

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**GERÇEK ZAMANLI ÜRETİM TAKİBİ VE KARAR DESTEK SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**

Çetin TOZKOPARAN

Dr. Öğr. Üyesi Fatih YÜCALAR



MANİSA-2022

ÇETİN TOZKOPAN

**GERÇEK ZAMANLI ÜRETİM TAKİBİ VE KARAR DESTEK
SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ**

2022

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Çetin TOZKOPARAN



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLO DİZİNİ	xi
TEŞEKKÜR.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
3. GERÇEK ZAMANLI ÜRETİM İZLEME SİSTEMİ	6
4. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	9
4.1. İsterlerin Analizi	9
4.1.1. İşlevsel Gereksinimler	9
4.1.2. İşlevsel Olmayan Gereksinimler.....	11
4.1.3. Kullanıcı Hikayeleri (Use-Case'ler)	12
4.1.4. Sistem Arayüzü.....	22
4.1.5. Kullancı Arayüzleri.....	22
4.1.6. Yazılım Arayüzleri.....	22
4.2. Tasarım	23
4.2.1. Mimari Tasarım	23
4.2.2. Veri Toplama ve İşleme Katmanı	25
4.2.3. Temel Sınıfların Tasarlanması	25
4.2.4. Temel Metotların Tasarlanması	27
4.2.5. Temel Varlıklara ait Veritabanı Tasarımının Yapılması	28
4.2.6. Kullanıcı Arayüz Katmanı	33
4.2.7. Uygulama Katmanı	36
4.3. Uygulama.....	36
4.3.1. Sistem Altyapısı ve Çatısının Oluşturulması	36
4.3.2. Veri Girişi ve Dinamik Veri Saklama Altyapısının Oluşturulması.....	37
4.3.3. Veri Okuma Servisinin Oluşturulması	37
4.3.4. Veri Okuma Servisinde Kullanılan Sınıflar	38
4.3.5. Veri Okuma Servisinde Kullanılan Metotlar	38
4.3.6. Makine Tanımlama Sayfasının Oluşturulması.....	39
4.3.7. Makine Komponentlerinin Tanımlanması	40

4.3.8. Esnek ve Dinamik Raporlama Altyapısının Oluşturulması	42
4.3.9. Üretim Planı İzleme Ekranının Oluşturulması	42
4.3.10. Tüm Makinaların İzlendiği Supervisor Modulünün Oluşturulması	42
4.3.11. Kullanıcı Yetkilendirme ve Yönetimi	43
4.4. API Çağrılarının Oluşturulması	43
4.4.1. Uygulama Programlama Arayüzü	44
4.4.2. Web API Girdi ve Çıktıları	44
4.4.3. GET Metot Çağrılarları	45
4.4.4. POST Metot Çağrılarları	47
4.5. Alarm Altyapısının Oluşturulması	48
4.5.1. Duruş Alarmı	49
4.5.2. Kalite Limit Aşım Alarmı	49
4.5.3. Email & SMS Alarm Gönderimi	50
4.6. Gereçler (Widgets)	51
4.6.1. Üretim Özet Widget'ı	51
4.6.2. Üretim Miktar İzleme Widget'ı	51
4.6.3. Proses Duruş İzleme Widget'ı	53
4.6.4. Atık İzleme Widget'ı	53
4.6.5. Kalite Değerleri İzleme Widget'ı	54
4.6.6. Uzun Dönem Trend İzleme Widget'ı	54
4.7. Entegrasyon	55
4.7.1. Sistem Entegrasyonunun Sağlanması	55
4.7.2. Çift Yönlü Entegrasyon Alt Yapısının Oluşturulması	55
4.7.3. Mamul Ana Veri ve Özellik Entegrasyonunun Sağlanması	56
4.7.4. Dış sistemlere Veri Sağlayacak API'lerin Geliştirilmesi	56
4.8. Raporlama ve Veri Görselleştirme	56
4.8.1. Uygulama Ana Raporu	56
4.8.2. Vardiya Özet Raporu	57
4.8.3. Üretim Süreç Raporu	58
4.8.4. Duruş - Atık Raporu	60
4.9. Sistem Testi	60
4.9.1. Sistem Entegrasyonu ve Beta Testi	61
4.9.2. Yük ve Stres Testi	61
4.9.3. İşlem Yanıt Süresi	61
4.9.4. Kabul Testi (Alfa), RC ve Pilot Çalışma	62
4.10. Test Sonuç Raporu	63
SONUÇ VE ÖNERİLER	64

KAYNAKÇA.....	66
---------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AMCS	Advanced Manufacturing Control Systems (Gelişmiş Üretim Kontrol Sistemi)
API	Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
CNC	Computer Numeric Control (Bilgisayar Destekli Numerik Kontrol)
Combiner	Filtre Makine Türü
CRM	Customer Relationship Manager (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
CSS	Cascading Style Sheets (Basamaklanmış Stil Katmanları)
EoS	End of Shift (Vardiya Sonu)
ER	Entity Relationship (Varlık İlişkisi)
FM	Filter Machine (Filtre Makinesi)
FPQI	Finished Product Quality Index (Tamamlanan Ürün Kalite Endeksi)
FPSI	Üretim Kalite Endeksi
HTTP	Hyper-Text Transfer Protocol (Hiper-Metin Transfer Protokolü)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
IT	Information Technology (Bilgi Teknolojisi)
JSON	Javascript Object Notation (Javascript Nesne Gösterimi)
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol (Basit İndex Erişim Protokolü)
LES	Logistic Execution System (Nakliye Yürütme Sistemi)
MaxTBF	Maximum Time Between Failure (İki Duruş Arası Maksimum Süre)
Megatray	Filtrelerin Konulduğu Kutu
MES	Manufacturing Execution System (Üretim Yürütme Sistemi)
MTBF	Mean Time Between Failure (İki Duruş Arası Ortalama Süre)
MVC	Model View Controller (Model Görüntü Denetleyici)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Toplam Ekipman Etkinliği)
OPC	Open Platform Communications (Açık Platform İletişimleri)
Ovality	Filtrenin Ovallık Derecesi
Plasticiser	Filtre Kâğıdı Yapıştırıcısı
PLC	Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)

REST	Representational State Transfer (Temsili Durum Transferi)
RESTful	REST Mimarisini Kullanan Web Servis
RTD	Resistance to Draw (Filtrenin İki Ucu Arasındaki Hava Akımı Farkı)
Semi	Filtre Makine Türü
Single	Filtre Makine Türü
SMS	Simple Message Service (Kısa Mesaj Servisi)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol (Basit Mail Aktarım Protokolü)
SQL	Structured Query Language (Yapılandırılmış Sorgu Dili)
TOW	Filtre Hammaddesi
Triacetine	Plastikleştirici Madde



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Endüstri 4.0 Tarihsel Gelişimi	2
Şekil 3.1. Gerçek Zamanlı Üretim İzleme Sisteminin Yapısı	6
Şekil 4.1. Sistem Arayüzü	24
Şekil 4.2. Akış Şeması	24
Şekil 4.3. Veri Tabanı E-R Diyagramı-1	29
Şekil 4.4. Veritabanı E-R Diyagramı-2	30
Şekil 4.5. Veritabanı E-R Diyagramı-3	31
Şekil 4.6. Veritabanı E-R Diyagramı-4	32
Şekil 4.7. Veritabanı E-R Diyagramı-5	33
Şekil 4.8. Operatör Sayfa Tasarımı	34
Şekil 4.9. Örnek Operatör Ekranı Mobil Tasarımı-1	34
Şekil 4.10. Örnek Operatör Ekranı Mobil Tasarımı-2	35
Şekil 4.11. Makine Yönetici Ekran Tasarımı	35
Şekil 4.12. Sistemin Genel Mimarisi	37
Şekil 4.13. Makine Tanımlama Ekranı	40
Şekil 4.14. Makine Ayarları Ekranı	40
Şekil 4.15. Parça Ekleme Ekranı	41
Şekil 4.16. Ekipman Liste Ekranı	41
Şekil 4.17. Rapor Ekranı	42
Şekil 4.18. Yönetim Paneli Ekranı	43
Şekil 4.19. API Çalışma Düzeni	44
Şekil 4.20. Alarm Detay Ekranı	48
Şekil 4.21. Alarm Liste Ekranı	49
Şekil 4.22. Zaman Tüneli Ekranı	50
Şekil 4.23. Bildirim Tanım Ekranı	50
Şekil 4.24. Vardiya Özet Ekranı	51
Şekil 4.25. Üretim Ana Ekranı	52
Şekil 4.26. Teorik Üretim Miktarı İzleme Grafiği	52
Şekil 4.27. Atık İzleme Grafiği	53
Şekil 4.28. Kalite Değerleri İzleme Ekranı	54
Şekil 4.29. Uzun Dönem Trend İzleme Ekranı	55

Şekil 4.30. Ana Rapor Ekranı	57
Şekil 4.31. Vardiya Özet Raporu	58
Şekil 4.32. Üretim Süreç Raporu	59
Şekil 4.33. Üretim Süreç Raporu-2	59
Şekil 4.34. Duruş Atık Raporu	60
Şekil 4.35. İşlem Yanıt Süresi	62
Şekil 4.36. Sayfa Yanıt Süresi	62



TABLO DİZİNİ

Tablo 4.1. Duruş Nedenlerinin Çözüm Önerisi Kaydı Use-Case'i için Senaryolar...	12
Tablo 4.2. Sisteme İş Planı Yüklenmesi Use-Case'i için Senaryolar	13
Tablo 4.3. Uygulama Panosundan Tüm Makinelerin Vardiyalık Üretim Miktarlarını Görüntüleme Use-Case'i için Senaryolar.....	13
Tablo 4.4. Makinelerin Zaman Tünelinde Paylaşım Yapılması Use-Case'i için Senaryolar	14
Tablo 4.5. Makinelerin Kendi Zaman Tünelinde Paylaşım Yapması Use-Case'i için Senaryolar	15
Tablo 4.6. Makine Genel Tanımlamaları Use-Case'i için Senaryolar	15
Tablo 4.7. Makine Katalog Tanımlamaları Use-Case'i için Senaryolar.....	16
Tablo 4.8. Makine Katalog Dosyalarının Görüntülenmesi Use-Case'i için Senaryolar	17
Tablo 4.9. Makine Temizlik Noktası Oluşturma Use-Case'i için Senaryolar	18
Tablo 4.10. Yeni Bir Duruş Nedeni Oluşturma Use-Case'i için Senaryolar	18
Tablo 4.11. Mekanik ve Elektronik Bakım Elemanlarının Makine için Yeni Bir Ekipman veya Parça Ekleme Use-Case'i için Senaryolar.....	19
Tablo 4.12. Bakım Personelinin Makine Duruşu Çözüm Seçimi Use-Case'i için Senaryolar	20
Tablo 4.13. Bakım Personelinin Duruş Hakkında Bilgilendirilmesi Use-Case'i için Senaryolar	20
Tablo 4.14. Makine Verilerinin Elde Edildiği Sistemler ile Bağlantı Sorunu Olup Olmadığı Durumların Tespit Edilmesi Use-Case'i için Senaryolar.....	21
Tablo 4.15. Temel Sınıf ve Açıklamaları.....	25
Tablo 4.16. Temel Metotlar ve Açıklamaları.....	27
Tablo 4.17. Veri okuma servisinde bulunan sınıflar	38
Tablo 4.18. Veri okuma servisinde bulunan metotlar	39
Tablo 4.19. Get Metot Çağrılar.....	45
Tablo 4.20. Post Metot Çağrılar.....	47
Tablo 4.21. Sonuç Tablosu	63

TEŐEKKÖR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih Yücalar'a, öğrenim hayatım boyunca beni destekleyen ve hep yanımda olan değerli eşim Gülçe Tozkoparan'a yürekten teşekkür ederim.

Çetin TOZKOPARAN
Manisa, 2022



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Çetin TOZKOPARAN

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yazılım Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih YÜCALAR

Globalleşen dünyada üretim yapan şirketlerin endüstriyel üretim süreçlerini daha iyi yönetebilmesi ve rakip şirketlere göre bir adım daha önde olabilmesi için çalışmalarını artırması kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Üretim sektöründeki verimliliği arttırmak, işletme maliyetlerini düşürmek ve daha kaliteli ürün üretmek için Endüstri 4.0 ile beraber teknolojinin sağlamış olduğu imkanlar dijital sistemleri ön plana çıkarmıştır.

Bu tez çalışmasında, büyük ölçekli bir sigara üretim fabrikasının gerçek zamanlı ve geçmişe yönelik sigara filtresi üretim takibinin web arayüzünden izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Kalite ölçüm sistemleri, SAP ve Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) kaynaklarından atık miktarı, üretim miktarı, duruş nedenleri, duruş süreleri, hız değerleri gibi verilerin anlık olarak toplanıp, tek bir veritabanında kayıt altına alınması sağlanmıştır. Sürekli olarak veritabanına kaydedilen bu ham verilerin bir Windows servis aracılığı ile dakikalık, saatlik, günlük ve vardiyalık zaman dilimleri için ortalamaları, toplamaları ve kümülatif değerleri hesaplanarak veritabanında kayıt altına alınmıştır. ASP.NET MVC ile gerçekleştirilen bir web uygulaması ile fabrikadaki tüm makinelerin üretim süreci takip edilebilmektedir. Böylece üretim aşamasında operatörlerin, teknik personelin ve yöneticilerin anlık olarak makine verilerini grafikler ve tablolar ile izlemesi, aynı zamanda olası bir olumsuz durumda daha hızlı aksiyon alınması amaçlanarak üretim kayıplarının azaltılması ve daha verimli bir üretim sürecinin yönetilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, akıllı fabrika, akıllı üretim, PLC, Gerçek Zamanlı Üretim Takip Sistemi

2022, 84 Sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Çetin TOZKOPARAN

**Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Software Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Fatih YÜCALAR

In the globalizing world, it has become an inevitable necessity for companies that manufacture to increase their work in order to better manage their industrial production processes and compete with rival companies. In line with the benefits and opportunities provided by Industry 4.0 technology to humanity, digital systems come to the fore in order to increase efficiency in the field of production, reduce operating costs and produce higher quality products.

In this thesis, real-time and historical cigarette filter production tracking of a large-scale cigarette production factory was carried out from the web interface. Data such as waste amount, production amount, stop reasons, downtimes, speed values from quality measurement systems, SAP and Programmable Logic Controller (PLC) sources are instantly collected and recorded in a single database. These raw data recorded in the database were recorded in the database by calculating the averages, totals and cumulative values for minute, hour, daily and shift time periods via a Windows service. With a web application implemented with ASP.NET MVC, the production process of all machines in the factory can be followed. Thus, during the production phase, it was ensured that the operators, technical personnel and managers instantly monitor the machine data with graphics and tables, and at the same time, it is aimed to take faster action in case of a possible negative situation, reducing production losses and managing a more efficient production process.

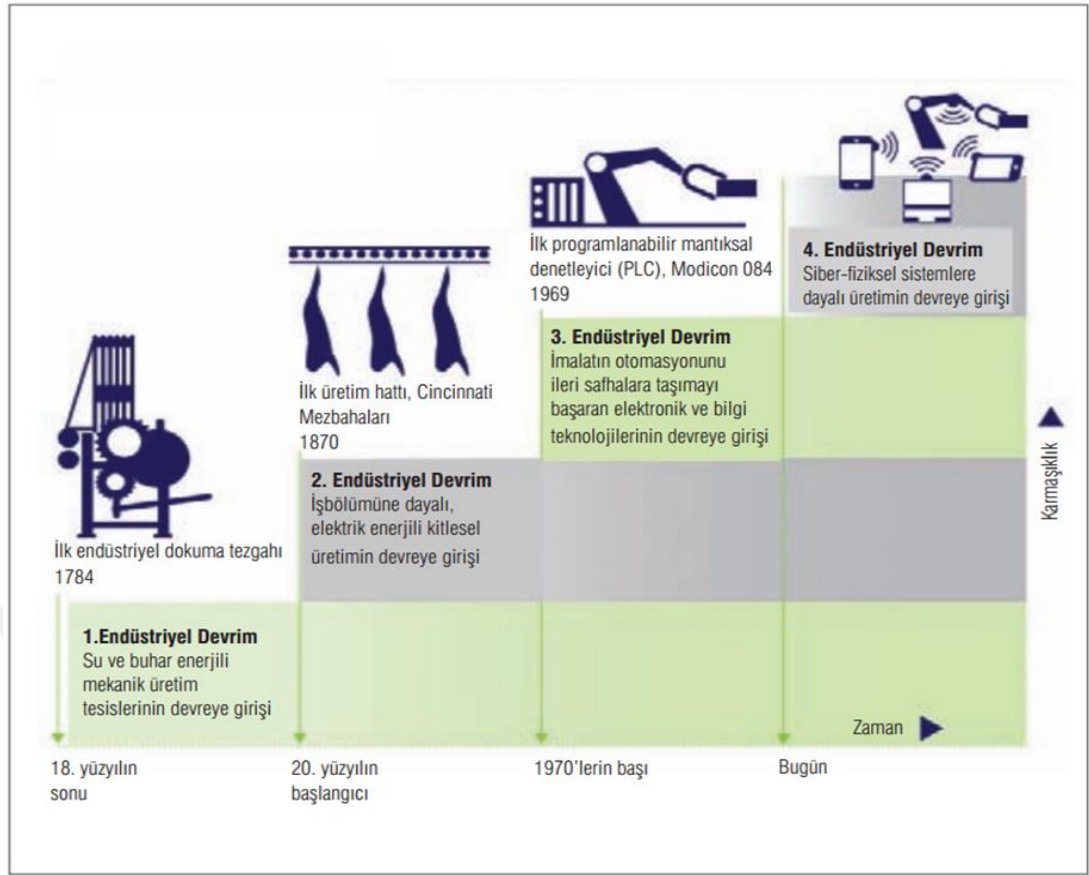
Keywords: Industry 4.0, Smart Factory, Smart Production, PLC, Real-time Production Monitoring System

2022, 84 pages

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 adıyla tanınan “4. Sanayi Devrimi” üretim teknolojilerindeki çeşitli otomasyon sistemlerini ve veri akışını sağlayan bir teknolojidir. 4. Sanayi Devrimi IoT (Internet of Things - Nesnelerin İnterneti) ve siber fiziksel sistemlerden oluşmaktadır [1]. Dijital fabrika olarak da adlandırılan akıllı fabrikaların oluşumunda önemli etkiye sahip olan bu devrim çeşitli süreçleri ve bilgi akışını birbirine bağlayarak verimli ve esnek bir üretim akışı sağlar. Aynı zamanda üretim aşamasında ihtiyaç duyulan verinin elde edilmesine, elde edilen bu verinin takibine ve analiz edilmesine olanak sunarak üretim veriminin artmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Birinci sanayi devrimi su ve buhar gücü ile çalışan makinelerin üretilmesi ile İngiltere’de 18. yüzyılda ortaya çıkmıştır. İkinci sanayi devrimi elektrik gücü kullanılarak bir çok yeniliği hayata kazandırmıştır. Üçüncü sanayi devriminde ise 20. yüzyılın sonlarından itibaren elektronik ve bilgisayar sistemleri kullanılarak endüstriyel süreçlerin otomasyonu sağlanmış ve dijitalleşmenin temelleri atılmıştır. Telekomünikasyondaki ilerlemeler küreselleştirmeyi hızlandırarak dünya çapında iş modellerinin oluşumunu sağlamıştır. Endüstri 4.0 teknolojisi ile IoT, akıllı sensörler, gelişmiş insan makina arayüzleri gibi yenilikler günümüzde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 olarak bilinen dördüncü sanayi devriminde Nesnelerin İnterneti aracılığıyla gerçek zamanlı verilere erişim sağlanmakta ve siber-fiziksel sistemlerin oluşumu ile dijital teknolojiye verilen önem yeni bir düzeye taşınmıştır. Endüstri 4.0 üretime daha kapsamlı bir bakış açısı sağlayarak birbiriyle bağlantılı ve bütünsel bir yaklaşım sunar. Aynı zamanda üretim operasyonlarının daha iyi kontrol edilmesine ve süreçleri iyileştirerek büyümeyi desteklemek için anlık verilerden yararlanmalarına olanak tanır. Şekil 1.1’de Endüstri 4.0 tarihsel gelişimi gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Endüstri 4.0 Tarihsel Gelişimi

Üretim hatlarındaki kaynakların iyi kullanılamaması verimliliğin ve doğruluğun düşmesine sebep olur. Üretimdeki çeşitli arızaları tanımlamak, oluşan sorunları hemen düzeltmek ve üretimin gidişatını takip etmek için mevcut veriler doğru bir şekilde yorumlanmalıdır [2]. Doğru bir veri yönetimi ve üretim izleme sistemi olmadan üretim performansının iyileştirilmesi zorlaşır. Manuel veri toplamak hem tutarsızlıklara hem de yanlışlıklara yol açar ve bilgilerin hatalı toplanıp yönlendirilmesi ile üretimdeki verimlilik düşer. Üretim aşamasında operatörlerin anlık bilgileri zamanında elde edememesi veya uzun süre üretim yapan endüstriyel makinaların bakım süresi, takibinin doğru yapılamaması gibi konular üretim sürecini yavaşlatan önemli etkenlerdir.

Bu tezin amacı üretim hattındaki kayıpları önlemek ve bunun yanında üretim kalitesini arttırmaktır. Üretim hattında üretim kayıplarının asgari düzeyde tutulması üretim maliyeti açısından büyük önem arz etmektedir. Üretim aşamasında kayıpların azaltılması ve üretimin en az kayıp ile devam etmesi için ilgili müdahalenin zamanında

yapılması gerekir. Bu doğrultuda insan faktörü kaynaklı yanlış karar alma ve zamanlama sorunları ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında üretim kalitesinin artırılması ve kaynakların doğru kullanılması üretim verimliliğini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Üretim aşamasında üretilen ürün kalitesinin düşmesi istenmeyen bir durumdur ve önüne geçilmesi mümkündür. Bir sistem tarafından izlenen kalite ölçüm verilerinin en uygun düzeyde olması için personelin bir uyarı sistemi ile bilgilendirilmesi büyük kolaylık sağlamakta ve verimliliğin artışında önemli bir rol oynamaktadır.



2. LİTERATÜR TARAMASI

Kayar ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kontrol yönetim sistemleri, Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalardaki üretim süreci zorlukları incelenmiştir. Çalışma ekibi tarafından üretim sürecinde gerçekleşen ve gerçekleşmesi muhtemel olan hatalar üzerinde kestirimci bakım yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda akıllı fabrikaların topluma sağlayacağı faydalara değinilmiştir [3].

2016 yılında Ercan ve Kutay tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise endüstriyel üretim aşamasındaki çalışmalar incelenmiştir. IoT kavramının getirmiş olduğu avantajlar tartışılmış ve geliştirilecek konular hakkında açıklamalar yapılmıştır. Çalışma içerisinde akıllı ev ve fabrikalar ile sağlık ve tarım alanlarında gerçekleştirilen IoT uygulama örneklerine yer vermişlerdir [4].

Kovalev ve arkadaşları tarafından 2022 yılında bulut teknolojisi ve OPC [5] protokolünü kullanarak bir CNC (Computer Numeric Control – Bilgisayar Destekli Nümerik Kontrol) sisteminden veri toplamaya yönelik bir çözüm incelenmiştir. HMI ekranlarını yapılandırma yeteneği ile FRED (Front End for Node-RED – Node Red İçin Ön Yüz Geliştirme) bulut platformuna dayalı veri görselleştirmesi hakkında bir çalışma yapılmıştır. OPC web istemcisine dayalı bir uzak Node-RED kullanıcı terminali ve MQTT (Message Queuing Telemetry Transport – Mesaj Kuyruğu Telmetri Aktarımı) platformunu kullanarak CNC sisteminin OPC sunucusundan FRED bulutuna veri göndermiştir [6].

Allahloh ve arkadaşları tarafından 2018 yılında IIoT (Industrial Internet of Things – Endüstriyel Nesnelerin İnterneti) kullanarak akıllı petrol sahasının geliştirilmesi için Siemens S7-300 tipi bir PLC'ye dayanan bir FCS (Facility Control System – Tesis Kontrol Sistemi) gerçekleştirilmiştir. FCS için SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – Denetim Kontrolü ve Veri Toplama) işlevini yürütmek üzere WinCC yazılımı kullanılmıştır. Küresel enerji talebindeki artan artış göz önüne alındığında, yüksek kaliteli bir ürünü daha düşük maliyetle elde etmek için IoT teknolojisinin petrol ve gaz alanlarına nasıl entegre edileceğine odaklanılmıştır [7].

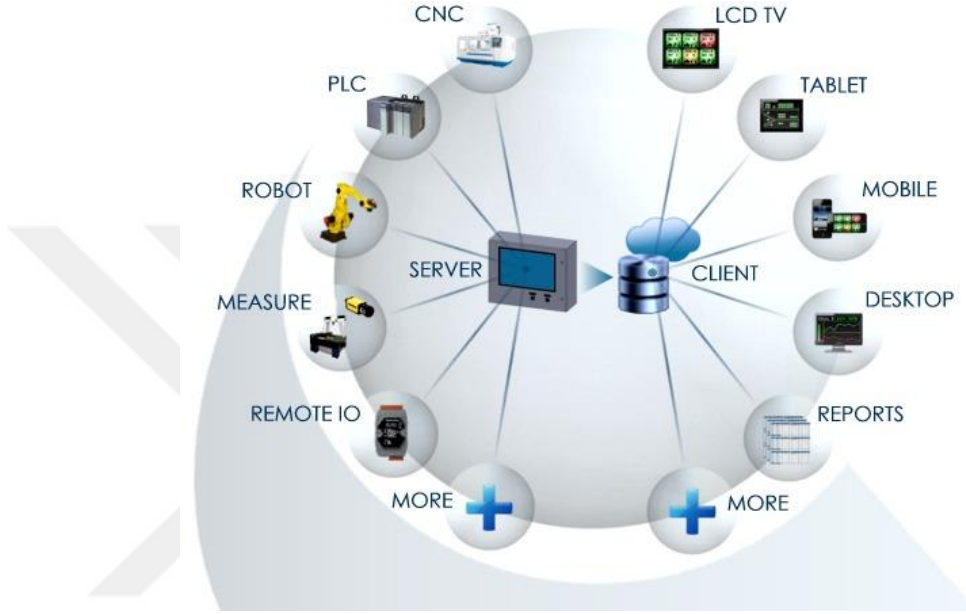
2018 yılında Kumar ve arkadaşları tarafından üretim sektöründeki orta çaplı işletmelerin üretkenliğini artırmak için yalın üretim sistemine dayalı bulut tabanlı bir çalışma yapılmıştır. Bulut ve yalın üretimin bu birleşimi ve elektronik sistem yardımıyla kısmi bir otomasyon sistemi kurulmuştur. Bu çalışmada stok ve makine donanım takibi yapılmıştır. Bunun yanında üretim hattı genel bilgileri, ürün atık miktarı gibi veriler PLC (Programmable Logic Controller – Programlanabilir Mantıksal Denetleyici)’den toplanmıştır. Toplanan bu veriler operatörlerin takibini kolayca yapabileceği şekilde görüntülenmiştir [8].

2002 yılında Çil tarafından yapılan çalışmada bilgi tabanlı imalat karar destek sistemleri hakkındaki araştırma makalelerine yer verilmiş ve endüstri alanında karar destek sisteminin örnek bir çalışması yapılmıştır. Bilgi tabanlı karar destek sisteminin uygulandığı çalışma Federal elektrik firması için hazırlanmıştır. Şartel ve sigorta gibi elektrik malzemeleri üreten bu işletme ISO-9000 belgesine sahip ve 15.000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Üretimde meydana gelen sipariş artışından ve üretim hattında üretilen ürün değişimlerinden kaynaklanan problemlere çözüm bulunmuştur. Sistemin beş ana grupta toplanan kararlardan birini önermesi ile birlikte imalat yöneticisinin daha hızlı ve doğru karar vermesi sağlanmıştır [9].

Javaid ve arkadaşları tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada Endüstri 4.0’ın tıp alanındaki araştırma makalelerine yer verilmiş ve Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilen 19 önemli uygulama incelenmiştir. Son yıllarda üretilen tıbbi cihazlar Endüstri 4.0 teknolojilerine uygun ve yüksek kaliteli cihazlardır. Yeni üretim teknolojileri, yazılımlar, sensörler ve robotların bilgi teknolojileri ve IoT yardımı ile bağlantı ve veri alışverişini yaratır. Bu sayede Endüstri 4.0 gelecekte hasta bakımı ve sağlık sektörü için yeni fırsatlar ve yenilikçi yaklaşımlar yaratmaktadır [10].

3. GERÇEK ZAMANLI ÜRETİM İZLEME SİSTEMİ

Gerçek zamanlı üretim izleme sistemi, üretim gerçekleşirken üretim hattındaki bilginin toplanmasına ve ilgili tüm kişilere dağıtılmasına yardımcı olan bir üretim aracıdır [11]. Bu üretim aracı, endüstrilerin kısıtlı üretim sürecinde verimi artırarak gerçekçi üretim hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olması için gereklidir. Bir üretim izleme sisteminin yapısı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Gerçek Zamanlı Üretim İzleme Sisteminin Yapısı

Üretim hatlarındaki verimlilik ve doğruluk mevcut kaynakların daha iyi kullanılmasını sağlar [12]. Üretimdeki çeşitli arızaları tanımlamak ve verimliliği artırmak için mevcut veriler doğru bir şekilde yorumlanmalıdır. Üretim izleme sistemleri doğru veri yönetimi ile üretim performansının iyileştirilmesinde önemli bir rol almaktadır. Bazı üretim hatlarında çeşitli raporlar üretmek için manuel veri toplama yöntemleri kullanılmaktadır. Veriler bir üretim izleme sistemi yardımı olmadan toplandığında hem tutarsızlıklara hem de yanlışlıklara yol açar. Verilerin kaydedilmesi veya toplanması üzerinde insan müdahalesi olduğunda toplanan verilerin doğruluğu yeterince güvenilir değildir [13].

Gerçek zamanlı üretim izleme sistemi, ilgili personele doğru zamanda doğru bilgileri sağlamalıdır. Üretim personeline veya operatörlere çok fazla üretim bilgisi

sunmak görevleri açısından gerekli değildir. İlginin olmadığı çok fazla bilgi atıldığında işçiler veya operatörler mevcut üretim çıktılarında değişiklik yapmak için gerekli olanları ayırt edip algılayamazlar [14]. Süpervizörlere çok az bilgi sunmakla birlikte, destek departmanları ve yöneticiler üretim operasyonlarını daha geniş açıdan takip etmektedirler. Endüstriyel sahada her seviyenin belirlenen hedeflere ulaşmada rolü vardır.

Herhangi bir veri toplama ve raporlama sisteminin ekonomik olması, doğru sonuçlar üretmesi ve üretim hattındaki kurulumunun kolay olması oldukça önemlidir [15]. Anahtarlara, sensörlere, PLC (Programmable Logic Controller - Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) [16] çıkışlarına ve diğer yaygın endüstriyel ekipmanlara doğrudan bağlantı sağlayabilen bir üretim izleme sistemi büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bir üretim hattındaki her iş istasyonuna ve makineye kolayca bağlanabilirse elde ettiği bu kritik veriler için yönetim ihtiyaçları kolayca karşılanabilir. Gerçek üretim verileri otomatik olarak yakalanabilir, operatörlere basit ve anlaşılır bir şekilde sunulabilirse, iyileştirme sürecinin önemli bir parçası haline gelecektir. Etkili bir sistem aşağıdaki üç unsurdan oluşmalıdır:

- **Veri Toplama**

Bu aşamanın en temel kısmı veri toplama aşamasıdır. En az insan müdahalesi ile veya hiç müdahale etmeden veri toplamak ve saklamak için üretimdeki çeşitli sistemler ile iletişime geçilmektedir. Bu kritik veriler elde edildikten sonra veritabanı sistemlerinde kayıt altına alınmaktadır.

- **Görüntüleme**

İlgili üretim bilgileri operatörlere, hat liderlerine, süpervizörlere, destek departmanlarına ve yönetime sunulmaktadır. Günümüzde bilgisayarlı dokunmatik monitörler birçok endüstrinin tercih edilen yöntemi haline gelmiştir. Bu monitörlerde üretim bilgileri, grafikler ve özet raporların gösterimi aynı zamanda acil destek çağrıları, ekipman takibi ve karar destek sistemleri ile operatörlerin yönlendirilmesi gibi bir çok verimli işlevler gerçekleştirilebilmektedir.

- **Analiz**

Üretim sahasındaki cihazlardan toplanan veriler ile analiz yapılabilmesi için bu veriler kayıt altına alınmalıdır. Cihaz ve makinalardan alınan bu ham veriler ön işlem den geçmemiş verilerdir. Kayıt altına alınan bu veriler öncelikle ön işlem den geçerek ölçümlendirilmektedir. Ardından verilerin görselleştirilmesi için uygun hale getirilmektedir. Örneğin günlük, haftalık, aylık trendler, vardiya sonlarındaki özet raporlar, anlık veriler grafiksel olarak gösterilirken hatalı verilerin ayıklanması, kümüle verilerin oluşturulması gibi analizler sistem tarafından yapılmaktadır.



4. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Bu bölümde isterlerin analizi, mimari tasarım, uygulama, raporlama ve veri görselleştirme, sistem entegrasyonu ve sistem testi başlıklarına yer verilmiştir.

4.1. İsterlerin Analizi

4.1.1. İşlevsel Gereksinimler

İşlevsel gereksinimler sistemin davranışını belirleyen ve sistemin sahip olduğu özellikleri belirleyen yapısal gereksinimlerdir [17]. Sistemin sahip olduğu işlevsel gereksinimler aşağıda maddeler halinde listelenmiştir.

- Kullanıcı son bir milyon üretim zaman aralığındaki duruş adedi grafiğini görebilmeli.
- Kullanıcı atık yüzdesi grafiğini görebilmeli.
- RTD (Resistance to draw – RTD), Çevre, Ovalite, Ağırlık gibi belirli aralıklarla alınan örnek parametre ölçüm grafiğini görebilmeli.
- Kullanıcı makinenin günlük akışındaki otomatik bildirimleri zaman sırasına göre görebilmeli.
- Uygulama kullanıcıları makine profili zaman akışında fotoğraf veya metin gibi paylaşımlarda bulunabilir. Bu paylaşımları beğenip yorumda yapabilir.
- Kullanıcı Makine profilinde vardiya sonu rapor paylaşımlarını görebilmeli.
- Kullanıcı makine profilinden eğitim dokümanlarını ve katalog listesini indirebilmeli.
- Kullanıcı destek çağrısı talebinde bulunabilmeli.
- Kullanıcı bakım talebine bulunabilmeli.
- Kullanıcı paylaşımda bulunabilmeli, mesaj gönderebilmeli (makine zaman çizgisinde).
- Kullanıcı makine profilinden geçmiş detaylı grafiklere gidebilmeli.
- Kullanıcı tüm makinelere mesaj atabilmeli.
- Kullanıcı Dil seçenekleri arasında geçiş yapabilmeli.
- Kullanıcı makine profilinden İş Planı Tablosunu açabilmeli.
- Kullanıcı makine profilinden duruş listesine erişebilmeli.

- Kullanıcı Duruş listesinde duruşları manuel olarak kaydedebilmeli.
- Kullanıcı makine profilinden trend grafiklerine erişebilmeli.
- Kullanıcılar iş planı dosyalarını sisteme yükleyebilmeli.
- Kullanıcı sisteme marka ekleyebilmeli, düzenleyip çıkartabilmeli.
- Kullanıcı Rapor sekmesinden rapor alabilmeli.
- Kullanıcı Vardiya Özeti sekmesinden son 3 vardiya raporuna ulaşabilmeli.
- Kullanıcı duruş-atık raporunu alabilmeli.
- Kullanıcı Aksiyon-Zaman Takibi raporuna ulaşabilmeli.
- Kullanıcı Personel Kaydı ekranında personel girişi yapabilmeli.
- Kullanıcı bakım sekmesinden ekipman ekleyip düzenleyebilmeli.
- Kullanıcı bakım güncel sekmesinden makine bazlı bakım tarihlerini görebilmeli.
- Kullanıcı Bakım takip sekmesinden makine bazlı bakım taleplerini onaylayabilmeli.
- Makine durum takip sekmesinden Filtre Fabrikasında ki mevcut tüm makinelerin anlık durum takibi yapılabilir.
- Kullanıcı hakkında sekmesinden ürünü ile alakalı gerekli genel bilgileri öğrenebilmeli.
- Kullanıcı Makine Durum Takip sekmesinden Makine ayarları ekleyebilmeli, düzenleyip silebilmelidir.
- Kullanıcı makine temizlik sekmesinden makinelerin vardiyalık temizlik raporlarını alabilmeli.
- Kullanıcı temizlik noktaları sekmesinden temizlik noktaları ekleyebilmeli, düzenleyip, silebilmelidir.
- Kullanıcı FM (Filter Machine – Filtre Makinesi) katalog sekmesinden eğitim dökümantasyonunu sisteme yükleyebilmeli.
- Kullanıcı destek çağrıları sekmesinden önceki vardiyalara yönelik destek çağrılarını raporlayabilmeli.
- Kullanıcı duruş nedenleri sekmesinden duruş sebebi ekleyebilmeli, düzenleyip, silebilmelidir.
- Kullanıcı gönderi yorumları sekmesinden yorum ekleyebilmeli, düzenleyip, silebilmelidir.

- Kullanıcı gönderiler sekmesinden makine bazlı yapılan işleri görebilmeli.
- Kullanıcı alarm bildirimleri sekmesinden alarm ve bildirimleri düzenleyebilmeli.

4.1.2. İşlevsel Olmayan Gereksinimler

İşlevsel olmayan gereksinimler uygulamanın sahip olduğu performans, güvenlik, standartlar gibi özellikleri içinde barındırmaktadır [18]. Sistemin işlevsel olmayan gereksinimleri aşağıda listelenmiştir.

- Operatör atık yüzdesi grafiğini çizgi grafiğinde görebilmeli.
- Makine profili zaman akışındaki fotoğraflar .PNG formatında olmalı.
- Vardiya sonu rapor paylaşımları her kullanıcıya mesajla bildirilmeli.
- Kullanıcın destek çağrısı sadece kısa mesajla yapılabilmesi.
- Kullanıcı makine profilinden geçmiş 12 ayın detaylı grafiklerine ulaşabilmeli.
- Dil seçenekleri arasında 4 farklı dil bulunmalı.
- Makine profilinde ki duruş listesi son 150 duruşu göstermeli.
- Makine profilinde ki trend grafiği Pasta Grafik ile gösterilmeli.
- Sisteme eklenen markalar Türkçe kelimelerden oluşmalı.
- Duruş-atık raporu vardiyalık olarak kullanıcılara bildirilmeli.
- Sisteme yeni eklenecek sayfa ve arayüz tasarımları mevcut tasarımla uyumlu olmalıdır.
- Kullanılan görsel araçlar, grafikler, ikonlar ve butonlar çeşitli JavaScript kütüphaneleri ve CSS (Cascading Style Sheets - Basamaklanmış Stil Katmanları) dosyaları ile desteklenmektedir.
- Kullanım kolaylığı sağlamak için yönlendirilebilir alanların üzerine tıklandığında zaman, renk ve imleç farklılaştırılmaları ile gösterilmektedir.
- Sisteme yeni eklenen özellikler çoklu dil desteği ile desteklenecektir.
- Https (Hyper-Text Transfer Protocol – Hiper-Metin Transfer Protokolü) ile web ortamından erişim sağlanmaktadır.

- Domain kullanıcıları domain sistemi üzerinden ilgili yetkiyi yöneticilerinden talep etmektedir.
- İlgili role sahip olan domain kullanıcıları giriş yapabilmelidir.

4.1.3. Kullanıcı Hikayeleri (Use-Case'ler)

Tablo 4.1'de duruş nedenleri için çözüm önerilerinin kaydedilmesi ile ilgili başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.1. Duruş Nedenlerinin Çözüm Önerisi Kaydı Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Duruş Nedenleri için Çözüm Önerilerinin Kaydedilmesi Use-Case'i	
Hedef	Duruş nedenleri için hangi çözümün uygulanabileceğinin anlaşılması (Her bir duruş için en sık uygulanan çözümlerin belirlenmesi)	
Kapsam	Operatörlerin duruş anında ki uyguladığı çözümü listeden seçmesi	
Önkoşullar	Duruş gerçekleştirilmesi, Operatör müdahalesi	
Başarılı Bitiş Durumu	Duruş nedenleri için çözüm önerisi kayıt edilir	
Başarısız Bitiş Durumu	Duruş nedenleri için çözüm önerileri kaydedilemez. İlgili hata ekranda gösterilir	
Aktörler	Makine operatörü, bakım personeli	
Tetikleyici	Duruşun gerçekleşmesi ve ekrana gelen pencereye tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Art arda aynı duruş gerçekleşir
	2	Duruş türüne göre kullanıcıya SMS (Single Message Service - Kısa Mesaj Servisi) ve E-posta gönderilir
	3	Kullanıcı ilgili uyarı penceresine tıklar
	4	Açılan ekranda duruşun çözümü listeden seçilir
	5	Kaydet butonuna basılır

Tablo 4.2'de sisteme iş planı yüklenmesi use-case'ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar yer almaktadır.

Tablo 4.2. Sisteme İş Planı Yüklenmesi Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Sisteme iş planı yüklenmesi use-case'i	
Hedef	Üretim planlamacılarının sisteme manuel iş planını başarılı bir şekilde yüklenmesini	
Kapsam	Kullanıcının iş planını sistemden seçmesi	
Önkoşullar	Planlayıcı müdahalesi, İş planı dosyasının bulunması	
Başarılı Bitiş Durumu	İş planı planlayıcı tarafından başarıyla sisteme yüklenir	
Başarısız Bitiş Durumu	İş planı sisteme yüklenmez	
Aktörler	Üretim planlayıcısı	
Tetikleyici	Menüden plan dosyası linkine tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı menüden plan dosyası linkine tıklar
	2	Dosyayı seçer ve Dosya seç butonuna tıklar
	3	Excel planını ekler
	4	Yükle butonuna basar

Tablo 4.3'de uygulama panosundan tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarlarını görüntüleme use-case'ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.3. Uygulama Panosundan Tüm Makinelerin Vardiyalık Üretim Miktarlarını Görüntüleme Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Uygulama panosundan tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarlarını görüntüleme use-case'i
Hedef	Tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarlarını görüntüleme
Kapsam	Kullanıcı müdahalesi, Uygulama Panosu ekranına erişimin sağlanması
Önkoşullar	Tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarları görüntülenir
Başarılı Bitiş Durumu	Vardiyalık üretim miktarları görüntülenemez
Başarısız Bitiş Durumu	Operatör, Yönetici

Aktörler	Uygulama Pano ekranına giriş yapılması	
Tetikleyici	Uygulama panosundan tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarlarını görüntüleme Use-Case'i	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı Uygulama Pano ekranına giriş yapar
	2	Tüm makinelerin vardiyalık üretim miktarlarını görüntüler

Tablo 4.4.'de makinelerin zaman tüneline paylaşım yapılması use-case'ine ikişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.4. Makinelerin Zaman Tüneline Paylaşım Yapılması Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Kullanıcıların tüm makinelerin zaman tüneline paylaşımında bulunması use-case'i	
Hedef	Makine zaman tüneline kullanıcı tarafından paylaşım yapılması	
Kapsam	Kullanıcıların bilgilendirilme ihtiyacı	
Önkoşullar	Tüm makinelerin zaman tüneline paylaşımında bulunulması	
Başarılı Bitiş Durumu	Paylaşımında bulunulamaz, hata meydana gelir	
Başarısız Bitiş Durumu	Makine operatörü, yönetici	
Aktörler	Pano ekranında paylaş butonuna tıklanması	
Tetikleyici	Kullanıcıların tüm makinelerin zaman tüneline paylaşımında bulunması use case'i	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı pano sayfasını açar
	2	Tüm makinelere mesaj at butonuna tıklar
	3	Metin kutusuna mesajını yazar
	4	Gönder butonuna basar

Tablo 4.5'te makinelerin kendi zaman tüneline paylaşım yapması use-case'ine ikişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.5. Makinelerin Kendi Zaman Tünelinde Paylaşım Yapması Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Makinenin kendi zaman tünelinde vardiya sonu raporunu paylaşması use-case'i	
Hedef	Makine zaman tünelinde vardiya bittiği anda makine tarafından vardiya sonu bilgilerini paylaşması	
Kapsam	Vardiyanın bitmesi	
Önkoşullar	Makine kendi zaman tünelinde rapor paylaşımı yapar	
Başarılı Bitiş Durumu	Makine kendi zaman tünelinde paylaşımında bulunulamaz, hata meydana gelir	
Başarısız Bitiş Durumu	Makine	
Aktörler	Windows Servisi	
Tetikleyici	Makinenin kendi zaman tünelinde vardiya sonu raporunu paylaşması use-case'i	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Vardiya bitiminde Veri Servisi toplam üretim, atık, ortalama kalite parametreleri, en sık yaşanan duruşlar ve atıklar gibi bilgileri hesaplar ve kaydeder
	2	İlgili makinenin zaman tünelinde gösterimi yapılır

Tablo 4.6'da makine genel tanımlamaları use-case'ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.6. Makine Genel Tanımlamaları Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Yeni bir makine tanımlanması use-case'i
Hedef	Yeni bir makinenin sisteme dahil edilmesi
Önkoşullar	Yeni bir makinenin Filtre Fabrikasına dahil olması
Başarılı Bitiş Durumu	Makine tanımlaması sistemde yapılır
Başarısız Bitiş Durumu	Sistemde yeni makine tanımlaması yapılamaz, hata meydana gelir
Aktörler	Yönetici

Tetikleyici	En basit anlamıyla, bir karar aşamasında, toplanmış bilgilerden faydalanarak karar vermeyi kolaylaştıran sistemlerdir Supervisor menüsünde Makine Hedefleri butonuna tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı menüden Makine Hedefleri linkine tıklar
	2	Açılan makine listesinin üstündeki artı işaretli butona tıklar
	3	Makine adı, açıklaması, üretim hedefleri ve genel parametreleri doldurur
	4	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.7’de makine katalog tanımlamaları use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.7. Makine Katalog Tanımlamaları Use-Case’i için Senaryolar

Use-Case	Yöneticinin makine katalog dosyalarını sisteme yüklemesi use-case’i	
Hedef	Bir makineye ait katalog dosyasının makine profiline eklenmesi	
Önkoşullar	Makine ile ilgili herhangi bir bilgi içeren dokümanın olması	
Başarılı Bitiş Durumu	Makine için katalog dokümanı sisteme yüklenir	
Başarısız Bitiş Durumu	Makine için katalog dosyası yüklenemez, hata meydana gelir	
Aktörler	Yönetici	
Tetikleyici	Supervisor menüsünde FM Katalog menüsüne girilmesi	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı menüden FM Katalog butonuna tıklar
	2	Açılan sayfada dosya seç butonuna tıklar ve dosya seçer
	3	Kaydet butonuna basar
	4	Altındaki listeye dosyanın eklendiğini görür ve dosyayı soldaki checkbox aracılığı ile seçer
	5	Üst menüde bulunan kalem resimli butona tıklar

	6	Hangi makinelerde görünmesi gerekiyorsa ilgili makineleri seçer
	7	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.8’de makine katalog dosyalarının görüntülenmesi use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.8. Makine Katalog Dosyalarının Görüntülenmesi Use-Case’i için Senaryolar

Use-Case	Katalog dosyasının görüntülenmesi use-case’i	
Hedef	Katalog dosyasını görüntülemek	
Önkoşullar	Makine katalog dokümanlarına ulaşım ihtiyacının olması	
Başarılı Bitiş Durumu	Dosya görüntülenir	
Başarısız Bitiş Durumu	Dosya görüntülenemez, hata meydana gelir	
Aktörler	Operatör, Yönetici	
Tetikleyici	Makine profilindeki kitap simgesine tıklanıp açılan listede ilgili dökümana tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Operatör ilişkili olduğu makinenın profil sayfasını açar
	2	Kitap simgeli butona tıklar
	3	İlişkili katalog dosya listesini görüntüler
	4	Görüntüle butonuna basarak ilgili katalog dosyasını görüntüler
	5	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.9’da makine temizlik noktası oluşturma use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.9. Makine Temizlik Noktası Oluşturma Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Temizlik noktası oluşturma Use Case'i	
Hedef	Yeni bir temizlik noktası yaratmak	
Önkoşullar	Makinenin yeni bir temizlik ortamının varlığı	
Başarılı Bitiş Durumu	Yeni temizlik noktası oluşturulur	
Başarısız Bitiş Durumu	Temizlik noktası oluşturulamaz, hata meydana gelir	
Aktörler	Yönetici	
Tetikleyici	Menüde Makine Temizlik bölümü altındaki Temizlik noktaları butonuna tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Makine Temizlik sayfasında artı simgeli butona tıklanır
	2	Temizlik noktası adını yazar ve hangi bölümde olduğunu dropdown listesinden seçer
	3	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.10'da yeni bir duruş nedeni oluşturma use-case'ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.10. Yeni Bir Duruş Nedeni Oluşturma Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Yeni duruş nedeni oluşturma use-case'i	
Hedef	Yeni bir duruş nedeni oluşturmak	
Önkoşullar	Makinenin durmasına sebebiyet veren ve yeni tespit edilen farklı bir duruşun meydana gelmesi	
Başarılı Bitiş Durumu	Duruş bilgileri sisteme yüklenir	
Başarısız Bitiş Durumu	Duruş bilgileri sisteme yüklenemez, hata meydana gelir	
Aktörler	Yönetici	
Tetikleyici	Menüde Duruş Nedenleri altındaki yeni duruş nedeni butonuna tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem

	1	Supervisor menüsünden Duruş Nedenleri linkine tıklanır
	2	Artı butonuna tıklanır
	3	Duruş kodunu ve açıklamasını girer
	4	Sağ bölümde duruşun olası çözüm alternatiflerini girer
	5	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.11’de mekanik ve elektronik bakım personellerinin makine için yeni bir ekipman veya yedek parça eklemesi use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.11. Mekanik ve Elektronik Bakım Elemanlarının Makine için Yeni Bir Ekipman veya Parça Ekleme Use-Case’i için Senaryolar

Use-Case	Makinenin yeni bir parçasının sisteme eklenmesi use-case’i	
Hedef	Makine parçasının kullanım ömrünün hesabı, son durumu ve değişimi ile ilgili takibinin yapılması	
Önkoşullar	Makineye yeni bir parçanın dahil edilmesi	
Başarılı Bitiş Durumu	Yeni parça sisteme yüklenir	
Başarısız Bitiş Durumu	Yeni parça sisteme yüklenemez, hata meydana gelir	
Aktörler	Bakım Personeli	
Tetikleyici	Menüdeki Parça listesi sayfasındaki artı butonuna tıklanması	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Yönetici menüsünden Bakımın altında Parça listesi linkine tıklanır
	2	Artı butonuna tıklanır
	3	Makine tipi, açıklama, kullanım ömrü (saat) ve yedek parça numarasını girer
	4	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.12’de bakım personelinin makine duruşu çözüm seçimi use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.12. Bakım Personelinin Makine Duruşu Çözüm Seçimi Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Bakım personelinin makine duruşunu çözüm seçimi use-case'i	
Hedef	Filtre makinesinde yaşanan duruşların çözümlerinin seçimi	
Önkoşullar	Duruş gerçekleştirilmesi, Operatör müdahalesi	
Başarılı Bitiş Durumu	Duruş ortadan kalkar ve duruşun için uygulanan çözümler belirlenir	
Başarısız Bitiş Durumu	Duruş devam eder ve çözüm belirlenemez	
Aktörler	Elektronik bakım operatörü, Mekanik bakım operatörü	
Tetikleyici	Duruşun gerçekleşmesi ile operatöre yollanan bilgi mesajı	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Duruş gerçekleştirir
	2	Kullanıcıya bilgi mesajı yollanır
	3	Kullanıcı Filtre makinesi yanına gelerek hata kodunu okur ve uyarı mesajına tıklar
	4	Kullanıcı cep telefonuna ve mailine gelen şifreyi açılan ekrana girer ve yaşanan duruş için uyguladığı çözümü seçer
	5	Kaydet butonuna basar

Tablo 4.13'te bakım personelinin duruş hakkında bilgilendirilmesi use-case'ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.13. Bakım Personelinin Duruş Hakkında Bilgilendirilmesi Use-Case'i için Senaryolar

Use-Case	Bakım personeline art arda aynı duruş bilgisinin gelmesi halinde SMS ve eposta ile bilgilendirilmesi use-case'i
Hedef	Filtre makinesi bakım operatörünü bilgilendirmek
Önkoşullar	Duruş gerçekleşmesi, SMS ve Eposta servislerinin çalışması
Başarılı Bitiş Durumu	Bakım operatörü yaşanan duruş hakkında bilgilendirilir
Başarısız Bitiş Durumu	Bakım operatörü bilgilendirilmez

Aktörler	Elektronik bakım operatörü, Mekanik bakım operatörü	
Tetikleyici	Duruşun gerçekleşmesi	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Duruş gerçekleşir
	2	Bir süre sonra ikinci kez aynı duruş meydana gelir
	3	Bu durumda bilgilendirme kutusu görünür
	4	Otomatik olarak üretilen şifre ve duruşun nedeni ilgili bakım personeline SMS ve Eposta yolu ile gönderilir

Tablo 4.14’te makine verilerinin elde edildiği sistemler ile bağlantı sorunu olup olmadığı durumların tespit edilmesi use-case’ine ilişkin başarılı ve başarısız senaryolar bulunmaktadır.

Tablo 4.14. Makine Verilerinin Elde Edildiği Sistemler ile Bağlantı Sorunu Olup Olmadığı Durumların Tespit Edilmesi Use-Case’i için Senaryolar

Use-Case	Kullanıcının herhangi bir veri alışveriş sorununu tespit etmesi Use Case’i	
Hedef	Kullanıcının sistemde takılan, veri akışını engelleyen birimlerinin tespiti	
Önkoşullar	Veri akışından aksaklık	
Başarılı Bitiş Durumu	Veri akışındaki sorunun kaynağı tespit edilir	
Başarısız Bitiş Durumu	Veri akışındaki sorunun kaynağı tespit edilemez	
Aktörler	Elektronik bakım personeli	
Tetikleyici	Veri kaynağındaki tespit edilen sorun hakkında bilgilendirme epostasının iletilmesi	
AÇIKLAMA	Adım	Eylem
	1	Kullanıcı menüden makine durum takip linkine tıklar
	2	Kullanıcı tüm makineleri görür
	3	Makine kutularının içinde siskon, amcs, sikora, gibi veri alınan sistemlerin isimlerini görür

	4	Kırmızı başlıkları görür ise iletişim problemi olduğunu tespit eder
--	---	---

4.1.4.Sistem Arayüzü

Kepware OPC (Open Platform Communications – Açık Platform İletişimleri) aracılığı ile makinanın üretim aşamasında duruş süresi ve duruş nedeni, atık sayısı ve atık nedeni, çalışma hızı bilgileri uygulama veritabanına aktarılmalıdır. AMCS (Advanced Manufacturing Control Systems – Gelişmiş Üretim Kontrol Sistemi) platformu üretim aşamasında kalite ölçümü yaparak atık yönetiminin daha akıllı, sorunsuz ve daha dijital çalışmasını sağlayan bir platformdur [19]. AMCS platformunun yanında Sikora ve Siskon cihazları da çeşitli kalite ölçüm verilerini anlık olarak sağlamaktadır. Tüm kaynakların sağladığı veriler veri servisi tarafından tek bir merkez uygulama veritabanına aktarılmalıdır. Bu aktarılan ham veriler yine veri servisi aracılığı ile ön işlemden geçmekte ve anlamlı bilgiler elde etmelidir. Oluşan bu anlamlı bilgiler de uygulama veritabanında saklanarak çıktı olarak uygulama tarafından sunulmasına imkân tanınmalıdır.

4.1.5. Kullanıcı Arayüzleri

Uygulama hem web arayüzünden hem de mobil tarayıcılardan çalışacak şekilde tasarlanacaktır. HTML (HyperText Markup Language – Hiper Metin İşaretleme Dili) altyapısı ile Bootstrap ve JQuery kütüphaneleri kullanılarak mobil uygunluk sağlanacaktır. Arayüzler Visual Studio IDE’sinde ASP.Net MVC (Model View Controller – Model Görüntü Denetleyici) C# dili ile HTML ve Razor Engine ile oluşturulacaktır.

4.1.6. Yazılım Arayüzleri

Sistemde toplanacak tüm veriler oluşturulacak olan bir Windows servis aracılığı ile toplanacaktır. Aynı zamanda CRM (Customer Relationship Management – Müşteri İlişkileri Yönetimi) [18] sistemi üzerinde planlama mühendislerinin oluşturduğu haftalık ve aylık üretim planı belirli aralıklar ile excel dosyası olarak dosya servisi tarafından elde edilerek uygulama veritabanına aktarılacak ve sisteme bütünleştirme sağlayacaktır.

Sistemde kullanıcıların SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – Basit Mail Aktarım Protokolü) üzerinden mail veya kısa mesaj bildirimleri alabilmesi için alarm servisi görev alacaktır. Aynı zamanda çağrı bildirimlerinin eposta ve sms yoluyla ilgili birimlere iletilmesi ve kullanıcıların bu konuda aksiyon zaman takibi sağlanacaktır.

Sistemin bir domain sistemi üzerinden çalışarak bütünleştirme işlemleri yapılacaktır. Domain kullanıcıları ilgili IT (Information Technology – Bilgi Teknolojisi) birimi aracılığı ile uygulamaya erişim hakkı almak için talepte bulunarak uygulamayı kullanabilecektir. Uygulama erişim altyapısı domain sistemi üzerinden yürütülecektir.

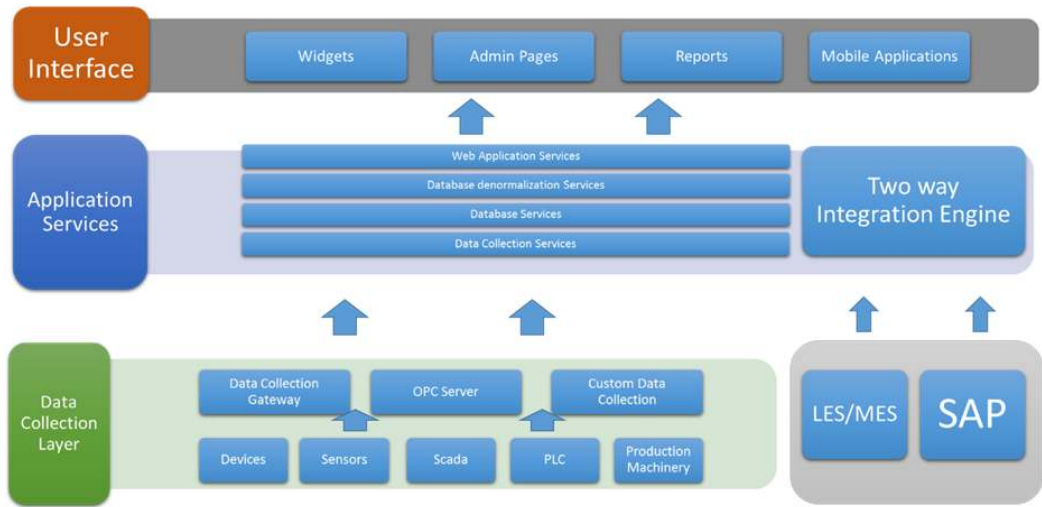
Makinelerin otomatik bildirim mekanizması kurularak makine sayfasında paylaşım yapılabilmesi sağlanır. Bunun yanında gönderi ve yorumların detayına ulaşılır. Raporlamalar yapılarak makine hedefleri, parametreleri ve temel bilgileri düzenlenebilir, sisteme yeni bileşenler eklenebilecektir. Aynı zamanda anlık ve geçmişe dayalı kalite ölçüm verileri, duruş, atık ve üretim bilgileri yetki sahibi olan kullanıcılar tarafından erişilebilecektir.

4.2. Tasarım

Bu başlık altında sistemin mimari tasarımından, veri toplama servislerinden, veritabanı yapısından ve proje katmanlarından bahsedilmiştir.

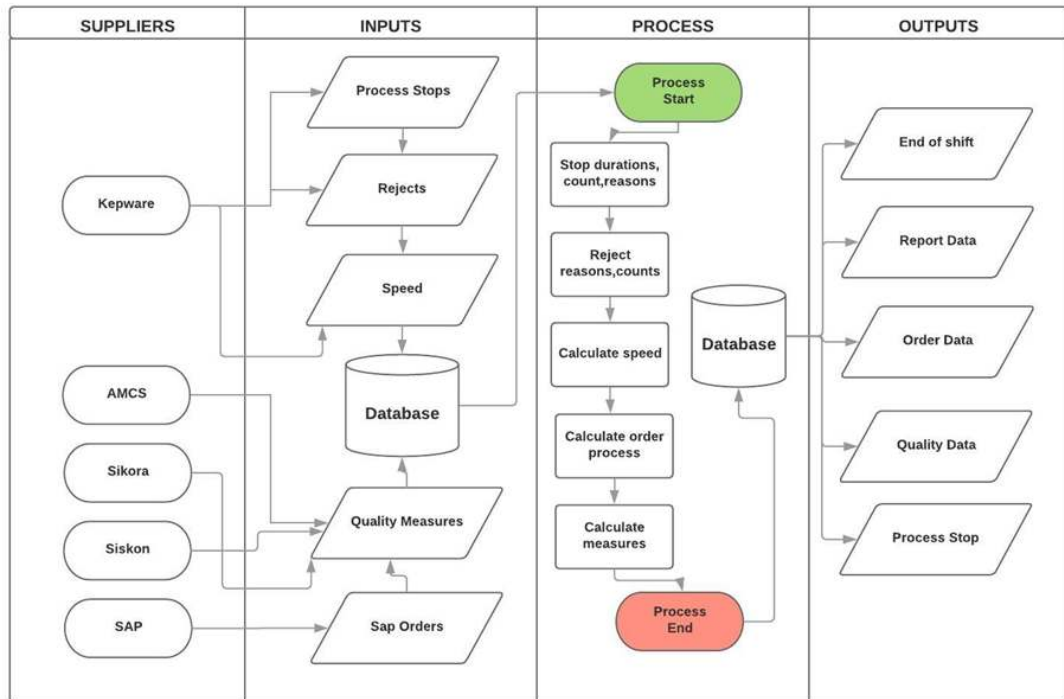
4.2.1. Mimari Tasarım

Projenin mimari tasarımında veri elde etme ve işleme katmanı, kullanıcı arayüz katmanı ve uygulama katmanı olarak üç temel bölümlendirme yapabiliriz. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere veri toplama katmanında PLC, OPC sunucusu, sensörler ve cihazların yanı sıra LES (Logistics Execution System – Nakliye Yürütme Sistemi) [21]/MES (Manufacturing Execution System - Üretim Yürütme Sistemi) [22] ve SAP (System Applications and Product – Sistem Uygulamaları ve Ürün) [23] gibi kaynaklar da yer almaktadır.



Şekil 4.1. Sistem Arayüzü

Uygulama katmanında ise veri toplama servisi, veritabanı hizmetleri ve web uygulaması yer almaktadır. Kullanıcı katmanında arayüz katmanında ise son kullanıcının eriştiği gereçler, raporlar ve uygulamalar bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Akış Şeması

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere beş farklı kaynaktan veri toplanacaktır. Bu toplanan veriler veri servisi aracılığı ile uygulama veritabanında ön işlem den geçirilerek saklanacaktır. Son aşamada ise son kullanıcıya işlem den geçen bilgiler sunulacaktır.

4.2.2. Veri Toplama ve İşleme Katmanı

Bu katmanda birden fazla kaynaktan toplanan veriler ön işlemlerden geçer ve ön işlem den geçen veriler kayıt ortamına aktarılır. Bu aşamada öncelikle veri kaynaklarına ulaşım ve veri toplama sıklığının öneminden bahsedebiliriz. Uygulama için oluşturulan ve planlanmış zamanlarda çalışan SQL (Structured Query Language – Yapılandırılmış Sorgu Dili) job’lar veri kaynaklarına ulaşır. Bu şekilde veri kaynaklarını bir dakikayı geçmeyecek şekilde kontrol ederek geçici alanlarda saklar. AMCS, Sikora, Siskon gibi kalite ölçüm sistemlerinin verileri kendi kaynaklarından toplar. Atık, üretim miktarı, duruş gibi makinadan doğrudan alınabilecek veriler ise KEPWARE OPC sunucusu tarafından uygulama veritabanına gönderilir. Uygulama veritabanında saklanan veriler Windows Servis aracılığı ile ön işlem den geçerek raporlama, makinanın durum değişikliği ve anlık takip verileri için anlamlı bilgiler elde edilmektedir.

4.2.3. Temel Sınıfların Tasarlanması

Tablo 4.15’te uygulama içinde kullanılan temel sınıflar ve açıklamaları bulunmaktadır.

Tablo 4.15. Temel Sınıf ve Açıklamaları

Sınıf Adı	Sınıf Açıklaması
FeedRepository.cs	Zaman tüneli veri işlemlerinin yapıldığı sınıf
HomeController.cs	Makina profil sayfalarının oluşturulduğu sınıftır
VolumeGraph.cs	Üretim parametrelerinin gösterildiği grafiğin View Modelidir
ActivePrO.cs	Process Order işlemlerinin yapıldığı sınıftır.

AlarmEmails.cs	Kullanıcıya gidecek alarmları e-mail ile gönderen sınıf
AlarmTypes.cs	Gönderilen e-mail tiplerinin ayarlandığı sınıf
NotificationVM.cs	Kullanıcıya gösterilen uyarıların ayarlandığı sınıf
PersonelShiftly.cs	Vardiyalık personellerin belirlendiği ve gösterildiği sınıf
PlannedVolume.cs	Planlı üretim verilerinin sisteme yüklendiği ve listelendiği sınıf
ProcessStopGeneratedCode.cs	Process duruşu için kullanıcıya gidecek tekil şifreyi oluşturan sınıftır
ProcessStopsVM.cs	Duruş grafiğinin oluşturulması için kullanılan sınıf modelidir.
QualityVM.cs	Kalite grafiğinin oluşturulması için kullanılan sınıf modelidir.
SendMailVM.cs	Kullanıcıya gönderilecek e-mail lerin yapılandırılığı sınıf modelidir.
SystemPost.cs	Sistemin ürettiği bildirim mesajlarının zaman tüneline gönderildiği ve bilgilerin okunduğu sınıftır
PlannedActivity.cs	Makinaların planlı duruşu sonucunda eğitim, bakım gibi planlanmış aktivitelerin tanımlandığı sınıftır.
VolumeDetailsData.cs	Üretim verilerinin işlendiği ve elde edildiği sınıftır.
AlarmDefinition.cs	Alarm tanımlarının yapıldığı sınıftır.
AMCSQuality.cs	AMCS Kalite Sisteminden gelen verilerin işlendiği ve gösterildiği sınıftır.
LogMessage.cs	Sistem üzerinde meydana gelen olayların kayıt edildiği sınıftır.
Machines.cs	Makine parametrelerinin düzenlendiği ve bu bilgilerin elde edildiği sınıftır.
ProcessStops.cs	Process duruşu verilerinin oluşturulduğu sınıftır.
ProductShiftSummary.cs	Vardiyalık üretim verilerinin toplandığı ve gösterildiği sınıftır.
Rejects.cs	Vardiyalık atık verilerinin toplandığı ve gösterildiği sınıftır.
Top3Reject.cs	Vardiyalık en büyük öneme sahip 3 atığın bulunduğu ve gösterildiği sınıftır.

Top3Stop.cs	Vardiyalık en büyük öneme sahip 3 duruşun bulunduğu ve gösterildiği sınıftır.
VolumeData.cs	Üretim verilerinin gösterildiği sınıftır.
VolumeDetails.cs	Üretim verilerinin detay bilgilerinin gösterildiği sınıftır.

4.2.4. Temel Metotların Tasarlanması

Tablo 4.16’da uygulama içinde kullanılan temel sınıflar ve açıklamaları bulunmaktadır.

Tablo 4.16. Temel Metotlar ve Açıklamaları

Metot Adı	Açıklaması
public async Task<bool> CheckMachineCleaning(string machine)	Makine temizliği kontrolü metodu
public async Task<List<NotificationVM>> CheckNotification(string machine)	Uyarı kontrolü yap metodu
public async Task<CheckProcessStopsVM> CheckProcessStops(string machine)	Proses duruşu kontrolü metodu
public bool CheckStopsSendInfo(ProcessStopsModel item)	Duruşu kontrol et bilgi gönder metodu
public bool CheckProcessStopSendInfo(string machine, string ReasonCode, DateTime StartTime)	Proses duruşu kontrol et bilgi gönder metodu
public FeedVM ShiftFeedNew(string machine, int shiftpostcount = 1, int defaultpostcount = 10)	Vardiya sonu bilgilerinin toplandığı metot
public string CheckHelpCall(string Machine, string Code)	Yardım çağrısı kontrolü metodu
public string SendSms(string Machine, int ReasonSno, string Comment)	Sms gönder metodu
public List<SystemPostLike> GetLike(int Post_id)	Makine zaman tüneline beğeni gönderme metodu
public async Task<SpeedVM> Speed(string Machine)	Hız hesaplama metodu
public MachineVM Volume(string Machine)	Üretim hesaplama metodu
public async Task<MachineOrderVM> MachineOrder(string Machine)	Makinelere iş atama ve takip etme metodu

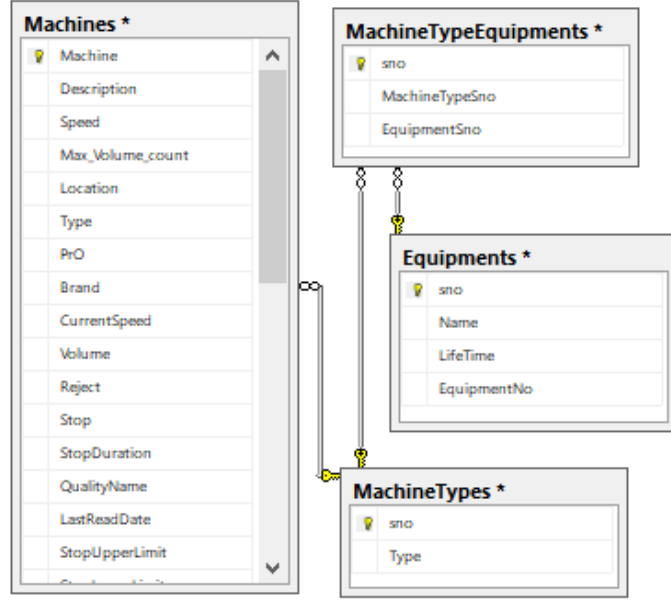
public async Task<MachineVM> Machine(string Machine)	Makine parametrelerinin tanımlandığı metot
public string GetShift(DateTime? nowdt = null)	Anlık vardiya takibini yapmamızı sağlayan metot
public DateTime GetShiftStartDate(DateTime? nowdt = null)	Vardiyanın başlangıç zamanını bulmamızı sağlayan metot
public DateTime GetAdate(DateTime? nowdt = null)	Belirlenen bir zamanın vardiyaya göre tarihini veren metot
public MachineModel GetMessages(string Machine)	Makinaların göstereceği mesajların düzenlendiği metot
public async Task<RejectGraphVM> RejectPercents(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Anlık atık yüzdesi grafiğini ve detaylarını göstermemizi sağlayan metot
public async Task<QualityGraphVM> Quality(string Machine, string MessType, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Anlık parametre takip ve analizleriyle üretim kalitesini ölçmemizi ve gözlemlememizi sağlayan metot
public OnlineFpqiVM OnlineFpqi(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Kalite indeksini gözlemlememize sağlayan metot
public StopGraphVM ProcessStops(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Kullanı tarafından gerçekleştirilen duruşların belirlenmesi ve ayarlanmasını sağlayan metot
public async Task<IEnumerable<Top3Reasons>> Top3Reasons(string Machine, DateTime Date)	En yüksek öneme sahip 3 duruşun bulunmasını sağlayan metot
public async Task<IEnumerable<Top3Rejects>> Top3Rejects(string Machine, DateTime Date)	En yüksek öneme sahip 3 atığın bulunmasını sağlayan metot
public RejectTrendAll RejectTrend(string Machine)	Anlık olarak atık grafiği ve detaylarının takibini yapan metot

4.2.5. Temel Varlıklara ait Veritabanı Tasarımının Yapılması

Oluşturulacak veritabanı nesneleri arasında ilişki kurarak, nesnelerin özelliklerini ortaya koyan modele ER (Entity Relationship) model denir [24]. Uygulamanın veritabanı tasarlanırken ER modelleri oluşturulmuştur. Bu sayede veritabanının görsel bir sunumu ortaya çıkartılmıştır.

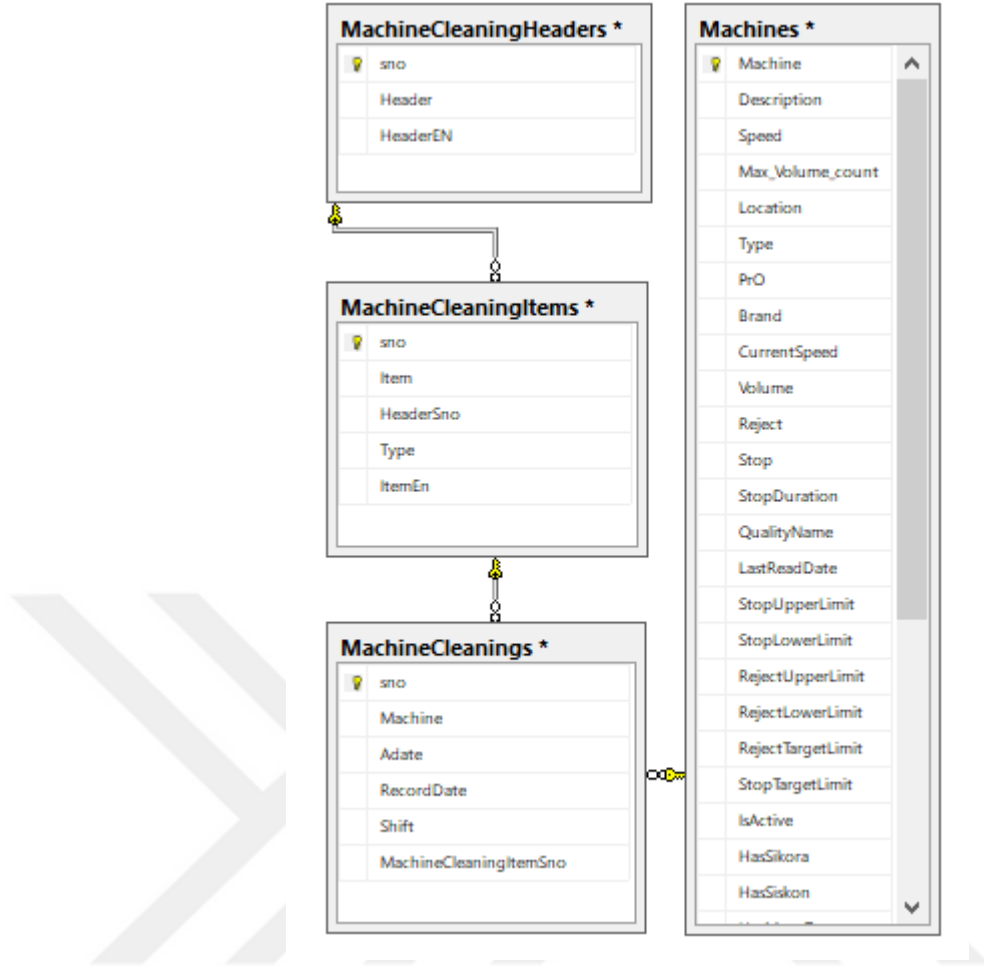
Şekil 4.3'te Makina tablosu, ekipman ve makina türü arasındaki ilişki gösterilmiştir. Makine tipi tablosu ile makine tablosu arasında 1-1 ilişki

bulunmaktadır. Makine tipi ve Makine ekipman tablosu ile arasında 1-n ilişki bulunmaktadır.



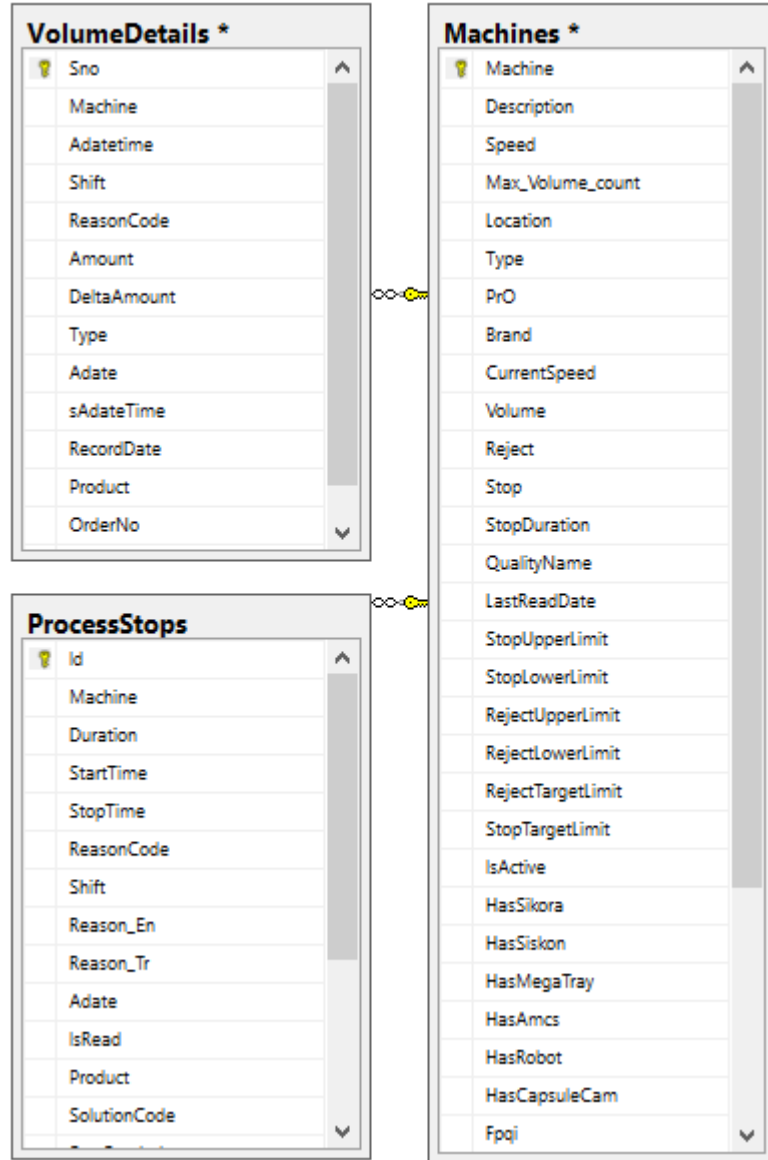
Şekil 4.3. Veri Tabanı E-R Diyagramı-1

Şekil 4.4'te makine tablosu ve makine temizlik ile ilişkili tablolara yer verilmiştir. Makine tablosu ve makine temizlik tablosu arasında 1-n ilişki bulunmaktadır.



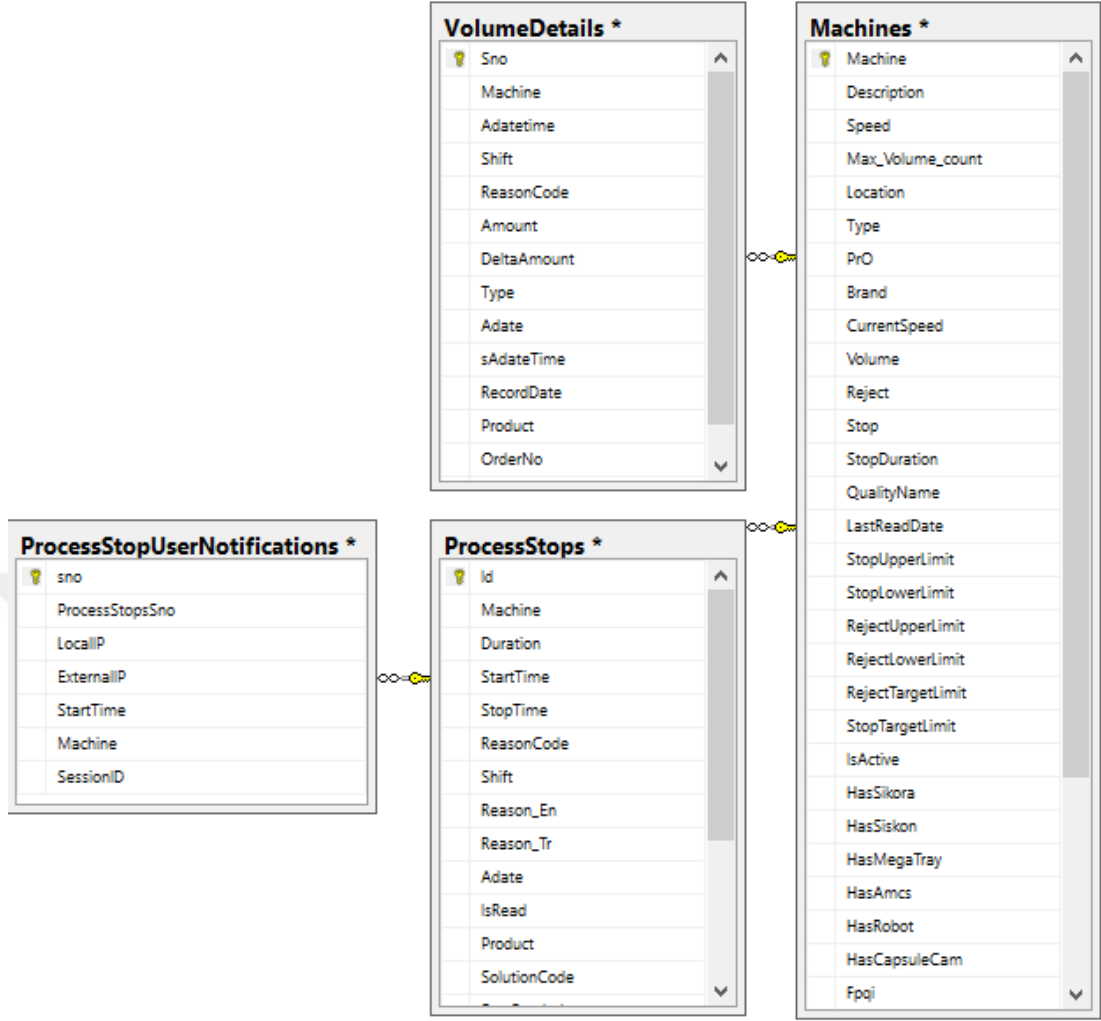
Şekil 4.4. Veritabanı E-R Diyagramı-2

Şekil 4.5'te makine, üretim hacmi ve makina duruşları ile ilgili tablolara yer verilmiştir. Makine tablosu ile diğer tablolar arasında 1-n ilişki bulunmaktadır.



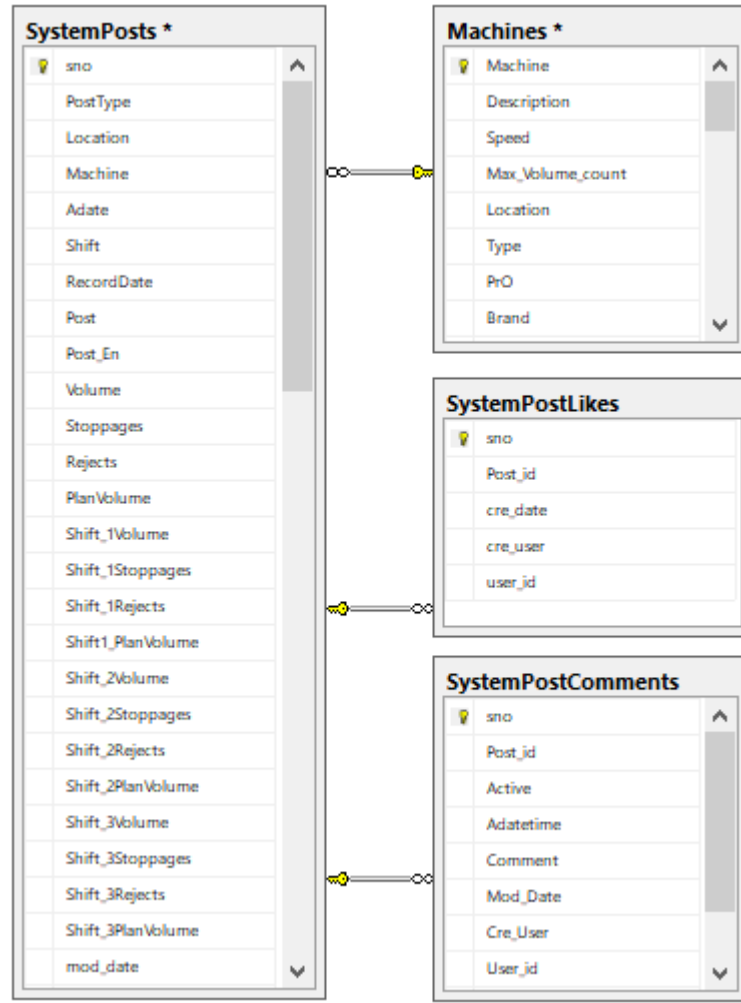
Şekil 4.5. Veritabanı E-R Diyagramı-3

Şekil 4.6'da makine duruş tablosu ile bildirim tablosuna yer verilmiştir. Makine duruş tablosu ile diğer tablolar arasında 1-n ilişkisi bulunmaktadır.



Şekil 4.6. Veritabanı E-R Diyagramı-4

Şekil 4.7’de makinenin zaman tüneline gösterilecek system gönderilerinin bulunduğu SystemPosts tablosu, yapılan beğenilerin tutulduğu SystemPostLikes tablosu, yapılan yorumların bulunduğu SystemPostComments tablolarına yer verilmiştir.



Şekil 4.7. Veritabanı E-R Diyagramı-5

4.2.6. Kullanıcı Arayüz Katmanı

Kullanıcı arayüz katmanını web kullanıcı arayüzü ve mobil arayüzü olarak iki temel başlıkta toplanır. Genel olarak web kullanıcı arayüzünde raporlama, veri izleme, kullanıcı işlemleri ve tanımlamalar bulunmaktadır. Mobil arayüzünde de aynı bileşenler bulunmaktadır ve mobil görünümü elde etmek için yaygın kullanılan Bootstrap ve JQuery framework'leri ön plana çıkmaktadır. Farklı ekran çözünürlüklerinde bileşenlerin genişlikleri, yükseklikleri, fontları gibi özellikler otomatik olarak ölçeklendirilmektedir [25].

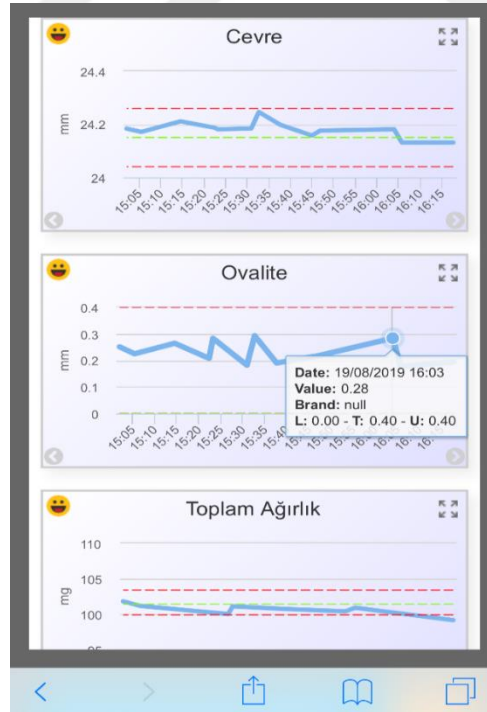
Web kullanıcı arayüzü Visual Studio ortamında ASP.Net MVC yapısına uygun Razor görüntüleme motoru kullanılarak dinamik HTML çıktıları oluşturularak

gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.8’de örnek bir sayfanın tarayıcıda görünen görsel tasarımı bulunmaktadır.

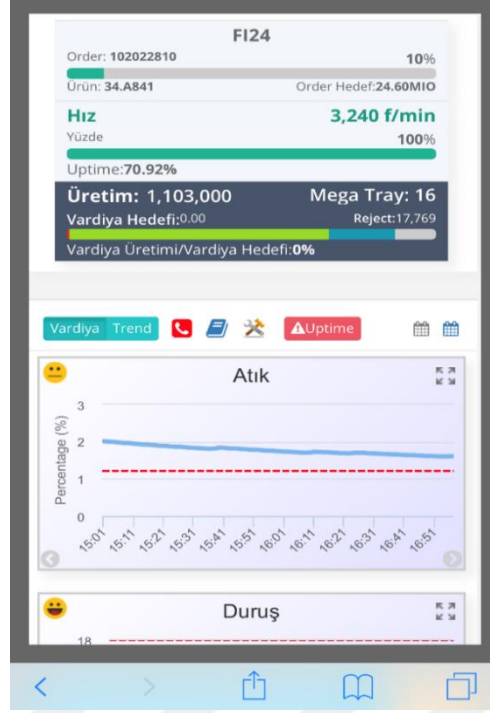


Şekil 4.8. Operatör Sayfa Tasarımı

Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da örnek mobil tarayıcı tasarımlarına yer verilmiştir.

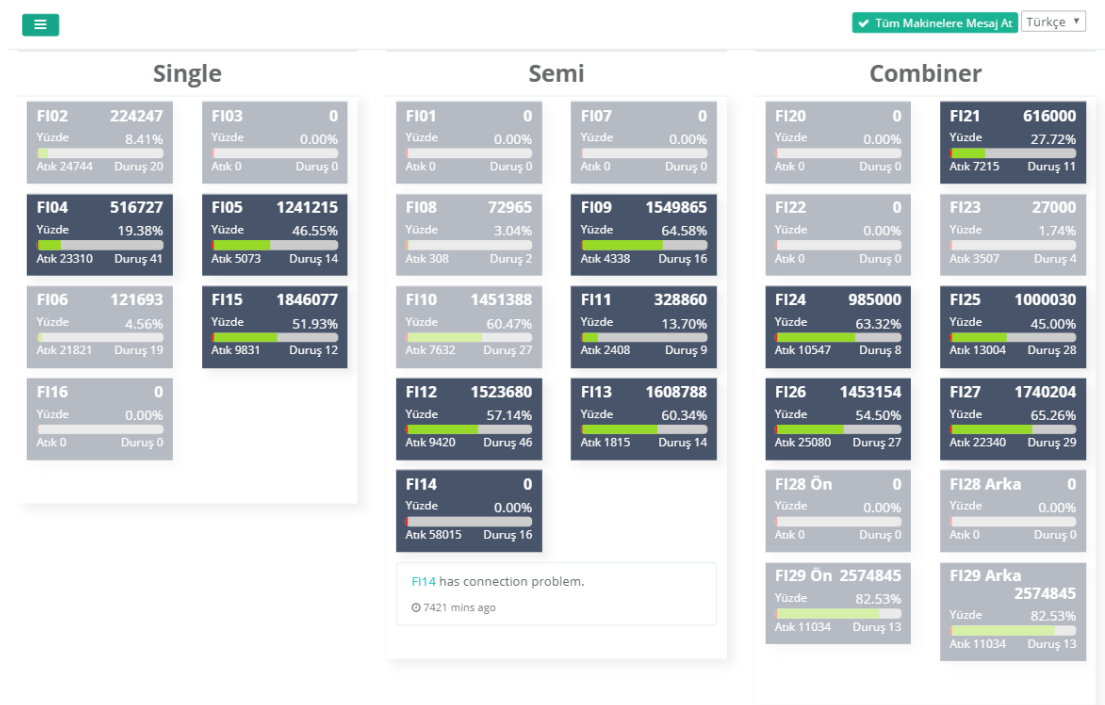


Şekil 4.9. Örnek Operatör Ekranı Mobil Tasarımı-1



Şekil 4.10. Örnek Operatör Ekranı Mobil Tasarımı-2

Şekil 4.11’de yöneticinin erişebildiği tüm makinaların vardiya temelli verilerinin gösterildiği ekran tasarımına yer verilmiştir.



Şekil 4.11. Makine Yönetici Ekran Tasarımı

4.2.7. Uygulama Katmanı

Bu katmanda Visual Studio ortamında ASP.Net C# dili ile web/windows uygulamaları gerçekleştirilmektedir [26]. Üç ana başlıkta Web uygulaması, Windows servisler ve veritabanı uygulamaları olarak bölümlendirilebilir. Web uygulaması katmanlı mimari yapısına uygun olarak gerçekleştirilmekte ve uygulamanın dış kaynaklara veri sağlayabilecek altyapısı oluşturulmaktadır.

4.3. Uygulama

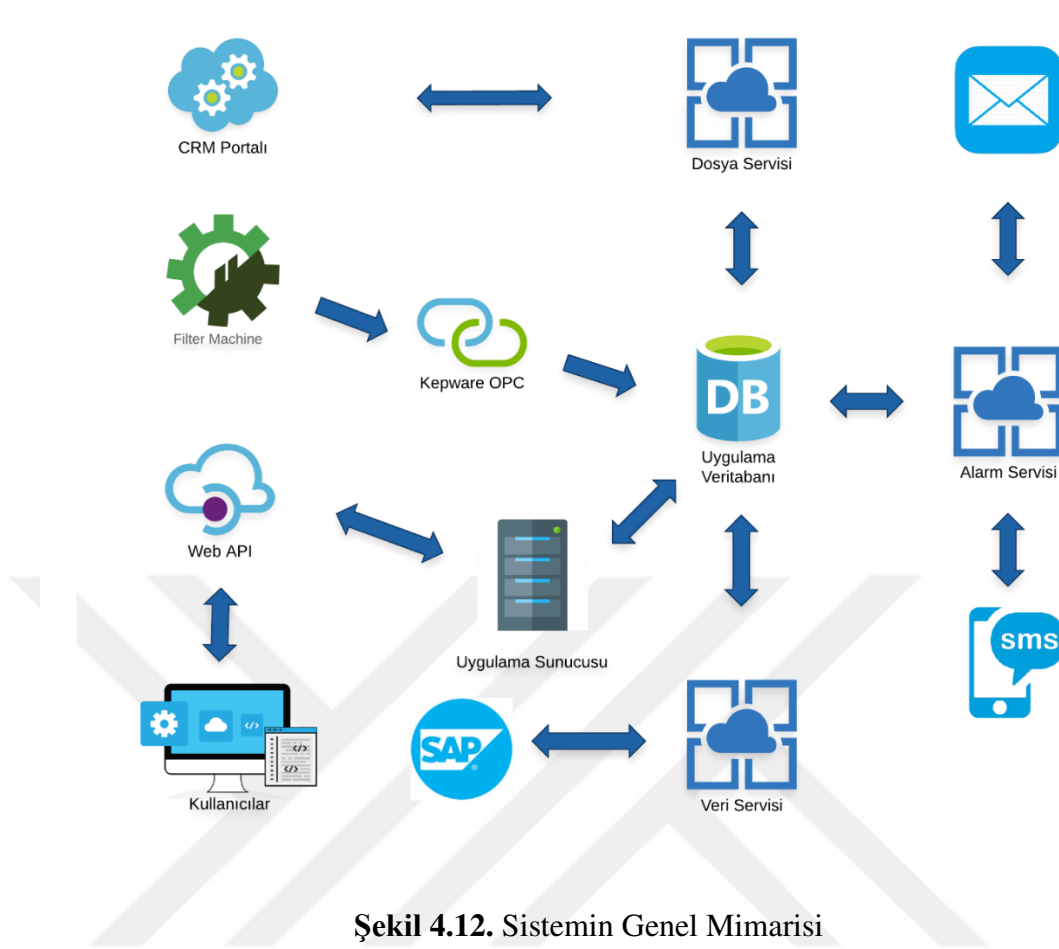
Bu tez kapsamında tasarlanan ürünün altyapısı ve mimarisi yapılandırılmış, sistem altyapısı ve veri servisleri oluşturulmuştur.

4.3.1. Sistem Altyapısı ve Çatısının Oluşturulması

Bu sistem veri okuma servisi, dosya servisi, alarm servisi ve kullanıcıların erişebildiği web uygulaması olarak dört ana bölümden oluşmaktadır. Şekil 4.12’de görüldüğü üzere web uygulaması, uygulama sunucusunda barındırılan web API (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Arayüzü)’ler aracılığı ile veritabanından ihtiyaç duyduğu verilere erişmektedir.

Veri servisi SAP uygulamasının sağlamış olduğu üretim bilgilerini uygulama veritabanına aktarmaktadır. Aynı zamanda Kepware OPS uygulaması makinenin sahip olduğu PLC’den veri toplar ve uygulama veritabanında saklar [27]. Bu saklanan veriler veri servisi tarafından yorumlanarak uygulamanın ihtiyaç duyduğu verilere dönüştürür.

Alarm servisi uygulama içinde tanımlanan kurallar doğrultusunda alarm kaydı üretmektedir. Örneğin sıcaklık değeri on dakika boyunca eşik değerin üzerinde bulunursa alarm kaydı üretebilir. Alarm tanımında alarm bildiriminin hangi kullanıcıya gönderileceği de belirlenerek kısa mesaj veya eposta bilgileri ile iletilebilir. Eposta gönderimi bahsi geçen projenin uygulandığı şirketin SMTP altyapısı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kısa mesaj gönderimi ise Türkiye’de öncü telekomünikasyon firmalarından birinin sağladığı API’ler aracılığı ile gerçekleştirilecektir.



4.3.2. Veri Girişi ve Dinamik Veri Saklama Altyapısının Oluşturulması

Bu proje kapsamında cihazlardan elde edilecek verilerin saklanabilmesi amacıyla dinamik bir veri saklama altyapısı oluşturulmuştur. Veriler Microsoft SQL server üzerinde kümüle günlük, aylık vardiyalık olarak oluşturulmuş tablolarda tutulmaktadır. Veri elde etme aşamasında ise kalite sistemleri, makina PLC'si ve SAP gibi çeşitli uygulamalar ile entegre olan Veri Servisi devreye girmektedir. Elde edilen veriler dinamik saklama yapısına uygun bir şekilde kayıt altına alınmakta ve istemcinin hizmetine sunulmaktadır.

4.3.3. Veri Okuma Servisinin Oluşturulması

Bu proje kapsamında cihazlardan elde edilecek verilerin saklanabilmesi amacıyla dinamik bir veri saklama altyapısı oluşturulmuştur. Veriler Microsoft SQL server üzerinde kümüle günlük, aylık vardiyalık olarak oluşturulmuş tablolarda tutulmaktadır. Veri elde etme aşamasında ise kalite sistemleri, makina PLC'si ve SAP

gibi çeşitli uygulamalar ile entegre olan Veri servisi devreye girmektedir. Elde edilen veriler, dinamik saklama yapısına uygun bir şekilde kayıt altına alınmakta ve istemcinin hizmetine sunulmaktadır.

4.3.4. Veri Okuma Servisinde Kullanılan Sınıflar

Tablo 4.17’de veri okuma servisinde bulunan sınıflar ve açıklamalarına yer verilmiştir

Tablo 4.17. Veri okuma servisinde bulunan sınıflar

Sınıf Adı	Açıklama
ActivePro	Aktif sipariş bilgisinin elde edilmesini sağlayan sınıf
AlarmEmails	Kullanıcıya gidecek alarmları e-mail ile gönderen sınıf
Machine	Makine parametrelerinin düzenlendiği ve bu bilgilerin elde edildiği sınıftır.
Notification	Kullanıcıya gösterilen uyarıların ayarlandığı sınıf
PlannedVolume	Planlı üretim verilerinin sisteme yüklendiği ve listelendiği sınıf
ProcessStopGeneratedCode	Process duruşu için kullanıcıya gidecek tekil şifreyi oluşturan sınıftır
ProcessStopsModel	Duruşu kontrol eden ve bilgi gönderen sınıf
Quality	Anlık parametre takip ve analizleriyle üretim kalitesini ölçmemizi ve gözlemlememizi sağlayan sınıf
SendMail	Kullanıcıya gönderilecek e-posta’ların yapılandırılışı sınıf
SendSms	Kullanıcıya gönderilecek kısa mesajların yapılandırılışı sınıf
SystemPost	Makine zaman tüneline beğeni gönderme sınıfı

4.3.5. Veri Okuma Servisinde Kullanılan Metotlar

Tablo 4.18’de veri okuma servisinde bulunan metotlar ve açıklamalarına yer verilmiştir

Tablo 4.18. Veri okuma servisinde bulunan metotlar

Metot Tanımı	Metot Açıklaması
private void SendQualityNotifications()	Kalite değerleri bildirimini gönderen metot
private void SendShiftReport()	Vardiyalık bilgi gönderen metot
private void RunAMCSNoData()	Kullanıcıya AMCS kalite değerinin olmadığı bilgisini veren metot
private void StopNotification()	Bildirim göndermeyi durduran metot
private void SendSms()	Kullanıcıya kısa mesaj gönderen metot
private void SendNotifications()	Kullanıcıya bilgilendirme mesajı gönderen metot
private void RunAlarmNoData()	Makinelerden veri gelmediği zaman alarm çalan metot
private void RunTowNoData()	Makinelerden Tow değeri gelmediği zaman alarm çalan metot
private void RunSikoraNoData()	Makinelerden Sikora değeri gelmediği zaman alarm çalan metot
private void GetOutOfRangeQualities()	Üretimde istenen kalite değerleri dışına çıkıldığında uyarı veren metot
public DateTime GetShiftStart()	Vardiya başındaki temizlik kontrolünü yapmamızı sağlayan metot
private void GetShift()	Anlık vardiya bilgisini gösteren metot

4.3.6. Makine Tanımlama Sayfasının Oluşturulması

Sisteme yeni bir makina eklenme durumu oluştuğunda sistem yöneticisi supervisor menüsünden yeni makina ekler. Yeni makina eklenmesi durumunda Veri Servisi otomatik olarak veri kaynaklarından makina parametrelerini elde ederek sisteme eklenmesini sağlar. Şekil 4.13'te görülen makine tanımlama ekranında makine adı, türü, parametreleri ve ek özellikleri gibi bilgilerin kullanıcı tarafından girilmesi sağlanır.

Şekil 4.13. Makine Tanımlama Ekranı

Şekil 4.14’te sistemde tanımlı olan tüm makinelerin liste ekranı bulunmaktadır. Bu listede önemli görülen ve hızlı ön izleme yapmak için makine ismi ve kullanıcı tarafından tanımlama ekranında girilmiş olan bazı parametre bilgileri yer almaktadır.

Makina	Hız	Tip	Max Üretim	Duruş Üst Limit %	Duruş Alt Limit %	Duruş Hedef %	Atık Alt Limit %	Atık Üst Limit %	Atık Hedef %
F101	600.000	2	5555.000	0	18	0	0	1.1	0
F102	600.000	1	5555.000	0	16	0	0	1.1	0
F103	600.000	1	5555.000	0	25	0	0	1.1	0
F104	600.000	1	5555.000	0	23	0	0	1.4	0
F105	600.000	1	5555.000	0	10	0	0	0.9	0
F106	600.000	1	5555.000	0	15	0	0	0.9	0
F107	500.000	2	5000.000	0	50	0	0	1	0
F108	400.000	2	5000.000	0	30	0	0	0.9	0
F109	500.000	2	5000.000	0	15	0	0	0.5	0
F110	500.000	2	5000.000	0	15	0	0	0.6	0
F111	400.000	2	5000.000	0	25	0	0	0.6	0
F112	600.000	2	5555.000	0	20	0	0	0.5	0
F113	600.000	2	5555.000	0	23	0	0	0.6	0
F114	180.000	2	1500.000	0	40	0	0	1.8	0
F115	800.000	1	7406.000	0	7	0	0	0.3	0
F116	800.000	1	7406.000	0	25	0	0	1	0

Şekil 4.14. Makine Ayarları Ekranı

4.3.7. Makine Komponentlerinin Tanımlanması

Makinanın birden fazla kompaneneti sisteme eklenebilir. Yönetici menüsünde “Bakım” sekmesi altında Parça listesi linkindeki artı butonuna tıklayarak ekleme işlemi gerçekleştirilir. Bu sayede komponent takibi sistem üzerinden yapılabilir. Şekil

4.15'te görüldüğü üzere bir makine için yedek parça eklerken yedek parça numarası ve o yedek parçanın kullanım ömrü saat cinsinden kullanıcı tarafından girilmesi sağlanır.

Orjinal Parça

Makina Tipi: KDF3

Açıklama:

Kullanım Ömrü: 0

Yedek Parça No:

Kaydet

Şekil 4.15. Parça Ekleme Ekranı

Makinenin çalışma saatine göre parçanın kullanım ömrü dolmadan ile ilgili birime bildirim gönderilmesi için bu bilgiler kayıt altında tutulur. Makine türü kapsamında tutulan bu yedek parça kayıtlarının listelenme ekranı Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

Orjinal Ekipmanlar

Tüm Makine Tipleri

Makina Tipi	Orjinal Parça	Kullanım Ömrü	Yedek Parça No
☐ KDF2 EU	Ana Motor Kayış	150000	3675487698
☐ KDF3	Ana Motor Kayış	500000	1
☐ KDF3	Destek Yayı	60000	3006824-000-02
☐ KDF2 EU	FAN	100000	3
☐ Mufti E	HIZLANDIRMA AYAKLARI 20 TK DEĞİŞİMİ YAPILDI	60000	SAP Kodu: 14017278, Üretici Malzeme Kodu: 9622360-105-01
☐ GD FCB	Örümcek Ayağı	50000	BKM 012
☐ Mufti E	ÖRÜMCEK PABUÇLARI 13 TK DEĞİŞİMİ YAPILDI	60000	13481467 8771320-104-00 10936C7F.104 ~ TROUGH
☐ Mufti E	ÖRÜMCEK TMB. ARKA FLANGE 13 TK DEĞİŞİMİ YAPILDI	60000	12042953 2230779-000-00 92GC180 ~ FLANGE
☐ Mufti E	ÖRÜMCEK TMB. Z KOL ÖN FLANGE 13 TK DEĞİŞİMİ YAPILDI	60000	12042997 2271134-000-01 92GC178-1 ~ FLANGE
☐ Mufti E	ÖRÜMCEK Z KOLLAR DEĞİŞİMİ 13 ADET YENİ TAKILDI	60000	14004399 7131992-000-02 U93GC11F-2 ~ LEVER
☐ GD FCB	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000
☐ KDF2 ER	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000
☐ KDF2 EU	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000
☐ KDF3	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000
☐ KDF4	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000
☐ KDF6	Sayaç doğru ramların girilmesi	60000	000

Şekil 4.16. Ekipman Liste Ekranı

4.3.8. Esnek ve Dinamik Raporlama Altyapısının Oluşturulması

Sistem tarafından günlük ve vardiyalık olarak makina, ürün, planet ve parametre temelli esnek raporlama yapılabilmektedir. Rapor için Excel çıktısı tasarlanmıştır. Bunun dışında daha özellikli raporlar da tasarlanmıştır. Yönetici menüsünde Raporlar sekmesinden oluşturulmuş tüm raporlara ulaşılabilir. Şekil 4.17’de görüldüğü üzere kullanıcı tarafından belirlenen tarih ve diğer kriterler ile oluşturulan vardiya, makine ve ürün temelli bir üretim özet raporu bulunmaktadır.

The screenshot displays the 'IFOS Rapor' interface. At the top, there are filters for 'Tüm Planlar', 'Tüm Makineler', 'Tüm Ürünler', 'Tüm Parametreler', and 'Tüm Vardiyalar'. The main table is titled 'Single' and contains data for three machines: F04, F05, and F06. Each machine section includes a table with columns for Product, Shift, RTD, Ovality, Circumference, Total Weight, Tare, Plasticizer, Volume, Reject, Stop Count, Stop Duration, and FPSI. The table is filtered for the date range 20.08.2019 to 21.08.2019. The table is divided into three main sections: F04 (Products: 34.8756, 34.8757, 34.8758), F05 (Products: 34.8754, 34.8755, 34.8756), and F06 (Products: 34.8752, 34.8753, 34.8754). Each section includes a 'Summary' row at the bottom.

Machine	Product	Shift	RTD (T-438)	Ovality (T-0.40)	Circumference (T-24.15)	Total Weight (T-0.00)	Tare (T-0)	Plasticizer (T-0)	Volume	Reject (T-0.00)	Stop Count (T-0/MIO)	Stop Duration	FPSI (T-130)
F04	34.8756	A 20.08.2019	448.51	(SD-0.00) 0.31	24.13	(SD-0.00) 97.03	(SD-0.00) 0.00	0.00	555,999	12,126	42	126.43	175
	34.8757	B 20.08.2019	439.94	(SD-0.00) 0.32	24.15	(SD-0.00) 91.61	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,260,012	10,970	30	154.97	105
	34.8758	C 21.08.2019	437.25	(SD-0.00) 0.33	24.16	(SD-0.00) 91.63	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,654,705	8,068	22	65.17	118
	Summary		Avg: 441.90 mmHg	Avg: 0.32 mm	Avg: 24.15 mm	Avg: 93.42 mg	Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 3,470,716	Sum: 31,164	Sum: 94	Sum: 346.57 min	Avg: 122
F05	34.8754	A 20.08.2019	592.97	(SD-0.00) 0.27	24.15	(SD-0.00) 101.44	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,592,173	15,240	27	79.03	129
	34.8755	B 20.08.2019	595.25	(SD-0.00) 0.27	24.15	(SD-0.00) 101.52	(SD-0.00) 0.00	0.00	615,274	7,078	10	35.80	155
	34.8756	C 21.08.2019	594.11	(SD-0.00) 0.27	24.15	(SD-0.00) 101.48	(SD-0.00) 0.00	0.00	2,207,447	22,318	37	Sum: 114.83 min	Avg: 136
	Summary		Avg: 594.11 mmHg	Avg: 0.27 mm	Avg: 24.15 mm	Avg: 101.48 mg	Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 2,207,447	Sum: 22,318	Sum: 37	Sum: 114.83 min	Avg: 136
F06	34.8752	A 20.08.2019	366.92	(SD-0.00) 0.33	24.15	(SD-0.00) 76.66	(SD-0.00) 0.00	0.00	790,631	11,870	40	129.85	100
	34.8753	B 20.08.2019	362.23	(SD-0.00) 0.33	24.15	(SD-0.00) 77.13	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,117,992	9,885	36	174.73	98
	34.8754	C 21.08.2019	361.99	(SD-0.00) 0.29	24.14	(SD-0.00) 77.50	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,150,490	12,051	44	168.17	101
	Summary		Avg: 363.71 mmHg	Avg: 0.31 mm	Avg: 24.15 mm	Avg: 77.10 mg	Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 3,059,113	Sum: 33,806	Sum: 120	Sum: 472.75 min	Avg: 100
F06	34.8752	A 20.08.2019	326.79	(SD-0.00) 0.30	24.14	(SD-0.00) 73.54	(SD-0.00) 0.00	0.00	1,656,958	7,416	28	81.20	111
	34.8753	B 20.08.2019	327.00	(SD-0.00) 0.30	24.16	(SD-0.00) 73.23	(SD-0.00) 0.00	0.00	9,580	97	0	0.00	63

Şekil 4.17. Rapor Ekranı

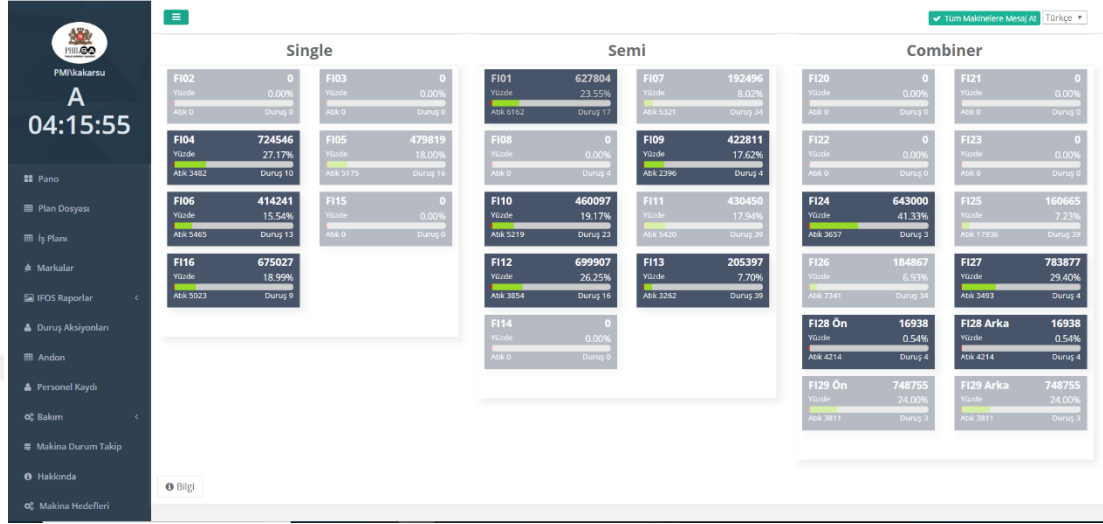
4.3.9. Üretim Planı İzleme Ekranının Oluşturulması

Planlama personeli tarafından Excel formatında oluşturulan makina ve vardiya temelli üretim listesi manuel olarak her hafta sisteme yüklenebilir. Aynı zamanda Dosya Servisi ile planlama personelinin portala yüklediği dosyanın konumundan otomatik olarak sisteme çekilir. Plan değişikliği durumlarında ilgili haftanın planı tekrar yüklenirse revizyon numarası ile birlikte sistemde tutulur ve zaman takip çizelgesinden takibi yapılır.

4.3.10. Tüm Makinaların İzlendiği Supervisor Modulünün Oluşturulması

Tüm makinaların vardiyalık ilerleme durumunu gözlemlemek için oluşturulmuştur. Vardiya başından itibaren toplam üretim, hedefe uzaklık, atık, duruş gibi takibi önemli verilerin gösteriminin yapıldığı ekrandır. Şekil 4.18’de görüldüğü üzere makineler single, semi ve combiner olarak üç bölüme ayrılmıştır. Her bir

makinenin ismi, vardiya başından itibaren ürettiği toplam ürün miktarı, atık miktarı ve hedefin hangi konumda olduğunu gösteren bir bar bulunmaktadır. Hedeflenen üretim miktarını aşan ya da vardiya sonuna kadar tam hızda çalışsa dahi hedef üretim miktarına ulaşamayacak makine kutuları kırmızı olarak yanıp sönmektedir.



Şekil 4.18. Yönetim Paneli Ekranı

4.3.11. Kullanıcı Yetkilendirme ve Yönetimi

Domain kullanıcıları domain sistemi üzerinden uygulama yetkilerinden birisi için ilgili birime başvuruda bulunur. Yöneticisinin onay vermesi durumunda ilgili rol domain kullancısına tanımlanır. Böylelikle uygulama yetkileri doğrultusunda erişime sahip olur. Operatör yetkisi makine anlık verilerinin görülmesini kapsar. Yönetici yetkisi tüm makinaların üretim bilgilerine erişim sağlar. Rapor yetkisi ise sistemde sadece raporların görülmesini sağlar. Aşağıda uygulamadaki yetkililer listelenmiştir.

- Operatör yetkisi
- Yönetici yetkisi
- Rapor yetkisi

4.4. API Çağrılarının Oluşturulması

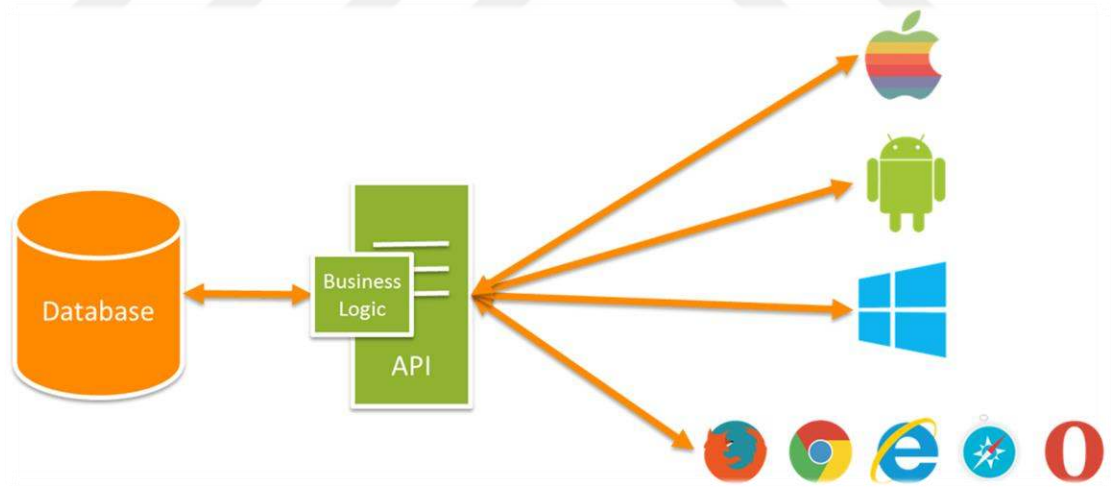
Mobil uygulama Asp.Net MVC platformunda hazırlanmıştır. Temel olarak Web API uygulaması, web uygulaması ve windows servis uygulamaları olarak üçe

ayrılmaktadır. Bu bölümde Web API kavramı ile Web API girdi ve çıktılarına değinilecektir.

4.4.1. Uygulama Programlama Arayüzü

Bu proje kapsamında farklı görevler için geliştirilen uygulamaların tek bir katmanda haberleşmesi için ASP.Net Web API (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Arayüzü) uygulaması geliştirilmiştir. Hazırlanan Web API’ler uygulamanın işlevlerine dışarıdan veya uzaktan erişim olanağı vererek bu işlevlerin kullanılmasını sağlamaktadır.

Web API’lerinin tamamı REST (Representational State Transfer) mimarisi üzerinde dizayn edilmiştir. REST, Web 2.0 uygulamalarında hizmet tasarımı için fiili bir standart olarak ortaya çıkmış bir kaynak operasyonları modelidir [28]. Bundan dolayı platform bağımsız çalışma olanağı sağlanmıştır. Bu mimari GET, POST, PUT, DELETE metotlarının hepsini desteklemektedir [28]. Şekil 4.19’da görüldüğü üzere bir Web API uygulaması her çeşit istemci ile veritabanı arasında bir arayüz görevi görmektedir.



Şekil 4.19. API Çalışma Düzeni

4.4.2. Web API Girdi ve Çıktıları

Web API girdi ve çıktıları Javascript uygulamaları için oluşturulmuş olan JSON (JavaScript Object Notation – Javascript Nesne Gösterimi) veri tipindedir [29]. Çıktılar en temel düzeyde key (anahtar) ve value (değer) olarak iki parçadan

oluşmaktadır. Anahtarda nesnenin hangi özelliğinin olduğu tanımlanırken değerde ise anahtar özelliğinin değeri (değişkenin değeri) tanımlanır.

4.4.3. GET Metot Çağrılar

Tablo 4.19’da Web API uygulamasında sağlanan get metot çağrılarına yer verilmiştir.

Tablo 4.19. Get Metot Çağrılar

Metot Adı	Metot Açıklaması
CheckMachineCleaning(string machine)	Vardiya değişimi olduğu durumlarda makina temizlik formunun operatör tarafından doldurulması gerekmektedir. Vardiya geçişini tespit ederek ekrana makina temizlik formunun getirilmesini sağlayan kontrol metodudur.
CheckNotification(string machine)	Operatör ekranında operatörü bilgilendirici her türlü mesajın görüntülenmesini sağlayan metottur. Spesifik bir makinaya ait tüm mesajlar bir liste olarak elde edilir ve istemci tarafında görüntülenmesi sağlanır.
GetLike(int Post_id)	Zaman tüneline bulunan paylaşımların beğeni durumunu liste halinde elde edilmesini sağlayan metottur.
CallReasons()	Destek çağrılarının elde edilmesini sağlayan bir metottur.
ShiftFeed(string Machine)	Makina profil sayfasında zaman tüneline gösterilmek üzere liste halinde akış ile ilgili tüm verilerin elde edildiği metottur.
Speed(string Machine)	Makina anlık hız bilgisinin elde edildiği metottur.
VolumeShiftly(string Machine)	Bir makinanın aktif vardiya saatleri içerisindeki üretim verilerinin grafik üzerinde görülmesini sağlayacak yapıda elde edilmesini sağlar.
ActiveOrder(string Machine)	Bir makinanın aktif üretim emir bilgisini SAP sisteminden elde ederek ilgili veri tipinde dönüşünü sağlar.
GetShift(DateTime? nowdt = null)	Aktif vardiyanın elde edilmesini sağlar.

GetFMCatalogs(string Machine)	Her makina türüne ait kullanım kılavuzu, bilgilendirme notları, teknik dökümanlar gibi belgelerin ilgili formatta elde edilmesini sağlamaktadır.
RejectPercents(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Atık yüzdelerinin grafik üzerinde görünmesini sağlamak amacı ile ilgili veri tipinde dönüş sağlayan metottur. Operatör ekranında grafikler üzerinde ileri ve geri butonları aracılığı ile parametreler değişiklik göstermektedir. Aldığı parametreler dahilinde istenilen tarihteki istenilen vardiya için veriler elde edilebilir.
Quality(string Machine, string MeasType, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Operatör ekranında üretim esasında yapılan çeşitli ölçümlerin değerleri çizgi grafiğinde vardiyalık olarak gösterilmektedir. Bu çizgi grafiği elde etmek için ölçüm tipi (MeasType), Adatetime (Tarih) gibi bazı parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin TOW Weight (Tow ağırlığı) ölçümlerini elde etmek için ölçüm tipini referans alan parametre gönderilir.
OnlineFpqi(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Vardiyalık olarak Çevrimiçi FPQI (Finished Product Quality Index – Tamamlanan Ürün Kalite Endeksi) çizgi grafiğinde görüntülenmesi için liste veri tipinde verilerin dönüşünü sağlar. “Online FPQI” olarak adlandırılan kalite indeksi her yeni ölçüm değeri elde edildiğinde “Veri Servisi” tarafından hesaplanarak kayıt altına alınmaktadır. Bu hesaplanıp kayıt altına alınan verilerin gösterimini sağlamak amacı ile oluşturulmuştur.
ProcessStops(string Machine, bool ShiftStart = false, DateTime? Adatetime = null)	Makinanın üretim yaptığı bir anda oluşan proses duruşun detayı ile birlikte ilgili veri tipinde elde edilmesini sağlamaktadır. Elde edilen veri makina profil sayfasında gösterilmek üzere istemci tarafında kullanılmaktadır.

RejectTrend(string Machine)	Makina profil sayfasında gösterimi yapılan atık yüzde çizgi grafiklerinin Trend butonu aracılığı ile geçmişe dönük trend kolon grafiğinin gösterimini yapmak için ilgili veri tipinde dönüş sağlar.
StopTrend(string Machine)	Makina bazlı olarak geçmişe dönük duruşların haftalık aylık ve yıllık bazda bar grafiği olarak gösterimini yapmak için ihtiyaç olan verinin dönüşünü sağlar.

4.4.4. POST Metot Çağrılar

Tablo 4.20’de Web API uygulamasında sağlanan post metot çağrılarının yer verilmiştir.

Tablo 4.20. Post Metot Çağrılar

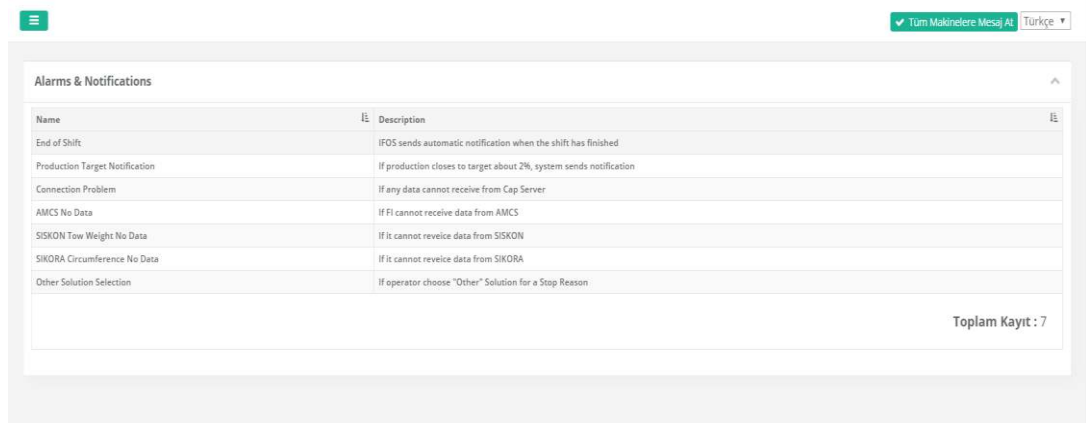
Metot Adı	Metot Açıklaması
SendSms(string Machine, int ReasonSno, string Comment)	Kullanıcıların mobil telefonlarına sms gönderilmesini sağlayan metottur.
PostComment(SystemPostComment vm)	Zaman tünelineki paylaşımların altına yorum yapmayı sağlayan metottur. SystemPostComment adında bir nesne parametre olarak gönderilir. POST metoduna ilgili parametre ile çağrı yapıldığında gönderiye ait yorumun veritabanına kayıt olması sağlanır.
IncreaseSolutionRating (int? SolutionSno, DateTime StartTime, string SolutionCode, string SolutionComment, string Machine)	Makinanın birden fazla aynı duruşu art arda yaşaması durumunda ekranın köşesinde gösterimi sağlanan uyarı penceresine tıklandığında duruşun çözüm önerileri listelenmektedir. Bu çözüm önerilerinden hangisi uygulandı ise kullanıcı tarafından seçimi yapılmaktadır.
SetLike(SystemPostLike vm)	Zaman tüneline bulunan bir gönderi için herhangi bir kullanıcı beğeni yapabilir. Bu metot beğeni butonuna tıklandığı anda ilgili gönderinin beğeni bilgisinin veritabanında kayıt altına alınmasını sağlar.

SetLike(SystemPostLike vm)	Zaman tüneline bulunan bir gönderi için herhangi bir kullanıcı beğeni yapabilir. Bu metot beğeni butonuna tıklandığı anda ilgili gönderinin beğeni bilgisinin veritabanında kayıt altına alınmasını sağlar.
SendPost(SendPost vm)	Makina profilinde herhangi bir içerik paylaşılabilir. Bu paylaşımın yapılması için SendPost metot çağrısı yapılmaktadır. İlgili post metoduna çağrı yapıldığında tüm kullanıcılar için ilgili makina profil sayfasında yorum görünür.

4.5. Alarm Altyapısının Oluşturulması

Olası duruş anlarında operatör tarafından hızlıca aksiyon alınabilmesi için belirli kurallar çerçevesinde alarm tanımlamaları uygulama üzerinden yapılır. Bu kurallara göre belirli bir süre aralık dışı çalışan, art arda aynı duruşun gerçekleşmesi, vardiya ortası üretim hedefinde kritik noktaya ulaşıldığı mesajlarını içeren bildirimler Bildirim Servisi aracılığı ile anlık olarak çözülür ve ilgili birimlere anında iletilir. Böylelikle duruş süreleri kısılır ve üretim en yüksek verimle devam eder. Şekil 4.20’de vardiya sonu raporunun hangi makine için hangi personel gönderileceğinin belirlendiği düzenleme ekranı görülmektedir. Şekil 4.21’de ise sistemde tanımlı tüm alarmlar listelenmektedir.

Şekil 4.20. Alarm Detay Ekranı



Name	Description
End of Shift	IFOS sends automatic notification when the shift has finished
Production Target Notification	If production closes to target about 2%, system sends notification
Connection Problem	If any data cannot receive from Cap Server
AMCS No Data	If FI cannot receive data from AMCS
SISKON Tow Weight No Data	If it cannot receive data from SISKON
SIKORA Circumference No Data	If it cannot receive data from SIKORA
Other Solution Selection	If operator choose "Other" Solution for a Stop Reason

Toplam Kayıt : 7

Şekil 4.21. Alarm Liste Ekranı

4.5.1. Duruş Alarmı

Bir duruş yaşandığı anda bildirim servisi bunu tespit eder ve bulunduğu vardiyada çalışan ilgili personle bilgilendirme maili ya da SMS'i tekil bir kod üretilerek gönderir. Servis duruşun gelmesini bekler ve anında aksiyon alır.

4.5.2. Kalite Limit Aşım Alarmı

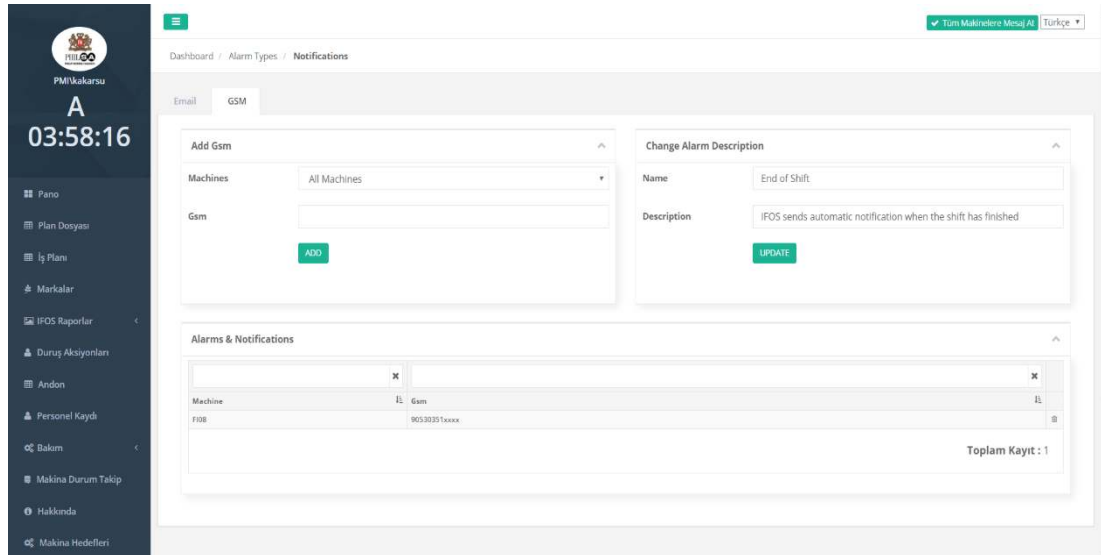
Kalite limit aşımı kalite ölçüm değerinin önceden belirlenen bir aralığın dışına çıkması ile oluşmaktadır [30]. Makina kalite parametrelerinin belirlenen süreden daha fazla spek aralığı dışında çalışması durumunda kalite birimine SMS ya da mail gönderir. Bildirim servisi belirlenen kural çerçevesinde durumu takip ederek aksiyon alır. Aynı zamanda makina zaman tüneline bu bildirim görüntülenerek operatörün de hızlı aksiyon alabilmesi için bilgilendirmesi sağlanır. Şekil 4.22'de üretim aşamasında kalite ölçümlerindeki aralık dışı değerler tespit edilip bir gönderi şeklinde makinenin zaman tüneline görüntülenmektedir.



Şekil 4.22. Zaman Tüneli Ekranı

4.5.3. Email & SMS Alarm Gönderimi

Oluşturulan alarmların hangi yöntem ile bildirim yapılacağı seçilebilmektedir. Bir alarm için hem email hem de gsm numara tanımlaması yapılabilmektedir. Şekil 4.23'te bir bildirimin kısa mesaj veya eposta aracılığı ile gönderilebileceği tanımlama ekran görüntülenmektedir.



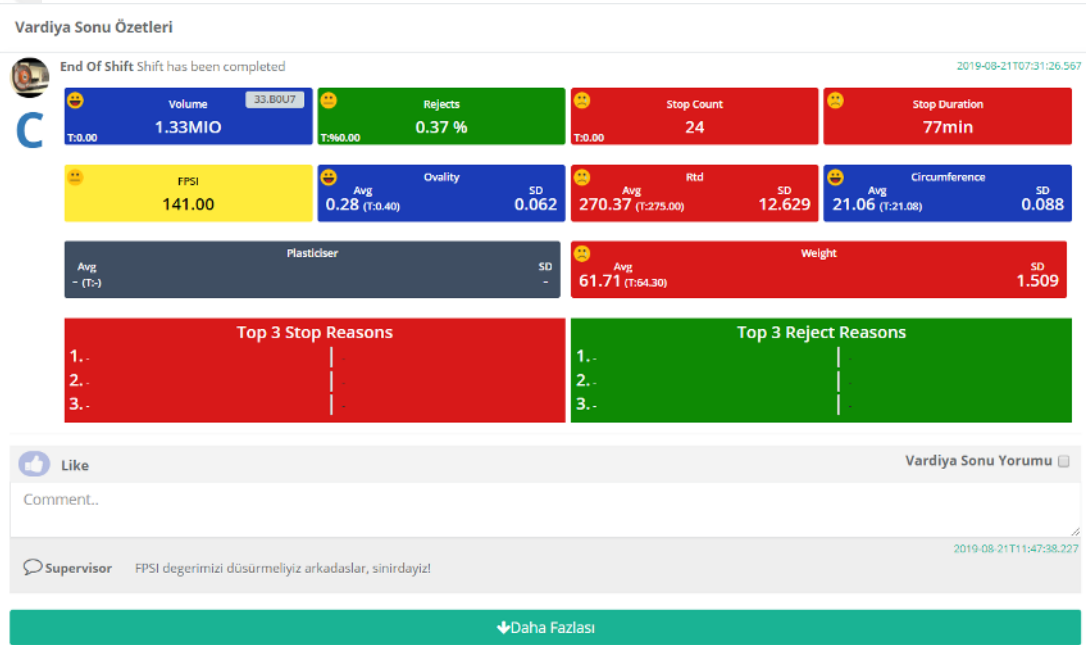
Şekil 4.23. Bildirim Tanım Ekranı

4.6. Gereçler (Widgets)

Gereçler web uygulamasının panosunda bulunan ve özet bilgileri barındıran düzenli öğelerdir [31]. Bu bölümde uygulama içinde bulunan gereçler ve özelliklerine yer verilmiştir.

4.6.1. Üretim Özet Widget'ı

Operatörün anlık olarak takip etmesini gerektiren durumlarda makina profilinde vardiyalık özet bilgilerine ulaşabilmesi sağlanmaktadır. Makina tipine göre değişkenlik gösteren widgetlar da bulunmaktadır. Şekil 4.24'te bir makinenin vardiya sonunda ortaya çıkan kalite, üretim, duruş ve atık gibi bilgiler gönderi olarak makine zaman tüneline görüntülenmiştir.



Şekil 4.24. Vardiya Özet Ekranı

4.6.2. Üretim Miktar İzleme Widget'ı

Üretimin anlık olarak takibi yapılabilmektedir. Aynı zamanda duruş ve atık yaşanmadan maksimum verim ile çalışmasını temsil eden teorik grafik ile gerçek zamanlı üretim grafiği kıyaslanabilmektedir. Böylelikle hangi aşamada ne kadar yol kat edildiği rahatlıkla takip edilebilmektedir. Şekil 4.25'te operatörün görmüş olduğu ekran görüntülenmiştir. Bu ekranda makinenin üretim aşamasındaki en güncel

değerlerine ulaşması amaçlanmıştır. Bunun yanında ilgili makinenin el kitapçığına ve haftalık vardiya planları gibi bilgilere de erişmesi sağlanmıştır. Şeki 4.26'da üretim aşamasındaki bir makinenin çalıştığı ve çalışmadığı zamanlar bir grafik ile görüntülenmiştir.



Şekil 4.25. Üretim Ana Ekranı



Şekil 4.26. Teorik Üretim Miktarı İzleme Grafiği

4.6.3. Proses Duruş İzleme Widget'ı

Process duruşu, aralıksız olarak devam eden bir üretim sürecinde makinenin durması ile birlikte üretimin sonlanmasını ifade eder [32]. Zamana göre kayan bir şekilde son bir milyon üretim aralığında yaşanan duruş adedinin grafiği oluşturulmuştur. Kayan pencere olarak adlandırılan bu grafik üretim ilerledikçe duruşun ne yöne eğilimli olduğunu görmemizi sağlayarak kullanıcıların daha kolay ve hızlı aksiyon almasını sağlamaktadır.

4.6.4. Atık İzleme Widget'ı

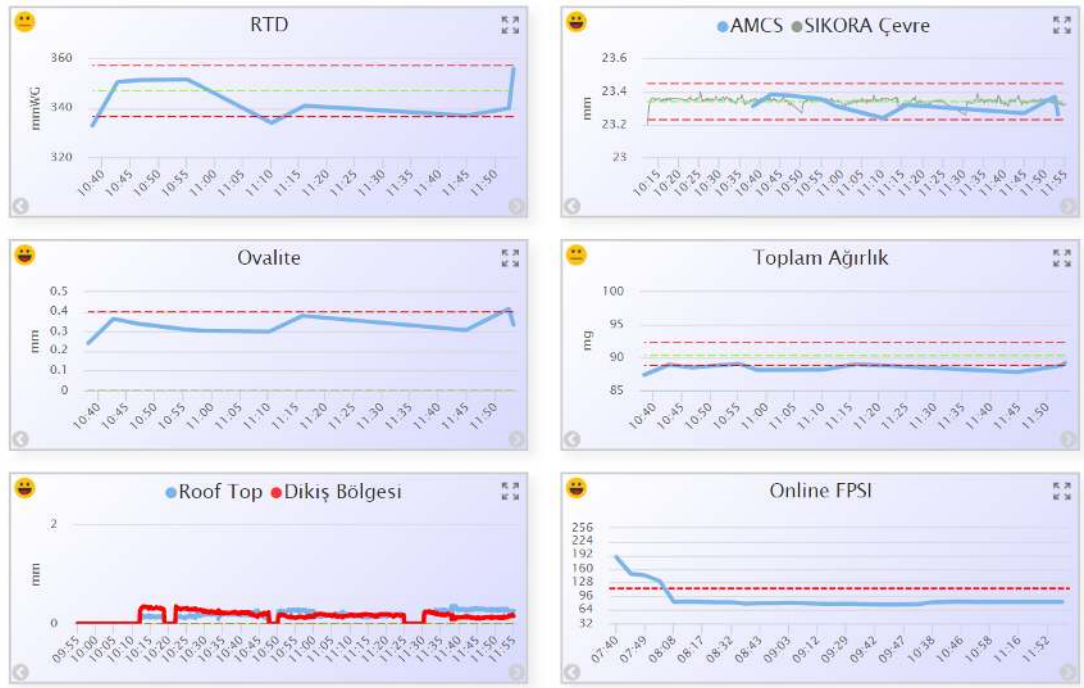
Atık miktarının üretim miktarına oranı ile hesaplanan yüzdelik değeri vardiya ilerledikçe değişim göstermektedir. Atık miktarındaki artış sonucu yukarı, hatasız ürünün artarak atığın aynı kalması durumunda aşağı eğilimde olduğu görünmekte ve üretimin daha verimli takibi sağlanmaktadır. Şekil 4.27'de görüldüğü üzere hedeflenen atık yüzdesi yaklaşık %0,80 olarak belirlenmiş ve kırmızı çizgi ile grafikte işaretlenmiştir. Atık yüzdesinin ise yaklaşık yüzde 1 olduğu ve düşüş eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.27. Atık İzleme Grafiği

4.6.5. Kalite Değerleri İzleme Widget'ı

Üretimde kalite parametrelerinin önemi çok büyüktür. Amaç hata oranı en düşük olarak şekilde maksimum verimi elde etmektir. Bu aşamada kalite parametrelerinin takibi de çok önem arz etmektedir [33]. Filtre ürününün 5-15 dakika aralıklarla alınan örneklerinin değerleri kalite ölçüm sistemleri (Sikora, AMCS, SISCON) tarafında kayıt altına alınır. Bu veriler Data servisi ile uygulamada kullanılabilir hale getirilip kümüle veriler elde edilerek edilerek etkin bir şekilde takibi sağlanmaktadır. Şekil 4.28'de kalite ölçüm verilerinin grafikleri ve optimum değer aralıkları belirtilmiştir.



Şekil 4.28. Kalite Değerleri İzleme Ekranı

4.6.6. Uzun Dönem Trend İzleme Widget'ı

Vardiyalık takip edilen verilerin dışında haftalık aylık ve yıllık olarak veri tipine göre ortalama, toplam gibi değerler Veri Servisi tarafından hesaplanarak veritabanında saklanmaktadır. Operatör gerekirse makina profilinden anlık takip ettiği tüm parametrelerin trend analizini hızlıca yaparak alınması gereken önlemleri daha kolay tespit edebilir. Şekil 4.29'da görüldüğü üzere atık, duruş ve kalite ortalamalarının grafik üzerinde gösterimi yapılmaktadır.



Şekil 4.29. Uzun Dönem Trend İzleme Ekranı

4.7. Entegrasyon

4.7.1. Sistem Entegrasyonunun Sağlanması

Üretim ölçüm sistemlerinin (Sikora, AMCS gibi) oluşturduğu ham üretim ve kalite parametre değerlerinin uygulamaya entegre olmasını sağlayan en önemli servis oluşturulan veri servisi. Bu servis windows sunucuda çalışmakta ve sürekli üretim verilerini toplamaktadır. Toplanan veriler ön işlemden geçerek uygulama veritabanında kayıt altında tutulmaktadır. Bunun yanında Veritabanında saklanan verilerin kullanıcı arayüzü ile entegrasyonu web uygulama aracılığı ile son kullanıcılara sunulmaktadır. Sistemin entegre bir şekilde çalışmasında dosya servisi ve veri servisi önemli bir rol oynamaktadır.

4.7.2. Çift Yönlü Entegrasyon Alt Yapısının Oluşturulması

Şirket içi portal, SAP, Windows Servisleri ve Web uygulaması arasında çift yönlü entegrasyon Web Api aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Restfull servisler ile gerçekleştirilen entegrasyonun en önemli amacı platform bağımsızlığını ve performans artışını sağlamaktır.

4.7.3. Mamul Ana Veri ve Özellik Entegrasyonun Sağlanması

Sistemde mamul ana veri ve özellikleri kayıt altında tutularak kaynakların daha etkin kullanılması hedeflenmektedir. Üretilen filtre mamulünün marka, model gibi ana verileri MES (Manufacturing Execution System) ile senkronize edilerek uzunluk, kalınlık ve daha birçok özelliğinin uygulama üzerinde kullanılması sağlanmaktadır [34].

4.7.4. Dış sistemlere Veri Sağlayacak API'lerin Geliştirilmesi

Uygulama dış sistemlerin RESTfull Web API servisleri ile iletişime geçmesini sağlamaktadır. Öncelikli olarak mobil uygulamanın hızlı ve güvenilir bir şekilde veri transferinin sağlanması hedeflenmiştir. Bu altyapı çerçevesinde dış kaynakların belirli güvenlik kuralları ile veri alışverişi yapmasını sağlayan altyapı geliştirilmiştir.

4.8. Raporlama ve Veri Görselleştirme

Dinamik raporlama modülü veritabanındaki veri modelini kullanır. Bu veritabanı, çeşitli sunuculardan ve çeşitli üretim sistemlerinden gelen verilerin entegrasyonu için ve verilerin içe ve dışa aktarımını sağlamak için özel olarak geliştirilmiştir. Türkçe dil desteğinin yanısıra İngilizce olmak üzere genişletilebilir yapıda izlenebilirlik sunulmaktadır. Veritabanı yapısı sayesinde projeye özgü gereksinimler kolayca genişletilebilmektedir.

Standart Fonksiyonlar şunları içerir:

- Rapor yetkilendirmeleri
- Rapor yazdırma
- Pivot tablolar ve sunum grafikleri
- Etkileşim (sıralama, dışa aktarma ve ayrıntılı rapora geçme)

4.8.1. Uygulama Ana Raporu

Raporlama ana modülü üretim aşamasında veri kaynakları ile bağlantı kurarak bilgi toplar ve üretim faaliyetlerini planlaması için girdi verilerine dayalı tablolar şeklinde bilgiler sağlar. Bu raporlama aracı karar verme sürecinde üretim personellerine yardımcı olur. Marka ve vardiya bazında kümelenmiş kalite, üretim,

atık gibi verilerin yanısıra standart sapma ve aralık değerleri de gösterilebilmektedir. Kriter kısmında tarih aralığı, makina, marka ve parametre bazlı rapor almak mümkündür. Şekil 4.30’da makine, vardiya ve ürün temelli üretim raporu yer almaktadır.

IFOS Ana Rapor Filter Factory FPSi 127

Tüm Makineler ▼ Tüm Makineler ▼ Tüm Ürünler ▼ Tüm Parametreler ▼ Tüm Vardiya ▼ 25.12.2019 25.12.2019 Raporla

Şekil FPSi 34											
Machine: F103											F103 FPSi 127
Product: 34.R733	RTD (T:206)	Oxalicy (T:6.46)	Circumference (T:24.15)	Total Weight (T:73)	Tow (T:6)	Plasticizer (T:6)	Volume	Rejener (T:6.06)	Stop Count (T:6.000)	Stop Duration	FPSi (T:130)
Shift: A 25.12.2019	295.73	(SD 0.70) 0.91	(SD 0.07) 24.16	(SD 0.20) 72.57	(SD 0.00) 0.00	0.00	19.243	5.321	0	0.00	276
Shift: B 25.12.2019	0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0
Shift: C 26.12.2019	0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	0.00	0	0	0	0.00	0
Summary	Avg: 295.72 mm/dg	(SD 0.70) Avg: 0.24 mm	(SD 0.07) Avg: 24.16 mm	(SD 0.20) Avg: 72.57 mg	(SD 0.00) Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 20.005	Sum: 5.321	Sum: 0	Sum: 0.00 min	Avg: 1/7
Machine: F104											F104 FPSi 132
Product: 34.C34F	RTD (T:510)	Oxalicy (T:6.46)	Circumference (T:24.15)	Total Weight (T:88)	Tow (T:6)	Plasticizer (T:6)	Volume	Rejener (T:6.06)	Stop Count (T:6.000)	Stop Duration	FPSi (T:130)
Shift: C 25.12.2019	0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	0.00	0	0	0	0.00	0
Shift: A 25.12.2019	514.42	(SD 0.00) 0.22	(SD 0.00) 24.15	(SD 0.00) 99.24	(SD 0.00) 0.00	0.00	111.821	2.117	0	0.00	154
Shift: B 25.12.2019	0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	0.00	0	0	0	0.00	0
Shift: C 26.12.2019	0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	(SD 0.00) 0.00	0.00	0	0	0	0.00	0
Summary	Avg: 514.42 mm/dg	(SD 0.00) Avg: 0.22 mm	(SD 0.00) Avg: 24.15 mm	(SD 0.00) Avg: 99.24 mg	(SD 0.00) Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 112.831	Sum: 2.117	Sum: 0	Sum: 0.00 min	Avg: 132
Machine: F115											F115 FPSi 132
Product: 34.R733	RTD (T:206)	Oxalicy (T:6.46)	Circumference (T:24.15)	Total Weight (T:71)	Tow (T:6)	Plasticizer (T:6)	Volume	Rejener (T:6.06)	Stop Count (T:6.000)	Stop Duration	FPSi (T:130)
Shift: C 25.12.2019	293.02	(SD 0.18) 0.77	(SD 0.00) 24.12	(SD 0.20) 75.48	(SD 0.00) 0.00	0.00	1.791.315	6.032	16	66.65	87
Shift: A 25.12.2019	290.02	(SD 0.00) 0.25	(SD 0.00) 24.14	(SD 0.00) 75.54	(SD 0.00) 0.00	0.00	1.827.727	8.757	22	19.23	90
Shift: B 25.12.2019	283.96	(SD 0.00) 0.24	(SD 0.00) 24.15	(SD 0.00) 75.40	(SD 0.00) 0.00	0.00	1.940.812	15.419	13	01.16	91
Shift: C 26.12.2019	388.78	(SD 0.00) 0.24	(SD 0.00) 24.18	(SD 0.00) 75.48	(SD 0.00) 0.00	0.00	2.045.879	7.293	17	06.19	96
Summary	Avg: 293.94 mm/dg	(SD 0.00) Avg: 0.25 mm	(SD 0.00) Avg: 24.15 mm	(SD 0.00) Avg: 75.48 mg	(SD 0.00) Avg: 0.00 mg	Avg: 0.00 mg	Sum: 7.615.863	Sum: 38.151	Sum: 68	Sum: 297.20 min	Avg: 93
Şekil FPSi 116											
Machine: F101											F101 FPSi 99
Product: 33.80V	RTD (T:547)	Oxalicy (T:6.46)	Circumference (T:23.36)	Total Weight (T:60)	Tow (T:6)	Plasticizer (T:6)	Volume	Rejener (T:6.06)	Stop Count (T:6.000)	Stop Duration	FPSi (T:130)
Shift: C 25.12.2019	540.34	(SD 11.34) 0.76	(SD 0.00) 23.34	(SD 0.00) 87.39	(SD 0.00) 0.00	0.00	1.622.318	6.094	15	192.53	96

Şekil 4.30. Ana Rapor Ekranı

4.8.2. Vardiya Özet Raporu

Vardiya özet raporu personelin tüm makineler için hangi vardiyada hangi üretimden ne kadar olduğunu görmesini sağlar. Gün bazlı alınan bu rapor üç vardiyayı da içermektedir. Bu şekilde personellerin günün özetini yorumlamasına yardımcı olmaktadır. Şekil 4.31’de hedeflenen ve gerçekleşen üretim miktarlarının listelendiği rapor görüntülenmektedir.

Tüm Planetler

Tüm Makinalar

26.12.2019

Raporla

Excel

	Vardiya A						
	25.12.2019	Vardiya (th)		Toplam (th)			25.12.2019
	Kod	Hedef	Üretim	Hedef	Üretim	Açıklama	Kod
Single							
FI02		0	0	910	967		
FI03	34.B753	0	19	1130	1445		34.B753
FI04	34.C36F	0	112	2	112		34.C36F
FI05		0	0	11318	8880		
FI06		0	0	1000	8748		
FI15	34.B753	0	1827	14000	5688		34.B753
FI16		0	0	2500	2086		
		0	1958				
Semi							
FI01	33.B0VY	0	102	19510	9252		33.B0VY
FI07		0	0	4590	4789		
FI08		0	0	6282	5246		
FI09	33.B0W0	0	969	1000	4676		33.B0W0
FI10		0	0	8198	5650		
FI11		0	0	1000	7601		
FI12	33.B0VZ	0	1406	24530	11467		33.B0VZ
FI13	33.B0U7	0	1156	16935	7610		33.B0U7
FI14	33.B0BT	0	0	1393	1175		33.B0BT
		0	3633				
Combiner							
FI20		0	0	30664	22950		

Şekil 4.31. Vardiya Özet Raporu

4.8.3. Üretim Süreç Raporu

Üretim süreç raporu personelin makina ve vardiya bazlı zaman dağılımını görmesini sağlar. Aynı zamanda ilgili vardiya içindeki MTBF (Mean Time Between Failure), MaxTBF (Maximum Time Between Failures), toplam duruş miktarı gibi önem arzeden bilgilerin listelenmesini sağlar ve görsel olarak daha kolay yorumlanabilir bir sonuç üretir [35]. Şekil 4.32’de örnek bir üretim süreç raporu tarih ve makine bazında görüntülenmektedir.

Makina bazlı planlanmış duruşların ve üretim aşamasındaki atıkların detaylarının yansısı hangi duruş ve atık türünün ne kadar üretim kaybı yaşattığı bilgilerini ve bunların OEE (Overall Equipment Effectiveness – Toplam Ekipman Etkinliği) Loss [36], MTBF gibi önem arzeden hesaplanmış sonuçlarını gösteren

üretim süreç raporu-2 ise Şekil 4.33'te görülmektedir. Sorunlara ve zaman kayıplarına sebep olan etkenlerin üzerine yoğunlaşılmasını ve personelin detaylı bilgiye sahip olmasını sağlayarak üretimin daha etkin olmasına yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.32. Üretim Süreç Raporu

F01					
18.12.2019					
Raporla Excel Tüm Makinalar					
Takvim	1440 dk.				
Üretim Kaybı	944 dk.				
Çıkan Süre	60 dk.				
Temizlik Süresi	60 dk.				
Marka Değişimi	0 dk.				
Pitstop Süresi	0 dk.				
Çalışma Zamanı	436 dk.	Verim = (Prod Total/Target Total)	Geçerlilik = 31% (Run Time/Scheduled Time)		
Planlanmamış Makina Duruşları	Duruş		Toplam Duruş Zamanı dk.	OEE Loss %	MTBF
KDF Dinamik Demet Koptu	31 Adet		909.2 dk.	65.88 %	0.48dk.
KDF Filtre Çubuğu Koptu	1 Adet		24.9 dk.	1.8 %	17.51dk.
HK KORUMA KAPAGI, İkinci hk. koruma kapagi açık	1 Adet		10.8 dk.	0.78 %	40.37dk.
Toplam	33 Adet		944.9 dk.	68.47 %	13.21dk.
Atık Nedenleri	Atık			OEE Loss %	MTBF
Ejection ve ekleme	3183 Filtre			0.07 %	0.14dk.
Start Atıkları	3060 Filtre			0.07 %	0.14dk.
Stop Atıkları	676 Filtre			0.01 %	0.64dk.
Total	6919 Filtre			0.15 %	13.21dk.

Şekil 4.33. Üretim Süreç Raporu-2

4.8.4. Duruş - Atık Raporu

Duruş ve atık raporu ilgili zaman diliminde makinanın en çok hangi duruş ve atık türleri ile karşılaştığını liste halinde vermektedir. Bu bilgi ileriki zaman diliminde odaklanılması gereken olumsuz etkenleri ortaya çıkartmaktadır. Şekil 4.34'te bir makinenin belirlenen tarihler aralığında en sık karşılaşılan atık ve duruş sebepleri listelenmektedir.

FI01

Tüm Vardiyaalar

23.12.2019

26.12.2019

Raporla

Duruş Listesi

Excel

#	Duruş Kodu	Duruş Sayısı	Açıklama
1	9472	101	KDF Dinamik Demet Koptu
2	Meldung 134	7	** HCF/RESY **, Acık
3	Meldung 98	1	HK Tıkanıklık
4	Meldung 69	1	KDF Bölümü Doğrama Kapağı Açık
5	Meldung 44	1	KDF Filtre Çubuğu Koptu

Atık Listesi

Excel

#	Açıklama	Atık Sayısı
1	Start Atıkları(Start_waste)	9264
2	Ejection ve ekleme(Ejection_Waste)	5853
3	Stop Atıkları(Stop_waste)	2160

Şekil 4.34. Duruş Atık Raporu

4.9. Sistem Testi

Projenin geliştirilmesi sürecinde geliştirilen yeni modüller sisteme entegre edilmekte ve yazılımın test edilen kısımlarının doğru çalıştığından emin olmak için kullanılan birim testleri gerçekleştirilmektedir [37]. Entegrasyon testi, sistem testi, performans testi ve kabul testi proje dahilinde uygulanmaktadır.

4.9.1. Sistem Entegrasyonu ve Beta Testi

Yeni modüllerin geliştirilmesi sırasında müşteri gereksinimlerinde değişiklikler gerçekleşmiştir. Bu sebeple yazılım modüllerinin birlikte çalıştığını doğrulamak için sistem entegrasyonu testi gerekli hale gelmiştir. Sistem entegrasyon testi sırasında aşağıdaki test türleri yapılmıştır:

- Test edilebilir gereksinimlere dayalı test senaryoları gerçekleştirerek fonksiyonel testler,
- Kullanıcı bilgisinin LDAP (Lightweight Directory Access Protocol – Basit İndex Erişim Protokolü) [38] sisteminde doğrulanması,
- SAP de değişen order bilgisinin uygulama içinde doğrulanması,
- Domain üzerinden alınan yetkilerin doğrulanması,
- AMCS kalite sistemindeki verilerin uygulama üzerinde doğrulanması,
- Sikora kalite sistemindeki verilerin uygulama üzerinde doğrulanması,
- Kepware OPS serverdaki veri iletişiminin doğrulanması,
- Hesaplanan kümüle verilerinin doğrulanması.

Müşteri gereksinimlerinin tamamlanmasının ve hata ayıklamalarının ardından 2 hafta süresince beta testi uygulanmıştır. Beta testi süresince fabrika üretim sahasındaki makinaların yanında bulunan ve operatör tarafından kullanılan dokunmatik ekranlı bilgisayarlarda uygulama ve testler başarı ile tamamlanmıştır. Karşılaşılan sorunlar tespit edilip not edilmiş ve ilgili hatalar giderilmiştir.

4.9.2. Yük ve Stres Testi

Sistemin aktif olarak kullanılma aksiyonları baz baz alınarak senaryolar hazırlanmış ve 100 kullanıcı için yaklaşık yarım saat stres ve yükleme testleri uygulanmıştır. Testler uygulamanın yoğun ve aşamalı olarak yükünü artırarak kaynaklarını ortalamanın üstünde sınırlamıştır. Operatör ekranında anlık olarak alınan verilerin son kullanıcıya aktarılma sürelerinin optimum düzeyde çıktığı saptanmıştır.

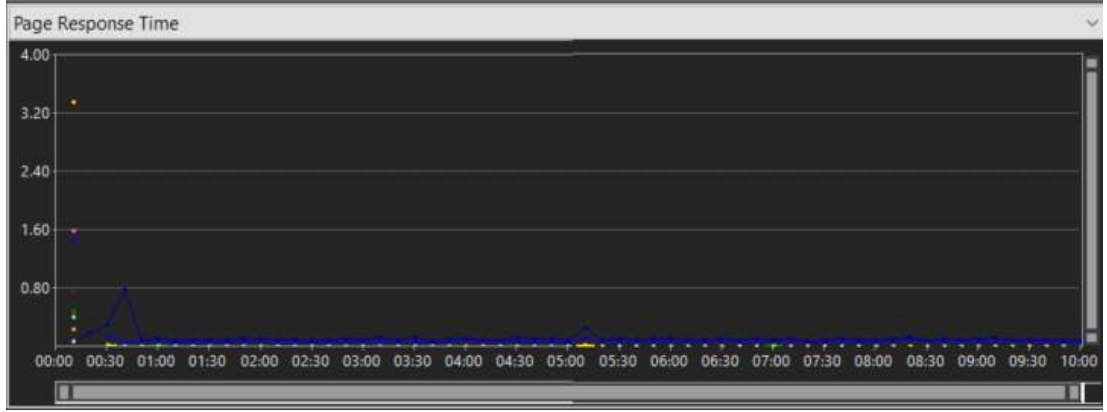
4.9.3. İşlem Yanıt Süresi

Yük testi sırasında oluşan işlemler için Şekil 4.35'te görüldüğü üzere işlemlerin ortalama yanıt süresi grafiğinde yanıt sürelerinin stabil olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.35. İşlem Yanıt Süresi

Şekil 4.36’da yük testi sırasında erişilen web sayfaları için ortalama yanıt sürelerinin 1 saniye altında olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.36. Sayfa Yanıt Süresi

4.9.4. Kabul Testi (Alfa), RC ve Pilot Çalışma

Filtre fabrikasında üretim sahasındaki üç makine pilot olarak seçilerek uygulama çalıştırılmış ve sistemin işleyişi incelenmiştir. Bu çerçevede geliştirilmiş olan modüller ile ilgili testler örnek verilerle yapılmış, kurgulanmış senaryolar gerçekleştirilerek uygulayıcıların kabulünü sağlama amacı ile çalışmalar yapılmıştır. Arayüzlerin testleri, bilgi akışları, süreçler, modüllerin kendi içlerinde ve birbirleri ile uyumu test edilmiştir.

Yazılım gereksinim dokümanındaki tüm isterlerin doğru şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilmiş, kullanıcı kabul testi dokümanı hazırlanmıştır.

Kullanıcının katılımı ile bu dokümandaki tüm test senaryoları işletilerek, yazılımın kullanıcının talep ettiği tüm fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan isterleri tam olarak karşıladığı tespit edilmiş ve katılımcıların onayladığı bir test raporu ile kayıt altına alınmıştır.

4.10. Test Sonuç Raporu

Projede müşteri gereksinimlerinin tümü karşılanmış, yazılımın cevap doğruluğu ve ortalama çalışma hızı test edilmiştir. Tablo 4.21’de 100 kullanıcı ile belirli bir süre ile simüle edilerek test sonuçları listelenmiştir.

Tablo 4.21. Sonuç Tablosu

Overall Results	
Max User Load	100
Tests/Sec	5.49
Tests Failed	0
Avg. Test Time (sec)	17.9
Transactions/Sec	0
Avg. Transaction Time (sec)	0
Pages/Sec	95.7
Avg. Page Time (sec)	0.052
Requests/Sec	97.4
Requests Failed	0
Requests Cached Percentage	5.34
Avg. Response Time (sec)	0.051
Avg. Content Length (bytes)	3,999

SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretim izleme sistemi yazılımları hem yönetim hem de üretim ekibi için endüstrilerde önemli bir üretim aracıdır. İnsan müdahalesi olmadan üretim süreci boyunca tüm seviyelerde üretim bilgilerini yakalar ve dağıtır. Toplanan veriler çok önemlidir ve bu gerçek zamanlı bir üretim izleme sistemi kullanılarak toplanabilir. Toplanan verilerle uygun analiz yapıldığında ve aksiyon alındığında gerçekçi üretim hedeflerine ulaşılabilir. Üretim izleme sistemi üretim ekibinin mevcut kaynaklarını verimli bir şekilde optimize etmesini sağlar.

Üretim sürecinde endüstriyel makinaların bir takım sorunlar ile karşı kalması muhtemeldir. Ortaya çıkan bu sorunlar oluştuğu andan itibaren zaman ve maliyet kaybına sebep olur. Bu sebeple mümkün olan en kısa sürede sorun giderilerek hızlı aksiyon alınması gerekmektedir [39]. Gerçek zamanlı bir üretim izleme sistemi ile kaynakların en üst düzeyde kullanılması mümkündür [40].

Gerçek zamanlı üretim izleme sistemi OEE ile birlikte çalışır. Karar vermede OEE'nin farkındalığı çok önemlidir. Şirketler yönetimin makinelerinin genel çalışma performansını iyileştirmesine yardımcı olma kabiliyetinde OEE'ye değer vermektedir [41]. OEE'nin basit ölçümleri, yönetimin gerektirdiği tüm değerli bilgileri ortaya çıkarır.

Endüstrilerin en büyük güçlerinden biri beşeri sermayedir ve sektörlerin gelişiminde en büyük rolü onadığı kabul edilir. Gerçek zamanlı üretim izleme sistemi ile yönetimin işçileri verimli bir şekilde izlemesine ve endüstrilerin gereksinimlerine uygun optimum insan gücü kullanımına yardımcı olur. İnsan gücü kullanımı optimize edildiğinde üretimdeki verimlilik açısından önemli bir konudur [42]. Fabrikalarda insan rolünü makineler üstlenir. Ancak yine de dijital, elektronik ve sanal bir dünya ile insan entegrasyonu kaçınılmazdır. Bu nedenle üretim sistemlerinin güvenilirlik, verimlilik ve güvenlik açısından daha da geliştirilmesi gelmektedir [43].

Üretim alanındaki sınırlı kaynaklardan ötürü gerçek zamanlı üretim izleme sistemi kullanımı çok önemlidir. Üretim sektöründe mevcut olan kaynakların boşa harcanmaması ve üretim verimliliğinin artırılması için en uygun şekilde eksiksiz

kullanılmalıdır. Bu gerekli adımları atarak endüstriler daha verimli bir üretim hattı geliştirebilir ve sürdürebilir.

Üretim alanındaki birçok çalışma, çevresel koşulların insan performansını bir şekilde etkilediğini zaten kanıtlamıştır. IoT uygulamalarının sağladığı imkanlar dahilinde üretim sistemlerinde iyileştirmelerin önü açılmıştır [44]. Çevresel koşullar üretim sürecinin IoT tabanlı bir izleme sistemine ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Bu tez kapsamında temel olarak ölçeklenebilir ve uyarlanabilir bir üretim izleme sistemi gerçekleştirilerek üretim sürecindeki verimin artışının sağlanması amaçlanmıştır. Çeşitli kaynaklardan alınan ölçüm, üretim, duruş ve atık gibi önem arzeden veriler elde edilebilir olduğundan dolayı üretim takibini artırmak ve üretimin en az kayıp ile tamamlanması amacı ile ilgili personellere ulaştırılarak bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. Sağlanan bilgiler, bir üretim sisteminin geliştirilebileceği temeli oluşturur. Olası sonraki adımlarda daha büyük ölçekli uygulamalara odaklanılması mümkündür. Farklı sensörler ve veri kaynakları kullanılabildiğinden farklı bilgileri izlenebilir. Zaman içerisinde toplanan bu veriler büyük veriyi oluşturarak firmaların daha doğru kararlar alıp strateji geliştirmesine de olanak tanımaktadır. Verilerin arasındaki ilişkilerinin ve bağlantıların incelenmesi ile çeşitli karşılaştırma yöntemleri kullanılarak daha anlamlı bilgiler elde edilebilmektedir. Bu nedenle gelecekteki çalışmalar, büyük veriden elde edilecek özel ihtiyaçlara dayalı uyarlamaları içerebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. ve Hoffmann, M. Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering. 2014, 6(4), 239–242.
- [2] Mörth, O., Eder, M., Holzegger, L. ve Ramsauer, C. IoT-based monitoring of environmental conditions to improve the production performance. Procedia Manufacturing. 2020, 45(2), 283–288
- [3] Kayar, A., Ayvaz ve B., Öztürk, F. Akıllı fabrikalar, akıllı üretim: endüstri 4.0’a genel bakış. International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology. 2018, 3(2), 1651-1658
- [4] Ercan, T. ve Kutay, M., Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları. AKU J. Sci. Eng. 2016, 16(1), 599–607
- [5] Internet, KEPServerEX Connectivity Platform. <https://www.kepware.com/en-us/products/kepserverex>
- [6] Kovalev, I., Issa, A., Nikishechkin, P., Chervonnova, N. ve Petrov, A. Development of a data collection system for a CNC system using cloud FRED technology and OPC UA specification. 2020, 329(4), 30-43.
- [7] Allahloh, A. S. ve Mohammad, S. Development of the Intelligent Oil Field with Management and Control using IIoT (Industrial Internet of Things). Intelligent Control and Energy Systems. 2018, 10(11), 815–820.
- [8] Kumar, M., Vaishya, R. ve Parag, S. Real-Time Monitoring System to Lean Manufacturing. Procedia Manufacturing. 2018, 20(3), 135–140
- [9] Çil., İ. Bilgi Tabanlı İmalat Karar Destek Sistemleri ve Bir Uygulama. Endüstri Mühendisliği. 2002, 13(1), 15-27
- [10] Javaid, M. ve Haleem, A. Industry 4.0 applications in medical field: A brief review. Current Medicine Research and Practice. 2019, 9(3), 102-109
- [11] Saez, M., Maturana, F. P., Barton, K. ve Tilbury, D. M. Real-Time Manufacturing Machine and System Performance Monitoring Using Internet of Things. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 2018, 15(4), 1735–1748
- [12] M. D. A. Musthafa, N. M. Thamrin, S. A. C. Abdullah, and Z. Mohamad, An IoT-based production monitoring system for assembly line in manufacture,

International Journal of Integrated Engineering, vol. 12, no. 2, pp. 38–45, 2020, doi: 10.30880/ijie.2020.12.02.005.

- [13] Saez, M., Maturana, F. P., Barton, K. ve Tilbury, D. M. Real-Time Manufacturing Machine and System Performance Monitoring Using Internet of Things. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2018, 15(4), 1735–1748
- [14] Tarallo, A., Mozzillo, R., Gironimo, G. ve Amicis, R. A cyber-physical system for production monitoring of manual manufacturing processes. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. 2018, 12(4), 1235–1241.
- [15] Lasi, H., Kemper, H. G., Feld, T. ve Hoffmann, M. Social Media's Perspective on Industry 4.0: A Twitter Analysis. 2014, 14(4), 239-242.
- [16] Bouraiou, A., Neçaibia, A., Motahhir, S., Bouakkaz, M. S., Attoui, I., Boutasseta, N., Dabou, R. ve Ziane, A. Supervision and Monitoring of Photovoltaic Systems Using Siemens PLC and HMI. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021, 211(2), 1147–1157, 2021
- [17] Bajpai, V. ve Gorthi, R. P. On non-functional requirements: A survey. *Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science*, 01-02 Mart, 2012, India.
- [18] Mylopoulos, J., Chung, L. ve Nixon, B. Representing and using nonfunctional requirements: a process-oriented approach. 1992, 18(6), 483 - 497.
- [19] Internet, AMCS Platform, cloud-based waste management software. <https://www.amcsgroup.com/solutions/amcs-platform>
- [20] Ahn, J. Y., Kim, S. K., ve Man, K. S. On the design concepts for CRM system. *Industrial Management and Data Systems*. 2003, 103(5), 324–331.
- [21] Qu, T., Lei, S., Chen, Y., Wang, Z., Luo, H. ve Huang, G. Q. Internet-of-Things-Enabled Smart Production Logistics Execution System Based on Cloud Manufacturing, 1 Ocak, 2014, *International Manufacturing Science and Engineering Conference*.
- [22] Almada-Lobo, F., The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*. 2015, 3(4), 16–21

- [23] Internet, Profesyonel Yönetim Sağlayan SAP ERP Programı. <https://www.sap.com/turkey/index.html>
- [24] Li, Q. ve Chen, Y.-L. Entity-Relationship Diagram. Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems. 2009, 5(6), 125–139
- [25] Internet, Responsive web development using the Twitter Bootstrap framework – Theseus. <https://www.theseus.fi/handle/10024/97064>
- [26] Internet, ASP.NET: Open-source web framework for .NET. <https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet>
- [27] Tundong, L., Gangquan, C. ve Xiafu, P. OPC server software design in DCS, 26 Haziran, 2009, 4th International Conference on Computer Science and Education
- [28] Pautasso, C. BPEL for REST. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics. 2008, 5240(4), 278–293
- [29] Bourhis, P., Reutter, J. L. Suárez, F. ve Vrgoč, D. JSON: Data model, Query languages and Schema specification, Proceedings of the ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems, 1 Mayıs, 2017.
- [30] Maghsoodloo, S., Ozdemir, G., Jordan, V. ve Huang, C. H. Strengths and limitations of taguchi's contributions to quality, manufacturing, and process engineering. Journal of Manufacturing Systems. 2004, 23(2), 73–126
- [31] Internet, Dashboard Design Patterns, May 2022, <https://dashboarddesignpatterns.github.io>
- [32] Bruccoleri, M., Pasek, Z. J. ve Koren, Y. Operation management in reconfigurable manufacturing systems: Reconfiguration for error handling. International Journal of Production Economics. 2006, 100(1), 87-100
- [33] Psomas, E., Dimitrantzou, C., Vouzas, F. ve Bouranta, N. Cost of quality measurement in food manufacturing companies: the Greek case. International Journal of Productivity and Performance Management. 2018, 67(9), 1882-1900
- [34] Ugarte, B. S., Artiba, A. ve Pellerin, R. Manufacturing execution system – a literature review. Production Planning & Control. 2009, 20(6), 525–539

- [35] Carlson, J., Murphy, R. R. ve Nelson, A. Follow-up analysis of mobile robot failures. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*. 2004, 2004(5), 4987–4994
- [36] Dal, B., Tugwell, P. ve Greatbanks, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. *International Journal of Operations and Production Management*. 2000, 20(12), 1488–1502.
- [37] Shamshiri, S., Rojas, J. M., Galeotti, J. P., Walkinshaw, N. ve Fraser, G. How Do Automatically Generated Unit Tests Influence Software Maintenance. *Proceedings - 2018 IEEE 11th International Conference on Software Testing, Verification and Validation*, 2018, 24(2), pp. 250–261.
- [38] Kobsa, A., Fink, J., Kobsa, A. ve Fink, J. An LDAP-based User Modeling Server and its Evaluation. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 2006, 16(2), 129–169.
- [39] Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B. ve Kao, H. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*. 2013, 1(1), 38–41.
- [40] Zhang, Y., Zhang, G., Wang, J., Sun, S., Si, S. ve Yang, T. Real-time information capturing and integration framework of the internet of manufacturing things. 2014, 28(8), 811–822.
- [41] Jonsson, P. ve Lesshammar, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - The role of OEE. *International Journal of Operations and Production Management*. 1999, 19(1), 55–78.
- [42] Hozdić, E. SMART FACTORY FOR INDUSTRY 4.0: A REVIEW. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. 2015, 7(1), 2067–3604.
- [43] Hwang, G., Lee, J., Park, J. ve Chang, T. W. Developing performance measurement system for Internet of Things and smart factory environment. *International Journal of Production Research*. 2017, 55(9), 2590–2602.
- [44] Syafrudin, M., Alfian, G., Fitriyani, N. L. ve Rhee, J. Performance analysis of IoT-based sensor, big data processing, and machine learning model for real-time monitoring system in automotive manufacturing. *Sensors (Switzerland)*. 2018, 18(9), 2946.