



T.C.

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KADIN EV & İÇ GİYİM PERAKENDESİNDE DİJİTAL
DÖNÜŞÜM SÜRECİNE YÖNELİK MAĞAZA VE KATEGORİ
VERİMLİLİĞİNİN FRONTİER ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa Furkan KARAKAŞ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Muhammet Enis BULAK

İSTANBUL-2025

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KADIN EV & İÇ GİYİM PERAKENDESİNDE DİJİTAL
DÖNÜŞÜM SÜRECİNE YÖNELİK MAĞAZA VE KATEGORİ
VERİMLİLİĞİNİN FRONTİER ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa Furkan KARAKAŞ

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Muhammet Enis BULAK

İSTANBUL-2025

BEYAN

Bu çalışmanın kendi tez çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

01.07.2025

Mustafa Furkan KARAKAŞ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dijital dönüşümün ivme kazandığı ve belirsizliklerin hakim olduğu günümüz iş dünyasında, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmeleri için veri temelli karar alma mekanizmalarına yönelmeleri zorunlu hale gelmiştir. Bu kapsamda, mühendislik yönetimi disiplini içerisinde stratejik planlamadan operasyonel verimliliğe kadar pek çok süreci etkileyen talep planlama sistemleri, özellikle hızlı tüketim ve perakende sektörlerinde önemli bir yer edinmiştir. Bu tez çalışması, dijital dönüşümün sunduğu teknolojik imkanlar ışığında mağazacılık perakendeciliğinde talep planlama sistem süreçlerinin geliştirilmesine yönelik uygulama örneğini içermektedir.

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimiyle beni yönlendiren, akademik rehberliğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Muhammet Enis BULAK'a derin teşekkürlerimi sunarım. Uygulama sürecinde gerekli veri ve saha bilgilerini paylaşarak çalışmamın gerçekleşmesine katkı sağlayan ilgili firma yetkililerine de teşekkür ederim. Ayrıca her türlü desteğini esirgemeyen aileme, meslektaşlarım Kübra YALÇINAY'a ve Begüm KÜÇÜKTOKSÖZ'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN (YEMİN METNİ)	i
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	4
3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM.....	10
3.1. Dijitalleşme Kavramı.....	10
3.2. Dijitalleşmenin Önemi.....	11
3.3. Dijital Dönüşüm.....	13
3.4. Dijital Dönüşümün Tarihsel Gelişimi.....	15
3.4.1. Endüstri 1.0	16
3.4.2. Endüstri 2.0	16
3.4.3. Endüstri 3.0	17
3.4.4. Endüstri 4.0	18
3.5. Dijital Dönüşüm Teknolojileri.....	20
3.6. Dijital Dönüşüm Çeşitleri	22
3.7. Dijital Dönüşümün Faydaları ve Zorluklar.....	23
3.8. Endüstri 4.0'ın İş Dünyasındaki Etkileri	26
4. PERAKENDE SEKTÖRÜ	28
5. TALEP TAHMİNİ.....	29
5.1. Talep Yönetimi	29

5.2. Talep Planlama	30
5.3. Talep Tahmini Kavramı.....	31
5.4. Talep Tahmini İlkeleri	34
5.5. Tedarik Zincirinde Talep Tahmini.....	34
6. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ	37
6.1. Nitel Tahmin Yöntemleri.....	37
6.1.1. Kilit Personelin Kararı	37
6.1.2. Anket yöntemi.....	37
6.1.3. Delphi Tekniği	38
6.1.4. Senaryo Analizi.....	38
6.2. Nicel Tahmin Yöntemler	39
6.2.1. Regresyon analizi.....	39
6.2.2. Çoklu Regresyon Analizi.....	40
6.2.3. En Küçük Kareler Yöntemi	40
6.2.4. Korelasyon Metodu.....	40
6.2.5. Zaman serileri yöntemi	41
6.2.6. Basit ortalama ve ağırlıklı ortalama yöntemi.....	41
6.2.7. Hareketli ortalamalar yöntemi	41
6.3. Tahmin Performansının Ölçümü	42
7. METODOLOJİ.....	44
7.1. Veri Zarflama.....	45
7.1.1. Kullanım Alanları	46
7.1.2. Uygulama Aşamaları	48
7.1.3. Amaç.....	52
7.1.4. Avantajlar ve Dezavantajlar.....	53
7.1.5. Yöntemler	54

8. UYGULAMA	57
8.1. Kategori Seçimi	57
8.2. Veri Hazırlama.....	63
8.3 Frontier Analizinin Uygulaması	65
9. BULGULAR.....	72
10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
11. KAYNAKLAR	85



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3. 1. Dijital Dönüşüme Yönelik Literatür İçerisinde Geçen Tanımlar	14
Tablo 8. 1. Sezon&Kategori Seçimi (Sayısal Veriler).....	58
Tablo 8. 2. Kumaş Tipi Seçimi (Sayısal Veriler)	62
Tablo 8. 3. Model Cinsi Seçimi (Sayısal Veriler).....	63
Tablo 8. 4. Örnek 10 Mağazanın Girdi/Çıktı Parametreleri	65
Tablo 9. 1. Perakende Mağazalarının Verimlilik Skorları.....	73
Tablo 9. 2. (Devamı).....	74
Tablo 9. 3. (Devamı).....	75
Tablo 9. 4. Örnek Mağazaların Lambda Değerleri	76
Tablo 9. 5. Referans Mağaza Lambda Değerleri	76
Tablo 9. 6. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (Dönüşüm Oranı).....	77
Tablo 9. 7. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (BSF, SMM, Brüt Kar).....	78
Tablo 9. 8. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (Satış Alanı, Satış, Ciro).....	78
Tablo 9. 9. İyileştirme Önerileri	80
Tablo 9. 10. Bölgesel Verimli-Verimsiz Mağaza Sayıları.....	80

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 7. 1. Akış Diyagramı.....	45
Şekil 7. 2. Veri Zarflama Yöntemleri	55
Şekil 8. 1. Ürün Kırılım Başlıkları.....	58
Şekil 8. 2. Kategori Bazlı Satış Miktarı Oranları.....	59
Şekil 8. 3. Kategori Bazlı Ciro Oranları	59
Şekil 8. 4.Kategori Bazlı Satılan Malın Maliyeti Oranları	60
Şekil 8. 5. Kategori Bazlı Markup Değerleri	61
Şekil 8. 6. Ev Giyim Kategorisinin Yapısı	62
Şekil 8. 7.Kütüphanenin Yüklenmesi (Python Ekranı).....	68
Şekil 8. 8. Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Tanımlanması (Python Ekranı).....	68
Şekil 8. 9. Verimlilik Skorlarının Tutulması (Python Ekranı).....	69
Şekil 8. 10. Her Mağaza İçin DEA Modelinin Çözülmesi (Python Ekranı).....	69
Şekil 8. 11. Amaç Fonksiyonu (Python Ekranı)	69
Şekil 8. 12. Girdi Kısıtları (Python Ekranı)	69
Şekil 8. 13. Çıktı Kısıtları (Python Ekranı)	70
Şekil 8. 14. Değişken Sınırları (Python Ekranı)	70
Şekil 8. 15. Lineer Programlama (Python Ekranı).....	70
Şekil 8. 16. Sonucun Listelenmesi (Python Ekranı)	70
Şekil 9. 1. Örnek Verimsiz Mağazanın Lambda Benchmark Haritası.....	77
Şekil 9. 2. Bölge Bazlı Ortalama Verimlilik Skoru	81

ÖZET

Günümüzde kaynakları etkin kullanmak, hızlı ve etkili karar alabilmek için veri tabanlı yaklaşımlar farklı sektörlerdeki firmalar için gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Özellikle perakende sektöründe firmalar, talep yönetimi için dijital dönüşüm yöntemlerini kullanmaya yönelik önemli başlangıçlar yapmaktadır. Sezonluk ürün yönetimi ve birden fazla mağazanın planlamasında talep tahmini algoritmaların güvenilirliği ve dijital dönüşüm ile elde edilen karar destek sistemleri, firmaların karlılık ve müşteri memnuniyeti açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu bağlamda çalışma, kadın iç giyim pazarında faaliyet gösteren lider bir perakende firmasının, 2025 Nisan – 2025 Eylül döneminde satışa sunacağı ürün gruplarından büyük önem taşıyan ev giyim yaz koleksiyonunun, Türkiye genelindeki mağazalarına Frontier analizi yaklaşımı ile dağıtılmasını değerlendirmiş ve öneriler sunmuştur.

Araştırmada, mağazaların bir önceki sezon dönemindeki satış performansı metrikleri Veri Zarflama analizi ile kıyaslanarak, mağazaların verimli ve verimsiz parametreleri ortaya konmuştur. Verimsiz mağazalar için referans mağazalar belirlenmiş olup bu mağazalara benzetilmesi gereken parametreler belirtilmiştir. Her bir mağaza, karar birimi (DMU) olarak tanımlanmış; satış alanı, ziyaretçi trafiği ve stok kapasitesi gibi değişkenler girdi, satış adedi, ciro ve brüt kâr gibi göstergeler ise çıktı olarak modellenmiştir. Analiz, girdi kısıtına yönelik CCR modeli temelinde yürütülmüş; böylece çıktıyı sabit tutarken, mağazaların girdileri minimize etme kapasitesi ölçülmüştür.

Model çıktıları, mağazaların verimlilik düzeylerini ortaya koymuş; sonuçlar görsel araçlarla desteklenmiştir. Ege Bölgesi'nde yüksek etkinlik gözlenmiş, bazı mağazalar için ise gelişim alanları belirlenmiştir. Talep tahmini ile DEA bulgularının birlikte kullanımı, sezon öncesi planlamaya katkı sunmuştur. Python ile geliştirilen uygulama, dijital dönüşümün operasyonel verimliliğe etkisini örneklemektedir.

Anahtar Kelimeler: CCR Modeli, Dijital Dönüşüm, Frontier Analizi, Kadın İç Giyim Pazarı, Talep Tahmini.

ABSTRACT

Today, data-based approaches are becoming increasingly important for companies in different sectors in order to use resources effectively and make fast and effective decisions. Especially in the retail sector, companies are making important starts to use digital transformation methods for demand management. The reliability of demand forecasting algorithms in seasonal product management and planning of multiple stores and the decision support systems obtained with digital transformation are of critical importance in terms of profitability and customer satisfaction of companies.

In this context, the study evaluated the distribution of the ev giyim summer collection, which is of great importance among the product groups to be offered for sale between April 2025 and September 2025 by a leading retail company operating in the women's underwear market, to its stores across Turkey with the Frontier analysis approach and presented suggestions.

In the research, the sales performance metrics of the stores in the previous season were compared with the Data Envelopment analysis, and the efficient and inefficient parameters of the stores were revealed. Reference stores were determined for inefficient stores and the parameters that should be compared to these stores were specified. Each store was defined as a decision unit (DMU); variables such as sales area, visitor traffic and stock capacity were modeled as inputs, and indicators such as sales volume, turnover and gross profit were modeled as outputs. The analysis was conducted based on the CCR model for input constraints; thus, the capacity of stores to minimize inputs was measured while keeping the output constant.

The model outputs revealed the efficiency levels of the stores; the results were supported by visual tools. High efficiency was observed in the Aegean Region, and development areas were determined for some stores. The use of demand forecasting and DEA findings together contributed to pre-season planning. The application developed with Python exemplifies the impact of digital transformation on operational efficiency.

Keywords: CCR Model, Digital Transformation, Frontier Analysis, Women's Underwear Market, Demand Forecasting.

1. GİRİŞ

Endüstri devrimleri, üretim süreçlerini geliştirmekteyken ayrıca insanların hayat şekillerinde de önemli değişikliklere yol açmıştır. 2011’de Hannover Fuarı’nda başlamış olduğu kabul görülen Dördüncü Endüstri Devrimi’nin tesirleri, hayatın bütün alanlarında hissedilebilmektedir. Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan Dördüncü Sanayi Devriminin insanların yaşamlarına katmış olduğu yeni teknolojiler, pek çok sektörün dijital dönüşüm sürecinin başlamasına yol açmıştır. Dijital dönüşüm ticaretten ulaşıma, iletişimden üretime hemen hemen bütün sektörlerin gelişiminde ve iş süreçlerinin tekrardan oluşturulmasında temel itici güce dönüşmüştür.

Dünya geçmişten bugüne devamlı değişerek gelişmektedir. Söz konusu değişim ve gelişim ağırlıklı bir şekilde bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yaşanmaktadır. Bilhassa bilgi ve iletişim teknolojilerinin iş süreçleri ile iletişim kurması ile dünya hızlıca dijitalleşme sürecine dahil olmuştur. Çağımızda söz konusu dijitalleşme sürecinin beraberinde getirmiş olduğu yenilikçi teknolojiler, insanların tüm alanlarda yeni gelişmeler ortaya çıkarmasına ve farklı yeniliklere başvurmasına yol açmıştır. Dijital teknolojilerden yararlanılması ve entegrasyonu sık sık firmaların geneline etkiye bulunmakta ve hatta ürünleri, tedarik zincirlerini, satış kanallarını ve iş süreçlerini etkileyip firmaların sınırlarının ötesine çıkmaktadır. (Matt vd., 2015).

Perakende sektörü, son senelerde dünyada değişen tüketici alışkanlıkları, dijitalleşme trendleri ve güvenilir veriye dayalı karar alma ihtiyacı giderek önem kazanmaktadır. Geleneksel yaklaşımlar yetersiz kaldığı için, özellikle ölçülebilir veri ile işlerini yürüten firmalar stratejik kararlar alırken analitik modelleri kullanmaya başlamıştır. Kadın iç giyim pazarı hareketli ve sezonsallığı yüksek, aynı zaman da müşteri eğilimlerinin hızla değiştiği, doğru ürünün doğru miktarda doğru mağazaya sevk, karlılığı etkileyen en önemli etkenlerdir. Bundan dolayı veriye dayalı yönetim araçlarının mağaza düzeyinde uygulanabilirliği sektördeki sürdürülebilir karlılık açısından kritik rol oynamaktadır.

Bahsi geçen dönüşüm için şu iki unsura çok dikkat etmek gerekir: Talep tahmini ve verimlilik analizleri. Talep tahmini, geçmişte gerçekleşen satış performansını geleceğe yönelik satış potansiyelinin öngörülmesine olanak tanır. Verimlilik analizi ise, mevcut kaynakların en verimli hale nasıl dönüştürülmesi gerektiği gösterir. Bu iki unsur bir arada uygulandığında sadece tedarik zinciri optimizasyonunu değil, mağazalara doğru miktarda doğru ürününü dağıtılmasında da önemli rol oynar.

Bu çalışmanın ana motivasyonu, kadın iç giyim pazarında lider konumda olan bir firmanın Nisan 2025 – Eylül 2025 tarihleri arasında satışa sunulacak sezon ürünlerinde stratejik karar karar almayı sağlayacak çözümler bulmaktır. Nisan 2024 – Eylül 2024 dönemlerindeki satış performansları değerlendirilerek, geleceğe yönelik tahminleme yapılmıştır. Firmanın Türkiye genelindeki mağazaları bu bağlamda analiz birimi olarak seçilmiştir. Mağazaların satış alanı, kapasitesi, müşteri yoğunluğu, karlılığı verileri çalışmaya yön vermiştir. Bu amaçla, mağazanın performansını etkileyen tüm parametreler göz önünde bulundurularak verimliliğin kapsamlı değerlendirilmesini sağlayan Frontier Analizi (Veri Zarflama Analizi) uygulanmıştır.

DEA, homojen karar birimlerinin birden çok girdiyle birden çok sayıda çıktıyı nasıl yönettiğini matematiksel olarak analiz eden bir tekniktir. Bu bağlamda çalışmada her mağaza, birer karar birimi (DMU) olarak tanımlanmıştır. Satış alanı, stok seviyesi ve ziyaretçi yoğunluğu gibi değişkenler girdi, satış adedi, toplam ciro ve brüt kâr gibi değişkenler çıktı olarak modellenmiştir. Veri zarflama yönteminin CCR modeli kullanılmış olup, çıktı düzeyini sabit tutarak, mağazaların minimum girdi ile ne ölçüde etkin çalışabildiği ölçülmüştür.

Dijital dönüşümün gelişmesiyle satış performansları ve bu performansların operasyonel konularda ölçülebilir ve karşılaştırılabilir hale gelmiştir. Bu çalışmada kullanılan DEA modeli ölçülebilirliğe ve kıyaslanabilirliğe önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Hem verimli-verimsiz karar birimlerini belirler, hem de verimsiz karar birimlerinin hangi mağazaları referans alarak hangi konularda gelişme fırsatlarının olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Hangi kaynaklarda ne oranda azaltma yapılmasını, potansiyeli düşük çıktıları belirlemeye yaramaktadır.

Çalışmanın özgün yönlerinden biri de, DEA çıktılarının yalnızca skor bazında raporlanmaması; aynı zamanda lambda (λ) referans katsayıları, girdi ve çıktı ağırlıkları, benchmark öneri tabloları ve renklendirilmiş coğrafi haritalar ile zenginleştirilmiş bir karar destek paketi olarak sunulmasıdır. Özellikle Ege Bölgesi gibi yüksek performanslı kümelerin öne çıktığı coğrafi analizler, yerel düzeyde stratejik planlama için de önemli içgörüler sunmaktadır. Ayrıca, talep tahmini doğruluğu ile DEA skorları arasında kurulan bağ, sezon açılışlarındaki kaynak planlaması ve ürün sevki stratejilerinin geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır.

Uygulanan bu modelin potansiyeli artıran unsurlarından biri talep tahminleme yöntemleridir. Öngörüler mağazaların gelecekteki potansiyelinin artırılmasına yönelik kullanılacak olan unsurlardır. Bu öngörüler DEA çıktıları ile birlikte kullanıldığında, mevcut verimlilik düzeyini ve potansiyel verimlilik senaryolarını ortaya koymaktadır. Özellikle sezon başında alınacak kararlar için firmalar, çok yönlü ve veri temelli bu analiz sayesinde stratejik kararlar alabilirler.

Bu uygulama, Python yazılımı ile geliştirilmiş olup doğrusal programlama yöntemlerinden faydalanılmıştır. Yazılım, çıktıları daha net anlayabilmek adına öneri tabloları ve grafikler geliştirmiştir. Model, verimlilik skorlarını hesaplamış, girdi kısıtlarının azaltılması, çıktıları artırma senaryoları geliştirmiş, referans ağırlıklarını belirlemiştir. Tüm bu bulgular, verimlilik düzeyi düşük olan mağazalar için yalnızca teşhis değil; aynı zamanda reçete de üretmektedir.

Bu araştırma, dijital dönüşümün perakendede yalnızca müşteri odaklı değil; veri temelli karar süreçlerinin yeniden yapılandırılmasıyla da etkili olduğunu göstermektedir. Uygulama verilerinin analitik modellerle bütünleştirilmesi, hem teorik çerçevelerin oluşturulmasını hem de bunların sahada uygulanabilirliğinin test edilmesini mümkün kılmaktadır. Çalışma, yönetsel kararlara katkı sunarken, DEA uygulamalarına sektörel düzeyde yeni bir perspektif kazandırmayı amaçlamaktadır.

Araştırmanın temel hedefi, mağaza yönetiminde veriye dayalı karar alma yaklaşımının benimsenmesine katkı sağlamak; verimlilik artışı için kritik öneme sahip alanları belirlemek ve bu doğrultuda sezonsal ürün planlamasına yönelik uygulanabilir bir yönetim modeli tasarlamaktır. Talep tahmini, performans sınır analizi ve dijital dönüşüm kavramlarının kesiştiği noktada geliştirilen bu model, hem saha operasyonları hem de merkezi planlama süreçleri açısından ölçeklenebilir ve tekrar uygulanabilir bir yöntem önerisi sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın temel amacı; perakende mağaza yönetiminde veri destekli karar alma kültürüne katkı sağlamak, verimliliği artırmaya yönelik stratejik alanları işaret etmek ve bu doğrultuda sezonsal ürün planlamasında yönetsel bir model önerisi geliştirmektir. Talep tahmini, frontier analizi ve dijital dönüşümün kesişim kümesinde kurgulanan bu model, hem saha yönetimi hem de merkez planlaması için ölçeklenebilir ve tekrar uygulanabilir nitelikte bir çözüm yaklaşımı sunmaktadır.

2. LİTERATÜR

Sarı (2010), Türkiye'deki 16 büyükşehir belediyesinin toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, otobüs işletmelerine ait girdi (araç sayısı, personel, yakıt tüketimi) ve çıktı (yolcu sayısı, km) verileriyle CCR ve BCC modelleri uygulanmıştır. Sonuçlar, bazı belediyelerin etkinlik sınırında yer aldığını, bazılarının ise verimsiz çalıştığını göstermiştir. Etkin olmayanlar için iyileştirme önerileri sunulmuş ve Adana Büyükşehir Belediyesi özelinde detaylı analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma, yerel yönetimlerde hizmet verimliliğinin ölçülmesine yönelik uygulamalı bir katkı sağlamaktadır.

Kutlar ve Kartal (2004), Cumhuriyet Üniversitesi'nde öğrenci kabul eden sekiz fakültenin verimliliğini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, sabit getirili ve girdi yönelimli CCR modeli ile ölçeğe göre değişken getirili BCC modeli uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Tıp, Diş Hekimliği, Güzel Sanatlar ve İlahiyat fakültelerinin seçilen girdi ve çıktılar çerçevesinde diğer fakültelere kıyasla daha düşük verimlilik skorlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, yükseköğretim kurumlarında fakülte düzeyinde performans değerlendirmesi için VZA yönteminin uygulanabilirliğini ortaya koyarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Özcan (2007), Türkiye'de 1999–2005 yılları arasında faaliyet gösteren 29 ticaret bankasının etkinliğini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, sabit getirili CCR ve değişken getirili BCC modelleri uygulanmış, çözüm aşamasında DEA Solver yazılımı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, incelenen dönemde bankaların ortalama etkinlik skoru %43,3 olarak bulunmuş; en yüksek etkinlik oranına sahip banka grubu ise yabancı sermayeli bankalar olmuştur. 2005 yılı verilerine göre, CCR modeline göre 9 banka, BCC modeline göre ise 19 banka etkin olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, bankacılık sektöründe performans analizine yönelik kantitatif bir yaklaşım sunarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Uygurtürk ve Korkmaz (2016), Borsa İstanbul'da işlem gören perakende ticaret sektörü firmalarının 2012–2014 yılları arasındaki etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, toplam varlıklar, finansal kaldıraç ve satışların maliyeti gibi girdiler ile satış geliri ve aktif kârlılığı gibi çıktılar dikkate alınarak, 14 firmanın etkinlik skorları hesaplanmıştır. Analiz sonuçları, firmaların

etkinlik düzeylerinde farklılıklar olduğunu ortaya koymuş ve sektördeki firmaların performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirme imkânı sunmuştur. Bu çalışma, perakende sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal ve operasyonel verimliliklerinin ölçülmesine yönelik uygulamalı bir katkı sağlamaktadır.

Çakır Zeytinoğlu ve Uydacı (2009), Türkiye'deki bir süpermarket zincirine ait şubelerin performanslarını karşılaştırmak amacıyla girdi yönelimli CCR Veri Zarflama Analizi (VZA) modeli kullanmışlardır. Girdiler arasında çalışan sayısı ve satış alanı; çıktılar arasında ciro ve müşteri sayısı yer almıştır. Analiz sonucunda bazı şubeler teknik olarak etkin bulunurken, diğerleri için iyileştirme hedefleri ve referans şubeler belirlenmiştir. Özellikle sabit giderleri yüksek, müşteri sayısı düşük şubelerin verimsiz çalıştığı görülmüştür. Çalışma, VZA'nın perakende dağıtım kanallarında stratejik karar desteği sunabileceğini göstermiştir.

Yıldırım ve Ayvaz (2019), lojistik sektörünün ülkelerin ekonomik rekabet gücündeki önemine dikkat çekerek, 15 ülkenin lojistik performansını Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Çalışmada, girdi olarak gümrük prosedürleri, altyapı ve enerji kullanımı; çıktı olarak ise karbon emisyonu, lojistik hizmet kalitesi ve iş gücü oranı kullanılmıştır. Analiz sonucunda, bazı ülkelerin lojistik performanslarının etkin olduğu belirlenmiş, etkin olmayan ülkeler için ise potansiyel iyileştirme alanları tespit edilmiştir. Bu çalışma, ülkelerin lojistik sektörlerindeki verimliliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirme imkânı sunarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Budak (2011), Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 22 ticari bankanın 2008–2010 yılları arasındaki göreceli etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, çok girdili ve çok çıktılı süreçlerde karar verme birimlerinin etkinlikleri ölçülmüş, etkin ve etkin olmayan bankalar belirlenmiştir. Ayrıca, 2010 yılında etkin bulunmayan bankalar için hedef değerler hesaplanarak, bu bankaların etkinliklerini artırmaları için gerekli iyileştirme alanları tespit edilmiştir. Bu çalışma, bankacılık sektöründe VZA yönteminin uygulanabilirliğini göstererek, performans değerlendirmesi konusunda literatüre katkı sağlamaktadır.

Özçelik ve Kandemir (2017), imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, 2012–2014 yıllarına ait finansal oranlar ve yıllık bilanço ile gelir tablosu verileri analiz edilmiştir. Girdi değişkenleri olarak cari oran, kaldıraç oranı

ve stok devir hızı; çıktı değişkenleri olarak net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılığı kullanılmıştır. Analiz sonuçları, bazı işletmelerin teknik olarak etkin olduğunu, bazılarının ise etkinlik sınırının altında kaldığını göstermiştir. Etkin olmayan işletmeler için iyileştirme alanları belirlenmiş ve bu işletmelerin hangi düzeyde girdi azaltımı veya çıktı artırımını yaparak etkinliğe ulaşabilecekleri analiz edilmiştir. Bu çalışma, imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin performanslarının objektif ve nicel bir yöntemle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Nurcan ve Kaya (2016), dünya otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve 2014 yılında Brand Finance tarafından yayımlanan rapora göre en yüksek marka değerine sahip 17 firmanın verimliliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, 2011–2013 yılları arasındaki finansal raporlardan elde edilen verilerle, toplam aktifler, toplam öz kaynaklar ve çalışan sayısı girdi; brüt kâr ve net gelir ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, firmaların ortalama teknik etkinlikleri incelenen dönemler içinde pozitif bir ivme göstermiş, ancak sonrasında azalışa geçerek sektör etkinliğinde bir istikrarın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren lider firmaların performanslarının objektif ve nicel bir yöntemle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Tetik (2003), işletmelerin performans değerlendirmesinde Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin uygulanabilirliğini incelemiştir. Çalışmada, VZA'nın çoklu girdi ve çıktı değişkenleriyle işletme performansını ölçmedeki etkinliği vurgulanmıştır. Analiz sonuçları, VZA'nın işletmelerin göreceli etkinliklerini belirlemede ve performans farklılıklarını ortaya koymada etkili bir araç olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, işletme performansının objektif ve nicel bir yöntemle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Kara ve Gezen (2022), Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören taşıma ve depolama sektöründeki 10 şirketin COVID-19 pandemisi dönemindeki finansal etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, çıktı odaklı Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) modeli uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, 10 şirketten 7'si tam etkinlik düzeyinde bulunmuş, 3 şirketin ise etkinlik düzeyinin altında olduğu tespit edilmiştir. Etkin olmayan şirketler için hangi girdi değişkenlerine odaklanmaları gerektiği belirlenmiş ve bu şirketlerin etkinliklerini artırmaları için öneriler sunulmuştur. Ayrıca, girdi ve çıktı kriterlerinin ağırlıkları da tespit edilmiştir. Bu çalışma, pandemi döneminde taşıma ve depolama sektöründeki

şirketlerin finansal performanslarının objektif ve nicel bir yöntemle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Tatlı ve Bayrak (2016), Borsa İstanbul'da işlem gören otomotiv sektörü firmalarının 2010–2014 yıllarındaki etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi yöntemlerini kullanmışlardır. CCR ve BCC modelleriyle yapılan analizlerde bazı firmaların tüm dönem boyunca teknik olarak etkin olduğu, diğerlerinin ise etkinlik sınırının altında kaldığı tespit edilmiştir. Dinamik analiz ise zaman içinde verimlilik değişimlerini ortaya koymuş, özellikle etkin olmayan firmaların ölçek ekonomileri açısından büyüme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Yeşilaydın (2017), Türkiye'de sağlık alanında etkinlik analizi yapan çalışmaları derleyerek, bu alandaki araştırmaların sistematik bir incelemesini sunmuştur. Çalışmada, Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin sağlık sektöründe nasıl uygulandığı, hangi karar verme birimlerinin (örneğin hastaneler, sağlık bölgeleri) analiz edildiği ve kullanılan girdi-çıkı değişkenlerinin neler olduğu incelenmiştir. Bu sistematik analiz, sağlık hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek isteyen araştırmacılar için önemli bir referans niteliğindedir.

Kıyıldı ve Karaşahin (2009), Türkiye'de sivil hava taşımacılığı hizmeti sunan 32 havaalanının altyapı performanslarını değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, havaalanlarının altyapı kapasite kullanımını en iyi yansıtabilecek değişkenler seçilerek, çıktı maksimizasyonu esasına dayalı VZA modeli oluşturulmuştur. Analizler, DEAP (Data Envelopment Analysis Program) yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve havaalanlarının birbirlerine göre göreceli performansları dikkate alınarak verimlilik dereceleri belirlenmiştir. Bu çalışma, havaalanlarının altyapı performanslarının objektif ve nicel bir yöntemle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Akben Selçuk ve Ündeğer Soğuktaş (2016), Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bankaların 2001–2006 yılları arasındaki verimlilik düzeylerini incelemek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, döneme ilişkin verilerle bankaların teknik etkinlikleri ölçülmüş ve sektördeki gelişim dinamikleri değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, sektördeki etkin bankaların oranı 2001 yılında %50 iken, bu oran 2006 yılına gelindiğinde %89'a yükselmiştir. Söz konusu

verimlilik artışının, daha iyi kaynak kullanımı değil, esasen ölçek verimliliğindeki iyileşmeden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Çalışma, bankacılık sektöründe yapısal değişimlerin verimlilik üzerindeki etkilerini ortaya koyması açısından önemli bir katkı sunmaktadır.

Maimaitiaili (2016), Türkiye'de faaliyet gösteren bir perakende mağaza zincirinin İstanbul'daki 11 şubesinin verimlilik düzeylerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, şubelerin Avrupa ve Anadolu yakalarındaki performansları karşılaştırılmış, verimliliği etkileyen faktörler ayrı ayrı incelenmiştir. Analiz sonuçları, şubeler arasında verimlilik farklılıklarının bulunduğunu ve bu farklılıkların yönetsel kararlar ile operasyonel uygulamalardan kaynaklandığını ortaya koymuştur. Çalışma, perakende sektöründe şube bazında verimlilik analizlerinin önemine dikkat çekmekte ve benzer işletmeler için stratejik yönlendirmeler sunmaktadır.

Yoluk (2010), Ankara ilinde faaliyet gösteren 6 eğitim ve araştırma hastanesi ile 3 üniversite hastanesinin performanslarını değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, hastanelerin göreceli etkinlik düzeyleri ölçülmüş ve elde edilen bulgulara göre hastanelerin %89'unun teknik olarak etkin, %11'inin ise etkin olmadıkları tespit edilmiştir. Etkin olmayan hastaneler için hangi girdilerin ne ölçüde israf edildiği ve hangi çıktıların yetersiz üretildiği belirlenerek, performanslarını artırmaları için stratejik öneriler sunulmuştur. Bu tez, sağlık hizmetlerinde performans yönetimi ve değerlendirmesi konularında önemli bir katkı sağlamaktadır.

Soylu (2025), Borsa İstanbul'da işlem gören turizm konaklama sektöründeki sekiz işletmenin 2022 ve 2023 yıllarına ait finansal etkinliklerini değerlendirmek amacıyla EATWIOS ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, girdi değişkenleri olarak toplam varlıklar ve faaliyet giderleri; çıktı değişkenleri olarak ise satış geliri ve vergi öncesi kâr belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, hem EATWIOS hem de VZA yöntemleriyle yapılan analizlerde PKENT adlı işletmenin her iki yılda da en yüksek etkinlik düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, VZA'nın CCR ve BCC modelleri ile EATWIOS yöntemi arasında uyumlu sonuçlar elde edilmiş, özellikle BCC modelinin çalışmanın kapsadığı dönemde daha tutarlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, turizm sektöründeki işletmelerin finansal etkinliklerinin değerlendirilmesinde çok kriterli

karar verme ve etkinlik analiz yöntemlerinin birlikte kullanımının faydalarını ortaya koymaktadır.

Çağlar (2025), sağlık sektöründe faaliyet gösteren 23 polikliniğin etkinlik düzeylerini değerlendirmek amacıyla Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, başlangıçta 10 girdi ve 21 çıktı değişkeni belirlenmiş, korelasyon analizi sonucunda bu sayılar sırasıyla 4 girdi ve 5 çıktı değişkenine indirgenmiştir. Seçilen girdi değişkenleri arasında toplam çalışma günü sayısı, toplam ilaç ve malzeme maliyetleri, metrekare başına genel işletme giderleri ve toplam randevu kapasitesi yer alırken; çıktı değişkenleri olarak hizmet alan kişi sayısı, kişi başı ortalama gelir, ameliyat olan kişi sayısı ve yapılan laboratuvar test sayısı kullanılmıştır. BVZA yöntemi, sağlık sektöründeki belirsizlikleri ve veri eksikliklerini dikkate alarak daha gerçekçi bir etkinlik analizi sunmaktadır. Analiz sonuçları, polikliniklerin kaynak planlaması, personel yönetimi ve bütçe optimizasyonu gibi alanlarda stratejik kararlar almasına yardımcı olacak önemli bulgular sağlamaktadır.

Özdemir (2024), matbaa sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin göreceli etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini uygulamıştır. Çalışmada, matbaa işletmelerine ait belirli girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak teknik etkinlik skorları hesaplanmış, etkin ve etkin olmayan işletmeler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bazı işletmelerin kaynaklarını daha verimli kullandığını, bazılarının ise potansiyel iyileştirme alanlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma, matbaa sektöründe performans değerlendirme aracı olarak VZA'nın uygulanabilirliğini göstermekte ve işletmelere kaynak optimizasyonu, süreç iyileştirme ve rekabet gücü artırma konularında önemli stratejik çıktılar sunmaktadır.

Karaman (2024), kaynak etkinliğini değerlendirmek amacıyla eş zamanlı çok sayıda girdi ve çıktı değerlendirme yapabilen veri zarflama analizini kullanmıştır. Kargo şirketine ait 81 şehir temsilciliği karar verme birimi olarak nitelendirilmiştir. Uygulama sonucunda kargo şirketinin verimsiz karar verme birimlerini verimlilik seviyesine ulaştırabilmek adına öneri senaryoları geliştirilmiştir.

3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM

3.1. Dijitalleşme Kavramı

1980 yılından bugüne dek teknolojik araç – gereçlerin insanların yaşamına dahil olması ile toplumların gereksinim ve talepleri zaman içerisinde değişiklik göstermiş, teknoloji ve insan bütünleşip içe içe geçmiştir. 1990’ların ardından internet teknolojisinin de yarattığı etki sonucunda bilişim çağında geçiş gerçekleştirilmiş, teknolojik gelişmeler ve dijitalleşmenin, insanların ve toplumları sosyal, kültürel, ekonomik ve diğer tüm alanlarında önemli tesirlere yol açtığı bildirilmiştir (Tamer vd., 2022). Endüstri 4.0 ile gelişmiş olan teknolojik araçların artış göstermesi, bilgisayar ve internetin insan yaşamında yer almaya başlamasıyla 2000’lerde sanayi toplumundan teknolojik bilgi toplumuna geçiş yapılmış ve bu sayede yeni teknolojik terimlerin meydana gelmesine yönelik bir zemin yaratılmıştır (Yankın, 2019).

Dijitalleşme kavramı, ilk zamanlarda bilgisayar destekli süreçleri temsil edebilmek adına kullanılmış olup, internet uygulamalarının yaygın hale gelmesi ile beraber sosyal ağlar benzeri dijital mecraların meydana gelmesi sonucunda da anlam genişlemesine uğramıştır. Kavram, ilk defa 1971’de “*North American Review*” adlı dergide yayınlanmış olan bir çalışmada “*toplumun dijitalleşmesi*” olarak ifade edilmiştir (Zengin, 2020). Dijitalleşme kavramını Lenger vd. (2017), teknolojinin toplumsal, örgütsel ve kişisel yapılarda özümşenerek kullanılmasının yaygın hale gelme süreci şeklinde tanımlamaktadırlar. Dijitalleşme bir diğer tanımlamada ise, dijital teknolojilerle ikili sayı sisteminden yararlanılarak fiziki verileri sayısal hale dönüştürüp dijital format şekline çevirerek gündelik yaşam ile bütünleşmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Bhatnagar, 2017). Kurumlar adına dijitalleşme kavramı, firmaya ilişkin bilgilerin, kâğıt tabanlı işlem ve işlerin dijitalleşmesinden çok yönetime ilişkin faaliyetlerin, iş süreçlerinin tekrardan yapılandırılması sürecini temsil etmektedir (Yeşil ve Mavi, 2022). Acun (2008)’a göre ise dijitalleşme kavramı, dünya genelinde yer alan tüm bireylerin ve kurumların, araştırma, eğitim benzeri materyallerini elektronik ortama taşıması sonucunda bilgilerin format değiştirip bilgisayar görüntüsüne çevrilmesi olarak ifade edilmektedir. Söz konusu ulaşılan bilgilerin; mekân ve zaman kısıtlaması olmadan dünyanın tüm bölgelerinden erişilebileceği ve gelecek kuşaklara aktarılmasını basitleştireceğini ileri sürmektedir.

Özetle sayısallaştırma; analog verileri birler ve sıfırlarla kodlayıp bilgisayar ortamı içerisinde depolayarak, iletilebilecek bilgiler sağlamaya yardımcı olmaktadır. Dijitalleşme ise hem kâğıt hem de analog formatta olan bilgilerin dijital hale dönüştürerek bilgisayar ortamına aktarılması manasına gelmektedir. Bireylerin sosyal yaşamda sağlamış oldukları etkileşimler sonucunda telefon görüşmelerindeki sesler, sosyal medya ortamında gerçekleştirilen yazışmalar benzeri analog bilgiler, dijital teknolojiler aracılığıyla dijital hale dönüştürülmektedir. Dijital dönüşüm ise; firmaların veya örgütlerin bilgilerinin bilgisayar ortamına taşınmasının yanı sıra, iş yaşamları, iş süreçleri benzeri çalışma stratejilerinin de dijitalleşmesi olarak ifade edilmektedir. Bahsedilen durum da bizlere, dijital dönüşümün aslında tek boyutlu bir tanımlamasının gerçekleştirilemeyecek olduğunu, temel odağının insan olması nedeniyle insanların çok yönlü tesirlerinin, mesleki süreçlerinin, ihtiyaçlarının ve hizmetlerinin de içerisinde yer aldığı bir değişim ve dönüşümün tekrardan güncellenip yorumlanma sürecine girmiş olduğunu, dijital dönüşümün yapısal, kültürel, sosyal ve psikolojik alanlarda meydana gelen gelişmelerin etkilenmesi sürecini içerdiğini göstermektedir (Bloomberg, 2018).

3.2. Dijitalleşmenin Önemi

Dijitalleşme süreciyle insanların yaşamına dahil olmuş internet ve akıllı cihazlar, hayat kalitesini artırarak tüm konularda kolaylık ve vakit tasarrufu sunmaktadır. Dijitalleşme il önce tedarik zinciri, lojistik, pazarlama ve ticaret alanlarında meydana gelmiştir. 2019’da meydana gelmiş olan pandemi ve pandeminin yanında getirmiş olduğu problemler gıda ve sağlık sektörüne ulaşım bakımından dijital endüstriyi zorunlu hale getirmiştir. Endüstri 4.0 ve dijitalleşme aracılığıyla, firmaların ürün geliştirme, iş, satış ve tedarik süreçlerini, bilhassa değişmekte ve gelişmekte olan milletlerin gereksinimlerine uygun, verimli ve vaktinde hizmetler sağlama konusuna yönelik geliştirmiş oldukları belirtilmektedir (Erdoğan Tarakçı ve Göktaş, 2021).

Dijitalleşme süreci içerisinde şirketler güvenli, kesintisiz, hızlı bilgi ve veri alışverişi sağlayabilmek adına beraber çalışabilirliği geliştirmeye katkıda bulunan ara yüzlerin ve platformların kullanılmasını artırmışlardır. Pan vd. (2021), firmalar arasında bulunan söz konusu beraber çalışılabilirliğe aracı olarak kabul edilen dijitalleşmeyi “*Dijital Birlikte Çalışılabilirlik*” şeklinde ifade etmişlerdir. Sucu (2021) ise kaleme almış olduğu eserinde söz konusu dijitalleşme aracını, “*dijital platform*” şeklinde tanımlamaktadır.

Dijitalleşmeye dayalı araştırmaların dünya genelinde günden güne artması, dijitalleşmeye dayalı araç – gereçlerin, becerilerin, alt yapıların kuvvetlendirilmesi meselelerinde; firmalar, kuruluş ve kurumlar hatta devletler arasında dijital eşitsizlik problemi ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu eşitsizliği giderebilmek adına araştırmacılar ilk önce liderlik ve kültürün dijitalleşmeye destek vermesi gerektiğini ifade etmişlerdir (Yli Viitala vd., 2020).

İçerisinde bulunulan dönemde çok uluslu firmaların artış göstermesi sonucunda çeşitli kültürel yapılara sahip personellerin artması, kültürün dijitalleşmesine zemin oluşturmuştur. Söz konusu değişim süreci içerisinde personellerin yönetilmesi, dijital liderliğin kaçınılmaz olduğunu gözler önüne sunmaktadır. Dijital liderde, yeniliğe önem arz eden, yenilik konusuna yönelik sürekli daha fazlasını isteyen, personellerine ilham veren, teknolojiyi araştıran ve bunları çalışanları ile paylaşan ve yüksek zekaya sahip benzeri nitelikleri bulunan kişiler olarak ifade edilmektedir. Günümüze dek literatür içerisinde bilinmekte olan liderlik türlerinden daha karmaşık ve kapsamlı bir yapıda olduğundan söz edilmektedir (Hooi ve Chan, 2022).

Dijital beraberlik ile kapsamlı bir değişime girmeye çalışmakta olan firmalarla liderleri örgütsel yapılarına, müşteri ilişkilerine ve iş süreçlerine kapsamlı bir yol haritası çizmek durumundadırlar. Söz konusu değişimi geçirirken, mal üretiminden pazarlamaya, iş tanımlamalarından iş süreçlerine, müşteri ilişkilerinden sosyal medya kullanımına kadar her çeşit dijitalleşmem senaryosunu bir bütün şeklinde ele alarak detaylı bir dijitalleşme stratejisi belirlemeler gerektiğini vurgulamaktadır (Klein, 2020).

Firmaların devamlı kazancını artırarak maliyetlerini azaltabilmeleri adına, piyasada meydana gelen değişikliklerin farkına vararak söz konusu değişikliklere hızlıca cevap verebilmeleri; dijitalleşme stratejileriyle yol haritalarının uyumlu olmasıyla mümkün olmaktadır ve dijitalleşmeye teknoloji değil, stratejisinin etkide bulunduğu vurgulanmaktadır. Tek bir dijitalleşme yol haritasına bağlı kalarak dijitalleşmeyi yerine getirmek yerine, çeşitli yol haritaları tespit edilmesi ile detaylı bir dijitalleşmenin sağlanması gerekmektedir (Klein, 2020).

Dijitalleşme süreci içerisinde, kurumu yönlendirmekte olan detaylı ve bütün firma geneline uygulanacak stratejilerde, fonksiyon düşünmenin yanında dijital teknolojiler ile alakalı risk ve imkanları tüm detaylar ile değerlendirilmektedir. Dijitalleşmenin yalnızca firmalara ilişkin olmaması gerekmektedir. Özel sektöre ve kamu kurumlarına, nüfusun

hayat kalitesini daha iyi bir hale getirmek ve sosyal problemlerini çözüme kavuşturabilmek adına özel ve kamu kaynakları toptan harekete geçirip, sosyal politikalar geliştirmek benzeri önemli görevler emanet edilmiştir. İnsanların gereksinim ve beklentilerine yanıt sunamayan toplumlar, yeni dijital ortam içerisinde diğer devletlerden geri kalmaya mahkûm olmaktadır. Bu sebeple dijitalleşme yükümlülüğü yalnızca hizmet ve malı dönüştürmek değil, ayrıca doğaya yatırımda bulunmak ve küresel dijitalleşmeye ilişkin stratejileri geliştirebilmek adına oldukça önemli bir imkandır (Ponzio vd., 2023).

3.3. Dijital Dönüşüm

Bir kurumun dijitalleşme sürecine doğru ilerlemekte olduğu sürecin en yaygın ve geniş aşaması, dijital dönüşümü meydana getirmektedir. Dijitalleştirme ve dijitalleşme tanımlamalarını da kapsamında barındıran dijital dönüşüm, dijitalleşme sürecinin de dışına çıkmaktadır. Dijital dönüşüm, bilhassa firmanın temel iş modelinin dijital teknolojiden yararlanılması aracılığıyla değişiklik gösterdiği durumlar söz konusu olduğunda, bir kurum kavramı ve farklı organizasyonel süreçleri kapsamaktadır (Verhoef vd., 2021). 1970'ler, dijital dönüşümün başlangıcı şeklinde kabul edilebilmektedir. Bahsedilen dönemlerde bilgisayarlaşma, makine ve robotlardan yararlanılması, bilgi teknolojileri gelişimi, otomasyona dayalı üretim, toplam kalite yönetimi benzeri birçok kavram, toplumsal yaşama girmiştir. Fakat dijital dönüşüm terimine yönelik literatüre bakıldığında zaman, evrensel bir kavramın tanımlanmadığı görülmektedir (Körpe, 2021). Tablo 3.1'de dijital dönüşümün yaygın tanımlamaları özetlenmiştir.

Tablo 3.1’de görülmekte olduğu gibi, dijital dönüşüme yönelik tanımlamaların odak noktası, yeni teknolojilerin özümsemesi ve kullanılmasından; performansta, müşteri etkileşimlerinde ve operasyonlarda iyileştirmelere, süreçlerde, yeni iş modelleri oluşturulmasına dek oldukça kapsamlı bir dönüşümü içermektedir. Organizasyonların, firmaların, kuruluşların ve markaların, dijital döneme ayak uydurabilmek adına dijital ve mobil benzeri yeni toplumsal teknolojiler ile geçiş gerçekleştirme süreci dijital dönüşüm şeklinde ifade edilmektedir (Gömükpınar, 2022).

Tablo 3. 1. Dijital Dönüşüme Yönelik Literatür İçerisinde Geçen Tanımlar

Araştırmacı	Yıl	Dijital Dönüşüm Tanımı
Stolterman	2004	“Dijital dönüşüm, dijital teknolojinin insan toplumunun her alanında uygulanmasıyla ilişkili değişiklikleri kapsar.”
Westerman vd.	2011	“Dijital dönüşüm, işletmelerin performansını veya erişimini kökten iyileştirmek için teknolojinin kullanılmasıdır.”
Bharadwaj vd.	2013	“Dijital kaynakların etkin bir şekilde kullanılarak farklı değer yaratılmasını hedefleyen bir organizasyon stratejisi.”
Fitzgerald vd	2014	“Dijital dönüşüm, gelişmiş müşteri deneyimleri, sorunsuz operasyonlar veya yeni iş modelleri gibi önemli iş iyileştirmelerini mümkün kılmak için sosyal medya, mobil teknoloji, analitik veya gömülü cihazlar gibi yeni dijital teknolojilerin kullanılmasıdır.”
Schuchmann ve Seufer	2015	“Müşteri deneyimi yaşam döngüsünün her temas noktasında dijital müşterilerle daha etkili bir şekilde etkileşim kurmak için teknolojinin yeniden düzenlenmesi ve yeni iş modelleri.”
Chanias ve Hess	2016	“Dijital teknolojilerin bir organizasyonda neden olduğu değişikliklerin yaygınlığını yansıtır.”
Kane	2017	“Dijital dönüşümün en iyi anlaşılması, giderek dijitalleşen bir dünyada organizasyonun etkin bir şekilde rekabet etmesine yardımcı olacak iş süreçlerini ve uygulamalarını benimsemektir.”
Davenport ve Westerman	2018	“Dijital dönüşüm, iş yapma şeklinizi değiştirmeye yönelik devam eden bir süreçtir. Becerilere, projelere, altyapıya ve sıklıkla BT sistemlerini temizlemeye yönelik temel yatırımlar gerektirir. İnsanları, makineleri ve iş süreçlerini, beraberinde getirdiği tüm karmaşayla birlikte karıştırmayı gerektirir. Ayrıca hem dijital liderlerin hem de dijital olmayan liderlerin dönüşüm çabaları hakkında iyi kararlar aldıklarından emin olmak için en üstten sürekli izleme ve müdahale gerektirir.”
Warner ve Wager	2019	“Dijital dönüşüm, bir organizasyonun iş modelini, iş birliğine dayalı yaklaşımını ve kültürünü yenileyen veya değiştiren yetenekler oluşturmak için dijital teknolojilerdeki gelişmeleri kullanan devam eden bir stratejik yenilenme sürecidir.”
Leyh vd.	2021	“Dijital dönüşüm, dijital teknolojiler kullanılarak toplumun ve ekonominin temel dönüşümü anlamına gelir. Dijital dönüşümün yalnızca sosyal, kültürel, yasal ve politik etkileri değil, aynı zamanda tüm kurumsal yapılar ve değer zincirleri için de sonuçları vardır. Şirketlerin dijital dönüşümde başarılı bir şekilde ustalaşması için yeni iş modelleri, stratejiler, organizasyonel biçimler ve süreçlerin yanı sıra güçlü bir müşteri odaklılık gereklidir.”

İnsanların, şirketlerin, makinelerin ve nesnelerin birbiri ile devamlı etkileşimde olduğu söz konusu süreç içerisinde, tüketici beklentileri ve bilgilerinin değeri günden günde daha da değerli bir hal almakta ve bahsedilen durum da farklı iş modellerine geçişi zorunlu hale getirmektedir. Söz konusu dönüşümün yerine getirilmesinde dijital dönüşüm; teknolojinin iş süreçlerine dahil edilmesi şeklinde ele alındığı zaman, Endüstri 4.0'ın rolünün oldukça büyük olduğu görülmektedir. Söz konusu dijitalleşme rekabetinde firmaların ön plana çıkabilmeleri adına, söz konusu teknolojileri iyi bir şekilde anlamaları ve avantajları – dezavantajlarının bilincinde olmaları gerekmektedir (Ünal, 2022). Dijital dönüşüm aracılığıyla firmalar, operasyonel süreçlerini daha basit bir hale getirmekte, rekabet ortamında avantaj elde etmekte, verimliliklerinin artırılmasını sağlamakta, iç süreçlerine ivme kazandırmakta ve iş hacimlerini büyütmektedirler (Altuntaş, 2018).

3.4. Dijital Dönüşümün Tarihsel Gelişimi

Teknolojik açıdan meydana gelen yenilikler, tarihi süreç içinde sunmuş olduğu yeni tüketim ve talep seçenekleriyle üretim süreçleri içerisinde büyük değişimlere neden olmuştur. Söz konusu değişimler, istihdam şekillerine etkide bulunarak, ayrıca insanların hayat stillerinde de değişikliklere yol açmaktadır (Aksoy, 2012). Endüstri devrimi, ekonomik ve toplumsal yapıları köklü olarak dönüştürmekte olan bir olgu ve gelişim süreci şeklinde ifade edilebilmektedir. Bu kapsamda endüstri devriminin başlangıcından bu zamana gelişmiş olan teknolojiler, üretim verimliliği üzerinde değerli neticeler saplamasına imkân sunmuştur. Endüstriyel devrimler, ekonomik gelişmelere oldukça önemli katkılar sağlamış ve hızlı bir şekilde evrilmiş olan teknolojiler aracılığıyla çağımızın yapay zekâ temelli ve dijital üretim sistemlerinin itici gücüne dönüşmüştür. Bu sebeple, endüstriyel devrimlerin değeri oldukça büyük bir biçimde gün yüzüne çıkmaktadır (Koç ve Teker, 2019). Bu başlık altında, 18. Yy'ın ikinci yarısında başlamakta olan ve bugüne dek süren endüstri devrimlerinin tarihi dönüşümü ve nitelikleri ele alınmıştır.

Endüstri dönemi tarihi süreçte 4 farklı dönem içerisinde incelenebilmektedir. Endüstriyel 1.0 zamanı, buhar ve su gücünden yararlanılmasını kapsayan ve devam eden üretim çalışmaları şeklinde ifade edilmektedir. Daha sonrasında, elektriğin keşfedilmesi ve seri üretime başlanması, Endüstri 2.0 dönemi çerçevesinde ele alınmıştır. İnsan yaşamı üstüne teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin ve söz konusu gelişmelerin tesirinin artış göstermesi ile beraber oldukça farklı dijital ve teknolojik hizmet ve ürünler

geliştirilmiştir. Söz konusu gelişme, Endüstri 3.0 dönemi kapsamında nitelendirilmektedir. Meydana gelen teknolojik yeniliklerin ve satışların bir adım öteye taşınmış olduğu, malların interneti, yapay zekâ, bulut teknolojisi benzeri bilişimini içeren endüstriyel devrimse, Endüstri 4.0 şeklinde değerlendirilmektedir.

3.4.1.Endüstri 1.0

Birinci endüstri devriminden bu zamana kadar, seneler boyunca insanlık gelişebilmek adına bir araç şeklinde teknolojiye yararlanmanın potansiyelini kavramıştır. İngiltere ülkesinde meydana gelen ve ilk önce Avrupa bölgesine, daha sonrasında ise bütün dünya geneline yayılmış olan Birinci Endüstri Devrimi, sanayileşme sürecinin başlangıcı şeklinde kabul görülmektedir (Mourtzis vd., 2022). Endüstri 1.0'ın temel amacı, buhar ve su gücünden daha verimli ve etkili bir biçimde yararlanmaya dayandırılmaktadır. Söz konusu devrim, üretim süreci içerisinde insan gücü yerine makine kullanımını sağlamış ve üretimin fabrikalara taşınmasına yol açmıştır. Endüstri 1.0 ile buhar gücü, aydınlatma, ulaşım, cam, kimyasallar, gaz, tekstil, kâğıt, tarım, aletler, madencilik, demir ve çimento benzeri sektörlerle odak verilmiştir. Sürdürülebilir büyüme, istihdam edilebilirlik, ulaşım ve tarımsal kalkınma söz konusu devrimin başarıları arasında kabul edilmektedir (Akundi vd., 2022). Oldukça fazla unsur, endüstri devriminin gelişmesinde etki sahibi olmuştur. Fakat demir, kömür ve buhar, en değerli unsurlar arasında kabul edilmektedir. Endüstri 1.0 zamanında, buhar ve kömür gücünden yararlanılmaya başlaması ile, demiryollarında hızlı bir gelişim meydana gelmiştir. Böylece Avrupa devletlerinde, yeni hammadde kaynaklarına ulaşılabilirlik daha da kolaylaşmış ve ağır sanayide büyüme olanakları artış göstermiştir. En değerlisi, ulaşımın daha kolay hale gelmesiyle hammaddeye ulaşım basitleşmiştir. Bu durumun neticesinde hızlı ve farklı malların büyük ölçülerde uzak piyasalara eriştirilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu sayede Endüstri 1.0'da yaşanan gelişmeler, diğer endüstri devrimleri ve süreçlerinin meydana gelmesine katkı sağlamıştır (Taş, 2018).

3.4.2. Endüstri 2.0

1840 ile 1870 dönemleri arasında montaj bantları ile gerçekleştirilmiş olan iş bölümü esaslı seri üretime geçiş, Endüstri 2.0 şeklinde ifade edilmektedir. Söz konusu devrimin yapı taşlarını elektrik enerjisinden yararlanma ve 1870'te Cincinnati'de mezbahalarda uygulanmış olan seri taşıma meydana getirmiştir. Ford T'nin 1914'te tasarlamış olduğu

seri üretim bandı, üretimi artırarak maliyetleri azaltmıştır. Söz konusu dönemde gelişmiş olan içten yanmalı ve elektrikli motorlar, endüstriyel üretimi merkeziyetsiz kılmıştır. Sendikaların önemini çalışanların refah beklentileri ve sosyal gerilimler çoğalmış ve tüketim temelli toplumun temelini meydana getirmiştir. İngiltere, Almanya, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin liderliğinde demir ve çeliğin yaygın bir şekilde kullanılması sonucunda ağır sanayi gelişim göstermiştir (Derya, 2018). Endüstri 2.0, genel olarak içten yanmalı ve elektrikli motorlar ile alakalı olup, 19. yy'da mekanik üretim sistemlerini elektrifikasyonuna odak vermiştir. Elektrik, üretim adına suya gereksinim duymakta olan buhar ile karşılaştırıldığı zaman, üretim konusunda daha kolay bir şekilde kullanılabilmekte ve böylece elektrik transferi daha basitleştirilmektedir. Telefon, radyo, ucuz gazete kâğıdı ve daktilo benzeri haberleşme araç – gereçlerini kullanılması, devrin haberleşme araçlarında meydana gelmiş olan önemli gelişmeler arasında yer almaktadır. Söz konusu gelişmeler, iletişimin daha hızlı ve etkili bir biçimde sağlanabilmesine yol açmıştır (Pamuk ve Soysal, 2018).

3.4.3. Endüstri 3.0

20. yy'ın ortalarında Üçüncü Sanayi Devrimi başlamıştır. Otomasyon dönemi şeklinde de nitelendirilmekte olan söz konusu dönem; otomasyon, üretim, internet ve elektronik kullanımına dayandırılmaktadır. Sanayileşmeye değerli iyileştirmeler getirmiş olmasına rağmen Endüstri 3.0 karmaşık sistemlerden yararlanılması ve söz konusu sistemlerin belli şartlarda çalışmaması benzeri pek çok nedenden kaynaklı kurum adına ek maliyetlere yol açmıştır (Tunji Olayeni vd., 2024). 1960'larda Endüstri 3.0 başlamıştır. Söz konusu dönem, yarı iletken malzemelerin, ana bilgisayarların, bireysel bilgisayarların ve internet katalizörlüğünde geliştiği için çoğunlukla bilgisayar devrimi şeklinde ifade edilmektedir. Endüstri 3.0'un temel unsuru internet olarak kabul edilmektedir. İnternet, bilgisayar yazılımı, donanımı ve telekomünikasyonda meydana gelen teknolojik yenilikleri mümkün hale getirerek kuruluşların kendilerini ve iş gerçekleştirme biçimlerini tekrardan keşfetmelerine imkân sunmuştur (Schwab, 2016).

İş uygulamalarında meydana gelen söz konusu değişim hem yeni piyasaların oluşturulması hem de verimlilikte yaşanan gelişmeler ile beraber üretkenlikte benzerine rastlanmamı olan kazanımlara yol açmıştır. Bunun haricinde, internet bireylerin kendilerini ifade etme, eğlenme ve birbirleri ile iletişim sağlama biçimlerine de derinden etkide bulunmuştur. Endüstri 3.0, otomasyon, dijitalleşme ve internetle daha fazla

ilgilenmiştir. Söz konusu dönem içerisinde internet; hesaplamalar yapma ve veri aktarımı adına kullanılmaya başlanmış ve söz konusu bilgilerin dijital hale dönüştürülmesi gerçekleşmiştir (Kumar vd, 2023). Pazarların doygunluğa erişmesine yol açan Endüstri 3.0'dan sonra gelişmeler devamlı farklılaşma ve özelleşme eğilimine girmiştir. Söz konusu süreç içerisinde makineler, çalışma yaşamında olduğu gibi gündelik hayatta da değerli bir rol üstlenmeye başlamıştır. Bu durum neticesinde insan gücüne yönelik gereksinim azalmaya başlamıştır. İlk kez 2011'de Almanya ülkesinin Hannover kentinde düzenlenmiş olan fuar sırasında Endüstri 4.0 kavramı ileri sürülmüştür. Söz konusu zamana kadar 3 sanayi devrimi beraber değerlendirildiği zaman; sanayi devrimleri arasında geçmiş olan sürenin fazlasıyla azaldığı, geçmiş devir ile karşılaştırıldığı zaman üretim konusunda emeğe yönelik gereksinimin azaldığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda emek yoğun teknolojinin günümüzde sermaye yoğun teknolojiyle yer değiştirmesi ve insan emeğinin günden güne sermayeyle ikame edilmesi, çağımızda nitelikli çalışan kaynağına olan gereksinimi yükseltmektedir (Koca, 2020).

3.4.4. Endüstri 4.0

İlk kez 2011'de Hannover Fuarı'nda Endüstri 4.0 kavramı dile getirilmiştir. Sonrasında 2013'te Almanya ülkesinin imalat alanında devrim yaratmış olan endüstrilerde öncü bir rol oynamak amacıyla stratejik bir girişim şeklinde resmi bir şekilde duyurulmuştur (Xu vd., 2018). Ürün, makine ve insan arasında bulunan eş zamanlı iletişim, Endüstri 4.0 teknolojisinin en değerli niteliği olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda Endüstri 4.0, esneklik kapsamına bağlantı tanımlamaları yaratmasıyla hizmet ve ürün satın alan bireylerin talep ve beklentilerine göre kişiselleşmiş ve dijitalleştirilip akıllı bir imalat modelini meydana getirmiştir (Fırat ve Fırat, 2017).

Farklı aşamalara dağılan endüstrinin evrimi eşit düzeyde önem taşımaktadır. Söz konusu aşamalar sırası ile Endüstri 1.0, Endüstri 2.0, Endüstri 3.0 ve son olarak Endüstri 4.0 şeklinde ifade edilmektedir. Öncesinde gerçekleşmiş olan sanayi devrimlerinden Endüstri 4.0'un tam anlamıyla habersiz farklı bir model olduğunu ifade etmek yanlıştır. Genel anlamda geçmiş endüstri devrimlerinin bütün temellerini tam anlamıyla Endüstri 4.0 kullanmaktadır. Fakat diğer devrimlerden Endüstri 4.0; uyarılara hızlı yanıt süreleri, daha yüksek entegrasyon oranları, sanallaştırma, teknolojiler ve dijitalleştirme açısından farklılıklar içermektedir. Çağımızda endüstrinin tüm aşamaları pek çok değişiklik ve iyileştirme ile karşı karşıya kalmıştır. Söz konusu durum, iç ve dış yönlerin, dağıtım

yollarının, geliştirilen ürünlerin, insanların çalışmalarının ve müşteri beklentilerinin değişikliğinden kaynaklanmaktadır. Potansiyelinin net bir şekilde kullanılabilmesi adına Endüstri 4.0 teknolojisi ve farklı alanlarda bulunan becerilerini bilmek fazlasıyla önem arz etmektedir. Bunun haricinde Endüstri 4.0 teknolojinin sunmuş olduğu yeni bütün imkanları bilmek, endüstri alanında iş birlikteliği elde edebilmeyi arzulayan kişiler açısından fazlasıyla önem arz etmektedir (Koca, 2020),.

Endüstri 4.0 organizasyonlar ve firmaların makineler, müşteriler, nihai mallar, üretim ekipmanları ve tedarik sistemleri arasında etkileşim sağlama becerisini geliştirebilmek adına dijital teknolojilerin entegrasyonunu sağlamaktadır. Rupp vd. (2021) literatür içerisinde Endüstri 4.0'ı tanımlayabilmek adına en fazla kullanılmakta olan kelime öbeklerinin genel görüntüsünü bibliyometrik analizle birlikte ile alarak şu tanımlama önermişlerdir; “*Endüstri 4.0, akıllı fabrikalar oluşturmak için siber fiziksel sistemlerin, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ ve iletişim teknolojilerini kullanarak, değer zinciri boyunca gerçek zamanlı bilgi ve iletişim sağlamak amacıyla uygulanmasıdır*”. Mrugalska ve Wyrwicka (2017) ise Endüstri 4.0'ı karmaşık fiziki cihaz ve makinelerin, toplumsal ve ticari neticeleri daha iyi tahmin edebilmek, kontrol edebilmek ve planlayabilmek adına kullanılmakta olan ağa bağlı yazılım ve sensörler ile entegrasyon şeklinde ifade edilmektedir. Ayrıca malların hayat döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetimi düzeyi şeklinde de ifade edilmektedir.

Endüstri 4.0'ın insanlık tarihine dahil olmasıyla beraber sanayi alanında yeni bir dönüştürücü; yapay zekâ, bulut bilişim, akıllı üretim, robotik teknolojiler, nesnelerin interneti, büyük veri ve üç boyutlu yazıcılar benzeri alanlarda yaşana gelişmeler meydana getirmektedir. Bunun haricinde yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük verinin bir bütün şeklinde kullanılmasını Endüstri 4.0 özendirmektedir. Söz konusu devrim, akıllı makinelerin sadece üretim kanallarının otomasyonunu sağlayabilmek anlamına gelmemektedir. Ayrıca belli bir seviyede olan üretim problemlerini anlayabilmek ve analiz edebilmek, bunları asgari seviyede insan müdahalesi ile çözüme kavuşturabilmek adına makine ve insanın bir birbiri ile iletişimi kurabilecek olduğu bir ortam öngörmektedir. Söz konusu devrimin ilk zamanlarda genellikle üretim endüstrilerine etki edileceği varsayılmıştır. Fakat söz konusu yenilikler, perakendeciler, operasyon firmalarını ve hizmet sağlayıcılarını da etkilemiştir (Tjahjono vd., 2017).

Endüstri 4.0 kavramına tanım getirirken literatür içerisinde sıklıkla bileşenleri üstünde durulmaktadır. Geleneksel sanayi üretiminin yerine geçmiş olan Endüstri 4.0, sistemlerin

uyumlu ve verimli bir biçimde çalışmasına yardımcı olmaktadır. Bu nedenle Endüstri 4.0, bilgisayarlaşmanın öne çıktığı 9 bileşen üstüne inşa edilmiş yenilikçi bir yaklaşım olarak nitelendirilmektedir.

3.5. Dijital Dönüşüm Teknolojileri

Nesnelerin interneti, nesnelerin, diğer bir deyişle fiziki cihazları ağ bağlantıları sayesinde birbirleri ve çevreleri ile küresel çapta iletişim sağlamaları ve bunların uzak bir noktadan kontrol edilebilmeleri olarak ifade edilmektedir (Gubbi vd., 2013). İnsan müdahalesi, mekân ve vakit kısıtlaması olmadan güvenli bağlantılar ile veri transferi gerçekleştirmekte olan nesneler sistemlerin farkındalık seviyesini artırıp gerçekleştirilen işin etkinliği, sürdürülebilirliği ve güvenilirliğini geliştirmektedir. Nesnelerin interneti aşağıda belirtilen bileşenlerden meydana gelmektedir (Gündüz ve Daş, 2018):

Nesne; nesneler, ağ bağlantıları sayesinde birbirlerine ve internete bağlanıp iletişim sağlayabilmekte ve karara varma süreçlerini sürdürmektedirler. Kontrolörler ve sensörler en değerli nesneler şeklinde ileri sürülmektedirler.

Veri; nesnelerin üretmiş oldukları verileri temsil etmektedir. Veriler, depolanmakta ve işlenip bilgi haline çevrilmektedir. Bulut bilişim teknolojisi ve büyük veri analitiğiyle yakın bir ilişki halindedir.

İnsan; nesnelerin internetinin nihai amacı insan gereksinimini giderecek veriyi sunmak olarak ifade edilmektedir. P2P (people to people), M2P (machine to people) ve M2M (makine to machine) şeklinde isimlendirilmekte olan 3 etkileşim çeşidi, söz konusu verinin meydana gelmesine yardımcı olmaktadır.

Süreç; nesne, veri ve insan bileşenleri arasında bulunan uyumlu etkileşimi temsil etmektedir.

Kavram şeklinde makineler ve canlı varlıklar arasında gerçekleştirilmekte olan iletişim ve kontrolü temsil eden siber fiziksel sistemler terimi, ilk kez Lee tarafınca fiziki dünya ve bilgisayar sistemleri arasında bulunan ilişkiyi temsil edebilmek adına kullanılmıştır (Alçın, 2016). Söz konusu sistemler, fiziki nesnelerle hesaplama kaynaklarının bütünleşmiş hale getirilerek birbirleri arasında bulunan koordinasyonu yazılım sistemleri, gömülü teknolojiler, sensörler ve ağlar vasıtasıyla sağlamakta olan dijital ve analog sistemler olarak ifade edilmektedir. Siber fiziksel sistemler kendi bileşenlerinde yer alan kaynak ve nesnelerin iletişimini, kontrolünü ve gözlemlenmesini sağlamaktayken, değer

yaratma, bilgi işleme ve üretim benzeri süreçlerde bulunan vazifeleri olabilecek en üst düzeyde gerçekleştirme kapasitesine sahip olmaktadır (Özsoylu, 2017). Kontrol, hesaplama, iletişim ve koordinasyon yetenekleri aracılığıyla fizik dünya ile etkileşim sağlamalarıyla söz konusu yetenek ve etkileşimi geliştirme potansiyelleri, gelecek dönemdeki teknolojilerin geliştirilmesine liderlik etmektedir. Böylece daha verimli ve akıllı sistemlerin ortaya sunulmasına katkıda bulunmaktadır (Baheti ve Gill, 2011).

NIST’e göre bulut bilişim, olabilecek en düşük yönetim gayreti ya da hizmet sağlayıcı etkileşimiyle hızlı bir biçimde sağlanabilmekte olan ve serbest bırakılabilmekte olan, yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının (hizmetler, uygulamalar, depolama, sunucular ve ağlar gibi) paylaşılmakta olan havuza tüm ortamlarda, uygun, isteğe bağlı ağ ulaşımı temin eden bir model olarak ifade edilmektedir. Bulut bilişim teknolojisinin temel nitelikleri aşağıda belirtilen şekilde sıralanabilmektedir (Mell ve Grance, 2011):

- İstek üstüne self servis: kullanıcının hiçbir aracıya gereksinim duymaksızın kaynakları bağımsız bir şekilde yönetmesi ve kullanması olarak ifade edilmektedir.
- Ulaşılabilir hizmet: kullanıcılarının yararlandıkları hizmetin hesap edilerek sadece kullandıkları kadar ödeme gerçekleştirmelerini temsil etmektedir.
- Hızlı esneklik: kullanıcıların talep ve beklentilerine göre bulut bilişim sistemlerinin kapasitesinde anında farklılık gerçekleştirilebilmesini ifade etmektedir.
- Kaynak havuzu: pek çok sağlayıcının kaynaklarından ortaya çıkan dinamik bir eko sistemi temsil etmektedir. Kaynak havuzu pek çok tüketiciye gerçek zamanlı ve taleplerine uygun bir şekilde esnek hizmet sağlayabilmektedir.
- Geniş ağ erişimi: bulut bilişim sistemlerine farklı pek çok araç ile, her zaman ve istenen her mekânda erişebilmesi temsil etmektedir.

İnternet erişimi ve internete bağlı olan cihazların günden güne çoğalması, ayrıca üretilmekte olan veri miktarının da artış göstermesine yol açmaktadır. 2018’de 33 zettabayt olarak bilinen veri miktarının 2025’te 175 zettabayt olacağı düşünülmektedir (Reinsel vd., 2018). Bilinmekte olan veri tabanı yazılımlarını yönetme, işleme ve toplama kapasitesini aşmakta olan büyüklüğe sahip veriler, “büyük veri” şeklinde ifade edilmektedir. Söz konusu büyüklüğe sahip olan verilerin depo edilebilmesi, işlenebilmesi ve raporlanabilmesi adına standart yazılımdan farklı araç ve teknikler gereklilik arz

etmektedir. Söz konusu durum da büyük veri analitiğini temsil etmektedir (Gökşen ve Aşan, 2015).

İnsan yaşamını daha kolay bir hale getirmek ve insanlara katkıda bulunabilmek adına geliştirilmiş teknoloji ve makineler, son dönemlerde farklı bir boyuta evrilerek bireyler yerine karara varabilen, problem çözebilen, harekete geçebilen bir yetenek sahibi olmaya başlamıştır. Söz konusu dönüşümden sonra taklit edilmesi en güç olduğu varsayılan insan zekasına sahip, hatta insan daha zeki olan makineler üretebilmek hayali ile yapay zekâ faaliyetlerine ivme kazandırılmıştır (Köse, 2020). İnsana benzer olarak düşünebilen, öğrenebilen ve karara varabilen insan davranışına benzer biçimde davranabilen ve insana benzeyen makineler geliştirme düşüncesi, insan – makine etkileşimini de oldukça derinden dönüştürmüştür (Çiçin, 2024).

Siber güvenlik, siber uzay alanında ortaya çıkan risklerden bilgisayarları, yazılımları, sunucuları, ağları, cihazları, sistemleri ve bunların içinde bulunan verileri koruyabilme becerisi şeklinde ifade edilmektedir. Bilişim teknolojilerine ilişkin meydana gelebilecek saldırı girişimlerini azaltmayı hedeflemektedir. Söz konusu hedef doğrultusunda özümsemiş olan bütün stratejiler de siber güvenlik teriminin kapsamında değerlendirilmektedir (Karakoç, 2022). Bunun haricinde Craigen vd. (2014) siber güvenlik teriminin teknolojik çözüm önerileri, güvenlik, insan katılımı, strateji, süreç ve yöntem ile olay ve tehditler olacak şekilde beş alt temadan meydana geldiğini bildirmişlerdir.

3.6. Dijital Dönüşüm Çeşitleri

Dijital dönüşüm çeşitleri, şirketlerin farklı alanlarda ve iş süreçlerinde dijital teknolojileri kullanarak dönüşüm sağalmalarını ifade etmektedir. Şirketler, ihtiyaç ve beklentileri ışığında, farklı dijital dönüşüm stratejilerinden yararlanabilmektedirler. Kimi yaygın dijital dönüşüm çeşitleri aşağıda belirtilen şekilde sıralanabilmektedir (Yankın, 2019):

Sürdürülebilirlik dönüşümü: Şirketler, sosyal ve çevresel süreçenlik hedeflerine ulaşabilmek için dijital teknolojileri kullanarak iş aşamalarını ve operasyonlarını optimize hale getirebilmektedirler. Örnek olarak, kaynak verimliliği, enerji yönetimi ve atık azaltma benzeri alanlarda dijital çözümler yerine getirilebilmektedirler.

İş gücü ve yetenek dönüşümü: Şirketler, dijital dönüşüm sürecinde iş görenlerin yeteneklerini daha iyi bir hale getirmek ve dijital becerileri benimsemek için dönüşüm

programları ve eğitimleri sağlayabilmektedirler. İş gücünün dijital dönüşüme uyum sağlaması fazlasıyla önem arz etmektedir.

Yenilikçilik ve inovasyon dönüşümü; Şirketler, dijital teknolojileri kullanarak yenilikçi ürün ve hizmetler sağlayabilmekte, süregelen biçimde inovasyon gerçekleştirebilmekte ve rekabet imkânı tanıyabilmektedir.

Yapay zekâ ve veri analitiği dönüşümü; Şirketler, büyük veri analitiği ve yapay zekâ teknolojilerinden faydalanarak bilgilerini daha iyi bir biçimde anlayabilmekte ve önemli bilgilere sahip olabilmektedirler. Yapay zekâ ve veri analitiği, karara varma süreçlerini geliştirebilmekte, şirketlere rekabet imkânı sağlayabilmekte ve tahminsel analizler gerçekleştirebilmektedir.

İş modeli dönüşümü; Şirketler, dijital teknolojileri kullanarak yeni iş biçimleri sağlayabilmekte veya mevcut olan iş şekillerini değiştirebilmektedirler. Örnek olarak, abonelik temelli veya paylaşım ekonomisi modelleri benzeri odağında dijital getiren iş şekillerine geçiş sağlayabildikleri gözlemlenmektedir.

İş süreçleri dönüşümü; Şirketler, alan çalışmalarında dijitalleşme sürecine girerek verimliliklerinde yükselişe gidebilmekte, maliyetleri düşürebilmekte ve çalışma faaliyetlerini optimize hale getirebilmektedirler. Örnek olarak el ile bilgi girişinin yerine, otomatik bilgi uyumunu kullanarak bilgi yönetimini onarabildikleri gözlemlenmektedir.

Müşteri deneyimi dönüşümü; Şirketler, dijital kanallar ve teknolojilerden faydalanarak müşteri deneyiminde kendilerini geliştirebilmektedirler. Örnek olarak özelleştirilmiş pazarlama, sosyal medya etkileşimi, mobil platformlar ve diğer dijital aygıtlar aracılığıyla müşteriler ile daha iyi bir etkileşim sağlanması mümkün hale gelmektedir.

Bahsedilen dijital dönüşüm seçenekleri, şirketlerin ihtiyaçları ışığında farklı kombinasyonlarda sağlanabilmektedir. Bütün şirketler, kendi sektörüne ve amaçlarına uygun olarak nitelendirilen dönüşüm seçeneğini bulup dijital dönüşüm sürecine dahil edilmektedir (Yankın, 2019).

3.7. Dijital Dönüşümün Faydaları ve Zorluklar

Dijital ekonomi, ekonomi kapsamında değerlendirilebilen ancak teknoloji alanında yaşanan hızlı değişim ve gelişimlerden kaynaklı bir şekilde net tanımlaması olmayan bir terim şeklinde öne çıkmaktadır. Net bir biçimde tanımlaması gerçekleştirilmemiş olsa

bile dijital ekonominin varsayımı, verilerin asgari seviyede insan katılımı ve dijital teknolojiler aracılığıyla dönüşümün yaratılması şeklinde ifade edilmektedir. Dijital teknolojiler, kullanıcıların farklılık göstermekte olan ihtiyaç ve beklentilerine hızlı bir biçimde yanıt sunulması, verilerin dönüşüm sürecinin azalması ve maliyetlerin düşürülmesi, şirketin dış ve iç çevresiyle etkili olarak iletişim sağlanması benzeri değerli nitelikler sunmaktadır. Dijital teknolojilerin şirketlere sunmuş olduğu maliyet düşürme, yenilik kazanma ve verimliliğini artırma benzeri imkanlar, ciddi düzeyde dijital dönüşümün faydalarıyla doğru orantılı olmaktadır (Aguiar vd., 2019).

Dönüşüm, yalnızca şirketler kapsamında fayda oluşturmamakta, müşteriler, personeller ve rakipler benzeri birçok farklı firma taraflarına da fayda sunmaktadır. Şirketler, müşteri talep ve beklentilerine hızlıca yanıt vermektedirler ve böylece müşteri ihtiyaçlarını giderip kendi şirketlerinin sağlam olarak kalmasına imkân sağlayabilmektedirler (Phornlaphatrachakorn ve Na Kalasindhu, 2021).

Şirketlerin, sağlamış oldukları hizmet ve ürünlerin üretimini, dış ve iç çevresiyle iletişimlerini, iş faaliyetlerini ve iş şekillerini etkilemekte olan başarılı bir dönüşüm, daha fazla müşteri erişimi, yeni iş şekillerini ve daha çok üretkenlik yaratılması benzeri faydalar sağlayabilmektedir. Farklı iş modellerinin iyileştirilebilmesi, operasyonel verimliliğin ilerisinde süreç gelişimine yardımcı olmakta ve firma değerinin yaratılmasına olanak sunmaktadır. Şirketlerin farklı dijital teknolojileri il faaliyetleri ve modellerine entegre etmesi, firma değerini yükseltme isteğini öne çıkarmaktadır (Friedrich vd., 2011).

Çağımız dijital döneminde yönetici konumunda yer alan bireyler, müşteri taleplerinin, taktik yaratma ve şirketlerini yönetme mesellerinde baskı yarattığını varsaymaktadırlar. Şirketlerde; dijital dönüşüm, rekabetçi konumlarını sabit tutmak ve iş modellerini geliştirmek için strateji geliştirmek fazlasıyla önem arz etmektedir. Dijital dönüşümün stratejik değerine rağmen, yöneticiler, dönüşüm aşaması, faaliyet ortamları ve başlangıç gerekliliklerine ilişkin gereken veriyi elde barındırmadıklarından dijital dönüşüm zorunlu bir şekilde kabul edilmektedir. Söz konusu güçlüklerin yanı sıra dijital dünyayla farklılık göstermekte olan müşteri beklentileri ve dijital çalışmalara uyum sağlanabilmesi adına göz önünde bulundurulması gerekli olan yasal prosedürler de diğer güçlükler şeklinde algılanmaktadır (Bumann ve Peter, 2019).

Hızlıca değişime maruz kala ortam içerisinde yöneticiler, rekabet güçlerini muhafaza edebilmek veya artırabilmek adına uygun kararlara varmak için şirketlerinin dijital dönüşüme hazırlık durumu konusunda net bir düşünce bildirmeleri gereklilik arz etmektedir. 2010 yılında Uluslararası İş Makineleri (IBM) tarafınca kırktan çok millet ve yirmi sekiz farklı alanda çalışma göstermekte olan şirketlerde yer alan 3 bin yöneticiyle sağlanan çalışma kapsamında, teknolojik faktörlerde meydana gelen kompleks, yöneticilerin karşılaştıkları en önemli güçlük şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Rajnai ve Kocsis, 2018).

Şirketler, Endüstri 4.0 kapsamında net bir görüşü özümseyemedikleri ve Endüstri 4.0 terimlerine açıklık getirme konusunda rehber niteliğinde olacak çalışmalardan eksik kaldıkları için dönüşümü zor ve kompleks bir şekilde algılamaktadırlar. Bahsedilen algı, şirketlerin; iş görenlerin ve yöneticilerin yeteneklerinden faydalanamamaları neticesini meydana getirmek ile birlikte ortak önlemler almaya da engel olmaktadır (Schumacher vd., 2016).

Dijital dönüşüm, dijital teknolojileri kullanmak için verilmekte olan değerli bir yanıt şeklinde kabul edilmektedir. Yöneticiler, dijital teknolojiler aracılığıyla alan verimliliğini artırabilmekte, iş faaliyetlerinde, iş modellerinde, ürünlerde ve organizasyonda farklılıklar gerçekleştirilerek iş stratejilerini değişime maruz bırakabilmektedirler. Pazarda mevcut olan dijital teknolojileri mantık kapsamında değerlendirmek, meydana getirilecek dijital teknolojileri belirlemek, bu teknolojileri uygulamak için gereksinim duyulmakta olan kaynakları tespit etmek, iyi bir dönüşüm yönetimi sağlayan yöneticilere gereksinim olduğu bildirilmektedir. Bu kapsamda yöneticilerin rakiplerinden farklılaşma ve büyüme adına şirkete dijital teknolojileri dahil edebileceklerine yönelik alacakları kararlar, şirket açısından fazlasıyla önem arz etmektedir (da Costa vd., 2018).

Dijitalleşme, firmalar adına bilgi teknolojisi stratejisi kapsamında teknik bir sorun olarak kabul edilmek ile birlikte, değerli bir yönetim sorunu olarak ön plana çıkmaktadır. Bu durum, temel sorunun, dijital teknolojilere uyum sağlayabilecek ve dijital teknolojilerden etkili bir biçimde faydalanabilecek değerli bir yönetimin varlığı ile bağdaşmaktadır. Sorunun çözülmesi için, bilgi teknolojisi politikaları, iş politikaları ile uyum içinde bulunması gerekmekte ve dijital iş politikalarının sağlanabilmesi için iç içe geçmeleri gereklilik arz etmektedir (Chanias vd., 2019).

Dijital dönüşüme uyum sağlamak ve dönüşümün avantajlarından yararlanmak için gereklilikleri gerçekleştirmeye çalışmakta olan yöneticilerin karşılaştıkları güçlüklerden biri de mevcut olan yetenekler ile yeni dijital yetenekler arasında denge kurulması olarak ifade edilmektedir. Dijital yetenek, bir şirketin internet ağları aracılığı ile internetten iş değeri yaratma potansiyelinin oranı olarak tanımlanmaktadır. Bahsedilen tanımaya göre internet bağlantısına erişim sağlayabilmekte olan tüm şirketler, asgari düzeyde bile ola bir dijital yeteneği kapsamında içermektedir. Dijital yetenekler, inovasyona dayalı ve tabiatı gereği yıkıcı olduklarından dijital dönüşümü sağlayabilmek için dijital yeteneklerin mevcut olan yeteneklerinin gerçekleştirilmesi kaçınılmaz algılanmaktadır (Svahn vd., 2017).

3.8. Endüstri 4.0'ın İş Dünyasındaki Etkileri

Rekabetçi olabilmek adına üretim gerçekleştiren firmaların üretim sistemlerini devamlı bir şekilde iyileştirmeleri ve değişiklik gösteren piyasa gereksinimlerine uyum sağlamaları gereklilik arz etmektedir. Teknolojik gelişme tüm kurumlarda değerli bir rol üstlenmektedir. Sektör açısından yeni bir sanayi devrimi şeklinde, üretim sistemleri ve ürünler ciddi oranda farklılık göstermektedir. Dijital değişimde yaşanan gelişmeler ve artış gösteren etkileşim, kurum için farklı güçlüklerin meydana gelmesine yol açmaktadır. Nitekim söz konusu kavramı yeni iş süreçlerinin oluşturulması ile beraber kullanmanın gelecek dönemdeki iş ve yönetim adına daha çok neticesi mevcuttur. Bütün ürünler hayat döngüsü üstünde bir etki oluşturarak, yeni bir çalışma ve üretim biçimi sunmakta ve bu sebeple süreçleri iyileştirip firmaların rekabet gücünü artırıp endüstriyel piyasa üstünde pozitif yönlü bir etkiye sahip oldukları gözlemlenmektedir (Slusarczyk, 2018).

Dijitalleşme, üretim, bilgi ve gündelik hayatın yönetilmesinde çalışma şekillerini dönüştürmektedir. Bilgisayarlar, robotlar ve otomasyon son dönemlerde hemen hemen tüm ortamlarda gözlemlenmekte, fakat internetin sağladığı imkanlar, becerileri ve kullanımlarını dönüştürmekte, günden günde daha uzun olan çözüm önerileri, personelin, malzemelerin, makinelerin ve malların çalışmasını, süreçlerini takip etmeye ve eş zamanlı kararlara varmada veri elde ederek analiz gerçekleştirilmesine imkân sunmaktadır. Son dönemlerde bilgi teknolojisi destek sistemlerine sahip üretim ve sistemleri, daha karmaşık teknolojilerin takip edilmesi, çok sayfalı üretim ihtiyaçlarına destek verilmesi ve lojistik süreçlerin daha karmaşık meselelere dönüşmesi sebebiyle günden güne daha da karmaşık bir hal almıştır. Bilgi teknolojisi firmalarında kaçınılmaz rol, iş şartlarını ve verimliliği

dönüştürmüş ve önemi yadsınmaz bir hal almıştır. Endüstri 4,0'ın temel direkleri arasında yer alan dijital bağlantı, diğer sanayi devrimlerinden farklı bir değişim geçirmektedir. Dünya Ekonomik Forumu, küresel yazılım gündem ve toplumun geleceği tarafınca değerli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Sekiz yüz insanın çalışmış olduğu söz konusu araştırmada, gündelik hayatta önemli değişimleri yanında getirmiş olduğu teknolojinin ne zaman gelişmiş olduğu ve söz konusu değişimlerin, insanları, toplulukları, hükümetleri ve kuruluşları ne şekilde etkileyecek olduğu sorulmuştur. Bu araştırma, 2015'in Eylül ayında “*Derin Dönüşüm Teknolojileri Kilometre Taşları ve Sosyal Etkiler*” başlığında yayımlanmıştır (Dünya Ekonomik Forumu, 2015, s. 8 – 10). Söz konusu rapor, hayat üstünde önemli bir etkisi olması düşünülen yirmi teknolojiyi, bu aşamalar ve söz konusu teknolojilerin piyasaya sağladığı potansiyel tarihler ile beraber listelemektedir. Tavsiye edilmiş olan teknolojiler net bir şekilde farklı yeni iş modelleri ve yeni faaliyet sahaları getirecektir. Bu açıdan iş sektöründe yeni imkanlar yaratacaktır. Yeni iş imkanlarının farkına varabilmek adına söz konusu teknolojilerin keşfedilmesi tüm insanlar adına yarar sunacaktır (Dünya Ekonomik Forumu, 2015, s. 30 – 32).

4. PERAKENDE SEKTÖRÜ

Genel anlamda perakendecilik tüketici ve üretici arasında ürünlerin taşınması hizmetidir. Daha detaylı bakmak gerekirse firma çıktısının herhangi bir kişisel fayda götmeksizin doğrudan müşteriye pazarlanması ile ilgili faaliyetler bütünü demek doğru olacaktır. Ürünlerin müşterilere arz edilme süreçlerini kapsamaktadır. İlgili sektör günümüzde üreticilerin temsilciyken müşterilerin güvence verenidir. Sektörde ürünün nakline ek olarak ne zaman hangi miktarda ürünün hazırlanması gerektiği süreçleri de yer almaktadır (Öztürk, 2006). Gelişen teknoloji elbette ki perakende sektörünü de etkilemektedir. Gelişmelerin yaşanması ile internet kullanımı artmıştır ve birçok kavram süreç içerisinde revize edilmiştir. Bu yaygın kullanımla birlikte perakendecilikte yeni bir boyuta ulaşmıştır. İnternet ağında bilgi akışının anlık ve hızlı olması ile birlikte müşterilerin daha konforlu bir kıyas analizi yapılmasına fırsat verilmesine karşın internet olağanüstü bir pazar haline gelmiştir. Perakende sektöründe de bu durum dikkate alınarak firmalarda e-perakendecilik zihniyeti oluşturulmuştur. Firmalar geleneksel dağıtım kanallarına yeni kurulan e-mağazaları ekleyerek kendilerini geliştirmiş ve büyümüşlerdir. Bu durumda firmalar hedeflerine daha kolay ulaşabilmektedirler (Barutçu, 2008). Perakende grupları temelde işleyiş yöntemleri bakımından 3'e ayrılmaktadır: Mağaza Perakendeciliği, Mağaza Dışı Perakendecilik, Perakendecilik Organizasyonları. İşleyiş yöntemleri sınıflandırma başlıklarından sadece biridir. Sektör yerleşim yerine, sahipliğine ve satılan mal türüne göre de sınıflandırılmaktadır. Sektör stratejiler bütünüdür. Ve yer alan stratejileri büyüme ve seçicilik stratejileri olmak üzere 2 ana gruba toplamak mümkündür (Çakırkaya, 2010). Türkiye'de sektörün gelişim içerisinde olduğu kabul edilmektedir. Son dönemlerde ise sektör Covid-19 salgını ile karşı karşıya kaldı. Bu dönemde birçok sektörde krizler yaşanırken ilgili sektör internet ağırlıklı olmak kaydıyla performansını sürdürebilme fırsatı bulmuştur. Bireylerin evde vakit geçirmesine bağlı olarak tüketime eğilim artmıştır. Firmalarda bu tüketim eğilimi ile birlikte satış değeri olarak büyümeye devam etmişlerdir. 2022 yılının başından itibaren Türkiye perakende hacmi artmıştır ve pandeminin de etkisi ile birlikte sektör içerisinde e-ticaret payı hızla artmıştır. Sektör büyümesine bağlı olarak farklı dağıtım kanalı modelleri ile tüketiciye ürün sunumuna devam etmektedir. İleriki yıllarda da sektörün büyümesinin devam etmesi beklenmektedir (Kazak, 2023).

5. TALEP TAHMİNİ

5.1. Talep Yönetimi

Küreselleşme benzeri büyük ekonomik değişiklikler, piyasa gelişini özendirmiş ve bu sebeple firmalardan daha çok ürün çeşitliliği, daha yüksek hizmet düzeyleri ve kişiselleştirilmiş hizmet sunmaları talep edilmiştir. Bu kapsamda talep yönetimi, pazarlama ve tedarik zinciri yönetimi alanlarında meydana gelen, tedarik zinciri boyunca iş potansiyeline sahip tedarikçilerle piyasa gereksinimlerinin başarılı ve hızlı entegrasyonu neticesinde talebi dengede tutabilmek ve stratejik bir şekilde düzenleyebilmek adına çaba sarf eden bir konu olarak ifade edilmektedir. Söz konusu değişimler, kurumlar adına yeni güçlükleri de yanında getirmiştir. Söz konusu güçlükler, kurumlar adına müşterilerin değerlerini ve söz konusu değerlerin ne şekilde ürün tekliflerine çevrilebileceklerini tespit etmelerini gerektirmektedir (Melo ve Alcântara, 2016).

Kimi araştırmalar, tedarik zinciri yönetimi adına kullanılmakta olan kavram ve benzetmelerin doğru olmadığını öne sürmüşlerdir. Zincir; güçsüz, değişmeyen ve doğrusal görüntüleri çağrıştırmaktadır. Tedarik etmek ise, biraz zorlama gibi algılanmakta ve müşteri temelli üretim yerine, seri üretim anlamına gelmektedir. Bahsedilen araştırmalarda “*Müşteri odaklı ağlar*” ya da “*Talep ağları*” benzeri daha iyi adlar, yeni bir trend oluşturmayı ümit eden araştırmacı tarafınca gündem konusu haline getirilmektedir (Melo ve Alcântara, 2016).

Talep yönetimi süreci, tüketicilerin gereksinim ve beklentileri ile firmanın arz olanaklarını dengelemeye çalışmaktadır. Talep yönetimi süreci, talep tahmini ve söz konusu tahmin ile üretim, dağıtım ve satın alıma uyumlaştırmayı içermektedir. Söz konusu süreç ayrıca, faaliyetlerin durmuş olduğu, beklenilmedik durumlara ilişkin alternatif planlamalar yapmak ve söz konusu planlamaları yönetmek ile de ilgilenmektedir (Özdemir, 2004).

Talep yönetimi, tedarik zinciri ve zincirin içerisinde yer aldığı pazarlar boyunca koordineli bir talep akışının oluşturulması olarak ifade edilmektedir. Söz konusu tanımlama, ilk bakıldığı zaman basitmiş gibi görünüyorsa bile, anlam açısından oldukça derindir. İlk olarak pazarlama geleneksel işlevi şeklinde farklı ürünler adına talep oluşturmakta, fakat genellikle söz konusu talep oluşturan planları tedarik zincirinde

bulunan diğer firmalarla veya firma içerisinde yer alan diğer birimlerle paylaşmamaktadır. İkinci olarak, talep yönetiminin rolü, çoğunlukla talebi düşürmektir. Söz konusu durum, sezgisel görünebilmekte, ancak bir firmanın mallarına yönelik talep çoğunlukla yönetimin gerçekçi bir şekilde yerine getirilemeyecek olduğu bir düzeydedir. Talep yönetimi, karlı olmayanlar adına farklı müşteri ve malların kar katkısının değerlendirilmesini temsil etmektedir. Talep yönetimi, farklı müşteri ve malların kara katkısının incelenmesini, karlı olanlara ağırlık atfedilmesini ve karlı olmayan müşteri ve mallardan olan talebin düşürülmesini temsil etmektedir. Son olarak ise, kayda değer tedarik zinciri tasarrufu talep planlamasından kaynaklı meydana gelebilmektedir, fakat neticeler her daim tedarik zincirinde yer alan bütün firmaların iş birlikteliği başarısıyla tutarlı olmamaktadır. Dolayısı ile talep yönetiminin bir diğer yönü de ödüller ve ölçümler ile tedarik zinciri ortaklarıyla etkileşimlerin yönetim performansını eleştirmekte olan ve bu sayede tedarik zinciri yönetiminde yer alan bütün firmaların genel tedarik başarısı neticesinde adil bir şekilde ödüllendirildiği tedarik zinciri ilişkilerin yönetimi olarak ifade edilmektedir (Mentzer vd., 2007).

5.2. Talep Planlama

Tedarik zincirinin başarısında rol oynayan en değerli unsurlar arasında, etkili müşteri talebi planlaması yer almaktadır. Bir firmanın, iş imkanlarını doğru bir şekilde öngörebilmesi ve etkili bir şekilde tüm tedarik zincirini içerecek biçimde planlayabilmesi gerekmektedir. Bu sayede söz konusu imkanlardan daha verimli bir şekilde faydalanabilmek mümkün olmaktadır. Fakat birçok şirket, yeterli olmayan müşteri talebi planlamasının neden olduğu etkileri tespit edememektedir. Yeterli olmayan talep planlaması sebebiyle firmalar, kendi mallarına yönelik talep imkanından faydalanamamakta ve ilk olarak doğru tahminler gerçekleştirememekte ve ikinci olarak ise talebi net bir şekilde giderecek tedarik zinciri kapasite planlamasını da uygulamaya geçirme konusunda yetersiz kalmaktadırlar. Diğer bir açıdan ele alındığı zaman, etkili talep planlaması üretim, lojistik, satın alma ve stok maliyetlerini olabilecek en düşük seviyeye indirgeyerek tedarik zinciri maliyetlerinin düşürülmesine imkân sunmaktadır (Stadtler vd., 2005).

Talep planlama, talep yönetiminin birinci faktörü olarak kabul edilmektedir. Burada bulunan değerli husus, tahmin davranışının talep planlamasının bir parçası olarak kabul edilmesine rağmen, talep planlamasının talep tahmini olmadığı farkında olunması

olarak ifade edilmektedir. Tahminle planlama arasında bulunan görüşün anlaşılması fazlasıyla önem arz etmektedir. Tahmin, var olan veya gelecek dönemde meydana gelebilecek şartların öncesinden öngörülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Plan ise, eyleme geçme, yapma ve ilerleme tekniği olarak ifade edilmektedir.

Planlama ve tahmin arasında bulunan fark kritik seviyededir. Tahmin, kontrol eksikliği manasına da gelmektedir, diğer bir deyişle bir şey yüksek bir doğruluk düzeyiyle tahmin edilememektedir. Ayrıca plan, öncesinden düzenlenmiş olan eylemleri temsil etmektedir, diğer bir deyişle yerine getirilecek davranışları, bir kişinin öncesinden belirleyerek kontrol etmesi manasına gelmektedir.

5.3. Talep Tahmini Kavramı

Çağımızda artış göstere rekabet şartları ile beraber neredeyse bütün firmalar, gelirlerini olabilecek en yüksek seviyeye çıkarmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle karlarını yükseltmeye ve zararlarını da düşürmeye çalışmaktadırlar. Bu tarz bir durum söz konusu olduğunda zararları olabilecek en düşük seviyeye indirebilmek adına, yöneticilerin belirsizlik yaşamaksızın daha rahat kararlara varabilmeleri adına ve riskleri düşürebilmek adına gelecek talep ve isteklere ilişkin bir analiz gerçekleştirmeleri gerekli görülmektedir. Söz konusu analiz yerine getirilirken, çoğunlukla geçmiş zamanlardaki talepler üstünden incelemeler gerçekleştirilmektedir.

Devamlı dönüşümün söz konusu olduğu bir ortam içerisinde, piyasanın gereksinim ve taleplerine doğru bir şekilde anlayıp yanıt vermek fazlasıyla önem arz etmektedir. Böylece başarılı olabilmek mümkündür. Firmalar, faaliyetlerini sürdürürken uzun, orta ve kısa vadeli bir şekilde firmayı doğrudan etkileyecek değerli kararlara varmaktadırlar. Söz konusu kararlar verilirken ortada yer alan risk ve belirsizlikler, karar verme sürecini zorlaştırmaktadır. Söz konusu kararların daha rahat bir şekilde verilebilmesi adına, risk ve belirsizliklerin düşürülebilmesi adına tahminler gerçekleştirilmektedir. Söz konusu tahminler ne kadar doğru gerçekleştirilirse, verilmekte olan kararlar da aynı oranda yararlı olmaktadır. Tahminlerin doğru gerçekleştirilmemesi neticesinde verilen kararlar firmaya manevi ve maddi açıdan zarar verebilmektedir. Firmayı finansal bakımdan zarara düşürecek, pazarlama yöntemini başarısız hale getirerek motivasyonu azaltacak, tedarik zincirinde bulunan idaresine olumsuz olarak etkide bulunacak, müşteri memnuniyetini düşürecek ve bu durumlara bağlı bir şekilde rekabet kuvvetini ve piyasa payını negatif olarak etkileyecektir. Bütün bu sebeplerden kaynaklı olarak talebin analizi

gerçekleştirilirken doğru bir şekilde analizin yapılması, firmalar bakımından oldukça önem taşımaktadır (Erkan, 2008).

Firmalarda verilecek kararların ya da gerçekleştirilecek yatırımların en değerlilerinden bir tanesi, üretilecek ürün ya da hizmetlerin gelecek satışları olarak ifade edilmektedir. Söz konusu satış miktarları talep olarak adlandırılmaktadır. Bu gelecek talebin analizler ile tespit edilmesi neticesinde, firmada meydana gelen bilgiyle verilecek kararlar daha doğru olmakta, gerçekleştirilecek olan yatırımlar daha sağlıklı bir şekilde planlanmakta ve riskler mümkün olduğunca düşürülmektedir. Çağımız ekonomisinde yer alan firmalarda üretilecek olan hizmet ya da mallar adına bir fizibilite araştırmasının yerine getirilmesi gerekmekte, pazarda malın ya da hizmetin satışının gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği tespit edilmekte ve bu durumlara bağlı bir şekilde malın ya da hizmetin ne ölçüde talep göreceği olduğu öngörülmektedir. Söz konusu tahminlerin gerçekleştirilmesi sürecinde ise belli miktarlarda olan bilgilerden yararlanılarak talep tahmin analizleri neticesinde meydana gelen çıktılar, karara varma sürecinde güvenli kabul edilebilecek veriler sunmaktadır. Söz konusu analizlerde genel anlamda ise zaman serileri analizinden yararlanılmaktadır. Bahsedilen analizde, belli vakit aralıkları içerisinde yapılan gözlemlerden faydalanılmaktadır. Bu sayede geçmiş neticelere bakılıp ne olduğu anlaşılmakta ve söz konusu neticelerden yararlanılarak geleceğe yönelik öngörülerde bulunulabilmektedir. Hangi malların hangi zaman aralıklarında, hangi şartlarda ne ölçüde talep göreceği olduğu yorumlanmaya çalışılmaktadır. Ayrıca, yeni bir yatırım kararı ortaya çıktığı zaman, yeni bir piyasa adım atılacağına, talep tahmini gerçekleştirilmesi fazlasıyla önem taşımaktadır. Piyasa müşterilerinin eğimlerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve yapılan analizlere göre taleplerin belirlenmesi, piyasada erişilebilecek miktarların tespit edilmesi gerekmektedir (Bulut, 2006).

Yöneticiler, gelecek yıllarda meydana gelebilecek sorunları da öncesinden tahmin etmek durumundadırlar. Kısıtlı kaynaklar ile gerçekleştirilmekte olan üretimde kısıtlı olacağından, üretim miktarının da öncesinden öngörülmesi fazlasıyla önem arz etmektedir. Yöneticilerin mallara ilişkin talebi öngörebilmeleri için ise, gelecek dönemdeki genel ekonomik durum, hava durumu benzeri talebe etkide bulunabilecek bütün unsurları da öngörülmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2019).

Talep tahmini, firma içinde bulunan neredeyse tüm alanlarda kullanılabilir. Stoktan dağıtıma, lojistiğe dek bütün alanları içerebilmektedir. Yöneticilerin firma içinde meydana gelebilecek tüm risk faktörlerini de öncesinden öngörebilmesi gerektiğinden,

talep tahmini gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu, yalnızca satılacak olan mallara ya da hizmetlere ilişkin değil, gelecekteki firma içinde bulunan durumdan ekonomik duruma dek, hatta dış çevreye dek bir tahmin gerçekleştirilmesini gerekli kılmaktadır (Yıldırım, 2019).

Tahmin teknikleri belirlenirken, söz konusu tekniğin basit olması, maliyetinin düşük olması, yapıma sürecinin uygun olması, bilgilerin, niteliklerin uygun olması, karar mercilerinin niteliklerinin uygun düşmesi, hata oranının makul sınırlar içinde bulunması, zaman aralığının uygun olması benzeri pek çok faktör bahis konusu olmaktadır. Tüm bunların yanı sıra tercih edilecek yöntemin, elde edilen bilgiye uygun olması fazlasıyla önem arz etmektedir (Bulut, 2006).

Tahmin sürecinde belirli başlı aşamalar ortaya çıkmaktadır. İlk olarak belli bir konuya yönelik bilgi elde edilmesi gerekmektedir. Bilgi elde etme aşamasında bilgi kirliliğine bulaşılmaması ve eksik ya da aşırı detaylı verilerin olmaması önemlidir. Tersı durumda, çalışmanın maliyeti artabilmekte ve tahmin doğruluğu negatif yönde etkilenebilmektedir. Daha sonrasında ise talep tahminin gerçekleştirileceği dönem ve dönemin uzunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Tahminlerin içerdiği vakit aralığı düştükçe, tahminlerin duyarlılığı artmaktadır. Bu nedenle teknik seçimi ve hata oranı hesabının gerçekleştirilmesi son derece önem arz etmektedir. Son olarak ise neticelerin geçerliliğinin incelenmesi, tahmin ile gerçek değerler arasında bulunan farkların nedenlerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Erkan, 2008).

Amerika ve Avrupa devletlerinde talep tahminine fazlasıyla önem atfedilmektedir. Dolayısı ile bu alana yönelik pek çok araştırma gerçekleştirilmektedir. Talebin yönetilebilir olması, talepte meydana gelen değişiklikleri kendileri adına birer fırsat haline çevirebilmeleri için araştırmalarını devamlı geliştirmektedirler. Ne yazık ki Türkiye Cumhuriyeti'nde talep tahmini alanına yönelik yeterli bilinç ve bilgi seviyesine erişilememiştir. Bu nedenle orta ve uzun süreli planlar ile bu alana yönelik araştırmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Tahmin çalışmalarına yeterli oranda önem vermemekte olan firmalar, gelecek dönemde de içerisinde bulunduğu durumun devam edecek olduğunu düşünmektedirler. Ancak devamlı dönüşüm dünya içinde, bahsedilen süreklilik sağlanamayacaktır. Tuteursız ve yetersiz öngörüler, firmaların sermaye, kaynak ve iş gücü maliyetlerini yükseltecek ve bu

sayede firmayı zarara uğratacaktır. Fakat tahmin çalışmaları adına da bir iş gücü, bilgi elde etme ve inceleme maliyeti bulunmaktadır (Yıldırım, 2019).

5.4. Talep Tahmini İlkeleri

Talep doğruluğunun artabilmesi adına aşağıda belirtilen adımların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Kobu, 2008):

- Amacın tespit edilmesi
- Tahmin gerçekleştirilecek olan vakit aralığının belirlenmesi.
- Gereken bilgilerin bir araya getirilmesi, değerlendirilmesi ve analiz edilmesi.
- Tekniğin kıyaslanması ve değerlendirilmesi.
- Tahminin yapılması.
- Neticelerin analiz edilip, tekniğin performansının değerlendirilmesi.

5.5. Tedarik Zincirinde Talep Tahmini

Hızlı bir şekilde değişiklik gösteren Pazar şartları, firma problemlerini çözüme kavuşturma zorunluluğu ve yoğun rekabet sebebiyle genel Pazar taleplerine bağlantılı öngörü gereksinimi artış göstermiştir (Pilinkiene, 2008). Tahmin, geçmiş bilgiler üstünde belli tekniklerden yararlanılarak geleceğin öngörülmesi olarak ifade edilmektedir. Talep tahmini ise, geçmiş dönemin talep miktarı veya talebe etkide bulunan unsurlardan hareket edilerek geleceğe ilişkin talebin tahmin edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Satış oranlarının tahmin edilmesiyle geçmiş dönemin satış rakamları üstüne farklı teknikler uygulayıp gelecek satış rakamları tahmin edilebilmektedir (Olgun, 2009). Talep yönetimi, tahminlerde bulunularak gerçekleştirilmektedir. Söz konusu talep tahminlerinin yerine getirilebilmesi adına farklı teknikler olduğu gibi, söz konusu tekniklerden biri de geçmiş döneme ilişkin satış rakamlarından yararlanılarak geleceğe ilişkin satış tahminlerinde bulunulmasıdır (Pilinkiene, 2008).

Olgun'un 2009'da gerçekleştirmiş olduğu bir araştırmasında, Bolt'un 1988 tarihli çalışmasından aktarmış olduğu üzere, talep tahminin doğru bir biçimde yerine getirilebilmesi adına göz önünde bulundurulması gerekli olan unsurlar şu şekildedir (Olgun, 2009):

Ürünü talebinin kaynağı ve büyüklüğü: çağımızda ürün ve teknolojinin gelişmesini, kullanıcıların tutum ve hayat stilleri tespit etmektedir. Teknolojinin söz konusu hızlı

gelişimi, ürünlerin hayat sürelerini azaltmaktadır. Teknolojide meydana gelen dönüşüm, tüketici trendi üstünde etki sahibi olmaktadır.

Uzun vadeli dalgalar: iki biçimde anlatılabilmektedir. Bunlardan birincisi, genel ekonomik performans, diğeryse belli bir malın bütün firmalara göre performansı olarak ifade edilmektedir. Bir firmanın dalgalanması uzun süreli dalgalanmadan daha uzun zaman alıyorsa, o firmanın satışları daha hızlı artış göstermektedir.

Fiyat endeksi: ürün fiyatları değişiklik gösterirse, satış hacmi ürün hacmi ile uyumluluk göstermeyebilmekte ve muhasebecilerin her sene yeni fiyat endeksi geliştirmesi gerekebilmektedir.

Genel ekonomik durum: son dönemlerde tüketici pazarının duyarlılığı artış göstermiş olsa bile, genel ekonominin durumu genel satış hacmine bağlı olmaktadır.

Piyananın durumu: satış öngörüsü firmaların piyasa payı, finansal politikaları, hizmet kalitesi, araştırma ve geliştirme konularında rekabetçi konumlarını da göz önünde bulundurmaktadır.

İş yeterliliği: üretim yönetimi, finansmanı, pazarlama yöntemleri ve hacmini dikkate alarak satış tahmin neticelerine karşı yanıt verebilme kapasitesi olarak ifade edilmektedir.

Tedarik zincirinde rol oynayan bütün süreçler, müşteri siparişinin öncesinde ya da sonrasında meydana gelmeleri bakımından genel anlamda itme ya da çekme olarak nitelendirilen 2 farklı karaktere sahip olmaktadır. Çekme süreçleri, müşteri siparişine tepki şeklinde gerçekleşmekte olan süreçler olarak ifade edilmektedir. Bu durumun tersine itme süreçleri ise, müşteri talebi oluşturmak için gerçekleştirilmektedir. Çekme süreçleri içerisinde talep net bir biçimde bilinmektedir. İtme süreçleri içerisinde ise, talebe yönelik net bilgilerin yanı sıra farklı tahminlerden ya da kestirimlerden yola çıkılmaktadır. İtme süreçleri spekülative karaktere sahip, çekme süreçleri ise reaktif karaktere sahip süreçler olarak nitelendirilmektedir. Bir tedarik zincirinde hem çekme hem de itme süreçleri birlikte bulunabilmektedir. Bahsedilen 2 tip süreç, itme / çekme sınırı olarak isimlendirilen bir sınır ile birbirlerinden ayrılmaktadır. İtme / çekme yaklaşımı, tedarik zinciri stratejisini tespit ederken dikkatle üstünde durulması gerekli olan hususların başında yer almaktadır (Ağlargöz vd., 2012).

Tahmin yöntemleri ve değişkenlerinin sayısı çoğaldıkça, belli bir çerçevede uygun olanı belirlemek güçleşmektedir. Olası bir çözüm, bir işlevi yaklaşık bir netlikte

değerlendirebilen “*evrensel tahmin ediciler*” şeklinde isimlendirilen bir algoritma sınıfına güvenmektir. Buna benzer evrensel tahmin edicilerden yararlanarak, geçmiş ve gelecek dönemdeki bilgiler arasında gereken bir fonksiyon öğrenilebilmekte, bu sayede diğer tahmin yöntemlerini etkin olarak evrensel tahmin edicilerin öğrenebilecek olduğu fonksiyonların bir alt kümesine dönüştürülebilmektedir. Destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları benzeri makine öğrenim yöntemleri, evrensel tahmin ediciler olarak nitelendirilmektedir ve bir işlevi öğrenebilmek adına tercih edilmektedir. Tahmin süresi serileri, tedarik zincirindekine benzer olarak fazlasıyla karmaşık bir veri yoğunluğu barındırmaktadır. Yalnızca gelecek dönemde tekrar edecek bilgilerdeki gerçek kalıpları öğrenme ve karmaşıklığı görmezden gelmek istenilmektedir. Makine öğrenmesi temelli yöntemler, veri kirliliği olduğu zaman tedarik zinciri tahmin sorunları adına faydalı olan 2 değerli niteliğe sahip olmaktadır: öğrenme sürecinin kontrolünü sağlama becerisi ve gelişigüzel bir fonksiyonu öğrenme becerisi (Carbonneau vd., 2007).

6. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ

6.1. Nitel Tahmin Yöntemleri

Nitel tahmin teknikleri, eski zamana ilişkin bilgilerin bulunmadığı veya gelecek dönemde koşullarına eskisine nazaran farklılık seviyesinin az olduğu şartlarda deneyim ve fikir baz alınmakta olan yöntemler olarak ifade edilmektedir. Bilimsel bilgilere dayanmaması nedeniyle tahmin verimlilik oranı nicel tahmin tekniklerine nazaran daha düşüktür. Söz konusu tekniklerin avantajı maliyetinin az ve kolay olması şeklinde ifade edilmektedir (Pham, 2023).

Yöneticilerin Görüşlerinin Esas Alınması; Yönetim kurulu, satın alma ve üretim benzeri bölümlerde bulunan uzman ve yönetici bireylerin bilgi ve tecrübeleri baz alınıp uygulanmakta olan teknikler olarak ifade edilmektedir. Çoğunlukla kısa süre içerisinde verilmesi gerekli olan kararlar için tercih edilmektedir.

6.1.1. Kilit Personelin Kararı

Şirket kapsamında pazarlama ve satış alanlarında çalışan kişilerin deneyimlerine dayanıp talep tahminler, şirket yöneticileri tarafınca değerlendirilerek gerekli görülürse belirli başlı düzenlemeler gerçekleştirilecek bir karara varılmaktadır. Kilit çalışan kararı yönteminin avantajı, maliyeti oldukça az ve hızlı bir yöntem olmasından kaynaklanmaktadır (Heizer ve Render, 2004).

6.1.2. Anket yöntemi

Hedef kitlelere anket gerçekleştirme yöntemi uygulanmaktadır. Çoğunlukla yeni bir mal, hizmet veya var olan bir mal veya hizmet adına güncelleme, değişiklik benzeri faaliyetler gerçekleştirilirken talebin öngörülmesi için kullanılmaktadır. Anket tekniği, pazarlama araştırması yöntemleri arasında çoğunlukla uygulanmakta olan bir teknik olmasına rağmen, bilimselliği diğer tekniklere nazaran en düşük olan yöntemdir. Bu teknikte soruları yanıtlayan bireylerin talep edilmiş olan bilgiyi cevaplamamaları veya cevaplamak istememeleri, cevaplanmış olan verilerin güvenilirliği eksik olması, tekniğin yararına negatif olarak etkide bulunmaktadır (Makridakis vd., 1998).

6.1.3. Delphi Tekniği

Delphi yöntemi, hizmet veya mala ilişkin gelecek dönemde meydana gelebilecek talebin öngörülmesi nedeniyle yüz yüze görüşmeler olmaksızın uzman bireyler tarafınca bir karara varılmasına imkân sunan bir teknik olarak ifade edilmektedir. Bu teknik, anket formlarının uzman bireylere yollanarak geri besleme vasıtasıyla grup içerisinde bulunan bireylerin ortak bir düşünce sahip olmalarına yardımcı olmaktadır. Bu yöntem, genel anlamda üç niteliği barındırmaktadır. Söz konusu nitelikler; katılan bireylerin gizli tutulması, kontrollü geri besleme ve grup tepkisinin istatistiksel analizi olarak ifade edilmektedir (Seaton ve Bennet, 1996).

İlk nitelik, katılım gizlilik ilkesi olarak nitelendirilmektedir. Delphi tekniğinin başarısının neden, gizlilik şeklinde kabul edilmektedir. Çalışma boyunca öne sürülen düşüncelerin sahipleri gizlenmektedir. Bu sayede öne sürülen düşüncelerin etkisi kimler tarafınca öne sürülmüş olduğu bilinmeksizin düşüncelerin değerler eşit bir şekilde değerlendirilmektedir.

İkinci nitelik ise, grup tepkisinin istatistiki analizi olarak ifade edilmektedir. Tüm anketler yapılmalarının ardından analiz edilmektedir.

Son nitelik ise, kontrollü geri besleme olarak ifade edilmektedir. Bu yöntemde arka arkaya anketler uygulanmaktadır. Anketlerin istatistiki analizi bitmesinin ardından analiz bulguları, daha sonrasında gerçekleştirilmiş olan anket ile katılan bireylere verilmektedir. Bu sayede katılımcılar, düşüncelerini ve diğer katılımcı düşünceleri ile karşılaştırarak tekrardan değerlendirmektedirler. Yöntemin uygulanması, uzlaşma ile beraber sonlandırılmaktadır (Şahin, 2001).

6.1.4. Senaryo Analizi

Senaryolar gelecekte meydana gelmesi olası durumları göz önünde bulundurarak daha net bir perspektife ulaşılmasının yanı sıra nelerin gerçekleşebilecek olduğu ve nelerin olduğunu anlamaya yardımcı olmaktadır. Senaryo analizi adına sezgisel mantık yaklaşımı, eğilim – etki analizi ve çapraz etki analizi benzeri tekniklerden yararlanmaktadır (Erkut ve Akgüç, 1997).

Söz konusu analiz adına kullanılmakta olan en yaygın yaklaşım sezgisel mantık olarak ifade edilmektedir. Bunun nedeni senaryolar, esnek ve iç tutarlılığa sahip bir şekilde

üretilebilmektedir. Tercih edilen diğer yaklaşım ise eğilim – etki analizi olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu teknik sayısal faktörler ile beraber geleneksel tahmin teknikleriyle ilişki kurmaktadır. Kullanılmakta olan bir diğer teknik ise çapraz etki olarak ifade edilmektedir. Senaryo yaratılmasında hesaba dahil edilen durumların birbirlerine yönelik ilişkilerini analiz içinde göz önünde bulundurmaktadır. Firmaların senaryo analizinden yararlanma nedenlerinden bazıları aşağıda belirtilen şekilde sıralanabilmektedir (Erkut ve Akgüç, 1997):

- Farklı yarar değerine sahip değişikliklerin ve düşüncelerin var olması.
- İçerisinde bulunulan endüstrinin değişikliklere maruz kalması veya kalabilme olasılığı.
- Stratejik düşünmenin verimliliğinin düşmesi.
- Mevzuatta göz önünde bulundurulmayan ve yaratılan imkanların yeterli olmaması.
- Maliyeti yüksek olan durumların geçmiş dönemde gerçekleşmesi.
- Belirsizliğin fazla olması.

6.2. Nicel Tahmin Yöntemler

Nicel teknikler, geçmiş zaman gözlem değerlerine dayanmakta olan analizler gerçekleştiren tahmin modellerini içermektedir. Tercih edilen teknikler; ele alınan değişken üzerinde gözlenmiş olan gelişmelerin analiz edilmesi, veri serisinin dinamik niteliklerinin tespit edilmesi ve söz konusu niteliklerin matematiksel bir fonksiyonla belirtilerek geleceğe yönelik tahminlerin üretilmesini kapsamaktadır. Nicel tahmin teknikleri arasında en fazla tercih edilen teknikler şu şekildedir (Başoğlu ve Parasız, 2003):

6.2.1. Regresyon analizi

Regresyon analizi, aralarında neden – sonuç bağı olan bir bağımlı değişkenin bir ya da birden çok bağımsız değişken arasında bulunan ilişkiyi tespit etmek ve öngörüler yapmak adına bir fonksiyon olarak yazılması olarak ifade edilmektedir. Regresyon denklemiyle bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında bulunan bağı kurmakta olan parametrelerin değeri öngörülmekte ve doğru bir regresyon katsayısıyla güvenilir tahminlerde bulunmak mümkün olmaktadır. Bu yöntemde, belirli aralıktaki olan geçmiş dönem ve sezonların bilgilerinden yararlanılarak formül geliştirilmektedir. Geçmiş bilgiler ne kadar devamlı

ve düzenli ise, öngörülerin tutarlılığı aynı oranda yüksek olmaktadır. Fakat bağımsız değişken değerleri farklılık içeriyor ve düzensizse, tahmin hatası da artmaktadır (Çağlar, 2007).

6.2.2. Çoklu Regresyon Analizi

Çoklu regresyon bir tane bağımlı değişken ve birden çok bağımsız değişkenin birlikte olduğu bir model olarak ifade edilmektedir. Gerçek dünya içerisinde, bütün bilgileri anlamlı olarak tanımlamakta olan doğrusal fonksiyonlar olmayabilmektedir, kimi durumlar söz konusu olduğunda veri kümesi eğri bir fonksiyonla tanımlanabilmektedir (Hocaoğlu vd., 2015).

6.2.3. En Küçük Kareler Yöntemi

Bu teknik, çoklu regresyon, basit doğrusal modellerinin çözümlenmesi için kullanılmakta olduğu gibi, çok denklemlili ekonometrik modellerin çözüme kavuşturulmasında da tercih edilen yöntemlerin temeli olarak kabul edilmektedir. Eğitim hesaplamasında en fazla tercih edilen teknik olarak nitelendirilmektedir. İki değişken arasında bulunan bağıntıyı tespit edilebilmesi adına en uygun doğrunun belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Doğrunun tanımlanabilmesi adına doğrunun bağımlı değişken eksenini kesmiş olduğu noktanın ve doğrunun eğiminin bilincinde olunması gerekmektedir. Çizilmiş olan doğru üstünde bulunan bağımlı değişken değerleri ile gerçek değerler arasında bulunan farkın karelerinin toplamını olabilecek en düşük çıkaracak doğru tespit edilmeye çalışılmaktadır. Pek çok ekonomik çalışmada şartlara ve pratikliğe göre biçimlendirilebilmesi nedeniyle bu teknikten sıklıkla faydalanılmaktadır (McAleer, 1992).

6.2.4. Korelasyon Metodu

Korelasyon, 2 değişken arasında bulunan ilişkiyi ölçmekte olan istatistiksel bir teknik olarak ifade edilmektedir. 2 değişken arasında bulunan ilişkinin gücü ve yönünü tespit edebilmek adına kullanılmaktadır. İlişki ne kadar kuvvetli ise, ortaya sunulan tahminlerin doğruluğunun da aynı oranda yüksek olması beklenilmektedir (Üreten, 2005).

6.2.5. Zaman serileri yöntemi

Bu teknik, bir firmanın geçmişte gerçekleştirmiş olduğu satışlar incelenip söz konusu satışlarda belli bir eğilim bulunup bulunmadığının belirlenerek, gelecek ile alakalı talep öngörülerinin gerçekleştirilmesi olarak ifade edilmektedir. Zaman serileri analizleri, eski bilgilerin zamanla göstermiş olduğu düzeni baz almaktadır. Burada bulunan temel amaç, eski bilgilere bakılıp geleceğin öngörülmesi olarak ifade edilmektedir. Zaman serileri, bir değişken üstünde düzenli aralıklar ile gerçekleştirilen gözlemler şeklinde de tanımlanmaktadır (Tekin, 2009).

6.2.6. Basit ortalama ve ağırlıklı ortalama yöntemi

Basit ortalama, bir seride yer alan verilerin toplamının, fiili gözlem sayısına bölünmesi sonucunda elde edilmektedir. Eğer geçmişe yönelik bilgiler, genel anlamda bir yükseliş ya da azalış eğilimi sergilemiyorsa ya da gelecek adına büyük çaplı bir farklılık beklentisi söz konusu değilse, bu teknikten yararlanılmaktadır. Fakat gelecek yıllarda yükseliş ya da düşüş eğilimi söz konusu olursa, meydana gelen talep, öncesinden tahmin edilen taleple aynı doğrultuda aynı oranda sapmalar sergileyecektir. Eğer belli zamanların bilgileri, gelecek dönemler adına net bir kanı veriyor ise, geçmiş bilgiler hesap edilirken son dönemde bulunan bilgilere daha çok ağırlık atfedilip ağırlıklı ortalama tekniğinden yararlanılabilmektedir. Örnek olarak farklı dönemlerde, farklı satın alma gücüne sahip paralarla sağlanan varlıkların bilançolar içerisinde birlikte yer alması, bilançodan bilgi sağlanacak ve karara varılacak olan firma yetkililerinin yanılmasına yol açmaktadır. Bu sebeple enflasyon muhasebesinde son dönemlerde sık sık tercih edilen bir teknik olarak kabul edilmektedir (Gökçen, 2004).

6.2.7. Hareketli ortalamalar yöntemi

Talepte meydana gelen mevsimlik çalkantıların incelenmesi sonucunda mevsimlik çalkantıların talep üstünde bulunan etkisinin tespit edilmesinde tercih edilen bir teknik olarak ifade edilmektedir. Geçmiş zamandaki satışların incelenmesi ve satışların döneme göre sergilediği eğilim doğrusundan faydalanılarak, gelecek yıllardaki talep öngörülerini gerçekleştirilebilmektedir. Hareketli ortamlar tekniğine göre üç, dört, altı ve on iki aylık satış ortalamalarına göre değerlendirmelerde bulunulabilmektedir. Örnek olarak 3 aylık

hareketli ortalamayla temmuz ayının satış öngörüsü, Haziran, Mayıs ve Nisan aylarının satışlarının ortalaması baz alınıp tespit edilmektedir (Üreten, 2005).

6.3. Tahmin Performansının Ölçümü

Öngörülebilirliği yüksek olan bir iş modelinde dahi, geleceğin belirsizliğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle iş modellerinin öngörülebilirliği yüksek olsa bile bağımsız değişkenlerde meydana gelebilecek olağanüstü değişikliklerin, hatta girdi niteliğine sahip yeni bağımsız değişkenlerin meydana gelmesinin dikkate alınması gerekmektedir (Chase, 2013).

Tahmin tekniğinin etkinliği pek çok kriterden yararlanılarak değerlendirilebilmektedir. Tahmin doğruluğu en değerli ölçü olarak ifade edilmektedir. Tahmin hatalarının analiz edilmesi ile uygulanmakta olan tekniğin doğruluğu belirlenmektedir. Gözlenmiş olan gerçek değerle tahmin edilmiş değer arasında bulunan farksa tahmin hatası şeklinde nitelendirilmektedir (Olgun, 2009). Bir diğer teknik, farklı istatistiksel yöntemler arasında hangi yöntemin elde bulunan geçmiş bilgilere daha uyumlu olduğunun belirlenmesidir. Tahminler her daim hatalar barındırmaktadır. Tahmin hataları, rastgele hatalar ve yanılğı hataları şeklinde sınıflandırılabilir. Yanılğı hataları, tutarlı hataların neticesi olarak kabul edilmektedir ve tahmin her daim çok düşük veya yüksek çıkmaktadır. Bir diğer hata çeşidi olarak bilinen rastgele hata ise, öngörünün gerçekleşmiş olan satış üzerinden belirlenmesine yol açan ve tahmin edilemeyen unsurların neticesi olarak ifade edilmektedir. Tahmin analistleri, uygun tahmin yöntemlerinin belirlenmesiyle rastgele ve yanılğı hatalarının tesirlerini olabilecek en düşük seviyeye indirmeye çalışmaktadırlar, ancak her çeşit hatayı ortadan kaldırmak olanaksızdır (Bal, 2015). Çevresel değişikliklere tepki hususunda oldukça duyarlı ve hassas davranana gıda firmalarında modelin, yeni girdilerin dahil edilebileceği bir esnekliğe sahip olarak tanımlanabilmesi gerekmektedir. Bu sayede yeni girdilerin çıktıya ne oranda etkide bulunduğu görülebilirken, değişmekte olan veri akışına açıklık getirebildiği oranda veri setinin tutarlılığı ve güvenilirliğini korumuş olmaktadır. Anlam seviyesi düşük seviyede kalmış bağımsız değişkenler, dönemsel açıdan kapsam dışında bırakılabilmektedir (Chase, 2013).

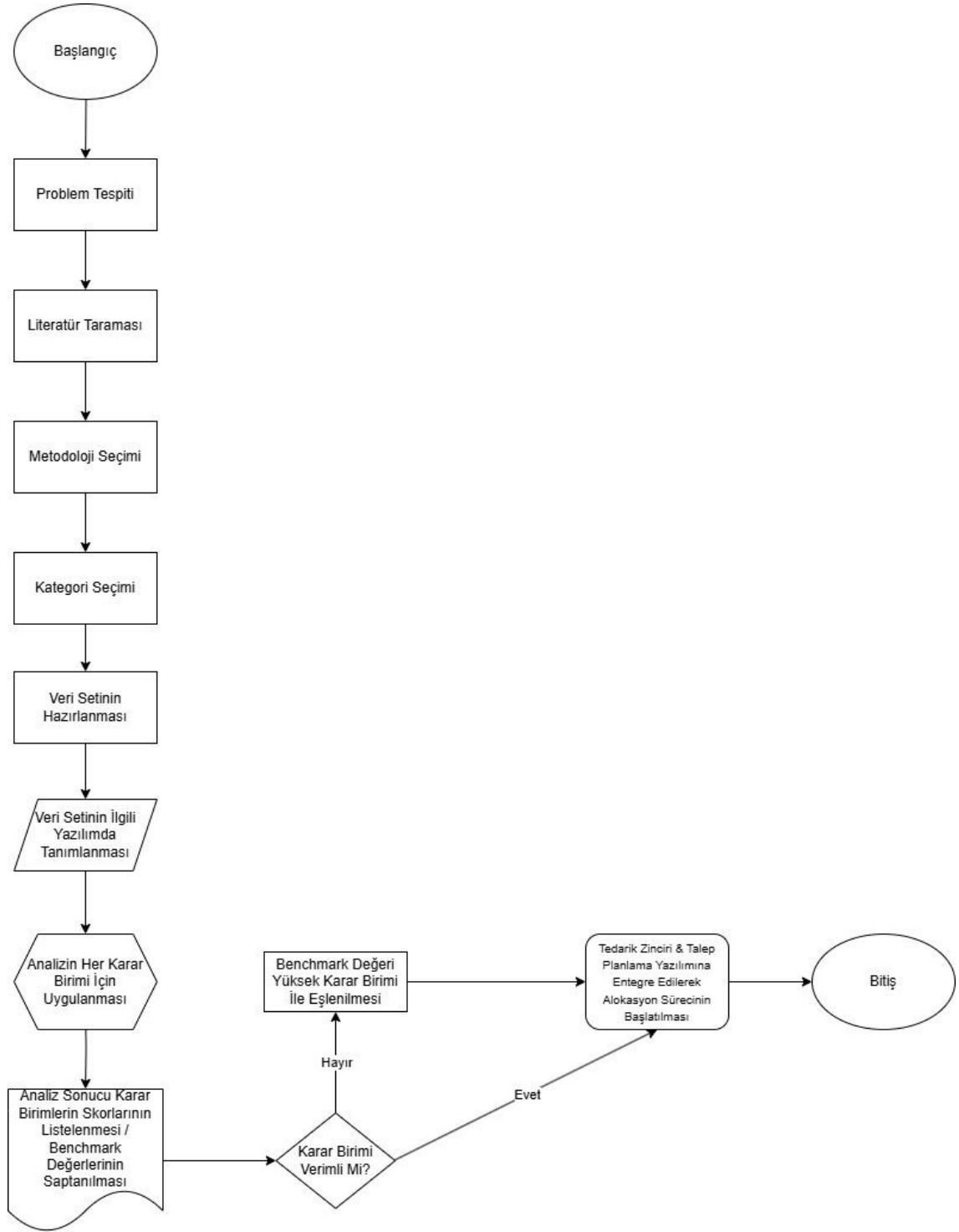
Tahminin doğruluğu, belirlenmiş olan talep tahmini değeri bakımından fazlasıyla önem arz etmektedir. Gündelik yaşamda birden çok değişkenin bulunması, tam bir tahmin değerinin hesap edilmesini olanaksız hale getirmektedir. Bu sebeple tahmin hatasını olabilecek en düşük düzeyde tutmak temel amaçlar arasında yer almaya başlamıştır. Talep

tahmini adına hangi teknikten yararlanılacağı veya hangi yöntemin tercih edilmesi konusunda göz önünde bulundurulması gerekli olan unsurlar arasından bir tanesi maliyet, bir diğeri ise kullanılması planlanmış yöntemin hata oranıdır. Firmanın işleyişine veri elde etme sisteminin entegre edilmesi, bu konuya yönelik maliyet azaltacaktır. Yazılımların, firmaların sipariş ve satış sistemine entegre edilmesi, söz konusu sistemlerin doğru bir biçimde dahil edilebilir ise veri elde etme sürecini oldukça düşük hatalı ve maliyetsiz hale çevirebilme potansiyeline sahip olmaktadır. Nitekim dönemsel sayımlar gerçekleştirilmesinin ardından satış sistemine girilmesi, gerçekleştirilmiş olan satış bilgilerinden ne kadar malın atığa dönüştüğünün anlaşılabilmesi gerekmektedir. Tedarikçilerden verilmiş olan siparişler de yalnızca bir yazılım üstünden verilmiş olsa bile, stok bilgileriyle beraber dönemsel bir şekilde tüketilmekte olan mal miktarları görülmektedir. Dönem sonucunda tüketim oranı, atık oranı, zaman verisi ve satış miktarları benzeri veriler ayrı bir maliyet faktörü yaratmadan doğrudan veri seti şeklinde sistemden elde edilebilmektedir. Elde edilen bilgilerin miktarı artış gösterdikçe, modelin tahminleme kuvveti ve başarısı da artış gösterecektir. Bu nedenle tahminleme konusuna yönelik yazılımsal ve istatistiksel tahmin desteği almaksızın önce, veri elde etme ve değerlendirme sürecine başlanması gerekmektedir (Top ve Yılmaz, 2009).

7. METODOLOJİ

Bu çalışma, kadın iç giyim sektöründe sezonluk ürünlerin mağaza bazlı dağıtımındaki verimsizlikleri tespit ederek, 2025 Nisan–Eylül dönemine ait “maskülen pijama takımı” ürün grubu özelinde doğru mağazaya doğru miktarda ürün tahsisini sağlamayı amaçlamaktadır. Literatürde çoklu girdi-çıkıtı temelli karşılaştırmalarda sıkça kullanılan Veri Zarflama Analizi (DEA) yöntemi temel alınmış, Python ortamında CCR modeli doğrusal programlama yöntemiyle uygulanmıştır. Mağazalar karar birimi (DMU) olarak modellenmiş; verimlilik skorları (θ), ağırlıklar (v , u) ve referans katsayıları (λ) hesaplanmıştır. Bu sayede verimli mağazalar belirlenmiş, verimsiz mağazalar ise benchmark değerlerine göre uygun referans mağazalarla eşleştirilerek iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Analiz çıktıları talep tahmin sistemleriyle entegre edilerek, tedarik zinciri ve alokasyon süreçlerinde kullanılabilecek veri temelli bir planlama modeli oluşturulmuştur.

Şekil 7.1’de yer alan akış diyagramı, yapılan Frontier Analizini araştırma, veri hazırlığı, matematiksel modelleme, saha entegrasyonu adımlarıyla birebir örtüşecek şekilde temsil etmektedir. Özellikle son karar noktalarının otomasyona dönüşecek şekilde kurulması, bu çalışmanın yalnızca akademik değil, operasyonel uygulanabilirliğini de ortaya koymaktadır.



Şekil 7. 1. Akış Diyagramı

7.1. Veri Zarflama

Performans ölçüm teknikleri genel olarak üç ana grupta sınıflandırılır: oran analizleri, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler. Bu teknikler arasında en basit

ve yaygın olanı oran analizidir. Bu yöntem, işletmelerin kullandığı girdi ve elde ettikleri çıktıların oranlanması esasına dayanır. Ancak yalnızca tek boyutlu değerlendirme (tek girdi/tek çıktı) yapabildiği için, işletmelerin çok yönlü performansını değerlendirmede yetersiz kalmaktadır. Parametrik yöntemlerden biri olan regresyon analizi ise girdiler ile tek bir çıktı arasındaki ilişkiyi modelleyerek etkinliği ölçmeye çalışır. Ancak bu yöntemin de çok boyutlu analiz yapamaması önemli bir sınırlılıktır. Bu noktada, birden fazla girdi ve çıktıyı aynı anda değerlendirerek çok boyutlu analiz yapabilen ve parametrik varsayımlara dayanmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA) geliştirilmiştir (Baysal, M. E., Uygur, M., & Toklu, B. 2013).

7.1.1. Kullanım Alanları

Veri zarflama analizi, kar amaçlı üretim yapan veya hizmet veren işletmelerin verimlilik analizlerinde kullanılmaktadır. Finansal işletmeler, hava yolu şirketleri, sigorta şirketleri, bankacılık, eğitim kurumları gibi bir çok alanda kullanım örnekleri mevcuttur. (İbrahim Harmankaya, 2021). Veri zarfı analizinin kullanılabileceği alanlar şöyledir;

- Benzer Birimlerin Oluşturulması: VZA yöntemi, her verimli olmayan birim için, performans açısından referans alınabilecek bir grup verimli birimi belirler. Bu verimli birimler, analiz edilen verimsiz birimin girdi ve çıktı yapısını temel alarak ve aynı ağırlık katsayılarıyla değerlendirilerek, o birimin hangi koşullarda verimli hale gelebileceğini gösterir (Özcan, 2007).
- Etkinlik Pratiklerinin Saptanması: Etkin çalışma modellerinin tanımlanması ve dokümantasyonu, yalnızca görece olarak düşük performans gösteren birimler için değil, aynı zamanda hâlihazırda etkin kabul edilen birimler için de gelişim fırsatları sunabilir. Etkin birimler, başarılı uygulamaların çıkış noktası olarak değerlendirilse de, bu grup içinde bazı birimlerin diğerlerine kıyasla daha üstün örnekler sunduğu ve daha yüksek düzeyde operasyonel başarıyı temsil ettiği görülmektedir (Özcan, 2007).
- Performans Hedeflerinin Oluşturulması: Uygulamalarda, görece olarak düşük etkinliğe sahip birimlerin gelişim süreçlerine yön vermek amacıyla ölçülebilir performans hedeflerinin tanımlanması yaygın bir yaklaşımdır. Veri Zarflama Analizi, her birimin iyileşme potansiyeline uygun olarak girdi ve çıktı düzeylerinde ulaşılması gereken hedefleri belirleme imkânı sunar (Özcan, 2007).

- Etkinlik Odaklı Strateji Analizi: Veri Zarflama Analizi, karar birimlerinin bağlı bulunduğu strateji, politika ve uygulamaları karşılaştırmalı olarak inceleme fırsatı sunar. Modelin doğru uygulanması durumunda, yönetsel kararların ve programların performansa etkisi nesnel biçimde değerlendirilebilir (Özcan, 2007).
- Zamansal Etkinlik Dinamiklerinin Takibi: Belirli bir dönemde yüksek performans sergileyerek etkin kabul edilen birimlerin, zaman içinde performanslarını koruyamaması ve bu nedenle karşılaştırma ölçütü olma niteliğini yitirmesi olasıdır; bu durum Veri Zarflama Analizi ile izlenebilir hale gelir (Özcan, 2007).
- Kaynakların Etkin Dağıtımı: Veri Zarflama Analizi, hem görelî olarak etkin hem de etkin olmayan karar birimlerini tespit ederek, kaynak kullanımında optimizasyon fırsatlarını görünür kılar. Verimsiz birimler açısından, mevcut kaynaklarla daha fazla çıktı üretme ya da aynı çıktıyı daha az kaynakla elde etme potansiyelini ortaya koyar. Bu analiz sonuçları, kaynakların hangi birimlere ne ölçüde yönlendirilmesi gerektiğine dair karar süreçlerine temel oluşturur (Özcan, 2007).

Özellikle üretim ve hizmet sektörlerinde, işletmelerin görelî performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesinde yaygın biçimde tercih edilen bir analiz yöntemidir.

Veri zarflama analizi, sahip olduğu geniş uygulama potansiyeline rağmen Türkiye’de çoğunlukla akademik düzeyde, özellikle yöneylem araştırmaları ve iktisat alanındaki çalışmalarla sınırlı kalmıştır. Ancak son yıllarda, özellikle bankacılık ve sağlık gibi veri yoğun sektörlerde yöntemin kullanımında belirgin bir artış gözlenmektedir. Ülkemizde veri zarflamanın yaygınlaşmasının önündeki engeller arasında; yöntemin teknik karmaşıklığı, analiz için gerekli güvenilir ve ayrıntılı veri setlerine ulaşmadaki zorluklar ve kamu kurumlarında yeterli dijital veri altyapısının olmaması öne çıkmaktadır. Buna karşın, son dönemde geliştirilen özel yazılımlar ve analitik paket programlar, söz konusu engellerin aşılmasına katkı sağlamış; işletmelere performans yönetimi, stratejik planlama, kaynak tahsisi ve etkinlik düzeylerinin zamana bağlı izlenmesi gibi alanlarda somut avantajlar sunmuştur (Çavmak, 2017).

Veri Zarflama Analizi'nin uygulanması; analiz kapsamına alınacak karar birimlerinin seçilmesi, uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlanması, verilerin güvenilir biçimde temin edilmesi, etkinlik skorlarının hesaplanması, referans kümelerin oluşturulması, verimsiz birimler için iyileştirme hedeflerinin belirlenmesi ve elde edilen bulguların bütünsel olarak yorumlanmasını içeren sistematik bir süreci kapsar (Özcan, 2007).

7.1.2. Uygulama Aşamaları

Veri Zarflama Analizi (VZA), karar birimlerinin birbirlerine kıyasla ne ölçüde etkin çalıştığını ölçmek amacıyla kullanılan nicel bir analiz yöntemidir. Bu analiz, aynı dönemde faaliyet gösteren birimler arasında yapılabileceği gibi, farklı zaman dilimlerine ait verilerle etkinlik düzeylerindeki değişimleri izlemek için de uygulanabilir. Ayrıca, analiz sonuçları yalnızca grup içi kıyaslamalarla sınırlı kalmaz; rakip firmaların performansları ya da önceden belirlenmiş hedef ve normlarla da karşılaştırılarak daha kapsamlı yorumlara ulaşılabilir (Tepe, 2006).

Veri Zarflama Analizi'nin uygulanması; analiz kapsamına alınacak karar birimlerinin seçilmesi, uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlanması, verilerin güvenilir biçimde temin edilmesi, etkinlik skorlarının hesaplanması, referans kümelerin oluşturulması, verimsiz birimler için iyileştirme hedeflerinin belirlenmesi ve elde edilen bulguların bütünsel olarak yorumlanmasını içeren sistematik bir süreci kapsar (Özcan, 2007).

Karar Değişkenleri:

VZA'nın başlangıç aşaması, karşılaştırmalı etkinlik analizi yapılacak karar birimlerinin seçilmesidir. Seçilen birimlerin benzer üretim yapısına sahip olması, yani gözlem grubunun homojen bir nitelik taşıması, analizden elde edilecek sonuçların tutarlılığı ve güvenilirliği açısından temel bir gerekliliktir (Tepe, 2006).

Karar birimlerinin benzer girdi-çıktı yapısına ve dışsal koşullara sahip olması, analiz grubunun homojenliğini tanımlar ve anlamlı sonuçlar elde etmek açısından gereklidir. Gözlem kümesindeki birim sayısı yeterli olmalı; ancak aşırı artış, modelde gereksiz değişkenlerin yer almasına ve homojenliğin bozulmasına yol açabilir. Bu nedenle, geçerli ve güvenilir bir etkinlik ölçümü için örneklem seçimi dikkatle yapılmalıdır (Tepe, 2006).

Girdi ve Çıktı Kısıtlarının Belirlenmesi:

VZA'nın uygulanmasında girdi ve çıktı değişkenlerinin doğru tanımlanması kritik bir öneme sahiptir. Analiz bulgularının anlamlı biçimde yorumlanabilmesi ve karar vericiler nezdinde geçerlilik kazanması, büyük ölçüde bu değişkenlerin isabetli seçimine bağlıdır (Özcan, 2007). Fonksiyonel bir varsayım olmamakla birlikte, üretim süreciyle doğrudan ilişkili girdi ve çıktılar dikkatle seçilmelidir. Farklı değişken kombinasyonları, aynı birim için farklı etkinlik sonuçları doğurabilir. Önemli bir değişkenin model dışında bırakılması, o değişkeni verimli kullanan birimlerin performansını olduğundan düşük gösterebilir. Literatürde, yeni değişkenlerin eklenmesiyle verimsiz görülen birimlerin etkin hale geldiği örnekler mevcuttur (Tepe, 2006).

Bir VZA analizinde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısı, mümkün olduğunca az tutulmalı; ancak bu değişkenler, karar birimlerinin üretim faaliyetlerini yeterli düzeyde temsil edebilecek nitelikte olmalıdır (Tepe, 2006).

Veri Erişimi ve Güvenilirliği:

Her bir karar birimi için analizde kullanılacak veri setine eksiksiz ve güvenilir şekilde ulaşmak temel bir gerekliliktir. Veri eksikliği durumunda, ilgili birim analiz dışı bırakılabilir ya da farklı girdi-çıktı değişkenleriyle yeniden tanımlanabilir. Benzer şekilde, verilerin doğruluğundan emin olunmadığında da aynı yaklaşım geçerlidir. Ancak, bir karar biriminin analizden çıkarılması diğer birimlerin etkinlik sonuçlarını da doğrudan etkileyebileceğinden, çalışmanın başında yüksek doğruluk ve tutarlılığa sahip bir veri setiyle ilerlemek büyük önem taşımaktadır. Verilerin erişilebilir olması kadar doğruluğu ve güvenilirliği de büyük önem taşır. Gerçeği yansıtmayan veriler yalnızca ilgili karar biriminin etkinliğini değil, aynı zamanda tüm analiz sonuçlarının geçerliliğini sorgulanabilir hale getirebilir (Özcan, 2007).

Karar Birimlerinin Görelî Verimliliğinin VZA ile İncelenmesi:

Karşılaştırmalı analiz kapsamında gözlem kümesi ile buna ait uygun girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra, analist mevcut üretim koşullarına en uygun VZA modelini tercih eder. Bu model doğrultusunda her bir karar birimi için ilgili doğrusal programlama sistemi çözülerek, etkinlik skorlarını içeren sonuçlara ulaşılır (Tepe, 2006).

Temel CCR modeliyle elde edilen görelî etkinlik skorları, farklı VZA modelleriyle yapılan analizler sonucunda değişkenlik gösterebilir. Daha önce belirtildiği üzere, CCR modelinin oluşturulmasında iki temel yönelim söz konusudur: biri girdilerin minimize edilmesine, diğeri ise çıktılarının maksimize edilmesine odaklanır (Tepe, 2006).

Etkinlik Değerleri:

Kıyaslamaya dayalı bir etkinlik analizi gerçekleştirebilmek için öncelikle yüksek güvenilirliğe sahip, doğru ve kaliteli girdi-çıktı değişkenlerinin özenle seçilmesi gerekmektedir. Bu aşamanın ardından, mevcut üretim yapısının ve karar birimlerinin özelliklerinin gerektirdiği koşullara en uygun Veri Zarflama Analizi (VZA) modeli tercih edilir. Seçilen model doğrultusunda, her bir karar birimi için doğrusal programlama esasına dayanan matematiksel modeller kurulur; bu kapsamda, ağırlıklı ortalamalara dayalı etkinlik ölçüm modeli ve zarflama modeli uygulanarak karar birimlerinin göreceli etkinlik düzeylerini ortaya koyan çözüm kümelerine ulaşılır. Bu süreç, yalnızca bireysel performansın değil, aynı zamanda tüm karar birimlerinin sistem içindeki göreceli konumlarının da analitik olarak değerlendirilmesini mümkün kılar (Korkmaz, 2019).

Bir karar biriminin %100 göreceli etkinlik düzeyine ulaşabilmesi, yalnızca belirli teknik ve yapısal koşullar altında mümkündür. Bu durum, öncelikle ilgili çıktıların artırılmasının ancak mevcut girdilerin artırılması ya da bazı diğer çıktılarından ödün verilmesiyle mümkün olması hâlinde geçerlidir. Benzer şekilde, herhangi bir girdinin azaltılabilirliği yalnızca belirli çıktılarda azalma ya da diğer bazı girdilerin artırılması koşuluna bağlıysa, bu birim teknik açıdan etkin kabul edilir. Ayrıca, bir karar biriminin tam etkinlik statüsüne sahip olabilmesi için, aynı analiz kapsamındaki diğer karar birimlerinin herhangi bir girdi veya çıktının kullanımında göreceli verimsizlik oluşturduğuna dair nesnel bir kanıt ortaya koyamaması gerekir. Bu bağlamda %100 etkinlik, yalnızca diğer birimlerin performansına kıyasla herhangi bir üstünlükle sorgulanamaz hâle gelmiş birimlere atfedilebilir (Tepe, 2006).

Veri Zarflama Analizi (VZA), karar birimlerinin etkinliğini, teorik olarak tanımlanan etkinlik sınırına göre radyal bir yaklaşımla değerlendiren doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. Bu yaklaşım, çoklu girdi ve çıktı değişkenlerini eş zamanlı olarak dikkate alarak her karar birimi için tekil bir etkinlik skoru hesaplanmasını sağlar. Kullanılan girdi ve çıktılar ise analiz kapsamında yer alan sektörün üretim yapısına bağlı olarak farklı kaynaklardan veya faaliyet türlerinden oluşabilir (Çavmak, 2017).

Referans Belirlenmesi:

Veri Zarflama Analizi, görel olarak verimsiz kabul edilen karar birimlerinin, etkinlik sınırında yer alan birimlerin izlediği kaynak kullanımı ve üretim stratejilerini benimsemeleri durumunda, benzer etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine temellenmiştir (Özcan, 2007). Veri Zarflama Analizi yönteminin dayandığı temel prensip, analiz kapsamında en az bir etkin karar biriminin var olmasıdır. Yöntem, görel olarak verimsiz kabul edilen birimlerin, etkin birimlerin benimsediği yönetsel, operasyonel veya organizasyonel uygulamaları hayata geçirerek benzer bir etkinlik düzeyine ulaşabileceklerini varsayar. Her ne kadar bu varsayım gerçek hayattaki uygulamalarda her zaman birebir karşılık bulmasa da, aynı girdi-çıkı yapıyla daha yüksek performans elde edilebileceğinin ampirik göstergesi etkin birimlerdir. Bu bağlamda, etkin olmayan birimler için iyileştirme alanlarının belirlenmesi ve performans artırıcı stratejilerin geliştirilmesi mümkündür (Tepe, 2006).

Bir referans kümesinde yer alan etkin karar birimlerinin ne ölçüde güçlü birer referans noktası olduğu, bu birimlerin verimsiz birimlere hangi sıklıkta atıf yapıldığıyla belirlenir. Ancak bu atıf yoğunluğu, karar birimlerinin performans düzeylerinin dağılımıyla doğrudan ilişkilidir. Eğer karar birimlerinin etkinlik düzeyleri analiz uzayında homojen bir biçimde dağılmıyorsa, referans katkısına ilişkin elde edilen verilerin analitik değeri sınırlı olabilir ve yorum gücü zayıflayabilir (Özcan, 2007).

Sonuçların Değerlendirilmesi:

Veri Zarflama Analizi kapsamında, karar verme birimlerinin performansı; tanımlanan tüm girdi ve çıktı değişkenleri dikkate alınarak çok boyutlu ve detaylı bir analiz süreciyle değerlendirilir. Bu değerlendirme süreci, yalnızca nicel sonuçlara ulaşmayı değil, aynı zamanda karar birimlerinin faaliyet gösterdiği sektör bağlamında konumlandırılmasını da içerir. Dolayısıyla, her bir birimin verimlilik düzeyi yalnızca kendi mutlak başarımına göre değil, analiz kapsamına alınan diğer karar birimlerine kıyasla görel olarak belirlenir. Ancak burada önemli bir sınırlama söz konusudur: elde edilen etkinlik skorları, yalnızca gözlem kümesinde yer alan birimler arasındaki performans farklılıklarını yansıtır. Bu nedenle yapılan değerlendirme, dışsal referanslara ya da sektör genelindeki tüm aktörlere genellenebilir nitelikte değildir. Başka bir deyişle, analiz dışı bırakılan karar birimlerinin dâhil edilmesi durumunda etkinlik düzeyleri ve sıralamaların değişmesi olasılığı daima mevcuttur. Bu bağlamda, analiz sonuçları bağlamsal bir çerçevede ve gözlem kümesiyle sınırlı bir perspektifle yorumlanmalıdır (Çavmak, 2017).

Karar birimlerinin kapsamlı analizi sonrasında, tüm girdi ve çıktılar dikkate alınarak genel bir performans değerlendirmesi yapılır. Hedeflere tam olarak ulaşılmasa bile, elde edilen bulguların gelecekteki çalışmalar için yol gösterici olması ve iyileştirme potansiyelinin ortaya konması önemli katkılar sağlar (Özcan, 2007).

7.1.3. Amaç

Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için, öncelikle benzer işlevlere ve örgütsel yapılara sahip karar verme birimlerinin seçilmesi gerekir. Bu birimlerin göreceli etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için her birine ait uygun girdi ve çıktı değişkenleri açıkça tanımlanmalıdır. Modelin ayrıştırma kapasitesini artırmak adına, analizde yeterli çeşitlilikte ve sayıda girdi ile çıktı değişkenine yer verilmesi önemlidir. Ancak bu değişkenlerin tüm karar birimleri tarafından ortak olarak kullanılıyor ve ölçülebiliyor olması temel bir gerekliliktir (Öztürk, D. Y. E. 2014).

Veri Zarflama Analizinin Amaçları (Sarı, N. B. 2010, Özcan, G. 2007):

- Karar birimlerinin etkinlik düzeylerine göre sistematik şekilde sınıflandırılması,
- Her bir karar biriminin yönetsel performansının kapsamlı biçimde analiz edilmesi,
- Karar birimlerinin kontrolü dışındaki program ve politikaların verimliliklerinin ölçülmesi; bu yolla yönetsel etkinsizlik ile program kaynaklı etkinsizliklerin birbirinden ayrıştırılması,
- İncelenen karar birimlerine kaynak tahsisinde niceliksel ve analitik bir temel oluşturulması; bu bağlamda, sınırlı kaynakların daha yüksek çıktı üretebilecek karar birimlerine yönlendirilmesini sağlayan yeniden tahsis politikalarının geliştirilmesi,
- Karar birimleri arasında doğrudan karşılaştırmaya konu olmayan ancak etkinlik açısından anlamlı olan girdi-çıkıtı örüntülerinin ve etkin birimlerin belirlenmesi,
- Mevcut spesifik girdi-çıkıtı ilişkileri için geçerli olan standartların, gözlemlenen performanslara göre incelenerek revize edilmesi,
- Önceki araştırmalardan elde edilen bulgularla mevcut analiz sonuçlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi.

7.1.4. Avantajlar ve Dezavantajlar

Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin diğer yöntemlere göre bir çok avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Avantajları şöyledir (Dikmetaş, 2008);

- VZA, çok sayıda girdi ve çıktının aynı anda analiz edilmesine olanak tanıyarak çok boyutlu performans değerlendirmelerinde etkili bir çerçeve sunar.
- Girdi ve çıktı değişkenleri arasında belirli bir matematiksel fonksiyon tanımlama zorunluluğu olmadığından, parametrik modellere kıyasla daha esnek bir yapıya sahiptir.
- Benzer yapısal özelliklere sahip karar birimlerinin kendi aralarında adil bir şekilde kıyaslanmasına imkân verir.
- Regresyon analizinde genel eğilimler ve ortalamalar temel alınırken, VZA her bir karar biriminin göreceli etkinliğini bireysel olarak hesaplar.
- Girdiler ve çıktılar farklı ölçü birimlerine sahip olsa da, model bu değişkenleri aynı yapıda değerlendirebilir; ayrıca, güçlü korelasyona sahip değişkenlerin seçimi analizin tutarlılığını artırır.
- Ağırlıkların belirlenmesinde uzman yargısına bağlı kalmadan, her karar birimi için en uygun ağırlıklar matematiksel olarak model tarafından belirlenir.
- Teknik ve tahsis verimliliğini aynı anda ölçebilen yapısıyla, VZA çok sayıda performans göstergesini eşzamanlı değerlendirme kapasitesine sahiptir; bu yönüyle klasik oran analizleri ve regresyon yöntemlerinden ayrışır.

Dezavantajları ise şöyledir (Korkmaz, 2019);

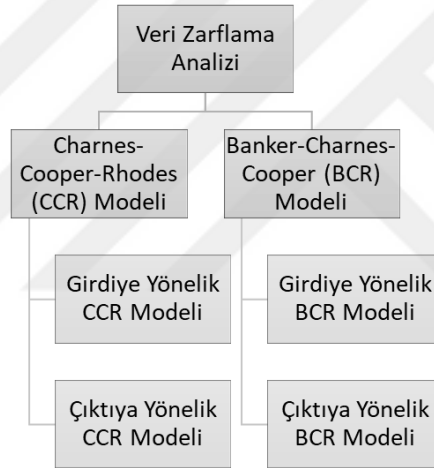
- VZA, rastlantısal hataları ve veri setindeki gürültüyü filtreleyemez; bu da sonuçların veri kalitesine yüksek derecede bağımlı olmasına yol açar.
- Etkinlik ölçümleri göreceli olup, sadece analiz kapsamındaki karar birimleri arasında geçerlidir; mutlak etkinlik düzeyini yansıtmaz.
- Uç gözlem noktalarına dayanması, yöntemi ölçüm hatalarına karşı hassas hâle getirir.
- Her birim için ayrı doğrusal model kurulması, büyük örneklemelerde zaman açısından dezavantaj yaratabilir.
- Girdi ve çıktı değişkenlerinin hatalı ya da eksik seçimi, analiz doğruluğunu olumsuz etkiler.

- İstatistiksel hipotez testlerinin uygulanabilirliği sınırlı olup, sonuçların anlamlılığı doğrudan test edilemez.
- Parametrik olmayan yapısı nedeniyle, VZA sonuçlarına klasik istatistiksel hipotez testlerinin doğrudan uygulanması mümkün değildir; bu durum istatistiksel anlamlılık yorumlarını kısıtlamaktadır (Dikmetaş, 2008).

7.1.5. Yöntemler

Veri Zarflama Analizi (VZA), çok sayıda modelin, yaklaşımın ve metodolojik yapının bir araya geldiği kapsamlı bir analiz çerçevesidir. Bu yöntem, karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmeye yönelik esnek ve güçlü bir araç sunar. VZA literatüründe çok çeşitli modeller geliştirilmiş olmakla birlikte, yöntemsel temelleri oluşturan en temel iki model, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR modeli ile Banker, Charnes ve Cooper tarafından ortaya konulan BCC modelidir. CCR modeli sabit getiri ölçeği varsayımına dayanırken, BCC modeli değişken getiri ölçeği varsayımını esas alır. Her iki model de analiz yönüne göre ‘girdiye yönelik’ ve ‘çıktıya yönelik’ olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı düzeyine ulaşmak için gerekli olan minimum girdi bileşimini belirlemeyi amaçlar. Yani, elde edilmek istenen çıktılar sabit tutulur ve bu çıktılara ulaşmak için hangi girdilerin ne ölçüde kullanılması gerektiği analiz edilir. Bu yaklaşım özellikle kaynak kullanımının iyileştirilmesi, maliyetlerin azaltılması ya da süreçlerin optimize edilmesi gereken durumlar için uygundur. Öte yandan, çıktıya yönelik VZA modelleri ise sabit bir girdi bileşimiyle mümkün olan en yüksek çıktı düzeyine ulaşmayı hedefler. Bu yaklaşım, mevcut kaynaklar çerçevesinde çıktıların artırılmasına odaklandığı için özellikle üretim verimliliği, çıktı kapasitesi ya da hizmet kalitesi gibi performans göstergelerinin iyileştirilmesine yönelik analizlerde tercih edilir. Her iki model tipi de temelde benzer matematiksel yapıya sahip olsa da, analiz perspektifi ve iyileştirme stratejileri bakımından farklı amaçlara hizmet eder. Bu nedenle, hangi model yöneliminin tercih edileceği, karar vericinin öncelikleri, araştırma sorusu ve analiz bağlamındaki performans kriterlerine göre belirlenmelidir (Özcan, G. 2007, Çiğdem, Ş. 2019).

Girdiye ya da çıktıya yönelik model seçimi, büyük ölçüde karar vericinin hangi değişken üzerinde kontrol yetkisine sahip olduğuna bağlıdır. Diğer bir ifadeyle, karar verici girdileri yönetebiliyorsa girdiye yönelik modeller; çıktı üzerinde daha fazla kontrol sahibi ise çıktıya yönelik modeller tercih edilmelidir. Model seçiminde dikkate alınması gereken bir diğer önemli unsur ise veri yapısının niteliğidir. Uygulamada, karar alma süreçlerinde genellikle kaynak kullanımının öncelikli bir unsur olması nedeniyle analizciler sıklıkla girdiye odaklı modelleri tercih etmektedir. Bununla birlikte, bazı sektörlerde işletmeler sabit üretim kapasitesi ile faaliyet göstermekte olup, mevcut girdilerle elde edilebilecek maksimum çıktıyı hedeflemektedirler. Bu tür durumlarda çıktı yönelimli modeller, analizin amacına daha uygun bir yaklaşım sunmaktadır (Yoluk, M. 2010). Veri zarflama yöntemlerinin çeşitleri Şekil 7.2’de yer almaktadır.



Şekil 7. 2. Veri Zarflama Yöntemleri

Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli:

CCR modeli, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiş olup, Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Bu model, karar verme birimlerinin (KVB) etkinliğini, ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale - CRS) varsayımı altında değerlendirir. Sabit getiri varsayımı, bir KVB'nin tüm girdilerini belirli bir oranda artırması durumunda, çıktıların da aynı oranda artacağını kabul eder. Bu özellik, CCR modelini özellikle benzer ölçekli birimlerin karşılaştırılmasında uygun hale getirir (Ertuğrul, İ., & Sarı, G. 2017). İlgili model her bir

karar verme birimi için performansını iyileştirmeye yönelik spesifik öneriler sunmaktadır (Çiğdem, Ş. 2019).

Girdiye yönelik CCR modeli, karar birimine ait mevcut çıktı düzeyini sabit tutarak, bu çıktıya ulaşmak için kullanılan girdi miktarının ne ölçüde azaltılabileceğini analiz eden bir modeldir (Taşköprü, V. 2014).Çıktıya yönelik modellerde ise, mevcut girdi düzeyi sabit tutularak bu girdilerle elde edilebilecek en yüksek çıktı düzeyine ulaşmak hedeflenir.

Banker-Charnes-Cooper (BCC) Modeli:

BCC modeli, 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiş olup, karar birimlerinin etkinliğini 'ölçeğe göre değişken getiri' (Variable Returns to Scale – VRS) varsayımı altında değerlendiren bir Veri Zarflama Analizi yaklaşımıdır. Bu modelin ortaya çıkışı, gerçek dünyadaki üretim ortamlarında gözlemlenen ölçek farklılıklarını dikkate alma gerekliliğinden kaynaklanmıştır. Zira birçok işletme, faaliyetlerini optimal ölçekten uzak koşullarda sürdürmekte; kaynak kullanımında israf, çıktı üretiminde ise verimsizlik yaşanabilmektedir. Bu bağlamda, klasik CCR modelinin varsaydığı 'sabit getiri' koşulu her zaman geçerli olmadığından, esnek bir yapıya sahip olan BCC modeli daha gerçekçi sonuçlar sunmaktadır. CCR modeli, tüm karar birimlerinin aynı ölçek büyüklüğünde ve verimlilik sınırında çalıştığını varsayarken, BCC modeli her bir birimin kendi ölçek yapısı içinde değerlendirilmesini mümkün kılar. Bu sayede yalnızca teknik etkinlik değil, aynı zamanda ölçek etkinliği de analiz edilebilir hale gelir. Dolayısıyla BCC modeli, günümüzün karmaşık ve heterojen üretim sistemlerinde karar birimlerinin performansını daha doğru ve ayrıntılı biçimde ölçmek isteyen araştırmacılar ve uygulayıcılar için önemli bir araç niteliğindedir (İlkaz, A. 2024).

BCC modeli, tıpkı CCR modeli gibi hem girdiye hem de çıktıya odaklı olarak iki farklı yaklaşımla ele alınabilmektedir. Girdiye yönelik BCC modeli, mevcut çıktı seviyesini koruyarak girdilerin oransal olarak en fazla ne ölçüde azaltılabileceğini belirlemeyi hedeflerken; çıktıya yönelik BCC modeli, mevcut girdi düzeyini sabit tutarak çıktının oransal olarak en yüksek düzeyde artırılmasını amaçlamaktadır. Her iki yaklaşım da karar biriminin etkinlik sınırına en yakın konumda değerlendirilmesini sağlamaktadır (Yoluk, M. 2010).

8. UYGULAMA

Frontier analizi ile gerçekleştirilen verimlilik çalışması, Türkiye’de kadın iç giyim pazarında önde gelen ve perakende mağazalar zincirine sahip bir firmada gerçekleştirilmiştir. Yöntemin uygulanabilmesi için ilgili parametrelere ait veri setinin toplanmasının ardından Python yazılımı kullanılmıştır.

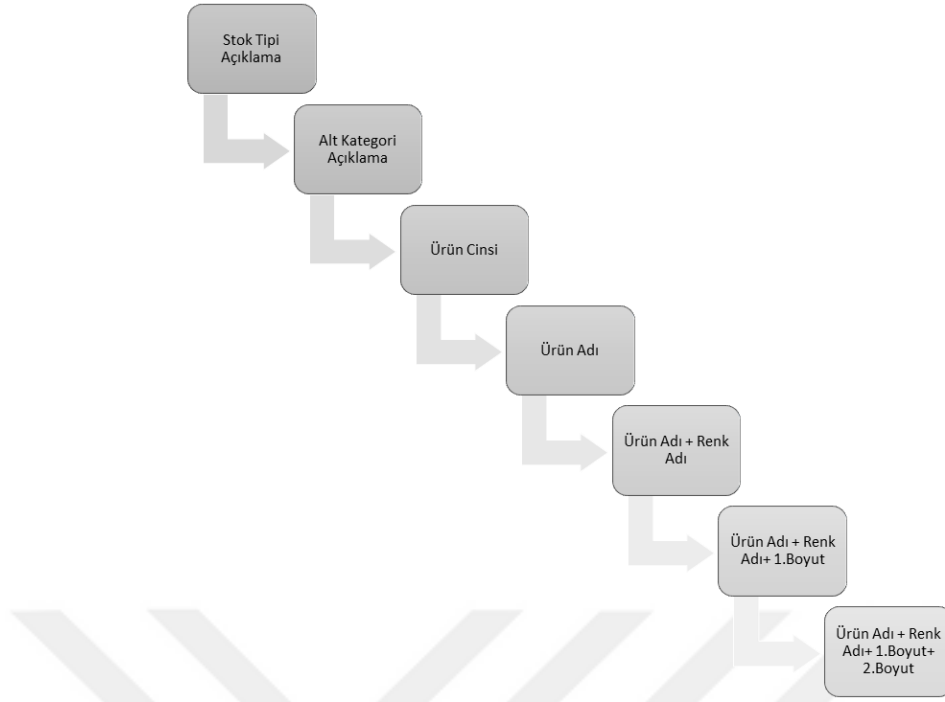
Bu çalışma, mağazaların 2024 Nisan–Eylül aylarındaki verileri temelinde, ev giyim yaz kategorisinde yer alan maskülen pijama takımlarının Türkiye genelindeki perakende mağazalarına dağıtımını en optimal seviyede planlamak üzere yapılmıştır. Bu çalışmanın hedefi, mevcut mağazaların girdi–çıktı parametrelerindeki dengeyi göz önünde bulundurarak verimlilik skorlarını belirlemek, verimsiz mağazalar için alınması gereken aksiyonları belirlemek ve bu analiz sayesinde çeşitli gelişim stratejileri geliştirmektir. Çalışma sonucunda mağazaların ilgili kategorideki verimlilik skorları tespit edilmiş, verimsiz mağazalar için çeşitli senaryolar oluşturulmuştur.

Bu bölümde, yönetimin uygulanabilmesi için gerekli veri setinin hazırlanması ve yönetimin uygulama aşamaları anlatılmaktadır. DEA uygulaması, mağazacılık operasyonları için bilimsel temelli, veri odaklı ve görsel çıktılarla desteklenmiş bir içgörü üretme mekanizmasıdır. Geriye dönük değerlendirme baz alınarak, ileriye yönelik planlama için kullanılan DEA yöntemi ile gerçekleştirilen çalışma sonucunda ilgili sezonun, geçmiş sezona göre verimli dağıtım planlamasının yapılması ve daha kârlı olması beklenmektedir.

Firmanın sezon açılışında hangi mağazanın ne kadar ürün bulundurması, mağazalara dağıtım planlamasının verimliliğini, mağazanın performansına ve kapasitesine bağlı olarak uygun ürün gönderiminin sağlanması adına veri zarflama yönteminden yararlanılmıştır.

8.1. Kategori Seçimi

Perakende sektöründe yer alan firma, gelecek sezondaki hedeflerini gerçekleştirebilmek için performans bazında firmaya en çok katkı sağlayacak kritik ürün kategorisinin doğru planlamasına gereksinim duymuştur. Firmanın ürün kırılımı Şekil 8.1’de verilmiştir.



Şekil 8. 1. Ürün Kırılım Başlıkları

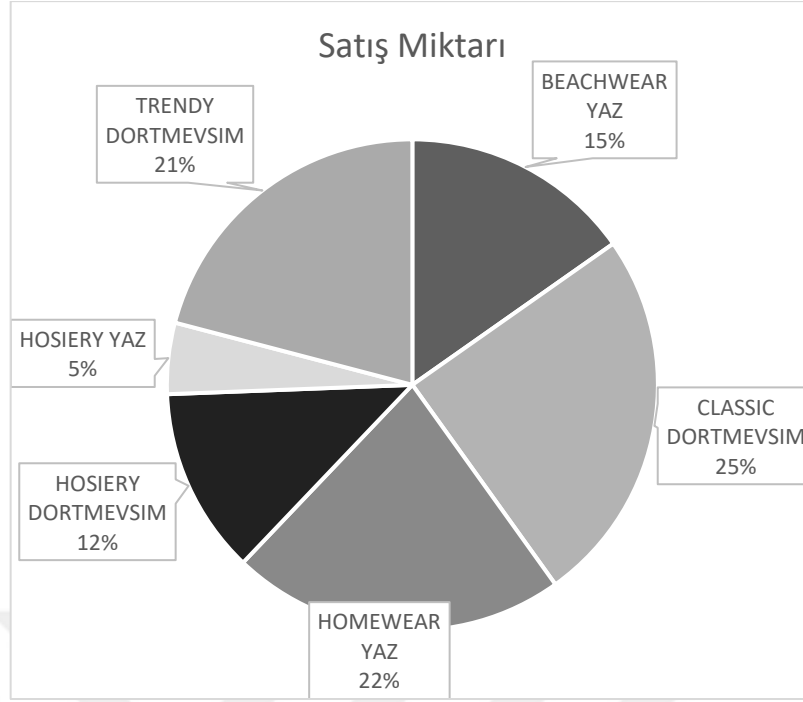
Doğru ürün kategorisi tespiti için firmanın 2024 Nisan-2024 Eylül aylarındaki kategori bazlı satış adetleri, ciroları, satılan malın maliyeti ve markup değerlerine bakılmıştır.

Tablo 8.1.'de değerlendirmeye konu olan parametrelerin belirtilen zaman aralığındaki kategori bazlı sayısal verileri yer almaktadır. Şekil 8.2, 8.3 ve 8.4 grafikleri bu tablodan elde edilmiştir.

Tablo 8. 1. Sezon&Kategori Seçimi (Sayısal Veriler)

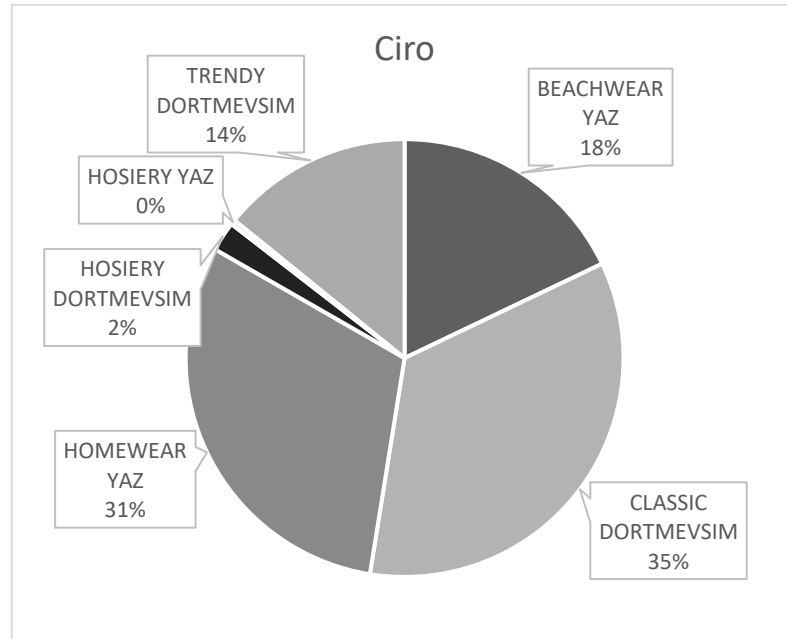
Alt Kategori	Sezon Açıklama	Satış Miktarı	Ciro	Satılan Malın Maliyeti
BEACHWEAR	YAZ	692.720	₺ 324.703.142,62	₺ 151.352.009,46
CLASSIC	DORTMEVSİM	1.128.958	₺ 627.660.157,64	₺ 177.334.702,58
HOMWEAR	YAZ	1.000.130	₺ 557.540.706,84	₺ 294.456.932,50
HOSIERY	DORTMEVSİM	557.656	₺ 39.744.656,20	₺ 14.511.181,56
HOSIERY	YAZ	212.896	₺ 6.553.328,58	₺ 3.160.915,73
TRENDY	DORTMEVSİM	950.283	₺ 256.608.375,84	₺ 89.862.993,75
Genel Toplam		4.542.642	₺ 1.812.810.367,73	₺ 730.678.735,59

Şekil 8.2'de ilgili ürün kategorilerin satış miktarı oranları incelendiğinde en yüksek satışa sahip ilk iki kategori %25 ile classic ve %22 ile ev giyim kategorisi olduğu tespit edilmiştir.



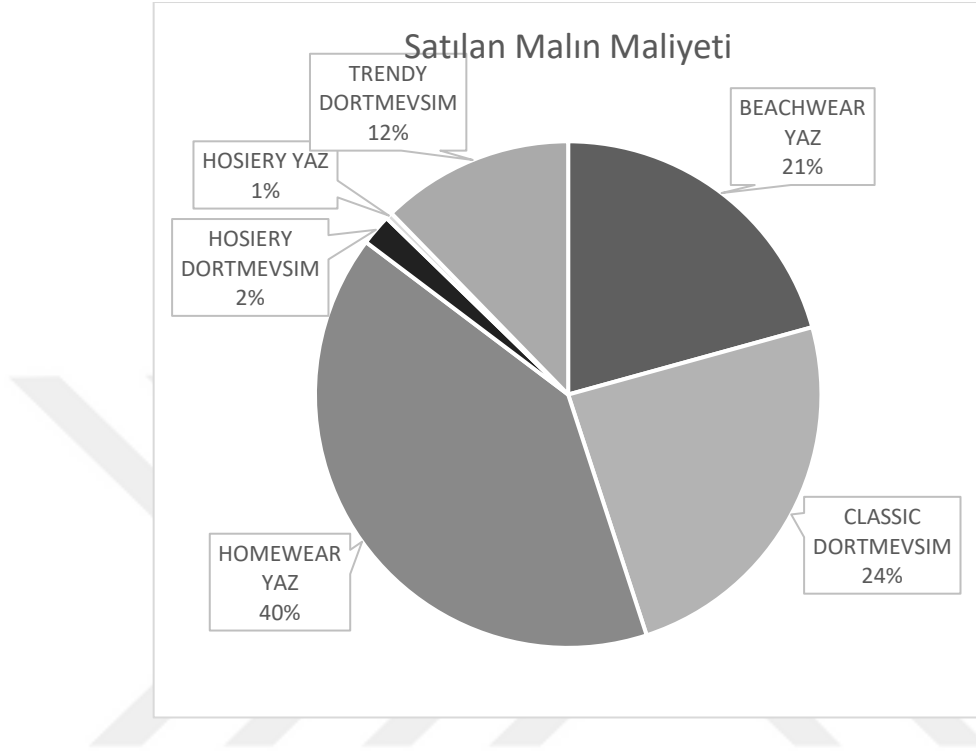
Şekil 8. 2. Kategori Bazlı Satış Miktarı Oranları

Ciro değerleri kategori bazında incelendiğinde (Şekil 8.3), satış adetleri ile doğru orantılı olarak %35 oranında classic, %31 oranında ev giyim kategorisinden en yüksek ciro elde edilmiştir.



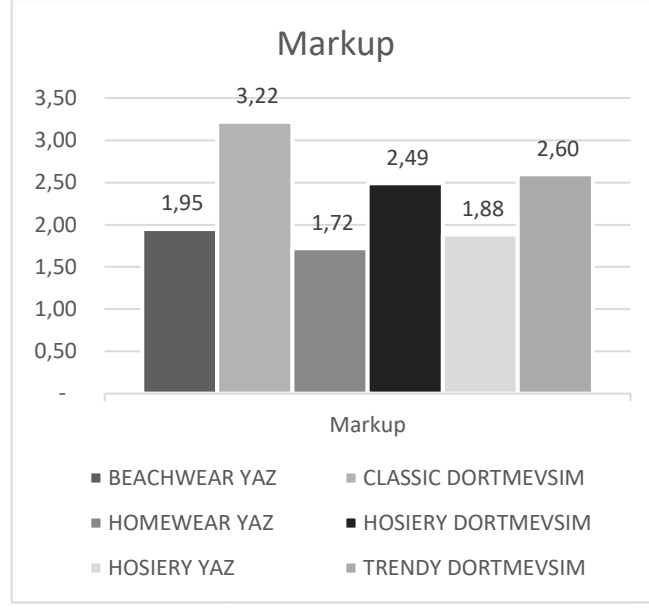
Şekil 8. 3. Kategori Bazlı Ciro Oranları

Şekil 8.4’de görüldüğü üzere satılan malın maliyetinde en yüksek payı alan kategori ev giyim kategorisidir. Satılan malın maliyetinin yüksek olması, firmanın bu ürün grubunu diğer kategorilere göre daha iyi yönetmesi, doğru ürünün doğru bölgede, doğru mağazada, doğru adette dağıtılmasını gerektirmiştir.



Şekil 8. 4.Kategori Bazlı Satılan Malın Maliyeti Oranları

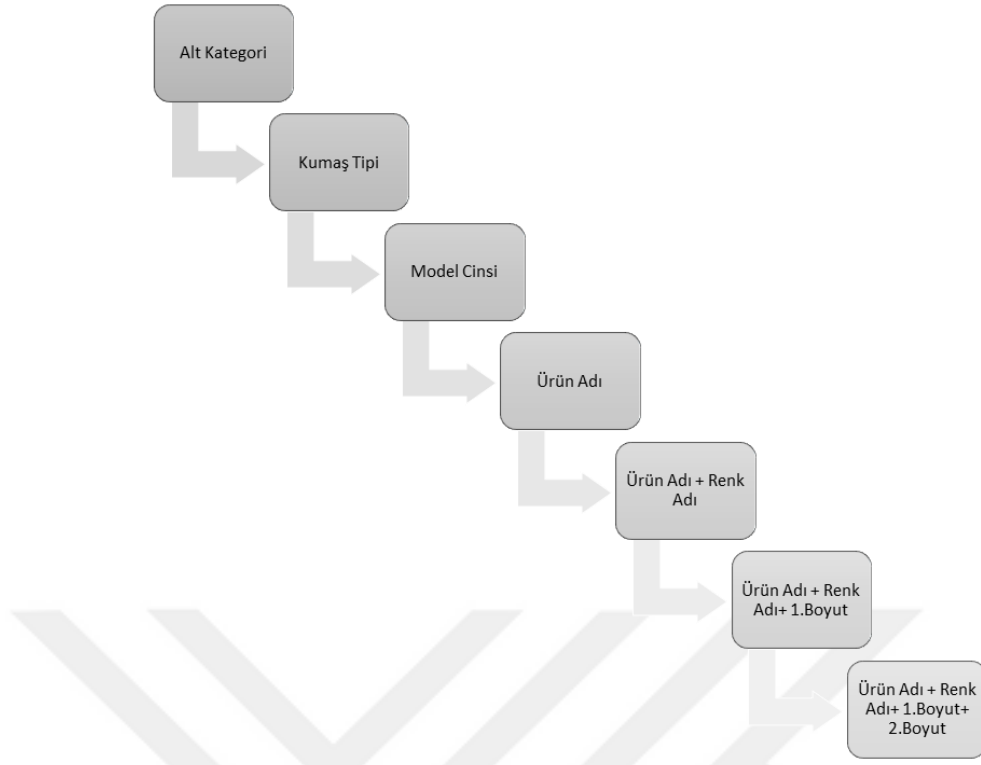
Şekil 8.5’te firmanın kategori bazlı markup değerlerine yer verilmiştir. Bu değerlere bakıldığında en düşük markup değerine sahip kategorinin ev giyim kategorisine ait olduğu belirlenmiştir.



Şekil 8. 5. Kategori Bazlı Markup Değerleri

Yukarıdaki bahsedilen tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda, Frontier analizi ev giyim kategorisinde uygulanmıştır. Analizden alınan sonuçlar ile ürünlerin daha yüksek fiyat ile satışının gerçekleştirilmesini sağlayarak markup değerinin yükselmesi hedeflenmiştir.

Şekil 8.6’da görüldüğü üzere, firmanın ev giyim kategorisindeki ilk kırılımı kumaş tipidir. Kumaş tipleri dokuma, dokuma/jakar ve örme olarak 3’e ayrılmaktadır.



Şekil 8. 6. Ev Giyim Kategorisinin Yapısı

İlgili zaman aralığındaki kumaş tipi bazında satış performans verileri incelenmiş olup Tablo 8.2’de belirtilmiştir.

Tablo 8. 2. Kumaş Tipi Seçimi (Sayısal Veriler)

Kumaş Tipi	Satış Miktarı	Ciro	Satılan Malın Maliyeti
DOKUMA	356.484	₺ 214.537.338,98	₺ 108.110.617,12
DOKUMA/JAKAR	61.590	₺ 43.704.789,36	₺ 24.250.184,12
ÖRME	582.056	₺ 299.298.578,50	₺ 162.096.131,26
Genel Toplam	1.000.130	₺ 557.540.706,84	₺ 294.456.932,50

İlgili parametreler kumaş tipi bazlı incelendiğinde örme kumaşlı ev giyim ürünlerinin yüksek pay aldığı görülmektedir. Bundan dolayı örme kumaş tipinde yer alan bir model cinsi seçilecektir.

Ev giyim örme grubunda yer alan model cinsleri için satış adeti, ciro, satılan malın maliyeti ve markup değerleri Tablo 8.3’te verilmiştir.

Tablo 8. 3. Model Cinsi Seçimi (Sayısal Veriler)

Model Cinsi Açıklama	Satış Miktarı	Ciro	Satılan Malın Maliyeti	Markup
BABYDOLL SET	13%	11%	11%	1,76
CAPRİ SET	11%	10%	10%	1,66
MASKULEN PYJAMAS	32%	37%	38%	1,64
MASKULEN SHORT SET	8%	7%	7%	1,70
MATERNITY	3%	3%	3%	1,82
MORNING GOWN	1%	1%	1%	1,88
NIGHTIE	5%	5%	4%	2,01
OVER ALL	1%	1%	1%	1,66
PYJAMAS SET	15%	14%	15%	1,58
SHORT SET	7%	7%	7%	1,68
SKIRT	1%	1%	1%	1,69
SUPANT	2%	2%	1%	1,85
TOP/SUPANT SET	0%	0%	0%	1,97
T-SHIRT	1%	1%	1%	1,38

Ev giyim örme grubunda yer alan model cinsleri için satış adeti, ciro, satılan malın maliyeti ve markup göz önünde bulundurulduğunda maskülen pijama takımı modellerinin ilgili parametrelerde yüksek pay aldığı tespit edilmiş olup uygulamada ilgili model cinsinin kullanılmasına karar verilmiştir.

8.2. Veri Hazırlama

Frontier analizi ile perakende mağazalarının verimliliğini ölçerken girdi ve çıktı parametreleri kullanılmaktadır. Firmanın ilgili kategorideki veri yapısı incelendiğinde aşağıda belirtilen parametreler değerlendirme için seçilmiştir.

Girdi Parametreleri:

- Satış Alanı (m2)
- Kapasite
- Giren Ziyaretçi Sayısı
- Satılan Malın Maliyeti

Çıktı Parametreleri:

- Satış Miktarı
- Ciro
- Brüt Kar
- Fatura Sayısı
- Envanter Dönüş Hızı (Miktar)

2024 Nisan – 2024 Eylül zaman aralığında firmanın satışa açık olan 167 perakende mağazası için girdi ve çıktı parametreleri analiz için hazırlanmıştır. Hazırlanan veri setinin ilk 10 mağazası örnek olarak Tablo 8.4’te verilmiştir.

Girdi ve çıktı parametrelerine ek olarak analiz sonucunda daha verimli çıktılara ulaşabilmek adına bölge, il ve mağaza ABC analizine de yer verilmiştir.

Tablo 8. 4. Örnek 10 Mağazanın Girdi/Çıktı Parametreleri

Mağaza Kodu	Mağaza ABC	İl	Bölge	Envanter		Satış Alanı (m2)	Satış Miktarı	Ciro	Satılan Malın Maliyeti (SMM)	Giren Ziyaretçi Sayısı	Fatura Sayısı	Brüt Kar	Kapasite
				Hızı (Miktar)	Dönüş								
225	A	İstanbul	Marmara Bölgesi	5,97	109	4.083	₺2.678.531,88	₺1.333.574,70	115.870	3.993	₺1.344.957,18	753	
241	A	İstanbul	Marmara Bölgesi	7,41	89	2.896	₺1.889.616,44	₺967.519,30	84.746	2.664	₺922.097,15	430	
259	A	İstanbul	Marmara Bölgesi	5,62	169	2.846	₺1.776.414,83	₺934.559,62	147.151	2.820	₺841.855,21	557	
306	A	İstanbul	Marmara Bölgesi	5,35	187	2.626	₺1.640.418,00	₺872.792,89	159.464	2.973	₺767.625,11	540	
305	B	Trabzon	Karadeniz Bölgesi	5,28	88	2.581	₺1.604.285,35	₺850.709,34	80.229	2.587	₺753.576,01	538	
280	A	Ankara	İç Anadolu Bölgesi	4,08	132	2.516	₺1.451.769,18	₺840.072,39	156.631	2.530	₺611.696,79	678	
213	A	İzmir	Ege Bölgesi	4,68	199	2.184	₺1.264.600,96	₺724.498,38	94.675	2.254	₺540.102,58	513	
356	A	İzmir	Ege Bölgesi	3,77	197	2.178	₺1.194.694,73	₺701.862,59	118.840	2.186	₺492.832,14	636	
234	A	Adana	Akdeniz Bölgesi	5,02	164	2.074	₺1.253.216,15	₺693.763,32	61.795	2.186	₺559.452,83	454	
254	B	Trabzon	Karadeniz Bölgesi	4,77	138	2.087	₺1.324.811,27	₺682.086,31	61.579	2.123	₺642.724,96	482	

8.3 Frontier Analizinin Uygulaması

Firmadan elde edilen 167 mağazalık veri setinin girdi parametreleri sabit tutularak en yüksek çıktıyı üretme yetenekleri tespit edilmektedir. Mağazaların girdilerini minimize ederken aynı çıktıya ulaşabilmek adına CCR modelinin Input-Oriented yaklaşımı kullanılmıştır.

DMU değişkeni, bir girdiyi ve çıktıyı ayrı değerlendiren bağımsız karar verebilen birimdir ve yapılan analizde mağazalar olarak belirlenmiştir. DMU olarak mağazaların seçilmesinin nedenleri; her mağaza kendine özgü veri üretir ve kendi performans parametrelerine göre çalışır, her biri mağaza aynı ürün grubunun yönetimini sağlar, her mağaza diğer mağazalara örnek teşkil edebilir, aynı işlevde farklı performanslara sahip birimlerdir.

Bu bölümde matematiksel formülasyonlar, Python yazılımında kullanılan kodlar ve yapılan uygulamanın tüm detaylarından bahsedilecektir.

Karar Değişkenleri;

λ_j : Harici Mağazaların Ağırlıkları (Benchmark Katkısı)

θ : Optimizasyon Sonucu Oluşan Verimlilik Skoru

Amaç Fonksiyonu;

(8.1), her bir mağaza için mevcut çıktıyı koruyarak girdi parametrelerinin oransal olarak minimizasyonunu ifade eder.

$$\min_{\lambda, \theta} \theta \quad (8.1)$$

Formülasyonda her çıktı r ile ifade edilirken her girdi i ile ifade edilmektedir.

Girdi Kısıtı;

x_{ij} : i. girdinin j. DMU için değeri (girdi matrisi)

x_{io} : i. girdinin optimize edilen mağazanın DMU için değeri (girdi matrisi)

m: Girdi sayısı (Bu uygulamada 4 girdi parametresi kullanılmıştır.

o: Analizi yapılan mevcut DMU sayısı (Bu uygulamada mağaza sayısı)

n: DMU sayısı (Bu uygulamada kullanılan toplam mağaza sayısı)

(8.2)'de diğer mağazaların ağırlıklı toplam girdisi, analiz edilen mağazanın girdisinin θ katından fazla olmamalı denklemini yer almaktadır.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \leq \theta \cdot x_{io} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (8.2)$$

Çıktı Kısıtı;

y_{rj} : j numaralı mağazanın r. çıktısı

y_{ri} : i numaralı mağazanın r. çıktısı

s: Çıktı sayısı (Bu uygulamada 5 çıktı parametresi kullanılmıştır.)

(8.3)'te diğer mağazaların çıktılarının ağırlıklı toplamı, analiz edilen mağazaların çıktılarından az olmamalı denklemini yer almaktadır.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{ro} \forall r = 1, 2, \dots, s \quad (8.3)$$

Negatif Olamama Kısıtı:

Benchmark katkısı ve verimlilik skoru negatif olmamalı denklemleri (8.4) ve (8.5)'de yer almaktadır.

$$\lambda_j \geq 0 \quad (8.4)$$

$$\theta \geq 0 \quad (8.5)$$

Karar değişkenleri belirlendikten sonra bu karar değişkenleri Python yazılımında tanımlanmış olup, tanımlama detayları aşağıda verilmiştir.

Girdiler (x);

x_1 : sales_area (Satış alanı)

x_2 : Capacity (Kapasite)

x_3 : visitor_count (Ziyaretçi sayısı)

x_4 : cost_of_goods_sold (Satılan malın maliyeti)

Çıktılar (y);

y_1 : sales_volume (Satış miktarı)

y_2 : revenue (Ciro)

y_3 : gross_profit (Brüt kar)

y_4 : inventory_turnover (Envanter dönüş hızı)

y_5 : invoice_count (Fatura sayısı)

Formülasyonda yer alan matematiksel sembollerin Python yazılımındaki karşılığı aşağıdaki gibidir.

x_{ij} : inputs[i, j]

y_{rj} : outputs[r, j]

λ_j : lambda[j] (lineer program değişkeni)

θ : theta (optimizasyon hedefi)

o : current_unit_index (optimize edilen mağaza)

Kullanılan veri setinin Python yazılımına entegre edilmesi için Şekil 8.7’de verilen kod ile uygulamaya başlanmıştır.

Numpy (np): Sayısal altyapıyı oluşturmak için veri setinin yüklendiği kütüphanedir.

Pandas (pd): Dosyaların işlenmesi ve veri setinin düzenlenmesi için kullanılan kütüphanedir.

Scipy.optimize.linprog: Lineer optimizasyon problemi için kullanılır.

```
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy.optimize import linprog
```

Şekil 8. 7.Kütüphanenin Yüklenmesi (Python Ekranı)

Şekil 8.8’de girdi ve çıktı parametreleri tanımlanmıştır.

Inputs: Girdi değişkenlerinden oluşan NumPy matrisi. Her satır bir mağaza, her sütun bir girdi.

Outputs: Çıktı değişkenlerinden oluşan NumPy matrisi.

n_units: Mağaza (DMU) sayısı. Döngüde her bir mağaza için ayrı çözüm uygulanacağı için bu bilgi gereklidir.

```
inputs = df_selected[["sales_area", "capacity", "visitor_count", "cost_of_goods_sold"]].values
outputs = df_selected[["sales_volume", "revenue", "gross_profit", "inventory_turnover", "invoice_count"]].values
n_units = len(inputs)
```

Şekil 8. 8. Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Tanımlanması (Python Ekranı)

Şekil 8.9’daki kodlama, her bir mağaza için ayrı hesaplanan θ skor sonuçlarının aktarıldığı listeyi ifade etmektedir.

```
efficiency_scores = []
```

Şekil 8. 9. Verimlilik Skorlarının Tutulması (Python Ekranı)

Şekil 8.10’da belirtilen kodlama DEA çözümünün her mağaza için ayrı ayrı yapıldığını temsil etmektedir. Optimize edilen mağazanın indeksi i değişkenidir.

```
for i in range(n_units):
```

Şekil 8. 10. Her Mağaza İçin DEA Modelinin Çözülmesi (Python Ekranı)

Şekil 8.11’de C vektörü, amaç fonksiyonunu ifade etmektedir. Lineer programlamada amaç fonksiyonu θ ’yı (θ) minimize etmek üzerine kurulmuştur.

```
c = np.zeros(n_units + 1)
c[0] = 1 # theta
```

Şekil 8. 11. Amaç Fonksiyonu (Python Ekranı)

Python’da girdi kısıtları;

Her bir girdi için ilgili eşitsizlik tanımlanır. Şekil 8.12’de, tanımlanan eşitsizlik denklemleri A .append ve b .append matrislerinde bulunduğunu göstermektedir. $\text{Row}[\theta] = -\text{inputs}[i, k]$ kodu eşitsizlikteki $\theta \cdot x_{io}$ ifadesini temsil etmektedir. $\text{Row}[1:] = -\text{inputs}[:, k]$ kodu diğer tüm mağazalardaki ilgili girdinin λ değeri ile çarpılmış halidir.

```
A = []
b = []

for k in range(inputs.shape[1]):
    row = np.zeros(n_units + 1)
    row[0] = -inputs[i, k] # -theta * x_ik
    row[1:] = inputs[:, k] # sum lambda_j * x_ij
    A.append(row)
    b.append(0)
```

Şekil 8. 12. Girdi Kısıtları (Python Ekranı)

Şekil 8.13'te her bir çıktı için ilgili eşitsizliğin tanımlandığı kodlama yer almaktadır.

```
for k in range(outputs.shape[1]):
    row = np.zeros(n_units + 1)
    row[1:] = -outputs[:, k] # -sum lambda_j * y_rj
    A.append(row)
    b.append(-outputs[i, k]) # -y_ro
```

Şekil 8. 13. Çıktı Kısıtları (Python Ekranı)

Karar değişkenlerinden birini ifade eden λ_j -Benchmark katkısının- referans ağırlığı negatif olamazken (Şekil 8.14) bir diğer karar değişkeni olan θ -Verimlilik Skoru- değerinin 0-1 aralığında olması (8.6) gerekmektedir.

```
bounds = [(0, 1)] + [(0, None)] * n_units
```

Şekil 8. 14. Değişken Sınırları (Python Ekranı)

$$\theta \in [0, 1] \quad (8.6)$$

Açık kaynaklı, yüksek performanslı ve hızlı çözüm sunan optimizasyon yöntemlerinden biri olan highs yöntemi kullanılmıştır. A_ub ve B_ub girdi ve çıktı kısıtlarını çözüme dahil etmeye yaradığı kodlama Şekil 8.15'te yer almaktadır.

```
result = linprog(c=c, A_ub=A, b_ub=b, bounds=bounds, method='highs')
```

Şekil 8. 15. Lineer Programlama (Python Ekranı)

Modelin çözülmesi durumunda verimlilik skoru oluşurken çözülememe durumunda nan değeri verilmektedir (Şekil 8.16).

```
if result.success:
    efficiency_scores.append(result.x[0])
else:
    efficiency_scores.append(np.nan)
```

Şekil 8. 16. Sonucun Listelenmesi (Python Ekranı)

Tüm bu aşamalar sağlandığında temelde girdi ve çıktı arasındaki etkinlik oranları kontrol edilir ve mağazaların verimlilik durumları ortaya konur. Mağazaları birbiri ile

kıyaslayarak en verimli ve verimsiz mağazaların tespit etmeye yarar. Mağazaların verimlilik durumlarına göre de sezon için aksiyon almayı kolaylaştırır.



9. BULGULAR

Uygulamaya konu olan 167 perakende mağazasının analiz sonucunda oluşan verimlilik skorları Tablo 9.1., Tablo 9.2. ve Tablo 9.3.'de belirtilmiştir. Verimlilik skorları hesaplanırken her bir karar biriminin kendi verimliliğini maksimize edecek en avantajlı ağırlığı yakalayabilmesi adına her DMU için model tarafından girdi ve çıktı ağırlıkları atanmıştır. Her mağaza için çözümlenen LP modelinden elde edilen θ değerleri (verimlilik skorları) aşağıda verilen kurala göre mağazaların verimlilik olup olmadığı sonucuna ulaştırır.

Verimli: Verimlilik skoru $\geq 0,999$. Girdilere göre maksimum çıktıyı üretmiş.

Verimsiz: Verimlilik skoru $< 0,999$. Daha az girdiyle aynı çıktıyı üretme potansiyeli var.

Bu skorlarla verimsiz mağazaların verimliliği artırmak için stok azaltımı, kapasite artırımı, potansiyel performansa bağlı olarak stok seviyesinin azaltılması gibi aksiyonlar belirlenebilir.

Tüm mağazaların ortalama verimlilik skoru 0,986'dır. Ortalama verimlilik skorunda da anlaşılacağı üzere mağazaların genellikle verimli yönetildiği sonucuna ulaşırken, bazı mağazalar özelinde iyileştirme potansiyelinin olduğunu belirtmek mümkündür. Aynı zamanda skorun 1'e yakın olması durumu kadın iç giyim pazarında etkin bir firma olduğunu göstermektedir.

Analize konu olan mağazaların verimlilik skorları Tablo 9.1, Tablo 9.2 ve Tablo 9.3'te yer almaktadır.

Tablo 9. 1. Perakende Mağazalarının Verimlilik Skorları

Bölge	İl	Mağaza Kodu	Verimlilik Skoru	Verimlilik Durumu
Marmara Bölgesi	İstanbul	225	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	241	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	259	0,996	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	306	1,000	Verimli
Karadeniz Bölgesi	Trabzon	305	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	280	0,969	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	213	0,979	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	356	1,000	Verimli
Akdeniz Bölgesi	Adana	234	1,000	Verimli
Karadeniz Bölgesi	Trabzon	254	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Kayseri	264	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	286	0,990	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	220	0,996	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Bursa	274	0,982	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Ordu	343	1,000	Verimli
Karadeniz Bölgesi	Rize	358	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	İzmir	349	0,986	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	268	0,998	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	271	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	Bursa	236	0,979	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Mersin	255	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	292	0,985	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Gaziantep	283	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	380	0,984	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Samsun	246	0,984	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	295	0,988	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Gaziantep	284	0,988	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Balıkesir	351	0,973	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Adana	208	0,996	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Sakarya	212	0,980	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	289	0,978	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Kocaeli	376	0,983	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	224	0,993	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Kocaeli	279	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Konya	214	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	250	0,992	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	238	0,978	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Hatay	299	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	261	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	Kocaeli	228	0,981	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	269	0,989	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	293	1,000	Verimli
Karadeniz Bölgesi	Samsun	282	0,988	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	309	0,977	Verimsiz
Doğu Anadolu Bölgesi	Malatya	248	1,000	Verimli
Doğu Anadolu Bölgesi	Erzurum	388	0,987	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Eskişehir	303	0,976	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Eskişehir	273	0,982	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Tekirdağ	207	0,971	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	297	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	308	0,968	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	302	0,973	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	247	0,986	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	276	1,000	Verimli
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Şanlıurfa	298	0,978	Verimsiz

Tablo 9. 2. (Devamı)

Bölge	İl	Mağaza Kodu	Verimlilik Skoru	Verimlilik Durumu
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	272	0,965	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	233	0,985	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Bursa	235	0,972	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Yalova	372	0,980	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	344	0,973	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Niğde	404	0,992	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Kayseri	310	0,998	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Konya	222	0,988	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Konya	399	0,978	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Kahramanmaraş	288	0,978	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	340	0,992	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	373	0,968	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Kocaeli	363	0,973	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	346	0,987	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Batman	393	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	260	0,974	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Mersin	407	0,975	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Diyarbakır	291	0,983	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Çanakkale	227	0,972	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	251	0,989	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Çorum	342	0,994	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Giresun	381	0,971	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Sakarya	345	0,974	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	202	0,978	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	253	0,979	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Diyarbakır	265	0,985	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	256	0,984	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	249	0,982	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	287	0,986	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Tekirdağ	341	0,960	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	237	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	209	0,987	Verimsiz
Ege Bölgesi	Aydın	244	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	369	0,964	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	348	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	221	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	359	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Afyonkarahisar	368	0,983	Verimsiz
Ege Bölgesi	Aydın	395	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Kütahya	263	0,985	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	242	1,000	Verimli
Akdeniz Bölgesi	Isparta	377	0,978	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	226	0,974	Verimsiz
Ege Bölgesi	Denizli	350	0,967	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	300	0,998	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Eskişehir	382	0,987	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	216	0,980	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	387	0,990	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	294	0,980	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	406	1,000	Verimli
Akdeniz Bölgesi	Adana	394	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	353	0,964	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Sivas	391	0,976	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Bolu	386	0,971	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Bursa	267	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	Balıkesir	266	0,989	Verimsiz

Tablo 9. 3. (Devamı)

Bölge	İl	Mağaza Kodu	Verimlilik Skoru	Verimlilik Durumu
Karadeniz Bölgesi	Zonguldak	285	0,980	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	277	0,980	Verimsiz
Ege Bölgesi	Muğla	252	0,955	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Bursa	392	0,992	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	243	0,972	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Mersin	400	0,982	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	205	0,990	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	383	0,997	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	365	0,977	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Bursa	385	0,964	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	362	0,974	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Balıkesir	352	0,950	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	229	0,970	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	296	0,980	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Adana	231	0,996	Verimsiz
Ege Bölgesi	Denizli	275	0,964	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	397	0,978	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	230	0,984	Verimsiz
Doğu Anadolu Bölgesi	Van	206	0,983	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	361	0,963	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	219	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	270	0,960	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	301	0,973	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Osmaniye	258	1,000	Verimli
Akdeniz Bölgesi	Antalya	379	0,987	Verimsiz
Ege Bölgesi	Muğla	281	0,970	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	360	0,979	Verimsiz
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Diyarbakır	384	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Kırıkkale	401	0,986	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Edirne	245	0,964	Verimsiz
Marmara Bölgesi	İstanbul	357	0,971	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	354	0,980	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Tokat	378	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	278	0,996	Verimsiz
Doğu Anadolu Bölgesi	Van	398	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	257	0,990	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Giresun	403	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Muğla	408	0,978	Verimsiz
Ege Bölgesi	Muğla	409	0,940	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Isparta	390	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	355	0,985	Verimsiz
Marmara Bölgesi	Kırklareli	396	0,973	Verimsiz
Karadeniz Bölgesi	Bolu	371	1,000	Verimli
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	Gaziantep	366	0,979	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	Antalya	232	1,000	Verimli
İç Anadolu Bölgesi	Kayseri	374	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	307	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	İstanbul	304	0,989	Verimsiz
İç Anadolu Bölgesi	Ankara	290	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Manisa	239	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Muğla	402	1,000	Verimli
Akdeniz Bölgesi	Antalya	367	0,997	Verimsiz
Ege Bölgesi	İzmir	201	1,000	Verimli
Marmara Bölgesi	Bursa	240	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	Muğla	347	1,000	Verimli
Ege Bölgesi	İzmir	389	1,000	Verimli

İncelenen 167 perakende mağazasının 50 tanesi verimli iken 117 tanesi verimsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Verimsiz mağazalar ortalama verimlilik skorunu aşağıya çekmektedir. Tablo 9.4'te örnek 10 mağazanın diğer mağazalarla kıyaslandığında elde edilen lambda değerleri verilmiştir. Örnek olarak, en verimsiz mağaza, farklı parametrelerde verimli olan mağazalarla karşılaştırılmıştır ve bunun sonucunda referans mağazalardan lambda değerleri elde edilmiştir.

Tablo 9. 4. Örnek Mağazaların Lambda Değerleri

Mağaza Kodu	Verimlilik	Verimlilik					
	Skoru	Durumu	225	241	259	306	305
225	1	Verimli	1	0	0	0	0
241	1	Verimli	0	1	0	0	0
306	1	Verimli	0	0	0	1	0
305	1	Verimli	0	0	0	0	1
280	0,969	Verimsiz	0,1585	0	0,2689	0	0
213	0,979	Verimsiz	0,1563	0,0223	0,1288	0	0
356	1	Verimli	0	0	0	0	0
234	1	Verimli	0	0	0	0	0
254	1	Verimli	0	0	0	0	0
264	1	Verimli	0	0	0	0	0

Seçilen en verimsiz mağaza için frontier analizi sonuçlarına bakıldığında, bu mağazanın verimlilik iyileştirmesinde referans olarak baz alınan en iyi kombinasyon Tablo 9.5'te lambda değerleri ile birlikte verilmiştir.

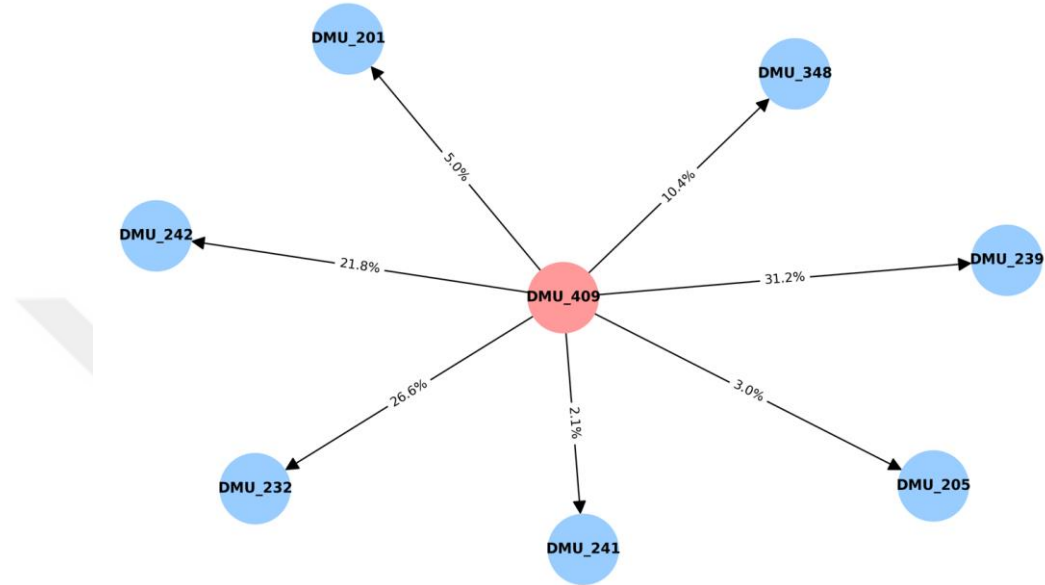
Tablo 9. 5. Referans Mağaza Lambda Değerleri

Magaza	Lambda_Value
239	0,31186
232	0,26563
242	0,21752
348	0,10378

Bu verimsiz mağazanın verimliliği artırmak için referans alınan mağazaların girdi ve çıktı parametrelerinin kullanılması gerekmektedir. Lambda değerleri referans mağazanın verimsiz mağazaya olan benchmark etkisini göstermektedir.

Şekil 9.1'deki şemada gösterilen verimsiz mağaza, referans mağazalarının alan verimliliği, ciro başına maliyeti, ziyaretçi dönüşüm oranı ile karşılaştırılarak geliştirme

senaryoları oluşturulmaktadır. 409 kodlu mağaza için toplam 7 mağaza referans mağaza olarak gösterilmekle birlikte, %31,1 oranında en yüksek katkıyı sağlayacak olan mağaza 239 ‘dur. En yüksek 2. katkı payı ise %26,6 ile 232 mağazasıdır. En düşük katkıyı verebilecek olan mağaza ise %2,1 ile 241 mağazasıdır.



Şekil 9. 1. Örnek Verimsiz Mağazanın Lambda Benchmark Haritası

409 kodlu mağaza, verimsiz olarak değerlendirilmesine rağmen, ziyaretçi sayısını satışa dönüştürme başarısı referans mağazalara göre daha yüksektir (Tablo 9.6). Bununla birlikte, diğer performans göstergeleri referans mağazalardan daha düşüktür.

Tablo 9. 6. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (Dönüşüm Oranı)

Mağaza Kodu	Dönüşüm Oranı (%)
409	%72.5
232	%69.3
239	%63.8

İkinci olarak incelenen birim satış fiyatı, brüt kar ve satılan malın maliyeti parametrelerinde referans mağazalar verimsiz mağazaya istinaden daha yüksek birim fiyattan satış yapabilmektedir (Tablo 9.7). Bu durumda satış adedi değişmeksizin daha yüksek kar elde edilmektedir.

Tablo 9. 7. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (BSF, SMM, Brüt Kar)

Mağaza Kodu	Satış Fiyatı	Satılan Mal Maliyeti	Brüt Kar
409	₺ 475,00	₺ 337,00	₺ 80.129,00
232	₺ 622,00	₺ 322,00	₺ 154.344,00
239	₺ 595,00	₺ 315,00	₺ 120.309,00

Tablo 9.8’de incelenen mağazaların satış alanı, satış miktarı ve ciro değerleri yer almaktadır. 239 numaralı mağaza, satış alanı diğer mağazalara kıyasla neredeyse yarı yarıya daha küçük olmasına rağmen, benzer net satışlar elde ediyor. Bu durum, özellikle metrekare başına satış metriği açısından bakıldığında, bu mağazanın alanını çok daha verimli kullandığını gösteriyor. Yani, daha az alanda aynı miktarda satış yapabilmek, işletme için kritik bir verimlilik avantajı sağlar. Bu, maliyetleri düşürmek ve kaynakları daha etkili kullanmak açısından oldukça önemli bir fark yaratıyor.

Tablo 9. 8. Referans & Verimsiz Mağaza Parametreleri (Satış Alanı, Satış, Ciro)

Mağaza Kodu	Satış Alanı (m²)	Satış Miktarı	Ciro
409	160	581	₺ 276.014,00
232	132	515	₺ 320.472,00
239	75	430	₺ 255.984,00

409 numaralı mağaza, dönüşüm oranı yani ziyaretçileri satışa dönüştürme konusunda başarılı gibi görünüyor. Ancak, daha detaylı bakıldığında, ortalama her satıştan elde edilen ortalama gelir, diğer mağazalara göre daha az. Bu, daha düşük brüt kar marjı anlamına geliyor ve karlılığı olumsuz etkiliyor. İkinci olarak, maliyet avantajı zayıf; bu da net kar marjının düşük olduğunu veya maliyetlerin yüksek olduğunu gösteriyor, ki bu da işletme için bir yük oluşturmaktadır. Üçüncü olarak, metrekare başına satış metriği düşük, yani alanını etkili bir şekilde kullanamamaktadır. Belki de stok düzeni veya sergileme gibi konularda iyileştirmeye ihtiyaç bulunmaktadır. Buna karşılık, referans aldığımız diğer mağazalar, benzer şekilde küçük alanlara ve kapasitelere sahip olsa da brüt kar ve çalışan başına satış gibi metriklerde çok daha yüksek performans göstermektedir. Yani, 409 numaralı mağaza, ziyaretçi çekme ve satışa dönüştürme konusunda başarılı olsa da operasyonel verimlilik ve karlılık açısından geliştirilmesi gereken alanlar vardır.

İyileştirme önerileri;

- Referans mağazalar benzer ciro ve satış rakamlarını %34 daha küçük metre kare alanlarda başarmaktadır. Verimsiz mağaza özelinde metre kare optimizasyonuna gidilmesi, daha kompakt sunum ile veya düşük performanslı ürünlerin azaltılması ile mümkün kılınabilir.
- Verimsiz mağazada bu ürün grubuna ayrılan kapasitenin fazla olmasına rağmen elde edilen brüt kar ve cirosu beklentinin altında kalmaktadır. Bu durum müşteri başına düşen kazancın oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Mağaza satış danışmanının müşteri analizi yapıp, doğru müşteriyi doğru ürüne yönlendirmesi ile kapasitenin etkin kullanılması sağlanabilir. İkinci bir öneri olarak, verimsiz mağazadaki ilgili ürün grubundaki opsiyon elemesi yapılarak sergileme alanı kısıtlanabilir.
- İlgili mağazanın ortalama birim satılan malın maliyeti (337 ₺) referans mağazalara göre daha fazladır. Ürün karmasını ayrıntılı biçimde analiz etmek, her bir ürünün satış performansı, kârlılık düzeyi ve müşteri talebi doğrultusunda değerlendirmeler yapmak; yüksek kâr marjı ile hızlı dönen ürünleri öne çıkarmak, mağazanın genel kârlılığını artırmak açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, stok yenileme süreçlerinde hızlı hareket eden ürünleri önceliklendirmek; stok maliyetlerini azaltmak, nakit akışını desteklemek ve düşük talep gören ürünlerin stok fazlası oluşturma riskini en aza indirmek adına etkili bir yöntemdir. İkinci olarak, referans alınan mağazaları ilgili ürün grubundaki en yüksek performans gösteren opsiyonlarını verimsiz mağazada sergilemede ön plana çıkarılabilir, satış performansına bakılarak sezon içerisinde o opsiyonlarda derinlik yaratılabilir.

Tablo 9.9'de yer alan iyileştirme önerilerinin uygulanma sürecinde benchmark katkısı yüksek olan ilgili referans mağazalar dikkate alınacaktır.

Tablo 9. 9. İyileştirme Önerileri

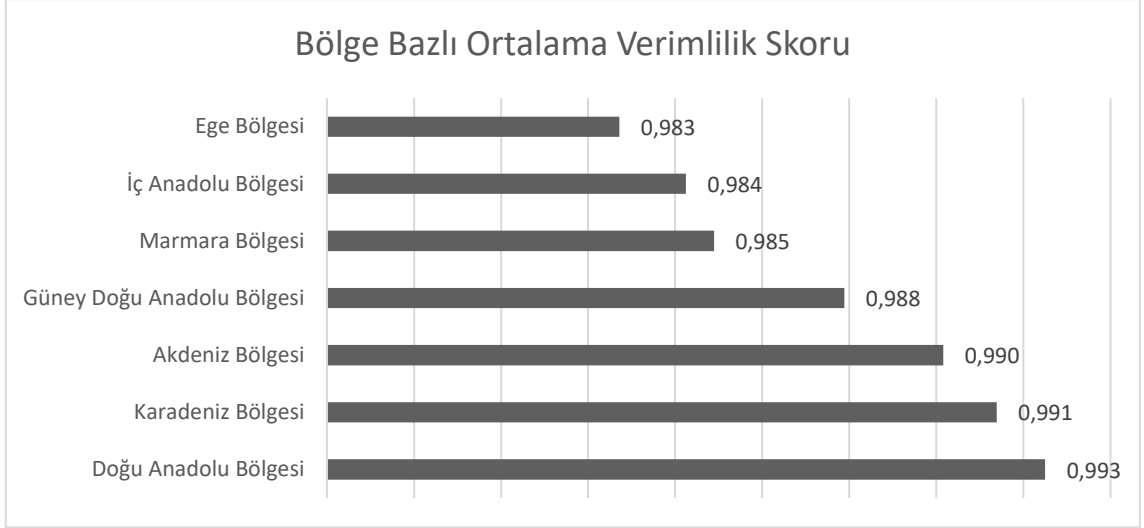
Aksiyon Alanı	Öneri	Performans Etkisi
Ürün karması	Yüksek marjlı opsiyonlara yönelim	+ Brüt kâr
Satış Stratejisi	Ortalama birim satışı fiyatı artırmak	+ Ciro, + Brüt kâr
Mağaza alanı	Alan verimliliği artırımı	+ Ciro / m ²
Stok	Hızlı dönen ürünleri artırmak	+ Envanter dönüş hızı
Eğitim	Personel satış/dönüşüm eğitimi	+ Fatura sayısı

Tablo 9.10’da bölge bazlı verimli-verimsiz mağaza sayıları yer almaktadır.

Tablo 9. 10. Bölgesel Verimli-Verimsiz Mağaza Sayıları

Bölge	Verimli	Verimsiz
Akdeniz Bölgesi	7	12
Doğu Anadolu Bölgesi	2	2
Ege Bölgesi	8	17
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	3	6
İç Anadolu Bölgesi	5	19
Karadeniz Bölgesi	7	6
Marmara Bölgesi	18	55
Genel Toplam	50	117

Şekil 9.2’de bölge bazlı ortalama verimlilik skorları yer almaktadır. Grafikten de anlaşılacağı üzere Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerindeki mağazaların verimliliği diğer bölgelere göre daha yüksektir.



Şekil 9. 2. Bölge Bazlı Ortalama Verimlilik Skoru

Doğu Anadolu Bölgesinin 0,993 verimlilik skoru ile en verimli bölge olmasına istinaden, genel olarak bölge mağazalarına koruyucu bir yaklaşım ile mevcut durumdaki verimliliğe devam edilmelidir. Diğer bölgelerin verimsiz mağazaları için referans mağaza olarak kullanılabilir. Ayrıca, firmanın yeni mağaza açılışları için öncelik verilmesi gereken bölge olarak nitelendirilebilir.

Karadeniz bölgesi, diğer bölgelere kıyasla başarılı olarak nitelendirilse de bölge mağazalarının parametreleri incelendiğinde çıktılar özelinde brüt karı artırmaya yönelik aksiyonlar alınmalıdır. Ayrıca, firma politikasına uygunluk sağlandığı takdirde bölge içerisinde mikro lokasyonlu kampanyalar uygulanarak dönüşüm oranları artırılabilir. Bu durumda bölge için kampanya optimizasyonu sağlanmış olabilir.

Akdeniz bölgesi, genel olarak verimlilik skoru yüksek olan bir bölge olmasına karşın bölge içerisindeki düşük metre kareli mağazaların ürün yönetiminde turizmin etkisiyle yaşanacak olan sezonsal yoğunluk sebebiyle derinliğe dikkat edilmelidir.

İç Anadolu Bölgesi, verimlilik skoru sebebiyle gelişim önceliği verilmesi gereken bölgelerdendir. Bölgedeki mağazaların metrekaresi yüksek olmasına rağmen, satışa dönme oranı düşüktür. Mağaza içerisindeki sergilemeler gözden geçirilmelidir. Kapasite kullanım oranı yükseltilerek mağazadaki satış performansı yüksek olan ürünlerde derinlik sağlanabilir. CRM departmanı ile bölge içerisindeki mağazaların müşteri segmentasyon analizi çıkarılarak mağazalara doğru ürün opsiyonları tanımlanmalıdır.

Ege bölgesi, verimlilik skoru en düşük mağazaları içermektedir. Ege bölgesinin satış yönetici/sorumluları, belirli periyotlarda yüksek performans gösteren diğer bölge referans

mağazalarını ziyaret ederek süreçleri yerinde gözlemleyip iyileştirme fırsatlarını bulabilirler. Bölge genelinde sezon mağazalarının olmasına istinaden, öncelikli referans bölgesi Akdeniz bölgesi olmalıdır. Yerinde gözlemlere ek olarak, referans mağazalardaki yöneticilerle bir araya gelerek sayısal verilerin gözden geçirilmesi ve frontier analizi ile referans mağazalardaki ağırlığı yüksek olan parametrelerin benzetilmesi tartışılabilir.



10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kadın iç giyim pazarında öncü konumda bulunan bir firmanın 2024 Nisan–Eylül döneminde Türkiye genelinde faaliyet gösteren 167 perakende mağazasına ait ev giyim yaz sezonu maskülen pijama seti ürün grubunun operasyonel verimliliği, frontier analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Veri Zarflama Analizi (DEA) tabanlı bu yaklaşım, her bir mağazanın kendi optimum girdilerle ne ölçüde çıktı üretebildiğini sayısal olarak ortaya koyarak stratejik karar destek sistemi niteliği taşımaktadır.

Analiz sonucunda mağazaların yalnızca %30'unun verimli olduğu, geri kalan %70'lik kısmın ise çeşitli kaynakları daha etkin kullanarak benzer performans düzeyine ulaşabileceği tespit edilmiştir. En verimsiz mağazalara yönelik yapılan detaylı karşılaştırmalarda; metrekare kullanım oranı, brüt kâr marjı, dönüşüm oranı, satış fiyatı ve stok yönetimi gibi performans göstergelerinde referans mağazalara göre önemli sapmalar görülmüştür. Aynı satış adedine sahip olan mağazalar, çok daha dar bir alanda faaliyet gösteren mağazaların daha yüksek ciro ve kârlılık yakalayabilmesi, alan verimliliği ve ürün karması optimizasyonunun ne denli kritik olduğunu ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, verimsiz mağazaların geliştirilmesi için önerilen aksiyonlar dört ana başlık altında toplanabilir; ürün karmasının yüksek marjlı opsiyonlara kaydırılması, satış danışmanlarının mikro segmentasyon ve çapraz satış eğitimleri ile güçlendirilmesi, metrekare başına gelir artışına odaklı sergileme düzenlemeleri, stok devir hızını artıracak dinamik envanter planlaması. Tüm bu öneriler, yalnızca operasyonel kârlılığı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda müşteri deneyimini de zenginleştirerek sürdürülebilir mağaza performansına katkı sağlayacaktır.

Dijital dönüşümün sunduğu olanaklar bağlamında değerlendirildiğinde, frontier analizinden elde edilen çıktılar, veri temelli karar alma pratiklerinin kurum içi operasyonel süreçlere etkin biçimde nasıl entegre edilebileceğini somut biçimde ortaya koymaktadır. Girdi ve çıktı verilerinin bölgesel, ürün odaklı ve dönemsel düzeyde bütüncül olarak modellenmesi; geleneksel yönetsel yaklaşımlardan uzaklaşarak, analitik temelli perakende yönetiminin benimsenmesini desteklemektedir. Özellikle mağaza verimliliği gibi yüksek hacimli ve çok değişkenli veri setlerinin yapay zekâ algoritmalarıyla desteklenmiş frontier yöntemleriyle analiz edilmesi, işletmelerin dijital yetkinlik düzeyini yükseltmekte ve sürdürülebilir rekabet gücü kazandırmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular, firmanın dijital dönüşüm sürecini başlatmak adına aktif

olarak kullandığı tedarik zinciri yönetimi ve talep planlama yazılımına entegre edilecektir. Frontier analizi sonucunda tespit edilen verimli ve verimsiz mağazaların alokasyon süreci ilgili yazılım ile yönetilecektir. Yazılımın kullanıcıya sunduğu mağaza benzetme ekranından faydalanılarak çalışmada tespit edilen verimsiz mağazalar, referans mağazalarına benzetilerek hedef satış bütçesi doğrultusunda optimal bir dağıtım planlaması amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma hem sektörel içgörü hem de pratik öneriler sağlayarak, kadın iç giyim pazarında ev giyim ürün grubunun fiziksel mağaza dağılım stratejilerinde dijital dönüşümle harmanlanmış verimlilik esaslı yeni bir paradigma sunmaktadır. Bu uygulama seçilen dönemde kullanıldıktan sonra sonuçları analiz edilecek olup, kullanılan yöntem başarılı olduğu takdirde, diğer ürün kategorilerine de entegre edilebilir.

11. KAYNAKLAR

- Abioro, M. (2013). Effect of employee motivation on organizational performance. *Acta de Gerencia ciencia*, 1(3), 17-27.
- Acun, F. (2008). Küresel Rekabette Dijital Kültür. *Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları*, (9), 11-46.
- Aguiar, T., Gomes, S. B., da Cunha, P. R., ve da Silva, M. M. (2019). Digital transformation capability maturity model framework. In *2019 IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)* (pp. 51-57). IEEE.
- Ağlargöz, O., Turhan, E., Çınar, E., Yılmaz, H. ve Yapıcıoğlu, H. (2012). *E-İş Süreçleri*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Ahmad, S., ve Schroeder, R. G. (2003). The impact of human resource management practices on operational performance: recognizing country and industry differences. *Journal of operations Management*, 21(1), 19-43.
- Akal, Z (2002). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi*, MPM Yayınları, Ankara.
- Akben Selçuk, E., & Ündeğer Soğuktaş, D. (2016). Türk bankacılık sektöründe verimliliğin değerlendirilmesi: Bir veri zarflama analizi uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(2), 175–184.
- Akdemir, A. (2012). *İşletmeciliğin temel bilgileri*. Türkmen Kitabevi.
- Aksoy, B. (2012). Bilgi Teknolojileri ve Yeni Çalışma İlişkileri. *Ege Academic Review*, 12(3).
- Aktan, C. (2009). Performans Yönetimi: Organizasyonlarda Performans Değerlendirme ve Ölçme. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 25-33.
- Akundi, A., Euresti, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., ve Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0—Analysis and identification of current research trends. *Applied System Innovation*, 5(1), 27.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of life Economics*, 3(2), 19- 30.

- Allen, N. J., ve Meyer, J. P. (1990). The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization. *Journal of occupational psychology*, 63(1), 1-18.
- Altuntaş, E. Y. (2018). Dijital Dönüşüm Uygulamalarının Kurumların Marka Değeri Üzerindeki Etkisi. *Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli E-Dergisi*, (2), 1-18.
- Antmen, A. (2008). *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*. İstanbul: Sel Yayıncılık.
- Aragon Correa, J. A., García-Morales, V. J., ve Cordon-Pozo, E. (2007). Leadership and organizational learning's role on innovation and performance: Lessons from Spain. *Industrial marketing management*, 36(3), 349-359.
- Argote, L., ve Fahrenkopf, E. (2016). Knowledge transfer in organizations: The roles of members, tasks, tools, and networks. *Organizational behavior and human decision processes*, 136, 146-159.
- Baheti, R. ve Gill, H. (2011). Cyber-physical systems. *The impact of Control Technology*, 12(1), 161-166.
- Bal, B. (2015). *Talep Tahminleme ve Planlama; Perakende Sektörü, E-Ticaret*, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Barutçu, S. (2008). Perakendecilik Sektöründe Teknolojik Değişim: E-Perakendecilik, EMağaza Bağlılığı Ve E-Mağaza Bağlılığını Etkileyen Faktörler. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(1), 317-334.
- Başer, G. (1998). *Dokuma Tekniği ve Sanatı Cilt I*. İzmir: TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Yayınları.
- Başoğlu, U., ve Parasız, M. İ. (2003). *İktisadi Verilerin Analizi ve Temel Öngörü* (s. 78). İçinde Bursa: Ekin Kitabevi.
- Bayrak, A., ve Özdil, T. (2003). İşletme performansının artırılmasında pazarlama-üretim iş birliğinin önemi. *Celal Bayar Üniversitesi SOBE Dergisi*, 1(2), 31-44.
- Baysal, M. E., Uygur, M., & Toklu, B. (2013). VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TCDD LİMANLARINDA BİR ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÇALIŞMASI. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(4).

- Becker B. ve Gerhart B., (1996). The Impact Of Human Resource Management On Organizational Performance: Progress and Prospect, *Academy of Management Journal*, 1 Vol.39.
- Bekmezci, M. (2009). İşletmelerde Organizasyonel Performansın Ölçülmesi ve Bir Araştırma. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 8(1).
- Bercovitz, J., ve Mitchell, W. (2007). When is more better? The impact of business scale and scope on long-term business survival, while controlling for profitability. *Strategic management journal*, 28(1), 61-79.
- Bhatnagar, H. (2017). Demonetization to digitalization: A step toward progress. *Management and Economics Research Journal*, (3), 11-15.
- Bloomberg, J. (2018). *Digitization, Digitalization, and Digital Transformation: Confuse Them at Your Peril*. Forbes.
- Bredrup, H. (1995). Standard illusions: ISO 9000 as an alibi for quality. *European Quality*, 1(5), 41-51.
- Budak, H. (2011). Veri zarflama analizi ve Türk bankacılık sektöründe uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 23(3), 95–110.
- Bulut, Ş. (2006). *Orta ölçekli bir işletmede talep tahmin yöntemlerinin uygulanması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bumann, J. ve Peter, M. (2019). Action fields of digital transformation—a review and comparative analysis of digital transformation maturity models and frameworks. *Digitalisierung und andere Innovationsformen im Management*, 2, 13-40.
- Candan, H., ve İnce, M. (2016). Siber kaytarma ve örgütsel bağlılık arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik emniyet çalışanları üzerine bir araştırma. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 229-235.
- Capon, N., Farley, J. U., ve Hoenig, S. (1990). Determinants of financial performance: a meta-analysis. *Management science*, 36(10), 1143-1159.
- Carbonneau, R., Vahidov, R., ve Laframboise, K. (2007). Machine learning-based demand forecasting in supply chains. *International journal of intelligent information technologies (IJIT)*, 3(4), 40-57.

Celep, A. (2008). *Bilişim Teknoloji Yatırımlarının Şirket Performansına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.

Chanias, S., Myers, M. D., ve Hess, T. (2019). Digital transformation strategy making in pre-digital organizations: The case of a financial services provider. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 17-33.

Chase, C. (2013). *Demand Driven Forecasting - A Structured Approach to Forecasting - Second Edition*, New Jersey: John Wiley & Sons.

Chi, C. G., ve Gursoy, D. (2009). Employee satisfaction, customer satisfaction, and financial performance: An empirical examination. *International journal of hospitality management*, 28(2), 245-253.

Ciurez, E. N. (2008). The competitive advantage theory as a growth strategy. *Revista tinerilor economişti*, (11), 47-52.

Craigien, D., Diakun-Thibault, N., Purse, R. (2014). Defining cybersecurity. *Technology innovation management review*, 4(10), 13-21.

Çağlar, Ç. (2025). *Bulanık veri zarflama analizi ile sağlık sektöründe polikliniklerin etkinlik ölçümü*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Çağlar, T. (2007). *Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler ve Fens Teli Üretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Çakır Zeytinoğlu, F., & Uydacı, M. (2009). TÜRKİYE'DE PERAKENDE SEKTÖRÜNDE DAĞITIM KANALLARININ PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASINDA VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE BİR UYGULAMA. *Öneri Dergisi*, 8(31), 35-42.

Çakırkaya, M. (2010). Perakende Sektöründe İtibar Yönetimi (Master's Thesis, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Çalışkan, A., Akkoç, İ., ve Turunç, Ö. (2011). Örgütsel Performansın Artırılmasında Motivasyonel Davranışların Rolü: Yenilikçilik ve Girişimciliğin Aracılık Rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 363-401.

Çelik, S. (2014). Sosyal Medyanın Pazarlama İletişimine Etkileri. *Erciyes İletişim Dergisi*, 3(3).

Çiçin, F. N. (2024). *Hekimlerin Yapay Zeka Teknolojilerini Kabulünün Planlı Davranış Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli ve Güven Çerçevesinden İncelenmesi*. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi.

Çiğdem, Ş. (2019). Etkinlik ölçümünde bulanık veri zarflama analizi: İç anadolu bölgesinde bulunan ağız ve diş sağlığı merkezlerinde bir uygulama [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

da Costa, L. S., Pereira, L., ve Akkari, A. (2018). A proposed framework to identify digital transformation maturity in small industries. In *4th Workshop on Innovative Engineering for Fluid Power (WIEFP 2018)* (pp. 28-30).

Derya, H. (2018). Endüstri devrimleri ve endüstri 4.0. *GÜ İslâhiye İibf Uluslararası E-Dergi*, 2(2), 1-20.

Dess, G. G., ve Robinson Jr, R. B. (1984). Measuring organizational performance in the absence of objective measures: the case of the privately-held firm and conglomerate business unit. *Strategic management journal*, 5(3), 265-273.

Doyle, P. (1994). Setting business objectives and measuring performance. *European Management Journal*, 12(2), 123-132.

Drew, S. A. (1997). From knowledge to action: the impact of benchmarking on organizational performance. *Long range planning*, 30(3), 427-441.

Duarte, A. Y. S. (2018). Future trends in production and consumption in textile and fashion design: the fourth industrial revolution. *Trends in Textile & Fashion Design*, 1(1), 1-2.

Dünya Ekonomik Forumu, (2015). *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*, https://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf, (Erişim Tarihi: 29.05.2025).

Erdem, B., Kudret, G., ve Melike, G. (2013). Pazar Yönlülük, İnovasyon Yönlülük ve Firma Performansı İlişkisi: Ankara'da Faaliyet Gösteren Dört ve Beş Yıldızlı Otel İşletmelerinde Bir Araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 74-104.

Erdoğan Tarakçı, İ., ve Göktaş, B. (2021). *İşletmecilikte Dijital Dönüşüm*. İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık.

Erdoğan, M., ve Yıldız, B. (2015). Sağlık İşletmelerinde Finansal Oranlar Aracılığıyla Performans Ölçümü: Hastanelerde Bir Uygulama. *Kafkas University, Journal of Economics & Administrative Sciences Faculty/Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(9).

Erkan, H. (2008). *Talep tahmin doğruluğunu arttırmak için talebi etkileyen faktörlerin analizi ve ilaç sektöründe ekonometrik bir model önerisi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

Erkut, P., ve Akgüç, Ö. (1997). *Stratejik Yönetim ve Senaryo Tekniği*. İrfan Yayınevi.

Ertuğrul, İ., & Sarı, G. (2017). VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BİR ÜNİVERSİTEDE LİSANS BÖLÜMLERİNİN ETKİNLİK ANALİZİ. *Uluslararası İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(3), 65-85.

Erturgut, R. ve Keskin, U. (2013). Bireysel Performans ve Örgütsel Performans Arasındaki İlişkinin Temellerine Dair Felsefik Bir İnceleme. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 23 (73), 20-40.

Fırat, S. Ü., ve Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114(2017), 10-23.

Friedrich, R., Le Merle, M., Grone, F. ve Koster, A. (2011). Measuring industry digitization: Leaders and laggards in the digital economy. *Booz & Co., London*. 1-14.

Gökçen, G. (2004). *Enflasyon Muhasebesi Teori – Uygulama*. İstanbul: Yayılım Yayıncılık.

Gökşen, Y. ve Aşan, H. (2015). Veri büyüklüklerinin Veritabanı Yönetim Sistemlerinde Meydana Getirdiği Değişim: NOSQL. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 8(3), 125.

Gömükpınar, B. (2022). *Türkiye’de Yükseköğretim Kurumlarında Dijital Dönüşüm*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Görçün, Ö. F. (2018). The rise of smart factories in the fourth industrial revolution and its impacts on the textile industry. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 6(2), 136-141.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. ve Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.

- Gündüz, M. Z. ve Daş, R. (2018). Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Güney, S. (2004). *Açıklamalı yönetim-organizasyon-ve örgütsel davranış terimleri sözlüğü*. Siyasal Kitabevi.
- Harmankaya, Pekmezci, Ergülen (2021). Türkiye’de 1992 Yılında Kurulan Devlet Üniversitelerinin Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Balıkesir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Haziran 2021, 2(1), 21-46.
- Hatten, K. J., Schendel, D. E., ve Cooper, A. C. (1978). A strategic model of the US brewing industry: 1952-1971. *Academy of Management Journal*, 21(4), 592-610.
- Heizer, J. H., ve Render, B. (2004). *Principles of operations management*. Pearson Educación.
- Hermann, M., Pentek, T., ve Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.
- Hocaoğlu, F. O., Kaysal, K., ve Kaysal, A. (2015). Yük tahmini için hibrit (YSA ve regresyon) model. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 3(2), 33-39.
- Hooi, L. W., ve Chan, A. J. (2022). Innovative Culture and Rewards-Recognition Matter in Linking Transformational Leadership to Workplace Digitalisation? *Leadership & Organization Development Journal*, 43(7), 1063-1079.
- Houze, R. (2010). Design Reform, 1820-1910. *The Design History Reader* içinde, 53-69.
- Ittner, C. D., ve Larcker, D. F. (1998). Are nonfinancial measures leading indicators of financial performance? An analysis of customer satisfaction. *Journal of accounting research*, 36, 1-35.
- İlhan, İ. (2019). Tekstil üretim süreçleri açısından endüstri 4.0 kavramı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(7), 810-823.
- İlkaz, A. (2024). Pencere veri zarflama analizi ile hayat sigortası şirketlerinin etkinliklerinin analizi [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

- Kaplan, R. S., ve Norton, D. P. (2009). Putting the balanced scorecard to work. In *The economic impact of knowledge* (pp. 315-324). Routledge.
- Kara, K., & Gezen, A. (2022). Determination of Financial Performance Efficiency with Data Envelopment Analysis: Evidence from Borsa İstanbul (BIST) Transportation and Storage Sector. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(2), 274-283.
- Karademir, İ., ve Ozgeldi, M. (2022). The Effect of Industry 4.0 Maturity on Company Performance in Manufacturing Companies. *International Journal of Scientific Research and Management*, 10(04).
- Karakoç, M. (2022). *An analysis of US state level cybersecurity plans and policies*. Doctoral dissertation, University of Delaware.
- Karaman, İ. (2024). Bir Kargo Firmasının Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi. [Yüksek lisans tezi Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi.] YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kayabaşı, A. (2010). *Rekabet Gücü Perspektifinde Lojistik Faaliyetlerde Performans Geliştirme*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Kazak, H. (2023). Türkiye Perakende Sektörü Ve Sektörün Önde Gelen Bazı Firma Finansal Performanslarının Dematel Ve Moora Bütünleşik Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi. *Finans Ekonomi Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 48-74.
- Kennerley, M., ve Neely, A. (2003). Measuring performance in a changing business environment. *International journal of operations & production management*, 23(2), 213-229.
- Kıyıldı, R., & Karaşahin, M. (2009). Türkiye'deki hava alanlarının veri zarflama analizi ile altyapı performansının değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 391-397.
- Kirby, J. (2005). Toward a Theory of High Performance. *Harvard Business Review*, 83, 30-39.
- Klein, M. (2020). İşletmelerin Dijital Dönüşüm Senaryoları-Kavramsal Bir Model Önerisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 997-1019.
- Kobu, B. (2008). *Üretim Yönetimi*, 14. Baskı, Beta.

- Koc, T. C., ve Teker, S. (2019). Industrial revolutions and its effects on quality of life. *PressAcademia Procedia*, 9(1), 304-311.
- Koca, D. (2020). Sanayi devrimlerinin tarihsel arka planı ve işgücü becerileri üzerindeki yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(31), 4531-4558.
- Körpe, E. (2021). Dijital dönüşüm ile yeni finans çağı ve gelecek yaklaşımları. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 108-131.
- Köse, U. (2020). Yapay Zeka Etiği Çerçevesinde Geleceğin İşletmeleri: Dönüşüm ve Paradigma Değişiklikleri. *Journal of Engineering Sciences and Design*, 8(5), 289- 304.
- Kumar, U., Kaswan, M. S., Kumar, R., Chaudhary, R., Garza-Reyes, J. A., Rathi, R., ve Joshi, R. (2023). A systematic review of Industry 5.0 from main aspects to the execution status. *The TQM Journal*, 36(6), 1526-1549.
- Kutlar, A., & Kartal, M. (2004). Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(8), 49-79.
- Lenger, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhmman, T., Drews, P., . . . Ahlemann, F. (2017). Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community. *Business & Information Systems Engineering Volume*, 59(4), 301-308.
- Lenz, R. T. (1981). ‘Determinants’ of organizational performance: An interdisciplinary review. *Strategic management journal*, 2(2), 131-154.
- Maimaitiaili, T. (2016). *Perakende mağaza zincirlerinin verimliliklerinin karşılaştırılmasında veri zarflama analizi (VZA) yönteminin uygulaması – İstanbul örneği* (Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Makridakis, S., Wheelwrig, S., ve Hyndman, R. (1998). *Forecasting: Methods and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- Mappanyuki, R., ve Sarı, M. (2017). The effect of sales growth ratio, inventory turnover ratio, growth opportunity to company’s profitability (survey in Indonesia’s stocks exchange). *International Journal of Management and Applied Science*, 3(3), 139-147.

- Matt, C., Hess, T., ve Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, 57, 339-343.
- McAleer, M. (1992). Efficient estimation: the Rao-Zyskind condition, Kruskal's theorem and ordinary least squares. *Economic Record*, 68(1), 65-72.
- McCracken, M. J., McIlwain, T. F., ve Fottler, M. D. (2001). Measuring organizational performance in the hospital industry: an exploratory comparison of objective and subjective methods. *Health services management research*, 14(4), 211-219.
- Mell, P. ve Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. NIST Special Publication, 800-145.
- Melo, D. D. C., ve Alcântara, R. L. C. (2016). What makes demand management in the supply chain possible? A multiple-case study of critical success factors. *Gestão & Produção*, 23, 570-587.
- Mentoro Platformu, (2017). *Türkiye Tekstil Sektörünün Endüstri 4.0 Durum Değerlendirmesi ve Yol Haritası*, Türkiye Tekstil Sanayii İşverenleri Sendikası İçin Hazırlanan Rapor.
- Mentzer, J. T., Myers, M. B., ve Stank, T. P. (2007). *Handbook of global supply chain management*. Sage.
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., ve Panopoulos, N. (2022). A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17), 6276.
- Mrugalska, B., ve Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in industry 4.0. *Procedia engineering*, 182, 466-473.
- Ngo, H. Y., Turban, D., Lau, C. M., ve Lui, S. Y. (1998). Human resource practices and firm performance of multinational corporations: Influences of country origin. *International journal of human resource management*, 9(4), 632-652.
- Nurcan, E., & Kaya, N. (2016). Analysis of productivity of leader companies in the world automotive industry using data envelopment analysis. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 64-74.

- Olan, F., Arakpogun, E. O., Suklan, J., Nakpodia, F., Damij, N., ve Jayawickrama, U. (2022). Artificial intelligence and knowledge sharing: Contributing factors to organizational performance. *Journal of Business Research*, 145, 605-615.
- Olgun, S. (2009). *Tedarik zinciri yönetiminde talep tahmini yöntemleri ve yapay zeka tabanlı bir talep tahmini modelinin uygulanması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özbek, V., ve Külahlı, A. (2016). Tüketici İlgileniminin Müşteri Memnuniyeti Üzerindeki Etkisi: Üniversite Öğrencileri Üzerinde Bir Araştırma. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16.4, 111-130.
- Özcan, G. (2007). *Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama* [Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özçelik, H., & Kandemir, B. (2017). VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(1), 43-53.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (23).
- Özdemir, E. (2024). *Veri zarflama analizi ve matbaa sektöründe bir uygulama*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özer, G., ve Akça, Y. (2007). Çevresel Özelliklerin Kurumsal Kaynak Planlaması (Kkp) Uygulama Başarısı ve Algılanan Organizasyonel Performans Üzerindeki Etkisi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1-26.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztürk, D. (2019). Örgütsel Performans. *İçinde Örgütsel Yaklaşımlar I*. Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk, İ. (2006). Türkiye’de Perakende Sektörü. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 69-81
- Özutkan H., (2010) *Örgütsel Performans Boyutuyla İnsan kaynakları Yönetimi*, Gazi Yayınevi, Ankara.

- Pamuk, N. S., ve Soysal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*, (1), 41-66.
- Pan, S., Trentesaux, D., Duncan, M., ve Benoit, M. (2021). Digital Interoperability and Transformation in Logistics and Supply Chain Management: Editorial. *In Computers in Industry*, (129), 1-5.
- Pham, H. (Ed.). (2023). *Springer handbook of engineering statistics*. Springer Nature.
- Phornlaphatrachakorn, K. ve Kalasindhu, K.N. (2021). Digital accounting, financial reporting quality and digital transformation: Evidence from Thai listed firms. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8, 409-419.
- Pilinkiene, V. (2008). Market demand forecasting models and their elements in the context of competitive market. *Engineering economics*, (5 (60)), 24-31.
- Ponzoa, J. M., Gomez, A., ve Mas, J. M. (2023). EU27 and USA Institutions in the Digital Ecosystem: Proposal for a Digital Presence Measurement Index. *Journal of Business Research*, 154, 1-12.
- Porter, M. (1996). What is a strategy? . *Harvard Business Review* 74, no. 6, 61-78.
- Rajnai, Z. ve Kocsis, I. (2018). Assessing industry 4.0 readiness of enterprises. In 2018 IEEE 16th world symposium on applied machine intelligence and informatics (SAMI), 225-230.
- Reinsel, D., Gantz, J. ve Rydning, J. (2018). Data Age 2025: The Digitization of the World from Edge to Core. *IDC white paper*, 1(1), 1-29.
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., ve Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., ve Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*, 9(1), 54-89.
- Sarı, N. B. (2010). *Belediye toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğinin veri zarflama analizi ile ölçümü ve iyileştirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Schumacher, A., Erol, S. ve Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161- 166.

Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*, Optimist Yayın Grubu.

Seaton, A. V., ve Bennett, M. M. (1996). *The marketing of tourism products: concepts, issues and cases* (pp. xx+-540).

Simonis, K., Gloy, Y. S., ve Gries, T. (2016). INDUSTRIE 4.0-Automation in weft knitting technology. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 141, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

Sinclair, D., ve Zairi, M. (2000). Performance measurement: a critical analysis of the literature with respect to total quality management. *International Journal of Management Reviews*, 2(2), 145-168.

Sinkey Jr, J. F., ve Nash, R. C. (1993). Assessing the riskiness and profitability of credit-card banks. *Journal of Financial Services Research*, 7(2), 127-150.

Sivamani, S., Kwak, K., ve Cho, Y. (2014). A study on intelligent user-centric logistics service model using ontology. *Journal of Applied Mathematics*, 2014(1), 162838.

Slusarczyk, B. (2018). Industry 4.0 – Are We Ready?. *Polish Journal of Management Studies*, 17(1): 232-248.

Soylu, N. (2025). Borsa İstanbul’da İşlem Gören Turizm Konaklama Sektörü İşletmelerinin Finansal Etkinliklerinin EATWIOS ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri (VZA) ile Ölçülmesi (2022-2023 Dönemi). JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy, 10(1), 357-369.

Stadtler, H., Stadtler, H., Kilger, C., Kilger, C., Meyr, H., ve Meyr, H. (2015). *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies*. springer.

Sucu, M. (2021). *Dijital Yönetim İşletme Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım*. Ankara: İksad Yayınevi.

Svahn, F., Mathiassen, L., ve Lindgren, R. (2017). Embracing digital innovation in incumbent firms. *MIS quarterly*, 41(1), 239-254.

Şahin, A. E. (2001). Eğitim araştırmalarında delphi tekniği ve kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).

Tamer, G., Tetik, G., ve Oktay, S. (2022). Digital Conflict in Business Infrastructure. In *Conflict Management in Digital Business: New Strategy and Approach* (pp. 147-165). Emerald Publishing Limited.

Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), 1817-1836.

Taşköprü, V. (2014). Klasik veri zarflama analizi ile kategorik veri zarflama analizi modellerinin enerji verimliliği üzerinde karşılaştırmalı incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Tatlı, H., & Bayrak, R. (2016). Borsa İstanbul'da kayıtlı otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkinliklerinin statik ve dinamik veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 119-145.

Tekin, M. (2009). *Üretim Yönetimi* (6 b., Cilt 1). Konya: Günay Ofset.

Tekin, M., Zerenler, M., ve Bilge, A. (2005). Bilişim teknolojileri kullanımının işletme performansına etkileri: lojistik sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(8), 115-129.

Tetik, S. (2003). "İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi". *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*, 10(2), 221-230.

Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., ve Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain?. *Procedia manufacturing*, 13, 1175-1182.

Top, Y. ve Yılmaz, E. (2009). *Üretim Yönetimi Genişletilmiş*, 2. Baskı, İstanbul: (5. Yaprak Yayın Dağıtım).

Tunji Olayeni, P., Aigbavboa, C., Oke, A., ve Chukwu, N. (2024). Research trends in industry 5.0 and its application in the construction industry. *Technological Sustainability*, 3(1), 1-23.

Turan, A. H. (2009). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde (Kobi) Bilişim Teknolojileri (Bt), Örgütsel Rekabetçi Stratejileri ve Başarım İlişkisi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3), 105-122.

Turunç, Ö. (2006). Bilgi Teknolojileri Kullanımının İşletmelerin Örgütsel Performansına Etkisi Hizmet Sektöründe Bir Araştırma. *Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(5), 225-247.

Uygurtürk, H., & Korkmaz, T. (2016). BORSA İSTANBUL'DA İŞLEM GÖREN PERAKENDE TİCARET SEKTÖRÜ FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* 411-427.

Ünal, T. (2022). *Dijital Dönüşümde Siber Liderlik: Nitel Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Ankara.

Üreten, S. (2005). *Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri* (5. Baskı b.). Ankara: Gazi Kitabevi.

Varadarajan, P., Rajan, J., ve Satish, J. (1999). An Assessment of the State of the Field and Outlook. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol.27, No.2, 120-143.

Venkatraman, N., ve Ramanujam, V. (1986). Measurement of business performance in strategy research: A comparison of approaches. *Academy of management review*, 11(4), 801-814.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., ve Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of business research*, 122, 889-901.

Xu, L. D., Xu, E. L., ve Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, 56(8), 2941-2962.

Xuel, H., Soutar, G., ve Brown, A. (2003). Measuring New Product Success: An Empirical Investigation of Australian SME's. *Industrial Marketing Management* Vol: 55-69, 5-6.

Yankın, F. B. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 7(2), 1-38.

Yankın, F.B. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 7(2), 1-38.

Yeşil, S., ve Mavi, Y. (2022). Dijital Çağda Bilgi ve Bilgi Yönetimi. S. Ceyhan, & S. Ada (Dü) içinde, *Dijital Çağda Yönetim Üzerine Güncel Konular ve Araştırmalar* (1. b., s. 1-17). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Yeşilaydın, G. (2017). Veri zarflama analizi ile Türkiye’de sağlık etkinliğinin ölçülmesi: Sistematik bir analiz. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 49–70.

Yıldırım, A. (2019). *Talep tahmin yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi: Gıda sektöründe bir uygulama*.

Yıldırım, M., & Ayvaz, B. (2019). Ülkelerin lojistik performanslarının veri zarflama analizi ile ölçümü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(35), 57–73.

Yli Viitala, P., Arrasvuori, J., Silveston-Keith, R., Kuusisto, J., ve Kantola, J. (2020). Digitalisation as a driver of industrial renewal–perception and qualitative evidence from the USA. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 21(1), 1-21.

Yoluk, M. (2010). *Hastane performansının veri zarflama analiz yöntemi (VZA) ile değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Atılım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sağlık Kurumları Yönetimi Ana Bilim Dalı).

Zengin, Y. (2020). Dijital Liderlik. H. T. Uysal, C. Aksoy, & F. Yılmaz (Dü) içinde, *Dijital Yönetim* (1. b., s. 65-86). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.