karar verme olmak üzere iki bölümden oluşur. DEMATEL (the Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve TOPSİS yöntemleri, çok nitelikli karar vermeye verilebilecek örneklerdendir (Atıcı ve Ulucan, 2009).

DEMATEL yöntemi, ilk kez iç içe geçmiş ve karışmış problem kümelerinin çözülmesi konusunda kullanılmıştır. Bu yöntem, sayısı uygun görülen alternatifleri ya da bir sistemin yapıtaşları arasındaki yapı ve ilişkileri değerlendirme konusunda iyi sonuçlar vermektedir. Elde edilen en önemli kazanç, bu yöntemin sentezci neden-sonuç yapılarını içinde barındıran dolaylı ilişkileri de içermesidir.

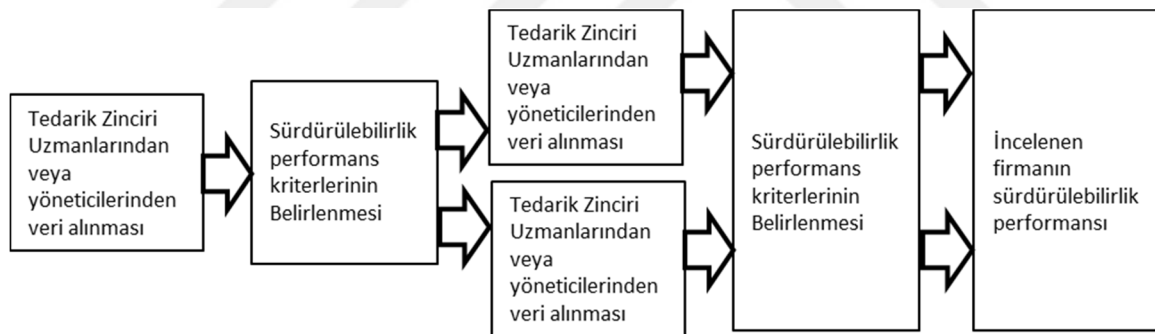
1972-1976 yıllarında DEMATEL yöntemi; araştırma yaparken birbirine karışmış sorunların çözülmesinde kullanılması sebebiyle Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü'nün Bilim ve İnsan İlişkileri Programı öncülüğünde ortaya atılmıştır. Bu yöntem, birbirine karışmış sorun gruplarının ve hiyerarşik özellik gösteren çözümlerin saptanması aynı zamanda bazı özel sorunsalların anlaşılmasını kolaylaştırmak için belirlenmiş bilimsel araştırma yöntemlerinin kullanılmasına ön ayak olması isteğiyle geliştirilmiştir. Temeli graf teorisine dayanan DEMATEL yöntemi, illiyet bağının kavranması için gereken konuları sebeplerine ve sonuçlarına ayırarak, mevcut sorunların taslak üzerinde planlanmasına ve çözülmesine olanak sağlar. DEMATEL yönteminin anlaşma odaklı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri bünyesinde barındırması ona temel bir üstünlük sağlamaktadır (Gölcük ve Baykasotlu, 2016).

DEMATEL yöntemi, bir sistemi oluşturan yapıtaşları arasındaki fiziki yapıyı ve ilişkiyi ya da uygun görülmüş alternatifleri inceler. DEMATEL yönteminde ölçütler, mevcut ilişkilerin niteliklerini ve birbirleriyle olan etkileşimlerini derecelendirerek düzenleme yapılabilir. Sebep ölçütleri, diğer ölçütler üzerinde etkisi fazla ve öncelikli olan ölçütlerdir; sonuç ölçütleri ise etki altında kalan ve önceliği daha az olan ölçütlerdir. Çok ölçütlü karar verme

yöntemlerinden ANP, ölçütlerin ağırlıklandırılmasında çok tercih edildiği literatürde dikkat çekmektedir.

Özellikle son zamanlarda DEMATEL ve İdeal Çözüme Benzerliklerine Göre Tercihleri Sıralama Yöntemi (TOPSIS- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemleriyle bütünleşik olarak birçok araştırma bulunmaktadır.

DEMATEL yöntemi sayesinde karmaşık sistemlerdeki ölçütlerin diğer ölçütlerle etkileşim seviyeleri incelenebilir ve önceliğine göre derecelendirilebilir. Ölçütler arasından etkisi en fazla olan ölçüt, öncelik derecesi yüksek olan ölçüt olarak tanımlanır. DEMATEL yöntemi, çözülmesi zor olan karar verme problemlerini önemlerine göre gruplandırarak problemin çözülmesi için olanak sağlamaktadır. Bu yöntem ölçüt ağırlıklarının değerlendirilmesinde nesnel olunmasını ve aynı zamanda farklı çok ölçütlü metotlarla bulunan ağırlıkların kullanılması için ortam sağlamaktadır (Barrios vd. 2014). DEMATEL yönteminin sahip olduğu avantajlarından ötürü yapılan çalışmalarda kullanılması tercih edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. DEMATEL metodu akış şeması

DEMATEL yöntemi birbirini izleyen 5 adımdan oluşmaktadır. 5. adım sonunda elde edilen etki-yönlü graf diyagramı ile çözüme ulaşılmaktadır.

Adım 1: Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması

Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması için öncelikle Çizelge 4.7’de gösterildiği gibi 5 seviyeden oluşan ikili karşılaştırma skalası kullanılmıştır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Çizelge 4.7. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük etki
2	Orta etki
3	Yüksek etki
4	Çok yüksek etki

Kriterler arasındaki ilişkiler, ikili karşılaştırma skalası kullanılarak uzman grup tarafından belirlenir. Karşılaştırmaların sonucunda doğrudan-ilişki matrisi elde edilir.

Adım 2: Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi belirlenmesi

Doğrudan ilişki matrisi (A)'a bağlı olarak aşağıdaki eşitlikleri, satır ve sütundaki en küçük değer (k) kullanılarak normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi (M) elde edilir.

$M = k \times A$ ve $1 \leq i \leq n$ olmak üzere,

$$k = \min\left(\frac{1}{\max \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max \sum_{i=1}^n |a_{ij}|}\right) \quad (4.19)$$

$i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi

Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi elde edildikten sonra toplam ilişki matrisi (S) aşağıdaki eşitlik kullanılarak türetilir. Bu eşitlikte birim matrisi (I) ile belirtmektedir.

$$S = M + M^2 + M^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i = M (I - M)^{-1} \quad (4.20)$$

Adım 4: Gönderici grubu ve alıcı grubu hesaplanması

S matrisindeki sütunlar toplamı (R), S matrisindeki satırlar toplamı (D) olmakla beraber aşağıdaki eşitliklerin hesaplamasının ardından D-R ve D+R değerlerini kullanarak, her bir kriterin diğerlerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenir.

$$S = [s_{i,j}]_{n \times n}, i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (4.21)$$

$$D = \sum_{j=1}^n s_{i,j} \quad (4.22)$$

$$R = \sum_{i=1}^n s_{i,j} \quad (4.23)$$

Bazı kriterler D-R değeri için pozitif değerlere sahiptir. Bu kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptirler ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir. Bu tip kriterler gönderici olarak adlandırılır. D-R değeri için negatif değere sahip olan kriterler ise diğer kriterlerden daha fazla etkilenirler. Daha düşük önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kriterler alıcı olarak adlandırılır. Diğer taraftan D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir ve D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir, düşük olanların ise diğerleriyle ilişkisi azdır.

Adım 5: Eşik değerinin ayarlanması ve etki-yönlü graf diyagramının elde edilmesi

Uygun bir etki-yönlü graf elde etmek için karar vericilerin etki seviyesi için bir eşik değeri ayarlamaları gerekir. S matrisinde eşik değerinden daha büyük etki değerlerine sahip olan bazı elemanlar seçilir ve etki-yönlü graf diyagramına dönüştürülür. Eşik değeri karar verici ya da uzmanlar tarafından belirlenir. Etki-yönlü graf diyagramı yatay eksenini D+R, dikey eksenini D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R, D-R) noktalarının gösterilmesiyle elde edilir. Uzman grup tarafından karar verilen eşik değeri elde edilmiş olan etki-yönlü diyagramın karmaşık olmasının önüne geçmesi açısından önemlidir. Kullanılacak eşik değerinin büyük ya da küçük olması kriterler arasındaki ilişkinin boyutunu etkileyebilmekte ve çözümün daha karmaşık veya basit olmasını sağlayabilmektedir. Bizim çalışmamızda etki yönlü diyagramın hazırlanması kapsam dışı tutulmuştur. DEMATEL’de etki yönlü graf kısmı sadece kriterler arası etkileşimi ölçtüğü için bu çalışmada graf kullanılmasına gerek görülmemiştir.

4.5. Yeni Yaklaşımın Çözüm Adımları

Endüstri standardı olan SCOR modeli seviye 1 ve seviye 2 performans metrikleri ile tedarik zinciri performansının ölçülmesi, metrikler arası etkileşimin de dikkate alınarak değerlendirilmesi, diğer firmalarla ve sektörlerle kıyaslama yapabilmek adına tedarik zinciri puanının hesaplanması ile tedarik zinciri performansı süreç iyileştirmelerinde karar vericilere faydalı bilgi sağlayacak bilimsel bir yaklaşım tasarlanmaya çalışılmıştır.

Önerilen yeni yaklaşımın çözüm adımları şunlardır:

1. Performans metrikleriyle tedarik zincirinin modellenmesi:

- Seviye 1 SCOR performans niteliklerinin belirlenmesi,
- Seviye 2 SCOR performans metriklerinin belirlenmesi,

- Bu metriklere ait 2 firmadan geçmiş verilerin toplanması,
- Toplanmış verilerle SCOR kılavuzu 12. sürümde yer alan hesap formüllerine göre metrik değerlerinin hesaplanması,
- Metrikler arası ilişki ve etkileşim oranlarının belirlenebilmesi adına Korelasyon Analizinin yapılması.
- Değişkenlerin bağımlılık/bağımsızlık oranlarına göre ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve AHP ile ANP'ye uygunluklarının değerlendirilmesi.

2. ANP ağırlık değerlerinin saptanması ve TOPSIS ile normalizasyon işlemi:

- Bağımlı değişkenler için ANP, bağımsız değişkenler için AHP yöntemleriyle ağırlık değerlerinin belirlenmesi,
- Firmaların 3 yıllık verisi temel alınarak bu 3 yılda en çok artış ve azalış gösteren ağırlık değerleri olarak önem derecesine göre metriklerin ortaya konması,
- Metriklerin farklı birimlerde (gün, ay, oran, %, \$, TL gibi) olması sebebiyle TOPSIS yöntemi 3. adımı ve MIN-MAKS normalizasyon tekniği ile normalizasyon işleminin yapılarak DEMATEL yöntemi için girdi olarak hazırlanması.

3. DEMATEL ağırlık değerlerinin saptanması:

- TOPSIS yönteminden elde edilen ağırlık değerlerinin DEMATEL yöntemine girdi olarak alınarak DEMATEL ağırlık değerlerinin elde edilmesi,
- Çıkan ağırlık değerlerinin metriklerin tüm tedarik zinciri üzerindeki önem derecesine göre önceliklendirilmesi.

4. ANP-DEMATEL kombinasyonunu içeren nihai ağırlık değerlerinin hesaplanması ve tedarik zinciri performansının değerlendirilmesi:

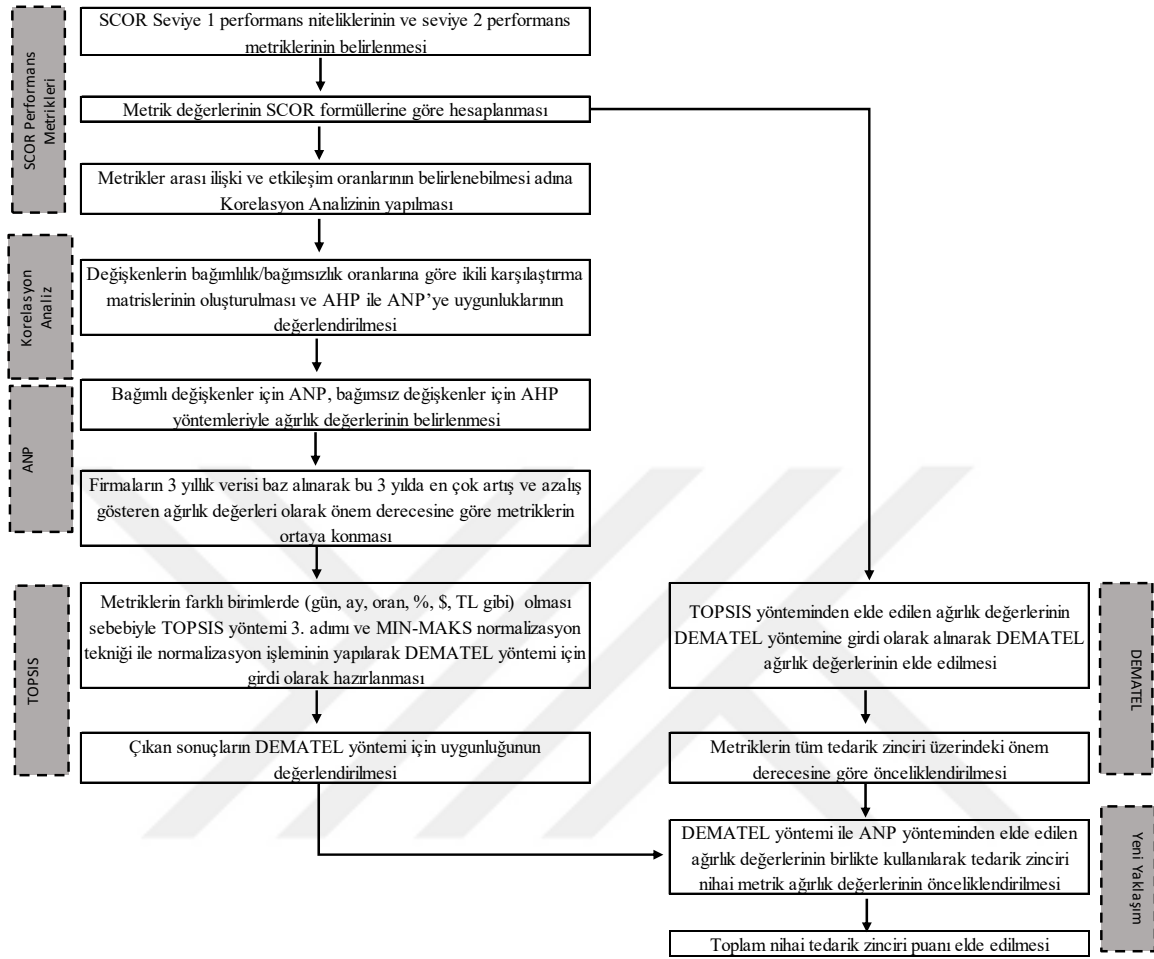
- DEMATEL yöntemi ile ANP yönteminden elde edilen ağırlık değerlerinin birlikte kullanılarak tedarik zinciri nihai metrik ağırlık değerleri ve bir toplam tedarik zincirinin elde edilmesi.

SCOR modelinin 4 seviyeden oluşmasına karşın sadece ilk 2 seviyenin kullanılmasının sebebi; 3. seviyeden sonra organizasyonun karakteristiklerine göre metriklerin değişmesi ve standardize edilemeyeceğinin düşünülmesidir. Ancak ilk 2 seviye daha endüstriler arası kullanılabilecek yapıda olduğu kabul edilmektedir.

En yüksek önem derecesine sahip nihai ağırlık değerlerine göre metriklerin ANP ile firma özelinde en çok öneme sahip metrikler saptanmış, ardından DEMATEL ile de toplam tedarik zinciri üzerinde bu metriklerin ağırlık değerleri ve önemleri dikkate alınarak nihai bir tedarik zinciri puanı hesaplanmıştır. DEMATEL ile ANP'nın birlikte kullanımının önerilmesindeki amaç; mevcut tedarik zinciri performans metriklerinde örneğin, mükemmel sipariş karşılama oranı metriğinin (S1) ağırlığı hesaplamalar sonunda tüm tedarik zincirindeki en önemli metrik çıkabilir. Bu durumda burada yapılacak bir iyileştirme tüm tedarik zinciri puanını ve diğer metrikleri de etkileyerek artırabileceği yönünde kanaate varılmaktadır. Metrikler arası etkileşim ve hangi metriğin diğerinden üstün olduğu ve tüm tedarik zincir performansını daha fazla etkilediği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; geçmiş yıllardaki maliyet dağılımları, hizmet mi veya üretim sektöründe mi bulunduğu, firmanın çalıştığı alandaki çevresel etmenler döviz kuru, ticaret yapılan ülkedeki ekonomik durum, sektörel politikalar, hammadde temini gibi. Bu bakımdan geçmişe ait ne kadar veri girilirse karar vericilere o kadar faydalı bilgiler sunan bir tedarik zinciri performans yaklaşımı oluşturulacağı öngörülmektedir.

Yukarıda anlatılan süreçlerin akış şeması Çizelge 4.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Yeni yaklaşımda uygulanan adımlara ait akış şeması



Önerilen yeni yaklaşımda kullanılan metotlar kümesinin özeti Çizelge 4.9’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Tezde kullanılan farklı yöntemler ve amaçlarının özeti

Yöntem	Açıklama
SCOR	Firmanın tedarik zincirini modellenmesi ve performans ölçütlerinden faydalanmak için kullanılmıştır.
Korelasyon Analizi	SCOR metriklerinin bağımlı / bağımsız değişken olup olmadığını tespit etmek ve birbiriyle ilişkilendirmek için kullanılmıştır.
ANP	SCOR modelindeki performans “nitelikleri” ve “ölçütleri” ile tüm tedarik zinciri arasındaki ilişkiyi, sayısallaştırmak için kullanılmıştır.

Çizelge 4.9 (devam) Tezde kullanılan farklı yöntemler ve amaçlarının özeti

TOPSIS	SCOR modelindeki seviye 2 performans ölçütlerinde, farklı birimlerde çıkan (dolar, oran, gün, yüzde gibi) değerleri normalize etmek ve toplam tedarik zinciri puanlarını hesaplamak ve kullanıcıya bir öneri sunmak amacıyla kullanılmıştır.
DEMATEL	SCOR modelindeki seviye 2 performans ölçütlerinde yer alan parametrelerden faydalanarak, geçmiş verilerin analizi ile parametrelerin birbirlerine etkisini saptamak amacı ile kullanılmıştır. Bu ilişkilerden faydalanarak, kullanıcının sabit gireceği belli verilere bağlı olarak, performans formüllerindeki diğer ölçüt değerlerinin kendiliğinden hesaplanacağı objektif bir karar mekanizması ve bir önceliklendirme sistemi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.9'da gösterildiği gibi, farklı yöntemler kullanılarak tedarik zinciri performansı ölçülmüş ve sonunda firmalar için doğru strateji ve kararların alınmasında faydalı bilgiler sağlamaya taban oluşturan bir metotlar kümesi önerilmiştir.

4.6. Yapılan Kabuller

Metotlar kümesinin uygulanmasında farklı yöntemler için performans değerlendirme yaklaşımının etkinliğini artırmak ve daha fazla çevresel etkeni (yıllara göre artış – azalış oranları, metriklerin bağımlılık etki değerleri gibi.) dikkate alabilmek amacıyla çeşitli kabuller yapılmıştır.

4.6.1. ANP yöntemi ve korelasyon analizi için yapılan kabuller

Analitik Ağ Prosesi (ANP) yöntemi, kriterler arasındaki ilişkiye dayalı bir önceliklendirme yöntemi olduğu için kriterlerin bağımlı olduğu durumlarda kullanılır. Eğer kriterler birbirlerini etkilemiyorsa Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi ile işlem yapılmaktadır. ANP yönteminin AHP yönteminden en önemli farklarından birisi değişkenlerin bağımlılık etki değerini de dikkate almasıdır (Azimi vd. 2011).

ANP yöntemi ve korelasyon analizi için yapılan kabuller:

- ANP firmaların özelinde firmalar için en önemli metrikleri belirlemede kullanılmıştır.
- Kriter arasındaki etkileşime (iç bağımlılık) karar verebilmek için korelasyon değeri $>0,5$ ve $<-0,5$ olarak kabul edilmiştir. Yani, korelasyon değeri $0,5$ 'ten büyük ve $-0,5$ 'ten küçük olan iki metrik birbirlerini etkilemektedirler.
- Birbirini etkileyen kriterlere 1, etkilemeyenlere ise 0 değeri atanmış ve bu duruma göre her bir metrik için ANP 2.adım işlemleri uygulanır.
- ANP'de ikili karşılaştırmalar, scor metriklerinin ilk yıl (2014) ve son yıl (2016) yılındaki değerlerine bakılarak artış (%) ya da (%) azalışına göre 1-9 skalası ile puanlandırma yapılmıştır.
- En fazla artan (%) SCOR metriğinin en çok azalan (%) SCOR metriğine 9 derece üstün olacak şekilde ANP birinci adımında bir ikili karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur.
- Artış ve azalışın olmadığı (sabit) metriklerin diğer kriterler üzerinde bir etkisi olmadığı ve kendi içlerinde bir etkileşim olduğu kabul edilmiştir. Örneğin, A ve B metrikleri sabit ise A hem kendisiyle hem de B ile etkileşim halindedir. Aynı şekilde B metriği de böyledir.
- Bu kabullere göre ANP yönteminin diğer işlem adımları uygulanmıştır.

4.6.2. DEMATEL yöntemi için yapılan kabuller

DEMATEL yöntemi, etkileşimli ölçütler arasında tedarik zinciri içerisinde en yüksek öneme sahip ölçütü belirlemek için kullanılmıştır.

Kabuller:

- DEMATEL yöntemine girdi SCOR metrikleri kullanılmıştır. SCOR metrikleri performans ölçümü için en ideal noktaya göre (yakınlık-uzaklık) karar verildiği için TOPSIS, negatif değerlerden oluşacak olumsuzluğu gidermek için de MİNMAKS normalize yöntemi kullanılmıştır. SCOR metrikleri değerleri farklı birimlere sahip oldukları için normalizasyon uygulanmıştır.
- Bu kabullere göre DEMATEL'in diğer işlem adımları uygulanmıştır.

5. UYGULAMA

Öncelikle tedarik zinciri faaliyetlerinin gerçekleştirdiği çevrenin belirlenmesi ve karşılaştırma listesinin oluşturulabilmesi için gerekli olan performans metriklerine dair tüm firma verilerinin toplanması gereklidir. Bu bilgiler, işin nasıl yapıldığı ile ilgili genel kapsamı gösterecek ve tedarik zincirinde gerekli olan iyileştirme ihtiyacının temelini ortaya koymaktadır. Sadece nitel değil aynı zamanda nicel bilgilerin de toplanması çok önemlidir. Birincil amaç, tedarik zincirinin iyileştirilmesi ve yeniden düzenlenmesi olduğundan yönetimde ilgili strateji belirleyen kişilerin de sürece dahil olması gerekmektedir. Çünkü çıktılardan biri de tedarik zincir stratejisinin yeniden oluşturulması olacağından üst seviyedeki stratejiler de girdi olarak projede toplanmaktadır (Bolstroff, 2015).

İşin geliştirilmesiyle ilgili stratejilerin araştırılmasında yönetim kurulu ve yatırımcıların görüşleri, yıllık bilanço ve yönetim kurulu raporları, mevcut işletme plan ve strateji raporları, rakip ve pazar araştırma dokümanları ve üçüncü taraf finans analizleri incelenmektedir. Finans analizlerinin de incelenme sebebi konulan hedeflerle bu hedeflere ulaşmak için konulan stratejilerin ne kadar etkin veya etkisiz olduğunun karşılaştırılabilmesidir.

Bu şekilde, işletmenin hedefleriyle stratejileri arasındaki bağlantıyı tanımlamaya çalışmak, işletmenin uzun vadeli performansını da ortaya çıkarmaktadır. Özet olarak; işletmenin iş geliştirme yapısı dört ana başlıkta incelenmekte ve bir sonraki başlıkta bunlar detaylı olarak açıklanmaktadır (Bolstorff vd. 2007);

1. Stratejik arka plan,
2. İşletme performansı,
3. İç profil,
4. Dış profil.

5.1. Stratejik Arka Plan

Stratejik arka plan, rekabet çevresi içerisinde işletmenin pazar pozisyonu ve rakibine göre müşteri beklentilerini karşılama yeteneğini içermektedir. Bu başlıkla ilgili bilgiler işletmenin tanıtımı içerisinde yer alması beklenen işletmenin iş süreçlerinin tipi, ekonomik

gücü ve piyasadaki rakiplerine göre konumunu açıklayan dokümanlardan elde edilmektedir (Bolstroff, 2015).

İkincil bir bilgi kaynağı da işletmeye özel SWOT analizi yapılarak kurumun, tekniğin, sürecin, durumun veya kişilerin güçlü (Strengths) ve zayıf (Weaknesses) yönlerini belirlemek, iç ve dış çevreden kaynaklanan fırsat (Opportunities) ve tehditleri (Threats) saptamaktır. Bu çıktılar da işletmenin pazardaki yerinin belirlenmesini sağlamaktadır. İşletmenin pazardaki rakiplerine göre konumu ile rakiplerine göre güçsüz olduğu yönleri ve rakiplerinin öne geçebileceği tehditlere göre önerilecek yeni stratejiler işletmenin büyüme potansiyelini çıkarmaktadır. Büyük işletmelerde SWOT analizinin uygulanması zor ve farklı alt pazar segmentlerinin varlığı, üretilen malzeme çeşidinin çokluğu gibi durumlara bağlı olarak karmaşık olmaktadır (Ahi ve Yıldız, 2017).

5.2. İşletme Performansının Ölçümü ve Yönetimi

İşletme performansının yönetimindeki temel amaç; önceden tanımlanmış strateji ve işletme hedeflerine ulaşılmasıdır. Bu hedefe ulaşıp ulaşılmadığı yani işletmenin performansı ise belirlenmiş performans kıyas parametrelerine göre değerlendirilmekte ve izlenmektedir. Bu performans kıyas parametreleri işletmenin kendi çalışma alanındaki performans potansiyelini ortaya çıkarmakta ve yıllık faaliyet ve mali raporlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Faaliyet raporlarının içeriği düşük maliyetle en yüksek müşteri memnuniyetinin kazanılması ve uzun vadeli rekabetin garanti altına alınması odaklı şirket faaliyetleri ve süreçlerini kapsamalıdır (Bolstroff, 2015).

Performans kıyas parametreleri bu şekilde sadece tedarik zincirinin performansının sürekli iyileştirilmesini değil aynı zamanda işletme ve rekabet stratejilerinin de yönetilmesini de sağladığı görülmektedir. Parametrelerin basit, anlaşılır ve kolay uygulanabilir olması çalışanların strateji değişikliklerine daha kolay ve hızlı uyum sağlamaları açısından önemlidir (Ayers, 2001).

Kritik başarı faktörleri işletmenin başarılı olmasında kilit rol oynayan ana faktörleri tanımlamaktadır. Bu faktörler kalitatif olmakla birlikte performans parametreleri sayesinde sayısal nicelik kazandırılarak ölçülmektedir. Literatürdeki birçok çalışma performanslarını ölçen ve buna göre strateji belirleyen ve izleyen işletmelerin ölçüm yapmayanlara göre daha

başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Yönetim kademesinde görev alan personel ilgili performans parametrelerini ve verilen kararların bu parametreler üzerindeki etkilerini ne kadar iyi bilirlerse o kadar doğru ve verimli karar aldıkları görülmektedir. SCOR yönteminde şu parametreler kritik başarı faktörleri olarak karşımıza çıkmaktadır: tedarik güvenilirliği, reaksiyon yeteneği, uyum yeteneği, tedarik zincir maliyetleri ve sermaye gücü (Chiang, 2014).

Kritik işletme süreçleri deyimi ise yukarıda sayılan faktörler için rakip şirketlere göre ne kadar iyi hazırlık yaptığını ve önlem aldığını tanımlamada kullanılmaktadır. Her bir kategori için karşılaştırma tablosunda rakibe göre olumsuz, eşit, olumlu veya daha iyi olarak sınıflandırma yapılmaktadır. SCOR Yöntemi'nde bu karşılaştırmanın dayanacağı kaynaklar ile ilgili kesin bir talimat bulunmamakla birlikte yıllık işletme faaliyet ve finans raporları, işletme içi dokümanlar ve rekabet analiz dokümanları kaynak olarak kullanılabilir (Croxtton vd. 2001).

Firmanın yapısı bir sonraki başlıkta sunulmaktadır.

5.3. Firma Yapısı

Doktora tezi kapsamında Türkiye'de yerleşik demiryolu inşaatı sonrasında hatların teknik kabulü için altyapıya ve demiryolu araçlarına üretim sonrası ve Türk Hava Yolları'na ait uçaklara tahribatsız muayene hizmeti sağlayan Bozlu Holding'e ait Epsilon Ndt Endüstriyel Kont. Sistemleri San. ve Tic. AŞ. Firmasının verileri ve Globus İnşaat Firması'nın ikinci firma olarak doğrulama verileri üzerinde çözüm metotlar kümesi uygulanmıştır. Firmanın ticari gizliliği açısından alınan ticari bilgiler tezde değiştirilerek yazılmıştır.

Firma Profili

Yıllık İşletme Cirosu: 2016 yılı için 21 milyon Amerikan Doları

İşletmenin coğrafi merkezi: İstanbul, Türkiye

İşletmenin çalışma sahaları: Tüm Türkiye ve çeşitli Avrupa ülkeleri

Çalışma sahası

- Verilen hizmetler ve/veya ürünler: Tahribatsız Muayene hizmeti
- Yaklaşık Müşteri sayısı: 280

- Hizmet ve ürünlerin hitap ettiği pazar büyüklüğü: 70 milyon Amerikan Doları
- Pazardaki konumu: Türkiye’de 1., Avrupa’da 3. sırada.
- Tedarikçi sayısı: 22

25 yıllık birikimi ve uluslararası tecrübesi ile tahribatsız muayene ve cihazların üretimi sektöründe standartları belirleyen Epsilon NDT San. Ve Tic. AŞ. 1993’te kurulmuştur. Epsilon NDT Tahribatsız Muayene (NDT) birimi ile sektörünün dünyada öncü firmalarını Türkiye’de ve Asya Ülkeleri’nde başarılı bir şekilde temsil ederek standartlara uygun cihaz, donanım ve mühendislik çözümlerini müşteri odaklı sunmaktadır. Radyoaktif kaynak değişimi ve cihazlarının satışında ise Türkiye’deki ilk ve tek özel lisanslı kaynak değişim hücresinin kurucusudur ve pazar liderliği konumunu korumaya devam etmektedir.

2004 yılında kurulan Tren Teknoloji Sistemleri (TTS) birimi ile konvansiyonel ve ileri teknoloji gerektiren uygulamalar için demiryolu sektöründe Yüksek Hızlı Tren (YHT)’nin de aralarında bulunduğu Türkiye’nin büyük firmalarına ve devlet kurumlarına hizmet ve cihaz tedarikçisi olarak da önemli hizmetler sağlamaktadır.

Toplamda 45 kalifiye ve seritifikalı personeli, 10 idari çalışanı ile yıllık kapasitesi 700’dür. Mevcut altyapısı ile ayrıca test cihaz üretiminde de sipariş üzerine üretim yapmaktadır. Çalışmamız tek safhalı tedarik zinciri üzerinden uygulanmıştır. Firma için yapılan SWOT analizinde bir sonraki başlıklarda açıklanan sonuçlar ortaya çıkmıştır (Ahi ve Yıldız, 2017).

5.3.1. Güçlü yönleri

İşletmenin yasal olarak zorunlu olan ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi ve demiryolu muayeneleri için gerekli olan tüm standartlar ve uluslararası mevzuatlara göre bağımsız akredite denetim kuruluşlarınca verilen kalite ve emniyet koşullarına uygunluk belgelerinin de olduğu tespit edilmiştir. Firmanın ürün ve hizmetleri çalışma sahası İstanbul ve Ankara için yüksek kalitede olduğu söylenebilmektedir (müşteri memnuniyet oranlarına göre).

Hizmet maliyetlerinin rekabetçi piyasa ortalamasının içinde olduğu görülmüştür. Şirketin öncelikli hedef pazarları Türkiye ve Avrupa ülkeleridir. Demiryolu tren teknolojileri ve inşaat altyapı muayenesi alanında Türkiye ve Avrupa pazarlarında kısa reaksiyon süresi,

hızlı ve donanımlı servis, düşük maliyet ve sürdürülebilir hizmetleri ile tanınmaktadır. İşletmenin holding yapısı gereği güçlü sermaye ve banka teminat yapısı bulunmaktadır. Ar-ge departmanının deneyimli mühendislerden oluşması daha önce üretilmemiş cihazların tasarımında, güçlü temsilcilikler ile ise hızlı tedarik ve müşteriye hizmeti hızlı şekilde ulaştırmada büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca işletmenin pazarda olmayan özel demiryolu teknoloji ürünleri ve hizmetleri dünya pazarında sadece 3 firma tarafından üretildiğinden kar marjının ve piyasada ilk olmanın avantajlarını yakalayacağı tespit edilmektedir. Özellikle Avrupa'da yayınlanmış olan dördüncü demiryolu paketi mevzuatları kapsamında Avrupa ve Türkiye'de gerçekleşen tüm ulaştırma modlarındaki yük taşımalarının %50'den fazlasının 2030 yılına kadar demiryoluna kaydırılması hedefi ve altyapının bu doğrultuda yenileniyor olması özellikle demiryolu inşaat ve araç pazarının uzun vadede büyümeye devam edeceğini göstermektedir (Türkiye İhracatçıları Meclisi İhracat Strateji Raporu, 2018).

5.3.2. Zayıf yönler

Organizasyon yapısı arası bilgi akışı, iş takibi ve işin akıcı şekilde adım adım gerçekleştirilmesi incelenmiştir. Satın alma ve teknik spesifikasyonların uygulanması ve tedarik yönetimi ve performansı açısından müşteriden gelen geri bildirimlerin holding yapısından ötürü dikkate alınmasında gecikmelerin yaşandığı ve müşteriden kaynaklı belirsizlikler ve gecikmelerden ötürü tedariklerde gecikmelerin olduğu görülmüştür. Firmanın pazarda bazı ürün gam ve hizmetlerde biraz daha yüksek fiyatlı olarak görünmesi ve Türkiye'deki Kamu İhale Kanunu'na göre yapılan satın alımlarda teknoloji ve teknik yeterliliklerden önce fiyatın değerlendirilmesi firmaya ihalelerde sorunlar yaratmaktadır. Özellikle holding yapısından ileri gelen ek maliyetler ihalelerde fiyatların yükselmesine sebep olmaktadır.

Ciro ve kar marjı, ihalelerdeki fiyat baskısı ve maliyet düşürmek için bir tedbir alınmaması sebebiyle düşmektedir. Düşük satış rakamları karşısında satın alma oranı dengelenmiştir ancak müşteri ilişkileri için giderler geçen yıllara göre %15 artış göstermiş, bunlar firmanın büyüme oranı ile kıyaslandığı takdirde dengelenemediği ve satış rakamlarına yansımadağı ortaya çıkmıştır. Ödemeler için konan süreler ve ödemelerin geç gerçekleşmesi (kamu ihale satım alımlarında ödeme sürelerinin 60 gün olması) döviz kur riskini artırarak özellikle yurt

dışından temin edilen hizmet ve ürünlerde riskleri artırmaktadır. Satın alınan ürünler ve hizmetlerin kullanılma oranları ve kapasite doluluk oranı hedeflenenin altında kalmaktadır.

5.3.3. Olanaklar

Firma ile yapılan görüşmelerde düşünülen en büyük iyileştirme potansiyeli ticari ürünlerin maliyetlerini optimize ederek ve bazı hizmetlerin ve ürünlerin yerleştirilmesine gidilerek net kazancı yükseltmek olduğu görülmüştür. İkinci sırada ise alınan işin yerine getirilmesinde verimin artırılarak işin yerine getirilme oranının yükseltilmesi ve bu şekilde daha yüksek müşteri memnuniyetine ulaşılması tespit edilmiştir.

5.3.4. Tehditler

- Sektördeki ana rekabetçiler ürünleri Kamu İhale Kanunu gereği “en düşük fiyata” göre satın almaktadır,
- Pazarın ihtiyacı olmasına rağmen var olan ekonomik ve komşu ülkelerdeki belirsizlerden ötürü taleplerin ertelenmesi ve ödeneklerin çıkmaması,
- Mevcut koşullarda döviz kurunun belirsizliği sebebiyle yurtdışından temin edilen ürün ve hizmetlerle alına siparişlerde uzun bekleme süreleri sebebiyle kar marjının düşme riski,
- Şu anki maliyet yapısı ile ihalelerin kazanılması ve müşteri beklentilerinin karşılanarak satış yapılması kar marjını çok düşürdüğü görülmektedir.

5.4. Değer Önerme Durumu

Değer önerme durumu, müşteri bakış açısıyla işletmenin rekabetçi değerini tanımlar. Firma'nın değerinin, hedeflenen piyasa pozisyonu gereği düzenli ve yüksek karlı bir büyüme oranı olması bekleniyor. Müşteri beklentilerinin sürekli olarak karşılanması; firma içinde çalışanlar için iş garantisi, firma itibarının artması, müşteri memnuniyet oranının yükselmesi, yatırımcıların beklentilerinin karşılanarak firmanın pazar değerinin ve varsa hisse değerinin artmasına dayanarak gerçekleşecektir. Uygulamada bu kısım sürecin uzunluğundan ötürü kapsam dışı bırakılmıştır.

5.5. Kritik Başarı Faktörleri

Kritik başarı faktörleri; SCOR modeli tedarik zinciri performansı için gerekli stratejik altyapıdan biridir. Bunlar; taşımaların güvenilirliği, talep esnekliği, yanıt verme süresi, tedarik zinciri yönetim maliyeti, verimli varlık yönetimi gibi konuları içerir (Supply Chain Council, 2017).

İlgili firmaların kritik başarı faktörleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

- Pazar paylarının artırılmasıyla kar oranı daha yüksek bir işletme büyüme oranının elde edilmesi,
- Pazar payının artırılarak müşteriye doğrudan ulaştırılan ürünlerle daha yüksek ciroların elde edilmesi,
- Bir sonraki yıl için hedeflenen %10 büyüme oranının hedef yılında yakalanması,
- İşletme maliyetlerinin kısılarak ve sermaye rentabilitesinin iyileştirilerek teknolojik liderliğin korunması,
- Satın alınan hizmet ve ürünler için yapılan ödeme ile verilen hizmet ve ürünlerden elde edilen ürünler için alınan ödemelerin arasındaki döngü süresinin iyileştirilmesi (bu değer, işletmenin müşteriden tedarikçiye kadar mali akışının yönetimi ile ilgili bir ana değerdir),
- Yenilenen planlama ve malzeme işletme sisteminin iyileştirilmesi,
- Yeni eklenen departman olan “Tren Teknoloji Sistemi”nin daha iyi bir şekilde diğer birimlere entegre edilmesi ve yüksek getiri elde edecek yapıya geçirilmesi.

5.6. Kritik İşletme Sonuçları

Aşağıdaki kritik işletme sonuçları firma için tanımlanmıştır:

- Müşteri memnuniyeti ve iyileştirilmiş proje planlaması ve çıktı kalitesi ile yüksek cirolara ulaşılması,
- Doğrudan ve dolaylı tüm maliyetler beklenmeyen kar düşüşlerine sebep olmaması,
- Cironun geçen yıla göre daha düşük olması,
- Müşteri sayısında aynı oranda artış olmamasına rağmen stoklar ve satın almalarda geçen yıla göre artış tespit edilmesi,

- Kamu ihale Kanunu'na göre yapılan satın alımlarda temel kriter olarak Türk Lirası olarak teklif fiyatı dikkate alındığından fiyat rekabetinden ötürü kazanılan ihale sayısında düşüş gözlemlenmiştir.

5.7. Finansal Performans

Özellikle borsaya açılmış firmaların finansal performanslarına ulaşmak internet sayesinde daha da kolaylaşmıştır. Borsaya açılan firmaların birçoğu yıllık bilançolarını internet sayfalarında yayınlamaktadır. Yayımlanan dosyalar yıllık faaliyet raporu, yılsonu raporu, bilanço, hisse hareketlerine ilişkin analizler ve güncel basın açıklamalarını içermektedir. Tüm bu içerikler firmanın finansal performansı hakkında genel bir bakış kazanmak için yeterli olmaktadır.

Firmanın nakit durumu bilançoda aktifler, pasifler ve envanter olarak gösterilirken, kazanç kavramı gelir, maliyet ve kar bilgilerini içermektedir. SCOR modeli seviye 1 nitelik metriği olarak karlılık performansı incelenmektedir.

Karlılık performansı ise işletmede;

1. Brüt kar,
2. İşletme geliri,
3. Net işletme geliri

olmak üç şekilde dikkate alınmaktadır.

Finansal performansın ortaya çıkarılmasında bu tür endüstriyel standartların kullanılması firmanın rekabetçi ortamda hangi pozisyonda olduğunu daha iyi kavranmasını ve işletmelerin müşteri gözündeki değerinin de anlaşılmasını sağlamaktadır.

Firmaya ait konsolide edilmiş 2014, 2015 ve 2016 yıllarına ait bilanço tablosu Çizelge 4.10'da gerçek veriler kullanılmadan gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. Firmaya ait yıllık bilanço tablosu

İşletme Geliri	\$18.509.741,11	\$36.846.735,75	\$19.026.548,36
Brüt Kar	\$6.454.946,62	\$10.884.041,79	\$5.522.841,23
Net İşletme Geliri	\$3.227.473,31	\$5.442.020,89	\$2.761.420,62

5.8. Firma İç Profili

İç profil, işletmenin genel fiziksel görüntüsü ve sonuçları etkileyen diğer performans ölçütlerini özetlemektedir. İç profilin birinci fiziksel yönü organizasyon semasıdır. İkincisi üretim merkezi, depo, çağrı merkezleri, teknik servis merkezi, geri dönüş merkezi, merkez büro ve bu fonksiyonların tedarikçilere verildiği (outsourcing) tüm sözleşme hususları dahil işletmenin faaliyet gösterdiği tüm mekanların tanımlanmasıdır. İşletme genel durumunun iç profilinin üçüncü fiziksel yönü, organizasyonun ana performans ölçütlerini planlama, yönetme ve yürütme için nasıl organize edildiğidir. Sonuncusu ise, birim maliyet, işletme geliri, sipariş ertelemeler, mükemmel sipariş karşılama oranı gibi ana performans göstergelerinden başarının nasıl ölçüldüğüdür. Uygulama kapsamında iç profil dikkate alınmamıştır.

5.9. Firma Dış Profili

Bu kategoride müşteriler ve tedarikçiler sınıflandırılır; müşteri ve pazarın temel ihtiyaçları ve özellikleri özetlenir. Müşteriler bireysel anlamda değil de bütün satın alma organizasyonu olarak, pazar ise bir müşteriler ve aynı işletme modelleri (perakendeci, doğrudan-müşteriye sevkiyat, distribütör, orijinal ekipman üreticisi) üzerine çalışan potansiyel müşteriler grubu olarak tanımlanmaktadır. Müşteriler 80/20 kuralı (gelir ve karın yüzde 80'ini oluşturma müşteri kitlesi gösteren kural) ile önemli müşteri kitlesi belirlenir. Her bir kanal ve pazardan toplam gelir ve karın yüzdesi olarak ne kadar gelir ve kar elde edildiği araştırılmalıdır. Tipik sipariş yöntemleri, ihtiyaçları ve en sık kullanılan şartlar değerlendirilir (Kümeler için Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu, 2018).

Tedarikçiler üç şekilde:

1. 80/20 kuralın kullanılarak (yüzde 80'lik tedarikçinin sağlandığı yüzde 20'lik tedarikçi kitlesini gösterir),
2. her bir ana ürün ve faaliyet türlerine göre en büyük tedarikçiler tanımlanarak,
3. ürün yaşam çevrimindeki stratejik değerine göre

gruplandırılmaktadır.

Sektör çevresinin mevcut durumu ise gelecek açısından olumludur. Türkiye'nin 2023 ve 2035 yıllarına dek ulusal eylem planı kapsamında demiryolu sektörü için koymuş olduğu hedefler (TCDD, 2013):

- 2002-2014 döneminde yük ve yolcu tren trafiğine göre planlama yapılarak 5814 km yol yenilemesi ve 3578 km bakım çalışması yapılarak hatların %83'ünün (9347 km) yol yenileme ve bakımı tamamlanmıştır.
- 2023 yılına kadar 1000 km konvansiyonel, 8500 km hızlı tren hattı ve 3500 km yüksek hızlı demiryolu hattı yapımı planlanmıştır.
- 2035 yılında hat uzunluğu yaklaşık 30.000 km.ye ulaşacaktır.

5.10. Tedarik Zincirinin Performans Ölçütleriyle Süreç Modelinin Oluşturulması

Toplanan bilgilerin düzenlenerek işletmenin tedarik zincirinin nasıl tanımlanacağını belirttiği bu aşama, bir projenin işletme birimleri, fonksiyonları ve süreçleri açısından faaliyet kapsamının tanımlanması açısından önemlidir. Birçok durumda, bir tedarik zinciri ürün, müşteri ve coğrafya kombinasyonu ile tanımlanmaktadır (Akman ve Alkan, 2006).

Tedarik zinciri her ana coğrafik pazar için tanımlanabilmektedir. Global ticaret için güvencenin daha az olduğu coğrafyada ise müşteri kanalları üzerine odaklanılabilmektedir (Bakoğlu ve Yılmaz, 2001) .

Müşteriler açısından satış bölgelerinin nasıl takip edildiği, pazar kanallarının nasıl organize edildiği ve müşterilerin nasıl ayrıldığına bakmak sipariş emirlerinin süreçlerini etkilediği öngörülmektedir. Her müşteri tipi için sipariş emri üzerine müşterilerin satın aldığı ürün karması ve taşıma ihtiyaçları (teslim zamanı, zamanında, tam olarak ve diğer) tanımlanmaktadır. Amaç müşterileri aynı ürün karmasıyla aynı ihtiyaçlar doğrultusunda gruplamaktır. Çalışmamızda coğrafi dağılım tek noktadan olduğu için ihmal edilmektedir.

Çizelge 5.1'de toplanan SCOR performans ölçütlerinin kısaltmaları ve veri listesi gösterilmektedir:

Çizelge 5.1. Firma veri tablosu ve kısaltmalar

SCOR Performans Metriği Adı	Birimi
S1 - Mükemmel Sipariş Karşılama Oranı	Oran (%)
S2 - Sipariş Karşılama Çevrim Süresi	Süre (gün)
S3A - Üst Tedarik Zinciri Esnekliği	Süre (gün)
S3B - Alt Tedarik Zinciri Esnekliği	Oran (%)
S4 - Riske Maruz Değer	Tutar (Amerikan Doları)
S5 - Tedarik Zinciri Yönetim Maliyeti	Oran (%)
S6 - Satılan Ürünlerin Maliyeti	Tutar (\$) Amerikan Doları
N - Stok Gün Sayısı	Gün
S7 - Nakit Çevrim Süresi	Oran
S8 - Tedarik Zinciri Sabit Varlıklar Geri Dönüşü	Oran
S9 - İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü	Oran

5.10.1. Verilerin toplanması ve derlenmesi

Geçmiş yıllardaki veriler, Epsilon NDT San. Ve Tic. AŞ. ve Globus İnşaat Firmasının kullandığı balanced scorecard ERP sisteminden alınmıştır. Globus İnşaat Firması 1995'te Aser İnşaat ve Mühendislik adıyla kuruldu. Konut, endüstri yapıları, tersane, hastane, ulaştırma gibi farklı alanlarda çok sayıda inşaatı başarı ile tamamladı. 2006'da yeniden örgütlenen Globus, etkinliğini Bozlu Holding çatısı altında sürdürmektedir.

Her iki firma için de her yılın çeyrek dönemleri için hesaplamalar yapılmıştır. Firmaların geçmiş yıllarda SCOR ölçütlerinden S4 (Riske Maruz Değer) ile ilgili veri bulunmadığı için bu ölçüt uygulama çalışmasında kapsam dışında tutulmuştur.

Veri toplama ve düzenleme çalışmaları şöyle açıklanabilir:

- Çalışma grubu tahribatsız muayene faaliyetleri seçilmiştir. Seçim, satış ve pazarlama departman önerisi ve mali işler departmanı onayı ile gerçekleşmiştir. Temelde siparişe göre hizmet veren ve yeni dönem projelerinde önemli bir yer alacak, temin süresinde iyileşme çalışmaları yapılacak bir çalışma grubu olduğu ifade edilmektedir.

- Genel temin süresinin 30 günü aşması ve verilerin daha anlamlı olması için, günlük veriler aylık yerine, yıllık çeyrek (üçer aylık) dönemler halinde, alt toplamlar veya ortalamalar alınarak anlamlı hale getirilmiştir.
- Çalışılacak zaman aralığı uzman ekip ile belirlendi. 2014, 2015, 2016 yılı verileri alınmıştır.
- Dönemlerin döviz kurunu kullanmak için, çeyrek dönem bazında değerlerin ortalaması alınmıştır.
- Seçilen hizmetlerin maliyetlerini temsil eden veriler toplandı. Malzeme kodu ve çeyrek dönem bazında, ortalamalar alınmıştır. Sipariş bazında maliyet ve kar hesaplanmıştır.
- Departmanlar ile yapılan görüşmeler sonucu, gerekli veriler ile yorumlar alınarak, nihai duruma getirilmiştir.
- SCOR ve performans analizi için, gerekli temel bilgileri ve parametreleri içeren ana veri tablosu tamamlanarak seviye 1 performans nitelikleri elde edilmiştir (Çizelge 5.2)

Çizelge 5.2. Düzenlenmiş ana veri tabloları ve SCOR performans metrik değerleri

Epsilon NDT Firması Veri Tablosu						
SCOR ID	No	Veri Tanımı	Birim	YIL		
				2014	2015	2016
S1	1	U: Tam ulaştırılan sipariş sayısı	adet	616	782	819
	2	G: Zamanında ulaştırılmayan ve eksik dokümanla, kusurlu siparişler toplamı	adet	18	23	20
	3	A: Alınan toplam sipariş sayısı	adet	634	805	839
S2	4	Proses süresi(Üretim Süresi)	gün	20	20	20
	5	sipariş geldiğinde üretilmesi gereken sipariş sayısı	adet	370	469	495
	6	üretilen siparişin teslimat süresi	gün	5	5	5
	7	sipariş geldiğinde stoktan verilen sipariş sayısı	adet	264	336	344
	8	stoktan verilen siparişin teslimat süresi	gün	2 -3 gün	2 -3 gün	2 -3 gün
S3A	9	Üretimde planlanmamış %20'lik bir yükselişi karşılamak için geçen gün sayısı(Toplam siparişin %20'sine kadar fazla(beklenmedik) sipariş geldiğinde üretim ve teslimat süresi toplamı)	gün	30	30	30
S3B	10	Envanter ve ceza giderleri hariç, sevkiyattan (teslimat) 30 gün öncesinde siparişlerdeki sürdürülebilir azalmanın yüzdesi (Toplam siparişin %20'sine kadar az(beklenmedik) sipariş geldiğinde, (üretim+teslimat süresi)/normal toplam üretim ve teslimat süresi)	Oran (%)	0,6	0,6	0,6
S4	11	Riske Maruz Değer (VaR)=Risk maliyeti	€ veya \$	0	0	0
S5	12	C: O yılki satışların tutarı	€ veya \$	\$15.424.784,26	\$30.705.613,12	\$15.855.456,96
	13	S6: Satılan Ürünlerin Maliyeti	€ veya \$	\$12.054.794,50	\$25.962.693,96	\$13.503.707,12
S6	15	K: malzeme satın alma maliyeti	€ veya \$	\$11.185.239,79	\$25.791.954,03	\$177.976,67
	16	L: Doğrudan üretim işçiliği maliyeti	€ veya \$	\$869.554,71	\$170.739,93	\$170.739,93
	17	M: Dolaylı üretim işçiliği maliyeti	€ veya \$	0	0	0
	18	YIL1 çeyrek1 envanter değeri: İlk yılın, ilk 3 aylık zaman dilimi (Ocak, Şubat, Mart)	€ veya \$	\$578.296,38	\$780.108,52	\$1.197.809,86
	19	YIL1 çeyrek4 envanter değeri: İlk yılın, son 3 aylık zaman dilimi (Ekim, Kasım, Aralık)	€ veya \$	\$646.910,53	\$744.548,51	\$683.058,19
N	24	N: Stok gün sayısı	gün	22	10	17
S7	21	R = 5 çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap ödemeleri / (Toplam brüt yıllık malzeme satın alımı / 365)	€ veya \$	\$10.979.206,26	\$26.223.994,96	\$14.266.851,18
	22	P: Yapılacak tahsilatların vadesi	gün	23	14	18
	23	R: Satınalma borçlarını ödeme süresi	gün	50	66	41
	24	T: 5 çevrek dönem için, standart maliyette brüt envanter değerinin yıllık ortalaması (stok maliyeti): $T = [(YIL1 \text{ çeyrek1}) + (YIL1 \text{ çeyrek2}) + (YIL1 \text{ çeyrek3}) + (YIL1 \text{ çeyrek4}) + (YIL2 \text{ çeyrek1}) \text{ envanter değerleri}] / 5$	€ veya \$	\$665.877,77	\$862.818,44	\$745.950,89
S8	25	H: tedarik zinciri geliri	€ veya \$	0	0	0
	26	VT: Toplam varlıklar	€ veya \$	\$646.910,53	\$744.548,51	\$683.058,19
S9	27	J: Envanter değeri	€ veya \$	\$646.910,53	\$744.548,51	\$683.058,19
	28	F: Alınacak ödemeler (alacak hesapları)	€ veya \$	\$989.498,91	\$1.201.022,91	\$769.863,51
	29	O: Yapılacak ödemeler (borç hesapları)	€ veya \$	\$618.142,39	\$2.653.803,36	\$424.335,13

Çizelge 5.2 (devam) Düzenlenmiş ana veri tabloları ve SCOR performans metrik değerleri

Globus İnşaat Firması Veri Tablosu						
SCOR ID	No	Veri Tanımı	Birim	YIL		
				2014	2015	2016
S1	1	U: Tam ulaştırılan sipariş sayısı	adet	25	22	28
	2	G: Zamanında ulaştırılmayan ve eksik dokümanla, kusurlu siparişler toplamı	adet	2	2	2
	3	A: Alınan toplam sipariş sayısı	adet	27	24	30
S2	4	Proses süresi(Üretim Süresi)	gün	30	30	30
	5	sipariş geldiğinde üretilmesi gereken sipariş sayısı	adet	1	1	1
	6	üretile siparişin teslimat süresi	gün	20	20	20
	7	sipariş geldiğinde stoktan verilen sipariş sayısı	adet	0	0	0
S3A	8	stoktan verilen siparişin teslimat süresi	gün	3	3	3
	9	Üretimde planlanmamış %20'lik bir yükselişi karşılamak için geçen gün sayısı(Toplam siparişin %20'sine kadar fazla(beklenmedik) sipariş geldiğinde üretim ve teslimat süresi toplamı)	gün	10	10	10
S3B	10	Envanter ve ceza giderleri hariç, sevkiyattan (teslimat) 30 gün öncesinde siparişlerdeki sürdürülebilir azalmanın yüzdesi (Toplam siparişin %20'sine kadar az(beklenmedik) sipariş geldiğinde, (üretim+teslimat süresi)/normal toplam üretim ve teslimat süresi)	Oran (%)	0,9	0,9	0,9
S4	11	Riske Maruz Değer (VaR)=Risk maliyeti	\$	-	-	-
S5	12	C: O yılki satışların tutarı	\$	102.030.400	105.020.000	111.030.455
	13	S6: Satılan Ürünlerin Maliyeti	\$	10.203.040	10.502.000	11.103.046
S6	15	K: malzeme satın alma maliyeti	\$	51.015.200	52.510.000	55.515.228
	16	L: Doğrudan üretim işçiliği maliyeti	\$	2.450.000	3.430.000	5.003.400
	17	M: Dolaylı üretim işçiliği maliyeti	\$	0	0	0
	18	YIL1 çeyrek1 envanter değeri: İlk yılın, ilk 3 aylık zaman dilimi (Ocak, Şubat, Mart)	\$	12.753.800	13.127.500	13.878.807
	19	YIL1 çeyrek4 envanter değeri: İlk yılın, son 3 aylık zaman dilimi (Ekim, Kasım, Aralık)	\$	750.000	650.000	540.000
N	24	N: Stok gün sayısı	gün	10	10	10
S7	21	R = 5 çeyrek dönemlik yıllık ortalama brüt hesap ödemeleri / (Toplam brüt yıllık malzeme satın alımı / 365)	\$	12.379.206	11.392.099	11.293.094
	22	P: Yapılacak tahsilatların vadesi	gün	90	90	90
	23	R: Satınalma borçlarının ödeme süresi	gün	60	60	60
	24	T: 5 çevrek dönem için, standart maliyette brüt envanter değerinin yıllık ortalaması (stok maliyeti): $T = [(YIL1 \text{ çeyrek1}) + (YIL1 \text{ çeyrek2}) + (YIL1 \text{ çeyrek3}) + (YIL1 \text{ çeyrek4}) + (YIL2 \text{ çeyrek1}) \text{ envanter değerleri}] / 5$	\$	2.250.633	2.296.250	2.403.134
S8	25	H: tedarik zinciri geliri	\$	102.030.400	105.020.000	111.030.455
	26	VT: Toplam varlıklar	\$	6.200.000	8.000.000	7.500.000
S9	27	J: Envanter değeri	\$	520.000	600.000	540.000
	28	F: Alınacak ödemeler (alacak hesapları)	\$	50.000.000	40.000.000	35.000.000
	29	O: Yapılacak ödemeler (borç hesapları)	\$	27.600.000	20.000.000	17.000.000

5.10.2. Korelasyon analizi

Korelasyon analizi uygulanmasındaki, ön hazırlık adımları aşağıda listelenmiştir:

- SCOR'dan elde edilen metrik değerleri toplu halde korelasyona tabi tutulmuştur (Çalışma süresince, Excel 2010 programında visual basic programı kodlanarak incelenmiş ve kullanılmıştır).
- Korelasyon sonuçları ikili karşılaştırma matrisleri haline getirilmiştir. Kriter arasında bir etkileşim (iç bağımlılık) olup olmadığına daha etkin bir karar verebilmek için pozitif ve negatif korelasyon değeri >0.5 ve <-0.5 olarak kabul edilmiştir. Yani, korelasyon değeri 0.5 'den büyük ve -0.5 'den küçük olan iki metrik birbirileri arasında yüksek etkileşime sahiptir. İstatistiksel analizlerde %50'den büyük değerler etkin ve güçlü kabul edildiğinden bu aralık kabulü yapılmıştır.
- Birbirleri arasında yüksek etkileşim olan kriterlere 1, olmayanlara ise 0 değeri atanmış ve bu duruma göre her bir metrik için ANP 2.adım işlemleri uygulanmıştır.
- Kriterler arası etkileşim matrisi aşağıdaki Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.3. Epsilon NDT firmasına ait korelasyon analizi sonuçları

Epsilon Ndt	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9
S1	1,00	0,63	0,00	0,00	0,57	-0,45	0,53	0,61	-0,35	0,53
S2	0,63	1,00	0,00	0,00	1,00	0,42	-0,33	-0,24	-0,95	-0,33
S3A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5	0,57	1,00	0,00	0,00	1,00	0,48	-0,40	-0,31	-0,97	-0,39
S6	-0,45	0,42	0,00	0,00	0,48	1,00	-1,00	-0,98	-0,68	-1,00
N	0,53	-0,33	0,00	0,00	-0,40	-1,00	1,00	1,00	0,61	1,00
S7	0,61	-0,24	0,00	0,00	-0,31	-0,98	1,00	1,00	0,53	1,00
S8	-0,35	-0,95	0,00	0,00	-0,97	-0,68	0,61	0,53	1,00	0,60
S9	0,53	-0,33	0,00	0,00	-0,39	-1,00	1,00	1,00	0,60	1,00

Korelasyon analizi ile parametreler arası ilişkiler ağı belirlenmektedir. Korelasyon analiz yönteminin seçilme sebebi parametrelerin hepsinin birbirine bağlı olmamasıdır. Ortak parametreler vasıtası ile ilişki kurulabilmektedir.

Epsilon NDT Firmasına ait korelasyon matrisinde S5 ile S6 tabloda görüldüğü gibi birbirinden pozitif yönlü %48 oranında etkilenmektedir. Bu oran 0,30 ile 0,49 arasında

olduğu için düşük kuvvette bir ilişki söz konusudur. Negatif çıkan değerlerde ise ters yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sabit değerler arası korelasyon analizi yapılamadığından tabloda da görüldüğü üzere S3A ve S3B parametrelerinin tedarik zinciri performansı üzerine hiçbir etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir.

Globus Firmasına ait korelasyon matrisi ise Çizelge 5.4.'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.4. Globus firmasına ait korelasyon analizi sonuçları

Globus İnşaat	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9
S1	1,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,59	-0,50	-0,50	0,56	0,52
S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3A	-0,06	0,00	1,00	0,00	0,00	0,77	-0,83	-0,83	-0,86	0,82
S3B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S6	0,59	0,00	0,77	0,00	0,00	1,00	-0,99	-0,99	-0,34	1,00
N	-0,50	0,00	-0,83	0,00	0,00	-0,99	1,00	1,00	0,44	-1,00
S7	-0,50	0,00	-0,83	0,00	0,00	-0,99	1,00	1,00	0,44	-1,00
S8	0,56	0,00	-0,86	0,00	0,00	-0,34	0,44	0,44	1,00	-0,42
S9	0,52	0,00	0,82	0,00	0,00	1,00	-1,00	-1,00	-0,42	1,00

Globus İnşaat Firmasına ait korelasyon matrisinde S5 ile S6 tabloda görüldüğü gibi birbirinden hiç etkilenmemektedir. Yani, bu metriklerden biri artarken veya azalırken diğeri farklı değerler gösterebilmektedir. Örneğin; S1'in yani mükemmel sipariş karşılama oranının artması sonucunda S6 parametresi-satılan ürünlerin maliyetiyle %58'lik oranda orta kuvvette bir etkisi olduğu gözlemlenmektedir.

S2, S3B ve S5 metriklerinin firma tedarik zinciri performansında üzerinde bağımsız değişkenler olarak yer aldığı görülmektedir.

Sonuç olarak bağımlı değişkenlerin de varlığı sebebiyle verilerin ANP yönteminde kullanılması uygun bulunmuş, ancak bağımsız değişkenlerin de var olması sebebiyle AHP de uygulanmıştır.

5.10.3. ANP metoduyla ağırlık değerlerinin saptanması

Performans nitelikleri ve metrikleri ile SCOR modelinin hiyerarşik yapısına uygun şekilde korelasyon analizi ile ilişkilendirilmiştir. Ardından ANP kapsamında oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri Saaty'nin 1- 9 skalasına uygun olarak hazırlanmıştır.

Değerlendirme esnasında yıllar bazındaki artış ve azalış fark değerleri ANP yöntemine girdi olmuştur. En fazla yüzde (%) artan SCOR metriğinin en çok azalan (%) SCOR metriğine 9 derece üstün olacak şekilde bir ikili karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur (ANP 1.adım). Artış ve azalışın olmadığı (sabit) metriklerin diğer metrikler üzerinde bir etkisi olmadığı ve kendi içlerinde bir etkileşim olduğu kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Örneğin; A ve B metrikleri sabit değerlerde ise benzer davranışlarından dolayı A hem kendisiyle hem de B ile etkileşim halinde olduğu varsayılmıştır. Aynı şekilde B metriği de böyledir. Örneğin; tablomuzda %58'lik değer ile en çok artan olan metrik S7, en çok azalan S8'e (%88,5) göre 9 kat önemlidir (üstündür). Daha sonra ikinci sırada en fazla artış gösteren S2 metriği de yine en fazla azalış olan S8'den 8 kat önemlidir. Bu şekilde sıralama yapılarak her bir metrik arasında 1-9 skalasına göre puanlandırma yapılmıştır.

Varsayım 1: Hem 0, hem – (eksi) hem de + (pozitif) değerler olduğu için oransal olarak karşılaştırma yaparak üstünlük derecelerini belirlemek anlamlı olmayan sonuçlar doğuracağından sıralamaya dayalı puanlandırma yapılmıştır.

Varsayım 2: Artış ve azalışın olmadığı (sabit) metriklerin diğer kriterler üzerinde bir etkisi olmadığı ve kendi içlerinde bir etkileşim olduğu kabul edilmiştir.

Varsayım 3: Stok gün sayısı metriği SCOR modeli 12. sürümünde performans metriği olarak dahil edilmemiş olsa da akademisyenlerle yapılan toplantılarda varlık yönetim etkinliği altında stok gün sayısının (N metriği) da bulunması gerektiği görüşünde hemfikir olduğundan dahil edilmiştir.

Varsayım 4: Firmaların S4 (Riske Maruz Değer) metriğine dair veri tutmamasından ötürü bu metrik çalışma dışında tutulmuştur.

Süper matrisler, ağırlıklandırılmış süper matrisin sütunları toplamı 1'e eşit olacak şekilde normalleştirme işlemi yapılmasıyla önceliklerin sabit bir noktada eşitlenmesi için süpermatrisin büyük dereceden kuvveti alınarak oluşturulmaktadır. Bu çalışmada, öncelikler 128'inci kuvvette eşitlendiği için sonuç matrisi bu olarak kabul edilmiştir. Çizelge 5.5'te Epsilon NDT firmasına ait ANP sonuç matrisi gösterilmektedir.

Çizelge 5.5. Firmalara ait ANP sonuç matrisleri

Epsilon NDT	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9
S1	0,21	0,21	0,00	0,00	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
S2	0,08	0,08	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
S3A	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3B	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
S6	0,05	0,05	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
N	0,11	0,11	0,00	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
S7	0,29	0,29	0,00	0,00	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
S8	0,04	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
S9	0,21	0,21	0,00	0,00	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

Globus İnşaat	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9
S1	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
S2	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3A	0,30	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
S3B	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S6	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
N	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
S7	0,19	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
S8	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
S9	0,27	0,00	0,27	0,00	0,00	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

AHP'nin genel formu ANP'dir. AHP'de uygulanan işlem adımları ve kurallar, karşılaştırma yaparken ANP'de de kullanılmaktadır. ANP yönteminde metrikler arası etkileşimler de önemsenmektedir. Bu bakımdan öncelikle ANP ardından da tutarlılık analizi ve etkileşimden bağımsız olan metrikler için ağırlık değerlerinin saptanması adına ayrıca AHP uygulanmıştır. Tutarlılık oranı AHP yöntemi gereği 0,1 değerinden küçük olması beklenmektedir. ANP yönteminde bir kriteri etkileyen kriterlerin kendi aralarındaki

karşılaştırması tutarsız olması durumunda bu kriterin alt kriter olarak değerlendirmeye alınmasının uygun olacağı tahmin edilmektedir (Gölcük ve Baykasotlu, 2016).

Tutarlılık analizi yine ANP ve AHP yöntemlerinde olduğu gibi Saaty'nin önerdiği hesaplama formüllerine göre yapılmıştır. Saaty, her kriter sayısına göre çeşitli denemeler sonucunda rassallık tablosu üretmiştir. Kriter sayısı kaç ise bu rassallık tablosundaki karşılığına gelen değer kullanılır. Örneğin; 5 kriter karşılaştırılıyorsa, 1,12 değeri, 6 kriter karşılaştırılıyorsa 1,24 değerine bölünür. Tümüyle AHP işlem adımlarından gelen sayılar kullanılmaktadır (Saaty, 2008).

Tutarlılık analiz sonuçları Çizelge 5.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.6. Tutarlılık analiz sonuçları

Epsilon NDT Firması	S1	S2	S6	N	S7	S8	S9
Tutarlılık Analizi	-0,21	0,03	0,05	1,99	0,03	0,04	0,05

Globus İnşaat Firması	S1	S3A	S6	S7	S8	S9
Tutarlılık Analizi	0,03	0,03	0,02	0,05	0,00	0,06

N “Stok gün sayısı” metriği hariç sonuçların tamamının 0,10 değerinden küçük olduğu gözlemlenmiş ve tutarlı olduğu doğrulanmıştır. Çünkü Korelasyon analizine göre N “Stok gün sayısı” metriğini etkileyen ve Çizelge 5.7’de gösterilen 5 metrik olmasına rağmen kendi içerisinde bir etkileşim göstermediğinden alt kriter ya da alt metrik olarak değerlendirmeye alınmasının daha uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 5.7. N “stok gün sayısı” metriği ile etkileşim halinde olan metrikler

N “stok gün sayısı “ etkileşim matrisi	S1	S6	S7	S8	S9
S1	1,00	4,00	0,25	6,00	0,50
S6	0,25	1,00	0,14	3,00	0,20
S7	4,00	7,00	1,00	9,00	3,00
S8	0,17	0,33	0,11	1,00	0,14
S9	2,00	5,00	0,33	7,00	1,00
Toplam	7,42	17,33	1,83	26,00	4,84

Öncelikler vektörü hesabı yapılarak etkileşim halinde olan matristeki satır elemanlarının ortalaması alınır. Ardından öncelikler vektörü (ortalamalar) ile başlangıçtaki karşılaştırma matrisi çarpılarak “Tüm Öncelikler Matrisi” hesaplanır. Matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek nihai ANP matrisi oluşturulmuştur. Bu matris Çizelge 5.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.8. Nihai ANP hesap tablosu ve ağırlık değerleri

Epsilon NDT											
ANP	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9	Ağırlık Değeri
S1	0,08	0,07	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,08	0,12	0,06	0,11
S2	0,25	0,20	0,22	0,22	0,18	0,19	0,24	0,17	0,16	0,26	0,21
S3A	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,03	0,06	0,08	0,03	0,05
S3B	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,03	0,06	0,08	0,03	0,05
S5	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02
S6	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,03	0,03
N	0,04	0,05	0,09	0,09	0,10	0,10	0,06	0,07	0,10	0,04	0,07
S7	0,34	0,41	0,26	0,26	0,20	0,23	0,30	0,33	0,18	0,38	0,29
S8	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02
S9	0,17	0,10	0,17	0,17	0,15	0,16	0,18	0,11	0,14	0,13	0,15
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Globus İnşaat											
ANP	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9	Ağırlık Değeri
S1	0,08	0,11	0,08	0,11	0,11	0,11	0,12	0,06	0,12	0,07	0,10
S2	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	0,06
S3A	0,33	0,28	0,32	0,28	0,28	0,18	0,23	0,37	0,20	0,39	0,29
S3B	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	0,06
S5	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	0,06
S6	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
N	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,07	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04
S7	0,16	0,17	0,11	0,17	0,17	0,14	0,15	0,12	0,14	0,10	0,14
S8	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
S9	0,24	0,22	0,16	0,22	0,22	0,16	0,19	0,25	0,17	0,20	0,20
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Sonraki adımda, bazı metriklerin diğer metrikleri hiç etkilemediği gözlemlenmiş olduğundan bağımsız metriklerin de yani kantitatif kriterler yanında kalitatif kriterlerin de

değerlendirmeye başarıyla katılabilmesi için AHP yöntemi ANP ile birlikte uygulanmıştır. Uygulama sadece AHP yöntemi ile yapılsaydı metrikler arası etkilenen metrikler eksik kalacağı öngörülmekteydi. Aynı şekilde sadece ANP ile yapılsaydı birbirinden bağımsız kriterler gözardı edilerek işlem yapılmış olacaktı. Dolayısıyla, ANP ve AHP yöntemleri birlikte uygulanarak bağımsız-bağımlı etkileşimlerin tamamı dikkate alınması hedeflenmiştir. Bu yöntem tarafımızca önerilmiş olup daha anlamlı sonuçlar elde edildiği düşünülmektedir.

Çizelge 5.9'daki nihai ANP ve AHP ağırlık değerleri sunulmaktadır.

Çizelge 5.9. ANP ve AHP ağırlık değerlerinden elde edilmiş nihai ağırlık değerleri

Epsilon NDT	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9	Ağırlık Değeri
S1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17	0,18	0,19	0,18	0,17	0,19	18,58
S2	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	7,21
S3A	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,03	0,06	0,08	0,03	4,95
S3B	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,03	0,06	0,08	0,03	4,95
S5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,02
S6	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	4,31
N	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	9,85
S7	0,28	0,27	0,27	0,27	0,25	0,25	0,27	0,26	0,24	0,27	26,34
S8	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,16
S9	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,17	0,19	18,62
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100,00

Globus İnşaat	S1	S2	S3A	S3B	S5	S6	N	S7	S8	S9	Ağırlık Değeri
S1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	7,60
S2	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	6,16
S3A	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25	0,22	0,23	0,27	0,22	0,26	24,75
S3B	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	6,16
S5	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,04	0,09	0,05	6,16
S6	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	3,50
N	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	5,57
S7	0,17	0,16	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15	0,17	0,14	0,16	15,42
S8	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,32
S9	0,24	0,23	0,22	0,23	0,23	0,20	0,21	0,24	0,20	0,23	22,35
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	100,00

En son sütundaki satır toplamaları daha anlamlı sonuçlar elde etmek amacıyla toplam 100 puanlık bir ağırlık değeri üzerinden oranlayabilmek amacıyla 100 ile çarpılmıştır. Yani tüm

ağırlık değerlerinin toplamı 100'e eşit olmaktadır. Epsilon NDT Firmasının sonuçlarında en yüksek öneme sahip metriğin 26,34'lik ağırlık değeri ile S7 “nakit çevrim süresi”, ikincisinin 18,62 ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” ve üçüncüsünün 18,58'lik ağırlık değeri ile S1 “mükemmel sipariş karşılama oranı” metriğinin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu üç metriğin toplamı ise 63,54 yapmakta ve 10 metrik içerisinde toplamda bu üç metriğin %50'den fazla bir ağırlık değerine sahip olduğu görülmektedir.

Bu hesaplardan çıkan sonuçlara göre 2. seviye SCOR metriklerinin ait olduğu performans niteliklerine göre “Varlık Yönetim Etkinliği”, “Güvenilirlik”e göre daha önemli olduğu, tüm kategoriler içinde de yine “Varlık Yönetim Etkinliği”nin firma özelinde en önemli nitelik olduğu dikkat çekmektedir.

Globus İnşaat Firmasının sonuçlarında en yüksek öneme sahip metriğin 24,75 ile S3A “üst tedarik zinciri esnekliği”, ikincisinin 22,35 ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” ve üçüncüsünün ise 15,42 ile S7 “nakit çevrim süresi” metriğinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu üç metriğin tüm tedarik zinciri içindeki ağırlık değeri ise toplamda 62,52 yapmakta olup firma özelinde %50'den fazla bir ağırlık değerine yani öneme sahip olduğu görülmektedir.

Globus İnşaat Firma verilerinin analiz sonuçlarına göre 2.seviye SCOR metriklerinin ait olduğu gruplara göre “Esneklik”, “Maliyet”e göre daha önemli olduğu, tüm kategoriler içinde de yine “Varlık Yönetim Etkinliği”nin en ağırlıklı nitelik olduğu dikkat çekmektedir.

5.10.4. TOPSIS yöntemi ile normalizasyon işlemi

SCOR tedarik zinciri performans metrik veri tablosundan gelen veriler üzerinden normalizasyon işlemi TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Son üç yıla ait verilerin ortalamalarıyla çalışılmıştır. Böylelikle ANP yönteminde yıllara göre artış ve azalışların temelinde bir karşılaştırma yapılırken TOPSIS'te yılların ortalamalarına göre bir karşılaştırma yapılacak ve daha geniş kapsamlı bir performans değerlendirmesi hedeflenecektir. Normalizasyon için TOPSIS yöntemi 3.adımı ve Min-Maks yöntemleriyle hesaplama yapılmıştır. Bu yöntemde, bir grup veri içindeki en küçük ve en büyük değerler dikkate alınmaktadır. Diğer bütün veriler, bu değerlere göre normalleştirilmektedir. Buradaki amaç en küçük değeri 0 ve en büyük değeri 1 olacak şekilde normalleştirmek ve

diğer bütün verileri bu 0-1 aralığına yaymaktır. Bu şekilde birbiri ile karşılaştırılmak istenen kriterler, ortak bir sayı sistemine dönüştürülerek diğer sayılara göre, göreceli bir değer atanmış ve karşılaştırılmış olmaktadır (Seker vd. 2014).

SCOR metrikleri performans ölçümü için en ideal noktaya göre (yakınlık-uzaklık) karar verildiği için TOPSIS, negatif değerlerden oluşacak olumsuzluğu gidermek için de Min-Maks yöntemlerine göre hesap tablosu Çizelge 5.10’da gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

Çizelge 5.10. TOPSIS normalizasyon işlem sonuçları

Epsilon NDT	S1	S2	S3 _A	S3 _B	S5	S6	N	S7	S8	S9
2014	0,79	0,74	0,79	0,79	0,87	0,85	0,73	0,42	0,51	0,66
2015	0,79	0,80	0,79	0,79	0,74	0,66	0,88	0,01	0,02	0,05
2016	0,79	0,82	0,79	0,79	0,73	0,81	0,73	0,47	0,63	0,66
Ortalama	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,30	0,39	0,46

Globus İnşaat	S1	S2	S3 _A	S3 _B	S5	S6	N	S7	S8	S9
2014	0,58	0,58	0,33	0,58	0,58	0,61	0,56	0,58	0,51	0,49
2015	0,57	0,58	0,67	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,64	0,56
2016	0,58	0,58	0,67	0,58	0,58	0,54	0,59	0,57	0,57	0,66
Ortalama	0,58	0,58	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57	0,57

Min-Maks yönteminde ortaya konan amaç en yüksek tedarik zinciri puanına ulaşılması olduğundan her bir metrikten ayrı ayrı beklenen azami veya asgari değerlere göre atamalar yapılmıştır. Örneğin; “güvenilirlik” niteliğinin azami yani maksimum (Maks) olması istenirken “varlık yönetim etkinliği” altında S7 “nakit çevrim süresinin” kısa olması (Min) beklenmektedir. Tüm seviye 1 performans nitelikleri için yapılan Min ve Maks atamaları Çizelge 5.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.11. Tüm seviye 1 performans nitelikleri için yapılan Min ve Maks atamalarının gösterimi.

Tanım	MAKS	MAKS	MAKS	MAKS	MİN	MİN	MİN	MAKS	MİN	MAKS	MAKS
Performans Niteliği	Güvenilirlik	Cevap Verebilirlik	Esneklik			Maliyet		Varlık Yönetim Etkinliği			
Performans Metriği	S1	S2	S3 _A	S3 _B	S4	S5	S6	N	S7	S8	S9

Ardından uygulanan adımda Min-Maks yöntemiyle normalizasyon gerçekleştirilmiş ve sapmaları engellemek adına bunların üç yıllık ortalama değerleri DEMATEL yöntemine girdi olmaktadır.

5.10.5. DEMATEL yöntemi ile ağırlık değerlerinin saptanması

DEMATEL yönteminin girdisi TOPSIS normalizasyon işlemi sonucu ortaya çıkan göre ağırlık değerlerinden oluşmaktadır.

DEMATEL yönteminin 4. adımının sonunda gönderici grubu ve alıcı grubu hesap sonuçları elde edilmiş ve Çizelge 5.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. DEMATEL 4. adım sonuçları

Epsilon NDT	D+R	D-R	Ağırlık Değeri	Globus İnşaat	D+R	D-R	Ağırlık Değeri
S1	-1,77	-0,41	9,41	S1	-7,19	0,30	9,92
S2	-1,77	-0,41	9,40	S2	-7,19	0,33	9,93
S3A	-1,77	-0,41	9,41	S3A	-7,39	-1,75	10,48
S3B	-1,77	-0,41	9,41	S3B	-7,19	0,33	9,93
S5	-1,77	-0,39	9,38	S5	-7,19	0,33	9,93
S6	-1,76	-0,38	9,35	S6	-7,23	0,84	10,04
N	-1,76	-0,39	9,37	N	-7,18	0,10	9,91
S7	-2,22	1,40	13,59	S7	-7,19	0,40	9,94
S8	-1,92	0,86	10,90	S8	-7,18	-0,07	9,91
S9	-1,81	0,55	9,78	S9	-7,23	-0,80	10,03
Toplam			100,00	Toplam			100,00

Matristeki sütunlar toplamı (R), satırlar toplamı (D) olmakla beraber DEMATEL yönteminin 4. adımının hesaplamasının ardından D-R ve D+R değerlerini kullanarak, her bir kriterin diğerlerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenmektedir (Barrios vd. 2014).

Bazı kriterler D-R değeri için pozitif değerlere sahip olabilmektedir. Bu kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye yani daha yüksek önceliğe sahip olduğu düşünülmektedir. Bu tip kriterler gönderici olarak adlandırılmaktadır. D-R değeri için negatif değere sahip olan kriterler ise diğer kriterlerden daha fazla etkilendiği kabul edilmektedir. Daha düşük

önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kriterler alıcı olarak adlandırılmaktadır. Diğer taraftan D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir ve D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir, düşük olanların ise diğerleriyle ilişkisi azdır olarak varsayılmaktadır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Ağırlık değerlerini yine ANP yöntemindeki gibi daha anlamlı sonuçlar çıkarmak adına tüm metrik ağırlık değerlerinin toplamının 100 olacak şekilde hesaplanmıştır. Yani tüm ağırlık değerlerinin toplamı 100'e eşit olmaktadır. Epsilon NDT Firmasının sonuçlarında en yüksek öneme sahip metriğin 13,59'luk ağırlık değeri ile S7 “nakit çevrim süresi”, ikincisinin 10,90 ile S8 “tedarik zinciri sabit varlıklar geri dönüşü” ve üçüncüsünün 9,78'lik ağırlık değeri ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” metriğinin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu üç metriğin toplamı ise 34,27 yapmakta ve 10 metrik içerisinde toplamda bu üç metriğin tedarik zincirinin genelinde %50'den daha az bir ağırlık değerine sahip olduğu görülmektedir.

Bu hesaplardan çıkan sonuçlarda göre 2. seviye SCOR metriklerinin ait olduğu performans niteliklerine göre “Nakit Çevrim Süresi” niteliğinin, “İşletilen Sermayenin Geri Dönüşü” niteliğine göre daha önemli olduğu, tüm kategoriler içinde de yine “Nakite Çevrim Süresi”nin tedarik zincirinin genelinde en önemli nitelik olduğu dikkat çekmektedir.

Globus İnşaat Firmasının sonuçlarında en yüksek öneme sahip metriğin 10,48'lik ağırlık değeri ile S3A “üst tedarik zinciri esnekliği”, ikincisinin 10,04 ile S6 “satılan ürünlerin maliyeti” ve üçüncüsünün 10,03'lük ağırlık değeri ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” metriğinin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu üç metriğin toplamı ise 30,55 yapmakta ve 10 metrik içerisinde toplamda bu üç metriğin tedarik zincirinde %50'den daha az bir ağırlık değerine sahip olduğu görülmektedir.

Çıkan sonuçlarda 2. seviye SCOR metriklerinin ait olduğu performans niteliklerine göre “esneklik” niteliğinin, “işletilen sermayenin geri dönüşü” niteliğine göre daha önemli olduğu, tüm kategoriler içinde de yine “esneklik” niteliğinin tedarik zincirinin genelinde en önemli nitelik olduğu dikkat çekmektedir.

5.10.6. ANP-DEMATEL kombinasyonu ile performans değerlendirmesi

ANP yöntemi ile firmanın en önemli performans metrikleri, DEMATEL yöntemi ile de bu metriklerin toplam tedarik zinciri içerisindeki ağırlık değerleri çok kriterli karar verme yöntemleriyle hesaplanırken, TOPSIS yöntemi ile farklı değerlere sahip metrikler normalize edilmiştir.

Metriklerin etkileşimleri ve birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmeleri sonucunda aldıkları ANP ve AHP ağırlık değerleri ile DEMATEL yönteminden elde edilen ağırlık değerleri birlikte eşit ağırlıkta (%50-%50) uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 5.13'te nihai tedarik zinciri puan değerleriyle gösterilmiştir.

Çizelge 5.13. ANP-DEMATEL hibrit yaklaşım ağırlık değerleri özeti

Epsilon NDT	W(D)	W(A)	W(DA)	TZ Puanı	Globus İnşaat	W(D)	W(A)	W(DA)	TZ Puanı
S1	0,09	0,19	0,16	16,47	S1	0,10	0,08	0,07	7,48
S2	0,09	0,07	0,06	6,39	S2	0,10	0,06	0,06	6,06
S3A	0,09	0,05	0,04	4,39	S3A	0,10	0,25	0,26	25,71
S3B	0,09	0,05	0,04	4,39	S3B	0,10	0,06	0,06	6,06
S5	0,09	0,02	0,02	1,78	S5	0,10	0,06	0,06	6,06
S6	0,09	0,04	0,04	3,80	S6	0,10	0,04	0,03	3,48
N	0,09	0,10	0,09	8,69	N	0,10	0,06	0,05	5,47
S7	0,14	0,26	0,34	33,72	S7	0,10	0,15	0,15	15,18
S8	0,11	0,03	0,03	3,25	S8	0,10	0,02	0,02	2,28
S9	0,10	0,19	0,17	17,14	S9	0,10	0,22	0,22	22,21
Toplam	1,00	1,00	1,00	100,00	Toplam	1,00	1,00	1,00	100

Epsilon NDT firmasının hem kendi özelinde hem de toplam tedarik zinciri içerisinde en yüksek öneme sahip olan ilk üç metrik sırasıyla 33,72 ağırlık değeri ile S7 “nakit çevrim süresi”, 17,14 ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” ve 16,47 ile S1 “mükemmel sipariş karşılama oranı” olduğu gözlemlenmektedir. Globus İnşaat firması için hem toplam tedarik zinciri içerisinde en yüksek öneme sahip olan ilk üç metrik sırasıyla 25,71 ağırlık değeri ile S3A “üst tedarik zinciri esnekliği”, 22,21 ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” ve 15,18 ile S7 “nakit çevrim süresi” olduğu dikkat çekmektedir.

6. TARTIŞMA

Çalışmada, endüstriler arası geçerli olacak metriklerin tespit edilerek tedarik zinciri performansını değerlendirmek, performans niteliği ve metrikleri gibi çoklu kriterlerin ANP ve DEMATEL yöntemlerinin birlikte kullanılarak karar vericilere organizasyonlarına ait tedarik zincirleri hakkında nasıl faydalı bilgilerin sağlanacağı ile ilgili bir yaklaşım araştırılmıştır.

Ayrıca Türkiye’de lojistik ve özellikle demiryolu sektörü için planlanan büyük yatırımlar, bu alanda tedarik zinciri performans değerlendirmesiyle ilgili uygulamaların literatürde kısıtlı sayıda olduğu gözlemlenmiş ve demiryolu sektöründen seçilen iki farklı firmanın verileri kullanılarak hem üç yıllık değer artışı hem de üç yılın ortalamasında en önemli performans metrikleri için bir tedarik zincir puanı ve ağırlık değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır.

Örneğin; çıkan bulgulardan Epsilon NDT firması için sadece ANP uygulansaydı en önemli ikinci metrik 18,62 ağırlık değeri ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü”, sadece DEMATEL uygulansaydı 10,90 ağırlık değeri ile S8 “tedarik zinciri sabit varlıklar geri dönüşü” olacaktı. ANP ve DEMATEL birlikte değerlendirmeye girdiğinde 17,14 değeri ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” ikinci en önemli metrik olduğu tespit edilmektedir.

Globus İnşaat firmasında da örneğin; ANP ile 15,42 ağırlık değeri ile S7 “nakit çevrim süresi” üçüncü en önemli metrik olurken, DEMATEL’de 10,03 ağırlık değeri ile S9 “işletilen sermayenin geri dönüşü” en önemli üçüncü metrik olduğu dikkat çekmektedir. ANP ile DEMATEL birlikte kullanıldığında ise ANP’ye göre ağırlık önem derecesi %2 azalarak 15,18 ağırlık değeri ile S7 “nakit çevrim süresi” olmaktadır. Burada ANP ile DEMATEL yöntemlerinin ağırlık oranları %50 olarak eşit alındığından aradaki farkın yüksek olmadığı gözlemlenmektedir. Ancak bu oran farklı senaryolara ve firmanın önem verdiği ve önceliklendirme istediği metriklere göre ağırlık oranları değiştirilerek de değişen ihtiyaçlara göre farklı senaryolara göre kullanılabileceği tahmin edilmektedir. Örneğin, A metriğinin ANP yöntemiyle elde edilen ağırlık değeri tüm metriklerin toplamı 1,00 olmak koşulu ile 0,70 olsun. Bu değer, firmanın tedarik zinciri performansında A metriğinin %70 önemli olduğu kabul edilsin. Aynı A metriği için DEMATEL yöntemiyle elde edilen ağırlık değeri ise 0,30 olsun. Bu değer, A metriğinin tedarik zinciri genelinde diğer metriklere göre

%30'luk bir ağırlığa sahip olduğunu ifade ettiği varsayılmaktadır. Dolayısıyla, A metriğinin ANP ve DEMATEL yöntemlerinin birlikte kullanılması halinde oluşacak ağırlık değeri; $0,70 \times 0,30 = 0,21$ olacağı öngörülmektedir.

ANP ve DEMATEL'in birlikte kullanılmasıyla hem firmanın sübjektif olarak yani tüm tedarik zincirindeki ağırlık değerine bakılmaksızın öncelik verdiği metrikler hem de firmanın tedarik zincirinin tamamında objektif olarak en önemli metrik ağırlık değerleri tespit edilebileceği kanaati oluşmaktadır.

Uygulamada iki ayrı firmanın performans değerlendirmesi yapıldığında ortaya çıkan önemli metriklerden S9 "işletilen sermayenin geri dönüşü" ve S7 "nakit çevrim süresi"nin ortak olduğu dikkat çekmektedir. Birçok firmada performans değerlendirmelerin yapılmasıyla ülkelerin de bir referans tedarik zinciri performans metrik veri tabanı oluşturulması ve değerlendirmeler sonucunda ülkelerin lojistik stratejisi ve ekonomik yasal çerçevenin örneğin; yüksek çıkan "nakit çevrim süresi"ni düşürmek için takip edebileceği öngörülmektedir.

Bir başka bulgu ise SCOR yönteminin 12. sürümünde çıkarılan N "stok gün sayısı" metriğinin uygulamada 5 metrik ile etkileşimde olduğu ancak tutarlılık analizinde 0,1'den büyük çıkmasından ötürü SCOR yönteminin yeni sürümlerine dahil edilmediği tahmin edilmektedir.

Geliştirilen yaklaşımın avantajları şu şekilde özetlenmektedir:

- Korelasyon analizi çalışması ile birbiriyle etkileşim halinde olan performans metrikleri belirlenebilmektedir,
- Farklı birimlerde olan tedarik zinciri performans metrikleri TOPSIS ile normalize edilerek bir tedarik zinciri puanı hesaplanabilmekte ve kıyaslama için metriklere ağırlık değerleri vermek mümkün olmaktadır.
- SCOR modeli ölçütlerinin kullanılması, global bir kıyaslama platformu sağlamaktadır.
- Sadece ANP yöntemiyle firmanın önem verdiği metrikler yerine DEMATEL yöntemi de dahil edilerek metriklerin tedarik zinciri içerisindeki ağırlık oranlarını da dikkate alan sonuçlar elde edilebilmektedir.

- Yaklaşım ile karar vericilere organizasyonların tedarik zinciri performansı hakkında karar vermede yol gösterebilecek faydalı bilgi sağlandığı öngörülmektedir.
- SCOR 12. sürümünün artık hizmet sektörü tedarik zincirini de değerlendirebilir olması ayrıca sayılabilecek avantajlar arasındadır.

Geliştirilen yaklaşımın dezavantajları şu şekilde özetlenebilir:

- Yaklaşım firmanın tek bir ürün ve hizmet grubuna ait tedarik zinciri için uygulanmış, birden fazla tedarik zincirinin iç içe olduğu durumlar dikkate alınmamıştır.
- Korelasyon analizi çalışması ve parametreler arası ilişkiler, geçmiş verilere dayanmaktadır. Tedarik zinciri yapısı ve veriler değiştikçe veya SCOR metriklerinde güncelleme ve değişiklikler oldukça metriklerin de güncellenmesi gerekmektedir.
- Yaklaşım, firmaların tedarik süreci ve yönetimini bilen uzman kişilerce kullanılması daha uygundur. Verilerde yapılacak yanlışlar sonuçları da değiştirecektir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Global düzeyde artmakta olan rekabet koşulları, artık daha hızlı, daha esnek ve daha dinamik tedarik zincir yönetimine ihtiyaç duyduğu gözlemlenmektedir. Teknolojik değişimler ve yeni uygulamalar artık daha kısa sürelerde taklit edilebilmekte ve bu durum firmaların rekabet üstünlüğünü sonlandırabilmektedir. Uzun çalışmalar sonucu oluşturulan “tedarik zinciri yönetimi”nin kopyalanması ise karmaşık yapısından ötürü daha zor ve maliyetli olduğu varsayılmaktadır. Bu yüzden dünya genelinde eğilimin, rekabet avantajı sağlayabilmek adına tedarik zinciri performansının değişen koşullara daha hızlı adapte edilebilmesi ve daha kolay izlenebilir olmasını gerektirmektedir. Firmaların kendi tedarik zincir performanslarını doğru yönetebilmeleri için öncelikle mevcut performans durumlarını ölçebilecek yöntemlere sahip olmaları gerekmektedir. Buradan yola çıkarak yapılan literatür araştırmalarında ortaya konan tedarik zinciri performans yöntemlerinde SCOR modelinin tedarik zinciri performans metriklerinin hesaplanmasında ve kıyaslama yapılarak rekabette firmaların konumunu anlamasına ve strateji geliştirmesine destek olduğu gözlemlenmiştir. SCOR modelinin 12. sürümü değişen ihtiyaçlar ve rekabet koşullarına göre güncellendiği ve artık hizmet sektörünü de ölçebilen, teknolojik gelişmelerin tedarik zinciri performansına olan etkilerini de dikkate alabilen bir yapıya büründüğü görülmektedir. Tedarik zincirinin karmaşık yapısı ve çok kriterli bir karar verme problemi olması sebebiyle firmaların birçok kriterden hangilerinin performanslarını etkilediği ve bu kriterlerin birbiriyle olan etkileşimleri de performansın ölçülmesinde önemli olduğu ancak literatürde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin performans ölçümünden çok tedarikçi seçimlerinde kullanıldığı kanaatine varılmaktadır. Birçok çok kriterli karar verme yönteminin tek başına kullanımında görülen dezavantajlardan dolayı literatürde metotların birlikte kullanımı yoluna gidildiği de dikkat çekmektedir (Kocaoğlu, 2009, Gürsoy, 2013, Öztayşi ve Sürer, 2014, Senvar vd. 2014, Büyüközkan ve Güleriyüz, 2016, Özdemir ve Tuysuz, 2017).

Bu tez çalışmasında literatürde görülen tedarik zinciri performansının değerlendirilmesi konusundaki kısıtlı çalışmalardan dolayı endüstri standardı olarak kabul gören SCOR modelinin 2017 yılında yayınlanan ve en güncel versiyonu olan 12. sürümünde tanımlı performans metrikleriyle ANP, DEMATEL ve TOPSIS metotları birlikte ilk defa demiryolu sektöründe uygulanmış ve bir performans değerlendirme yaklaşımı ortaya konmuştur. Korelasyon analizi ile metrikler arası etkileşim değerleri elde edilmiş, ANP yöntemi ile

performans metriklerinin ağırlık değerleri belirlenmiş, TOPSIS ile farklı birimlerde olan değerler normalize edilerek DEMATEL metodu ile de metriklerin tedarik zinciri performansındaki önem dereceleri belirlenerek sıralanmıştır. Yapılan uygulamada DEMATEL ve ANP ağırlık oranları eşit kabul edilmiş, firmaların son 3 yılında hem en çok artış gösteren metrikler hem de üç yılın ortalamasında tedarik zinciri içerisindeki en önemli olan metrikler belirlenerek bir tedarik zinciri puanı hesaplanmıştır.

Tezde önerilen yaklaşımda ANP ve DEMATEL ağırlık oranlarının değiştirilerek kullanılmasında firmaların kendi önem verdikleri ancak toplam tedarik zincirinde de önemli olan metriklerin önem derecelerini belirleyerek kendi mevcut performanslarını ölçerek stratejik kararların alınmasında ve işletmelerin SCOR modelinin de önerdiği 5 süreci temel olarak iş süreçlerini yeniden yapılandırmalarına destek olacağı varsayılmaktadır. Ayrıca yaklaşım, içerisinde yer alan standart performans metrikleri ile firmalar ve sektörler arası kıyaslama çalışmalarının yapılmasına da olanak verdiği ve yapılacak daha çok uygulama sonucu elde edilecek performans metrik değerleri ve kıyaslama sonuçları ile ülkesel ekonomik politikalar ve yasal çerçevede yapılacak iyileştirmelere faydalı olacağı düşünülmektedir.

Geliştirilen ve önerilen yaklaşımın işleyişine katkısı bulunması açısından, geleceğe dönük şu çalışmalar önerilmektedir:

- Gelecekteki çalışmalarda SCOR modeli kapsamında daha fazla hizmet sağlayıcıların tedarik zinciri üzerinde uygulanabilir. Böylece üretici firmalar ile hizmet sağlayıcı firmalar arasındaki tedarik zinciri değerlendirmeleri kıyaslanabilir ve farklı metrikler ortaya konabilir.
- SCOR seviye 3 ve 4 operasyonel metriklerle çalışmalar yapılabilir.
- Elde edilen tedarik zinciri puanı ve metriklerin ağırlık değerleriyle firmalar arası kıyaslama ve değerlendirmeler yapılabilir.
- Bundan sonra yayınlanacak SCOR sürümler kullanılarak daha farklı sonuçların çıkıp çıkmadığı değerlendirilebilir.
- Ayrıca başka kabuller yapılarak ve başka firma değerleriyle yaklaşım yeniden oluşturulabilir.
- Yaklaşım ayrıca bir yazılım haline dönüştürülmesi firmaların yeni stratejiler geliştirebilmesine, kendi tedarik zinciri puanı ile başka firmaları kıyaslayabilmesine ve

rekabet için anlık veya geçmiş yılların tüm ile hem bir durum değerlendirmesi için iyileştirme imkânlarını görebilmesine olanak sağlayabileceği yönünden önerilmektedir.

- Aynı modelin, çok safhalı tedarik zinciri için uygulanabilirliği incelenmelidir. Yaklaşım firmaların tek bir tedarik zinciri performans yönetimini kapsamaktadır. Farklı tedarik zincirlerinin birarada yönetildiği, farklı işletmelerdeki aynı seviyedeki durumları değerlendirmek için, daha önce yapılmamış farklı yöntemlerden faydalanma durumu incelenmelidir.
- Çalışma firmanın belli bir ürün grubu için yapılmıştır. Tüm ürünler için de toplu bir analiz yapılabilir.
- Çalışma demiryolu sektörü dışındaki farklı sektörler için uygulanabilir.





KAYNAKLAR

- Agahanov A. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Scor Modeli ve Scocard Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 10-60.
- Ağar, F. (2010). *Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi ve Scocard Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 20-45.
- Ahi, M. T. ve Yildiz, K. (2017). *Türkiye’de Demiryolu Sektörü İçin Lojistik Zincir Analizi Ve Modellemesi – SCOR Yöntemi*. 12. Ulaştırma Kongresi-Ulaştırma Politikaları, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, 55-57.
- Ahi, M. T. ve Yildiz, K. (2018). Determining performance criteria of railway market: a case study. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1), 6.
- Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.
- Alyol, U.S. (2011). *SCOR Modeli Türkiye Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 70-75.
- Anık, Z., (2007). *Nesne Yönelimli Yazılım Dillerinin Analitik Hiyerarşi ve Analitik Network Prosesi ile Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 80-92.
- Arashpour, M., Bai, Y., Aranda-mena, G., Bab-Hadiashar, A., Hosseini, R. and Kalutara, P. (2017). Optimizing decisions in advanced manufacturing of prefabricated products: Theorizing supply chain configurations in off-site construction. *Journal of Automation in Construction*, 84, 146-153.
- Atıcı, K.B. ve Ulucan, A. (2009). Multi Criteria Decision Analysis Approaches in Energy Projects Evaluation Processand Turkey Applications, Hacettepe University, *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 27, 161-186.
- Ayers, J. B. (2001). *Handbook of Supply Chain Management*, St. Luice Pres, Alexandria, VA: APICS, Washington, D.C, 98-121.
- Ayvaz, B., Bolat, B. ve Aydın, N. (2015). Stochastic Reverse Logistics Network Design For Waste Of Electrical And Electronic Equipment, *Resources Conservation And Recycling*, 104(B), 391-404.

- Azadeh, A., Rahimi, Y., Zarrin, M., Ghaderi, A. and Shabanpour, N. (2017). A decision-making methodology for vendor selection problem with uncertain inputs. *Transportation Letters*.
- Azimi, R., Yazdani-Chamzini, A., Fouladgar, M. M., Zavadskas, E. K. and Basiri, M. H. (2011). Ranking the strategies of mining sector through anp and topsis in a swot framework. *Journal of Business Economics and Management*, 12(4), 670–689.
- Bakoğlu, R. ve Yılmaz, E. (2001). *Tedarik Zinciri Tasarımının Rekabet Avantajı Yaratması Açısından Değerlendirilmesi: Fast Food Sektörü Örneği*, 6. Ulusal Pazarlama Kongresi, Erzurum, 33-36.
- Balstorff, P. (2008). *CSCMP's Supply Chain Quarterly: From Chaos To Control*, North Attleboro, USA, 1(4), 30-90.
- Barrios, M. O., Jiménez, H. F. and Isaza, S. N. (2014). Comparative analysis between anp and anp-dematel for six sigma project selection process in a healthcare provider. *Lecture Notes in Computer Science* (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 8868, 413–416.
- Beamon, B.M. (1998). Supply Chain Design And Analysis: Models And Methods, *Production Economics*, 55, 281-294.
- Beamon, B.M. (1999). Measuring Supply Chain Performance, *International Journal Of Operations & Production Management*, 19(3), 275-292.
- Behera, P., Mohanty, R. P. and Prakash, A. (2015). Understanding Construction Supply Chain Management. *Production Planning and Control*, 26, 1332-1350.
- Bhattacharya, A., Mohapatra, P., Kumar, V., Dey, P. K., Brady, M., Tiwari, M. K. and Nudurupati, S. S. (2014). Green supply chain performance measurement using fuzzy ANP-based balanced scorecard: a collaborative decision-making approach. *Production Planning & Control*, 25(8), 698–714.
- Bolstorff, P. A., Rosenbaum, R. G. and Poluha, R. G. (2007). Spitzenleistungen im Supply-chain-Management: ein Praxishandbuch zur Optimierung mit SCOR. *Science* (345), 35-39.
- Bolstroff, P. (2015). Supply Chain Impact on Shareholder Value: A Performance Paradigm. *Supply Chain Management Review*, 4, 70-78.
- Bowersox, D.J. and Closs, D.J. (1996). *Logistical Management - The Integrated Supply Chain Process*, McGraw Hill, New York, 2, 22-78.
- Bukhori, I. B., Widodo, K. H. and Ismoyowati, D. (2015). Evaluation of Poultry Supply Chain Performance in XYZ Slaughtering House Yogyakarta Using SCOR and AHP Method. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 221–225.

- Büyüközkan, G., Çifçi, G. ve Güleriyüz, S. (2011). Strategic analysis of healthcare service quality using Fuzzy AHP methodology. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9407–9424.
- Büyüközkan, G. (2010). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Yeşil SCOR Modeli, *Lojistik Dergisi*, İstanbul, 11-12.
- Büyüközkan, G. ve Çiftçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011.
- Büyüközkan, G. ve Güleriyüz, S. (2016). An integrated DEMATEL-ANP approach for renewable energy resources selection in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 2, 435-448.
- Büyüközkan, G. ve Ersoy, M. Ş. (2003). *Tedarik Zinciri Yönetim Sistemlerinde Modelleme ve Simülasyon Uygulamaları*, International Logistics Congress, İstanbul, 31-37.
- Carlucci, D. (2010). Evaluating and selecting key performance indicators: an ANP-based model. *Measuring Business Excellence*, 14(2), 66–76.
- Carmichael, D. (1998). *Supply chain planning systems in manufacturing*, Unpublished Master Thesis in Manufacturing, Management and Technology, 21-22.
- Cerit, A.G. ve Kasapoğlu, L. (2010). Türkiye’de Intermodal Konteyner Taşımacılığında Demiryolu Ulaştırma Potansiyelinin Analizi, *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, İzmir, 24-83.
- Chatfield, D.C., Harrison, T.P. and Haya, J.C. (2006). A XML-Centred Approach To Creating Object-Oriented Supply Chain Simulation Models, *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 2(3), 115-123.
- Che, Z. H. (2010). Using Fuzzy analytic hierarchy process and particle swarm optimisation for balanced and defective supply chain problems considering WEEE/RoHS directives. *International Journal of Production Research*, 48(11), 3355–3381.
- Chen, H. (2005). *A Research Based on Fuzzy AHP for Multi-criteria Supplier Selection In Supply Chain*, Master Thesis, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan, 32-54.
- Chen, S.-J. and Huang, E. (2007). A systematic approach for supply chain improvement using design structure matrix. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 18(2), 285–299.
- Chiang, W. Y. (2014). Applying data mining with a new model on customer relationship management systems: A case of airline industry in Taiwan. *Transportation Letters*, 55-58.
- Ciravoglu, G. (2006). *Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları Ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trakya, 5-25.

- Croxton, K.L., Dastugue-Garcia, S.J. and Lambert, D.M. (2001). The Supply Chain Management Process, *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13-35.
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2009). Lojistik Yönetimi. İstanbul: *Uluslararası Taşımacılık ve Hizmet Üretenler Dergisi Yayınları*, 3, 25-70.
- Çengel, Ö. (2008). *Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Araştırma*, İstanbul: Bigart Yayınları, 2, 32-45.
- Demir, V. (2006). Lojistik Faaliyetler ve Maliyetleri, *Mali Çözüm Dergisi*, 74, 119-120.
- Ecer, B. (2014). *Güvenilir lojistik ağ tasarımı için çok amaçlı optimizasyon modeli*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 70-79.
- Faisal, M. N., Banwet, D. K. and Shankar, R. (2007). Management of Risk in Supply Chains: SCOR Approach and Analytic Network Process. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 8(2), 66-79.
- Fayez, M, Rabelo, L. and Mollaghasemi, M. (2005). *Ontologies For Supply Chain Simulation Modeling*. Proceedings of The 2005 Winter Simulation Conference, 1, 113-118.
- Fikirkoca, M. (2006). CRM'i Etkileyen, Güncel Paradigmalar, *CRMpro Dergisi*, İstanbul, 4, 90-102.
- Francis, J. (2010). *Supply Chain Council (SCC) and SCOR Overwiev Engen*, Supply Chain Council, 200-322.
- Francis, J. (2010). *Supply Chain Council (2006), SCC/AQPC Webinar: SCOR Benchmarking & SCC Member Benefits*, Supply Chain Council, 5, 122-125.
- Ganga, G. M. D. and Carpinetti, L. C. R. (2011). A fuzzy logic approach to supply chain performance management. *International Journal of Production Economics*, 134(1), 177-187.
- Genç, R. (2009). *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Yöntem ve Kavramları*, Detay Yayıncılık, Ankara, 2, 164-166.
- Georgise, F. B., Wuest, T. and Thoben, K. D. (2017). SCOR model application in developing countries: challenges & requirements. *Production Planning and Control*, 82(30), 90-102.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. and Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 7207-7220.

- Govindan, K., Soleimani, H. and Kannan D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603-626.
- Gölcük, I. ve Baykasotlu, A. (2016). An analysis of DEMATEL approaches for criteria interaction handling within ANP. *Expert Systems with Applications*, 46, 346–366.
- Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001). Performance Measures And Metrics In A Supply Chains Environment, *International Journal Of Operations & Production Management*. 21(1), 71-84.
- Gürsoy, Ö. (2013). *Üretim Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi ve SCOR (Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli) Modelinin Farkındalık Düzeyi Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 72-95.
- Harrison, T.P., Chatfield, D.C. and Haya, J.C. (2006). SISCO: An Object-Oriented Supply Chain Simulation System, *Decision Support Systems*, 42, 1, 422-434.
- Hu, H. Y., Chiu, S.-I., Yen, T.-M. and Cheng, C.-C. (2015). Assessment of supplier quality performance of computer manufacturing industry by using ANP and DEMATEL. *The TQM Journal*, 27(1), 122–134.
- Huang, G.-H. and Zhang, X.-L. (2014). Performance evaluation of green supply chain from the perspective of enterprise value based on ANP, *Beijing Ligong Daxue Xuebao/Transaction of Beijing Institute of Technology*, 34, 128–131.
- Huang, S., H., Sheoran, S. and Keskar, H. (2005). Computer-Assisted Supply Chain Configuration Based On Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model. *Computers & Industrial Engineering*, 377-394.
- Huemer, L. (2012). Unchained from the chain: Supply management from a logistics service provider perspective. *Journal of Business Research*, 65(2), 447-450.
- Hung, W.Y., Samsatli, N.J. and Shah, N. (2006). Object-Oriented Dynamic Supply-Chain Modelling Incorporated With Production Scheduling. *European Journal of Operational Research*, 169(3), 1064-1076.
- Hwang, Y. D., Lin, Y. C. and Lyu, J. (2008). The performance evaluation of SCOR sourcing process- The case study of Taiwan's TFT-LCD industry. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 411–423.
- İnternet: Kümeler için Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu (2018). T.C. Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü. URL:http://www.smenetworking.gov.tr/userfiles/pdf/belgeler/ekonomiBakanligi/7_tedarik.pdf, Son Erişim Tarihi: 14.01.2018.
- İnternet: Küresel Bilgi Teknolojileri Raporu (2016). URL:<http://www.ideaport.org.tr/haberler/kuresel-bilgi-teknolojileri-raporu-2016-one-cikanlar>, Son Erişim Tarihi: 22.01.2018.

İnternet: Logistics Performance Index (2017). World Bank.URL: <http://lpi.worldbank.org/>,
Son Erişim Tarihi: 10.12.2017.

İnternet: Tavukçuoğlu, C. (2018). Sanayi 4.0'ın Lojistiğe Etkileri.URL: <http://www.lojistikhatti.com/haber/2017/01/sanayi-4-0in-lojistige-etkileri>,
Son Erişim Tarihi: 22.01.2018.

İnternet: Türkiye Bankalar Birliği (2018). Sermaye Yeterliliği ve VAR: Value At Risk.URL:https://www.tbb.org.tr/Dosyalar/Arastirma_ve.../sermaye_var.doc,
Son Erişim Tarihi: 08.02.2018.

İnternet: Türkiye İhracatçılar Meclisi İhracat Strateji Raporu 2023 (2018). URL:<http://www.tim.org.tr/files/downloads/2023/tim%202023%20ihracat%20strateji%20raporu.pdf>, Son Erişim Tarihi: 14.01.2018.

Jain, S. (2006). A Conceptual Framework For Supply Chain Modelling And Simulation. *International Journal of Simulation And Process Modelling*, 2(3), 164-174.

Jakhar, S. K., Barua and M. K. (2014). An integrated model of supply chain performance evaluation and decision-making using structural equation modelling and fuzzy AHP. *Production Planning & Control*, 25(11), 938-957.

Jaśkowski, P., Sobotka, A. and Czarnigowska, A. (2018). Decision model for planning material supply channels in construction. *Automation in Construction*, 98(15), 773-787.

Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (2009). *Balanced Scorecard – Şirket Stratejisini Eyleme Dönüştürmek*. Sistem Yayıncılık, İstanbul, 74-75.

Karagöz, B. ve Gülenç, İ.F. (2008). E-Lojistik Ve Türkiye’de E-Lojistik Uygulamaları, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2008(1), 77-80.

Kaya, Y., (2004). *Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu, Ankara, 20-35.

Kazançoğlu, Y. (2008). *Lojistik Yönetim Sürecinde Tedarikçi seçimi ve Performans Değerlendirmesi Yöneylem Araştırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi: AHP (Analitik Hiyerarşik Süreç) ve DEA (Veri Zarflama Analizi)*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir, 60-102.

Kijewska, K., Torbacki, W. and Iwan, S. (2018). Application of AHP and DEMATEL methods in choosing and analysing the measures for the distribution of goods in Szczecin region. *Sustainability (Switzerland)*, 10, 2365.

Kocaoğlu, B. (2009). *Tedarik Zinciri Performans Ölçümü için Stratejik ve Operasyonel Hedefleri Bütünleştiren SCOR Modeli Temelli Bir Yapı*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 15-100.

- Kocaoğlu, B., Gülsün, B. B. ve Tanyaş, M. (2013). A SCOR based approach for measuring a benchmarkable supply chain performance. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24(1), 113–132.
- Kopczak, L. R. (1997). Logistics Partnership and Supply Chain Restructuring: Survey Results From The US Computer Industry. *Production and Operations Management*, 6(3), 226-247.
- Lambert, D. M. and Stock, J. R. (2001). *Strategic Logistics Management*. New York, 4, 34-63.
- Lee, H. L. and Billington, C. (1992). Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities. *Sloan Management Review*, 2, 65 – 73.
- Lee, H. S., Tzeng, G. H., Yeih, W., Wang, Y. J. and Yang, S. C. (2013). Revised DEMATEL: Resolving the infeasibility of DEMATEL. *Applied Mathematical Modelling*, 37(10–11), 6746–6757.
- Lee, Y. H., Kim and S. H. (2002). Production-Distribution planning in Supply 101 Chain Considering Capacity Constraints. *Computers and Industrial Engineering*, 43(1), 169-190.
- Li, L., Su, Q. and Chen, X. (2011). Ensuring supply chain quality performance through applying the SCOR model. *International Journal of Production Research*, 49(1), 33–57.
- Lima-Junior, F. R. and Carpinetti, L. C. R. (2016). Combining SCOR model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. *International Journal of Production Economics*, 174, 128-141.
- Lin, C. C., Wang, W. C. and Yu, W. D. (2008). Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach (A3). *Automation in Construction*, 17(2), 180-187.
- Liu, W., Ge, M., Xie, D. and Liu, C. (2012). Performance evaluation of logistics service supply chain process docking based on the ANP-fuzzy method. *Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 36(6), 1113–1117.
- Lummus, R. R. and Vokurka, R. J. (1999). Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective And Practical Guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 99(1), 11-17.
- Muller, G. (1999). *Intermodal Freight Transportation*. 4th Edition. Washington DC: Eno Transportation Foundation and Intermodal Association of North America, 4, 1-22.
- Najmi, A. and Makui, A. (2010). Providing hierarchical approach for measuring supply chain performance using AHP and DEMATEL methodologies. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 1(2), 199–212.

- Nalçakan, M. (2003). *Türkiye Ekonomisi Açısından Ulaştırma Sektöründe Demiryolu Taşımacılığının Önemi ve Ekonometrik Model ile Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Tasıma Talebinin Analizi (1998–2000 Dönemi)*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 10-15.
- Olson, D.L., (2004). Comparasion of Weights in TOPSIS Models. *Mathematical and Computer Modelling*, 1, 0-12.
- Organ, A. and Kenger, M. D. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Mortgage Banka Kredisi Seçim Problemine Uygulanması. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 119-135.
- Ortiz Barrios, M., Felizzola Jiménez, H. and Nieto Isaza, S. (2014). Comparative Analysis between ANP and ANP- DEMATEL for Six Sigma Project Selection Process in a Healthcare Provider. *Ambient Assisted Living and Daily Activities*, 8868, 413–416.
- Ömürbek, N. ve Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 22, 306-327.
- Özdağoğlu, A. (2013). Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinde Normalizasyon Tekniklerinin Sonuçlara Etkisi: COPRAS Örneği. *Research Gate*, 8(2), 229.
- Özdemir, A. ve Tuysuz, F. (2017). An Integrated Fuzzy DEMATEL and Fuzzy ANP Based Balanced Scorecard Approach: Application in Turkish Higher Education Institutions. *Journal of multiple-valued logic and soft computing*. 28, 289-310.
- Özdener, H. (2010). *Lojistikte Toplam Kalite Yönetimi*. Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, 11-32.
- Öztayşi, B. ve Sürer, O. (2014). Supply chain performance measurement using a SCOR based fuzzy VIKOR approach. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 125(3), 322-330.
- Palma-Mendoza, J. A. (2014). Analytical hierarchy process and SCOR model to support supply chain re-design. *International Journal of Information Management*, 34(5), 634–638.
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R. and Verdegay, J. L. (2009). Fuzzy optimization for supply chain planning under supply, demand and process uncertainties. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(18), 2640–2657.
- Persson, F. (2011). SCOR template - A simulation based dynamic supply chain analysis tool. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 288–294.
- Poveda-Bautista, R., Baptista, D. C. and Garca-Melón, M. (2012). Setting competitiveness indicators using BSC and ANP. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4738–4752.

- Pramod, V. R. and Banwet, D. K. (2011). Performance measurement of SHER service supply chain: a balanced score card - ANP approach. *International Journal of Business Excellence*, 4(3), 321.
- Pundoor, G. and Herrmann, J. W. (2006). A Hierarchical Approach To Supply Chain Simulation Modelling Using The Supply Chain Operations Reference Model, *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 2(3), 124-132.
- Ravi, V., Shankar, R. and Tiwari, M. K. (2005). Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. *Computers and Industrial Engineering*, 48(2), 327–356.
- Ross, D. F. (2000). *Competiting Through Supply Chain Management, Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships*. Material Management/Logistics Series, Kluwer Academic Publisher, Boston, 63-83.
- Rossetti, M. D., Miman, M. and Varghese, V. (2008). An Object-Oriented Framework For Simulating Supply Systems. *Journal of Simulation*, 2, 103-116.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of The Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 842-843.
- Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons Are Central in Mathematics For The Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. *Review Of The Royal Spanish Academy Of Sciences Series A Mathematics*, 102(2), 251-318.
- Sağlam, A. A. (2013). *Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli ve Scorcara Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 20-30.
- Seker, S., Mert, C., Al-Naami, K., Özalp, N. ve Ayan, U. (2014). Time Series Analysis On Stock Market For Text Mining Correlation of Economy News. *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*, 6, 69-91.
- Sellitto, M. A., Pereira, G. M., Borchardt, M., Da Silva, R. I. and Viegas, C. V. (2015). A SCOR-based model for supply chain performance measurement: Application in the footwear industry. *International Journal of Production Research*, 53(16), 4917–4926.
- Senvar, O., Tuzkaya, U. R. ve Kahraman, C. (2014). Supply chain performance measurement: An integrated DEMATEL and fuzzy-ANP approach. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 313, 143–165.
- Serpell, A. and Heredia, B. (2006). Supply Chain Management in Construction: Diagnosis And Application Issues. *Supply Chain Management in Construction*, 142(6), 693-711.
- Shapiro, J. F. (2001). *Modeling the Supply Chain*. Duxbury Thomson Learning Inc., CA, 2, 40-53.

- Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S. and Thakur, L. S. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8182–8192.
- Supeekit, T., Somboonwiwat, T. and Kritchanhai, D. (2016). DEMATEL-modified ANP to evaluate internal hospital supply chain performance. *Computers and Industrial Engineering*, 102, 318–330.
- Supply Chain Council (1995). Supply Chain Operations Reference model. *Overview of SCOR model version 5.0*, Washington DC & Amsterdam, 5, 1-50.
- Supply Chain Council (2017). Supply Chain Operations Reference model. *Overview of SCOR model version 12.0*, Washington DC & Amsterdam, 12, 1-24.
- Tanyaş, M. ve Baskak, M. (2017). *Üretim Planlama ve Kontrol*. İrfan Yayıncılık, İstanbul, 3, 10-45.
- Tarman, A.M. (2011). *Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli*, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 55-70.
- Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) İşletmesi (2013). *Demiryolu Sektör Raporu - 2013 Yılı ve 2023 Hedefleri*, Ankara, 5, 10-89.
- Thunberg, M. and Persson, F. (2014). Using the SCOR models performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning and Control*, 25(14), 1065-1078.
- Torul, Y. (2013). *Tedarik Zinciri Yönetiminde SCOR Modelin DCOR ve CCOR Model ile Genişletilmesi ve Mobilya Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 82-85.
- TUİK (2013). *Infrastructure Industry*, Republic of Turkey Prime Ministry Investment Support and Promotion Agency, Ankara: TUİK Yayınları, 84-93.
- Tuzkaya, U.R. (2007). *Çok Modlu Taşımacılık Sistemlerinin Stratejik Planlamasında Kritik Faktörlerin Modellenmesine Yönelik Bir Çözüm*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 17-29.
- Ülgen, S. ve Gürin Sarısoy, S. ve Tekçe M. (2007). Second Generation Structural Reforms: De-Regulation and Competition in Infrastructure Industries, The Evolution of Turkish Communications, Energy and Transport Sectors in Light of EU Harmonization. *Ekonomi ve Dış Politika Araştırma Merkezi Yayınları*, İstanbul, 33(2), 55-57.
- Wibowo, M. A. and Sholeh, M. N. (2015). The analysis of supply chain performance measurement at construction project. *Procedia Engineering*, 33(3), 98-99.
- Xia, L. (2006). Supply Chain Modelling And Improvement In Telecom Industry: A Case Study. *Industrial Informatics*, 8, 1159-1164.

- Yıldız, K. ve Ahi M. T. (2020). Demiryolu Lojistiğinde Tedarik Zinciri Performans Metrikleri. *Demiryolu Mühendisliği Dergisi*, 11, 14-25.
- Yıldıztekin, A. ve Çelik, H.M. (2013). Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi – İskenderun Lojistik Köyü ve Destek Merkezleri Mastır Planı. *T.C. Hatay Valiliği Yayını*, Hatay, 12, 25-29.
- Yoon, K. P. and Kim, W. K. (2017). The behavioral TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 89, 266–272.
- Yoon, K.P. and Hwang, C.L. (1995), Multiple Attribute Decision Making: An Introduction. *Sage University Paper Series On Quantative Applications In The Social Sciences*, Thousand Oaks, CA, 33(5), 1100-1153.
- Yu, J. R., Shing and W.-Y. (2013). Fuzzy analytic hierarchy process and analytic network process: An integrated fuzzy logarithmic preference programming. *Applied Soft Computing*, 13(4), 1792–1799.
- Yüksel, H. (2004). Tedarik Zincirleri İçin Performans Ölçüm Sistemlerinin Tasarımı. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*. 11(1), 143-154.
- Yüksel, I. ve Dağdeviren, M. (2010). Using the fuzzy analytic network process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case study for a manufacturing firm. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1270–1278.
- Zhang, X., Lu, Q. and Wu, T. (2011). Petri-net based applications for supply chain management: An overview. *International Journal of Production Research*, 49(13), 3939–3961.
- Zheng, L. and Pospel-Dölken, F. (2002). *Strategic Production Network*. Springer-Verlag, Heidelberg, 2, 294-299.
- Zhou, H., Benton, W. C., Schilling, D. A. and Milligan, G. W. (2011). Supply chain integration and the SCOR model. *Journal of Business Logistics*, 32(4), 332–344.
- Zorlu, G., Ozturk, M. ve Koseoglu, A. (2018). İşletmelerde Endüstri 4.0'ın Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi. *Press Academia Procedia*, 7(1), 348-351.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AHİ, Muhammet Türker
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 22.08.1982, İzmir
 Medeni hali : Evli
 Telefon : +90 (312) 557 16 88
 e-mail : turkerahi@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Yüksek lisans	RWTH Aachen Teknik Üniversitesi	2009
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Müh.	2006
Lise	Bornova Anadolu Lisesi, İzmir	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-2020	DeTIM Ltd. Şti. Firması	Kurucu Ortak
2011-2020	Tg Consulting Firması	Genel Müdür
2011-2020	Railistics GmbH Firması/Almanya	Ülke Müdürü
2018-2020	3.Havalimanı-Gayrettepe Metro Hattı	Danışman
2016-2017	Omsan Lojistik	Danışman
2016-2017	Kale Nakliyat	Danışman
2016-2017	Ulaştırma Bakanlığı AB projeleri	Kıdemli Uzman
2016	Solentek Firması Makas Taşıma Vagonu	Denetçi
2016	Arkas – Argü Lojistik ECM sertifikasyonu	Denetçi
2015	Mitsubishi – Pazar Araştırması	Danışman
2015-2016	Hırvatistan, Makedonya, Pakistan, Tanzanya Ulaştırma Bakanlıkları için çeşitli projeler	Danışman
2013-2016	Ulaştırma Bakanlığı Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğü AB projeleri	Danışman

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-2013	TCDD'nin yeniden yapılandırılması ve Emniyet Yönetim Sistemin kurulması	Danışman
2010-2011	Sersa GmbH İsviçre Firması	Şantiye Müdürü
2008-2010	RWTH Aachen Ulaştırma Enstitüsü	Araştırma Görevlisi
2009-2010	AVISO GmbH Mühendislik Firması	Mühendis
2006-2008	IB GmbH – Fen Bilimleri Enstitüsü	Eğitmen
2005	İzmir Metro AŞ.	Stajyer
2004	Kutlutaş – Dillingham Co. Ltd.	Stajyer

Yabancı Dil

İngilizce ve Almanca ileri düzey.

Fransızca, İtalyanca temel düzey.

Yayınlar

1. Ahi, M. T. ve Yildiz, K. (2020). Demiryolu Lojistiğinde Tedarik Zinciri Performans Modellemesi. *Demiryolu Mühendisliği Dergisi*, 11, 31-35.
2. Ahi, M. T. ve Yildiz, K. (2018). Determining Performance Criteria of Railway Market: A Case Study. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1), 6.
3. Ahi, M. T. ve Yildiz, K. (2017). *Türkiye’de Demiryolu Sektörü İçin Lojistik Zincir Analizi ve Modellemesi – SCOR Yöntemi*. 12. Ulaştırma Ulaştırma Politikaları Kongresi, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, 55-57.

Hobiler

Yelken, maraton ve seyahat.



GAZİ GELECEKTİR..