



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ERP KULLANAN İŞLETMELERDE  
SAHADAN VERİ TOPLAMA  
YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİNE  
YÖNELİK BİR KARAR ANALİZİ ÇALIŞMASI

Doğukan İNCE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

2025  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL VE ONAYI

Doğukan İNCE tarafından hazırlanan “ERP KULLANAN İŞLETMELERDE SAHADAN VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR KARAR ANALİZİ ÇALIŞMASI” adlı tez çalışması 20/01/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Danışman

Dr.Öğr.Üyesi Ahmet Reha BOTSALI

#### Üye

Dr.Öğr.Üyesi Bilal ERVURAL

#### Üye

Dr.Öğr.Üyesi Esra BOZ

### İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 03./01/2025 gün ve 2025/01-16 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Doğukan İNCE

Tarih:20.01.2025

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### ERP KULLANAN İŞLETMELERDE SAHADAN VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR KARAR ANALİZİ ÇALIŞMASI

**Doğukan İNCE**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI**

**2025, 48 Sayfa**

**Jüri**

**Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI  
Dr. Öğr. Üyesi Bilal ERVURAL  
Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ**

Bu tez çalışmasında, ERP kullanan işletmelerde sahadan veri toplama yöntemlerinin belirlenmesine yönelik bir karar analizi çalışması yapılmıştır. Tezin ilk bölümünde ERP sistemlerinin işleyişi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş ve ERP sistemlerinde veri toplamanın önemi vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında, sahadan veri toplama süreçlerinin optimizasyonu için tablet, kiosk ve telefon gibi cihazlar kullanılarak farklı veri toplama yöntemleri değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri alınarak değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi ile alternatif veri toplama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, dijitalleşen üretim süreçlerinde maliyet etkinliği sağlamak ve operasyonel verimliliği artırmak için öneriler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, ERP, ISA-95, MES, RAMI 4.0, TOPSIS

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**A DECISION ANALYSIS STUDY TO DETERMINE FIELD DATA  
COLLECTION METHODS IN BUSINESSES USING ERP**

**Doğukan İNCE**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**

**Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI**

**2025, 48 Pages**

**Jury**

**Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI**

**Dr. Öğr. Üyesi Bilal ERVURAL**

**Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZ**

In this thesis, a decision analysis study is conducted to determine the field data collection methods in enterprises using ERP. In the first part of the thesis, detailed information about the operation of ERP systems is given and the importance of data collection in ERP systems was emphasized. Within the scope of the study, different data collection methods were evaluated using devices such as tablets, kiosks and phones for the optimization of field data collection processes. The weights of the evaluation criteria are determined by taking expert opinions and the alternative data collection methods are compared by using TOPSIS method. The research results offer suggestions to ensure cost effectiveness and increase operational efficiency in digitalized production processes.

**Keywords:** Industry 4.0, ERP, ISA-95, MES, RAMI 4.0, TOPSIS

## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanması sırasında hiçbir yardımını esirgemeyen bana büyük destek olan değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI 'ya, tüm kıymetli bölüm hocalarıma, büyük fedakarlıklarla bana destek olan ve maddi manevi her zaman yanımda olan kıymetli eşime ve aileme teşekkürü borç bilirim.

Doğukan İNCE  
KONYA-2025

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. ERP Nedir? .....	2
1.1.1. Doğru ERP Sistemini Seçmek .....	3
1.1.2. Başarılı ERP Uygulaması İçin Stratejiler .....	5
<b>2. ÜRETİMDE SAHADAN VERİ TOPLAMA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Endüstri 4.0 Nedir? .....	8
2.2. Üretim Yürütme Sistemi (MES) .....	10
2.3. IoT ve IIoT .....	10
2.4. ERP Sistemlerde Standardizasyon .....	12
2.4.1. ISA-95 Standardizasyonu ve Yapısı .....	13
2.4.2. RAMI 4.0 .....	14
2.4.3. ERP Standardizasyonu ve RAMI 4.0 İlişkisi.....	15
2.5. Sahadan Veri Toplama Yöntemleri .....	17
2.6. Sahadan Veri Toplamanın ERP ile Entegrasyonunun Faydaları .....	17
<b>3. SAHADAN VERİ TOPLAMA MANUEL VERİ GİRİŞİ.....</b>	<b>18</b>
3.1. Manuel Veri Girişi Alternatifleri .....	18
3.1.1. Tablet .....	18
3.1.2. Kiosk .....	19
3.1.3. Telefon .....	20
3.2. Sahadan Veri Toplamada Manuel Veri Giriş Karşılaştırmaları.....	21
<b>4. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>22</b>
<b>5. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>
5.1. Sahadan Veri Toplama ve Üretim Süreç Yönetimi .....	25
5.1.1. Kiosk kullanarak veri toplama modeli .....	29
5.1.2. Tablet kullanarak veri toplama modeli .....	31
5.1.3. Telefon kullanarak veri toplama modeli .....	32
5.2. Değerlendirilen Alternatif ve Kriterler .....	34
5.3. Kriter Tutarlılıkları .....	34
5.4. TOPSIS Yöntemi Uygulama .....	38
5.5. BTA Yöntemi Uygulama ve Karşılaştırma .....	41
5.6. Duyarlılık Analizi .....	42

Duyarlılık analizi, kriter ağırlıklarının değişiminden kaynaklanan sıralama farklılıklarını incelemek için kullanılır. ....	42
<b>6. ARAşTIRMA SONUÇLARI VE TARTIşMA.....</b>	<b>44</b>
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>45</b>
<b>8. KAYNAKLAR.....</b>	<b>46</b>





## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

Ci	Tutarlılık Göstergesi
CR	Tutarlılık Oranı
Ri	Rassal İndeks
$\lambda$	Temel Değer Katsayısı
$\lambda_{max}$	En Yüksek Öz Değer
inç	İngiliz uzunluk ölçü birimi
w	Özvektör

### Kısaltmalar

AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
AI	Artificial Intelligence (Yapay Zeka)
AR	Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
Atiker	Atiker ERP Yazılımı
BTA	Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi
Clomoso	Cloud Mobile System
CRM	Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)
IEC	International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
IIoT	Industrial Internet of Things (Endüstriyel Nesnelerin İnterneti)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISA-95	International Standard for the Integration of Enterprise and Control Systems (İşletme ve Kontrol Sistemlerinin Entegrasyonuna Yönelik Uluslararası Standart)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
İsg	İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği
MES	Manufacturing Execution System (Üretim Yönetim Sistemi)
MRP	Manufacturing Resources Planning (İmalat Kaynak Planlaması)
PLC	Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)
RAMI	Reference Architectural Model Industry (Referans Mimari Modeli Endüstrisi)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekansıyla Tanımlama)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi)
SQL	Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language)
TOPSIS	Technique for Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution
VIKOR	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)
VR	Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)

## 1. GİRİŞ

ERP sistemleri, dünya genelinde kabul görmüş ve işletmelerin iş süreçlerini entegre etmek için önemli bir yapı olarak kabul edilmektedir. Ancak, bu sistemlerin doğru konumlandırılması ve uyarlanması kritik öneme sahiptir. ERP sistemleri, işletmelerin süreçlerini daha verimli hale getirebilmesi, doğru veri toplama ve analiz yapabilmesi için hayati bir role sahiptir. Ancak, bu yapıların uyarlanma süreci zaman ve emek gerektiren uzun bir süreçtir. Hatalı tercihler yapılması durumunda, uyarlama süreçleri yanlış yönlere kayabilir ve işletmeler başlangıçtan itibaren verimsiz bir yapı ile karşılaşabilir. Özellikle üretim süreçleri bu dönemde devam ettiği için, uyarlama sürecinin eş zamanlı olarak işletme süreçlerine zarar vermeden yürütülmesi gerekmektedir.

Bugüne kadar birçok işletmede monolitik temelli eski ERP yapılarına rastlanmıştır. Bu eski yapıların entegrasyonları zorlu süreçler gerektirirken, günümüzde daha modern ve standardizasyon temelli sistemler ön plana çıkmaktadır. Özellikle, Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte veri toplama, depolama, analiz etme ve gruplayarak anlamlandırma süreçleri daha da önem kazanmıştır. Bu süreçlerde uyum sağlanması gereken önemli standartlardan biri, ISA-95'dir. ISA-95 standardı, veri ve süreçlerin bütünlük bir şekilde yönetilmesini sağlayarak işletmelerin daha verimli çalışmasına olanak tanır.

Günümüzde rekabetin giderek arttığı, iş ortamlarının daha karmaşık ve dinamik hale geldiği bir dönemdeyiz. İşletmeler, hızlı bir şekilde değişen pazar taleplerine yanıt verebilmek ve rekabetçi kalabilmek için sürekli olarak süreçlerini iyileştirmek ve kaynaklarını daha verimli yönetmek zorundadır. Bu bağlamda, ERP sistemlerinin işletmeler için sağladığı fayda daha da önem kazanmaktadır. ERP sistemleri, iş süreçlerini entegre ederek bilgiye dayalı kararların verilmesini sağlar ve verimliliği artırır. İşletmelerin sahip olduğu en değerli varlıklardan biri olan bu sistemler, doğru yapılandırıldığında süreçlerin hızlanmasını, kaynakların etkin kullanılmasını ve maliyetlerin azaltılmasını sağlar.

ERP sistemlerinin modern iş süreçlerinde kritik bir rolü bulunmaktadır. Özellikle Endüstri 4.0'ın getirdiği veri toplama, işleme ve analiz süreçleri, işletmelerin rekabetçi kalabilmesi için ERP sistemlerinin gücünden yararlanmalarını gerektirmektedir.

Ancak, bu sistemlerin doğru şekilde uyarlanması ve doğru kriterlere göre konumlandırılması, işletmenin uzun vadeli başarısı için büyük önem taşır. Aksi takdirde, süreçlerin verimsizleşmesi ve işletmenin performans kaybı yaşaması kaçınılmaz olabilir.

Bu nedenle, ERP sistemlerinin stratejik olarak konumlandırılması ve sürekli olarak iyileştirilmesi, işletmelerin günümüzün dinamik ve rekabetçi iş ortamında başarılı olabilmesi için elzem görünmektedir.

### 1.1. ERP Nedir?

Günümüzde, yüksek rekabet piyasasında, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri, kaynaklarını etkin ve verimli kullanabilmelerine bağlıdır (Bayraktar & Efe, 2006a). ERP (Enterprise Resource Planning, Kurumsal Kaynak Planlama), bir işletmenin tüm departmanlarını entegre eden ve yönetimini kolaylaştıran bir yazılım sistemidir. Finans, muhasebe, insan kaynakları, tedarik zinciri yönetimi, üretim, satış ve pazarlama gibi birçok farklı işlevi kapsar (Şekil 1-1).



Şekil 1-1 – ERP yapısı

İş süreçlerinin yüksek standartlarını korumada önemli rolü olan ERP sistemleri, işletmelerin verimliliğini artırmak, maliyetleri azaltmak, karar alma süreçlerini iyileştirmek ve rekabet avantajı elde etmek için kullanılır (Kwon & Lee, 2001).

- Entegrasyon: ERP, farklı departmanlardaki iş süreçlerini ve verileri tek bir merkezi veri tabanında birleştirir. Bu, bilgi paylaşımını kolaylaştırır, veri

tutarlılığını sağlar ve işletmenin bütünsel bir görünümünü sağlar (Yegül, 2003).

- Verimlilik ve İş Süreçleri Optimizasyonu: ERP sistemleri, işletmelerin süreçlerini otomatikleştirir ve standartlaştırarak verimliliği artırır (Çakır ve ark., 2024). Tekrarlanan işleri azaltır, zaman kaybını en aza indirir ve iş süreçlerini optimize eder.
- Karar Alma Desteği: ERP sistemleri, gerçek zamanlı verilere dayalı analizler ve raporlama araçları sağlayarak yöneticilere daha bilinçli kararlar almalarına yardımcı olur. Bu, işletme performansını izleme, analiz etme ve stratejik kararlar alma sürecini iyileştirir (Yontar, 2014).
- Maliyet Azaltma: ERP sistemleri, iş süreçlerini optimize ederek atık ve gereksiz maliyetleri azaltabilir. Daha iyi envanter yönetimi, verimli kaynak kullanımı ve operasyonel verimlilik sağlar. Ayrıca tek sistem üzerinde ilerlemek, birden fazla sistemin öğrenilmesi yönünden zaman tasarrufu sağlayacaktır (Ozel & Türkel, 2018).
- Müşteri Hizmetleri Geliştirme: Bazı ERP sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) modüllerini içerir. Bu modüller, müşteri ilişkilerini güçlendirir, satış fırsatlarını artırır, tedarikçi iletişiminin kalitesini ve müşteri memnuniyetini artırır (Özdemir, 2009).
- Rekabet Avantajı: İyi bir ERP sistemi, işletmeye rekabet avantajı sağlar. Sektörel anlamda uzmanlaşmış bir ERP yapısı bu avantajı yükseltici etkiye sahiptir (Baloglu, 2017). Daha verimli iş süreçleri, daha hızlı tepki süreçleri ve daha iyi müşteri ilişkileri, işletmeyi rakiplerinden ayırabilir.

### 1.1.1. Doğru ERP Sistemini Seçmek

Dijital dönüşümü de destekleyen Endüstri 4.0 kapsamında, doğru ERP sistemini seçmek, bir işletmenin başarısı için kritik öneme sahiptir (Güdek, 2023). İşletmelerin ihtiyaçları, süreçleri ve hedefleri farklı olduğundan, doğru ERP seçimi işletmenin gereksinimlerine en iyi şekilde uyacak bir çözüm bulmayı gerektirir.

Doğru ERP sistemini seçmek için dikkate alınması gereken bazı önemli adımlar:

- İşletme Gereksinimlerini Belirleme: İlk adım, işletmenin mevcut ve gelecekteki gereksinimlerini belirlemektir. Hangi iş süreçlerinin iyileştirilmesi gerektiği, hangi departmanların entegre edilmesi gerektiği, ölçeklenebilirlik ve esneklik gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Bütçe Belirleme: ERP sistemleri genellikle yüksek maliyetlidir, bu nedenle işletmenin bütçesi önemli bir faktördür. Hem yazılımın satın alınması hem de uygulanması için gereken maliyetler dikkate alınmalıdır.
- Fonksiyonel ve Teknik Gereksinimleri Değerlendirme: İşletmenin ihtiyaç duyduğu fonksiyonel ve teknik özellikleri belirlemek önemlidir. Finans, muhasebe, insan kaynakları, tedarik zinciri yönetimi gibi hangi modüllerin gerektiği ve yazılımın hangi teknolojik gereksinimlere uygun olması gerektiği gibi konular değerlendirilmelidir.
- Referans Kontrolü ve Araştırma: ERP sağlayıcılarının referanslarına ve müşteri geri bildirimlerine dikkatlice bakmak, sistemin performansı ve güvenilirliği hakkında fikir sahibi olmanıza yardımcı olabilir.
- Özelleştirme ve Esneklik: İşletmenin özel gereksinimlerini karşılayacak kadar esneklik sunan bir ERP sistemi seçmek önemlidir. Yazılımın özelleştirme yetenekleri, işletmenin değişen ihtiyaçlarına uyum sağlamasına yardımcı olabilir. ERP sistemlerini önemli kılan zengin özelleştirme potansiyelidir (Klaus et al., 2000).
- Kullanıcı Dostu Arayüz ve Eğitim: ERP sistemi, tüm işletme personelinin kullanabileceği kadar kullanıcı dostu olmalıdır. Ayrıca, sağlayıcı tarafından sunulan eğitim ve destek hizmetleri de önemlidir.
- Uygulama ve Entegrasyon Kolaylığı: ERP sisteminin işletmeye entegrasyonu ve uygulanması kolay olmalıdır. Üretim yapılan işletmelerde bilgilerin entegrasyonu daha karmaşık olabilir (Tunalı, 2005). Karmaşık entegrasyon süreçleri veya uzun uygulama süreleri işletme için maliyetli olabilir.
- Güvenlik ve Uyum: Güvenlik standartlarına uygun olmak ve sektörel düzenlemelere uyum sağlamak önemlidir. Özellikle hassas verilerle çalışan işletmeler için güvenlik konusu kritik bir öneme sahiptir.

Doğru ERP sistemini seçmek, işletmenin rekabet avantajını artırabilir ve operasyonel verimliliği artırabilir. Bu nedenle, ERP seçimi titizlikle yapılmalı, işletmenin gereksinimleri ve hedefleri ile uyumlu bir çözüml bulunmalıdır.

### 1.1.2. Başarılı ERP Uygulaması İçin Stratejiler

İşletmelerin bu stratejilere dikkatle uyması, ERP uygulamasının başarısını artırabilir ve beklenen faydaların elde edilmesine yardımcı olabilir.

- **İşletme İhtiyaçlarını Belirleme ve Hedefler Belirleme:** Başarılı bir ERP uygulamasının temeli, işletmenin ihtiyaçlarını ve hedeflerini net bir şekilde belirlemektir. Hangi iş süreçlerinin iyileştirilmesi gerektiği, hangi departmanların entegre edilmesi gerektiği ve uygulamanın ne tür faydalar sağlaması gerektiği gibi konular netleştirilmelidir. Bu kontrol yapılarının piyasadan gelecek taleplere karşılık verebilecek düzeyde tutulması önemlidir (Aydoğan & Asal, 2009).
- **Üst Yönetim Desteği ve Katılımı:** ERP uygulaması, işletmenin üst düzey yönetimi tarafından desteklenmelidir. Üst yönetimin aktif katılımı ve desteği, uygulamanın başarısını artırır ve organizasyonel değişimi yönetmek için önemlidir.
- **Uygun ERP Sağlayıcısını Seşme:** Doğru ERP sağlayıcısını seçmek kritik öneme sahiptir. Sağlayıcının tecrübesi, referansları, ürün özellikleri, destek hizmetleri ve maliyetleri gibi faktörler dikkate alınmalıdır.
- **Eğitim ve Hazırlık:** ERP uygulaması öncesinde, personelin eğitimi ve hazırlığı önemlidir. Kullanıcıların sistemi etkin bir şekilde kullanabilmeleri için kapsamlı eğitim programları düzenlenmeli ve kullanıcılar sürece dahil edilmelidir.
- **İyi Bir Proje Yönetimi:** ERP uygulaması karmaşık ve zaman alıcı bir süreç olabilir. İyi bir proje yönetimi, zamanı, kaynakları ve bütçeyi etkin bir şekilde yönetmeyi sağlar. Proje ekibinin iyi bir şekilde yönetilmesi ve iletişimin sağlanması da önemlidir.
- **Modüler ve Aşamalı Uygulama:** Büyük ölçekli ERP uygulamaları genellikle modüler ve aşamalı olarak gerçekteştirilir. Tüm sistemi tek seferde uygulamak

yerine, işletmenin ihtiyaçlarına göre modüllerin aşamalı olarak uygulanması daha etkili olabilir.

- Veri Yönetimi ve Göç Stratejisi: Mevcut verilerin doğru bir şekilde yönetilmesi ve yeni sisteme aktarılması önemlidir. Veri göçü stratejisi, verilerin doğru ve güvenilir bir şekilde aktarılmasını sağlar.
- Sürekli İyileştirme ve Destek: ERP uygulaması tamamlandıktan sonra, sürekli iyileştirme ve destek süreci önemlidir. Sistemdeki sorunları çözmek, yeni gereksinimlere uyum sağlamak ve personelin sürekli olarak eğitilmesi gereklidir.



## 2. ÜRETİMDE SAHADAN VERİ TOPLAMA

ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemlerinde sahadan veri toplama, işletme süreçlerinin verimliliği ve doğruluğu açısından kritik bir role sahiptir. Sahadan veri toplama, üretim hattından, makinelerden, sensörlerden veya çalışanlardan gerçek zamanlı bilgi alınarak bu verilerin ERP sistemine entegre edilmesini içerir. Bu, işletmenin operasyonel etkinliğini artırır ve karar alma süreçlerini daha bilinçli hale getirir.

- Gerçek Zamanlı İzleme ve Yönetim: Sahadan veri toplama, işletmenin üretim, lojistik, kalite kontrol gibi süreçlerini gerçek zamanlı olarak takip etmesini sağlar. Makine çalışma durumu, arıza bilgileri, üretim miktarları gibi kritik veriler anında ERP 'ye iletilerek hızlı müdahale olanağı sunar.
- Hata ve Kayıpları Azaltma: Elle veri girişi hatalara açık bir yöntemdir. Otomatik veri toplama sistemleri, bu hataları ortadan kaldırır. Örneğin, üretim hattındaki duruş süreleri, enerji tüketimi veya kalite sapmaları anında tespit edilerek kayıplar minimize edilir.
- Verimlilik Artışı: Sahadan alınan veriler sayesinde üretim süreçlerinin darboğazları, gereksiz bekleme süreleri ve düşük verimli alanlar tespit edilebilir. ERP üzerinden bu veriler analiz edilerek süreçlerin optimize edilmesi sağlanır.
- Veri Doğruluğu ve Bütünlüğü: Sahadan otomatik olarak toplanan veriler, doğru ve tutarlı bilgi sağlar. Bu, ERP 'deki raporlama ve analiz sonuçlarının güvenilir olmasını ve daha iyi kararlar alınmasını mümkün kılar.
- Karar Alma Sürecini Güçlendirme: ERP 'ye entegre edilen sahadan gelen veriler, yöneticilerin operasyonel kararlarını daha sağlam verilere dayandırmasına olanak tanır. Örneğin, gerçek zamanlı üretim verilerine göre tedarik zinciri yönetimi veya üretim planlaması yapılabilir.
- Kalite Kontrol ve İzlenebilirlik: Ürün kalitesini etkileyen tüm üretim parametreleri sahadan toplanabilir (örneğin sıcaklık, basınç, üretim zamanı). Bu, ürün yaşam döngüsü boyunca tam izlenebilirlik sağlar ve kalite standartlarının korunmasına yardımcı olur.
- Yasal Uyum ve Raporlama Kolaylığı: Özellikle gıda, ilaç veya otomotiv sektörlerinde, sahadan toplanan veriler yasal uyumluluk raporları için kritik



önemdedir. ERP sisteminde bu veriler düzenlenerek denetim süreçlerini kolaylaştırır.





- Bakım Yönetimi ve Arıza Önleme: Sahadan toplanan makine verileri, ERP 'de bakım modüllerine entegre edilerek arıza öncesi bakım planlaması yapılmasını sağlar. Örneğin, titreşim veya sıcaklık verileri analiz edilerek proaktif bakım önlemleri alınabilir.
- İş Sağlığı ve Güvenliği (İsg): Çalışanların güvenliği için sahadan veri toplama önemlidir. Örneğin, tehlikeli ortamlarda çalışan makinelerden alınan verilerle anında uyarılar gönderilebilir. ERP, bu verileri analiz ederek İsg raporlarını oluşturabilir.

## 2.1. Endüstri 4.0 Nedir?

Endüstri 4.0, üretim ve sanayi süreçlerinde dijitalleşme ve otomasyonun yeni bir aşamasını ifade eden bir terimdir. Kurulumu kolay sayılan, değiştirilebilirliği olan bu kavram, üretim süreçlerinin daha akıllı, daha bağlantılı ve daha verimli hale gelmesini hedefler (Salik Ata, 2024). Endüstri 4.0, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerle üretim süreçlerini akıllı ve otonom hale getiren dijital dönüşüm devrimidir (Şekil 2-1).

Endüstri 4.0'ın ana bileşenleri şunlardır:

- Nesnelerin İnterneti (IoT): Üretim makineleri, sensörler ve diğer ekipmanların internet üzerinden birbirleriyle ve merkezi sistemlerle iletişim kurmasını sağlar. Bu, gerçek zamanlı veri toplama ve analizini mümkün kılar.
- Büyük Veri ve Analitik: Üretim süreçlerinden ve makinelerden elde edilen büyük miktarda verinin analiz edilmesi. Bu veriler, üretim süreçlerini optimize etmek, arızaları tahmin etmek ve genel performansı artırmak için kullanılır.
- Bulut Bilişim: Verilerin ve uygulamaların internet üzerinden erişilebilir hale gelmesini sağlar. Bu, verilerin merkezi bir yerde saklanmasını ve çeşitli cihazlardan erişilmesini mümkün kılar.

			
<b>Endüstri 1.0</b> Mekanik dokuma tezgahı, su ve buhar gücü	<b>Endüstri 2.0</b> İlk üretim hattı, elektrik enerjisi ile seri üretim	<b>Endüstri 3.0</b> İlk programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) Elektronik ve IT'nin otomasyon için kullanımı	<b>Endüstri 4.0</b> Siber-fiziksel sistemlere dayalı gerçek objeleri bilgiyle irtibatlandırma, sanal obje ve süreçleri internet ile irtibatlandırma
1784	1870	1969	Bugün

Şekil 2-1 - Endüstri devrimi

- **Siber-Fiziksel Sistemler:** Fiziksel üretim süreçlerini dijital sistemlerle entegre eden ve gerçek zamanlı kontrol sağlayan sistemlerdir. Örneğin, bir makinenin performansını izleyen sensörler ve bu verileri işleyen yazılımlar.
- **Yapay Zekâ (AI) ve Makine Öğrenmesi:** Üretim süreçlerini optimize etmek, otomatik kararlar almak ve öngöründe bulunmak için kullanılan algoritmalarıdır. AI, üretim hatalarını tahmin etmek ve bakım gereksinimlerini belirlemek için kullanılabilir.
- **Otonom Sistemler ve Robotlar:** Üretim sürecinde insan müdahalesi olmadan çalışan robotlar ve otomatik sistemler. Bu, üretim hızını artırabilir ve insan hatalarını azaltabilir.
- **Akıllı Üretim:** Esnek üretim sistemlerinin ve özelleştirilebilir üretim süreçlerinin uygulanması. Üretim süreçleri, talebe göre hızla ayarlanabilir ve özelleştirilebilir. Akıllı üretim, akıllı makine ve akıllı hizmetler burada etkin ayaklardır (Valeske et al., 2020).
- **Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR):** Üretim süreçlerini simüle etmek, tasarımları görselleştirmek ve çalışanlara eğitim vermek için kullanılır.

Endüstri 4.0, daha esnek, verimli ve ekonomik üretim süreçleri oluşturmayı hedefler. Ayrıca, üretim ve tedarik zincirindeki tüm aşamaların daha iyi entegre edilmesini ve daha hızlı tepki verme yeteneğini sağlar.

## 2.2. Üretim Yürütme Sistemi (MES)

MES, "Manufacturing Execution System" (Üretim Yürütme Sistemi) kısaltmasıdır. MES, üretim süreçlerini izlemek, kontrol etmek ve optimize etmek için kullanılan bir yazılım sistemidir. Genellikle üretim ortamlarında, üretim süreçlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yönetilmesi amacıyla kullanılır. MES, ISA-95 'in operasyonel yapısını takip eden, üretimde gerçek verilere sahip olabilen bir yapıdır (Mantravadi, Srai, ve ark., 2020). MES, üretim sürecini daha şeffaf hale getirir ve verimliliği artırır, aynı zamanda üretimle ilgili kararları daha hızlı ve daha bilgiye dayalı almayı sağlar.

MES 'in bazı ana işlevleri şunlardır:

- Üretim Takibi: Üretim süreçlerini izler, iş emirlerinin durumunu takip eder ve üretim hatlarındaki gerçek zamanlı verileri sağlar.
- Kalite Yönetimi: Ürün kalitesini izler, kalite kontrollerini yönetir ve hata ayıklama için veri sağlar.
- Envanter Yönetimi: Hammaddeler, yarı mamuller ve bitmiş ürünlerin envanterini yönetir, stok seviyelerini izler.
- İş Gücü Yönetimi: Çalışanların performansını ve iş yükünü izler, iş gücü planlamasını destekler.
- Makine ve Ekipman Yönetimi: Makine ve ekipmanların durumunu izler, bakım gereksinimlerini takip eder.
- Veri Analizi ve Raporlama: Üretim verilerini analiz eder ve performans raporları oluşturur.

## 2.3. IoT ve IIoT

Gelecekte bilgisayarların yerini alacağı düşünülen akıllı teknolojiler olan IoT, fiziksel cihazların, sensörlerin, yazılımların ve ağların internet üzerinden birbirinden veri toplamasını, paylaşmasını ve işlemesini sağlayan bir sistemdir (Jan Tichý, 2017).

Gündelik yaşamda kullanılan cihazlar arasında iletişim kurarak hayatı kolaylaştırmayı hedefler. Ayrıca tehlikeli sayılan operasyonlarda yenilikçi, az insan katılımlı ve güvenli bir çalışma ortamı sunan, otomatikleştirmeye dönük yapılardır (Farooq ve ark., 2023). Örnekler:

- Akıllı ev sistemleri (akıllı termostatlar, aydınlatma, güvenlik kameraları)
- Giyilebilir cihazlar (akıllı saatler, sağlık takip cihazları)
- Akıllı şehir uygulamaları (trafik yönetimi, enerji tasarrufu)

IIoT, IoT'nin endüstriyel uygulamalar için özelleşmiş bir versiyonudur. Üretim, enerji, lojistik gibi sektörlerde cihazların ve makinelerin bağlantılı hale gelerek daha verimli çalışmasını sağlar. IIoT genellikle iş süreçlerini optimize etmek, üretkenliği artırmak ve maliyetleri düşürmek için kullanılır. Örnekler:

- Akıllı fabrikalar (Endüstri 4.0'ın temel taşlarından biri)
- Otomasyon sistemleri (robotlar, makine izleme sistemleri)
- Enerji sektöründe akıllı şebekeler (smart grids)

IoT, günlük yaşamı kolaylaştırırken; IIoT, endüstriyel süreçlerde devrim yaratır ve geleneksel üretim endüstrisini değiştirme potansiyeline sahiptir (Mantravadi, Schnyder, et al., 2020). İkisi arasındaki sınırlar giderek belirsizleşse de hedef kitleleri ve kullanım senaryoları farklıdır. Birlikte çalıştıklarında hem bireyler hem de işletmeler için daha entegre ve verimli bir sistem sağlayabilirler (Çizelge 2-1).

Çizelge 2-1 - Iot ve IIoT farkları

Kriter	IoT	IIoT
<b>Hedef Kullanıcılar</b>	Tüketiciler (bireysel kullanıcılar)	İşletmeler, endüstriyel kuruluşlar
<b>Odak Noktası</b>	Kullanıcı deneyimini geliştirmek	Operasyonel verimlilik ve maliyet azaltımı
<b>Veri Hassasiyeti</b>	Daha az kritik veriler	Güvenlik ve gizlilik açısından kritik veriler
<b>Dayanıklılık</b>	Genel kullanım cihazları (daha basit)	Endüstriyel ortamlara uygun, dayanıklı cihazlar
<b>Bağlantı</b>	Ev Wi-Fi ağları	Daha karmaşık ve güvenli bağlantı protokolleri
<b>Gelişmiş Analitik</b>	Genellikle bulut tabanlı ve kullanıcı odaklı	Yapay zekâ, büyük veri ve makine öğrenimi entegrasyonu

## 2.4. ERP Sistemlerde Standardizasyon

ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemlerinde standardizasyon büyük bir öneme sahiptir, çünkü bu sistemlerin temel amacı işletme süreçlerini entegre etmek, optimize etmek ve daha verimli hale getirmektir. İşte ERP sistemlerinde standardizasyonun başlıca faydaları:

- **Süreçlerin Birleştirilmesi ve Tutarlılık:** Standardizasyon, işletmedeki tüm departmanların aynı süreçleri, formatları ve kuralları takip etmesini sağlar. Bu, bilgi akışında tutarlılık ve doğruluğu artırır. Örneğin, farklı bölümlerin aynı veri formatlarını ve terminolojiyi kullanması, raporlamada karışıklıkların önüne geçer.
- **İşletme Verimliliğini Artırır:** Standart süreçler sayesinde gereksiz tekrarlar, uyumsuzluklar ve manuel işlemler azalır. Bu da iş akışlarının daha hızlı ve sorunsuz işlemesine katkı sağlar. Özellikle büyük işletmelerde, süreçlerin standartlaştırılması, çapraz departman iş birliğini kolaylaştırır.
- **Veri Kalitesini ve Doğruluğunu Sağlar:** Standardizasyon, ERP 'de kullanılan verilerin doğru, güncel ve kolay erişilebilir olmasını garanti eder. Bu sayede karar alma süreçlerinde daha güvenilir bilgiler kullanılabilir.
- **Eğitim ve Kullanıcı Adaptasyonunu Kolaylaştırır:** Standart süreçler ve ara yüzler, kullanıcıların ERP sistemini daha hızlı öğrenmesine yardımcı olur. Özellikle çok uluslu şirketlerde, farklı lokasyonlardaki çalışanların aynı standartları uygulaması, uyum sürecini hızlandırır.
- **Uyumluluk ve Denetim Kolaylığı:** Standardize edilmiş sistemler, yasal düzenlemelerle uyumlu çalışmayı ve denetim süreçlerini kolaylaştırır. Örneğin, mali raporlama veya veri koruma düzenlemelerine uygunluk sağlamak daha basit hale gelir.
- **Maliyetlerin Azaltılması:** Standart süreçler, ERP sisteminin bakım ve geliştirme maliyetlerini düşürür. Özelleştirme gereksinimlerini azaltır ve sistem güncellemeleri daha kolay uygulanabilir hale gelir.
- **Genişleme ve Esneklik:** İşletme büyüdükçe ya da yeni lokasyonlar eklendikçe, standart bir ERP sistemi kolayca ölçeklenebilir. Yeni iş süreçleri veya modüller eklemek, standardize edilmiş bir yapıda daha basit ve sorunsuz olur.

ERP sistemlerinde standardizasyon, işletme genelinde uyumlu, verimli ve doğru bir yapı oluşturmanın temel taşıdır. Ancak, standardizasyonun dikkatli bir şekilde uygulanması gerekir; aşırı standartlaştırma, işletmenin benzersiz gereksinimlerini karşılamayı zorlaştırabilir.

Bu sebeple, standartların belirlenmesinde esneklik ve uyum dengesini gözetmek önemlidir.

#### 2.4.1. ISA-95 Standardizasyonu ve Yapısı

Standartlar, dünya genelinde, çokça çalışmalar yapılan ve sürekli güncellenen yapılardır. Bu nedenle üzerinde hassasiyetle durulması gereken konulardandır (Kesici & Yıldız, 2024). ISA-95 (veya ANSI/ISA-95), endüstriyel otomasyon ve üretim süreçlerinde standardizasyon çerçevesi sunan bir standarttır. Özellikle üretim operasyonları ile işletme yönetim sistemleri arasında entegrasyonun sağlanması ve süreçlerin optimize edilmesi için kullanılır.

Endüstri 4.0 ve RAMI 4.0 gibi modern üretim paradigmaları ile doğrudan ilişkilidir. Dikkat edilmesi gereken nokta ISA-95 standardizasyonu, veri ve kontrol sistemlerinde IIoT için yetersiz kalabilir bu sebeple yönlendirilmesi gerekir (Mantravadi ve ark., 2023).

ISA-95, üretim yönetimi sistemleri (MES) ile iş yönetim sistemleri (ERP) arasındaki veri ve bilgi akışını düzenlemek için geliştirilmiş bir standarttır. Standart, iki ana amaç için tasarlanmıştır:

- 1- Farklı üretim sistemlerinin birbiriyle entegre çalışmasını sağlamak.
- 2- Üretim süreçlerini optimize etmek ve operasyonel verimliliği artırmak.

ISA-95'in Kapsamı ise şöyle özetlenebilir:

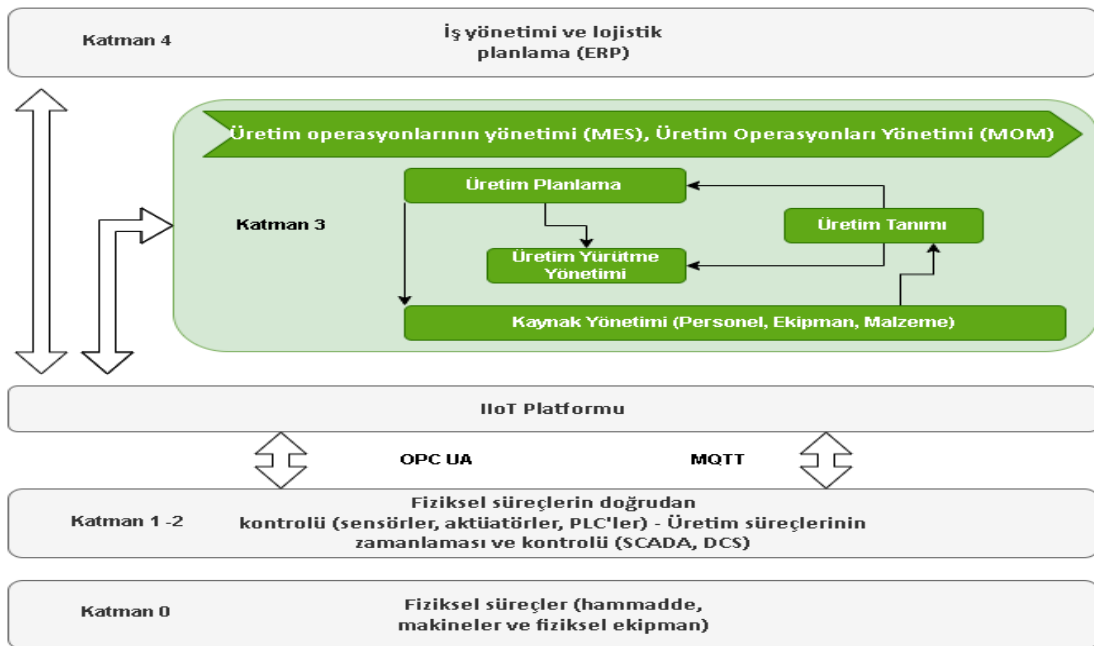
- Fonksiyonel Modeller: Üretim ve iş yönetimi arasındaki işlevsel süreçleri tanımlar.
- Bilgi Modelleri: Üretim süreçlerinden toplanan verilerin nasıl temsil edilmesi gerektiğini belirler.
- Entegrasyon Rehberi: MES ve ERP sistemleri arasında standardize edilmiş bir bağlantı sağlar.

Çizelge 2-2 - ISA 95 katmanları

Katman	Açıklama
Katman 0	Fiziksel süreçler (hammadde, makineler ve fiziksel ekipman)
Katman 1	Fiziksel süreçlerin doğrudan kontrolü (sensörler, aktüatörler, PLC'ler)
Katman 2	Üretim süreçlerinin zamanlaması ve kontrolü (SCADA, DCS)
Katman 3	Üretim operasyonlarının yönetimi (MES)
Katman 4	İş yönetimi ve lojistik planlama (ERP)

ISA-95, üretim sistemlerini beş farklı katmanda ele alır (Çizelge 2-2) ve bu katmanların işlevleri belirlenmiştir (Şekil 2-2).

Bu yapı, üretim operasyonlarının ve iş süreçlerinin entegrasyonunu kolaylaştırır. Bu katmanlar, sistemlerin kendi aralarındaki işlevsel bağlantılarını ve veri akışını standart hale getirir (Mantravadi ve ark., 2022).



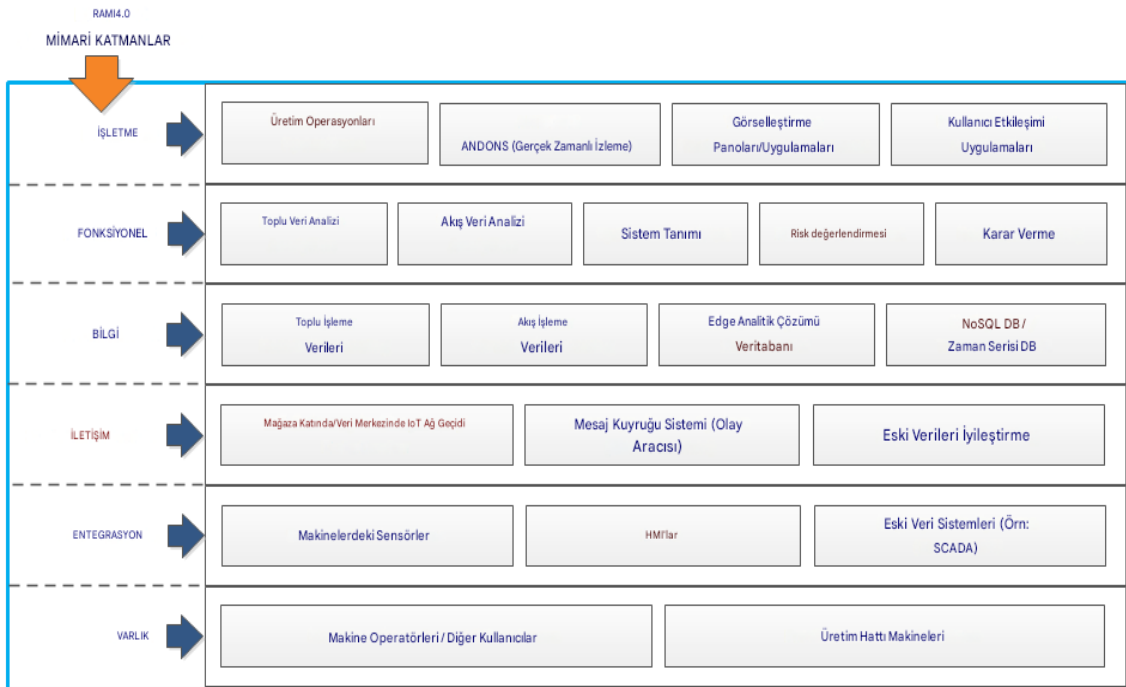
Şekil 2-2 - ISA-95 çalışma yapısı

#### 2.4.2. RAMI 4.0

RAMI 4.0 (Reference Architectural Model Industry 4.0), Endüstri 4.0 kapsamında işletmelerin dijitalleşme süreçlerini desteklemek için geliştirilen bir referans mimari modelidir. Bu model, üretim süreçlerini ve ürün yaşam döngülerini dijitalleştirerek verimliliği artırmayı ve uyumluluğu sağlamayı hedefler. RAMI 4.0, üç boyutlu bir

referans modeli sunar (Şekil 2-3) ve bu model, Endüstri 4.0 sistemlerinin çeşitli katmanlarını, işlevsel alanlarını ve yaşam döngülerini kapsar. Ana unsurlar şunlardır:

- Katmanlar (Layers): İş süreçlerinden fiziksel cihazlara kadar çeşitli seviyeleri ifade eder.
- Yaşam Döngüsü ve Değer Akışı (Life Cycle and Value Stream): Ürünlerin fikir aşamasından geri dönüşümüne kadar olan süreçleri içerir.
- Hiyerarşi Seviyeleri (Hierarchy Levels): Endüstriyel süreçlerin farklı seviyelerini (ör. saha cihazları, sistemler, şirket seviyeleri) kapsar.



Şekil 2-3 - RAMI 4.0 mimari katmanları

RAMI 4.0, standartlaşma ve entegrasyon süreçlerine odaklanır. Bu model sayesinde işletmeler, Endüstri 4.0 uygulamalarını hayata geçirirken ortak bir referans çerçevesi kullanabilir.

### 2.4.3. ERP Standardizasyonu ve RAMI 4.0 İlişkisi

ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemleri, RAMI 4.0'ın hedeflerine ulaşmada önemli bir araçtır. RAMI 4.0'ın sunduğu çerçeve, ERP sistemlerinin Endüstri 4.0 ile



uyumlu bir şekilde çalışabilmesi için gereklidir. Bu bağlamda, ERP standardizasyonunun RAMI 4.0 ile ilişkisi şu şekildedir:

1. Dijital Entegrasyon RAMI 4.0'ın temelinde yer alan katmanlar, ERP sistemlerinin tüm üretim ve iş süreçleriyle uyumlu çalışmasını sağlar. Standartlaştırılmış ERP sistemleri, fabrika otomasyonu, IoT cihazları ve iş zekâsı araçlarıyla entegrasyonu kolaylaştırır.
2. Veri Yönetimi RAMI 4.0, ERP sistemlerinin iş süreçlerinden gelen verileri standart bir formatta toplamasını ve işlemlerini sağlar. Bu, farklı sistemlerden gelen verilerin tek bir dilde konuşmasını mümkün kılar.
3. Süreç Standardizasyonu RAMI 4.0, ERP 'nin tüm süreçlerde (üretim, lojistik, bakım, kalite kontrol vb.) aynı standartları uygulayarak verimliliği artırmasına olanak tanır. Standartlaştırılmış ERP sistemleri, RAMI 4.0'ın yaşam döngüsü yönetimiyle uyumlu çalışır.
4. Esneklik ve Ölçeklenebilirlik RAMI 4.0, ERP sistemlerinin modüler bir yapıda çalışmasını teşvik eder. Bu da ERP 'nin yeni süreçlere veya değişen iş gereksinimlerine hızla uyum sağlamasını kolaylaştırır.
5. Uluslararası Uyumluluk RAMI 4.0, uluslararası standartlar (ör. Iec 62890, Iso 9001) üzerine inşa edilmiştir. Bu, ERP sistemlerinin küresel pazarda daha uyumlu bir şekilde kullanılmasını sağlar.

ERP Standardizasyonunun RAMI 4.0 için Faydaları şöyle özetlenebilir:

- Verimlilik Artışı: Standart bir ERP sistemi, RAMI 4.0 ile uyumlu süreçlerin sorunsuz bir şekilde çalışmasını sağlar.
- Hızlı Uygulama: RAMI 4.0'a uygun ERP sistemleri, Endüstri 4.0'a geçiş sürecini hızlandırır.
- Maliyet Azaltma: Standartlaştırılmış bir ERP yapısı, entegrasyon ve bakım maliyetlerini düşürür.
- Uyumluluk ve Denetim: Hem yasal düzenlemelere hem de Endüstri 4.0 standartlarına daha kolay uyum sağlanır.

RAMI 4.0 ve ERP standardizasyonu, Endüstri 4.0'ın dijitalleşme hedeflerini gerçekleştirmek için birbiriyle doğrudan ilişkilidir. RAMI 4.0'ın sunduğu standart çerçeve, ERP sistemlerinin dijital dönüşüm süreçlerinde kritik bir rol oynamasını sağlar.

## 2.5. Sahadan Veri Toplama Yöntemleri

- Sensörler ve IoT Cihazları: Üretim makinelerine veya süreçlere entegre edilen sensörler, sıcaklık, basınç, hız gibi verileri toplar.
- PLC ve SCADA Sistemleri: Endüstriyel otomasyon sistemlerinden gelen veriler ERP 'ye entegre edilebilir.
- Manuel Veri Girişi: Çalışanların tablet, kiosk veya mobil cihazlarla verileri ERP 'ye aktarması.
- RFID ve Barkod Sistemleri: Lojistik ve envanter yönetiminde kullanılan bu sistemler, ERP için otomatik veri sağlar.

## 2.6. Sahadan Veri Toplamının ERP ile Entegrasyonunun Faydaları

- Daha Verimli Operasyonlar: ERP, sahadan alınan verileri analiz ederek süreçlerin optimize edilmesini sağlar.
- Daha İyi Maliyet Yönetimi: Gereksiz kaynak kullanımı önlenir, arıza maliyetleri düşürülür.
- Hızlı ve Doğru Kararlar: Verilere dayalı karar alma süreçleri hızlanır ve doğruluğu artar.
- Rekabet Avantajı: Dijitalleşen üretim süreçleri sayesinde işletme, sektörde rekabet avantajı kazanır.

ERP 'de sahadan veri toplama, işletme süreçlerinin gerçek zamanlı izlenebilirliğini sağlayarak verimliliği ve kaliteyi artırır. Üretimden lojistiğe kadar tüm iş süreçleri, doğru ve tutarlı verilere dayalı olarak daha iyi yönetilebilir. Özellikle Endüstri 4.0 uygulamalarında sahadan veri toplama, dijital dönüşümün kritik bir parçasıdır.

### 3. SAHADAN VERİ TOPLAMA MANUEL VERİ GİRİŞİ

#### 3.1. Manuel Veri Girişi Alternatifleri

Sahadan veri toplama için manuel veri girişine dayalı yöntemler arasında tabletler, kiosklar ve telefonlar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu cihazlar, çalışanların fiziksel olarak sahada yaptıkları işlemleri ERP veya diğer yönetim sistemlerine anında kaydetmelerini sağlar.

Aşağıda, bu yöntemlerin detayları, kullanım alanları, avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır:

##### 3.1.1. Tablet

Özellikler:

- Tabletler, sahada taşınabilirlik ve kolay kullanım imkânı sağlar.
- ERP sistemine özel olarak tasarlanmış mobil uygulamalar veya tarayıcı tabanlı platformlarla entegre çalışır.
- Çalışanlar, sahadaki üretim verilerini (ör. üretim miktarı, kalite kontrol sonuçları, makine durumu) kolayca kaydedebilir.
- Ortalama fiyat 850,00 \$

Kullanım Alanları:

- Üretim Hatları: Operatörler, üretilen ürün miktarını, hata oranlarını veya arızaları raporlayabilir.
- Lojistik: Depo çalışanları, stok hareketlerini veya teslimat bilgilerini girebilir.
- Kalite Kontrol: Numune test sonuçları ve denetim raporları kaydedilir.

Avantajları:

- Mobilite: Çalışanlar, sabit bir yere bağlı kalmadan veri girebilir.
- Geniş Ekran: Kullanıcı dostu arayüzlerle daha detaylı veri girişi yapılabilir.
- Çok Amaçlı Kullanım: Fotoğraf çekme, barkod okuma gibi ek işlevler sunabilir.

#### Dezavantajları:

- Kırılabilirlik: Zorlu endüstriyel ortamlarda hasar riski taşır.
- Maliyet: Tabletlerin satın alma ve bakım maliyetleri diğer cihazlara göre daha yüksektir.

### 3.1.2. Kiosk

#### Özellikler:

- Kiosklar, sabit bir konumda bulunan, dokunmatik ekranlı veri giriş cihazlarıdır.
- Genellikle üretim hatlarının veya depo giriş-çıkış noktalarının yakınına yerleştirilir.
- Çalışanlar, bir terminalde işlem yaparak ERP 'ye bilgi aktarır.
- Ortalama fiyat 1.200,00 \$

#### Kullanım Alanları:

- Vardiya Başlangıcı ve Bitimi: Çalışanlar, vardiya saatlerini ve görevlerini kaydedebilir.
- Üretim Raporlama: Üretilen miktar, kullanılan hammadde veya makine arızaları girilebilir.
- Envanter Yönetimi: Depo giriş-çıkış hareketleri kaydedilir.

#### Avantajları:

- Sağlamlık: Sanayi ortamlarında dayanıklıdır.
- Kesintisiz Erişim: Sürekli sabit bir konumda olduğu için tüm çalışanların kolayca erişimini sağlar.
- Kapsamlı Özellikler: Yazıcı, barkod okuyucu veya Rfid tarayıcı gibi entegre ekipmanlarla desteklenebilir.

#### Dezavantajları:

- Sabit Olma: Mobilite gerektiren işlerde kullanılamaz.
- Başlangıç Maliyeti: Kiosk kurulumu ve bakım maliyetleri yüksek olabilir.
- Alt Yapı : Bilgi işlem alt yapı ihtiyacı yatırımı yüksek olabilir.

### 3.1.3. Telefon

#### Özellikler:

- Çalışanların cep telefonları veya işletme tarafından sağlanan iş telefonları aracılığıyla veri girişi yapılır.
- Telefonlar genellikle ERP'ye bağlı mobil uygulamalar veya web arayüzleri üzerinden çalışır.
- Anlık mesajlaşma uygulamaları veya karekod tarama gibi özelliklerle de veri toplama sağlanabilir.
- Ortalama fiyat 500,00 \$

#### Kullanım Alanları:

- Mobil Çalışanlar: Saha ekipleri (örneğin, servis teknisyenleri veya teslimat sürücüleri) tarafından veri girilebilir.
- Bakım ve Arıza Bildirimi: Makinelerde tespit edilen sorunlar veya bakım ihtiyaçları kaydedilir.
- Hızlı Güncellemeler: Envanter hareketleri veya vardiya değişiklikleri anlık olarak bildirilir.

#### Avantajları:

- Hızlı Adaptasyon: Çalışanlar genellikle telefon kullanmaya aşina oldukları için eğitim gereksinimi azdır.
- Taşınabilirlik: Her çalışanın cebinde taşınabilir.
- Düşük Maliyet: Şirketin çalışanların kişisel cihazlarını Byod (Bring Your Own Device) politikası ile kullanması mümkün olabilir.

#### Dezavantajları:

- Güvenlik Sorunları: Çalışanların kişisel telefonlarında kurumsal verilerin işlenmesi güvenlik riskleri doğurabilir.
- Küçük Ekran: Büyük ve detaylı veri girişlerinde kullanıcı deneyimi sınırlı kalabilir.

### 3.2. Sahadan Veri Toplamada Manuel Veri Giriş Karşılaştırmaları

Tabletler, kioskler ve telefonlar sahadan manuel veri toplama için farklı ihtiyaçlara uygun çözümler sunar.

Tabletler, mobilite ve çok yönlülük gerektiren işlerde öne çıkar. Çizelge 3-1’te tablet, kiosk ve telefonun ana hatlarıyla kıyaslanması verilmektedir.

Çizelge 3-1 - Cihaz karşılaştırma tablosu

Yöntem	Avantajlar	Dezavantajlar	Kullanım Alanları
<b>Tablet</b>	Mobilite, geniş ekran, çok amaçlı	Kırılgan, maliyetli	Üretim, kalite kontrol, lojistik
<b>Kiosk</b>	Sağlamlık, ek donanım desteği	Sabit olma, kurulum maliyeti	Vardiya giriş, üretim raporlama
<b>Telefon</b>	Taşınabilirlik, düşük maliyet	Güvenlik riskleri, küçük ekran	Mobil çalışanlar, bakım ve servis

Kioskler, sabit ve dayanıklı bir çözüm sunarken yüksek hacimli veri girişleri için idealdir. Telefonlar, özellikle saha çalışanları için pratik ve hızlı bir yöntemdir. Kullanılacak yöntemin seçimi, işletmenin iş süreçlerine, bütçesine ve ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir.

#### 4. KAYNAK ARAŞTIRMASI

(Aslay, 2021), çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemi ile ürün seçiminde bir model çalışması yapmıştır.

(Aydoğan & Asal, 2009), analiz çalışmalarında üretim ve montaj hattı olan işletmeler üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Uyguladıkları anket sonuçlarına göre bir istatistiksel analiz çalışması yapmışlardır.

(Baloglu, 2017), çalışmasında ülkemizde inşaat sektöründe bilgi teknolojileri kullanımı üzerine bir çalışma yapmıştır.

(Bayraktar & Efe, 2006b), çalışmasında işletme yöneticileri için bir ERP seçimi yöntemi üzerinde çalışmıştır. Seçim için kritik konular üzerinde durarak detaylı bir inceleme yapmıştır.

(Çakır ve ark., 2024), araştırma çalışmalarında üretim yapan bir işletmede sahadan veri toplamada barkod okuyucu, endüstriyel bilgisayar, el terminalleri kullanarak bir dijital dönüşüm modellemesi üzerine çalışmışlar, üretim yürütme sistemini (MES) sahada uygulayarak, anlık takip ve hata azaltmayı amaçlamışlardır.

(Farooq ve ark., 2023), araştırma çalışmalarında IoT tabanlı bir işleyiş ve temel bileşenleriyle birlikte, IIoT katmanları, topolojilerini protokolleri ve cihazlarının alt yapı modellerini sunmaktadır. Bununla birlikte güvenlik açıkları ve alınabilecek önlemlerinde üzerinde durulmuştur. Bu sistemlerin uygulanmasındaki zorluklarda tartışılmıştır.

(Güdek, 2023), çalışmasında üretim yönetimi, kaynak planlaması, stratejik karar verme süreçleri, dijital dönüşüm ve sosyal sorumluluk projelerinin yürütülmesinde endüstrilere katkı sağlamayı ve endüstrilerin sahip olması gereken nitelikler ve standartlar konusunda öngörüler sunmaktadır.

(Jan Tichý, 2017), diploma tezi çalışmasında Endüstri 4.0 kapsamında, üretim yürütme sistemi (MES) ve üretim operasyon yönetimi (MOM) sistemlerinin analiz, tasarım ve uygulanması üzerine çalışmıştır. Üretim yürütme sistemi (MES) ve üretim operasyon yönetimini (MOM) tasarlayarak, PLC sistemlerinde aldığı veriyi doğrudan veri tabanına işleyen bir yapı üzerine çalışmıştır.

(Kesici & Yıldız, 2024), araştırmalarında farklı meslek gruplarında firmalarda araştırma ve anket çalışmaları yaparak, standartların sahip olunma ve uygulanma durumları analiz edilmiştir.

(Klaus ve ark., 2000), çalışmasında ERP yapısının tanımı yapılarak, paket programlardan farkları ele alınmıştır. Geniş kapsamlı, modüler ve yüksek özelleştirilebilir yapısıyla, işletme ihtiyaçları ve işletmenin tüm işlevlerinde çalışma prensiplerine değinilerek tanımlama yapılmıştır.

(Kwon & Lee, 2001), çalışmalarında ERP sistemlerinin, çevresel faktörlerin değişimlerine uyumu için bir destekleme sistemi sunmuşlardır.

(Mantravadi ve ark., 2020), çalışmalarında Endüstri 4.0 ile çalışan yapılarda, üretim yürütme sistemi (MES) ile entegre endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) cihazlarının kullanımından kaynaklanan zorlukları incelemiştir. Bu çalışmada RAMI4.0 modellemesine yer verilmiş, akıllı fabrika tasarlamak için önerilerde bulunmuşlar, endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) cihazlarının güvenliğinin nasıl uygulanacağına odaklanmışlardır.

(Mantravadi, Srail, ve ark., 2020), makalelerinde bir üretim işletmesinde yeniden tasarlanabilirlik için Isa 95 standardizasyonuna sahip üretim yürütme sistemlerinin (MES) rolünü araştırmaktadırlar. Endüstri 4.0 ve endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT) cihazlarına dayalı dijitalleşmeyi destekleyen çalışmada, bir akıllı fabrikada vaka örneğine dayalı Isa 95 ve MES işlevlerini yeniden tasarlanabilir yapıda birbirine bağlantı için kalite işlevi dağıtım yöntemini kullanmışlardır.

(Mantravadi ve ark., 2022), vaka çalışmalarında, üretim yürütme sistemi (MES) ve üretim operasyonları yönetimi (MOM) ile birlikte endüstriyel nesnelerin interneti cihazlarının (IIoT) etkin olduğu bir akıllı fabrikada, geliştirdikleri tasarım modellemeleri ile en uygun modeli belirlemeye çalışmaktadırlar.

(Mantravadi ve ark., 2023), ampirik veri toplamaya dayalı dört yıllık bir proje temelinde olan vaka çalışmalarında, tümevarımsal bir araştırma metoduyla, Endüstri 4.0 modelleri hakkında literatür araştırmaları ile çalışmalarını destekleyerek, endüstriyel nesnelerin interneti cihazları ile üretim yürütme sistemi (MES) ve üretim operasyon yönetimi (MOM) tasarımları ve kullanımları hakkındaki boşluğu incelemiştir.

(Opricovic & Tzeng, 2004), çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden VIKOR ve TOPSIS üzerinde, karşılaştırmalı bir analiz çalışması yapmışlardır. Bu iki yöntemin benzerlikleri ve farklılıkları hakkında karşılaştırmalı analiz yapmışlardır.



(Özel & Türkel, 2018), işletme ölçütlerini baz alarak en uygun ERP seçimi için AHP yöntemiyle bir yaklaşım çalışması yapmışlardır. Beş farklı kriter ile dört farklı firma seçimi üzerinde çalışmışlardır.

(Özdemir, 2009), çalışmasında ERP uygulaması kullanan firmalarda performans değişimleri üzerine bir algı analiz çalışması yapmıştır.

(Saaty, 1990), makalesinde çok kriterli karar verme yaklaşımı olan analitik hiyerarşi süreciyle ilgili tanımları yapmış. Bu teorinin mantığı, ölçüm metodu, özellikleri ve uygulanması hakkında bilgi vermiştir.

(Salik Ata, 2024), makalesinde Endüstri 4.0 kavramı hakkında bilgi verilerek temel özellikleri, avantajları, dezavantajları, bileşenleri, çalışma hayatına kazandırdığı yeni meslekler, Türkiye'nin bu kavrama geçiş süreci ve yapması gerekenler ele alınmıştır.

(Tunalı, 2005), çalışmasında ERP sistemlerden, tedarik zincirine geçişte uygulamada karşılaşılan zorlukları ele almış, çözümleri üzerinde durmuştur. İki farklı ERP yazılımı ile çalışmalarını yürütmüş ve bulguları analiz etmiştir.

(Valeske et al., 2020), vaka çalışmalarında, teknolojilerin ve gelecekteki zorluklarını incelemişler, yapay zekâ ile bilgi üretimi ve karar alma, genel veri formatları ve iletişim protokolleri yaklaşımlarıyla, prototip bir çalışma üzerinde konuyu yardımcı teknolojiler kullanarak incelemişlerdir.

(Yegül, 2003), ERP yapısını detaylı bir şekilde tanıtarak, bu sistemlerin Türkiye de ki uygulamalarını, beklentilerini, sisteme bakış açılarını, karşılaşılan zorlukları inceleyen bir çalışma yapmıştır.

(Yontar, 2014), tez çalışmasında ERP sistemleri üzerine geniş bilgiler vermiş, sistemin tanımı ve gelişimi, avantajları, dezavantajları, özellikleri, yurt içi ve yurt dışı Pazar payları, sistemlerinin kurulumu ve kurulduktan sonra karşılaşılan problemler, başarıda kritik faktörler üzerinde durmuştur.

Genelde yapılan çalışmaların ERP yazılım seçimleri üzerine olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ERP yazılımı zaten seçilmiş olup, yazılımın etkin çalışması için etkin veri toplama yöntemlerinden hangisinin seçilmesi gerektiği analiz edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışma ERP yazılımlarının veri toplama yöntemlerinin belirlenmesi ile ilgili olarak bir vaka analizi olup bu yönde literatüre katkı sağlamaktadır.

## 5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, sahadan veri toplama süreçlerini iyileştirmek ve operasyonel verimliliği artırmak amacıyla, işletme kaynak planlama (ERP) sistemine entegre edilebilecek manuel veri giriş yöntemleri olarak tablet, kiosk ve telefon alternatif olarak kullanılmıştır. Söz konusu yöntemler, saha çalışanlarının gerçek zamanlı veri girişine olanak sağlayarak üretim süreçleri, lojistik yönetimi ve kalite kontrol faaliyetlerinin daha doğru ve hızlı bir şekilde yürütülmesini hedeflemiştir.

Tabletler, mobilite ve kullanıcı dostu arayüzleriyle üretim hattı çalışanlarının bireysel veri girişini kolaylaştırırken; kiosklar, sabit çalışma noktalarındaki dayanıklı yapıları sayesinde yoğun kullanım alanlarına yönelik çözüm sunabilir. Telefonlar ise özellikle mobil saha çalışanları için hızlı ve pratik bir veri toplama aracı olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin detayları, kullanılan materyaller ve uygulama süreçleri aşağıda açıklanmaktadır.

### 5.1. Sahadan Veri Toplama ve Üretim Süreç Yönetimi

Analizlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi ve süreçlerin optimize edilmesi amacıyla saha çalışmalarına büyük önem verilmektedir. Bu kapsamda, saha verileri üç farklı cihaz türü üzerinden toplanmaktadır: tablet, kiosk ve telefon. Her cihaz türü, sahadaki ihtiyaçlara uygun şekilde özelleştirilmiş ve optimize edilmiş yöntemlerle kullanılmaktadır.

Saha operasyonlarının tüm verileri, Atiker ERP yazılımı üzerinden toplanmakta ve işlenmektedir. Telefonlarda operasyon girişleri için Clomoso isimli platformda TrObject yerli yazılım dilinde hazırlanmış mobil ekranlar kullanılmıştır. Atiker ERP, iş emirlerinin oluşturulması, operasyon sıralarının takip edilmesi ve üretim süreçlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi için özel ekranlarla desteklenmiştir. Bu ekranlar, kullanıcı dostu bir arayüz sunarak operatörlerin sisteme hızlı ve doğru bir şekilde veri girmesine olanak tanır. Sistemin veritabanı altyapısı, Microsoft SQL Server Express sürümü üzerine inşa edilmiştir.

Bu veritabanı ERP yazılımı ile entegre çalışarak veri akışının hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Büyük veri kümelerini işlemek için optimize edilmiş, aynı zamanda maliyet etkin bir çözüm sunar.

Sahadan toplanan operasyonel verilerin güvenli bir şekilde depolanmasını ve analiz için kullanılmasını mümkün kılar. Üretim süreci, müşteriden gelen siparişin alınmasıyla başlar (Şekil 5-1). Ürünün önceden ürün ağacı hazırlanmıştır (Şekil 5-2).

**Sipariş Girişi:** Müşterinin talepleri ERP sistemi üzerinden sisteme kaydedilir. Bu aşamada ürün detayları (ör. boyut, miktar, renk, özellikler) netleştirilir.

**Sipariş Onayı:** Müşteri talepleri ve üretim kapasitesi değerlendirildikten sonra sipariş onayı verilir. Onayın ardından sistem, üretim sürecine geçiş için iş emirlerinin hazırlanmasına izin verir.

Şekil 5-1 - Sipariş girişi

Şekil 5-2 - Örnek ürün bileşen reçetesi

Sipariş üretim müdürü tarafından onaylandıktan sonra, iş emri oluşturularak (Şekil 5-3), ilk operasyon ataması gerçekleştirilir (Şekil 5-4).

Cari Kodu	Cari Adı	Sipariş No	Başlama Tarihi	Termin Tarihi	İş Emri Yazdır		Yeni İş Emri Oluştur	
T0002	MUHTELİF SATIŞ TEKLİF	24RF210000010002	21.12.2024	21.12.2024				

Sipariş Belgeleri							Sipariş Kalemleri								
Belge No	Evrak No	Tarih	Teslim Tarihi	Belge Açıklama	Başlama Tarihi	Termin Tarihi	Stok Kodu	Stok Adı	Miktar	Ölçü Br.	Panel Adet	Reçete Durum	Sipariş No	İE NO	
25	24RF210000010002	21.12.2024	21.12.2024	ÖRNEK ÜRETİM		21.12.2024	1	TP-120-2650-2941.5-00014	120 MM POLY-0.4 POLY-0.4 KÜLTÜ TAVAN PANELİ	100	M2	0	V	24RF210000010002	IE-24122126
21	24KF210000340011														
20	24KF210000340010														
19	24KF210000340009														
18	24KF210000340008														
17	24KF210000340007														
16	24KF210000340006														
15	24KF210000340005														
14	24KF210000340004														
13	24KF210000340003														
12	24KF210000340002														
11	24KF210000340001														
10	24EF210000410002														
9	24EF210000410001														
8	24LF210000340002														
7	24LF210000340001														
6	244F210000100007														
5	244F210000340001														
4	244F210000100006														
3	244F210000340001														
2	244F210000380001														
1	23KF210000240006														
0	23KF210000380009														
0	23EF210000380004														
0	23YF210000280003														

Şekil 5-3 - İş emri oluşturulması (özel ekran)

İş Emri Tanım		İş Emri Gereksinim Listesi										
İş Emri No	Evrak No	Sipariş No	Stok Kodu	Stok Adı	Tarih	Miktar	Üretilen	Red Miktar	Kalan			
24RIESPI00000396	IE-24122126	24RF210000010002	TP-120-2650-2941.	120 MM POLY-0.4 POLY-0.4 KI	21.12.2024	100,0000			100,0000			
Açıklama												
İş Emri No	Evrak No	Sipariş No	Stok Kodu	Stok Adı	Tarih	Miktar	Üretilen	Red Miktar	Kala			
0	Sütunda arama yapmak için tıklayınız											
1	24RIESPI00000396	IE-24122126	24RF210000010002	TP-120-2650-2941.5-0...	120 MM POLY-0.4 POLY-0.4...	21.12.2024	100,0000	0,0000	100,0000			
2	24RIESPI00000395											
3	24RIESPI00000394											
4	24RIESPI00000393											
5	24RIESPI00000392											
6	24RIESPI00000391											
7	24RIESPI00000390											
8	24RIESPI00000389											

Şekil 5-4 - Oluşturulmuş iş emri

Ataması gerçekleştirilen operasyon için dijital haricinde, üretim alanına çıktı şeklinde yapılacak işin detayları verilir (Şekil 5-5).



ROLL FORM PANEL PRESİ İŞ EMRİ											
PROJE NO		21820811012			BAŞLAMA TARİHİ			0			
		IE-24122126			TERMİN SÜRESİ			21.12.2024			
		24RF21000010002									
Sıra No	ÜRÜN ÖZELLİĞİ	PANEL KALINLIĞI	ADET MZ	KENAR UZUNLUK (mm)	SAC ÖZELLİĞİ	SAC KALINLIĞI	SAC ŞEKLİ	POLİÜRETAN YOĞUNLUĞU	KİLİT	TARİH/SAAT	OPERATÖR ADI SOYADI
1	TAVAN PANELİ	120	0 Üst	100 Alt					✓	Başlama	
Açıklama:											IE-24122126

PLANLAMA SORUMLUSU		İMZA	ÜRETİM MÜDÜRÜ		İMZA
--------------------	--	------	---------------	--	------

Endüstriyel Soğutma Sistemleri

FR.08.12 Rev.01 Revizyon Tarihi: 14.05.2018

Şekil 5-5 - Üretim iş emri çıktı örneği

Bu yazılım, siparişe dayalı iş emirlerinin oluşturulmasında ve üretim süreçlerinin başlatılmasında önemli bir rol üstlenir. Üretim operasyonları şu adımlardan oluşur:

- 1- Panel Baskı Hazırlık Operasyonu: Sac kesim işlemi yapılır ve malzemeler baskı öncesi hazırlık için kalıp haline getirilir.
- 2- Panel Baskı Operasyonu: Hazırlanan kalıplar iş emrinde belirtilen baskı ve yoğunluk oranlarına göre makineye alınır. Operasyon bitiminde veriler operatörler tarafından anlık olarak sisteme işlenir.
- 3- Panel Kontrol Operasyonu: Baskısı tamamlanan panel ürünleri ölçüm, dayanıklılık, kozmetik ve kalite kriterlerine uygun olup olmadığı ilgili personel tarafından kontrol edilir. Uygun olan malzeme operatör tarafından istemde kabul edilerek son operasyon tamamlanır ve yazılım tarafından otomatik olarak üretim sonu kaydı oluşturulur. Bu sayede mamul girişi ve hammadde harcamaları gerçekleşmiş olur.
- 4- Panel Sevk Operasyonu: Baskısı ve kontrolü biten ürünler sevk alanına alınarak, paketleme yapılarak yüklemeye hazırlanır.

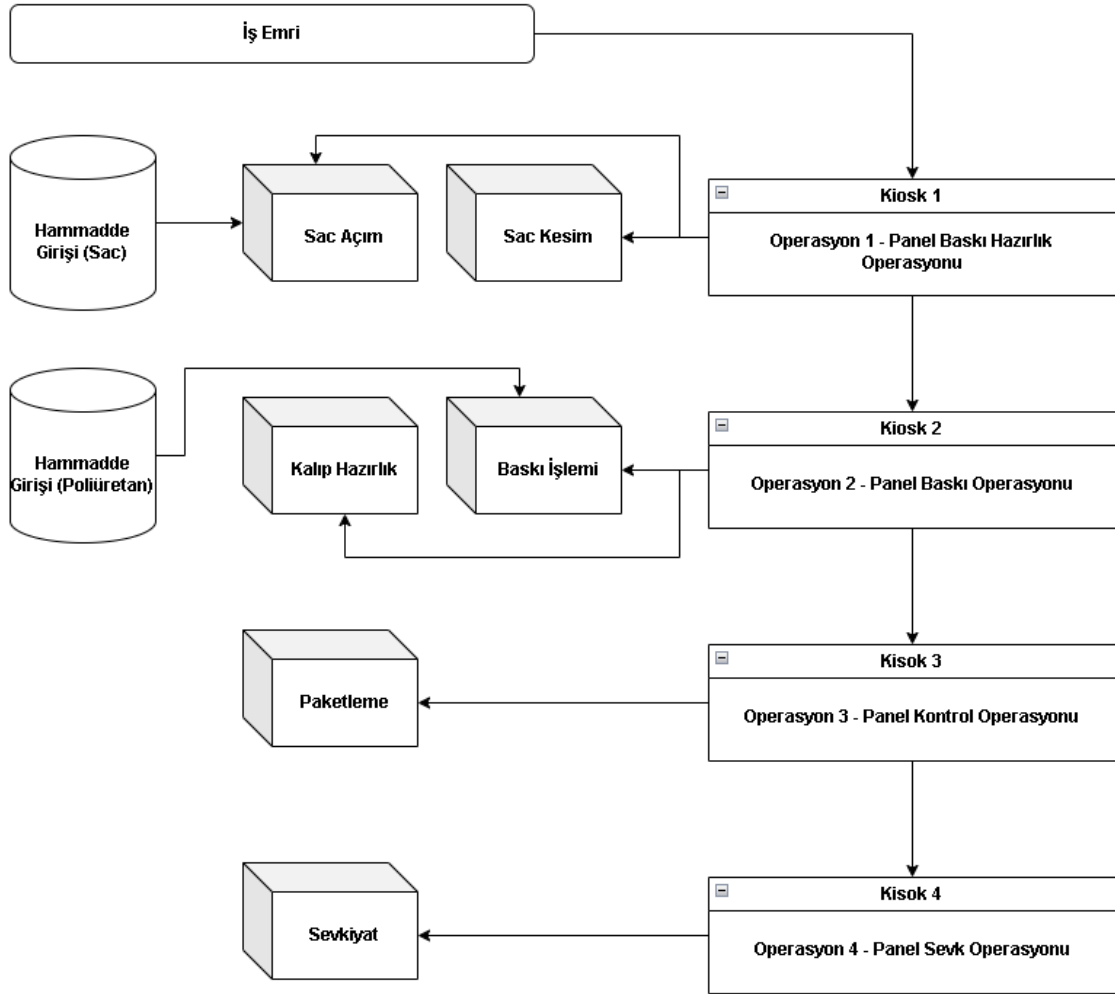
Bu süreçte, veri toplama işlemi gerçekleştirilir. Bir iş emri oluşturulduğunda, ilk operasyona atanır ve süreç sırasıyla ilerler. Üretim sürecindeki veriler, tablet, kiosk ve telefon gibi cihazlarla toplanır.

### **5.1.1. Kiosk kullanarak veri toplama modeli**

Kiosk cihazları, sabit bir konumda çalışanların veri girişlerini gerçekleştirebileceği bir sistem olarak tasarlanmıştır. Kiosklar genellikle üretim hatlarının ana operasyonların başlangıç veya bitiş noktalarına yerleştirilmiştir.

- Materyal: Endüstriyel dayanıklılığa sahip, 10.1 inç dokunmatik ekranlı kiosk cihazları.
- Uygulama: ERP sisteminin ekranı kullanılmıştır.
- Uygulama Yöntemi: Çalışanlar, vardiya başlangıcında ve sonunda üretim miktarını, kullanılan malzemeleri veya tespit edilen problemleri kiosklardaki arayüz aracılığıyla sisteme kaydetmiştir.

Kioskların sahada yerleşim planı Şekil 5-6'da verilmektedir. Şekil 5-7, kiosk veri girişi ekranını göstermektedir.



Şekil 5-6 - Kiosk saha yerleşim planı

Operasyon Hareket İşlemleri

Hakk İstem Menüsü

Bekleyen Operasyon Hareketleri

Gereksinim Listesi

Yazdır İşlemi Tamamla

Filtreleme İşlemleri

Depo Kodu: 1

Makine Kodu: MA001

Operasyon Kodu:

İş Emri No:

Sipariş Belge No:

Stok Kodu:

Ana İş Emri No:

Bağlı İş Emri No:

Ana Mamül Kodu:

Sipariş Çerç. Kodu:

İş Emri Tarihi:

Sipariş Tarihi:

Operatör Atanmayanlar Ek Kayıtlar

Makine Atanmayanlar Listele

Toplu İşlemler

Baş. Tarihi:

Bitt. Tarihi:

Uygula

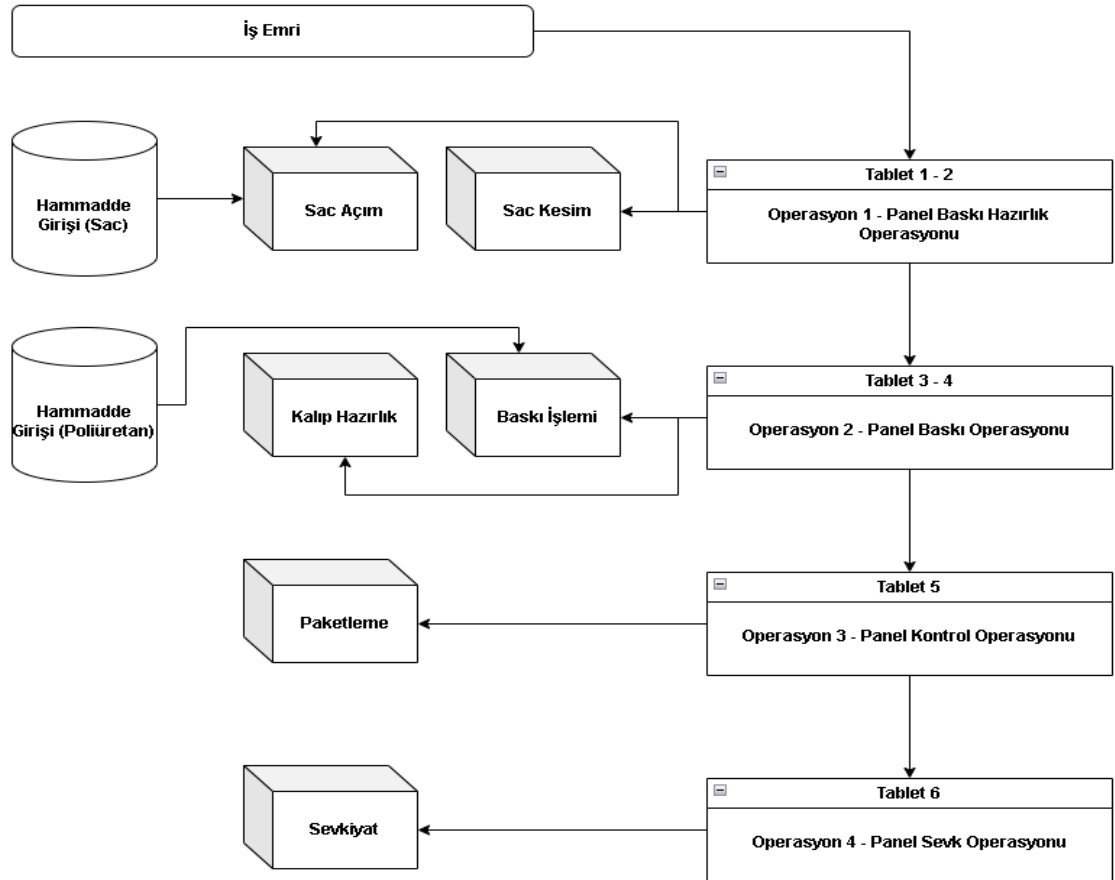
Sıra No	İşleme Tarihi	Baş. Saat	Bittiği Tarih	Bitt. Saat	Kabul Miktar	Red Miktar	Hava Tipi	Hava Açıklama	E Miktar	Kalan Miktar	Üretilebilir	Makine Kodu	Makine Adı	Toplam Kabul	Toplam Red	E Belge No	E Teslim Tarihi	E Açıklama	Stok Kodu
1	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000				100,0000	100,0000	MA001	GENELMAKINA	0,0000	0,0000	24RES00000396	21.12.2024		TR-120-20
2	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
3	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
4	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
5	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
6	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
7	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
8	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
9	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
10	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
11	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
12	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
13	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
14	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
15	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
16	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
17	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
18	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
19	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
20	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
21	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
22	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
23	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
24	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
25	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
26	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
27	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													
28	21.12.2024	00:00	21.12.2024		0,0000	0,0000													

Şekil 5-7 - Kiosk veri giriş ekranı

### 5.1.2. Tablet kullanarak veri toplama modeli

Tabletler, taşınabilirlik ve kullanıcı dostu arayüzleri nedeniyle saha çalışanlarının üretim, kalite kontrol ve lojistik süreçlerinde veri girişlerini kolaylaştırmak için tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan tabletler, işletmenin ERP sistemine uyumlu bir mobil uygulama ile entegre edilmiştir. Tabletlerin sahadaki kullanım yerleri Şekil 5-8'de verilmiştir. Şekil 5-9 tablet veri giriş ekranını göstermektedir.

- Materyal: 7 inç dokunmatik ekranlı windows tabanlı endüstriyel tabletler.
- Uygulama: ERP sisteminin ekranı kullanılmıştır.
- Uygulama Yöntemi: Tabletler, saha operatörlerine tahsis edilmiş ve üretim hattındaki verilerin (ör. üretilen parça miktarı, arıza raporları) girişinde kullanılmıştır. Eğitim sürecinin ardından operatörler tabletlerle veri girişi yapmıştır.



Şekil 5-8 - Tablet saha yerleşim planı



**İstasyon Hareket Kayıtları**

Operatör Kodu: OPER002 Operatör Adı: PANEL OPERATÖRÜ Baş. Tarih: 21.12.2024 Baş. Saat: 16:47:01 İş Emri Seç

Depo Kodu: 1 Ana Depo: GENELMAKINA  
Makine Kodu: MAK001 GENELMAKINA  
Operasyon Kodu: PANELOPR001 PANEL BASKI OPR.  
İş Emri No: 24RIESPI00000396 IE-24122126

**Geçen Süre**  
00:00:00

İşlem Bilgisi Sonraki İşlem ve Ürün Bilgisi

Stok Kodu: TP-120-2650-2941.5-00014  
Stok Adı: 120 MM POLY-0.4 POLY-0.4 KİLİTLİ TAVAN PANELİ  
Revizyon No:

Miktar	Yapılan	Ret Edilen	Kalan
100,0000			100,0000
100,0000			100,0000

Yarı Mamül Kodu:  
Yarı Mamül Adı:  
Mamül Kodu:  
Mamül Adı:  
Standart Br. Süre: San. v  
Standart Tpl. Süre: v

Üretim Başla Üretim Bitir  
Duruş Başla Duruş Bitir  
Kapatma Kaydı Oluştur  
Yardımcı Operatör Ekle / Çıkar

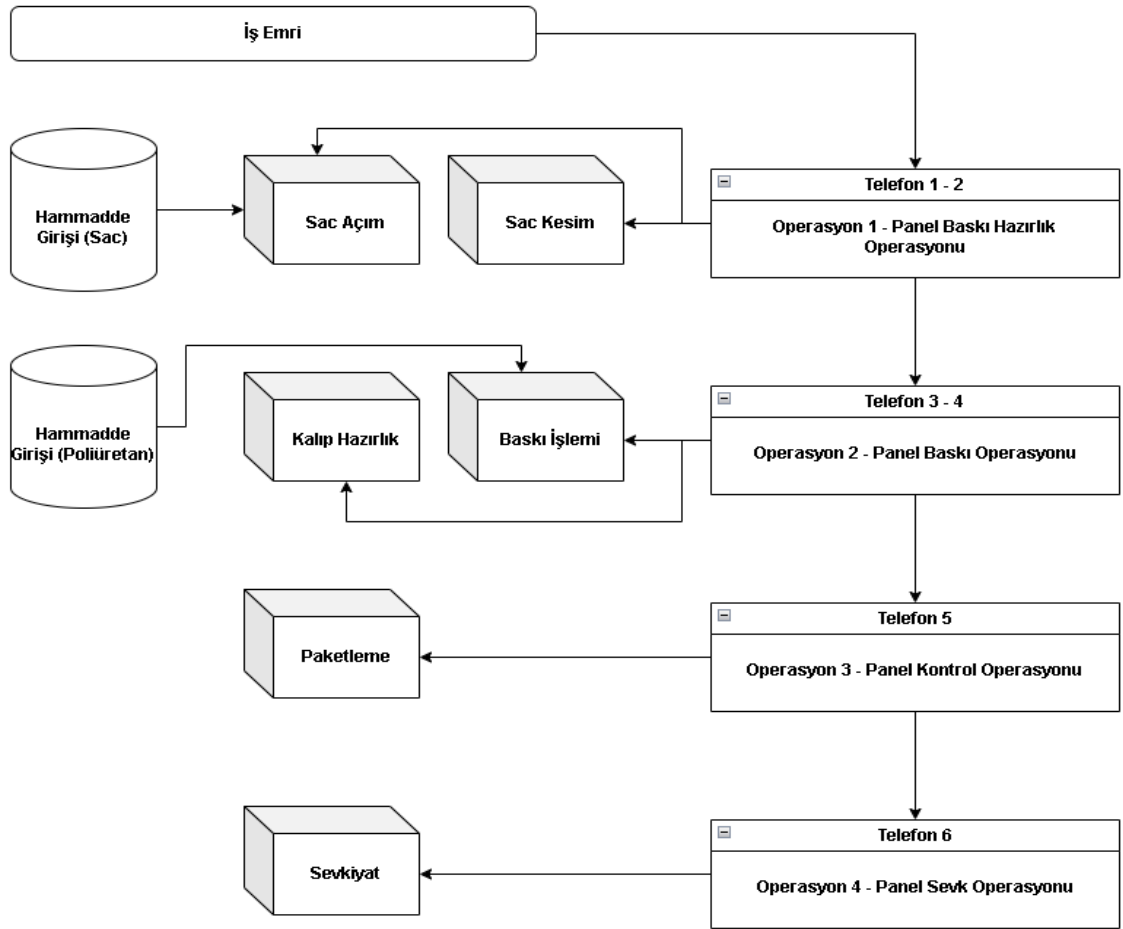
Şekil 5-9 - Tablet veri girişi ekranı

### 5.1.3. Telefon kullanarak veri toplama modeli

Telefonlar, özellikle sahada sürekli hareket halinde olan çalışanların veri girişi yapabilmesi için kullanılmıştır. Çalışmada, işletme tarafından sağlanan akıllı telefonlar ile ERP sistemine erişim sağlanmıştır.

- Materyal: Android işletim sistemine sahip 5 inç telefonlar.
- Uygulama: ERP platformuna mobil erişim sağlayan, tarayıcı tabanlı ve uygulama destekli özel bir sistem (Clomosity).
- Uygulama Yöntemi: Saha çalışanları, taşınabilir telefonlar üzerinden üretim bilgilerini doğrudan sisteme girmiştir.

Şekil 5-10 telefonların sahada nerede kullanılacağını ve Şekil 5-11 de telefonların veri girişi ekranını göstermiştir.



Şekil 5-10 - Telefon saha yerleşim planı

Belge No Seçimi

Stok Kodu

Stok Adı

Miktar

Kabul

Red

Tamam

İptal

Şekil 5-11 - Telefon veri giriş ekranı (clomosity)

## 5.2. Değerlendirilen Alternatif ve Kriterler

Bu tez çalışmasında, bir işletmede üç farklı yöntemle üretim sahasından veri toplamada karşılaşılan maliyet zorluğunun azaltılması üzerinde analiz yapılmıştır. Alternatifler için veri toplama yöntemleri üzerinde maliyeti en düşük ve verimli yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu alternatifler şunlardır:

- 1- Kiosk kullanarak veri toplama
- 2- Tablet kullanarak veri toplama
- 3- Telefon kullanarak veri toplama

Alternatifler üç ana kriter altında değerlendirilecektir. Bu kriterler ve ağırlıkları aşağıdaki gibidir.

- 1- Düşük Yatırım Maliyeti (Maliyet)
- 2- Operasyonel Etkinlik Yüksek Verim (Etkinlik)
- 3- Güvenli Veri Toplama (Güvenlik)

## 5.3. Kriter Tutarlılıkları

Thomas Saaty tarafından geliştirilen önem ağırlıkları ölçeği aracılığıyla katılımcıların anket değerlendirme yapmaları sağlanmıştır. Bu tablo, bir karar verme sürecinde belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasını ve bu kriterlerin birbirlerine göre ne kadar önemli olduğunu değerlendirmeyi sağlar (Saaty, 1990).

Bu ölçeklendirme Çizelge 5-1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5-1 - Önem ağırlık tablosu

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Önemde
3	Biraz Daha Önemli (Az Üstünlük)
5	Oldukça Önemli (Fazla Üstünlük)
7	Çok Önemli (Çok Üstünlük)
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)
2,4,6,8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

Kurum katılımcılarından istenen hangi kriter ve ne kadar şiddette önemli sorusudur. Katılımcıların cevaplarından elde edilen değerler ile aşağıdaki karşılaştırma çizelgesi elde edilmiştir. Tüm kriterlerin karşılıklı karşılaştırılması gerekmektedir. Bunun için ikili karşılaştırmalarda kullanılacak şu formül uygulanır ( $n=3$  kriter sayısı) ve Çizelge 5-2 elde edilir.

$$\text{İkili Karşılaştırmalar} = \frac{n * (n - 1)}{2} = \frac{3 * (3 - 1)}{2} = 3$$

(1)

Çizelge 5-2 - İkili karşılaştırma tablosu

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Maliyet								X										Etkinlik
Maliyet					X													Güvenlik
Güvenlik											X							Etkinlik

Çizelge 5-2 verilerine göre Çizelge 5-3 karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşmuştur.

Çizelge 5-3 - Karşılaştırma matrisi

	Kriterler		
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Maliyet	1	2	5
Etkinlik	1/2	1	3
Güvenlik	1/5	1/3	1

Matrisi normalize etmeden önce sütun toplamaları alınarak Çizelge 5-4 oluşturulur.

Çizelge 5-4 - Normalize matris öncesi kolon toplamı tablosu

	Kriterler		
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Maliyet	1,000	2,000	5,000
Etkinlik	0,500	1,000	3,000
Güvenlik	0,200	0,333	1,000
Kolon Top.	1,700	3,333	9,000

Kolon toplamalarının her bir hücreye bölünmesi ile normalize karar matrisi elde edilir. Normalize edilmiş matristen, satır ortalamaları ile özvektör elde edilir. Özvektör kriterlerin önem ağırlıklarını ifade eder. Sütunların toplamaları ise 1 'e eşit olmalıdır.

Çizelge 5-5 - Normalize edilmiş matristen özvektör hesaplama tablosu

	Kriterler			ÖzVektör
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik	
Maliyet	0,588	0,600	0,556	0,581
Etkinlik	0,294	0,300	0,333	0,309
Güvenlik	0,118	0,100	0,111	0,110
	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge 5-5 'de özvektör ( $w$ ) ile normalize matrisin, matris çarpımlarından özdeğer ( $w'$ ) bulunur. Özdeğerleri ( $w'$ ), özvektörlere bölüp toplamalarını alarak kriter sayısına ( $n$ ) böldüğümüzde en yüksek özdeğeri ( $\lambda_{max}$ ) buluruz.

$$a_{ij}' = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}}} \quad (2)$$

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}'}{n} \quad (3)$$

$$w' = Aw = \begin{bmatrix} w_1' \\ w_2' \\ \vdots \\ w_n' \end{bmatrix}$$

(4)

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left( \frac{w_1'}{w_1} + \frac{w_2'}{w_2} + \dots + \frac{w_n'}{w_n} \right)$$

(5)

Çizelge 5-6 - Random index tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RG	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(6)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

(7)

En büyük özdeğer ile tutarlılık indeksi (Ci) hesaplanır. Tutarlılık indeksi (Ci) kriter sayısına göre random index tablosundan (Çizelge 5-6) elde edilen (n=3, Ri=0,58) değere bölünerek tutarlılık oranı (CR) bulunur (Çizelge 5-7).

Çizelge 5-7 - Tutarlılık oranının hesaplanma tablosu

	Kriterler			ÖzVektör	ÖzDeğer (λ)	λ <sub>max</sub>	Tutarlılık İnd. (CI)	Tutarlılık Or. (CR)
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik					
Maliyet	1,000	1,638	4,813	0,581	1,615	3,008	0,004	0,007
Etkinlik	0,610	1,000	2,938	0,309	1,986			
Güvenlik	0,207	0,340	1,000	0,110	0,335			

Tutarlılık oranı (CR) 0,10 değerinden küçük ise karar vericilerin kararlarında tutarlılık olduğu, bu değer 0,10 değerinden büyükse tutarsızlık olduğu ve kararların gözden geçirilmesi gerektiği anlaşılır. Bu hesaplamalar neticesinde tutarlılık durumu olduğu görülmektedir.

#### 5.4. TOPSIS Yöntemi Uygulama

1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen bir Çok Kriterli Karar Verme yöntemidir (Opricovic & Tzeng, 2004). Amacı farklı kriterlere göre alternatifler arasından seçim yapabilmektir.

TOPSIS yöntemi ile alternatifler pozitif ideal çözüme en yakından, negatif ideal çözüme en uzak olana doğru sıralanırlar ve seçim yapılabilmesi sağlanır. Az seçenek ile değerlendirme yapılabilmesi sebebiyle çok kullanılan bu yöntem, tek başına veya farklı yöntemlerle birleştirilerek kullanılabilir (ASLAY, 2021).

Çizelge 5-8 - TOPSIS yaklaşım metodolojisi tablosu

TOPSIS Yaklaşım Metodolojisi	
1	Problemin Tanımlanması
2	Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi
3	Kriterler Arası İlişkilerin Belirlenmesi
4	Karar Matrisinin Oluşturulması
5	Karar Matrisinin Normalize Edilmesi
6	Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması
7	Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerin Hesaplanması
8	Sıralama Yapılarak En Uygun Alternatifin Seçilmesi

TOPSIS yaklaşım metodolojisi tablosu, alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklarını hesaplayarak en iyi seçeneği belirlemeye yardımcı olan çok kriterli karar verme yönteminin adımlarını gösterir (Çizelge 5-8). Çok kriterli karar verme problemlerinin temel özelliği birbiriyle çelişebilen kriterler dikkate alınarak en iyi alternatifin seçilmesi gereksinimidir.

Yapılan puanlamalar toplanarak aritmetik ortalaması alınmış, sonuçlarla karar matrisi oluşturulmuştur. Kriterler (sütunlarda) ve alternatifler (satırlarda) olacak şekilde Ek-1 katılımcı puanlama tablosuna göre ortalamalar alınarak karar matrisi oluşturulmuştur. Kriterlerin ağırlıkları da Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 5-9 - Karar matrisi

Karar Matrisi	Kriterler		
	Maliyet	Fayda	Fayda
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Ağırlık	0,58	0,31	0,11
Kiosk	1200,00	65,00	90,00
Tablet	850,00	76,50	76,00
Telefon	500,00	75,50	69,00

Karar matrisinde bulunan kriterler Vektör Normalizasyonu ile normalize edilir. Denklem (8)'de gösterildiği üzere kriterlere ait değerlerin kareleri toplamının karekökü alınır ve matris değeri bu sayıya bölünerek Çizelge 5-9 elde edilir.

$$x_{ij} = a_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}$$

(8)

Çizelge 5-10 - Normalize matris

Normalize Matris	Kriterler		
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Ağırlık	0,58	0,31	0,11
Kiosk	0,773	0,517	0,659
Tablet	0,547	0,609	0,557
Telefon	0,322	0,601	0,505

Çizelge 5-10'te verilen Ağırlıklı Normalize Matris, Çizelge 5-11'de verilen normalize matris de bulunan değerlerin, Denklem (9)'de gösterildiği gibi ağırlık değerleriyle çarpılmasıyla elde edilen sonuçlardır.

$$V_{ij} = x_{ij} * W_i$$

(9)

Çizelge 5-11 - Ağırlıklandırılmış normalize matris

Ağırlıklı Normalize Matris	Kriterler		
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Ağırlık	0,58	0,31	0,11
Kiosk	0,448	0,160	0,073
Tablet	0,317	0,189	0,061
Telefon	0,187	0,186	0,056



Her bir kriter için tüm alternatiflerin ağırlıklı normalize matris değerleri arasındaki maksimum veya minimum değerlerden, Pozitif İdeal ( $V^*$ ) ve Negatif İdeal ( $V^-$ ) Çözüm Değerleri Çizelge 5-12 'deki gibi elde edilir.

Çizelge 5-12 - İdeal ve negatif ideal çözüm değerleri

Ağırlıklı Normalize Matris	Kriterler		
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Ağırlık	0,58	0,31	0,11
Kiosk	0,448	0,160	0,073
Tablet	0,317	0,189	0,061
Telefon	0,187	0,186	0,056
$A^*$	0,187	0,189	0,073
$A^-$	0,448	0,160	0,056

Daha sonra Denklem (10), Denklem (11) ve Denklem (12) kullanılarak her bir  $i$  alternatifi için ideal noktaya  $S_i^*$  ve ideal olmayan noktaya  $S_i^-$  olan uzaklık değerleri elde edilir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (10)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (11)$$

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^- + S_i^+) \quad (12)$$

Çizelge 5-13 - Uzaklık değerleri

Alternatifler	$S_i^+$	$S_i^-$	$C_i^*$	Sıralama
Kiosk	0,263	0,017	0,060	3
Tablet	0,131	0,134	0,505	2
Telefon	0,017	0,263	0,939	1

Çizelge 5-13 'de İdeal Çözüme Göreli Yakınlık  $C_i^*$  hesaplanması ve alternatiflerin maksimum değerlere göre sıralanması sağlanır.

TOPSIS yöntemine göre sıralama Telefon (0,939), Tablet (0,505), Kiosk (0,060) şeklinde gerçekleşti.

### 5.5. BTA Yöntemi Uygulama ve Karşılaştırma

TOPSIS yöntemiyle bulunan alternatif sıralamasının başka yöntemlerde de aynı çıkıp çıkmayacağını kontrol etmek için problem bir de basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi ile çözülmüştür. Karar matrisi ve kriter ağırlıkları Çizelge 5-14'de oluşturulur. Maliyet kriteri düşük değer daha iyi olduğu için minimize edilmeli, fayda kriterleri ise yüksek değerler daha faydalı olduğu için maksimize edilmelidir.

Çizelge 5-14 - BTA karar matrisi ve ağırlıklar

Karar Matrisi	Kriterler		
	Maliyet	Fayda	Fayda
	Maliyet	Etkinlik	Güvenlik
Ağırlık	0,58	0,31	0,11
Kiosk	1200,00	65,00	90,00
Tablet	850,00	76,50	76,00
Telefon	500,00	75,50	69,00

$$N_{ij} = \frac{\min(x_j)}{X_{ij}} \quad (13)$$

$$N_{ij} = \frac{X_{ij}}{\min(x_j)} \quad (14)$$

Çizelge 5-15 - BTA normalizasyonu

Alternatif	Maliyet (M)	Etkinlik (E)	Güvenlik (G)
Kiosk	500 / 1200 = 0,417	65 / 76,5 = 0,850	90 / 90 = 1,000
Tablet	500 / 850 = 0,588	76,5 / 76,5 = 1,000	76 / 90 = 0,844
Telefon	500 / 500 = 1,000	75,5 / 76,5 = 0,987	69 / 90 = 0,767

Çizelge 5-14 değerlerine göre tablo normalize edilir (Çizelge 5-15).

$$S_i = \sum N_{ij} * W_j$$

(15)

Çizelge 5-16 - Kriterlerin ağırlıklarla çarpımı

Alternatif	Maliyet (0,58)	Etkinlik (0,31)	Güvenlik (0,11)	Toplam Skor
Kiosk	$0,417 \times 0,58 = 0,242$	$0,850 \times 0,31 = 0,264$	$1,000 \times 0,11 = 0,110$	0,616
Tablet	$0,588 \times 0,58 = 0,341$	$1,000 \times 0,31 = 0,310$	$0,844 \times 0,11 = 0,093$	0,744
Telefon	$1,000 \times 0,58 = 0,580$	$0,987 \times 0,31 = 0,306$	$0,767 \times 0,11 = 0,084$	0,970

Her bir kriterin ağırlıkla çarpımı ile toplam skorlar elde edilir (Çizelge 5-16).

Çizelge 5-17 - Basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi sonucu

Alternatifler	TOPSIS Skor	TOPSIS Sıra	BTA Skor	BTA Sıra
Kiosk	0.060	3	0.616	3
Tablet	0.505	2	0.744	2
Telefon	0.939	1	0.970	1

TOPSIS yöntemi ile Telefon, en yüksek TOPSIS skoruyla (0.939) birinci sırada, Tablet ikinci sırada, Kiosk en düşük TOPSIS skoruyla üçüncü sırada yer alırken, BTA yöntemi ile de Telefon en yüksek BTA skoruyla (0.970) birinci sırada, Tablet ikinci sırada, Kiosk üçüncü sırada yer almıştır (Çizelge 5-17).

TOPSIS ve BTA yöntemleri farklı sıralama sonuçları vermemiştir. TOPSIS yöntemi görece yakınlığa dayanarak Telefon alternatifini birinci seçerken, BTA yöntemi ağırlıklı toplam puanlara göre yine telefon alternatifini birinci seçmiştir.

## 5.6. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, kriter ağırlıklarının değişiminden kaynaklanan sıralama farklılıklarını incelemek için kullanılır.

Kriter ağırlıkları sistematik bir şekilde değiştirilerek (örneğin,  $\pm\%10$ ,  $\pm\%20$ ,  $\pm\%30$  gibi) her ağırlık değişimi için sıralamalar yeniden hesaplanmıştır.

Sıralama farklılıkları ve hangi kriterin sıralamayı daha çok etkilediği analiz edilmiştir. Her bir kriterin ağırlığının  $\%10$ ,  $\%20$  ve  $\%30$  oranında artırılıp azaltılması durumunda elde edilen sıralamalar aşağıdaki gibidir (Çizelge 5-18).

Sıralama Değişikliği: Hiçbir ağırlık değişimi, TOPSIS yöntemiyle elde edilen sıralamayı etkilememiştir. Tüm değişim senaryolarında sıralama sabit kalmıştır:

Telefon>Tablet> Kiosk.

Ağırlıkların Stabilité Üzerindeki Etkisi: Ağırlıkların  $\pm\%30$  gibi geniş bir değişim aralığında dahi sonuçların stabil olması, bu karar probleminin TOPSIS yöntemiyle verilen ağırlıklara karşı oldukça dayanıklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5-18 - Duyarlılık analiz tablosu

Kriter	Değişim (%)	Yeni Ağırlıklar	Sıralama
Maliyet	-30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Maliyet	-20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Maliyet	-10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Maliyet	10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Maliyet	20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Maliyet	30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	-30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	-20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	-10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Etkinlik	30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	-30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	-20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	-10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	10%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	20%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk
Güvenlik	30%	0.40, 0.44, 0.16	Telefon, Tablet, Kiosk

## 6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmalarda, saha operasyonlarında kullanılan cihazlar arasında en etkin alternatifin telefon olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, büyük ölçüde katılımcıların iyi niyetine ve teknolojiye olan yakınlıklarına bağlı olabilir.

Telefonlar, kullanım kolaylığı ve hız açısından diğer cihazlara kıyasla daha avantajlı bulunmuş, aynı zamanda maliyet açısından da daha uygun oldukları gözlemlenmiştir. Bu durum, işletmelerde mobil cihazların çoğunlukla personelin şahsi kullanımında olması ve işverenlerin bu cihazları bir maliyet kalemi olarak görmemesi ile açıklanabilir. İşverenler, hali hazırda kullanılan bu cihazlara bir uygulama yükleyerek iş süreçlerine katkı sağlayabileceklerini düşünmektedir.

Kiosk cihazları ise, genellikle operasyon bazlı çalışmakta ve birden fazla operatör tarafından ortak olarak kullanılmaktadır. Bu durum, sürecin etkinliğini etkileyebilir. Ancak, kioskuların diğer cihazlara göre daha maliyetli olması ve bilgi işlem altyapısı açısından daha karmaşık bir yapıya ihtiyaç duyması, yaygınlıklarını kısıtlayan bir faktör olarak görülmektedir. Buna rağmen, kioskuların sahadaki operasyonel süreçlerde düzenli ve merkezi bir veri toplama platformu sunmaları önemli bir avantajdır.

Tabletler, her bir makinede bir adet bulunması ve her operatörün kullandığı makineye özel bir tabletin tahsis edilmesiyle erişim kolaylığı sağlamaktadır. Ancak, bu cihazlar kioskularla karşılaştırıldığında daha zayıf kalmakta ve bazı operasyonel süreçlerde yetersiz görülebilmektedir. Yine de maliyet açısından tabletlerin, kiosk cihazlarına göre daha avantajlı bir seçenek olduğu ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, mobil cihazlar taşınabilirlik, hız ve düşük maliyet avantajlarıyla öne çıkmaktadır. Kioskular merkezi kullanım ve operasyon bazlı süreçlere uygunluk sağlarken, tabletler erişim kolaylığı ve maliyet avantajıyla dikkat çekmektedir. Ancak işletmeler, mobil cihazların kişisel olarak kullanılması durumunda ek bir yatırım gerektirmemesi nedeniyle bu cihazları daha çok tercih etmektedir. Bu durum, iş süreçlerinin daha ekonomik ve hızlı bir şekilde yürütülmesini sağlama potansiyelini de beraberinde getirmektedir.

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde mobil cihazların günlük yaşamımızda ve iş süreçlerimizde vazgeçilmez bir rol oynaması, teknolojiye olan bağımlılığımızı açıkça ortaya koymaktadır. Herkesin cebinde bulunan bu cihazlar, iş dünyasında da üretkenliği artırmak ve süreçleri daha verimli hale getirmek adına büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle taşınabilirlik avantajları, veri toplama ve iş süreçlerinin hızlandırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, mobil cihazların bu etkin kullanımı, ekonomik dezavantajlar altında bulunan birçok işletme için önemli maliyetlerle ilişkilidir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde maliyet faktörünün önemi daha da artmaktadır.

İşletmeler, rekabet avantajı sağlamak ve pazar paylarını artırmak amacıyla kaynaklarını daha verimli kullanmak zorundadır. Bu bağlamda, sanayici iş insanlarımız, maliyetleri optimize ederek üretim süreçlerini sürdürülebilir kılmaya çalışmaktadır. Bu tez çalışmasında, üretim yapan işletmelerde kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılımları ve saha veri toplama süreçlerinde en etkin ve maliyeti düşük teknolojik yatırım yöntemleri araştırılmıştır. Özellikle, Çok Kriterli Karar Verme (TOPSIS) yaklaşımı kullanılarak, katılımcılardan elde edilen verilerle analizler gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, çoklu kriterlerin değerlendirilmesi açısından oldukça faydalıdır ve alternatifler arasında daha bilinçli seçimlerin yapılmasına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmanın en önemli katkısı, işletmelerin maliyetlerin yanı sıra veri toplama ve süreç iyileştirme konularında daha sürdürülebilir ve etkili yöntemlere yönelmesini teşvik etmesidir. Mobil teknolojilerin faydaları göz ardı edilmemeli, ancak işletmelerin bu teknolojilerden maksimum faydayı maliyet-etkin bir şekilde alabilmeleri sağlanmalıdır. Örneğin, saha verilerinin toplanması ve bu verilerin doğru bir şekilde işlenerek analiz edilmesi, iş süreçlerinin daha verimli hale gelmesini ve operasyonda hız kazanılmasını sağlayabilir. İlerleyen çalışmalarda bu analizlerin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması, farklı sektörlere, iş birimlerine veya operasyon seviyelerine uyarlanması gerekmektedir. DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), AHP (Analytical Hierarchy Process) gibi çok kriterli karar verme tekniklerinin uygulanmasıyla, kriterlerin ağırlıklandırılması ve sonuçların daha derinlemesine incelenmesi, daha sağlıklı ve bütüncül kararların verilmesine yardımcı olabilir. Bu şekilde, işletmeler daha bilinçli ve verimli stratejiler oluşturabilir ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde edebilir.

## 8. KAYNAKLAR

- ASLAY, F. (2021). TOPSİS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Güneş Enerjisi Sistemlerinde Panel Seçimi. *European Journal of Science and Technology*, 28, 548–551. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1008727>
- Aydoğan, E., & Asal, Ö. (2009). Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlamasının KOBİ'ler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 34–42.
- Baloglu, A. (2017). *İnşaat Sanayisinde ERP Kullanıma yönelik Araştırma ve Vaka Çalışması*. <https://ab.org.tr/ab13/bildiri/31.pdf>
- Bayraktar, E., & Efe, M. (2006a). Kurumsal Kaynak Planlaması ERP Ve Yazılım Seçim Süreci. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 689–709. <https://dergipark.org.tr/pub/susbed/issue/61781/923702>
- Bayraktar, E., & Efe, M. (2006b). Kurumsal Kaynak Planlaması ERP Ve Yazılım Seçim Süreci. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 689–709. <https://dergipark.org.tr/pub/susbed/issue/61781/923702>
- ÇAKIR, B., ERSÖZ, S., TÜRKER, A. K., & AKTEPE, A. (2024). Üretim ve Depo Yönetim Sistemlerinde Dijital Dönüşüm ve Talaşlı İmalat Yapan Bir Firmada Uygulaması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Gelistirme Dergisi*. <https://doi.org/10.29137/umagd.1411318>
- Farooq, M. S., Abdullah, M., Riaz, S., Alvi, A., Rustam, F., Flores, M. A. L., Galán, J. C., Samad, M. A., & Ashraf, I. (2023). A Survey on the Role of Industrial IoT in Manufacturing for Implementation of Smart Industry. In *Sensors (Basel, Switzerland)* (Vol. 23, Issue 21). <https://doi.org/10.3390/s23218958>
- GÜDEK, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(4), 1129–1142. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.1331731>
- Jan Tichý, B. (2017). *SYSTÉMY MES/MOM V PROSTŘEDÍ INDUSTRY 4.0*. <http://www.mpdv.com/sg/about-mpdv>
- Kesici, B., & Yıldız, M. S. (2024). Yönetim Sistemi Standartlarının İşletmelerde Uygulanması: Düzce Sanayi İşletmelerinde Bir Araştırma. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(2), 721–744. <https://doi.org/10.29130/dubited.1272751>
- Klaus, H., Rosemann, M., Gable, G., & Frontiers, W. is E. I. S. (2000). What is ERP? *Springer*, 2(2), 141–162. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026543906354>
- Kwon, O. ., & Lee, J. . (2001). A multi-agent intelligent system for efficient ERP maintenance. *Expert Systems with Applications*, 21(4), 191–202. [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(01\)00039-2](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(01)00039-2)
- Mantravadi, S., Møller, C., LI, C., & Schnyder, R. (2022). Design choices for next-

- generation IIoT-connected MES/MOM: An empirical study on smart factories. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 73(July 2021). <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102225>
- Mantravadi, S., Schnyder, R., Møller, C., & Brunoe, T. D. (2020). Securing IT/oT links for low power IIoT devices: Design considerations for industry 4.0. *IEEE Access*, 8, 200305–200321. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3035963>
- Mantravadi, S., Srail, J. S., Brunoe, T. D., & Moller, C. (2020). Exploring Reconfigurability in Manufacturing through IIoT Connected MES/MOM. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2020-Decem*, 161–165. <https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309989>
- Mantravadi, S., Srail, J. S., & Møller, C. (2023). Application of MES/MOM for Industry 4.0 supply chains: A cross-case analysis. *Computers in Industry*, 148(April). <https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103907>
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Özdemir, A. İ. (2009). ERP Kullanımının Kobilerin Algılanan Performansı Üzerine Etkisi: Kayseri İmalat Sektörü Örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33, 173–187. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesiibd/issue/5890/77919>
- Ozel, S., & Türkel, A. (2018). AHP Yöntemi Kullanarak ERP Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Uygun Sistemin Belirlenmesi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 3, 305–317. <https://doi.org/10.7240/marufbd.433785>
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- SALİK ATA, N. (2024). TÜRKİYE’NİN ENDÜSTRİ 4.0’A GEÇİŞ SÜRECİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22(51), 119–141. <https://doi.org/10.35408/comuybd.1344608>
- Tunalı, T. (2005). *Tedarik zinciri yönetiminde ERP uygulamaları*. <https://openaccess.iku.edu.tr/entities/publication/bb40e6cf-d94d-4feb-aab9-a1df5b823d3d>
- Valeske, B., Osman, A., Römer, F., & Tschuncky, R. (2020). Next Generation NDE Sensor Systems as IIoT Elements of Industry 4.0. *Research in Nondestructive Evaluation*, 31(5–6), 340–369. <https://doi.org/10.1080/09349847.2020.1841862>
- Yegül, M. F. (2003). *Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Ve Türkiye’deki Uygulamaları* (p. 149).
- Yontar, E. (2014). *ERP kurum sürecinin modellenmesi ve tarım makine sanayinde*



*uygulanması*. <http://acikerisim.kku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12587/16710>

