



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETMELERDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ANALİZİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Esin ÖZPEK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

TEMMUZ 2025

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETMELERDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ANALİZİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Esin ÖZPEK

(22435025017)

ORCID: 0009-0009-8232-583X

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı**

Danışman: Doç. Dr. Hasan ŞAHİN

ORCID: 0000-0002-8915-000X

TEMMUZ 2025

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 22435025017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Esin ÖZPEK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “İŞLETMELERDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Hasan ŞAHİN**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Doç. Dr. Hasan ŞAHİN**
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Koray ALTUN
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Çağatay TEKE
Bayburt Üniversitesi

Teslim Tarihi : 14.07.2025
Savunma Tarihi : 30.07.2025



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı:

İmzası:

*Bu tez beni tüm eğitim hayatım boyunca sonsuz destekleyen annem İsmihan
ÖZPEK ve babam Mustafa ÖZPEK'e ithaf edilmiştir*

ÖNSÖZ

Bu tez, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesinde ve dünyayı yakalamasında göz ardı edilemez bir kavram haline gelmiş olan dijital dönüşümün, farklı boyutlarda nasıl değerlendirilebileceğini anlamaya yönelik bütüncül bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir. Çalışma kapsamında, bir işletmede dijital olgunluk seviyesi detaylı bir şekilde analiz edilerek hem nicel veriler hem de nitel görüşmelerden elde edilen bulgular bir araya getirilmiş ve uygulamalı bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Çalışmam boyunca bilgi, tecrübe ve yönlendirmeleriyle bana rehberlik eden değerli tez danışmanım Doç. Dr. Hasan ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Akademik yolculuğumda bana her zaman destek olan ve beni teşvik eden başta canım babam Mustafa ÖZPEK olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

Bana bu süreçte sabır ve anlayış gösteren, destekleriyle her zaman yanımda olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, dijital dönüşüm alanında yapılacak diğer akademik araştırmalara ve uygulayıcılar için stratejik farkındalık geliştirmeye katkı sağlamasını temenni ederim.

Temmuz / 2025

Elif Esin ÖZPEK
(Endüstri Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İNTİHAL BEYANI	v
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	x
SEMBOLLER.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM	3
2.1 Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Süreci	3
2.2 Dijital Dönüşüm Kavramı	4
2.3 Dijital Dönüşüm ve Kurumsal Uyum Süreci.....	6
3. DİJİTAL OLGUNLUK.....	7
3.1 Dijital Olgunluk Kavramı	7
3.2 Dijital Olgunluğun İşletmeler Açısından Önemi	7
3.3 Dijital Olgunluk ile İlişkili Faktörler	8
3.4 Dijital Olgunluğun Ölçülmesi.....	9
3.5 Dijital Olgunluk Modelleri ve Yaklaşımı	9
3.5.1 KOBİ'ler için dijital olgunluk modelleri	11
3.5.2 Dijital ikiz tabanlı olgunluk modelleri.....	11
3.6 Sektörel Uygulamalar	12
3.6.1 Kamu sektöründe dijital olgunluk	12
3.6.2 Üretim sektöründe dijital olgunluk.....	13
3.7 Sürdürülebilirlik ve Dijital Olgunluk	18
4. MATERYAL VE METOD	19
4.1 Araştırma Tasarımı	19
4.1.1 Dijital olgunluk anketi	19
4.2 Veri Toplama	19
4.3 Veri Analizi Yöntemleri.....	20
4.3.1 Tanımlayıcı istatistikler.....	20
4.3.2 Dalga (tutarsızlık) analizi.....	20
4.3.3 Hedef – gerçeklik karşılaştırması	21
4.3.4 Gelişim önceliği matrisi.....	21
4.3.5 Regresyon analizi	22
4.3.6 K-means kümeleme analizi	23
4.3.7 Varyans analizi (anova).....	24
4.4 Veri Tahmin Yöntemleri	25
4.4.1 Doğrusal regresyon ile hedef dmi tahmini.....	25

4.4.2 Segment bazlı hedef tahmini ve yorumlama	26
5. ANALİZ VE BULGULAR.....	28
5.1 Tanımlayıcı İstatistiklerle Genel Dijital Olgunluk Analizi	28
5.1.1 Boyut (ana kategori) düzeyinde dijital olgunluk	28
5.1.2 Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk	29
5.2 Dalga Analizi ve Gelişim Öncelikleri	30
5.3 Hedef-Gerçeklik Karşılaştırması ve Gelişim Açığı Analizi	31
5.4 Gelişim Önceliği Matris Değerlendirmesi.....	33
5.5 K-Means Kümeleme Analizi	36
5.6 Alt Boyut Bazlı Regresyon Analizi	39
5.7 Varyans Analizi (ANOVA) İçin Bulgular	41
5.8 Hedef DMI Tahmini ve Segment Tabanlı Yorumlama	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
6.1 Genel Değerlendirme	45
6.2 Stratejik Öneriler	46
6.2.1 Önceliklendirme temelli müdahale stratejisi.....	46
6.2.2 Orta ve düşük öncelik segmentleri için gözlem ve uyum.....	46
6.2.3 Kurumsal dijital vizyonun güçlendirilmesi.....	46
6.2.4 Ölçme değerlendirme sisteminin sürdürülmesi.....	47
6.2.5 Hedef belirleme ve performans takibi	47
6.3 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	47
7. TARTIŞMA	49
7.1 Araştırma Bulgularının Yorumlanması.....	49
7.2 Literatür ile Karşılaştırmalar.....	50
7.3 Güçlü ve Sınırlı Yönler.....	51
KAYNAKLAR	54
EKLER.....	59
ÖZGEÇMİŞ	66

KISALTMALAR

ANOVA:	Varyans Analizi (Analysis of Variance)
BİT:	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
CMMI:	Capability Maturity Model Integration
diğ.:	diğerleri
DMAM:	Digital Maturity Assessment Model
DMI:	Dijital Olgunluk İndeksi
DSR:	Design Science Research
I4.0:	Endüstri 4.0
IIoT:	Endüstriyel Nesnelerin İnterneti
IoT:	Nesnelerin İnterneti
İK:	İnsan Kaynakları
KOBİ:	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
MSB:	Gruplar Arası Varyans (between group mean square)
MSW:	Gruplar İçi Varyans (within group mean square)
NHS:	National Health Service
OSME:	Open Smart Manufacturing Ecosystem
PLC:	Programmable Logic Controller
s:	Örnekleme standart sapması
vb.:	Ve benzeri

SEMBOLLER

Δ (Delta):	Fark / Gelişim Açığı
$X_{ortalama}$:	Ortalama değer
X_i :	Her bir gözlem (puan)
n :	Gözlem sayısı
s :	Örnekleme standart sapması
V_1 :	Hedef DMI puanı
V_2 :	Mevcut DMI puanı
Y_{Tahmin} :	Tahmin edilen genel DMI puanı
β_0 :	Sabit terim
β_1 :	Katsayı (her alt boyutun etkisi)
ϵ :	Hata terimi
k :	Küme sayısı
H_0 :	Boş hipotez (Null hipotez)
H_1 :	Alternatif hipotez
F :	Test istatistiği

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Sanayi devimlerinin tarihsel gelişimi	3
Çizelge 3.1: Literatür özeti	16
Çizelge 4.1: Dalga analizi sınıflandırma ölçütü	21
Çizelge 4.2: Gelişim önceliği matrisi	22
Çizelge 4.3: K-means kümelerinin tanımı	24
Çizelge 4.4: Küme gelişim önceliği düzeyleri	26
Çizelge 5.1: Boyut düzeyinde dijital olgunluk.....	28
Çizelge 5.2: Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk.....	29
Çizelge 5.3: Alt boyutlara ilişkin standart sapma değerleri ve sınıflandırmaları.....	31
Çizelge 5.4: Alt boyut bazında dmi değerleri, mutlak fark ve oransal fark	32
Çizelge 5.5: Boyut bazında gelişim açığı analizi	32
Çizelge 5.6: Sınıflandırma mantığı	33
Çizelge 5.7: Alt boyut bazında gelişim önceliği matrisi.....	33
Çizelge 5.8: Boyut bazında gelişim önceliği matrisi.....	35
Çizelge 5.9: Alt boyutlara ilişkin kümeleme analizi	37
Çizelge 5.10: Boyutlara ilişkin kümeleme analizi.....	39
Çizelge A.1: Hedef dmi tahmini ve segment tabanlı yorumlama.....	60
Çizelge B.1: Dijital olgunluk ham anket verileri	63

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 5.1: Boyut düzeyinde dijital olgunluk.....	29
Şekil 5.2: Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk.....	30
Şekil 5.3: Alt boyutlara ilişkin k-means kümeleme analizi	37
Şekil 5.4: Boyutlara ilişkin k-means kümeleme analizi	38
Şekil 5.5: Alt boyut ve ana boyut dmi puanları arasındaki regresyon analizi.....	41
Şekil 5.6: Ana boyutlara göre güncel dmi dağılımı	42
Şekil 5.7: Regresyon ile hedef dmi tahmin grafiği.....	43

İŞLETMELERDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ANALİZİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

ÖZET

Bu çalışma, bir işletmenin dijital dönüşüm sürecindeki mevcut konumunu ve gelişim potansiyelini, çok boyutlu bir yaklaşımla analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, dijital olgunluğu; müşteri, operasyon, teknoloji, yönetim, inovasyon ve insan kaynakları olmak üzere altı ana boyutta ele almıştır. Veri toplama süreci, kurum içi uzmanların katıldığı ve bir moderatör tarafından yönetilen odak grup görüşmeleri aracılığıyla yürütülmüştür. Bu görüşmelerde, 89 soruluk yapılandırılmış bir anket kullanılarak hem işletmenin mevcut dijital olgunluk düzeyi (Mevcut DMI) hem de stratejik olarak ulaşmayı planladığı seviye (Hedef DMI) 5'li Likert ölçeği üzerinden puanlanmıştır.

Toplanan verilerin analizinde karma yöntemler benimsenmiştir. İlk olarak, tanımlayıcı istatistikler ile her boyut ve alt boyutun mevcut olgunluk puanları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Standart sapma değerleri, "dalga analizi" adı altında, kurum içi görüş birliği düzeyini ölçmek için kullanılmıştır. Ardından, mevcut ve hedef puanlar arasındaki farkı ortaya koyan "hedef-gerçeklik karşılaştırması" yapılmıştır. Bu iki analiz (gelişim açığı ve standart sapma), kaynakların etkin tahsisi için bir "gelişim önceliği matrisi" oluşturmak üzere birleştirilmiştir. Analitik derinliği artırmak amacıyla, alt boyutların gelişim önceliklerini veri odaklı olarak sınıflandırmak için K-means kümeleme algoritması uygulanmıştır. Ayrıca, alt boyutların ait oldukları ana boyutların genel olgunluk düzeyine istatistiksel katkısını ölçmek için regresyon analizi ve ana boyutlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Son olarak, mevcut olgunluk seviyelerinden yola çıkarak hedeflenen olgunluk seviyelerini öngörmek amacıyla doğrusal regresyon tabanlı bir tahmin modeli geliştirilmiştir.

Analiz bulguları, işletmenin genel olarak orta düzeyde bir dijital olgunluğa sahip olduğunu göstermiştir. İnsan Kaynakları ve Müşteri boyutları göreceli olarak daha yüksek puanlar alırken, özellikle Yönetişim ve İnovasyon boyutlarında ciddi gelişim açıkları tespit edilmiştir. Dalga analizi, özellikle "Ürün ve Hizmetler" ile "Endüstri 4.0" gibi alt boyutlarda yüksek standart sapmaların varlığını ortaya koymuş, bu durum ilgili alanlarda ortak bir vizyon eksikliğine işaret etmiştir. Gelişim önceliği matrisi ve K-means kümelemesi, Yönetişim, İnovasyon ve Teknoloji boyutlarını "Yüksek Öncelikli" segmentler olarak belirlemiş ve acil müdahale gerektiren alanlar olduğunu doğrulamıştır. Hedef DMI tahminlemesi için kurulan regresyon modeli, mevcut olgunluk düzeyinin hedeflenen seviyelerdeki varyansın yaklaşık %67'sini açıkladığını ($R^2=0,669$) göstermiş, bu da kurumun hedef belirleme süreçlerinde içsel bir tutarlılığa sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak çalışma, işletmenin dijital dönüşüm yolculuğunda veri temelli ve uygulanabilir bir yol haritası sunmaktadır. Stratejik öneriler; Yönetişim ve İnovasyon gibi kritik ve üzerinde uzlaşısı sağlanmış alanlara öncelikli yatırım yapılması, kurum içinde ortak bir dijital vizyon oluşturularak değerlendirme tutarsızlıklarının giderilmesi ve bu değerlendirme çerçevesinin periyodik olarak kullanılarak gelişim sürecinin sürekli izlenmesi üzerine odaklanmaktadır. Bu bütüncül model, yalnızca mevcut durum tespiti yapmakla kalmayıp, aynı zamanda stratejik karar alma süreçlerini destekleyen dinamik bir yönetim aracı niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital dönüşüm, Dijital olgunluk, Dijital olgunluk indeksi, K-means, Kümeleme, Odak grup görüşmeleri, Tahmin



AN APPLICATION ON DIGITAL TRANSFORMATION ANALYSIS IN BUSINESSES

SUMMARY

This study aims to analyse a company's current position and development potential in its digital transformation process using a multidimensional approach. The research addresses digital maturity in six main dimensions: customer, operations, technology, governance, innovation and human resources. The data collection process was conducted through focus group interviews involving internal experts and moderated by a facilitator. In these interviews, a structured questionnaire consisting of 89 questions was used to score both the company's current digital maturity level (Current DMI) and the level it aims to achieve strategically (Target DMI) on a 5-point Likert scale.

Mixed methods were adopted for the analysis of the collected data. First, descriptive statistics were used to calculate the current maturity scores and standard deviations for each dimension and sub-dimension. The standard deviation values were used to measure the level of internal consensus within the organisation under the name of 'wave analysis.' Then, a 'target-reality comparison' was conducted to reveal the difference between the current and target scores. These two analyses (development gap and standard deviation) were combined to create a 'development priority matrix' for the effective allocation of resources. To enhance analytical depth, the K-means clustering algorithm was applied to classify the development priorities of sub-dimensions in a data-driven manner. Additionally, regression analysis was conducted to measure the statistical contribution of sub-dimensions to the overall maturity level of their respective main dimensions, and an analysis of variance (ANOVA) was performed to test for significant differences between main dimensions. Finally, a linear regression-based prediction model was developed to forecast target maturity levels based on current maturity levels.

The analysis findings indicate that the company has an overall medium level of digital maturity. While the Human Resources and Customer dimensions received relatively higher scores, significant development gaps were identified, particularly in the Governance and Innovation dimensions. Wave analysis revealed the presence of high standard deviations, particularly in sub-dimensions such as 'Products and Services' and 'Industry 4.0,' indicating a lack of common vision in these areas. The development priority matrix and K-means clustering identified Governance, Innovation, and Technology dimensions as 'High Priority' segments, confirming that these are areas requiring urgent intervention. The regression model established for target DMI estimation showed that the current maturity level explains approximately 67% of the

variance at the target levels ($R^2=0.669$), indicating that the organisation has internal consistency in its target setting processes.

In conclusion, the study provides a data-driven and actionable roadmap for the company's digital transformation journey. Strategic recommendations focus on prioritising investments in critical and agreed-upon areas such as Governance and Innovation, establishing a common digital vision within the organisation to address inconsistencies in assessments, and continuously monitoring the development process through periodic use of this assessment framework. This comprehensive model not only identifies the current state but also serves as a dynamic management tool that supports strategic decision-making processes.

Keywords: Clustering, Digital maturity, Digital maturity index, Digital transformation, Focus group interviews, K-means, Prediction



1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm, işletmelerin teknolojik altyapılarını ve iş süreçlerini dijitalleşme yoluyla yeniden şekillendirerek sürdürülebilir rekabet avantajı kazanmalarını sağlar (Omol ve diğ., 2024). Dijital ikiz mimarisinin dijital olgunluk modeli çerçevesinde işletmelerin süreçlerini daha etkin yönetmelerine imkân verdiği literatürde vurgulanmaktadır (Aslan ve diğ., 2024). Üretim süreçlerinde dijitalleşme ve otomasyonun işletmelerin performansını artırmada kritik bir rol oynadığını ortaya koyulmuştur (Hetmańczyk, 2024). Dijital teknolojiler, imalat sanayisinin dönüşümündeki temel itici güçler olarak kabul edilmektedir (De Carolis ve diğ., 2025). Dijitalleşme, dünyayı yakalayabilmek adına işletmeler için temel bir unsur haline gelmiştir.

Endüstri 4.0 (I4.0) terimi Almanya’da ortaya çıkmış olup, günümüzde dünya genelinde Akıllı Fabrikalar, Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT), Akıllı Endüstri veya İleri Üretim gibi farklı isimlerle de anılmaktadır (Davies, 2015). Bu terim, zamanla Endüstri 5.0 gibi daha yeni kavramlara da evrilmiştir (Xu ve diğ., 2021).

Dijital olgunluk, bir işletmenin dijital teknolojileri ne ölçüde benimseyip içselleştirdiğini gösteren yapısal bir göstergedir. Bu indeksin doğru değerlendirilmesi, işletmenin dijital stratejilerinin etkinliği, kaynakların verimli kullanımı ve dijital yol haritasının gerçekçi biçimde oluşturulması açısından önemlidir. Son dönemde yapılan çalışmalar, birçok şirketin dijital dönüşümde zorlandığını göstermektedir. Bu zorlukların başlıca nedenleri arasında, şirketlerin mevcut dijital yetkinliklerinin farkında olmamaları ve yeni teknolojiler ile süreçleri uygulamak için net bir yol haritasına sahip olmamaları yer almaktadır (De Carolis ve diğ., 2025). Bu nedenle dijital dönüşüm, tek seferde bütüncül ve benzersiz bir şekilde gerçekleştirilemez (Westerman ve diğ., 2011). Bu bir yolculuktur; ancak ilk etapta olgunluk düzeyini bilmek ve kavramak önemlidir. Bu amaçla, birçok olgunluk modeli geliştirilmiştir. Dijital olgunluk indeksi belirlendikten sonra, dijitalleşmeye yönelik sonraki adımların planlanması ve uygulanması için işletmeye özel yatırım ve kaynak planları gerekmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışma, bir işletmenin dijital olgunluk seviyesini çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Dijital olgunluk düzeyinin ölçülmesi için müşteri, operasyon, teknoloji, yönetim, inovasyon ve insan kaynakları gibi temel boyutlar ve bu boyutlara bağlı alt boyutlara yönelik yapılandırılmış anket soruları hazırlanmıştır. Veriler, kurum içinde kilit paydaşların ve uzman moderatörün katılımıyla gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri ile elde edilmiştir ve anketteki 5’li Likert tipi ölçeğe oturtulmuştur. Toplanan veriler üzerinden çeşitli istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, her bir boyut için dijital olgunluk puanları hesaplanmış; ardından regresyon analizi ile alt boyutlara ait dijital olgunluk puanlarının, ait oldukları boyutların genel dijital olgunluk düzeyine katkı sunup sunmadığını incelenmiştir. Ayrıca K-means kümeleme yöntemi ile kurumun farklı dijital segmentlerde yer alıp almadığı incelenmiştir. Ardından belirli tahmin yöntemleriyle hedef dijital olgunluk indeksi tekrar tahmin edilmiştir.

Elde edilen bulgular, dijital olgunluğun kurum genelinde farklı düzeylerde yaşandığını; özellikle yönetim, müşteri ve operasyonel süreçler gibi boyutların genel dijital olgunluk düzeyine daha fazla katkı sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, odak grup görüşmelerinde belirlenen hedef değerler dikkate alınmadan yapılan analizlerin mevcut durumu anlamada etkili olduğu, ancak stratejik gelişim planları açısından regresyona dayalı ve segment bazlı hedeflerin belirlenmesinin kurumlar için yönlendirici bir araç olduğu görülmüştür. Bu tez çalışması, işletmelerin dijitalleşme yolculuklarında mevcut durumlarını anlamaları, güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmeleri ve veri temelli stratejik planlama yapmaları açısından katkı sağlamayı hedeflemektedir. Sunulan değerlendirme modeli, sadece analiz sürecine değil, aynı zamanda uygulanabilirliği yüksek bir karar destek aracına dönüşmesi yönüyle de önem taşımaktadır.

2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM

2.1 Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Süreci

Sanayi devrimleri, üretim süreçlerinde kullanılan teknolojilerin radikal değişimlerle birlikte ekonomik yapıları, toplumsal düzeni ve iş modellerini yeniden şekillendiren kritik tarihsel eşiklerdir. Her bir devrim, üretim şeklini ve değer yaratma biçimini değiştirerek yeni bir ekonomik düzenin başlamasını sağlamıştır.

Sanayi devrimlerinin tarihsel süreci, temel teknolojileri/gelişmeleri ve anahtar özellikleri Çizelge 2.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1: Sanayi devrimlerinin tarihsel gelişimi

Sanayi Devrimi	Dönemi	Temel Teknolojiler / Gelişmeler	Anahtar Özellikler
1. Sanayi Devrimi	18. yüzyıl sonu	Buhar gücü, dokuma tezgâhları, demir-çelik üretimi	Mekanikleşme, el işçiliğinden makineleşmiş üretime geçiş
2. Sanayi Devrimi	19. yüzyıl sonu – 20. yüzyıl başı	Elektrik, montaj hattı, seri üretim, telefon ve telgraf	Kitle üretimi, enerji kullanımının artışı, iletişimde ilk adımlar
3. Sanayi Devrimi	20. yüzyıl ortası	Bilgisayarlar, otomasyon sistemleri, dijital elektronik, internet	Otomasyon, dijitalleşme, bilgi teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu
4. Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)	2011 – günümüz	IoT, yapay zekâ, büyük veri, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim	Akıllı üretim, makine-makine iletişimi, gerçek zamanlı karar destek sistemleri
5. Sanayi Devrimi (Endüstri 5.0)	2020’ler – ileri	İnsan-merkezli yapay zekâ, etik teknoloji, sürdürülebilir dijital uygulamalar	İnsan-makine iş birliği, sürdürülebilirlik, dirençlilik, sosyal sorumluluk

Birinci sanayi devrimi (18. yüzyıl sonu), su ve buhar gücüyle çalışan makinelerin kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu süreç, el işçiliğinden makineleşmiş üretime geçişi sağlamış ve özellikle tekstil, kömür ve demir-çelik sektörlerinde büyük dönüşümler yaratmıştır.

İkinci sanayi devrimi (19. yüzyıl sonu – 20. yüzyıl başı), elektriğin üretimde kullanılmaya başlanması ve montaj hatları ile seri üretimin yaygınlaşmasıyla

karakterize edilir. Bu dönem, üretimin ölçeklenmesini, standardizasyonu ve verimliliğin artmasını mümkün kılmıştır.

Üçüncü sanayi devrimi (20. yüzyıl ortası), otomasyonun ve dijital teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonu ile başlamıştır. Bilgisayarlar, elektronik kontrol sistemleri, yazılım tabanlı üretim teknikleri ve internet bu dönemin temel yapı taşlarıdır. Bu dönüşüm, bilgi temelli ekonomiye geçişi hızlandırmıştır.

Dördüncü sanayi devrimi (Endüstri 4.0), Fiziksel sistemlerin dijital sistemlerle entegre olduğu bir üretim evresini ifade eder. Almanya’da 2011 yılında ortaya atılan bu kavram; nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ, büyük veri analitiği, siber-fiziksel sistemler, robotik ve bulut bilişim gibi teknolojilerin akıllı üretim süreçlerine entegrasyonunu kapsar. Endüstri 4.0 ile birlikte üretim sistemleri yalnızca otomatik değil, aynı zamanda kendi kendini optimize edebilen, öğrenen ve öngörüye dayalı karar alabilen yapılara dönüşmüştür (Schwab, 2016).

Beşinci sanayi devrimi (endüstri 5.0), endüstri 4.0’ın teknoloji merkezli yaklaşımını bir adım öteye taşıyarak insanı merkeze alan bir dönüşüm anlayışını benimsemektedir. Avrupa Komisyonu tarafından da desteklenen bu kavram, insan-makine iş birliği, sürdürülebilirlik, dirençlilik ve etik değerler temelinde şekillenmektedir (European Commission, 2021). Endüstri 5.0’da yapay zekâ destekli sistemler ile insanın yaratıcı ve bilişsel yeteneklerinin bir arada çalışması hedeflenmekte; teknoloji sadece verimlilik için değil, aynı zamanda sosyal fayda için kullanılmaktadır. Bu bağlamda Endüstri 5.0, teknolojiye insani bir boyut kazandırmayı ve dijital dönüşüm sürecini toplumun tüm paydaşları için kapsayıcı hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Bu evrimsel süreçler, dijital teknolojilerin işletmelere entegrasyonunda dijital olgunluk kavramının temelini oluşturmakta; her sanayi devrimiyle birlikte dijital yetkinlikler ve adaptasyon stratejileri yeniden şekillenmektedir.

2.2 Dijital Dönüşüm Kavramı

Dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik araçların entegrasyonunu değil, aynı zamanda kurumların iş süreçlerini yeniden yapılandırmasını ve stratejik kapasitelerini artırmasını gerektiren çok katmanlı bir değişim sürecidir (Omol ve diğ., 2024). Dijital dönüşüm, dijital ikiz mimarisi ve dijital olgunluk modelleri aracılığıyla kurumların iş

süreçlerini optimize etmelerini ve operasyonel verimliliklerini artırmalarını kapsamaktadır (Aslan ve diğ., 2024).

Üretim süreçlerinde otomasyonun artırılması, operasyonel verimlilik ve esnekliğin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Hetmańczyk, 2024). Dijitalleşme yalnızca teknolojik altyapının kurulması değil, aynı zamanda stratejik dijitalleşme yol haritalarının planlanmasını gerektirir (De Carolis ve diğ., 2025). İç süreçlerin yanı sıra, tedarik zincirleri gibi dışa bağımlı sistemler de bu dönüşümden etkilenmektedir (Ivanov ve diğ., 2019). Endüstri 4.0 kapsamında, üretim ve lojistik süreçleri sadece otomasyonla değil, gerçek zamanlı veri kullanımıyla da optimize edilmektedir (Dolgui ve diğ., 2022). Bu teknolojiler, üretim sistemlerinin bütünsel tasarım ve yönetimini zorunlu kılmaktadır (Koh ve diğ., 2019). Dijital teknolojiler işletmelerin operasyonel yapılarında ve tedarik zinciri yönetiminde köklü değişikliklere yol açmaktadır (Davies, 2015). Ayrıca, bu gelişmeler ekonomik büyüme ve verimlilik artışı için stratejik bir kaldıraç olarak değerlendirilmektedir (Xu ve diğ., 2021). Dijitalleşme, Endüstri 4.0'ın otomasyon ve veri odaklı üretim anlayışından, insan merkezli ve sürdürülebilir değer yaratımını hedefleyen Endüstri 5.0 paradigmalarına doğru evrilmektedir (Gallego-García ve diğ., 2022). Dijital dönüşüm işletmelerin iş süreçlerini, organizasyonel yapılarını ve üretim modellerini köklü biçimde yeniden yapılandırmalarını gerektirmektedir (Aksoy, 2024). Bu kapsamda, teknolojik, kültürel, yönetsel ve operasyonel değişimlerin yönetilmesi, dijital dönüşümün başarısı için kritik önemdedir (Westerman ve diğ., 2011).

Westerman ve diğ. (2011); dijital dönüşümü dijital teknolojilerin kullanımı yoluyla işletmelerin performansını artırmak, müşteri memnuniyetini geliştirmek ve rekabet avantajı sağlamak amacıyla temel iş süreçlerinin, yetkinliklerin ve iş modellerinin dönüştürülmesi olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda dijital dönüşüm, yalnızca bilgi teknolojileri biriminin sorumluluğunda olan teknik bir uyarlama değil, kurumun tüm birimlerini etkileyen bütüncül bir stratejik değişimdir.

Vial (2019); ise dijital dönüşümü, dijital teknolojilerin yaygınlaşması sonucu organizasyonların yapı, kültür ve stratejilerinde meydana gelen değişimlerin yönetilmesi olarak ifade etmektedir. Bu tanım, dijital dönüşümün sadece teknik bir gelişim değil, aynı zamanda yönetsel ve kültürel bir adaptasyon süreci olduğunu vurgular.

2.3 Dijital Dönüşüm ve Kurumsal Uyum Süreci

Kurumsal uyum süreci, dijital dönüşümle gelen teknolojik gelişmelerin işletmenin tüm fonksiyonlarına entegre edilmesini ve bu teknolojilerin değer yaratacak şekilde kullanılmasını kapsar. Başarı, yalnızca teknoloji yatırımlarıyla değil, organizasyonun dijital stratejilere uyumuyla mümkündür (Bharadwaj ve diğ., 2013). Uyum sağlanamadığında dijitalleşme girişimleri yüzeysel kalır ve teknolojik yatırımların performansa etkisi sınırlı olur. Bu nedenle dijital dönüşüm, sadece IT departmanlarının sorumluluğunda yürütülen teknik bir proje değil, işletmenin tamamına yayılan stratejik bir dönüşümdür (Fitzgerald ve diğ., 2014). Kurumların bu süreçte hangi aşamada olduğunu sistematik analiz eden en yaygın kavramsal çerçeve dijital olgunluk modelidir. Bu model, dijital stratejilere hazır bulunuşluk, teknolojik kapasite ve adaptasyon yeteneğini ölçer (Gill ve VanBoskirk, 2016).

3. DİJİTAL OLGUNLUK

3.1 Dijital Olgunluk Kavramı

Dijital olgunluk, organizasyonların dijitalleşme sürecinde bulundukları konumu anlamlandırmak ve dijital stratejilerini yapılandırmak için temel bir gösterge niteliğindedir (Westerman ve diğ., 2014). Dijital olgunluk genellikle çeşitli boyutlarda incelenmektedir. Bu boyutlar arasında teknolojik altyapı, organizasyonel kültür, liderlik, strateji, veri kullanımı, çalışanların dijital becerileri ve müşteri odaklılık gibi unsurlar yer almaktadır (Berghaus ve Back, 2016). Bu sayede kurumlar hem güçlü yönlerini hem de gelişim alanlarını sistematik biçimde değerlendirme olanağı bulmaktadır. Dijital olgunluk modelleri, organizasyonların dijital dönüşüm süreçlerindeki mevcut konumlarını değerlendirmek ve gelişim alanlarını belirlemek için sistematik bir çerçeve sunar. Mettler (2011); bu modellerin yapılandırılmasında tasarım bilim araştırma yaklaşımını temel alarak, dijital olgunluk seviyelerinin ölçülmesinde hem teorik hem de uygulamaya yönelik tutarlı metodolojilerin gerekliliğini vurgulamıştır. Dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi, sadece mevcut durumun anlaşılması açısından değil, aynı zamanda stratejik karar alma süreçlerine yön verilmesi bakımından da önem taşır. Bu nedenle dijital olgunluk değerlendirmeleri, dijital dönüşüm stratejilerinin temel yapı taşlarından biri haline gelmiştir.

3.2 Dijital Olgunluğun İşletmeler Açısından Önemi

Dijital olgunluk, dönüşüm sürecinin bir sonucu olduğu kadar, gelecekteki dijital yatırımların yönünü belirleyen bir girdi olarak da değerlendirilmektedir. Dijital olgunluk düzeyi yüksek olan işletmeler, değişen müşteri taleplerine daha hızlı yanıt verebilmekte, veriye dayalı karar alma süreçlerini etkinleştirebilmekte ve rekabet avantajı elde edebilmektedir (Westerman ve diğ., 2014). Ayrıca, bu işletmelerde yenilikçilik, çeviklik ve esneklik gibi stratejik yetkinliklerin geliştiği görülmektedir. Öte yandan, düşük olgunluk seviyesindeki kurumlar genellikle teknoloji yatırımlarından beklenen verimi alamamakta, iç süreçlerde dirençle karşılaşmakta ve

dönüşüm sürecini sürdürülebilir hale getirmekte zorlanmaktadır (Berghaus ve Back, 2016).

Bu bağlamda dijital olgunluk, sadece bir değerlendirme aracı değil; aynı zamanda stratejik yönetim, insan kaynakları planlaması, süreç iyileştirme ve müşteri deneyimi tasarımı gibi birçok kritik alanda yönlendirici bir rol üstlenmektedir.

3.3 Dijital Olgunluk ile İlişkili Faktörler

Dijital olgunluk düzeyi, organizasyonların iç ve dış birçok faktörle olan etkileşimine bağlı olarak şekillenmektedir. Literatürde bu faktörler çoğunlukla şu başlıklar altında toplanmaktadır:

- **Liderlik:** Dijital dönüşüm sürecine yön veren liderlerin vizyonu, destekleyici tutumları ve değişimi yönetme becerileri, olgunluk seviyesini doğrudan etkilemektedir (Kane ve diğ., 2015).
- **Organizasyonel kültür:** Fitzgerald ve diğ., (2014) liderlik vizyonu, açık iletişim ve organizasyonel kararlılığın dijital dönüşüm girişimlerinin başarısında kritik olduğunu belirtir.
- **Çalışan yetkinlikleri:** Dijital becerilere sahip, teknolojiyi etkin kullanan ve sürekli öğrenmeye açık insan kaynağı, dijital olgunluk gelişiminin temel taşıdır (Vial, 2019).
- **Teknolojik altyapı:** Bulut çözümleri, veri analitiği platformları, otomasyon sistemleri ve güvenlik altyapısı gibi dijital araçların varlığı ve entegrasyonu, işletmenin dönüşüme olan teknik hazırlığını belirler (Bharadwaj ve diğ., 2013).
- **Dijital strateji:** Net hedefler içeren, ölçülebilir ve tüm organizasyonu kapsayan dijital stratejilerin varlığı, olgunluk düzeyini yukarı çeken önemli bir etkidir (Berghaus ve Back, 2016). Bu faktörlerin ölçülmesi ve yönetilmesi, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde daha etkin kararlar almasını sağlayabilir. Aynı zamanda dijital olgunluk değerlendirmeleri, bu faktörler üzerinden yapılan analizlerle daha bütüncül ve doğru sonuçlar sunabilir.

3.4 Dijital Olgunluğun Ölçülmesi

Dijital olgunluk ölçümleri, stratejik planlama, kaynak tahsisi ve performans takibi gibi yönetsel kararların daha sağlam temellere dayanmasını sağlar. Ölçüm genellikle nitel ve nicel yöntemlerin kombinasyonu ile gerçekleştirilir. Anket temelli modellerde, strateji, kültür, süreçler, teknoloji ve insan kaynağı gibi boyutlara yönelik sorular yöneltilir ve katılımcıların verdiği puanlar analiz edilir (Mettler, 2011). Bu puanlar belirli eşik değerlerine göre sınıflandırılarak dijital olgunluk seviyeleri tanımlanır. Alternatif olarak derinlemesine görüşmeler, saha çalışmaları veya dijital performans verileri de kullanılabilir. Günümüzde çeşitli platformlar ve danışmanlık firmaları, özelleştirilmiş dijital olgunluk değerlendirme araçları sunmaktadır. Değerlendirmeler çoğunlukla beşli Likert ölçeği veya 1’den 5’e kadar aşamalı seviye sistemleri ile yapılır. Elde edilen veriler istatistiksel analizlerle işlenerek hem boyut bazlı hem genel dijital olgunluk skorları elde edilir. Ayrıca bazı modeller, sektör veya kurum ölçeği gibi özgün ihtiyaçlara göre uyarlanabilecek durum bazlı yapılar kullanarak özelleştirilmiş değerlendirme imkanı sunmaktadır (Mettler, 2011). Dijital olgunluğun ölçülmesi, dijital dönüşümün stratejik yönetimi için kritik bir araç olup, işletmelerin güçlü ve gelişime açık alanlarını belirlemeye ve süreci etkin şekilde izlemeye imkân tanır.

3.5 Dijital Olgunluk Modelleri ve Yaklaşımı

Dijital olgunluk modelleri genellikle kademeli yapılar halinde olup, “başlangıç”, “gelişmekte”, “olgunlaşmış” ve “öncü” seviyelerini içerir. Her seviye, işletmenin dijital stratejileri benimseme derecesini, teknolojileri kullanım kapsamını ve organizasyonel dönüşüm düzeyini tanımlar (Gill ve VanBoskirk, 2016; Westerman ve diğ., 2014). Akademik literatürde öne çıkan modeller arasında MIT Center for Digital Business Modeli, Forrester Digital Maturity Model ve Capgemini Digital Transformation Framework yer almaktadır. MIT modeli, organizasyonları dijital yetkinlik ve liderlik boyutlarına göre dört kategoriye ayırır (Westerman ve diğ., 2014). Forrester modeli, teknoloji, kültür, organizasyon, içgörü ve müşteri deneyimi olmak üzere beş boyutta ilerlemeyi değerlendirir (Gill ve VanBoskirk, 2016). Capgemini modeli ise liderlik, dijital strateji, müşteri deneyimi, operasyonlar, insan kaynakları ve kültür boyutlarına odaklanır (Westerman ve diğ., 2011).

Bu modellerin ortak noktası, dijital olgunluğu çok boyutlu bir yapı olarak ele almalarıdır. Temel amaç, dönüşüm sürecinin mevcut durumunu nesnel ölçütlerle değerlendirmek ve sonraki adımları belirlemektir (Vial, 2019). Model tabanlı değerlendirmeler, dijital yetkinliklerin ortaya konmasının yanı sıra sektörel karşılaştırmalar, stratejik önceliklerin tespiti ve yatırım planlamasına da katkı sağlar. Böylece dijital olgunluk modelleri, sadece ölçme değil, aynı zamanda yönetim süreçlerinin de temel unsurları olarak kabul edilir.

Dijital olgunluk değerlendirme yaklaşımları, dijital dönüşüm süreçlerinin sistematik bir biçimde anlaşılması, yönetilmesi ve yönlendirilmesi açısından önemli bir yer edinmiştir. Bu alandaki literatür yıllar içinde önemli ölçüde genişlemiş ve çok sayıda akademik çalışma farklı sektörler, işletme ölçekleri ve teknolojik uygulamalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Geliştirilen modeller yalnızca dijitalleşme düzeyini ölçmekle kalmayıp, aynı zamanda stratejik planlama, organizasyonel değişim ve sürdürülebilirlik gibi kritik alanlarda yön gösterici olmuştur (Omol ve diğ., 2024).

Tasarı Bilimi Araştırması (Design Science Research-DSR) ve Yetenek Olgunluk Modeli Entegrasyonu (Capability Maturity Model Integration-CMMI) yaklaşımlarını birleştirerek Digital Maturity Assessment Model (DMAM) çatısı altında kapsamlı bir değerlendirme modeli önerilmiştir (Omol ve diğ., 2024). Bu model, özellikle dijital dönüşüm stratejilerinin kurumsal yetkinlikler ve sistematik gelişim planlarıyla entegrasyonuna önemli katkılar sağlamaktadır.

Aslan ve diğ. (2024); tarafından dijital ikiz mimarisine dayalı süreç tasarımı geliştirilmiş ve bunu akış diyagramı üzerinden uygulamalı bir modelle dijital olgunluk değerlendirmesiyle ilişkilendirilmiştir. Çalışmada dijital ikiz teknolojisinin, süreç iyileştirme ve görsel modelleme yoluyla dijital dönüşüm süreçlerine nasıl katkı sunduğu gösterilmektedir.

Hetmańczyk, (2024); Polonya üretim sektöründen bir vaka çalışmasına dayanarak üretim süreci otomasyonunda dijital olgunluk seviyelerini belirlemeye yönelik özgün bir yöntem sunmuştur. Model, üretim otomasyon düzeylerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir bir çerçeve sağlamakta ve firmaların dijitalleşme yolundaki pozisyonlarını tespit etmelerine imkân tanımaktadır.

De Carolis ve diğ., (2025); üretim firmaları için dijital dönüşüm çalışmaları yol haritası oluşturmayı hedeflemektedir. Uluslararası düzeyde tanınan bu model, olgunluk

değerlendirmelerini CMMI temelli beş seviye üzerine inşa ederek, şirketlerin mevcut durumlarının analizinden hedeflenen dijital yapıya kadar olan süreci sistematik olarak planlamalarına yardımcı olmaktadır.

Dijital teknolojilerin tedarik zinciri üzerindeki etkisi de dijital olgunluk tartışmaları açısından oldukça önemlidir. Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri risk analizine etkisini değerlendiren çalışma Ivanov ve diğ., (2019); dijital dönüşümün karmaşık sistemlerdeki yansımaları ortaya koymaktadır. Bu bağlamda dijital olgunluk seviyelerinin, zincir reaksiyon etkisi (ripple effect) ve operasyonel esneklik gibi kritik kavramlarla doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

3.5.1 KOBİ'ler için dijital olgunluk modelleri

KOBİ'ler, dijital dönüşümde esneklik ve yenilikçilik potansiyeline sahip olmalarına rağmen kaynak kısıtları nedeniyle dijital stratejilerini bütüncül biçimde yönetmekte zorlanmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen modeller, Design Thinking yaklaşımı, çeviklik, inovasyon kapasitesi, insan kaynağı ve stratejik uyum gibi boyutları bir araya getiren yapılar sunmaktadır. Sistematik bir derleme çalışmasında 22 dijital olgunluk modeli karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve bu unsurları kapsayan eksikliğe dikkat çekilmiştir (Teichert, 2019).

Re ve diğ., (2023); tarafından geliştirilen dijital olgunluk modeli, KOBİ'lerin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Yazarlar, mevcut modellerin çoğunlukla büyük ölçekli işletmelere odaklandığını belirtmekte; sınırlı kaynaklara ve düşük dijital altyapıya sahip KOBİ'lerin daha uyarlanabilir ve esnek modellere ihtiyaç duyduğunu vurgulamaktadır.

3.5.2 Dijital ikiz tabanlı olgunluk modelleri

Dijital ikiz teknolojisi, özellikle üretim ve mühendislik alanlarında kritik bir dijitalleşme aracı haline gelmiştir. Cimino ve diğ., (2019); tarafından yapılan çalışmada, dijital ikizlerin siber-fiziksel sistemlerle bütünleşik biçimde nasıl işlediği detaylı şekilde ele alınmakta; bu yapının veri akışı, gerçek zamanlı süreç izleme, karar destek sistemleri ve operasyonel içgörü sağlama gibi işlevleri üzerinden dijital olgunlukla ilişkisi değerlendirilmektedir.

Digital Twin Consortium, (2024); dijital ikiz uygulamalarının işletme genelinde ne düzeyde benimsendiğini değerlendirmek üzere Digital Twin Business Maturity Model adlı çalışmayı sunmuştur. Bu model; stratejik uyum, veri yönetimi, organizasyonel entegrasyon ve yatırım etkisi gibi boyutları içeren aşamalı bir yapıya sahiptir.

Uhlenkamp ve diğ., (2022); dijital ikizlerin değerlendirilmesi için yedi boyuttan oluşan bir olgunluk modeli önermiştir. Bu model; veri yönetimi, sistem entegrasyonu ve karar desteği gibi temel işlevler üzerinden dijital olgunluk düzeyini sınıflandırmaya olanak tanımaktadır.

3.6 Sektörel Uygulamalar

Dijital olgunluk modelleri, başta üretim sektörü için geliştirilmiş olsa da zamanla lojistik, sağlık ve kamu hizmetleri gibi farklı alanlara da uyarlanmıştır. Tubis ve diğ., (2024); lojistik süreçlerin dijital olgunluğunu performans ölçümü, süreç yönetimi ve çalışan etkileşimi çerçevesinde değerlendirmiştir. Duncan ve diğ., (2022); hastanelerde dijital dönüşümün yedi boyutta (strateji, altyapı, veri, yönetim, kültür, hasta deneyimi ve yetkinlikler) sistematik olarak izlenmesi gerektiğini belirtmiştir. (Magnusson ve Nilsson (2019)); ise kamu kurumlarında dijital olgunluğun yalnızca teknik yeterlilikle değil, liderlik, kültürel dönüşüm ve vatandaş odaklılık gibi yapısal unsurlarla da ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, sektörel farkların dijital dönüşümde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

3.6.1 Kamu sektöründe dijital olgunluk

Kamu sektörü dijital olgunluk modellerini benimseyerek dijital dönüşüm çabalarını planlı ve ölçülebilir hale getirmeyi amaçlamaktadır. NHS England, (2023); tarafından geliştirilen dijital olgunluk değerlendirme modeli, kamu hizmetlerinin erişilebilirliği, vatandaş memnuniyeti, liderlik ve veri güvenliği gibi boyutları içeren kapsamlı bir çerçeve olarak yapılandırılmıştır. Bu uygulamalar, özellikle pandemiden sonra sağlık sistemlerinin dijitalleştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Sağlık sistemlerinde, dijitalleşme düzeyini hizmet kalitesi, erişim kolaylığı ve sağlık çıktıları üzerindeki etkileriyle birlikte değerlendiren modeller, sürdürülebilir kamu hizmetlerinin planlanmasında temel teşkil etmektedir.

3.6.2 Üretim sektöründe dijital olgunluk

Üretim sektörü, dijital dönüşümün en yoğun ve kapsamlı biçimde uygulandığı alanlardan biridir. Bu sektörde dijital olgunluk değerlendirmeleri; otomasyon düzeyi, veri bütünlüğü, tedarik zinciri entegrasyonu ve gerçek zamanlı karar destek sistemlerinin kullanımı gibi unsurlar temelinde yapılmaktadır.

Müller ve diğ., (2018); dijital dönüşümün KOBİ’lerde iş modeli inovasyonu üzerindeki etkilerini analiz etmiş, üretim süreçlerinin dijitalleşmesiyle teknolojik adaptasyonun nasıl şekillendiğini ve yeni değer yaratma yollarının nasıl ortaya çıktığını incelemiştir. Ayrıca Schumacher ve diğ., (2016); tarafından geliştirilen Endüstri 4.0 Olgunluk İndeksi, üretim sektöründe yaygın olarak kullanılan temel ölçüm araçlarından biridir.

Siedler ve diğ., (2021); çalışmalarında, ürün yaşam döngüsündeki farklı aşamalarda dijitalleşme seviyelerini sistematik olarak analiz eden bir dijital olgunluk değerlendirme modeli ortaya koymuştur.

Günümüzde dijital olgunluk değerlendirmeleri, sadece genel dijitalleşme düzeylerini değil, aynı zamanda belirli teknoloji alanlarına hazır olma durumunu da kapsamaktadır. Ghobakhloo (2019); üretim sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması yoluyla dijitalleşmenin sürdürülebilirlik performansına olan katkılarını analiz etmiş ve üretim işletmeleri için dijital dönüşümün çevresel etkilerini değerlendiren bütüncül bir yaklaşım sunmuştur.

Üretim sektöründe dijital dönüşümün başarıyla gerçekleştirilebilmesi, işletmelerin mevcut dijital olgunluk düzeylerinin sektör dinamiklerine uygun şekilde değerlendirilmesini gerektirir. (Chonsawat ve Sopadang (2021)); Tayland’daki üretim odaklı KOBİ’ler için geliştirdikleri dijital olgunluk modeliyle, üretim süreçlerinin dijitalleşme kapasitesini ölçen, pratik ve uygulanabilir bir çerçeve sunarak sektöre özel değerlendirme kriterlerinin önemini ortaya koymuştur.

Endüstri 4.0 perspektifinde sanayide dijital dönüşümün etkileri ve dijital olgunluk seviyeleri, üretim süreçlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. (Gülseren ve Sağbaş (2019)); çalışmalarında dijital teknolojilerin üretim sistemlerine entegrasyonunun, üretim hızını artırdığı, atıkların azaltılmasına katkı sağladığı ve gerçek zamanlı veri iletişimi ile değer zincirinin optimize edilmesini mümkün kıldığına dikkat çekmiştir.

Üretim sektöründe dijital olgunluk değerlendirmeleri, sadece iç üretim süreçleriyle sınırlı kalmayıp, tedarik zincirlerinin uçtan uca dijitalleştirilmesini de içermelidir. (Asdecker ve Felch (2018)); tedarik zinciri teslimat süreçlerine yönelik geliştirdikleri Endüstri 4.0 odaklı olgunluk modeli ile, üretim işletmelerinin lojistik süreçlerindeki dijital dönüşüm kapasitelerini sistematik biçimde değerlendirmeye olanak tanıyan bir yapı ortaya koymuştur.

Dijital dönüşüm sürecinde bilgi yönetimi uygulamaları, üretim işletmelerinin dijital olgunluk düzeylerini doğrudan etkileyen stratejik bir bileşen olarak önem kazanmaktadır. Asiltürk (2021); dijital olgunluğun, işletmelerde dijital dönüşüm yönetiminin nihai hedefi olduğunu vurgulayarak, bilgi yönetimi süreçlerinin dijital dönüşüm başarısındaki kritik rolünü ortaya koymuştur.

Üretim sektöründe dijital olgunluğun önemli bir boyutu da ekipler arası iş birliği ve dijital iletişim yetkinliğidir. (Boughzala ve de Vreede (2015)); geliştirdikleri iş birliği olgunluk modeliyle, dijital dönüşüm sürecinde ekipler arası etkileşim kalitesinin nasıl değerlendirilebileceğini ortaya koymuş; bu yaklaşım, üretim işletmelerinde dijital teknolojilerin başarılı bir şekilde benimsenmesinde sosyal ve organizasyonel etmenlerin önemini vurgulamıştır.

Dijital olgunluk değerlendirmeleri, sadece teknolojik gelişmişliği değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ilkelerine uygun bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımını da kapsamaktadır. (Curry ve Donnellan (2012)); sürdürülebilir BİT uygulamalarının olgunluk düzeylerini ele aldıkları çalışmalarında, özellikle üretim sektöründe çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu dijital dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesinde bu tür modellerin rehberlik edici rol oynayabileceğini ortaya koymuştur.

Alkış Bayhan (2022); dijital olgunluk modellerini karşılaştırarak özellikle üretim yapan KOBİ'ler için uygulamaya yönelik öneriler sunmuştur. Çalışma, dijital dönüşümün teknolojik boyutlarının yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle entegrasyonunun önemine dikkat çekmekte ve üretim sektöründeki işletmelerin dijitalleşme seviyelerini çok boyutlu bir perspektifle değerlendirmektedir.

Lee ve diğ. (2024); iş birliğine dayalı üretim ortamlarında dijital dönüşümün olgunluk düzeyini ölçmek için geliştirdikleri modelde; teknoloji kullanımı, veri yönetimi, tedarikçi entegrasyonu ve organizasyonel adaptasyon gibi 15 faktöre dayalı bütüncül

bir değerlendirme sistemi sunmuştur. Bu model, özellikle akıllı fabrikalarda dijital iş birliği düzeyini belirlemek için uygulamalı örneklerle desteklenmiştir.

Saari ve diğ. (2024); tarafından geliştirilen OSME modeli, üretim sektöründe dijital olgunluk seviyelerini ölçmek amacıyla saha deneyimlerine dayanan kapsamlı bir metodoloji sunmaktadır. Model, açık inovasyon, veri paylaşımı ve sürdürülebilirlik gibi temel boyutları içermekte olup, farklı ölçeklerdeki üretim işletmelerinin dijital dönüşüm kapasitelerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Caiado ve diğ. (2021); tarafından sunulan, bulanık mantık kurallarına dayanan Endüstri 4.0 dijital olgunluk modeli, üretim ve tedarik zinciri süreçlerindeki belirsizliklerin etkili bir şekilde modellenmesini sağlamaktadır. Bu model, özellikle karar alma süreçlerinin otomasyonla uyumunu değerlendirme açısından üretim sektörü için pratik ve anlamlı bir değerlendirme aracı olarak öne çıkmaktadır.

Özdamar ve diğ. (2025); tarafından metal işleme sektöründe gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 olgunluk modeli uygulanarak üretim süreçlerinin dijitalleşme düzeyi kapsamlı biçimde değerlendirilmiş ve performans kriterleriyle ilişkisi ampirik olarak analiz edilmiştir. Bu çalışma, sektöre özgü dijital dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesi için önemli bir rehber niteliğindedir.

Vance ve diğ. (2023); tarafından yapılan sistematik derlemede, akıllı üretim olgunluk modellerinin kapsamı, değerlendirme kriterleri ve üretim süreçlerine entegrasyon biçimleri detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışma, üretim sektöründeki farklı dijitalleşme seviyelerine sahip alt segmentler için uygun model seçimi konusunda rehberlik edecek öneriler sunmaktadır.

Latino (2025); tarafından geliştirilen olgunluk modeli, Endüstri 5.0 paradigması kapsamında insan odaklılık, çevresel sorumluluk ve sosyal etkiler gibi boyutları üretim sektöründe dijital dönüşüm değerlendirmesine dahil etmektedir. Bu model, geleneksel Endüstri 4.0 teknik yaklaşımlarının ötesine geçerek, çok disiplinli ve değer temelli bütüncül bir dijital olgunluk değerlendirmesi sunmaktadır.

Trier Mortlock ve diğ. (2021); tarafından geliştirilen bilişsel dijital ikiz modeli, üretim sistemlerinde yapay zeka destekli dijital temsil teknolojilerinin kullanım düzeyini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Grafik öğrenme yöntemlerine dayanan bu model, üretim operasyonlarının dijitalleşme kapasitesini gerçek zamanlı veri işleme yetenekleriyle bütünleştirerek değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Vogel-Heuser ve diğ., (2017); PLC tabanlı otomasyon yazılımlarının mimari ve modüler yapısını inceleyerek, üretim sistemlerinin yazılım düzeyindeki yapılandırılabilirlik ve entegrasyon yeteneklerini ortaya koymuştur. Bu özellikler, dijitalleşme yeterliliği açısından önemli bileşenler olarak değerlendirilebilir.

Ubiquitous knowledge (her yerde bulunan bilgi) yaklaşımıyla desteklenen modelde, üretim ortamlarında bilgi paylaşımı, insan-makine etkileşimi ve karar destek sistemlerinin entegrasyonu dijital olgunluk çerçevesinde değerlendirilmektedir. Model, insan merkezli üretim ortamlarında dijital ikiz teknolojisinin yaygınlaştırılmasına yönelik stratejik bir yol haritası sunmaktadır (Longo ve diğ., 2019).

Dijital dönüşümün üretimdeki etkileri, sadece verimlilik ve kalite artışıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda üretim süreçlerinin daha esnek, müşteri odaklı ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Bu doğrultuda yapılan güncel çalışmalar, üretim şirketlerinin dijital olgunluk düzeyine göre farklı stratejik yönelimler sergilediğini ve dönüşüm kapasitelerinin büyük oranda bu düzeye bağlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.1.'de literatür taramasının özeti tablo halinde verilmiştir. Bu tabloda 30 çalışmaya ait genel bir özet yer almaktadır. Her bir çalışma için yazar(lar), yayın yılı, geliştirilen model ya da gerçekleştirilen çalışma türü, sektör uygulama alanı, kullanılan yöntemler ve değerlendirme boyutları gibi kritik bilgiler tabloda sistematik olarak derlenmiştir.

Çizelge 3.1: Literatür özeti

Yazar(lar)	Yıl	Model/Çalışma	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Boyutu
Omol, E. J. ve diğerleri	2024	DMAM modeli	Genel	Model önerisi	Dijital olgunluk
Aslan, A., Cebeci, U., Tuncer, Ö.	2024	Dijital ikiz mimarisi	Üretim	Süreç tasarımı	Dijital olgunluk
Hetmańczyk, M. P.	2024	Üretim otomasyonu olgunluk ölçümü	Üretim	Vaka analizi	Otomasyon olgunluğu
De Carolis, A. ve diğerleri	2025	DREAMY Framework	Üretim	Model önerisi	Dijital hazırlık
Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B.	2019	Tedarik zincirinde dijital teknoloji	Tedarik Zinciri	Analitik modelleme	Risk analizi
Teichert, R.	2019	Dijital dönüşüm sistematik incelemesi	Genel	Sistematik inceleme	Dijital olgunluk

Çizelge 3.1 (devam): Literatür Özeti

Yazar(lar)	Yıl	Model/Çalışma	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Boyutu
Digital Twin Consortium	2024	Dijital ikiz uygulamaları	Genel	Model önerisi	Dijital olgunluk
Re, N. U., Ghezzi, A., Balocco, R., Rangone, A.	2023	KOBİ'ler için dijital olgunluk modellemesi	KOBİ	Literatür taraması	Olgunluk modelleri
Cimino, C., Negri, E., Fumagalli, L.	2019	Üretimde dijital ikiz uygulamalarının incelenmesi	Üretim	Model incelemesi	Dijital olgunluk
Uhlenkamp, J.F. ve diğerleri	2022	Dijital ikiz uygulamaları	Genel	Modelleme	Dijital olgunluk
Tubis, A. A., Koliński, A., Poturaj, H.	2024	Lojistik süreçlerinde dijital olgunluk	Lojistik	Ampirik çalışma	Dijital olgunluk
Duncan, R. ve diğerleri	2022	Hastanelerde dijital olgunluk boyutları	Sağlık	Sistematiik inceleme	Dijital olgunluk
Magnusson, J., Nilsson, A.	2019	Kamu sektörü dijital olgunluk modeli	Kamu	Model geliştirme	Dijital olgunluk
Yazar(lar)	Yıl	Model/Çalışma	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Boyutu
Fortier, J., Gamache, S., Fonrouge, C.	2025	Sürdürülebilirlik ve dijital olgunluk	Genel	Ampirik analiz	Sürdürülebilirlik
NHS England	2023	Dijital olgunluk değerlendirmesi	Sağlık	Kurumsal değerlendirme	Dijital olgunluk
Müller, J. M., Buliga, O., Voigt, K. I.	2018	İş modeli inovasyonu	KOBİ	Araştırma	Dijital hazırlık
Schumacher, A., Erol, S., Sihm, W.	2016	Endüstri 4.0 hazırlık indeksi	Üretim	Modelleme	Dijital hazırlık
Siedler, C. ve diğerleri	2021	Ürün yaşam döngüsü	Üretim	Modelleme	Dijital olgunluk
Chonsawat, N., Sopadang, A.	2021	KOBİ dijital olgunluk modeli	KOBİ	Model geliştirme	Dijital strateji
Gülseren, A., Sağbaş, A.	2019	Sanayide dijital dönüşüm ve olgunluk seviyesi	Üretim	Analiz	Dijital olgunluk
Ghobakhloo, M.	2019	Endüstri 4.0, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik	Genel	Model incelemesi	Sürdürülebilirlik
Asdecker, B., Felch, J.	2018	Tedarik zincirinde olgunluk	Tedarik zinciri	Modelleme	Dijital olgunluk
Asiltürk, A.	2021	Dijital dönüşümde hedef	Genel	Araştırma	Dijital olgunluk
Boughzala, I., de Vreede, G.-J.	2015	İş birliği kalitesi olgunluk modeli	Takım Çalışması	Alan uygulaması	İş birliği kalitesi
Curry, E., Donnellan, B.	2012	Sürdürülebilir ICT olgunluğu	Bilgi Teknolojileri	Konferans sunumu	Sürdürülebilirlik

Çizelge 3.1 (devam): Literatür Özeti

Yazar(lar)	Yıl	Model/Çalışma	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Boyutu
Alkış Bayhan, N.	2022	Dijital olgunluk karşılaştırması	KOBİ	Model karşılaştırması	Dijital olgunluk
Lee, K. ve diğerleri	2024	Çoklu şirketlerin dahil olduğu fabrika için olgunluk	Üretim	Model geliştirme	Dijital iş birliği
Saari, L. M., Kääriäinen, J., Ylikärä, M.	2024	Üretim endüstrisi için olgunluk modeli	Üretim	Vaka çalışması	Dijital olgunluk
Caiado, R. ve diğerleri	2021	Bulanık mantık tabanlı Endüstri 4.0 olgunluk modeli	Üretim	Model geliştirme	Dijital olgunluk
Özdamar, S. G., Desticioğlu Taşdemir, B., Ersöz, S.	2025	Metal işleme sektöründe Endüstri 4.0	Üretim	Uygulama	Dijital olgunluk
Vance, D. ve diğerleri	2023	Akıllı üretim olgunluk modelleri	Üretim	Sistematik inceleme	Dijital olgunluk
Latino, M. E.	2025	Endüstri 5.0 uygulama olgunluk modeli	KOBİ	Model geliştirme	Dijital olgunluk
Trier Mortlock, D. ve diğerleri	2021	Üretim sistemlerinde dijital ikizler grafik öğrenme	Üretim	Model geliştirme	Dijital olgunluk
Yazar(lar)	Yıl	Model/Çalışma	Sektör	Yöntem	Değerlendirme Boyutu
Vogel-Heuser, B. ve diğerleri	2017	PLC tabanlı otomatik üretim sistemleri için modülerlik ve mimari analiz	Üretim	Analiz	Yazılım mimarisi
Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A.	2019	Hizmet odaklı dijital ikizin akıllı fabrika performansına etkileri	Üretim	Model geliştirme	Dijital olgunluk

3.7 Sürdürülebilirlik ve Dijital Olgunluk

Literatürde dijital dönüşümün sürdürülebilirlik arasındaki ilişki de yoğun şekilde incelenmektedir. Fortier ve diğ., (2025) tarafından yayınlanan çalışma, dijital olgunluğun çevresel sürdürülebilirlik göstergeleriyle örneğin; kaynak verimliliği, karbon ayak izi takibi ve yenilenebilir enerji entegrasyonu doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Yüksek dijital olgunluğa sahip işletmelerin, çevreye duyarlı üretim uygulamaları, döngüsel ekonomi modelleri ve toplumsal fayda odaklı projelerde daha etkin sonuçlar elde ettiği belirtilmektedir. Bu bulgular, dijitalleşme ile sürdürülebilirlik hedeflerinin uyumlu hale getirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

4. MATERYAL VE METOD

4.1 Araştırma Tasarımı

Bu çalışma, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerindeki mevcut durumlarını değerlendirmek amacıyla vaka çalışması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında, dijital olgunluk çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmış ve hem nicel hem de nitel veri toplama tekniklerinden yararlanılmıştır. Böylece karma yöntem yaklaşımı benimsenmiştir.

4.1.1 Dijital olgunluk anketi

Bu çalışmada kullanılan temel araç, 89 sorudan oluşan yapılandırılmış bir dijital olgunluk değerlendirme anketidir. Bu anket, müşteri, teknoloji, operasyon, yönetim, inovasyon ve insan kaynakları olmak üzere 6 ana boyutu kapsar. Her ana boyut altında, farklı alt boyutlar ve bunlara karşılık gelen ölçek soruları yer alır. Anket soruları 1’den 5’e kadar puanlanabilir Likert tipi ölçekte hazırlanmıştır.

4.2 Veri Toplama

Veri toplama aracı olarak, dijital olgunluğu ölçmeye yönelik yapılandırılmış bir ölçek kullanılmıştır. Bu ölçek, literatürde yer alan güncel dijital olgunluk modellerinden yararlanılarak geliştirilmiş, ayrıca sektörel ihtiyaçlara uygun olarak uyarlanmıştır. Araç; 6 ana boyut Müşteri, Teknoloji, Operasyon, Yönetişim, İnsan Kaynakları, İnovasyon ve 15 alt boyut içermekte olup, her alt boyut için 3 ila 7 arasında soru yer almaktadır. Toplamda 89 soru içeren bu ölçek, 5’li Likert tipi derecelendirme (1 = Çok düşük, 5 = Çok yüksek) esasına dayanmaktadır.

Veri toplama süreci, kurum içi farklı fonksiyonlarda görev alan uzman çalışanlar, bilgi teknolojileri departmanı ve moderatörle birlikte gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri yoluyla yürütülmüştür. Katılımcılar her bir maddeyi grup tartışmaları sonucunda ortak bir puanla değerlendirmiştir. Aynı zamanda hedef değerler de bu çalışma yöntemiyle belirlenmiştir. Belirlenen ortalama değerler anket sorularına

yerleştirilerek nicelleştirilmiştir. Böylece yapılan çalışma hem nicel puanlamanın hem de nitel yorumların birlikte toplanmasına olanak sağlamıştır.

4.3 Veri Analizi Yöntemleri

Anket verileri excel formatında toplanmış ve analiz için hazırlanmıştır. Verilerin temizlenmesi, düzenlenmesi ve analiz için hazırlanması işlemleri yine excel üzerinden gerçekleştirilmiştir. Daha ileri düzey analizler için Python programlama dili ve ilgili kütüphaneler (pandas, matplotlib, scikit-learn vb.) kullanılmıştır

Toplanan veriler üzerinde aşağıdaki analiz yöntemleri uygulanmıştır:

4.3.1 Tanımlayıcı istatistikler

Çalışmada, her bir boyut ve alt boyut için tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Bu kapsamda, ortalama değerler dijital olgunluk düzeylerini temsil ederken; standart sapma değerleri, katılımcılar arasındaki görüş birliğini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Ortalama ve sapma hesaplamalarında sırasıyla aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

$$X_{ortalama} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4.1)$$

(4.1) denkleminde görüleceği üzere; $x_{ortalama}$: ortalama değeri, x_i : her bir gözlemi (puan) ve n : gözlem sayısını (soru sayısı) ifade eder.

Standart sapma, verilen yanıtların ortalama etrafında ne kadar farklılaştığını, yani dağılımın yayılımını gösterir. Katılımcıların bir alt boyuta ne kadar “tutarlı” veya “dağınık” puan verdiğini gösterir. Hesaplama formülü:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{ortalama})^2} \quad (4.2)$$

(4.2) denkleminde görüleceği üzere s : örneklem standart sapmasını, x_i : her bir gözlemi (puan), n : gözlem sayısını (soru sayısı) ve $x_{ortalama}$: ortalama değeri ifade eder.

4.3.2 Dalga (tutarsızlık) analizi

Alt boyutlardaki standart sapma değerleri kullanılarak katılımcılar arasında görüş birliği olup olmadığı değerlendirilmiştir. Standart sapma değeri $\geq 1,0$ olan konular “yüksek dalga” olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma ölçütleri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1: Dalga analizi sınıflandırma ölçütü

Standart Sapma (s) Aralığı	Yorum
$0,00 \leq s < 0,50$	Yüksek tutarlılık (düşük dalga)
$0,50 \leq s < 1,00$	Orta düzeyde dalga (kısmi uyumsuzluk)
$s \geq 1,00$	Düşük tutarlılık (yüksek dalga)

Bu sınıflandırmaya göre, düşük ortalama ve yüksek dalga içeren boyutlar, işletme içerisinde hem düşük dijital yeterliliğe hem de konuya ilişkin ortak vizyon eksikliğine işaret etmektedir. Bu tür alanlara öncelikli olarak odaklanılması önerilmektedir.

4.3.3 Hedef – gerçeklik karşılaştırması

İşletmenin mevcut dijital olgunluk seviyesi ile stratejik olarak ulaşmayı planladığı hedef seviye arasındaki farkın sayısal olarak karşılaştırılmasıdır. Bu kapsamda, her bir boyut ve alt boyut için hem mevcut değerler (V2) hem de hedeflenen değerler (V1) ayrı ayrı toplanmış ve analiz edilmiştir.

Bu iki değer arasındaki farkların değerlendirilmesiyle, işletmenin hangi alanlarda daha fazla gelişim ihtiyacı duyduğu sistematik biçimde belirlenmiştir. Karşılaştırmalar, hem mutlak fark ($V1 - V2$) üzerinden hem de yüzdesel fark üzerinden yapılmıştır.

$$\text{Fark}(\Delta) = V1 - V2 \quad (4.3)$$

(4.3) denkleminde göre V1: hedef DMI puanını, V2: mevcut DMI puanını, Δ : sayısal farkı (gelişim açığı) ifade eder.

$$\text{Yüzde Fark} = \left(\frac{V1-V2}{V1} \right) \times 100 \quad (4.4)$$

(4.4) denkleminde de bu fark yüzde olarak ifade edilmiştir.

Δ için yorumlar aşağıdaki şekilde yapılabilir:

- $\Delta \approx 0 \rightarrow$ Mevcut seviye hedefe oldukça yakın $\rightarrow$ olgunlaşmış alan,
- $\Delta > 0,5 \rightarrow$ Dikkat çeken gelişim ihtiyacı
- $\Delta \geq 1,0 \rightarrow$ Kritik düzeyde gelişim eksikliğini ifade eder.

4.3.4 Gelişim önceliği matrisi

Dijital dönüşüm stratejilerinde sınırlı kaynakların etkili şekilde yönlendirilmesi için, yalnızca gelişim ihtiyacının büyüklüğü değil, aynı zamanda bu ihtiyacın ne kadar tutarlı algılandığı da dikkate alınmalıdır. Bu doğrultuda çalışmada, her bir alt boyut

için hesaplanan Hedef – Gerçeklik farkı (Δ) ve Standart sapma (s) bir araya getirilerek gelişim önceliği matrisi oluşturulmuştur. Matrisin yapısı Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2: Gelişim önceliği matrisi

	Düşük Dalga ($s < 0,5$)	Orta Dalga ($0,5 \leq s < 1,0$)	Yüksek Dalga ($s \geq 1,0$)
Yüksek Gelişim Açığı ($\Delta \geq 1,0$)	Kritik ve Net Öncelik	Karmaşık Ama Önemli Alan	Öncelik Belirsizliği (Uyarı)
Orta Gelişim Açığı ($0,5 \leq \Delta < 1,0$)	Planlı Müdahale Alanı	İzlemeye Açık Alan	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği
Düşük Gelişim Açığı ($\Delta < 0,5$)	Olgun Alan	İyileşme Beklenebilir	Tutarsız Alan

Bu matris ile, işletmenin hangi alanlara acil ve kararlı şekilde müdahale etmesi gerektiği, hangi alanlarda ise fikir birliği oluşmadan yatırım yapılmasının risk taşıdığı belirlenmiştir. Özellikle “Kritik ve Net Öncelik” kategorisinde yer alan boyutlara stratejik öncelik verilmesi önerilmektedir. Uygulama yöntemi aşağıda açıklanmıştır:

Δ (Hedef – Mevcut) değeri her alt boyut için hesaplanır. Ardından aynı alt boyut için standart sapma (s) değeri bulunur. Her alt boyut bu iki değer esas alınarak yukarıdaki matrisin bir hücresine yerleştirilir.

4.3.5 Regresyon analizi

Çalışmada, alt boyutlara ait dijital olgunluk puanlarının, ait oldukları boyutların genel dijital olgunluk düzeyine katkı sunup sunmadığını incelemek amacıyla tek değişkenli regresyon modeli uygulanmıştır. Her bir alt boyut, bağlı bulunduğu boyutun genel DMI değeri ile eşleştirilerek bağımsız ve bağımlı değişkenler oluşturulmuştur.

Bu modelleme yaklaşımı ile, alt boyut düzeyinde ölçülen mevcut DMI puanlarının, üst düzeydeki boyutsal dijital olgunluğu istatistiksel olarak açıklayıp açıklamadığı test edilmiştir.

Veri analiz süreci Python programlama dili ile yürütülmüş; özellikle pandas, statsmodels ve matplotlib kütüphanelerinden faydalanılmıştır. Elde edilen bulgular hem sayısal hem de grafiksel olarak yorumlanmıştır.

Model Yapısı:

Bağımlı Değişken: Boyutlara ait ortalama Genel DMI puanı

Bağımsız Değişkenler: İlgili alt boyutun Güncel DMI puanı

Regresyon denklemi denklem 4.5'te gösterilmiştir:

$$Y_{Tahmin} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \quad (4.5)$$

(4.5) denkleminde; Y_{Tahmin} : tahmin edilen genel DMI puanını, X_1 : alt boyutlara ait mevcut DMI puanlarını, β_0 : sabit terimi, β_1 : katsayıyı (her alt boyutun etkisi) ve ε : hata terimini ifade eder.

Veri analizi Python programlama dili kullanılarak yürütülmüştür. Özellikle aşağıdaki kütüphaneler analiz ve görselleştirme için tercih edilmiştir:

pandas: Veri setlerinin okunması, düzenlenmesi ve temel istatistiksel işlemler için kullanılmıştır.

statsmodels: Regresyon modellerinin oluşturulması, tahmin edilmesi ve sonuçların detaylı istatistiksel raporlarının alınması için temel araçtır.

matplotlib: Regresyon sonuçlarının görselleştirilmesi ve analiz grafiklerinin oluşturulması için kullanılmıştır.

Bu araçlarla yapılan analizde, her alt boyut için bağımsız değişken olarak o alt boyutun güncel DMI puanı ve bağımlı değişken olarak ilgili ana boyutun genel DMI puanı kullanılarak regresyon modeli kurulmuştur. Modelin açıklayıcılık gücü (R-kare), katsayıların anlamlılığı (p-değerleri) ve hata terimleri analiz edilmiştir.

4.3.6 K-means kümeleme analizi

Bu çalışmada, dijital olgunluk değerlendirmesinin yalnızca tanımlayıcı istatistiklere ve hedef-fark analizlerine dayalı kalmaması; aynı zamanda veri odaklı ve otomatikleştirilebilir grupta teknipleriyle desteklenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, K-Means kümeleme analizi uygulanarak her bir alt boyutun gelişim önceliği düzeyine göre sınıflandırılması sağlanmıştır.

K-Means, gözlemleri belirli sayıda (k) kümeye ayıran ve her bir gözlemi, bulunduğu küme merkezine en yakın olacak şekilde sınıflayan bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bu analizle amaçlanan: Gelişim ihtiyacının büyüklüğü (Hedef – Mevcut farkı) ile kurum içi değerlendirme tutarlılığı (Standart sapma) gibi iki temel değişken esas alınarak, alt boyutların veri temelli bir yaklaşımla gruplara ayrılmasıdır.

Uygulama şu şekilde yapılmıştır: Her bir alt boyut için;

Δ =Hedef DMI–Mevcut DMI farkı hesaplanmıştır. Standart sapma değeri bulunmuştur.

Bu iki değişkenle (Δ , s) iki boyutlu bir veri matrisi oluşturulmuştur.

K-Means algoritması 3 küme ($k = 3$) ile çalıştırılmıştır. KMeans ($n_clusters = 3$, $random_state = 42$)

Kullanılan Python kütüphaneleri: pandas, scikit-learn, numpy.

Değişkenler: $X = [\text{GelisimAcigi}], [\text{StandartSapma}] \rightarrow 2$ boyutlu uzayda noktalar.

Kümeleme sonucunda her alt boyut bir kümeye atanmıştır. (Küme 0, 1, 2) Bu sayılar, algoritmanın iç işleyişi gereği herhangi bir sıralama anlamı taşımaz, sadece benzerlik temelli gruplandırmayı ifade eder.

Kümelerin merkezlerine (centroids) göre toplam skorları ($\Delta + s$) hesaplanmıştır ve toplam skora göre kümeler yeniden adlandırılmıştır. Böylece, algoritmik çıktılarının anlamlı ve karar verilebilir bir forma dönüşmesi sağlanmış; analiz sonuçlarının yönetsel içgörü üretmesine olanak tanınmıştır.

Örneğin, gelişim farkı (Δ) ve tutarsızlık (standart sapma) toplamı en yüksek olan küme “Yüksek Öncelik”, orta düzeyde olan küme “Orta Öncelik”, en düşük toplam değere sahip olan ise “Düşük Öncelik” olarak adlandırılmıştır. Küme tanımları Çizelge 4.3’te açıklanmıştır.

Çizelge 4.3: K-means kümelerinin tanımı

Küme	Tanım	Açıklama
1	Yüksek Öncelik	Gelişim ihtiyacı büyük ve değerlendirme tutarlılığı yeterli
2	Orta Öncelik	Gelişim ihtiyacı orta düzeyde, karar öncesi izlenmeli
3	Düşük Öncelik	Gelişim farkı düşük ya da kurum içi görüşler dağınık, karar ertelenebilir

4.3.7 Varyans analizi (anova)

Bu çalışmada, dijital olgunluk boyutlarının genel dijital olgunluk düzeyine katkılarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA, farklı gruplar arasında ortalamaların anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını test etmek için kullanılan parametrik bir istatistiksel testtir. ANOVA Formülü denklem 4.6’da verilmiştir.

Hipotezler:

H₀ (Null hipotez): Tüm boyutlara ait ortalama DMI değerleri eşittir (aralarında anlamlı fark yoktur).

H₁ (Alternatif hipotez): En az bir boyutun ortalama DMI değeri diğerlerinden anlamlı olarak farklıdır.

$$F = \frac{\text{Gruplar Arası Varyans (MSB)}}{\text{Gruplar İçi Varyans (MSW)}} \quad (4.6)$$

(4.6) denkleminde görüldüğü üzere MSB: between group mean square, MSW: within group mean square ve F: test istatistiğini ifade eder. Belirlenen anlamlılık düzeyi olan $\alpha=0,05$ 'tir.

Python ortamında SciPy kütüphanesi kullanılarak f_oneway fonksiyonu ile ANOVA testi gerçekleştirilmiştir. Her bir boyutun (örneğin “Müşteri”, “Teknoloji”, “Yönetişim” vb.) altındaki sorulara verilen puanların ortalamaları temel alınarak analiz yapılmıştır.

4.4 Veri Tahmin Yöntemleri

Analiz edilen veriler üzerinde aşağıdaki tahmin yöntemleri uygulanmıştır.

4.4.1 Doğrusal regresyon ile hedef dmi tahmini

Bu çalışmada yalnızca mevcut dijital olgunluk düzeylerinin analiziyle yetinilmemiş, aynı zamanda kurumun ulaşmayı planladığı hedef dijital olgunluk düzeylerinin tahmin edilmesi de amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, mevcut (güncel) dijital olgunluk puanlarından yola çıkılarak hedef DMI puanlarının öngörülmesi için basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır.

Bu yaklaşım, kurumun stratejik dijital dönüşüm planlamasını daha gerçekçi ve veri temelli yapmasına imkân tanımaktadır. Aynı zamanda işletmenin mevcut kapasitesinin, hedef değerleri ne ölçüde açıklayabildiğini değerlendirmeye olanak sunar.

Model Yapısı:

Bağımlı değişken (Y): Hedef Dijital Olgunluk Puanı (V1)

Bağımsız değişken (X): Mevcut Dijital Olgunluk Puanı (V2)

Regresyon modeli denklem 4.7’de verilmiştir:

$$Y_{tahmin} = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (4.7)$$

(4.7) denkleminde Y_{tahmin} : tahmin edilen hedef DMI değerini, β_0 =sabit katsayıyı (intercept) β_1 =mevcut DMI’nın hedef üzerindeki etkisini ε =hata terimini ifade etmektedir.

Analiz Python ortamında veri analizi, pandas ile veri hazırlama, statsmodels kütüphanesi ile regresyon modeli kurulması ve değerlendirilmesi adımlarından oluşmuştur. Grafikselleştirme ise matplotlib kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4.4.2 Segment bazlı hedef tahmini ve yorumlama

Hedef dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesinde yalnızca regresyon analizi değil, aynı zamanda segment bazlı tahminleme yöntemi de kullanılmıştır. Bu yöntem ile, her alt boyutun ve boyutun gelişim ihtiyacı ve değerlendirme tutarlılığı dikkate alınarak segmentlere ayrılması ve bu segmentlere özgü stratejik hedeflerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Segment bazlı tahmin yöntemi, K-means kümeleme algoritması ile her alt boyutun şu iki göstergesi üzerinden sınıflandırılmasına dayanmaktadır: Δ =Hedef DMI-Mevcut DMI:Gelişim Açığı ve s =Standart Sapma (Görüş Tutarlılığı)

Elde edilen kümeler, gelişim önceliği düzeyine göre şu şekilde yeniden adlandırılmıştır ve Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4: Küme gelişim önceliği düzeyleri

Küme	Açıklama
1	Yüksek Öncelik
2	Orta Öncelik
3	Düşük Öncelik

Her bir segment, farklı stratejik yaklaşımlar gerektirmektedir:

Yüksek Öncelik Segmenti (Küme 1): Bu alt boyutlar için hem gelişim açığı büyüktür hem de kurum içinde konuya dair görüş birliği yüksektir. Dolayısıyla bu alanlara yatırım yapılması, dönüşüm stratejilerinde kısa vadeli hedef olarak ele alınmalıdır.

Orta Öncelik Segmenti (Küme 2): Bu segmentteki boyutlar orta düzeyde gelişim

açığına sahiptir. Ancak kurum içi değerlendirme farklılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu alanlara yönelik aksiyonlar, öncelik sırasına alınarak planlanabilir. Düşük Öncelik Segmenti (Küme 3): Gelişim ihtiyacı düşük ya da iç tutarlılık zayıftır. Yatırım kararı için daha fazla içgörüye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanlar izleme aşamasına alınabilir.

Segment bazlı bu sınıflandırma sayesinde, regresyon analizinde elde edilen hedef projeksiyonları, yönetsel öncelikler ve yatırım kararlarıyla ilişkilendirilebilir hale gelmiştir. Böylece yalnızca matematiksel tahmin değil, aynı zamanda karar destek süreci de oluşturulmuştur.



5. ANALİZ VE BULGULAR

5.1 Tanımlayıcı İstatistiklerle Genel Dijital Olgunluk Analizi

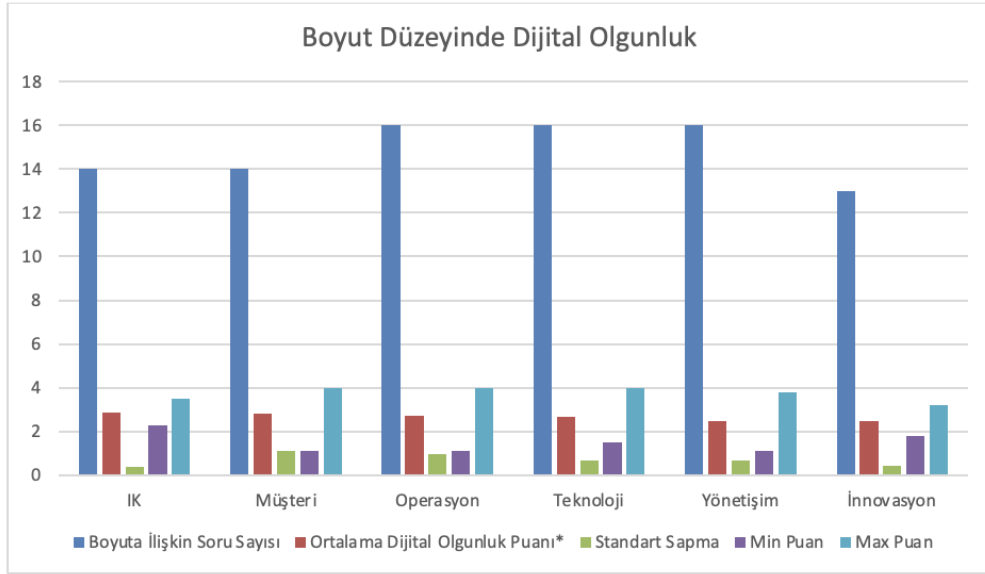
Bu bölümde, yapılandırılmış odak grup görüşmeleri sonucunda elde edilen mevcut dijital olgunluk verileri tanımlayıcı istatistikler çerçevesinde değerlendirilmiştir. Analizler hem ana boyutlar hem de alt boyutlar düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Her bir kategori için ortalama dijital olgunluk puanı, standart sapma, minimum ve maksimum değerler hesaplanarak sunulmuştur.

5.1.1 Boyut (ana kategori) düzeyinde dijital olgunluk

Her boyut için ortalama Dijital Olgunluk Puanı ve Standart Sapma değerleri hesaplanmıştır, ayrıca ilgili boyuttaki en yüksek ve düşük puanlar belirtilmiştir. Çizelge 5.1’de özet halinde verilmiştir ve Şekil 5.1’de grafik gösterilmiştir.

Çizelge 5.1: Boyut düzeyinde dijital olgunluk

Boyut	Boyuta İlişkin Soru Sayısı	Ortalama Dijital Olgunluk Puanı*	Standart Sapma	Min Puan	Max Puan
İK	14	2,88	0,38	2,30	3,50
Müşteri	14	2,80	1,11	1,10	4,00
Operasyon	16	2,73	0,97	1,10	4,00
Teknoloji	16	2,67	0,69	1,50	4,00
Yönetişim	16	2,48	0,68	1,10	3,80
İnnovasyon	13	2,46	0,45	1,80	3,20



Şekil 5.1: Boyut düzeyinde dijital olgunluk

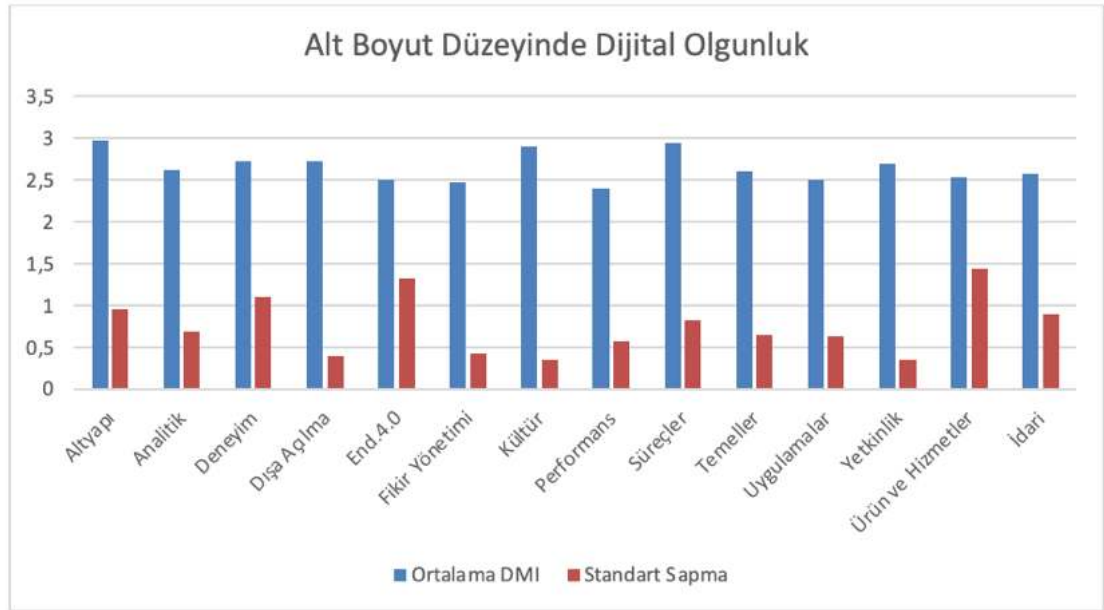
İnsan kaynakları boyutu en yüksek ortalamaya sahipken, inovasyon en düşük ortalamaya sahip boyut olarak öne çıkmaktadır. Müşteri boyutunda ise yüksek standart sapma değeri, katılımcı görüşlerinin daha dağınık olduğunu göstermektedir.

5.1.2 Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk

Her alt boyut için ortalama Dijital Olgunluk Puanı ve Standart Sapma değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 5.2’de özetlenmiştir ve Şekil 5.2’de grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.2: Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk

Alt Boyut	Ortalama DMI	Standart Sapma
Altyapı	2,98	0,96
Analitik	2,62	0,7
Deneyim	2,72	1,1
Dışa Açılma	2,73	0,4
End.4.0	2,5	1,32
Fikir Yönetimi	2,48	0,43
Kültür	2,9	0,35
Performans	2,4	0,57
Süreçler	2,94	0,83
Temeller	2,61	0,65
Uygulamalar	2,5	0,63
Yetkinlik	2,7	0,36
Ürün ve Hizmetler	2,53	1,44
İdari	2,57	0,9



Şekil 5.2: Alt boyut düzeyinde dijital olgunluk

Çizelge 5.2’de görüldüğü üzere Ürün ve Hizmetler ile Endüstri 4.0 alt boyutlarında hem düşük puan hem de yüksek dalga (tutarsızlık) gözlemlenmektedir. Bu durum bu alanlarda hem dijital yetkinliğin düşük hem de ortak vizyonun zayıf olduğunu göstermektedir.

5.2 Dalga Analizi ve Gelişim Öncelikleri

Bu analizde dijital olgunluk alt boyutlarında katılımcılar arasında ne derece görüş birliği olduğu değerlendirilmiştir. Standart sapma değeri, her bir alt boyut için bu görüş ayrılığını ifade eder. Sapma değeri arttıkça, ilgili alanda katılımcıların fikir ayrılığı yaşadığı, dolayısıyla ortak vizyonun zayıf olduğu anlaşılmaktadır. Sınıflandırmalar aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

$S < 0,50$: Yüksek tutarlılık, $0,50 \leq s < 1,00$: Orta Düzey Dalga, $s \geq 1,00$: Yüksek dalga (tutarsızlık)

Çizelge 5.3.’te alt boyutlara ilişkin standart sapma değerleri ve buna göre yapılan sınıflandırmalar sunulmuştur:

Çizelge 5.3: Alt boyutlara ilişkin standart sapma değerleri ve sınıflandırmaları

Alt Boyut	Ortalama DMI	Standart Sapma	Dalga Sınıfı
Ürün ve Hizmetler	2,53	1,44	Düşük Tutarlılık (Yüksek Dalga)
Endüstri 4.0	2,5	1,32	Düşük Tutarlılık (Yüksek Dalga)
Deneyim	2,72	1,1	Düşük Tutarlılık (Yüksek Dalga)
Altyapı	2,98	0,96	Orta Düzey Dalga
İdari	2,57	0,9	Orta Düzey Dalga
Süreçler	2,94	0,83	Orta Düzey Dalga
Analitik	2,62	0,7	Orta Düzey Dalga
Temeller	2,61	0,65	Orta Düzey Dalga
Uygulamalar	2,5	0,63	Orta Düzey Dalga
Performans	2,4	0,57	Orta Düzey Dalga
Fikir Yönetimi	2,48	0,43	Yüksek Tutarlılık (Düşük Dalga)
Dışa Açılma	2,73	0,4	Yüksek Tutarlılık (Düşük Dalga)
Yetkinlik	2,7	0,36	Yüksek Tutarlılık (Düşük Dalga)
Kültür	2,9	0,35	Yüksek Tutarlılık (Düşük Dalga)

Çizelge 5.3'te görüldüğü üzere, “Ürün ve Hizmetler”, “Endüstri 4.0” ve “Deneyim” alt boyutlarında yüksek standart sapma değerleri gözlemlenmiştir. Bu durum, söz konusu alanlarda hem dijital yeterliliklerin düşük hem de katılımcılar arasında ortak bir anlayışın bulunmadığını göstermektedir. Özellikle “Endüstri 4.0” ve “Deneyim” boyutları, dijital dönüşüm stratejilerinde dikkatle ele alınması gereken başlıca alanlardır.

5.3 Hedef-Gerçeklik Karşılaştırması ve Gelişim Açığı Analizi

Bu bölümde, işletmenin mevcut dijital olgunluk seviyesi ile ulaşmayı hedeflediği stratejik seviyeler karşılaştırılmış ve her bir alt boyut için gelişim açığı (Δ) ile yüzdesel fark hesaplanmıştır. Bu analiz, hangi alanlarda gelişime daha fazla ihtiyaç duyulduğunu belirlemek açısından kritik önem taşımaktadır.

Çizelge 5.4.'te alt boyutlar bazında mevcut DMI, hedef DMI, mutlak fark (Δ) ve oransal fark (%) değerleri verilmiştir. $\Delta \approx 0 \rightarrow$ Olgun alan, $\Delta > 0,5 \rightarrow$ Dikkat çeken gelişim ihtiyacı, $\Delta \geq 1,0 \rightarrow$ Kritik düzeyde gelişim eksikliği.

Çizelge 5.4: Alt boyut bazında dmi değerleri, mutlak fark ve oransal fark

Alt Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)
Altyapı	2,98	3,62	0,64	19,49
Analitik	2,62	3,58	0,96	27,69
Deneyim	2,72	3,38	0,65	22,32
Dışa Açılma	2,73	3,73	1	25,99
End.4.0	2,5	3,23	0,73	24,04
Fikir Yönetimi	2,48	3,67	1,18	31,77
Kültür	2,9	3,57	0,67	18,51
Performans	2,4	3,75	1,35	35,56
Süreçler	2,94	3,71	0,78	21,95
Temeller	2,61	3,71	1,1	30,21
Uygulamalar	2,5	3,45	0,95	27,93
Yetkinlik	2,7	3,38	0,68	19,82
Ürün ve Hizmetler	2,53	3,02	0,48	17,45
İdari	2,57	3,95	1,38	36,62

Çizelge 5.4’te de görüldüğü gibi “Dışa Açılma” alt boyutunda $\Delta = 1,00$ ile kritik gelişim ihtiyacı gözlemlenirken; “Analitik” ve “Endüstri 4.0” gibi teknolojik boyutlarda da dikkat çeken boşluklar olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, işletmenin dijital dönüşüm hedeflerine ulaşabilmesi için bu alanlara özel stratejiler geliştirmesi gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 5.5’te ise daha genel çerçeveden bakabilmek adına boyut bazında gelişim açığı verileri özetlenmiştir.

Çizelge 5.5: Boyut bazında gelişim açığı analizi

Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)
İK	2,88	3,49	0,61	17,42
Müşteri	2,79	3,37	0,58	17,16
Operasyon	2,72	3,53	0,81	22,83
Teknoloji	2,67	3,61	0,94	26
Yönetişim	2,48	3,86	1,38	35,66
İnovasyon	2,46	3,61	1,15	31,77

Çizelge 5.5’te de görüldüğü gibi Yönetişim boyutu, $\Delta = 1,38$ ve %35,66 fark ile en yüksek gelişim ihtiyacına sahip alandır. Arkasından İnovasyon boyutu gelmektedir. Teknoloji boyutu da $\Delta = 0,94$ ile kritik düzeye yakın. İnsan Kaynakları (İK) ve Müşteri boyutları görece daha olgun ancak yine de gelişim gerektiren boyutlardır.

5.4 Gelişim Önceliği Matrisi Değerlendirmesi

İşletmenin dijital dönüşüm stratejisinde sınırlı kaynakların etkili biçimde yönlendirilmesi için, yalnızca gelişim ihtiyacının büyüklüğü değil, aynı zamanda bu ihtiyacın kurumsal olarak ne kadar tutarlı algılandığı da dikkate alınmalıdır. Bu amaçla, her bir boyut ve alt boyut için gelişim açığı (Δ) ile standart sapma (s) birlikte değerlendirilerek Gelişim Önceliği Matrisi oluşturulmuştur. Sınıflandırma mantığı Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6: Sınıflandırma mantığı

	Düşük Dalga ($s < 0,5$)	Orta Dalga ($0,5 \leq s < 1,0$)	Yüksek Dalga ($s \geq 1,0$)
Yüksek Gelişim Açığı ($\Delta \geq 1,0$)	Kritik ve Net Öncelik	Karmaşık Ama Önemli Alan	Öncelik Belirsizliği (Uyarı)
Orta Gelişim Açığı ($0,5 \leq \Delta < 1,0$)	Planlı Müdahale Alanı	İzlemeye Açık Alan	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği
Düşük Gelişim Açığı ($\Delta < 0,5$)	Olgun Alan	İyileşme Beklenebilir	Tutarsız Alan

Bu sınıflandırma mantığına göre Boyut ve Alt Boyut bazında gelişim önceliği matrisleri oluşturulmuştur ve her bir boyut/alt boyut için öncelik sınıfı etiketlenmiştir. Çizelge 5.7’de alt boyut bazında gelişim önceliği matrisi sunulmuştur.

Çizelge 5.7: Alt boyut bazında gelişim önceliği matrisi

Alt Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)	Standart Sapma	Öncelik Sınıfı
Altyapı	2,98	3,62	0,64	19,49	0,96	İzlemeye Açık Alan
Analitik	2,62	3,58	0,96	27,69	0,7	İzlemeye Açık Alan
Deneyim	2,72	3,38	0,65	22,32	1,1	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği
Dışa Açılma	2,73	3,73	1	25,99	0,4	Kritik ve Net Öncelik
End.4.0 Fikir	2,5	3,23	0,73	24,04	1,32	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği
Yönetimi	2,48	3,67	1,18	31,77	0,43	Kritik ve Net Öncelik

Çizelge 5.7 (devam): Alt boyut bazında gelişim önceliği matrisi

Alt Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)	Standart Sapma	Öncelik Sınıfı
Kültür	2,9	3,57	0,67	18,51	0,35	Planlı Müdahale Alanı
Performans	2,4	3,75	1,35	35,56	0,57	Karmaşık Ama Önemli Alan
Süreçler	2,94	3,71	0,78	21,95	0,83	İzlemeye Açık Alan
Temeller	2,61	3,71	1,1	30,21	0,65	Karmaşık Ama Önemli Alan
Uygulamalar	2,5	3,45	0,95	27,93	0,63	İzlemeye Açık Alan
Yetkinlik	2,7	3,38	0,68	19,82	0,36	Planlı Müdahale Alanı
Ürün ve Hizmetler	2,53	3,02	0,48	17,45	1,44	Tutarsız Alan
İdari	2,57	3,95	1,38	36,62	0,9	Karmaşık Ama Önemli Alan

Çizelge 5.7'deki verilere göre, Altyapı ($\Delta=0,64$, $s=0,96$), Analitik ($\Delta=0,96$, $s=0,70$), Süreçler ($\Delta=0,78$, $s=0,83$) ve Uygulamalar ($\Delta=0,95$, $s=0,63$) alt boyutları, orta gelişim açığı ve orta düzeyde paydaş tutarlılığı ile “İzlemeye Açık Alan” kategorisindedir. Bu alanlarda yapılacak müdahaleler planlanmalı ve dikkatle izlenmelidir.

Deneyim ($\Delta=0,65$, $s=1,10$) ve Endüstri 4.0 ($\Delta=0,73$, $s=1,32$) alt boyutlarında gelişim açığı orta seviyede olmasına rağmen, yüksek standart sapma nedeniyle paydaşlar arasında görüş birliği sağlanamamıştır. Bu durum, bu alanlarda strateji ve uygulama belirlenirken katılımcılar arasındaki farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir.

Dışa Açılma ($\Delta=1,00$, $s=0,40$) ve Fikir Yönetimi ($\Delta=1,18$, $s=0,43$) alt boyutları, yüksek gelişim açığı ve düşük standart sapma ile “Kritik ve Net Öncelik” olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanlar, kurumsal kaynakların öncelikli olarak tahsis edilmesi gereken, acil müdahale gerektiren kritik gelişim alanlarıdır.

Kültür ($\Delta=0,67$, $s=0,35$) ve Yetkinlik ($\Delta=0,68$, $s=0,36$) alt boyutları, orta gelişim açığı ve düşük paydaş görüş farkı ile “Planlı Müdahale Alanı” olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda iyileştirme faaliyetleri planlı ve sistematik olarak yürütülmelidir.

Performans ($\Delta=1,35$, $s=0,57$), Temeller ($\Delta=1,10$, $s=0,65$) ve İdari ($\Delta=1,38$, $s=0,90$) alt boyutları yüksek gelişim açığına sahip olmakla birlikte, orta seviyede tutarlılık göstererek “Karmaşık Ama Önemli Alan” kategorisine girmiştir. Bu alanlarda stratejik müdahaleler önem arz etmekte ancak paydaşlar arası görüş farklılıkları nedeniyle müdahale süreçleri karmaşık olabilir.

Ürün ve Hizmetler ($\Delta=0,48$, $s=1,44$) alt boyutunda düşük gelişim açığı olmasına rağmen çok yüksek standart sapma gözlenmiştir. Bu, paydaşlar arasında önemli görüş ayrılıkları bulunduğunu ve bu alanın değerlendirilmesinin hassasiyet gerektirdiğini göstermektedir.

Çizelge 5.8’de ise boyut bazında gelişim önceliği matrisi sunulmuştur.

Çizelge 5.8: Boyut bazında gelişim önceliği matrisi

Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)	Standart Sapma	Öncelik Sınıfı
İK	2,88	3,49	0,61	17,42	0,3786180	Planlı Müdahale Alanı
Müşteri	2,79	3,37	0,58	17,16	1,1117998	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği
Operasyon	2,72	3,53	0,81	22,83	0,9241212	İzlemeye Açık Alan
Teknoloji	2,67	3,61	0,94	26	0,6983015	İzlemeye Açık Alan
Yönetişim	2,48	3,86	1,38	35,66	0,6804104	Karmaşık ama Önemli Alan
İnovasyon	2,46	3,61	1,15	31,77	0,4537592	Kritik ve Net Öncelik

Çizelge 5.8’de gösterilen elde edilen bulgulara göre, Yönetişim boyutu, hem yüksek gelişim açığı hem de yüksek tutarlılık göstererek “Kritik ve Net Öncelik” kategorisinde yer almıştır. Bu, kurumsal uzlaşının bulunduğu ve acil yatırım gerektiren bir alan olduğunu göstermektedir.

Teknoloji boyutu, “Karmaşık Ama Önemli Alan” sınıfına dâhil edilmiştir; gelişim ihtiyacı yüksek olmakla birlikte kurumsal değerlendirme farklılıkları da mevcuttur.

İnsan Kaynakları (İK) ve Müşteri boyutları, görece olarak daha yüksek puanlara ve düşük gelişim açığına sahip olup “Olgun Alan” olarak sınıflandırılmıştır.

İnovasyon ve Yönetişim boyutları, hem düşük puan hem de yüksek gelişim ihtiyacı açısından dikkat çekicidir.

Bu analiz, işletmenin stratejik kaynak tahsisi yaparken öncelikli yatırım alanlarını belirlemesine olanak tanımaktadır. Özellikle “Kritik ve Net Öncelik” olarak belirlenen alanlara kısa vadede müdahale edilmesi önerilmektedir.

5.5 K-Means Kümeleme Analizi

Alt boyutlara ve ana boyutlara ilişkin gelişim ihtiyacı (Δ) ve değerlendirme tutarlılığı (standart sapma) değişkenleri birlikte ele alınarak, veri odaklı bir sınıflandırma yapılması amacıyla K-means kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu analiz sayesinde, her boyut benzer gelişim ve tutarlılık profillerine göre üç kümeye ayrılmıştır.

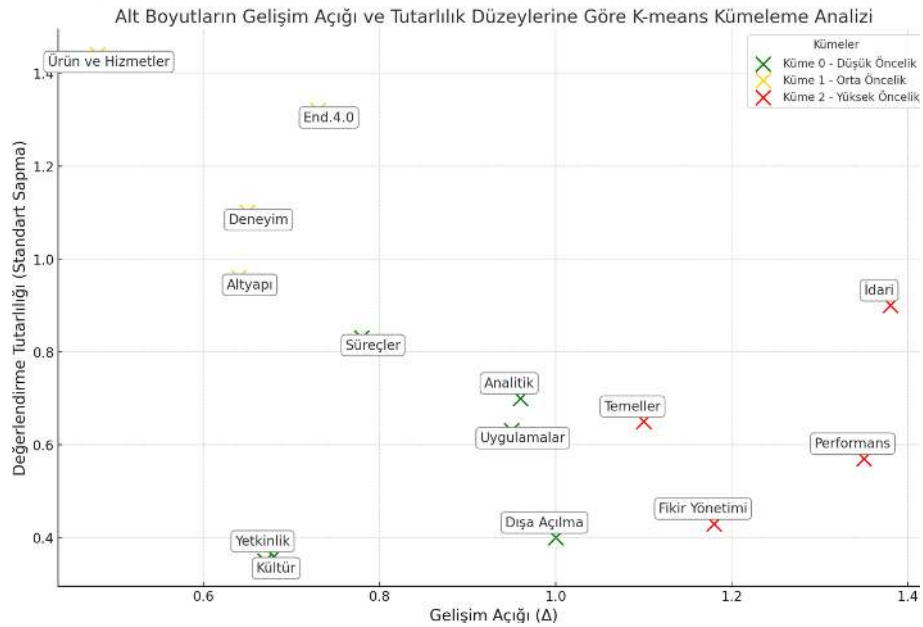
Kümeleme sonucunda oluşan segmentler: Yüksek Öncelik: Gelişim ihtiyacı büyük ve değerlendirme tutarlılığı yeterli olan boyutlardır. Kurumsal olarak üzerinde fikir birliği bulunan, hızlı aksiyon alınması gereken alanlardır. Özellikle “Performans”, “İdari” ve “Fikir Yönetimi” gibi alt boyutlar burada yer almaktadır. Bu alanlara yapılacak yatırımlar, dijital dönüşümün etkinliğini artırmada kritik rol oynayacaktır. Orta Öncelik: Gelişim ihtiyacı orta düzeyde olup içsel değerlendirme tutarlılığı değişkenlik gösteren alanlardır. Stratejik planlamada dikkatli ele alınması önerilir. “Altyapı”, “Deneyim” ve “Endüstri 4.0” gibi alt boyutlar bu kategoridedir. Bu alanlarda ilerleme sağlanması, dijital olgunluk seviyesinin genel olarak iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır. Düşük Öncelik: Gelişim ihtiyacının az olduğu ya da kurum içi fikir birliğinin zayıf olduğu boyutlardır. Yatırım yapılmadan önce daha fazla değerlendirme ve içgörü gerektirir. “Analitik”, “Kültür” ve “Süreçler” gibi alt boyutlar bu kümede yer alır. Bu alanlarda kaynak tahsisi, diğer öncelikli alanlara kıyasla daha esnek planlanabilir.

Bu stratejik önceliklendirme, kurum kaynaklarının en kritik gelişim alanlarına odaklanmasını sağlayarak, dijital dönüşüm sürecinde etkin zaman ve kaynak yönetimine olanak tanımaktadır. Ayrıca, değerlendirme tutarlılığı göz önünde bulundurulduğunda, yüksek tutarlılığa sahip alanlarda alınacak aksiyonların etkisi daha kesin ve sürdürülebilir olacaktır. Bu segmentasyon sayesinde, yalnızca tanımlayıcı ve bireysel analizlere değil, aynı zamanda algoritmik yaklaşımlara dayalı karar destek çıktıları da elde edilmiştir. Böylece işletme, sınırlı kaynaklarını öncelikli gelişim alanlarına yönlendirme imkanı bulmaktadır.

K-Means kümeleme analizi, veri odaklı ve objektif bir önceliklendirme mekanizması sunarak, dijital olgunluk yol haritasının planlanmasında yol gösterici niteliktedir. Çizelge 5.9’da alt boyutlara ilişkin analizler özetlenmiştir ve Şekil 5.3’te alt boyutlara ilişkin kümeleme analizinin grafiği bulunmaktadır.

Çizelge 5.9: Alt boyutlara ilişkin kümeleme analizi

Alt Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)	Standart Sapma	Öncelik Sınıfı	Küme Numarası	Küme Adı
Altyapı	2,98	3,62	0,64	19,49	0,96	İzlemeye Açık Alan	1	Orta Öncelik
Analitik	2,62	3,58	0,96	27,69	0,7	İzlemeye Açık Alan	0	Düşük Öncelik
Deneyim	2,72	3,38	0,65	22,32	1,1	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği	1	Orta Öncelik
Dışa Açılma	2,73	3,73	1	25,99	0,4	Kritik ve Net Öncelik	0	Düşük Öncelik
End.4.0 Fikir Yönetimi	2,5	3,23	0,73	24,04	1,32	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği	1	Orta Öncelik
Kültür	2,9	3,57	0,67	18,51	0,35	Kritik ve Net Öncelik	2	Yüksek Öncelik
Performans	2,4	3,75	1,35	35,56	0,57	Planlı Müdahale Alanı	0	Düşük Öncelik
Süreçler	2,94	3,71	0,78	21,95	0,83	Karmaşık Ama Önemli Alan	2	Yüksek Öncelik
Temeller	2,61	3,71	1,1	30,21	0,65	İzlemeye Açık Alan	0	Düşük Öncelik
Uygulamalar	2,5	3,45	0,95	27,93	0,63	Karmaşık Ama Önemli Alan	2	Yüksek Öncelik
Yetkinlik	2,7	3,38	0,68	19,82	0,36	İzlemeye Açık Alan	0	Düşük Öncelik
Ürün ve Hizmetler	2,53	3,02	0,48	17,45	1,44	Planlı Müdahale Alanı	0	Düşük Öncelik
İdari	2,57	3,95	1,38	36,62	0,9	Tutarsız Alan	1	Orta Öncelik
						Karmaşık Ama Önemli Alan	2	Yüksek Öncelik

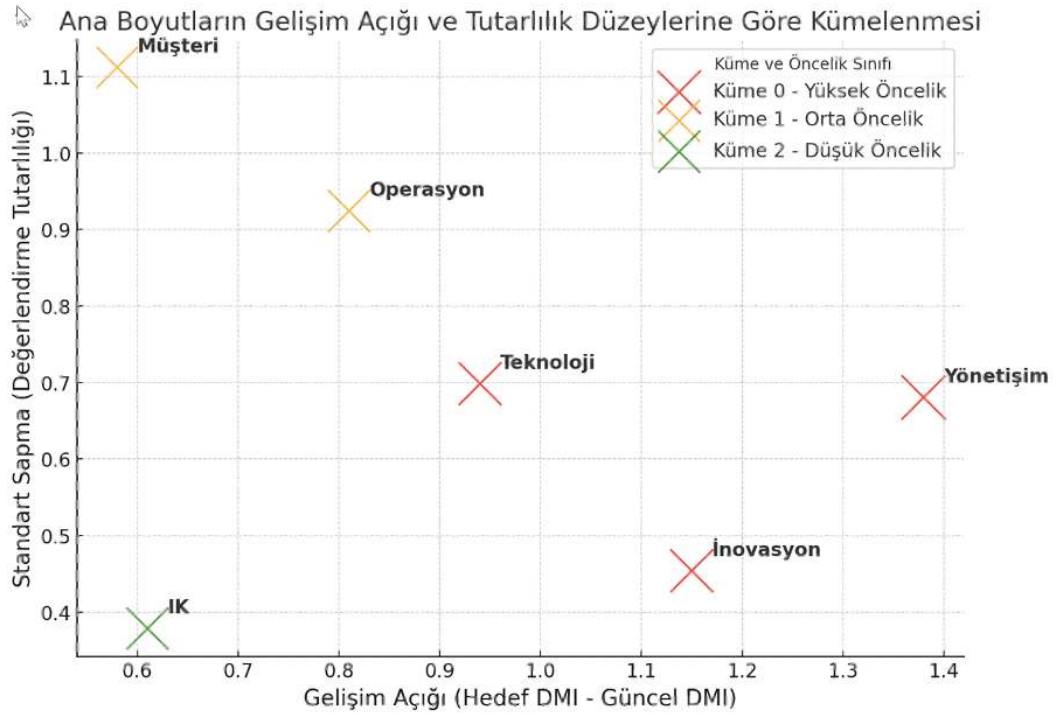


Şekil 5.3: Alt boyutlara ilişkin k-means kümeleme analizi

Alt boyut kümeleme analizine ek olarak, dijital olgunluk değerlendirmesinin daha genel düzeydeki yönlerini analiz etmek amacıyla boyut düzeyinde de K-means kümeleme uygulanmıştır. Her bir boyut; gelişim açığı (Δ) ve değerlendirme tutarlılığı

(standart sapma) esas alınarak 3 kümeye ayrılmıştır: Yüksek Öncelik: Özellikle Teknoloji, İnovasyon ve Yönetişim boyutları bu kümeye dahil olmuştur. Bu alanlar hem dijital dönüşüm açısından önemli eksiklikler barındırmakta hem de kurum içi değerlendirme açısından fikir birliğiyle ön plana çıkmaktadır. Kısa vadeli stratejik müdahale gerektirir. Orta Öncelik: Operasyon ve müşteri boyutları, geliştirilmesi gereken ancak daha düşük aciliyet içeren alanlardır. Bu alanlara yönelik iyileştirmeler, dijital olgunluk seviyesinin genel yükselmesine katkıda bulunacaktır. Düşük Öncelik: İnsan kaynakları, diğer alanlara göre görece daha düşük öncelik taşımaktadır. Buradaki gelişim ihtiyacı daha sınırlıdır, ancak yine de sürdürülebilir dönüşüm için ihmal edilmemelidir.

Bu analiz, yöneticilere stratejik dijital dönüşüm yol haritası oluştururken hangi boyutlara ne ölçüde odaklanılması gerektiğine dair güçlü bir yönlendirme sağlamaktadır. Çizelge 5.10'da Ana boyutlara ilişkin kümeleme analizinin bulguları sunulmuştur. Şekil 5.4'te ise grafiği gösterilmiştir.



Şekil 5.4: Boyutlara ilişkin k-means kümeleme analizi

Çizelge 5.10: Boyutlara ilişkin kümeleme analizi

Boyut	Güncel DMI	Hedef DMI	Gelişim Açığı (Δ)	Yüzde Fark (%)	Standart Sapma	Öncelik Sınıfı	Küme Numarası	Küme Adı
İK	2,88	3,49	0,61	17,42	0,3786180	Planlı Müdahale Alanı	2	Düşük Öncelik
Müşteri	2,79	3,37	0,58	17,16	1,1117998	Uyarı: Fikir Birliği Eksikliği	1	Orta Öncelik
Operasyon	2,72	3,53	0,81	22,83	0,9241212	İzlemeye Açık Alan	1	Orta Öncelik
Teknoloji	2,67	3,61	0,94	26	0,6983015	İzlemeye Açık Alan	0	Yüksek Öncelik
Yönetişim	2,48	3,86	1,38	35,66	0,6804104	Karmaşık Ama Önemli Alan	0	Yüksek Öncelik
İnovasyon	2,46	3,61	1,15	31,77	0,4537592	Kritik ve Net Öncelik	0	Yüksek Öncelik

5.6 Alt Boyut Bazlı Regresyon Analizi

Bu çalışmada, alt boyutlara ait mevcut dijital olgunluk puanlarının, bağlı oldukları boyutların genel dijital olgunluk seviyesini açıklayıp açıklamadığını test etmek amacıyla regresyon analizi uygulanmıştır. Her bir alt boyut, kendi ait olduğu boyutun ortalama DMI değeri ile eşleştirilmiş ve bu doğrultuda tek değişkenli doğrusal regresyon modeli kurulmuştur.

Model Özeti:

Bağımlı Değişken: Genel DMI (Boyut ortalaması)

Bağımsız Değişken: Alt Boyut Güncel DMI

Regresyon Denklemi:

$$Y_{Tahmin} = \beta_0 + \beta_k X_1 + \varepsilon \quad (5.1)$$

(5.1) denkleminde verildiği üzere; Y_{Tahmin} : tahmin edilen genel DMI puanını, X_1 : alt boyutlara ait mevcut DMI puanlarını, β_0 : sabit terimi, β_k : katsayıları (her alt boyutun etkisi) ve ε : hata terimini ifade eder.

Python ortamında statsmodels kütüphanesi ile yapılan analiz sonucunda elde edilen özet aşağıda sunulmuştur:

Analiz sonucunda elde edilen regresyon denklemi aşağıdaki gibidir:

$$Y=2,56+0,04XY = 2.56 + 0,04 XY=2,56+0,04X \quad (5.2)$$

R-kare: 0,040 → Model, genel DMI varyansının %4'ünü açıklamaktadır. Alt boyutlara ait mevcut dijital olgunluk puanlarının, bağlı bulundukları boyutların genel dijital olgunluk düzeyini ne ölçüde açıkladığını belirlemek amacıyla uygulanan regresyon

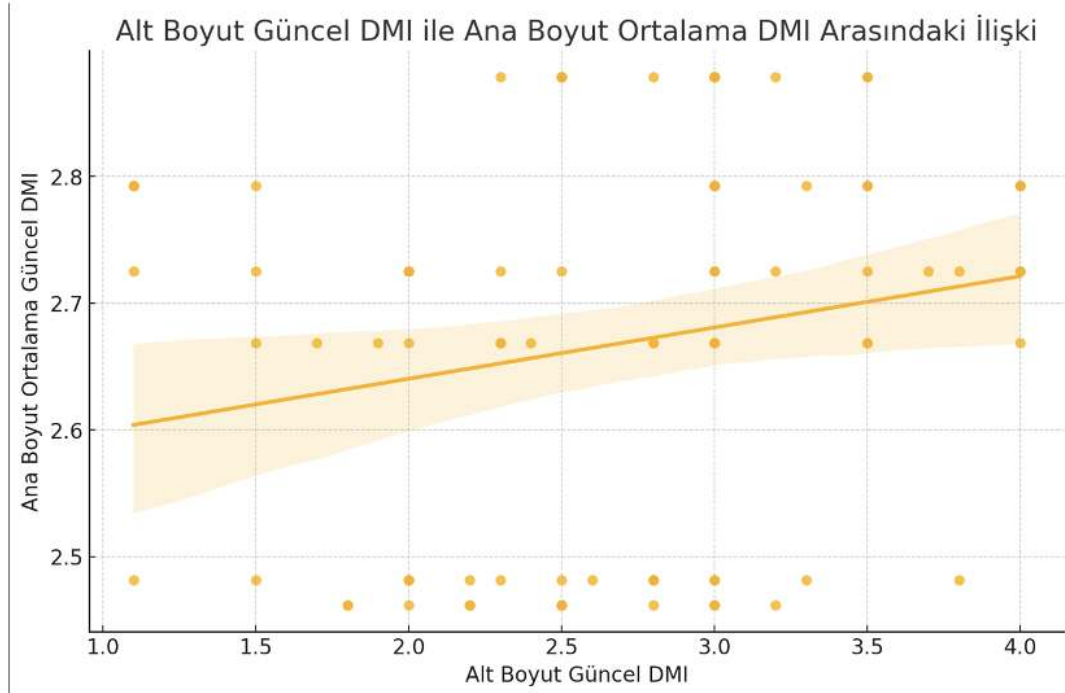
analizinde, modelin R^2 değeri 0,040 olarak bulunmuştur. Bu durum, alt boyutların genel boyutsal olgunluk düzeyini açıklama gücünün oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir.

F-istatistiği: 3,671 ve Modelin anlamlılık düzeyi (p): 0,0587 $\rightarrow$ %5 anlamlılık düzeyine oldukça yakındır; ancak teknik olarak bu sınırın hemen üzerindedir. Bununla birlikte, değerin anlamlılık sınırına çok yakın olması dikkate değerdir.

Katsayı (β_1): 0,0405 $\rightarrow$ Alt boyut puanının pozitif etkisi vardır. Sabit terim (β_0): 2,5594, anlamlı (p < 0,001). Bu etki yönü pozitif olsa da, büyüklüğü çok küçük ve istatistiksel anlamlılık sınırında (p $\approx$ 0,059). Bu nedenle etki pozitif ama zayıf modelin genel açıklayıcılığı da çok düşüktür. ($R^2 = 0,04$)

Grafiksel analizler, alt boyut ve ana boyut puanları arasında pozitif yönde zayıf bir ilişki olduğunu doğrulamaktadır. Bu sonuç, dijital olgunluğun farklı boyutlarda çok katmanlı ve karmaşık bir yapı olduğunu, dolayısıyla sadece alt boyut puanlarının üst boyut performansını yeterince yansıtmayabileceğini göstermektedir. Şekil 5.5'te regresyon grafiği verilmiştir.

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; alt boyutlara ait mevcut dijital olgunluk puanlarının, bağlı oldukları boyutların genel DMI düzeyini açıklamada yönü pozitif ancak etkisi zayıf bir katkı sunduğu görülmektedir. Ayrıca bazı boyutlarda yer alan alt boyut sayısının azlığı, modelin açıklayıcılığını olumsuz etkilemiş olabilir. Yine de, pozitif etki yönü, alt boyut düzeyindeki gelişimin üst düzey dijital olgunluğa katkı sağladığını göstermesi açısından anlamlıdır.



Şekil 5.5: Alt boyut ve ana boyut dmi puanları arasındaki regresyon analizi

5.7 Varyans Analizi (ANOVA) İçin Bulgular

Çalışmada, dijital olgunluk ana boyutlarının genel dijital olgunluk düzeyine anlamlı katkı sağlayıp sağlamadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Analizde her ana boyuta bağlı alt boyutların Güncel Dijital Olgunluk İndeksi (DMI) puanları kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

F istatistik değeri: 0,213

p değeri: 0,956

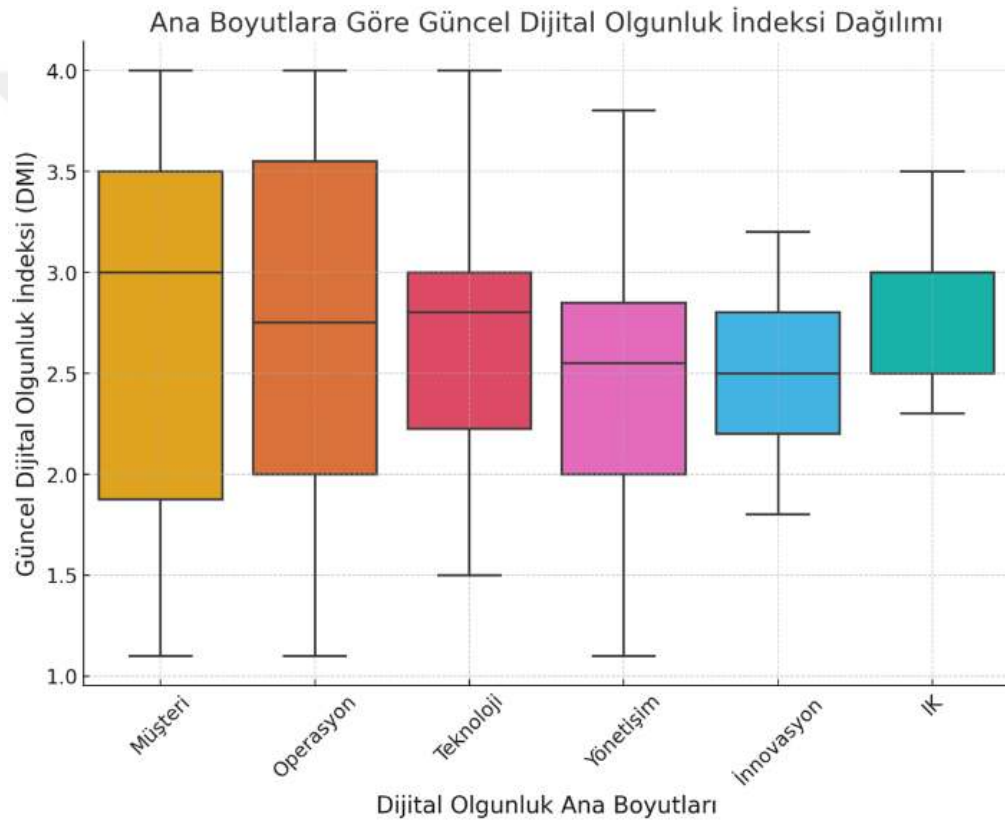
Belirlenen anlamlılık düzeyi olan $\alpha=0,05$ ile karşılaştırıldığında, p değeri bu eşğin oldukça üzerinde yer almaktadır. Bu durum, dijital olgunluk ana boyutları arasında Güncel DMI puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Bu sonuç, ana boyutların dijital olgunluk değerlendirmesinde genel olarak benzer seviyelerde olduğu ve boyutlar arasında kayda değer bir farklılaşmanın bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir.

H_0 (Null hipotez): Tüm boyutlara ait ortalama DMI değerleri eşittir (aralarında anlamlı fark yoktur).

H_1 (Alternatif hipotez): En az bir boyutun ortalama DMI değeri diğerlerinden anlamlı olarak farklıdır.

$p=0,956>0,05$ olduğundan, H_0 reddedilemez. Yani, ana boyutlar arasında anlamlı fark yoktur; H_0 kabul edilir. Şekil 5.6’da Ana boyutlara göre güncel DMI dağılım grafiği gösterilmiştir. Bu grafik, ANOVA analizinde boyutlar arasında anlamlı fark bulunmadığını desteklemektedir çünkü kutu grafikleri birbirine oldukça benzer aralıklardadır.



Şekil 5.6: Ana boyutlara göre güncel dmi dağılımı

5.8 Hedef DMI Tahmini ve Segment Tabanlı Yorumlama

Bu analizde, işletmenin mevcut dijital olgunluk düzeyine (Mevcut DMI) göre ulaşmayı planladığı hedef dijital olgunluk puanları (Hedef DMI) hem doğrusal regresyon modeli hem de segment bazlı stratejik değerlendirme ile tahmin edilmiştir.

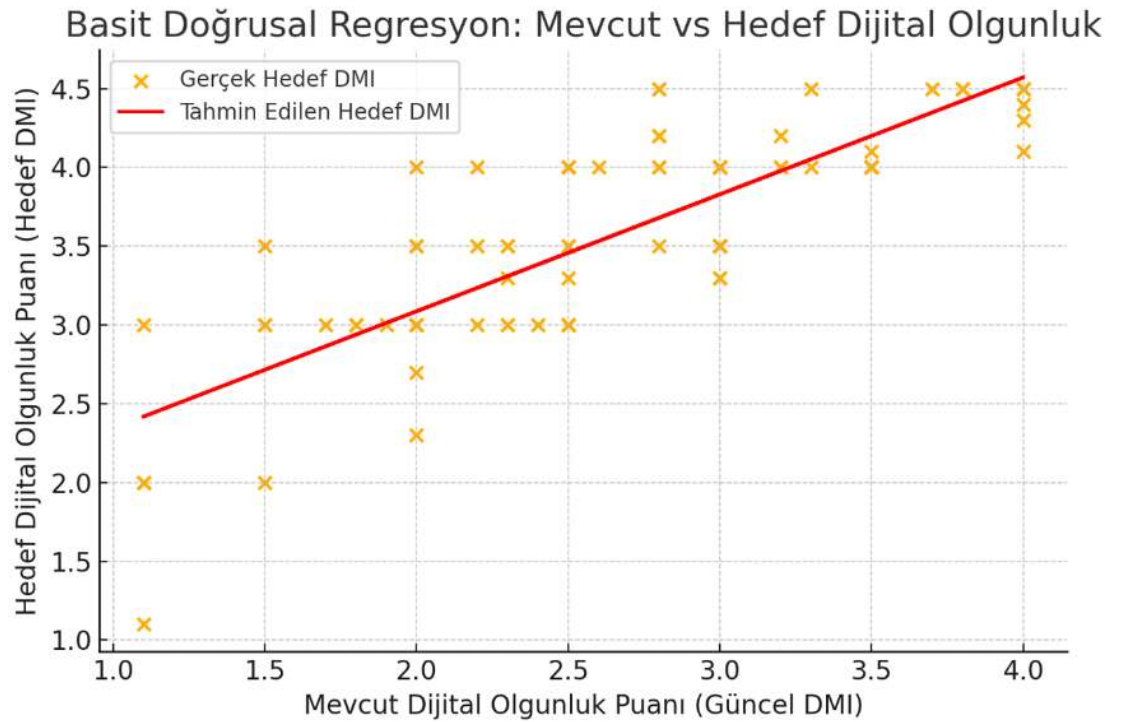
Doğrusal Regresyon analizi sonucunda elde edilen model denklem 5.3’te verilmiştir:

$$Y=1,6013+0,7425X \text{ (5.3)}$$

Sabit terim 1,6013 olup, bu değer mevcut dijital olgunluk puanı sıfır olduğunda hedef dijital olgunluk puanının başlangıç seviyesini göstermektedir. Eğim katsayısı 0,7425 ise mevcut dijital olgunluk puanındaki her bir birimlik artışın, hedef dijital olgunluk puanında ortalama 0,74 birimlik bir artışa karşılık geldiğini ifade etmektedir.

Modelin açıklayıcılık gücü R-kare=0,669 olarak hesaplanmış, bu da mevcut dijital olgunluk puanlarının hedef dijital olgunluk puanlarındaki varyansın yaklaşık %67'sini açıkladığını göstermektedir. F-istatistiği ($F=175,6$, $p<0,001$) modelin genel olarak istatistiksel anlamlı olduğunu teyit etmektedir.

Bu sonuçlar, kurumun güncel dijital olgunluk seviyesinin hedeflediği dijital dönüşüm seviyesini tahmin etmekte oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, kurumun dijital dönüşüm stratejileri planlanırken mevcut dijital olgunluk puanları, gelecekteki hedeflerin gerçekçi biçimde belirlenmesinde önemli bir veri kaynağı olarak kullanılabilir. Şekil 5.7’de regresyon grafiği verilmiştir.



Şekil 5.7: Regresyon ile hedef dmi tahmin grafiği

Segment Tabanlı Yorumlama: K-means kümeleme analizinden elde edilen segmentler, tahmin edilen hedef puanlarla birleştirilerek stratejik önceliklendirme yapılmıştır. Yine boyut ve alt boyut bazında kümelemeler yapılmıştır.

Özellikle “Yüksek Öncelik” kümesinde yer alan alt boyutlar için tahmin edilen hedef DMI puanlarının yüksek olması, bu alanlara yönelik kısa vadede somut aksiyonlar alınmasını gerektirmektedir.

Bu yaklaşım sayesinde, hedef dijital olgunluk düzeyleri yalnızca teorik değerler olarak kalmayıp, mevcut durum ile ilişkilendirilmiş, istatistiksel temellere dayalı ve yönetsel kararlarla uyumlu hale getirilmiştir.

Regresyon tahmin değerleri ve segment tabanlı yorumlama değerleri EK A’da verilmiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Genel Değerlendirme

Bu çalışma bir işletmenin dijital dönüşüm sürecindeki mevcut durumunu kapsamlı bir biçimde analiz etmek ve gelişim alanlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dijital olgunluk çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmış; müşteri, teknoloji, operasyon, yönetim, insan kaynakları ve inovasyon olmak üzere altı ana boyut ve on beş alt boyut temelinde değerlendirme yapılmıştır. Veri toplama süreci odak grup görüşmeleri ile gerçekleştirilmiş hem güncel hem de hedef dijital olgunluk puanları bu görüşmeler yoluyla elde edilmiştir.

Çalışmada öncelikle tanımlayıcı istatistikler ile dijital olgunluk düzeyleri değerlendirilmiş, ardından standart sapmalar üzerinden tutarlılık analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bazı boyutlarda yüksek gelişim ihtiyacı ve düşük değerlendirme tutarlılığı tespit edilmiştir. Bu durum, organizasyon içerisinde ortak dijital vizyon eksikliğine işaret etmektedir.

Gelişim önceliği matrisleri sayesinde hem gelişim açığının büyüklüğü hem de bu açığın ne kadar tutarlı algılandığı birlikte değerlendirilmiş; işletmenin öncelik vermesi gereken kritik alanlar belirlenmiştir. K-means kümeleme analizi ile boyut ve alt boyutlar veri odaklı bir yaklaşımla gruplandırılmış, bu sayede karar destek mekanizmaları için kullanılabilir segment yapıları oluşturulmuştur.

Ayrıca regresyon ve varyans analizleri ile boyut ve alt boyutların genel dijital olgunluk üzerindeki etkisi istatistiksel olarak test edilmiş, elde edilen bulgular tüm boyutların dijital dönüşüme anlamlı katkılar sunduğunu ortaya koymuştur. Hedef DMI tahminlemeleri için uygulanan doğrusal regresyon ve segment bazlı stratejiler, işletmenin gelecek planlamalarında daha isabetli hedefler belirlemesine katkı sağlamıştır.

Bu çalışma hem metodolojik çeşitliliği hem de pratik yönüyle literatüre katkı sağlamayı ve aynı zamanda ilgili işletme için stratejik karar süreçlerinde

kullanılabilecek sağlam bir dijital olgunluk değerlendirme çerçevesi sunmayı hedeflemiştir.

6.2 Stratejik Öneriler

Bu bölümde, yapılan analizlerin sonuçlarına dayalı olarak işletmenin dijital dönüşüm sürecinde izlemesi gereken stratejik öncelikler ve aksiyon alanları önerilmektedir. Bulgular hem mevcut dijital olgunluk seviyelerini hem de gelişim açıklarını dikkate alarak yapılandırılmıştır.

6.2.1 Önceliklendirme temelli müdahale stratejisi

K-means kümeleme ve gelişim önceliği matrisi sonuçları, bazı alt boyutların hem gelişim ihtiyacının yüksek olduğunu hem de bu ihtiyacın işletme içinde tutarlı biçimde algılandığını göstermiştir. Özellikle şu segmentte yer alan alt boyutlara kısa vadede odaklanılması önerilmektedir: Yüksek Öncelik Segmenti.

Gelişim açığı yüksek ve iç değerlendirme tutarlılığı güçlü olan bu alanlara öncelikli yatırım yapılmalı, dönüşüm stratejilerinde bu boyutlar kısa vadeli hedefler olarak ele alınmalıdır.

6.2.2 Orta ve düşük öncelik segmentleri için gözlem ve uyum

Orta Öncelik Segmenti: Bu alt boyutlar gelişim açısından önemli olmakla birlikte, iç değerlendirme tutarlılığı orta düzeydedir. Planlı müdahaleler için izleme mekanizmaları kurulmalı, bu alanlarda kurum içi farkındalık artırılmalıdır.

Düşük Öncelik Segmenti: Bu segmentte yer alan alanlar ya yeterince olgunlaşmış ya da iç tutarlılık zayıftır. Bu nedenle bu alanlara yatırım kararı almadan önce ek veri toplanmalı ve karar destek süreçleri güçlendirilmelidir.

6.2.3 Kurumsal dijital vizyonun güçlendirilmesi

Varyans ve standart sapma analizleri, bazı boyutlarda düşük tutarlılık ve görüş ayrılığı olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, kurum içinde dijital dönüşüm kavramının farklı şekillerde algılandığını göstermektedir. Bu nedenle Kurum içi eğitimler düzenlenerek dijital dönüşümün kapsamı ve önemi konusunda ortak bir anlayış geliştirilmelidir. Dijital dönüşüm vizyonu, tüm departmanlarla paylaşılmalı; hedefler ve öncelikler net bir şekilde tanımlanmalıdır.

6.2.4 Ölçme değerlendirme sisteminin sürdürülmesi

Bu çalışma sırasında oluşturulan dijital olgunluk değerlendirme çerçevesi, işletme için önemli bir içgörü üretim aracıdır. Bu çerçevenin yılda en az bir kez güncellenmesi ve tekrarlanması, gelişim trendlerinin izlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Kurumsal karar süreçlerinde bu model çıktılarının stratejik planlama, yatırım ve eğitim politikalarına entegre edilmesi önerilmektedir.

6.2.5 Hedef belirleme ve performans takibi

Hedef dijital olgunluk puanlarının regresyon ve segment bazlı yöntemlerle tahminlenmesi, işletmeye veri temelli hedef koyma avantajı sağlamıştır. Bu nedenle Her bir boyut için ölçülebilir ve gerçekçi hedefler belirlenmeli, Bu hedeflere ne ölçüde yaklaşıldığı periyodik olarak performans göstergeleri ile izlenmelidir.

6.3 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, işletmelerin dijital olgunluk düzeylerini çok boyutlu bir çerçevede değerlendirmek ve bu olgunluk düzeylerini çeşitli istatistiksel yöntemlerle analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

Örneklem Büyüklüğü ve Kapsamı: Araştırma, tek bir işletmeye odaklanan bir vaka çalışması kapsamında yürütülmüştür. Bu nedenle elde edilen bulguların genellenebilirliği sınırlıdır. Farklı sektörlerden ve daha geniş örneklem gruplarından veri toplanmadığı için sektörel farklılıklar göz önüne alınamamıştır.

Veri Toplama Yöntemi (Odak Grup Görüşmeleri): Dijital olgunluk verileri, yapılandırılmış odak grup görüşmeleri yoluyla toplanmıştır. Bu yöntem, derinlemesine içgörü sağlamakla birlikte grup dinamiklerinin ve baskın katılımcıların puanlama sürecine etkisi olabilir, Tüm kararların ortak mutabakatla verilmesi, bireysel görüş ayrılıklarını yansıtmayabilir.

Ölçek ve Puanlama Sistemine Bağlılık: Kullanılan dijital olgunluk ölçeği, literatürdeki modellerden uyarlanmış ve araştırmacı tarafından yapılandırılmıştır. Bu durum modelin subjektif uyarlamalara açık olmasına neden olabilir. Alt boyut sayısı ve soruların dağılımı, bazı boyutlar için istatistiksel analizde sınırlı veri üretmiş olabilir.

Zaman Boyutu: Bu çalışmada dijital olgunluk düzeyleri tek bir zaman diliminde ölçülmüştür. Dolayısıyla zaman içindeki gelişim ya da gerileme dinamikleri izlenememiştir ve uzun vadeli dijital dönüşüm etkileri değerlendirilememiştir.



7. TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen analiz sonuçlarının anlamı yorumlanmakta; mevcut literatür ile karşılaştırmalar yapılmakta ve uygulamaya yönelik çıkarımlar sunulmaktadır.

7.1 Araştırma Bulgularının Yorumlanması

Bu araştırmada dijital olgunluk değerlendirmesi, alt boyut düzeyine kadar detaylandırılmış ve analizler sonucunda önemli bulgular elde edilmiştir:

Genel dijital olgunluk düzeyi incelendiğinde işletmenin orta seviyede dijital olgunluğa sahip olduğu görülmüştür. Özellikle müşteri ve insan kaynakları boyutlarında daha güçlü puanlamalar elde edilmiş; buna karşılık inovasyon, teknoloji ve yönetim alanlarında düşük puanlamalar gözlemlenmiştir.

Standart sapma analizleri katılımcıların bazı konularda görüş birliğine sahip olmadığını, özellikle düşük puan alan alanlarda aynı zamanda yüksek tutarsızlık olduğunu göstermektedir. Bu, sadece dijital eksiklik değil, aynı zamanda farkındalık eksikliği olduğunu da ortaya koymaktadır.

Gelişim açığı ve öncelik analizi, kurumun stratejik kaynak planlamasında hangi alt boyutlara öncelik vermesi gerektiği konusunda önemli ipuçları sunmuştur. “Kritik ve net öncelik” kategorisine giren alanların acil olarak iyileştirilmesi önerilmektedir.

K-means kümeleme analizi ile gelişim öncelikleri veri temelli bir şekilde gruplandırılmış; bu da yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda yönetsel kararları destekleyen bir segmentasyon sunmuştur.

Alt boyut → boyut regresyon analizleri, her bir alt boyutun ait olduğu boyutun genel olgunluk düzeyine katkısını test etmiştir. Ancak modelin açıklayıcılığı oldukça düşüktür ($R^2 = 0,04$); bu, bazı boyutlar için sınırlı sayıda alt boyut bulunmasından kaynaklanıyor olabilir.

Hedef DMI tahminleme hem doğrusal regresyon hem de segment bazlı yöntemlerle yapılmış, bu da yönetime hem matematiksel hem de stratejik bakış açısı sağlamıştır.

Doğrusal regresyon modeli, mevcut dijital olgunluk seviyelerinin hedef değerlere etkisini tahmin etmek için kullanılmış; modelin yüksek açıklayıcılığa (%67) sahip olduğu görülmüştür. Bu da işletmenin mevcut yapısı üzerinden stratejik hedefleri modelleyebileceğini göstermektedir.

One-Way ANOVA sonuçları ise ana boyutlar arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($F=0,213$; $p=0,956$), bu da boyutların genel dijital olgunluk açısından benzer seviyelerde olduğunu göstermektedir. Likert tipi ölçek kullanıldığından da böyle bir sonuç elde edilmiş olması mümkündür.

Genel olarak bulgular, yalnızca mevcut durum tespitine değil, aynı zamanda stratejik yönlendirme ve kaynak planlaması için veri temelli bir yaklaşım sunmaktadır.

7.2 Literatür ile Karşılaştırmalar

Bu çalışmada elde edilen bulgular, işletmenin dijital olgunluk seviyesinin çok boyutlu bir analizini sunmakta olup, elde edilen sonuçlar alanında güncel ve kabul görmüş literatürle tutarlı bir biçimde örtüşmektedir. Analizler, insan kaynakları, müşteri ve operasyon boyutlarında görece yüksek dijital olgunluk seviyelerinin varlığını ortaya koyarken, yönetim, inovasyon ve teknoloji boyutlarında görece düşük performansın sürdüğünü göstermiştir. Bu durum, Westerman ve diğerlerinin (2011); dijital liderlik yaklaşımıyla paralellik göstermektedir çünkü bu yaklaşım, dijital dönüşümün insan sermayesi odaklı başladığını ve müşteri merkezli uygulamalarla sürdürülebilirliğe ulaştığını vurgulamaktadır.

Yönetişim boyutunda gözlemlenen zayıflıklar, Vial'in (2019); dijital dönüşüm sürecinde yönetişimin çoğu zaman ihmal edilmesiyle ilgili yapılan tespitleriyle örtüşmektedir. Literatürde işletmelerin bütüncül stratejiler geliştirmekte zorlandığı ve dolayısıyla dijital dönüşümün etkin bir şekilde yönetiminde sıkıntılar yaşandığı ifade edilmektedir. Benzer şekilde, inovasyon alanındaki düşük skorlar, Asdecker ve Felch'in (2018); lojistik ve tedarik zinciri özelinde yaptıkları gözlemlerle paraleldir; bu çalışmalar yenilikçilikte stratejik vizyon eksikliğine ve uygulamada yaşanan zorluklara dikkat çekmektedir.

Segment bazlı analizler doğrultusunda tanımlanan “Yüksek”, “Orta” ve “Düşük” öncelik sınıflandırmaları, Chonsawat ve Sopadang'ın (2021) KOBİ'lere yönelik geliştirdiği dijital olgunluk modeliyle uyum göstermektedir. Bu model, dijital

dönüşüm süreçlerinde farklı boyutların farklı olgunluk seviyelerine sahip olabileceğini ve müdahalelerin veri temelli önceliklendirme ile belirlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tezin insan kaynakları, müşteri ve operasyon boyutlarındaki güçlü performansı, Boughzala ve de Vreede'nin (2015) iş birliği olgunluk modeli kapsamında açıklanabilir. Onların çalışması, dijital dönüşümde ekipler arası iletişim ve sosyal etkileşimin başarının kritik belirleyicileri olduğunu ortaya koymakta; böylece insan faktörünün teknolojik altyapılar kadar önemli olduğunu desteklemektedir.

Öte yandan, Fortier ve diğerlerinin (2025) çalışması, dijital olgunluğun çevresel sürdürülebilirlik göstergeleriyle anlamlı bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma, dijital dönüşümün sadece teknolojik gelişmelerden ibaret olmadığını, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorumlulukların da entegre edilmesini gerektiren çok boyutlu bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Tezde gözlemlenen yönetim ve inovasyon eksikliklerinin sürdürülebilirlik performansını kısıtlayabileceği düşüncesi bu bağlamda desteklenmektedir.

Bulgular, alt boyutların genel dijital olgunluk indeksi üzerindeki etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, literatürde belirtilen model karmaşıklıkları ve sınırlılıkları ile uyumlu olmakla beraber, çalışmanın özgün bağlamında da önemli içgörüler sunmaktadır.

Ek olarak yapay zeka destekli analiz yöntemleri, regresyon ve segmentasyon gibi nicel tekniklerin, dijital dönüşüm stratejilerinin planlanması ve yönetsel karar alma süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Bu, hem akademik literatüre katkı sağlamakta hem de uygulayıcılar için pratik bir rehberlik oluşturmaktadır.

7.3 Güçlü ve Sınırlı Yönler

Bu çalışma, dijital olgunluğun çok boyutlu yapısını dikkate alan kapsamlı bir değerlendirme çerçevesi sunması açısından literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle aşağıdaki güçlü yönler, çalışmanın akademik ve uygulamalı değerini artırmaktadır:

Güçlü Yönler:

Karma Yöntem Yaklaşımı: Hem nitel (odak grup) hem de nicel (ölçek puanları, istatistiksel analizler) veri kullanımı, dijital olgunluğun derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır.

Çok Boyutlu Analiz Yapısı: Müşteri, teknoloji, operasyon, insan kaynakları, yönetim ve inovasyon gibi temel boyutlar altında yapılan ayrıntılı analizler, kurumun dijital dönüşüm ihtiyaçlarını detaylı şekilde ortaya koymuştur.

İleri Düzey Veri Analitiği: Tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra regresyon, varyans analizi (ANOVA), K-means kümeleme ve hedef tahmin yöntemleriyle detaylı analizler yapılmıştır.

Yönetmel İlgörü Üretimi: Segment bazlı gelişim önceliği sınıflamaları ve gelişim matrisi sayesinde, bulguların stratejik kararlarla entegre edilebilir hale gelmesi sağlanmıştır.

Sınırlı Yönler:

Örneklem Büyüklüğü: Çalışma, sadece tek bir işletmeye ait verilerle gerçekleştirilmiştir. Bu durum, elde edilen sonuçların genelleştirilebilirliğini sınırlandırmakta ve farklı sektör veya ölçeklerdeki işletmelere doğrudan uygulanabilirliğini azaltmaktadır.

Odak Grup Dinamiğinin Homojenliği: Veri toplama yöntemi olarak kullanılan odak grup görüşmeleri, katılımcıların benzer deneyim ve bakış açılarına sahip olması nedeniyle çeşitlilik ve bireysel farklılıkların yeterince yansıtılmamasına sebep olabilir. Bu durum, verilerin temsil gücünü sınırlayabilir.

Veri Toplama Yönteminin Sınırlamaları: Grup değerlendirmeleri yoluyla elde edilen veriler, bireysel görüş ve algıların ayrıntılı olarak analiz edilmesini engellemiş, dolayısıyla kişisel deneyim farklılıkları ve alt gruplar bazında ayrıntılı analizler yapılamamıştır.

Bazı Boyutlarda Alt Boyut Sayısının Azlığı: Özellikle belirli boyutlarda alt boyut sayısının az olması, bu alanlara yönelik regresyon ve diğer istatistiksel analizlerin açıklayıcılığını ve güvenilirliğini azaltmıştır.

Zaman ve Kaynak Kısıtları: Çalışmanın derinlemesine vaka çalışması yapısı, ileri düzey makine öğrenmesi algoritmaları, senaryo analizleri veya daha geniş kapsamlı

veri toplama süreçlerinin dahil edilmesini engellemiş; bu da analizlerin kapsamını sınırlamıştır.

Bu sınırlamalar dikkate alınarak, gelecek araştırmalarda farklı sektörlerden ve çeşitli büyüklükte işletmelerden oluşan daha geniş örneklem gruplarıyla çalışılması, bireysel değerlendirme yöntemlerinin ve çeşitlendirilmiş veri toplama tekniklerinin entegre edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, gelişmiş tahmin modelleri ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar, dijital olgunluk değerlendirmelerinde hem doğruluk hem de genelleştirilebilirlik açısından katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Aksoy, C. (2024). İşletmelerin dijital dönüşümü ve dijital liderlik yaklaşımı. *Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi*, 4(1), 1–29. <https://doi.org/10.56682/ksydergi.1364569>
- Alkış Bayhan, N. (2022). Dijital olgunluk modellerinin karşılaştırılması: Üretim yapan KOBİ'lere öneriler. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(10), 1495–1506. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1112>
- Asdecker, B., Felch, J. (2018). Development of an Industry 4.0 maturity model for the delivery process in supply chains. *Journal of Modelling in Management*, 13(4), 840–883. <https://doi.org/10.1108/JM2-03-2018-0042>
- Asiltürk, A. (2021). İşletmelerde dijital dönüşüm yönetiminde nihai hedef: Dijital olgunluk. *Alanya Akademik Bakış*, 5(2), 647–669. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.859300>
- Aslan, A., Cebeci, U., Tuncer, Ö. (2024). Evaluation of digital twin architecture within the framework of the digital maturity model: a process design on flow chart and an application. *Journal of Current Research on Engineering, Science and Technology*, 10(1), 39-48.
- Berghaus, S., Back, A. (2016). Stages in digital business transformation: Results of an empirical maturity study. *MCIS 2016 Proceedings*, 22. <http://aisel.aisnet.org/mcis2016/22>
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482.
- Boughzala, I., de Vreede, G.-J. (2015). Evaluating team collaboration quality: The development and field application of a collaboration maturity model. *Journal of Management Information Systems*, 32(3), 129–157. <https://doi.org/10.1080/07421222.2015.1095042>
- Caiado, R., Scavarda, L. F., Gavião, L., Garza-Reyes, J. A., et al. (2021). A fuzzy rule-based Industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231, 107883. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
- Chonsawat, N., Sopadang, A. (2021). Smart SMEs 4.0 maturity model to evaluate the readiness of SMEs implementing Industry 4.0. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 20(2), 193–204. <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2021.027>
- Cimino, C., Negri, E., Fumagalli, L. (2019). Review of digital twin applications in manufacturing. *Computers in Industry*, 113, 103130. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103130>

- Curry, E., Donnellan, B.** (2012). Understanding the maturity of sustainable ICT. In J. vom Brocke, S. Seidel, & J. Recker (Eds.), *Green Business Process Management – Towards the Sustainable Enterprise* (pp. 203–216). Shaker Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27488-6_12
- Davies, R.** (2015). *Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth*. (Rapor No: PE 568.337 EN). European Parliamentary Research Service.
- De Carolis, A., Sassanelli, C., Acerbi, F., Macchi, M., Terzi, S., Taisch, M.** (2025). The Digital REadiness Assessment MaturitY (DREAMY) framework to guide manufacturing companies towards a digitalisation roadmap. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2455476>
- Digital Twin Consortium.** (2024). Digital Twin Business Maturity Model. (Rapor No: N/A). <https://www.digitaltwinconsortium.org/>
- Dolgui, A., Sgarbossa, F., Simonetto, M.** (2022). Design and management of assembly systems 4.0: Systematic literature review and research agenda. *International Journal of Production Research*, 60(1), 184–210. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1990433>
- Duncan, R., Eden, R., Woods, L., Wong, I., Sullivan, C.** (2022). Synthesizing dimensions of digital maturity in hospitals: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 24(3), e32994. <https://doi.org/10.2196/32994>
- European Commission.** (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. (Rapor No: EUR 308407 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., Welch, M.** (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55(2), 1–12.
- Fortier, J., Gamache, S., Fonrouge, C.** (2025). Integrating sustainable performance into the digital maturity models for SMEs in manufacturing. *Applied Sciences*, 15(7), 4041. <https://doi.org/10.3390/app15074041>
- Gallego-García, S., Groten, M., Halstrick, J.** (2022). Integration of Improvement Strategies and Industry 4.0 Technologies in a Dynamic Evaluation Model for Target-Oriented Optimization. *Applied Sciences*, 12(3), 1530. <https://doi.org/10.3390/app12031530>
- Ghobakhloo, M.** (2019). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252(1), 119869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Gill, M., VanBoskirk, S.** (2016). *The digital maturity model 4.0*. (Rapor No: RES131801). Forrester Research.
- Gülseren, A., Sağbaş, A.** (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(2), 1–5. <https://doi.org/10.31590/ejeas.650329>

- Hetmańczyk, M. P.** (2024). A Method for Evaluating the Maturity Level of Production Process Automation in the Context of Digital Transformation—Polish Case Study. *Applied Sciences*, 14(11), 4380.
- Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B.** (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 1-18.
- Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F., Ivanova, M.** (2016). A dynamic model and an algorithm for short term supply chain scheduling in the smart factory Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 54(2), 386–402.
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., Buckley, N.** (2015). *Strategy, not technology, drives digital transformation*. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press.
- Koh, L., Orzes, G., Jia, F.** (2019). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): Technologies' disruption on operations and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 39(6/7/8), 817–828. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2019-788>
- Latino, M. E.** (2025). A maturity model for assessing the implementation of Industry 5.0 in manufacturing SMEs: Learning from theory and practice. *Technological Forecasting and Social Change*, 214(3), 124045. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124045>
- Lee, K., Song, Y., Park, M., Yoon, B.** (2024). Development of digital transformation maturity assessment model for collaborative factory involving multiple companies. *Sustainability*, 16(18), 8087. <https://doi.org/10.3390/su16188087>
- Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A.** (2019). Ubiquitous knowledge empowers the Smart Factory: The impacts of a service-oriented digital twin on enterprises' performance. *Annual Reviews in Control*, 47, 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.04.005>
- Magnusson, J., Nilsson, A.** (2019). *Digital maturity in the public sector: Design and evaluation of a new model*. Government Information Quarterly, 36, 101389. <https://gup.ub.gu.se/file/208009>
- Mettler, T.** (2011). Maturity assessment models: A design science research approach. *International Journal of Society, Systems and Science*, 3(1/2), 81–98.
- Müller, J. M., Buliga, O., Voigt, K. I.** (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2–17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>
- NHS England.** (2023). *Digital Maturity Assessment*. (Rapor No: N/A). <https://www.england.nhs.uk/digitaltechnology/connecteddigitalsystems/digital-maturity-assessment/>

- Omol, E. J., Mburu, L. W., Abuonji, P. A.** (2024). Digital maturity assessment model (DMAM): assimilation of design science research (DSR) and capability maturity model integration (CMMI). *Digital Transformation and Society*, 4(2), 128–152. <https://doi.org/10.1108/DTS-04-2024-0049>
- Özdamar, S. G., Desticioğlu Taşdemir, B., Ersöz, S.** (2025). Metal işleme sektöründe Endüstri 4.0 olgunluk modeli uygulaması ve değerlendirilmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 21(1), 73–94. <https://doi.org/10.17134/khosbd.1511205>
- Re, N. U., Ghezzi, A., Balocco, R., Rangone, A.** (2023). Modelling Digital Maturity for SMEs. *Proceedings of the 25th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, 2, 538–545.
- Saari, L. M., Kääriäinen, J., Ylikerälä, M.** (2024). Maturity model for the manufacturing industry with case experiences. *Intelligent and Sustainable Manufacturing*, 1(2), 10010. <https://doi.org/10.35534/ism.2024.10010>
- Schumacher, A., Erol, S., Sihn, W.** (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161–166.
- Schwab, K.** (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Siedler, C., Hellenbrand, D., Lanza, G., Bäuerle, L.** (2021). Evaluation of the digital maturity of product lifecycle processes using a maturity model approach. *Procedia CIRP*, 96, 269–274. <https://doi.org/10.1007/s11740-021-01044-4>
- Teichert, R.** (2019). Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(6), 1673–1687.
- Trier Mortlock, D., Muthirayan, D., Yu, S.-Y., Al Faruque, M. A.** (2021). Graph learning for cognitive digital twins in manufacturing systems. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 10(1), 34–45. <https://doi.org/10.1109/TETC.2021.3132251>
- Tubis, A. A., Koliński, A., Poturaj, H.** (2024) Digital maturity of logistics processes assessed in the areas of technological support for performance measurement, employees, and process management. *Applied Sciences*, 14, 7893. <https://doi.org/10.3390/app14177893>
- Uhlenkamp, J.F., Baalsrud Hauge, J., Broda, E., Lütjen, M., Freitag, M., Thoben, K. D.** (2022). Digital twins: A maturity model for their classification and evaluation. *IEEE Access*, 10, 69605–69635. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.318635>
- Vance, D., Jin, M., Price, C., Wenning, T., Youssef, M. A.** (2023). Smart manufacturing maturity models and their applicability: A review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(15), 1375–1396. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2022-0103>

- Vial, G.** (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Vogel-Heuser, B., Fischer, J., Feldmann, S., Ulewicz, S., Rösch, S.** (2017). Modularity and architecture of PLC-based software for automated production systems: An analysis in industrial companies. *Journal of Systems and Software*, 131, 35–62. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.06.010>
- Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A.** (2011). Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. (Rapor No: N/A). Capgemini-Digital Transformation.
- Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A.** (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Press.
- Xu, M., David, J. M., Kim, S. H.** (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90-95. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., Wang, L.** (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>

EKLER

EK A: Hedef DMI Tahmini ve Segment Tabanlı Yorumlama

EK B: Dijital Olgunluk Ham Anket Verileri



EK A: Hedef DMI Tahmini ve Segment Tabanlı Yorumlama**Çizelge A.1: Hedef dmi tahmini ve segment tabanlı yorumlama**

Boyut	Alt Boyut	Mevcut DMI	Hedef DMI	Tahmin Edilen Hedef DMI	Segment
Müşteri	Analitik	3	4	3,84	Düşük Öncelik
Müşteri	Analitik	3	3,3	3,84	Düşük Öncelik
Müşteri	Deneyim	3,3	4	4,209	Orta Öncelik
Müşteri	Deneyim	1,1	2	1,503	Orta Öncelik
Müşteri	Deneyim	3	3,5	3,84	Orta Öncelik
Müşteri	Deneyim	3,5	4	4,455	Orta Öncelik
Müşteri	Temeller	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
Müşteri	Temeller	4	4,3	5,07	Yüksek Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	1,5	2	1,995	Orta Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	3,5	4	4,455	Orta Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	1,1	2	1,503	Orta Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	4	4,5	5,07	Orta Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	1,1	1,1	1,503	Orta Öncelik
Müşteri	Ürün ve Hizmetler	4	4,5	5,07	Orta Öncelik
Operasyon	Analitik	3,5	4,1	4,455	Düşük Öncelik
Operasyon	Analitik	1,1	2	1,503	Düşük Öncelik
Operasyon	Analitik	3	4	3,84	Düşük Öncelik
Operasyon	End.4.0	1,5	3	1,995	Orta Öncelik
Operasyon	End.4.0	4	4,4	5,07	Orta Öncelik
Operasyon	End.4.0	2	2,3	2,61	Orta Öncelik
Operasyon	Süreçler	3,7	4,5	4,701	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	3,8	4,5	4,824	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	2	2,7	2,61	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	4	4,5	5,07	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	2,3	3	2,979	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	3,2	4	4,086	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	2,5	3,5	3,225	Düşük Öncelik
Operasyon	Süreçler	2	3	2,61	Düşük Öncelik
Operasyon	Temeller	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
Operasyon	Temeller	2	3	2,61	Yüksek Öncelik
Teknoloji	Altyapı	2	3	2,61	Orta Öncelik
Teknoloji	Altyapı	3,5	4	4,455	Orta Öncelik
Teknoloji	Altyapı	3,5	4	4,455	Orta Öncelik
Teknoloji	Altyapı	1,9	3	2,487	Orta Öncelik
Teknoloji	Altyapı	4	4,1	5,07	Orta Öncelik
Teknoloji	Analitik	2,4	3	3,102	Düşük Öncelik
Teknoloji	Analitik	3	4	3,84	Düşük Öncelik
Teknoloji	Analitik	1,5	3	1,995	Düşük Öncelik
Teknoloji	Analitik	2,3	3,3	2,979	Düşük Öncelik

Çizelge A.1 (devam): Hedef dmi tahmini ve segment tabanlı yorumlama

Boyut	Alt Boyut	Mevcut DMI	Hedef DMI	Tahmin Edilen Hedef DMI	Segment
Teknoloji	Temeller	2,8	4,5	3,594	Yüksek Öncelik
Teknoloji	Temeller	2,8	4	3,594	Yüksek Öncelik
Teknoloji	Temeller	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
Teknoloji	Uygulamalar	3	4	3,84	Düşük Öncelik
Teknoloji	Uygulamalar	1,7	3	2,241	Düşük Öncelik
Teknoloji	Uygulamalar	3	3,3	3,84	Düşük Öncelik
Teknoloji	Uygulamalar	2,3	3,5	2,979	Düşük Öncelik
Yönetişim	Analitik	2,3	3,5	2,979	Düşük Öncelik
Yönetişim	Analitik	2	3,5	2,61	Düşük Öncelik
Yönetişim	Analitik	3,3	4,5	4,209	Düşük Öncelik
Yönetişim	Analitik	2,6	4	3,348	Düşük Öncelik
Yönetişim	Performans	2	3	2,61	Yüksek Öncelik
Yönetişim	Performans	2,8	4,5	3,594	Yüksek Öncelik
Yönetişim	Temeller	2,8	4	3,594	Yüksek Öncelik
Yönetişim	Temeller	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
Yönetişim	Temeller	2	3,5	2,61	Yüksek Öncelik
Yönetişim	Temeller	1,5	3,5	1,995	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	2,8	4,2	3,594	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	3,8	4,5	4,824	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	2,2	4	2,856	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	2,5	4	3,225	Yüksek Öncelik
Yönetişim	İdari	1,1	3	1,503	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Dışa Açılma	3,2	4,2	4,086	Düşük Öncelik
İnnovasyon	Dışa Açılma	2,5	3	3,225	Düşük Öncelik
İnnovasyon	Dışa Açılma	2,5	4	3,225	Düşük Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	2,2	3,5	2,856	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	2,5	4	3,225	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	2,2	3	2,856	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	3	4	3,84	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	2	4	2,61	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Fikir Yönetimi	3	3,5	3,84	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Kültür	2,8	4,2	3,594	Düşük Öncelik
İnnovasyon	Temeller	1,8	3	2,364	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Temeller	2,5	3,5	3,225	Yüksek Öncelik
İnnovasyon	Temeller	1,8	3	2,364	Yüksek Öncelik
İK	Analitik	2,8	3,5	3,594	Düşük Öncelik
İK	Analitik	3,5	4	4,455	Düşük Öncelik
İK	Kültür	3	3,5	3,84	Düşük Öncelik
İK	Kültür	3	3,5	3,84	Düşük Öncelik
İK	Kültür	3	3,5	3,84	Düşük Öncelik
İK	Kültür	2,5	3,3	3,225	Düşük Öncelik

Çizelge A.1 (devam): Hedef dmi tahmini ve segment tabanlı yorumlama

Boyut	Alt Boyut	Mevcut DMI	Hedef DMI	Tahmin Edilen Hedef DMI	Segment
İK	Kültür	2,5	3	3,225	Düşük Öncelik
İK	Kültür	3,5	4	4,455	Düşük Öncelik
İK	Temeller	2,5	3	3,225	Yüksek Öncelik
İK	Temeller	3,2	4	4,086	Yüksek Öncelik
İK	Yetkinlik	2,5	3	3,225	Düşük Öncelik
İK	Yetkinlik	3	4	3,84	Düşük Öncelik
İK	Yetkinlik	3	3,5	3,84	Düşük Öncelik
İK	Yetkinlik	2,3	3	2,979	Düşük Öncelik

EK B: Dijital Olgunluk Ham Anket Verileri

Çizelge B.1: Dijital olgunluk ham anket verileri

Sıra	Boyut	Alt Boyut	Başlık	Güncel DMI	Hedef DMI
M1	Müşteri	Analitik	Müşteri Verisi	3	4
M2	Müşteri	Analitik	Müşteri Analitiği	3	3,3
M3	Müşteri	Deneyim	Müşteri İlişkileri Yönetimi	3,3	4
M4	Müşteri	Deneyim	B2B Entegrasyonları	1,1	2
M5	Müşteri	Deneyim	Dijital Kanallar	3	3,5
M6	Müşteri	Deneyim	Sosyal Medya Yönetimi	3,5	4
M7	Müşteri	Temeller	Yönetişim	3	4
M8	Müşteri	Temeller	Strateji	4	4,3
M9	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Satış Yönetimi & Operasyonları	1,5	2
M10	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Fiyatlama	3,5	4
M11	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Pazarlama	1,1	2
M12	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Müşteriye Özel Çözümler	4	4,5
M13	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Distribütör / Bayi	1,1	1,1
M14	Müşteri	Ürün ve Hizmetler	Hizmet Kalitesi	4	4,5
O1	Operasyon	Analitik	Satış ve Operasyon Planlama (S&OP)	3,5	4,1
O2	Operasyon	Analitik	Operasyonel Dashboard'lar	1,1	2
O3	Operasyon	Analitik	Talep Öngörüsü	3	4
O4	Operasyon	End.4.0	Dijital İkiz	1,5	3
O5	Operasyon	End.4.0	İzlenebilirlik	4	4,4
O6	Operasyon	End.4.0	Çalışan Teknolojileri	2	2,3
O7	Operasyon	Süreçler	Kalite Kontrol	3,7	4,5
O8	Operasyon	Süreçler	Tesis Bakımı	3,8	4,5
O9	Operasyon	Süreçler	Üretim Planlama	2	2,7
O10	Operasyon	Süreçler	Satın Alma	4	4,5
O11	Operasyon	Süreçler	Lojistik	2,3	3
O12	Operasyon	Süreçler	Stok Yönetimi	3,2	4
O13	Operasyon	Süreçler	Üretim	2,5	3,5
O14	Operasyon	Süreçler	Tedarik Zinciri Entegrasyonu	2	3
O15	Operasyon	Temeller	Strateji	3	4
O16	Operasyon	Temeller	Organizasyon	2	3
T1	Teknoloji	Altyapı	Operasyon Teknolojileri	2	3
T2	Teknoloji	Altyapı	Süreklilik	3,5	4
T3	Teknoloji	Altyapı	Bilgi Teknolojileri Altyapısı	3,5	4
T4	Teknoloji	Altyapı	Hizmet Kataloğu	1,9	3
T5	Teknoloji	Altyapı	Güvenlik	4	4,1
T6	Teknoloji	Analitik	Veri Yönetimi	2,4	3
T7	Teknoloji	Analitik	Veri Kalitesi	3	4
T8	Teknoloji	Analitik	Raporlama	1,5	3
T9	Teknoloji	Analitik	Analitik Uygulamalar	2,3	3,3

Çizelge B.1 (devam): Dijital olgunluk ham anket verileri

Sıra	Boyut	Alt Boyut	Başlık	Güncel DMI	Hedef DMI
T10	Teknoloji	Temeller	Teknoloji Stratejisi	2,8	4,5
T11	Teknoloji	Temeller	Talep Yönetimi	2,8	4
T13	Teknoloji	Temeller	Mimari	3	4
T14	Teknoloji	Uygulamalar	Temel Uygulamalar	3	4
T15	Teknoloji	Uygulamalar	Yazılım Geliştirme	1,7	3
T16	Teknoloji	Uygulamalar	Diğer Uygulamalar	3	3,3
T17	Teknoloji	Uygulamalar	Entegrasyon	2,3	3,5
Y1	Yönetişim	Analitik	Finansal Raporlar	2,3	3,5
Y2	Yönetişim	Analitik	İş Performansı Analitiği	2	3,5
Y3	Yönetişim	Analitik	Finansal Veriler	3,3	4,5
Y4	Yönetişim	Analitik	Fonksiyonel Raporlama	2,6	4
Y5	Yönetişim	Performans	Performans Ölçme Sistemi	2	3
Y6	Yönetişim	Performans	Hedef ve Metrikler	2,8	4,5
Y7	Yönetişim	Temeller	Performans Kültürü	2,8	4
Y8	Yönetişim	Temeller	Kurumsal Strateji	3	4
Y9	Yönetişim	Temeller	Dijital Farkındalık	2	3,5
Y10	Yönetişim	Temeller	Dijital Liderlik	1,5	3,5
Y11	Yönetişim	İdari	Finansal Risk Yönetimi	2,8	4,2
Y12	Yönetişim	İdari	Maliyet Yönetimi	3	4
Y13	Yönetişim	İdari	Sürdürülebilirlik	3,8	4,5
Y14	Yönetişim	İdari	Kurumsal Bütçe Yönetimi	2,2	4
Y15	Yönetişim	İdari	Nakit Akışı	2,5	4
Y16	Yönetişim	İdari	Bütçe Sistemi	1,1	3
A1	İnnovasyon	Dışa Açılma	ARGE	3,2	4,2
A2	İnnovasyon	Dışa Açılma	İnnovasyon İmajı / Çekicilik	2,5	3
A3	İnnovasyon	Dışa Açılma	Ekosistem	2,5	4
A4	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	Çağrılar / Temalar / Programlar	2,2	3,5
A5	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	İnnovasyon Metrikleri	2,5	4
A6	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	Platform	2,2	3
A7	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	Uygulama Desteği	3	4
A8	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	Temel Süreçler	2	4
A9	İnnovasyon	Fikir Yönetimi	Ödüller	3	3,5
A10	İnnovasyon	Kültür	İnnovasyon Kültürü	2,8	4,2
A11	İnnovasyon	Temeller	Organizasyon	1,8	3
A12	İnnovasyon	Temeller	Strateji	2,5	3,5
A13	İnnovasyon	Temeller	Yönetişim	1,8	3
I1	İK	Analitik	Çalışan Verisi	2,8	3,5
I2	İK	Analitik	Çalışan Analizleri	3,5	4
I3	İK	Kültür	Çalışma Ortamı ve Kültürü	3	3,5
I4	İK	Kültür	Bürokrasi	3	3,5
I5	İK	Kültür	Hiyerarşi	3	3,5
I6	İK	Kültür	Çeviklik	2,5	3,3

Çizelge B.1 (devam): Dijital olgunluk ham anket verileri

Sıra	Boyut	Alt Boyut	Başlık	Güncel DMI	Hedef DMI
I7	İK	Kültür	Liderlik	2,5	3
I8	İK	Kültür	Esnek Çalışma	3,5	4
I9	İK	Temeller	Değerler	2,5	3
I10	İK	Temeller	Strateji	3,2	4
I11	İK	Yetkinlik	İşe Alım	2,5	3
I12	İK	Yetkinlik	Araçlar	3	4
I13	İK	Yetkinlik	Yetkinlik Envanteri	3	3,5
I14	İK	Yetkinlik	Gelişim	2,3	3

ÖZGEÇMİŞ

Ad-SOYAD : Elif Esin ÖZPEK

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2025, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Bildiri** : 2025, “*An application for digital transformation analysis in businesses*”, 11th Global Business Research Congress (GBRC.2025).

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Lisans Tezi** : 2020, “*Üniversite Öğrencilerinin Mezuniyet ve Akademik Başarı Durumlarının Veri Madenciliği ile Analizi*”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon.