

T.C.
İSTANUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İŞ SÜREÇLERİ OLGUNLAŞTIRMA
OPERASYONALARINDA, BPMN, DMN VE SÜREÇ
MADENCİLİĞİ METODLARININ,
BİR ENDÜSTRİYEL SCADA SİSTEMİ VARYANTI
OLARAK UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

ÜNSAL ÜNVER

İstanbul, 2023

T.C.
İSTANUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İŞ SÜREÇLERİ OLGUNLAŞTIRMA
OPERASYONALARINDA, BPMN, DMN VE SÜREÇ
MADENCİLİĞİ METODLARININ,
BİR ENDÜSTRİYEL SCADA SİSTEMİ VARYANTI
OLARAK UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan
ÜNSAL ÜNVER
2020006004

Orcid: 0009-0004-6832-9977

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ŞEN

İstanbul, 2023

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**İş Süreçleri Olgunlaştırma Operasyonlarında, Bpmn, Dmn ve Süreç Madenciliği Metodlarının, Bir Endüstriyel Scada Sistemi Varyantı Olarak Uygulanması**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 30.05.2023

Ünsal ÜNVER

T.C.
İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

30.5.2023

Enstitümüz *Endüstri Mühendisliği* Anabilim Dalı *Endüstri Mühendisliği* Programı Yüksek Lisans öğrencilerinden 2020006004 numaralı *Ünsal ÜNVER*'in "Beykent Üniversitesi Eğitim-Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak Enstitümüze teslim ettiği "*İş Süreçleri Olgunlaştırma Operasyonlarında, Bpmn, Dmn Ve Süreç Madenciliği Metotlarının, Bir Endüstriyel Scada Sistemi Varyantı Olarak Uygulanması*" konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 23/05/2023 tarih ve 2023/21 sayılı toplantısında seçilen ve On-Line toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 29. maddesinin 3. fıkrası gereğince 45 dakika süre ile Zoom programı aracılığıyla on-line olarak aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında "*OYBİRLİĞİ*" ile "*KABUL*" kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 2 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Se*** ŞE***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Dr. Öğr. Üyesi Ve*** Ze*** YE***
(İstanbul Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Dr. Öğr. Üyesi Se*** Ke*** AY***
(İstanbul Arel Üniversitesi)

Adı ve Soyadı : Ünsal ÜNVER
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ŞEN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Tezi, 2023
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar kelimeler : Süreç olgunlaştırma, Süreç Madenciliği, Operasyonel SCADA Sistemleri, BPMN, DMN, İşletmenin dijital ikizi, DTOB.

ÖZ

İŞ SÜREÇLERİ OLGUNLAŞTIRMA OPERASYONALARINDA, BPMN, DMN VE SÜREÇ MADENCİLİĞİ METODLARININ, BİR ENDÜSTRİYEL SCADA SİSTEMİ VARYANTI OLARAK UYGULANMASI

Süreç olgunlaştırma ve mükemmelleştirme yaklaşımları, işletmelerin genetik yapıları olarak görebileceğimiz süreç modellerinin, belirli bir disipline ve metriklere göre versiyonlanması ve uygulanmasını gerektirir. Süreçlerde yapılacak her yenilik, işletmenin belki de en önemli kaynağı olan zamanın verimli kullanılmasını etkileyeceğinden, eğer yeni bir sürece geçilecek ise, bunun önceki versiyondan anlamlı bir farkının ve faydasının olması beklenir.

Bu tez çalışması kapsamında, süreç olgunlaştırma çalışmalarında, bpmn, dmn ve süreç madenciliği yöntemlerinin birlikte uygulanması ve çıkan verilerin bir SCADA varyantı olarak endüstriyel otomasyon akışlarında, endüstriyel yazılımların bünyesindeki API lerden alınan, çıktı meta-datalarla beraber yeni bir monitörleme yöntemi olarak uygulanması sağlanmıştır.

Name/Surname: Ünsal ÜNVER

Supervisor : Asst. Prof. Selçuk ŞEN

Date : Master Thesis, 2023

Maior : Industrial Engineering

Key Words : Process Maturity, Process Mining, Operational SCADA
Systems, BPMN, DMN, Digital Twins of an Organisation, DTOB.

ABSTRACT

BPMN, DMN AND PROCESS MINING METHODS IN BUSINESS PROCESS MATURATION OPERATIONS, IMPLEMENTATION AS A VARIANT OF AN INDUSTRIAL SCADA SYSTEM

Process maturation and perfection approaches require the versioning and implementation of process models, which we can see as the genetic structures of businesses, according to a specific discipline and metrics. Since every innovation to be made in the processes will affect the efficient use of time, which is perhaps the most important resource of the enterprise, if a new process is to be started, it is expected that it will have a significant difference and benefit from the previous version.

Within the scope of this thesis, the application of bpmn, dmn and process mining methods together in process maturation studies and the application of the output data as a SCADA variant in industrial automation flows, together with the output meta-data taken from the APIs within the industrial software, is provided as a new monitoring method.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

TABLOLAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
KISALTMALAR	vii
SÖZLÜK.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM SÜREÇ YÖNETİMİ

1.1. Süreç Yönetiminin Tarihsel Gelişimi	2
1.2. Süreçlerin Endüstriyel Alanda Önemi	4
1.2.1. İş süreçlerinin planlanması ve modellenmesi	5
1.2.2. Süreç uygulaması	7
1.2.3. İş Süreçlerinin Keşfi ve Süreç Geliştirme.....	9
1.2.4. Standartlar ve Sertifikasyon	9
1.2.5. Süreç Notasyonlarında Kullanılan Özellikler	10
1.3. İş Süreci Yönetimi	11
1.3.1. İş Süreç Yönetiminin Amacı.....	12
1.3.2. İş Süreç Yönetiminin Aşamaları	13
1.3.2.1. İş Süreç Yönetim Yazılımları	15
1.3.3. Veri Madenciliği	15
1.3.4. Süreç Madenciliği	16

İKİNCİ BÖLÜM

SÜREÇ OLGUNLAŞTIRMA VE İYİLEŞTİRME

2.1. Süreç olgunlaştırma.....	21
2.2. Süreç İyileştirme	23
2.3. İş Süreci Olgunluk Modeli (OMG - BPMM):	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ORGANİZASYONEL DİJİTAL İKİZLER VE OPERASYONEL
SCADA SİSTEMLERİ

3.1. Dijital İkizler	25
3.2. Organizasyonel dijital ikizler	26
3.3. SCADA Sistemleri	27
3.4. SCADA Sistemlerinin Temel Faydaları	28
3.5. Operasyonel SCADA Mimarisi Yaklaşımı.....	29
3.6. Veri Madenciliğinde Operasyonel SCADA Sistemi ihtiyacı.....	30
3.7. Operasyonel Scada Sistemleri ve İş Zekası Uygulamaları İlişkisi	30

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
METODOLOJİ

4.1. Süreç Keşfi ve Alfaminer Algoritması.....	32
4.2. Endüstriyel BPMN Notasyon Standartı	32
4.3. Endüstriyel DMN Notasyon Standartı ve Karar Motorları	33

BEŞİNCİ BÖLÜM
UYGULAMA

5.1. Problemin Tanımlanması	37
5.2. Çalışma Veri Seti	38
5.3. Mevcut İş süreci Haritası ve Diagramları	39
5.4. Veri Setinin Disco süreç Madenciliği Yazılımına Aktarılması	41
5.5. Real-Time Verileri üzerinden Süreç Haritasının Analiz Edilmesi.....	43
5.6. Süreç Madenciliği Verilerinden Çıkan Varyantların Analizi	49
5.7. Süreç Madenciliği Çalışmasının Değerlendirilmesi	51
5.8. Diagramların BPMN 2.0 Notasyonunda Modellenmesi:.....	52
5.9. DMN Tabanlı Karar Notasyonlarının Modellenmesi	54
5.10. Camunda Karar Motorunun Kurulması	55
5.11. BPMN tabanlı SCADA Panellerinin Ignition Yazılımında Geliştirilmesi.....	62
5.11.1. Scada Panel Tasarım önce sürecin simüle edilmesi.....	65
5.11.2. Scada Arabirimi için panel tasarımının yapılması	70
5.11.3. Alarm setlerinin kurulması.....	71

5.11.4. Kontrol setlerinin kurulması	73
5.11.5. Alarm ve bildirim ayarlarının yapılması	74
5.12. Operasyonel Scada Panellerinin Takibi ve Raporlama Süreçleri	75
5.13. Otomatize edilebilecek Alarm Reaksiyonları	78
5.14. SCADA ve BI araçlarının kazanım farklılıkları	78
SONUÇ VE TARTIŞMA	83
KAYNAKÇA	85



TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1 Örnek Olay Kaydı	18
Tablo 2 Nedensellik Matrisi	19
Tablo 3 Nedensellik Matrisi Özeti	20
Tablo 4 Operasyonel SCADA Uygulaması Çıktıları	79
Tablo 5 Operasyon SCADA Mimarısının Operasyonel Faydaları	80



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1 Kaynak: Uyumluluk ve İyileştirme	17
Şekil 2 Temel Süreç Akış Kalıbı Örnekleri.....	18
Şekil 3 İş Akışı Örneği	20
Şekil 4 Operasyonel Scada Mimarisi Tasarım Süreci	29
Şekil 5 Süreç Modeli BPMN Örneği.....	33
Şekil 6 Karar Modeli DMN Örneği.....	34
Şekil 7 Operasyonel SCADA Mimarisi.....	36
Şekil 8 Problemin Tanımlanması	37
Şekil 9 Birleştirilmiş Örnek Veri setinin Excel Ekran Görünümü	39
Şekil 10 Omni-Channel süreç haritası örneği-1	40
Şekil 11 Omni-Channel süreç haritası örneği-2	40
Şekil 12 Verilerin Disco yazılımına import işlemi.....	42
Şekil 13 Ana iş akışına yardımcı Meta-Data bilgileri	42
Şekil 14 Süreç keşiflerinden çıkan haritalamaya bir örnek	43
Şekil 15 Süreç keşfinden çıkan olay ilişkilerine örnek.....	44
Şekil 16 Süreç keşfinden gerçek akışa en yakın çıkan örnek.....	45
Şekil 17 Aktivitelerin gerçekleşme sıklığı orta yoğunluklu bakış.....	46
Şekil 18 Aktivitelerin gerçekleşme sıklığı yüksek yoğunluklu bakış.....	47
Şekil 19 Süreç keşfinden değerlendirilebilecek diğer parametreler	47
Şekil 20 Süreç performansı ve toplamda en çok zaman harcanan iş adımı.....	49
Şekil 21 Süreç Varyant Analizi	50
Şekil 22 Süreç Varyant Analizi	51
Şekil 23 Süreç madenciliği çıktılarına göre BPMN 2.0 süreç modeli.....	53
Şekil 24 Süreç madenciliği çıktılarına göre tasarımlanan DMN 1.0 ön modeli.....	54
Şekil 25 DMN 1.0 alarm karar modeli	54
Şekil 26 DMN 1.0 karar modelinin BPMN 2.0 içerisine gömülmesi.....	55
Şekil 27 Camunda Kara Motoru Kurulumu	55
Şekil 28 Camunda İş Akışı	56
Şekil 29 Camunda BPMS Raporlama Arayüzü.....	56
Şekil 30 Docker Masaüstü Uygulaması.....	57

Şekil 31 Docker İstemcisi.....	58
Şekil 32 Docker Konteyner Yapısı.....	58
Şekil 33 Camunda BPM İş Süreci	59
Şekil 34 Camunda İş Akış Arayüzü	60
Şekil 35 DMN dosyasının Camunda içerisine gömülmesi.....	60
Şekil 36 Camunda DMN Karar Yapıları	61
Şekil 37 Ignition SCADA Tanıtımı	62
Şekil 38 Ignition SCADA Örnek İş Süreç Modeli	63
Şekil 39 Ignition SCADA Örnek Endüstriyel İş Akışı.....	64
Şekil 40 Ignition SCADA Örnek Metric Ölçüm Paneli	64
Şekil 41 Factory IO Simülasyon Genel Görümü.....	65
Şekil 42 MELSOFT GX Works3 PLC Opc Simülatör Global Değişkenler	66
Şekil 43 MX OPC Configurator Etiketleri	67
Şekil 44 Factory IO Simülasyon 3d bakış	69
Şekil 45 Factory IO Simülasyon temsili Warehouse.....	69
Şekil 46 Operation SCADA Mimarisi, Omni Channel Paneli	70
Şekil 47 Operation SCADA Mimarisi, Olay Takip Tablosu.....	71
Şekil 48 Operation SCADA Mimarisi, Alarm Takip Tablosu	73
Şekil 49 Operation SCADA Mimarisi, Alarm Takip Tablosu	77

KISALTMALAR

API	: Application Programming Interface - Uygulama Programlama Arayüzü
BI	: Business Intelligence – İş Zekası
BKM	: Business Knowledge Model – İş Bilgisi Modelleri
BPM	: Business Process Management – İş Süreç Yönetimi
BPMI	: Business Process Management Initiative – İş Süreçleri Yönetimi Girişimi
BPMM	: Business Process Maturity Model – İş Süreci Olgunluk Modeli
BPMN	: Business Process Model and Notation – İş Süreç Modeli ve Gösterimi
BPMS	: Business Process Management System – İş Süreç Yönetim Sistemi
BPR	: Business Process Reengineering – İş Süreçlerini Yeniden Tasarlama
BT	: Bilgi Teknolojileri
CMMI	: Capability Maturity Model Integration – Yetenek Olgunluk Modeli Entegrasyonu
CoE	: Center of Excellence – Mükemmeliyet Merkezi
CPO	: Chief Procurement Officer – Baş Satın Alma Sorumlusu
CRM	: Customer Relationship Management – Müşteri İlişkileri Yönetimi
CSV	: Comma-Seperated Values – Virgülle Ayrılmış Değerler
DMAIC	: Define, Measure, Analyze, Improve, Control – Tanımla, Ölç, Analiz Et, Geliştir, Kontrol Et
DMN	: Decision Model and Notation – Karar Modeli ve Gösterimi
DRD	: Decision Requirements Diagram – Karar Gereksinimleri Diyagramı
EPC	: Event-driven Process Chain – Olay Odaklı Süreç Zinciri
ERP	: Enterprise Resource Planning – Kurumsal Kaynak Planlaması

HTTP	: HyperText Transfer Protocol – HiperMetin Transfer Protokolü
ISO	: International Organization for Standardization – Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
IT	: Information Technology – Bilgi Teknolojisi
KYS	: Kalite Yönetim Sistemi
KPI	: Key Performance Indicators – Anahtar Performans Göstergesi
OLE	: Object Linking and Embedding – Nesne Bağlantısı ve Gömme
OMG	: Object Management Group – Nesne Yönetim Grubu
OPC	: OLE for Process Control – İşlem Kontrolü için OLE
PLC	: Programmable Logic Controller – Programlanabilir Mantık Denetleyicisi
POQM	: Process-oriented Quality Management – Süreç Odaklı Kalite Yönetimi
REST	: Representational State Transfer – Temsili Durum Transferi
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition – Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama
SCAMPI	: Standard CMMI Appraisal Method – Süreç İyileştirme için Standart CMMI Değerlendirme Yöntemi
SMS	: Short Message Service – Kısa Mesaj Servisi
SMTP	: Simple Mail Transfer Protocol – Basit Posta Transfer Protokolü
SPICE	: Software Process Improvement and Capability – Yazılım Süreç Geliştirme ve Yetenek Belirleme
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TQM	: Total Quality Management – Toplam Kalite Yönetimi
UML	: Unified Modeling Language – Birleşik Modelleme Dili

SÖZLÜK

Süreç Madenciliği: Süreç madenciliği, süreçlere dair kayıtların, kullanım bilgilerinin kullanıcı davranışı ve deneyiminin otomatik analizi sonucu, minimum maliyet-zaman, maksimum performans ve verimlilik yaratacak iş süreçlerinin ortaya konmasıdır.

BPM: BPM (Business Process Management) kısaca süreç yönetimi demektir. Varolan iş süreçlerinin tanımlanmasını, geliştirilmesini ve takip edilmesini sağlayan yönetim sistemi bütünüdür. Elinizdeki kaynakları maksimum verimle kullanmanızı sağlar.

BPMN: İş Süreci Modeli ve Gösterimi (BPMN), bir iş süreci modelinde iş süreçlerini belirtmek için grafiksel bir temsildir. BPMN bir organizasyonun iş süreçlerini açık ve tutarlı biçimde ele almamızı ve belgelememizi, süreç sahibi ve paydaşların sürece dahil olmasını sağlar.

DMN: İş analizinde Karar Modeli ve Notasyonu, Nesne Yönetim Grubu tarafından yayınlanan bir standarttır. Karar modellerinin kuruluşlar arasında değiştirilebilir olmasını sağlamak için kuruluşlar içinde tekrarlanabilir kararları tanımlamak ve modellemek için standart bir yaklaşımdır.

SCADA: SCADA terimi, İngilizce "Supervisory Control and Data Acquisition" kelimelerinin ilk harflerinin okunması ile oluşturulan bir kısaltmadır. Kapsamlı ve entegre bir veri tabanlı kontrol ve izleme sistemi olan SCADA ile bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü, gözetilmesi ve sonuçların raporlanması sağlanabilir.

Süreç Motoru: Bir iş süreci motoru (BPE), süreç iş akışlarının yürütülmesini ve bakımını sağlayan bir yazılım çerçevesidir. Bir veya daha fazla BT uygulaması ve hizmetine yayılmış farklı veri / süreç kaynakları arasında iş süreci etkileşimi ve iletişim sağlar.

PLC PLC cihazlar endüstriyel olarak tasarlanan, sayısal prensiplere bağımlı yazılan fonksiyonları gerçekleştiren, bir sistem veya sistem grubunun giriş-çıkış kartları ile kontrol eden, içinde bulunan zamanlama, sayma, saklama gibi aritmetik işlemlerin fonksiyonları aracılığıyla kontrol eden elektronik bir cihazdır.

API: Uygulama programlama arayüzü, bir yazılımın başka bir yazılımda tanımlanmış işlevlerini kullanabilmesi için oluşturulmuş bir tanım bütünüdür. API; web uygulaması, işletim sistemi, veritabanı, donanımlar yahut yazılım kütüphanesi için kullanılabilir.

Alfa Miner: Alpha Miner (veya α -algoritması, α -miner) olay günlüklerini veya gözlemlenen verileri ve bir süreç modelinin keşfini birbirine bağlar. Alfa madenci, Dr. Wil van der Aalst, Dr. Ton Weijters tarafından geliştirilen ilk süreç keşif algoritmasıydı.

Mikroservis: Yazılım endüstrisinde, bir mikro hizmet mimarisidir.Hizmet odaklı mimari yapısal stiline bir çeşididir. Bir uygulamayı, hafif protokoller aracılığıyla iletişim kuran, gevşek bir şekilde birleştirilmiş, ince taneli hizmetlerin bir koleksiyonu olarak düzenleyen mimari bir kalıptır.

OPC: Bir sorunu ele alış biçimi, bir kimsenin bir sorun karşısında aldığı durum, tutulan yol, davranış.

İş Zekası Yazılımı: Bir sorunu ele alış biçimi, bir kimsenin bir sorun karşısında aldığı durum, tutulan yol, davranış.

GİRİŞ

Süreç Olgunluğu terimi, bir kuruluşun süreçlerinin gelişme ve iyileştirme seviyesini ifade eder. Süreç olgunluğu CMMI (Capability Maturity Model Integration) ve SPICE (Software Process Development and Capability Determination) gibi çeşitli endüstriyel standartlar, temel alınarak, kullanılarak ölçülebilir. Süreçlerin kendisinin modellenmesinde ise BPMN (Business Process Model and Notation) gibi iş süreçlerini modellemek için kullanılan standartlar vardır. Bu standartlar ile tanımlanan anlaşılması ve iletilmesi kolaylaşan süreç diyagramları, zaman içerisinde ilgili organizasyonun kurumsal hafızasına dönüşür ve o şirketin hem mevcut hemde gelecekteki projeleri için ölçeklenebilir ve sürdürülebilir görsel bir dil sağlar. Bu modelleme yaklaşımlarının bir adım sonrası ise süreç madenciliğidir. Süreç Olay günlüklerine dayalı olarak gerçek iş süreçlerini otomatik olarak keşfetmek, izlemek ve iyileştirmek için veri analizi tekniklerinin kullanılması esasına dayalı süreç madenciliği, kuruluşların süreçlerini tam ve doğru bir şekilde anlamalarına yardımcı olan bir analiz metodudur.

Süreç olgunluğu işte bu yöntemlerin adım adım uygulanması ile zamanla gelişir. Bu teknolojiler ayrıca kuruluşların süreçlerini anlamalarına ve optimize etmelerine yardımcı olarak verimlilik artışı ve iyileştirilmiş iş sonuçları sağlar. Bu çalışmada ise bir hazır giyim perakende firmasının bütünleşik kanal süreçlerinin (OmniChannel) verileri kullanarak, yukarıda bahsi geçen tüm bu süreç olgunluğu teknolojilerinin birleştirilmesini, entegre edilmesini, süreç sahibi ve süreç geliştirme mühendislerine ortak bir iş zekası uygulaması olarak sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda elektrik ve elektronik mühendisliğinde yıllardır kullanılan SCADA mimarisi incelenmiş ve bu mimarideki ortak teknikler kullanılarak, süreç verimliliğinin sürdürülebilir takibini hedefleyen, örnek bir scada paneli tasarlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

SÜREÇ YÖNETİMİ

1.1. Süreç Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Süreç yönetimi ve olgunluk çalışmalarının geçmişi, kuruluşların verimlilik ve rekabet gücünü artırmak için süreçlerini iyileştirmeye çalıştıkları sanayileşmenin ilk günlerine kadar uzanır. Tarihsel olarak ilk aşamaya baktığımızda, 18. yüzyılın sonları ve 19. yüzyılın başlarındaki sanayi devrimi sırasında, endüstrinin dünya çapında gelişmesiyle beraber, süreç iyileştirme faaliyetlerinde başladığını görüyoruz. Bu süre zarfında fabrikaların, seri üretim tekniklerinin ortaya çıkmasıyla beraber, verimli süreçlere ve bu süreçlerin kayıt altına alınmasına duyulan ihtiyaç giderek daha arttı.

İlk kaydedilen süreç yönetimi ile ilgili örnekleri, üretim ortamlarında işçilerin ve makinelerin performansını optimize etmeyi amaçlayan Taylorist bilimsel yönetim ilkelerine kadar izlenebiliriz. Amerikalı bir makine mühendisi ve bilimsel yönetimin önderlerinden sayılabilecek, Frederick Winslow Taylor, 1911 tarihli "Bilimsel Yönetimin İlkeleri" adlı kitabında iş süreçlerini analiz etmek ve geliştirmek için sistematik bir yaklaşım tanıtmıştı.

Takip eden on yıllarda, süreç yönetimi alanında önde gelen diğer bazı düşünürler alana önemli katkılarda bulundu. Bunlar arasında, süreç yönetimine Toplam Kalite Yönetimi (TKY) yaklaşımını geliştirmesiyle büyük itibar gören Amerikalı bir istatistikçi ve danışman olan W. Edwards Deming de vardı. Deming'in sürekli iyileştirme ve müşteri odaklılığı vurgulayan TKY yaklaşımı, birçok kuruluşta süreç yönetimi uygulaması üzerinde derin bir etkiye sahip olmuştur. (Deming, 1982, 60).

20. yüzyılın ortalarında, odak kalite yönetimine ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ilkelerinin uygulanmasına kaydı. TKY, süreç yönetiminde sürekli iyileştirme ve müşteri memnuniyetinin önemini vurguladı.

İlk kapsamlı süreç yönetimi teorisi, 1916'da bir Fransız mühendis ve yönetici olan Henri Fayol tarafından geliştirildi. Fayol, süreç yönetiminin beş temel işleve dayanması gerektiğini önerdi:

1. Planlama
2. Organize etme
3. Komuta etme
4. Koordine etme
5. Kontrol etme

"İdari teori" olarak adlandırdığı bu işlevler, günümüze kadar modern süreç yönetimi teorisinin temel taşı olmaya devam etmektedir.

1990'larda süreç yönetimi kavramı, Süreç Odaklı Kalite Yönetimi'nin (POQM) tanıtılmasıyla daha da gelişti. POQM, süreçlerin sistematik yönetimine ve açık süreç hedefleri ve ölçümlerinin oluşturulmasına odaklandı.

Dijital çağın gelişi ile, İş Süreçleri Yönetimi (BPM) yazılımı gibi teknoloji tabanlı çözümlerin tanıtılmasıyla süreç yönetimi için yeni fırsatlar ortaya çıkmış oldu. BPM, kuruluşların süreçlerini otomatikleştirmesine ve optimize etmesine yardımcı olarak, verimliliğin artmasına ve iyileştirilmiş iş sonuçlarının daha hızlı kullanıma sokulmasına imkan verdi. Çünkü BPM öncesi dönemde süreçlerin sadece kayıt alınması, blueprint adı verilen süreç modellemelerinin oluşması bile çok zaman alabiliyorken, güncellemelerin anında otomasyon revizelerine yansması çok ciddi proje planlamaları gerektiyordu. BPM yazılımları sayesinde bu iki süreç aynı anda eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilir hale geldi.

CMMI (Capability Maturity Model Integration) ve SPICE (Software Process Development and Capability Determination) gibi süreç olgunluk modellerinin geliştirilmesi, kuruluşlara süreçlerinin olgunluğunu değerlendirmek ve iyileştirmek için bir çerçeve sağladı. Bu modeller, kuruluşların süreç olgunluklarını ölçmelerine, iyileştirme alanlarını belirlemelerine ve süreç yönetimi için en iyi uygulamaları uygulamalarına yardımcı olmaya başladı. Son yıllarda, süreç madenciliği ve

analitiğinin kullanımı, kuruluşların süreçlerini tam ve doğru bir şekilde anlamaları ve iyileştirme alanlarını belirlemeleri için güçlü bir araç olarak kendini göstermektedir.

Aslında süreç yönetim teknolojilerinde ana gelişim kırılımı kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasının ardından 1985-1990 sonrası dönemde oluşmuştur, süreç yönetimi bu dönemden sonra, bilgi teknolojisi alanından giderek daha fazla etkilenmeye başlamıştır. Bu kısmen, birçok işlemi otomatikleştirmeyi ve işlem performansı hakkında çok büyük miktarda veri toplayıp analiz etmeyi mümkün kılan dijital teknolojilerin yükselişinden kaynaklanmaktadır. Süreç yönetimi, veriye dayalı karar vermeye ve süreç iyileştirme çabalarını desteklemek için gelişmiş yazılım araçlarının kullanımına daha fazla önem vermeye başlamıştır. (Hammer, M. ve Champy, J. 1993, 90)

Süreç yönetimi ve olgunluk çalışmalarının tarihi, daha verimli ve etkili süreç yönetimi yöntemlerine doğru sürekli bir evrimle karakterize olmuştur. Günümüzde kuruluşlar, süreçlerini optimize etmelerine ve hızla değişen iş ortamında rekabetçi kalmalarına yardımcı olan çok çeşitli araçlara ve teknolojilere çok daha kolay ve ekonomik seçeneklerle erişebilmektedir.

1.2. Süreçlerin Endüstriyel Alanda Önemi

Süreçler ve iş akışları, herhangi bir endüstriyel alanda temel, başarı ve başarısızlığı direkt etkileyen kavramlardır. Bu kavramlar şu temel amaçlara hizmet eder;

1. Nihai hizmet ve ürün için gerekli kalite standartlarının yönetilmesi
2. Uygun operasyonel maliyetin ve ürün maliyetinin yönetilmesi
3. Zaman planının yönetilmesi

Bu temel amaçlar, üretim sürecinde yer alan tüm faaliyetlerin kontrol ve koordinasyonunu kapsar. (Soydan, 2006, 11). Bu amaçlar, endüstriyel tesislerde ve işletmelerde operasyonel yönetimin kilit bir faktörleridir ve kuruluşların başarısı ve verimliliği üzerinde çok kritik bir etkiye sahiptirler. İşlemlerde süreç yönetiminin öneminden bahsederken aşağıdaki kavramlara odaklanmamız, standartları uygularken,

tüm amaçlarımıza aşağıdaki kavramları süreçlerimizde dahil ederek ve içselleştirerek ulaşacağımızı anlamamız gerekir;

Verimlilik artışı: Verimliliği artırmak için, mevcut süreçleri düzenli olarak gözden geçirmek ve değerlendirmek önemlidir. Bu, iyileştirmelerin yapılabileceği alanları belirlemeye ve gereksiz adımları ortadan kaldırmaya yardımcı olunması gerekir. Ek olarak, yinelenen, mükerrer görevleri otomatikleştirmek ve süreçleri kolaylaştırmak için teknolojiyi kullanmak da verimliliği büyük ölçüde artırabilir.

Optimal kalite artışı ve iyileştirmesi: Kaliteyi sağlamak için, açık ve iyi tanımlanmış süreçlerin yürürlükte olması önemlidir. Bu, net amaç ve hedeflerin oluşturulmasını, rollerin ve sorumlulukların tanımlanmasını ve izlenecek adımların ana hatlarının belirlenmesini içerir. İyileştirme yapılabilecek alanları belirlemek ve darboğazları ortadan kaldırmak için süreçlerin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi gerekir. (Sönmeztürk Bolatan, 2020, 440)

Daha iyi iletişim ve işbirliği: Süreç yönetimi, roller ve sorumlulukların net bir şekilde anlaşılmasını sağlayarak departmanlar arasında daha iyi iletişim ve işbirliğini geliştirmeye yardımcı olur. Bu, gelişmiş ekip çalışmasına ve kuruluş genelinde daha sorunsuz bilgi ve kaynak akışına yol açabilir. Yetkinlik matrislerinin bu anlamda süreç modellerinde net belirlenmesi, o sürecin olgunlaşmasında önemli bir faktördür.

Endüstriyel süreç yönetimi operasyonlarında, bu temel kavramların göz önünde bulundurulması süreçlerin iyileştirilmesi için önemlidir.

1.2.1. İş süreçlerinin planlanması ve modellenmesi

İş süreçlerinin planlanması ve modellenmesi süreci, sorunun tanımlanması, gereksinimlerin belirlenmesi, tasarım çözümünün oluşturulması ve çözümün değerlendirilmesi adımlarını kapsamaktadır. Bu süreçteki ilk adım, problemi tanımlamaktır. Bu ilk adım, iş sürecinin mevcut durumunu anlamayı ve sorunlu noktaları veya verimsizlikleri tanımlamayı içerir. Müşteriler, çalışanlar ve yöneticiler dahil tüm paydaşlardan, hedef iş akışları ile ilgili veri ve girdi toplamak önemlidir.

Bir sonraki adım ise sürecin yürütülmesi için, gereksinimlerin belirlemesidir. Bu aşamada, hedef sürecin iyileştirilme çalışmalarından sonra, o iş sürecinin nasıl

görünmesi gerektiğini, gelecek süreç modelinin girdi ve çıktılarının tanımlamasını, genel bir şema çizerek hedeflenen modelin netleştirilmesini içerir. Bu aşamada belirlenen tüm süreç gereksinimleri spesifik, ölçülebilir ve ulaşılabilir olmalıdır. Süreç iyileştirmelerin sağlıklı yapılmasını sağlamak için, özellikle gereksinimlerin, girdilerin netleşmesine öncelik vermek kritiktir. (Hevner, 2004, 75-105)

Verimliliği, üretkenliği ve kaliteyi geliştirmek için, sistematik bir yaklaşımla, iş süreçlerinin planlanması ve modellenmesi amaçlandığında, genel olarak yapılması gereken faaliyetler şunlardır;

Süreci tanımlamak: Hangi süreçlerin iyileştirilmesi veya optimize edilmesi gerektiğini belirleyerek başlanmalıdır.

Gereksinimleri toplamak: Sürece dahil olan istenen sonuçları, kapsamı ve paydaşların belirlenmesi gerekir.

Mevcut sürecin haritasını çıkarmak: İlgili adımlar, sorumluluklar ve girdiler/çıktılar dahil olmak üzere sürecin mevcut durumun basit grafik diagramlarla belirlenmesi gerekir.

Süreci analiz etmek: Verimsizlikleri, darboğazları ve iyileştirme alanlarını belirlemek için mevcut süreç değerlendirilmelidir.

Geleceğin sürecini tasarlamak: Analize dayanarak, adımları kolaylaştıran, israfi ortadan kaldıran ve verimliliği artırmak hedefi ile süreç tasarlanmalıdır.

Süreci modellemek: Akış şemaları veya BPMN (İş Süreci Modeli ve Notasyonu) diyagramları gibi araçları kullanarak sürecin görsel bir temsilini oluşturulması, süreç tasarımının endüstriyel standartlara taşınması, ilerideki otomasyon projelerinde ve süreç revize çalışmalarında kolaylık sağlayacaktır.

Süreci doğrulamak ve test etmek: Yeni sürecin kontrollü bir ortamda test ederek ve gerekli ayarlamaları tekrar tekrar yapılması, ileride oluşacak süreç modellemesi kaynaklı hataları minimuma indirecektir.

Süreci uygulamak ve izlemek: Sürekli iyileştirmeyi sağlamak için yeni süreci uygulamaya başlamak ardından çalışanların eğitimi ve zaman içindeki performansını izlenmesi, olası hataların hatta krizlerin yönetilmesi, bunlardan ders alınması, süreç planlamasında belkide en önemli aşamadır. İzlenmeyen, takip edilmeyen süreçler zaman içerisinde tüm kazanımlarını tek tek kayıp edebilir.

Unutulmaması gereken, tüm bu planlama ve modelleme faaliyetlerin ana amacı, organizasyonun ve paydaşlarının ihtiyaçlarını karşılayan akıcı, verimli süreçlerin işbirliği içerisinde yaratılmasıdır. Süreçler düzenli olarak gözden geçirilmesi ve gerektiğinde güncellenmesi gereken, devam eden canlı kavram haritalarıdır. (Hammer, 1990, 104-112)

1.2.2. Süreç uygulaması

Süreç uygulaması, kuruluşların iş akışlarını otomatikleştirmesine ve optimize etmesine, verimliliği artırmasına, hataları azaltmasına ve daha iyi kararlar verilmesine yardımcı olur. Kilit uygulamalarından biri süreç iyileştirmedir. Sürekli olarak izleyerek ve analiz ederek, kuruluşlar iyileştirme alanlarını belirleyebilir ve verimliliği ve etkinliği artırmak için değişiklikler yapabilir. Bu, maliyetlerin düşmesine, müşteri memnuniyetinin artmasına ve rekabet gücünün artmasına neden olacaktır.(Hammer, 1990, 104-112).

Süreç uygulamaları tipik olarak;

1. Süreç modelleme ve similasyon
2. Süreç yürütme ve izleme
3. Süreç analitiği ve raporlama

gibi özellikleri içerir. Kuruluşların uygulamak istedikleri süreçler için şu aşamaları adım adım , zamanla hayata geçirirlerç

Süreçlerini modellemek ve görselleştirmek: Bir süreç uygulamasının ilk adımı, bir süreçte yer alan tüm aşamaların görsel bir temsilini sağlayarak, başkalarıyla anlaşılmasını ve iletişim kurulmasına imkan verecek şemaların çizilmesidir.

Süreç modelleme aynı zamanda süreç yönetiminin de önemli bir uygulamasıdır ve yapılarını, davranışlarını ve performanslarını anlamak için süreçlerin görsel temsillerini oluşturmayı içerir. Bu görsel temsiller, kuruluşların iyileştirme fırsatlarını belirlemesine ve verimliliği ve etkililiği artırmak için değişiklikler yapılabilmesine yardımcı olacaktır. Bu nedenle yalın, açık, girdi ve çıktıları göz önünde bulundurarak tasarımı yapılmalıdır. (Dumas, 2012, 48-60)

İş akışlarını otomatikleştirmek ve kolaylaştırmak: Otomasyon araçları manuel görevlerin otomatikleştirerek kuruluşların hataları azaltmasına, verimliliği artırmasına ve bir süreci tamamlamak için gereken süreyi azaltmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle otomasyon araçlarının süreç modeline uygun bir şekilde kullanılması gerekir, bu anlamda BPMN tabanlı otomasyon araçları işletmelere hayli zaman kazandıracaktır.

Süreç performansını izlemek: Süreç performansına gerçek zamanlı görünürlük sağlayarak kuruluşların darboğazları ve verimsizlikleri belirlemesine ve gerektiğinde iyileştirmeler yapmasına olanak tanınması, süreç uygulamalarının artık meyvelerinin toplanması anlamına gelir. İyi tasarlanmış bir model, model ile entegre otomasyon araçları, doğal olarak süreçlerin performansının hesaplanmasını, revize olmasını ve olgunlaşmasına imkan sağlayacaktır.

Süreç verilerini analiz etmek: Süreç performansına ilişkin veriler ve içgörüler sağlayarak kuruluşların eğilimleri belirlemesine ve süreç iyileştirme hakkında bilinçli kararlar alması için yapılan tüm faaliyetler, analiz aşaması olarak nitelendirilir. Analiz aşaması bir şirketin, kurumsal hafıza için büyük önem taşır, verilerin çeyreklerde ve yıllık olarak analiz edilmesi, tekrar eden sorunların ve performans kayıplarının önceden görülmesini sağlayacaktır.

Süreç yönetiminin bir başka önemli uygulaması da, kurumun tüm uyumluluk akışlarını da etkileyen, süreç standardizasyonudur. Süreç standardizasyonu, belirli kalite ve performans kriterlerini karşılayan tutarlı ve tekrarlanabilir süreçlerin geliştirilmesi ve uygulanması anlamına gelir, kuruluşların uluslararası standartlara uyumlanmasına, değişkenliğin azaltılmasına, verimliliğini artırmasına ve toplam kaliteyi iyileştirmesine yardımcı olur.

1.2.3. İş Süreçlerinin Keşfi ve Süreç Geliştirme

İş süreçlerinin keşfi ve bu keşif analizleri üzerinden yapılan geliştirilmeler, etkili süreç yönetimi için kritik bir konudur. Süreç keşfi kurumlar için istenen bir sonucu üretmek için gerçekleştirilen faaliyetler dizisidir ve bu mevcut, aktif süreçlerin doğasını ve davranışını anlamak, kuruluşların performanslarını iyileştirmek ve hedeflerine ulaşmaları için çok önemlidir.

Süreç keşfi aynı zamanda bir organizasyonda gerçekleştirilen faaliyetlerin tanımlanmasını ve belgelenmesini de içerir. Bu faaliyet süreç haritalama, süreç gözlemi ve süreç analizi dahil olmak üzere çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Ortaya çıkan bilgiler, kuruluşun süreçlerine ilişkin kapsamlı bir anlayış geliştirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için kullanılır.(van der Aalst,Wil, 2011,93-111)

Süreç keşfinin ardından elde edilen çıktılar sayesinde, sonraki aşamaya süreç geliştirmeye geçilebilir. Performans iyileştirmesi ve hedeflenen istenen sonuçlara ulaşmak için süreçlerin tasarlanmasını, uygulanmasını, rafine edilmesini ve analiz odaklı süreç geliştirme faaliyetlerinin tümünü kapsar. Kuruluşlar, bu teknikleri kullanarak süreçlerinin verimliliğini, kalitesini ve etkinliğini artırabilir.

1.2.4. Standartlar ve Sertifikasyon

Süreç yönetimindeki standartlar ve sertifikalar, iş süreçlerinin tasarımı, uygulanması ve iyileştirilmesi için ortak bir çerçeve ve en iyi uygulama setinin ortaya çıkmasını sağlar. Bu standartlar ve sertifikalar, kuruluşların süreç kalitesini iyileştirmesine, müşteri memnuniyetini artırmasına ve rekabet gücünü artırmasına yardımcı olacaktır. Süreç yönetimindeki bazı temel endüstriye standartlar ve kişilere verilen bazı sertifikalar şunlardır:

ISO 9001 Standartları: Süreç yönetiminde en çok tanınan standartlardan biridir. İlk olarak 1987'de tanıtılan ISO 9001 standardı, bir kalite yönetim sistemi (KYS) için bir dizi gerekliliği ortaya koyar ve sürekli iyileştirme için bir çerçeve sağlar. Bu standarda uyan kuruluşlar, sürekli olarak yüksek kaliteli ürün ve hizmetler sunma ve süreçlerini sürekli iyileştirme taahhüdünü gösterir. (Buzacott ve diğerleri, 2010, 215)

Six Sigma Standartları: Süreç yönetiminde yaygın olarak kabul gören bir başka standart da, ilk olarak 1986 yılında Motorola tarafından tanıtılan Altı Sigma metodolojisidir. Altı Sigma, kusurları milyonda 3,4'lük bir orana düşürme hedefiyle iş süreçlerini iyileştirmeye yönelik veri odaklı bir yaklaşımdır. Altı Sigma, süreç iyileştirme için yapılandırılmış bir yaklaşım sağlayan DMAIC (Tanımla, Ölç, Analiz Et, İyileştir, Kontrol) modeline dayanmaktadır. Altı Sigma'yı kullanan kuruluşlar, süreç iyileştirme ve yüksek kaliteli ürün ve hizmetler sunmaya olan bağlılıklarını gösterebilirler. (Pyzdek, 2009, 38)

Yalın Yönetim (Lean) Sertifikasyonu: Yaygın olarak tanınan bu standartlara ek olarak, süreç yönetimi alanında çalışan kişiler için çeşitli sertifikalar mevcuttur. Örneğin, Yalın Altı Sigma Yeşil Kuşak sertifikası, Altı Sigma metodolojisi hakkındaki bilgilerini ve süreç iyileştirme projelerine liderlik etme becerilerini göstermek isteyen profesyonelleri hedeflemektedir. Sertifikasyon, Altı Sigma metodolojisinde daha fazla eğitim ve gelişim için bir temel sağlar. (Kumar ve diğerleri, 2011, 68)

1.2.5. Süreç Notasyonlarında Kullanılan Özellikler

Süreç Notasyonları, bir iş sürecindeki bir dizi aktivitenin grafiksel gösterimleridir. İş süreçlerinin tasarımına, dokümantasyonuna, analizine ve iyileştirilmesine yardımcı olurlar. Süreç notasyonlarında kullanılan bazı notasyon özellikleri aşağıdaki gibidir;

Akış Okları: Süreç akışının yönünü gösterir. Materyallerin, bilgilerin veya insanların bir faaliyetten diğerine hareketini temsil ederler. Süreç adımlarını birbirine bağlamak ve bir sürecin akışını anlamaya yardımcı olmak için kullanılırlar.

Sorumluluk Kulvarları: Etkinlikleri sorumlu taraflara göre gruplandırmak için kullanılır. Özellikle birden çok departmanın dahil olduğu işlevler arası süreçlerde kullanışlıdır ve bu bağlamda sorumlulukları netleştirmeye ve departmanlar arasındaki iletişimi geliştirmeye yardımcı olur.

Ağ Geçitleri: Bir işlemin akışını kontrol etmek için kullanılır. Karar noktalarını temsil ederler ve belirli koşullara dayalı bir süreçteki bir sonraki adımı

belirlemek için kullanılırlar. Dışlayıcı, kapsayıcı ve paralel gibi çeşitli ağ geçitleri türleri vardır.

Olaya Dayalı Süreç Zinciri (EPC): İş süreçlerini modellemek için kullanılan bir notasyondur. Bir süreçteki olayların ve faaliyetlerin akışını temsil eder. EPC, süreç akışını görselleştirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için kullanılır.

Etkinlik Kutuları: Bir süreçteki adımları veya etkinlikleri temsil eder. Açıklama, girdiler, çıktılar ve süre gibi etkinlik hakkında bilgiler içerirler. Etkinlik kutuları, işlem adımlarının açık ve özlü bir temsilini sağlamak için kullanılır. (van der Aalst ve Wil, 2004, 67)

1.3. İş Süreci Yönetimi

İş süreci yönetimi, süreç tasarımı, süreç modelleme, süreç yürütme, süreç izleme ve süreç iyileştirme dahil olmak üzere çok çeşitli faaliyetleri kapsar. Ayrıca, iş süreçlerini otomatikleştirmek ve yönetmek için “iş süreçleri yönetim yazılımı” (BPMS) gibi teknolojilerin kullanımını da içerir ve aynı zamanda verimli, etkili olmalarını ve müşterilerin ve paydaşların gelişen ihtiyaçlarını karşılamalarını sağlamak için süreçlerin sürekli iyileştirilmesini de içerir. Süreçler için yönetim kavramı özünde, bilgi sistemleri ve mühendislik ilkelerinden yararlanan disiplinler arası bir alandır ve süreç keşfi, süreç tasarımı, süreç yürütme, süreç izleme ve süreç iyileştirme dahil olmak üzere çok çeşitli faaliyetleri kapsar. BPM kavramı ise işte bu yönetim faaliyetlerini desteklemek ve otomatikleştirmek için, süreç yönetimi yazılımı gibi teknolojilerin etkin kullanımını kapsar. (Ludwig ve diğerleri, 2008, 4)

BPM, kuruluşların değişen pazar koşullarına, müşteri taleplerine ve düzenleyici gerekliliklere hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesine yardımcı olduğundan, modern kuruluşlar için, her türlü inavasyon faaliyetinin ilk adımı sayılabilir. İşletmeler bu yönetim metodoloji ile çevikliklerini geliştirebilir, maliyetleri azaltabilir, verimliliği artırabilir ve genel müşteri memnuniyetini iyileştirebilirler.

Operasyonlarını geliştirmek, stratejik hedeflerine ulaşmak ve günümüzün hızla değişen iş ortamında rekabet gücünü korumak isteyen kuruluşlar için kritik

olduğundan, özellikle BPM kavramsallarının argesi ve güvenliğide önemlidir. BPM yaklaşımını benimseyen kuruluşlar, süreçlerinin amaç ve hedefleriyle uyumlu olmasını ve müşterilerinin ve paydaşlarının ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak optimize edilmesini sağlamaya, mevcut BPM verilerinin güvenliğine de ayrıca önem verirler. (Smith ve Fingar, 2003, 8)

1.3.1. İş Süreç Yönetiminin Amacı

Süreci belirli bir çıktı (ürün ya da hizmet) elde etmek için, birbirleriyle etkileşim içerisinde bulunan işgücü, ekipman, malzemeler, yöntemler ve çevresel unsurların bir toplamı olarak tanımlarsak, aslında süreçler, üç temel faaliyetler çeşidinin bir kompozisyonudur:

1. Değer yaratan, müşteriler için önem taşıyan faaliyetler.
2. Temel iş akışını sağlayan, operasyonu yönlendiren faaliyetler.
3. İş akışı kontrol faaliyetleri.

Bir organizasyonel süreç (business process), aslında kısaca başı ve sonu belli olan faaliyet demektir. Bu faaliyeti yapmak için gerekli alt işlerin ve detay işlerin oluşturduğu kümedir. Bir iş akışı (workflow) ise bir veya birkaç çeşit girdinin alınıp bunlardan müşteri için değer oluşturacak bir çıktının yaratıldığı faaliyetler toplamıdır.

Bu tanıma göre, örneğin “siparişin yerine getirilmesi” bir süreçtir; bu süreçte sipariş girdi olarak alınır ve sonunda sipariş edilen malların müşterilere teslimi ile süreç tamamlanır. Teslim ise bu sürecin yarattığı değerdir. Süreçler, birbirlerini izleyen durum değişikliklerinin analizinden doğarlar, yani bir süreç, ilgili bir veya daha fazla varlığın durumunu değiştirme yoluyla, girdilerin çıktılara dönüştüğü faaliyetler dizisidir.

Süreç yönetiminin bu tanıma göre temel amacı ise, bir sürecin sürekli ve düzenli olarak izlenmesi ve geliştirilmesinin garanti altına alınmasıdır. Bu amaçları dört faaliyet alanında ele alabiliriz;

1. Süreçlerin tasarımı ve optimizasyonu
2. Sürdürülebilir, ölçülebilir ve yönetilebilir olmasının sağlanması

3. Müşteri ihtiyaçlarının daha iyi karşılanması için sürekli değerlendirme
4. Analiz faaliyetlerine bağlı olarak süreçlerin geliştirilmesi ve revizyonu.

İş Süreçleri Yönetimi (BPM) ve temel amaçları, Sanayi Devrimi'nden bu yana örgütsel performans hakkındaki ilk bilimsel tartışmalara dayanan, yeni inavasyon fikirlerinin temelinde olan, örgütsel işlemleri yönetmek ve değiştirmek için kullanılan kavramlara dayanıyordu ancak özellikle son on yılda, 2010 yılı sonrasında, süreçlerde performans iyileştirme faaliyetlerine yönelme, uçtan uca iş süreçlerini yöneterek iş performansını yönetmek gibi amaçlar daha otomasyon odaklı amaçlarda oluştu, bu durum iş ve bilim çevrelerini entegre sistemler olan “Modern İş Süreçleri Yönetimi” anlayışına yönlendiler. (Sebetci ve diğerleri, 2018, 117-119)

1.3.2. İş Süreç Yönetiminin Aşamaları

Endüstriyel faaliyetlerin genelinde BPM'nin benimsenmesi birden fazla aşamadan geçme eğilimindedir. En başta, ilk aşama o kuruluşun BPM'nin, iş süreci yönetiminin değerini tanıması ve kavramın getirebileceği faydalara inanması gerekir. Bu, çalışanları eğitmek ve süreç hedeflerini öğretmekle sağlanabilir. Ardından, BPM'yi benimseme arzusunun tetiklenmesi için bir iş sahibi (aciliyet duygusu) ve bir şampiyon (BPM fikrine tutkulu bir birey) BPM yöneticisi gerekir.

İş sürücülerini ve şampiyonları yeterince önemli pozisyonlardaki kişilerden oluşturmalı ve organizasyon içinde yeterli etkiye sahip olmalıdır. Organizasyondaki yöneticileri ve kilit çalışanları bu fikri kabul etmeye ikna etmek gerekecektir. Çünkü iş süreci yönetiminin tüm aşamaları, örgütsel davranış biliminin alanına da giren, birer ikna faaliyetidir. Bunun için de iyi bir iletişim şarttır.

İş süreç yönetiminde ikinci aşaması ise, organizasyonu süreç yönetimine teşvik edecek, tetikleyicileri netleştirmek, kurulan iş süreci yönetim ekibin bu tetikleyici hedefleride ilerlemesini sağlamaktır. Bu kapsamda işletmeleri, teşvik eden bazı tetikleyiciler şunlardır;

- Yönetim koordinasyonunu, kurumsal yanıt verebilirliği geliştirme ihtiyacı
- Rekabetçi kalabilmek için müşteri memnuniyetini artırma ihtiyacı
- Bilgi teknolojisi sistemlerini ve yeni iş uygulamalarını uygulama ihtiyacı

- ISO için kalite yönetim sistemleri kurma ihtiyacı
- Sertifikasyon edinme gerekliliği
- Yüksek büyüme, birleşme ve satın almalara hazırlık
- Yeniden yapılanma, strateji değişikliği ve iş çevikliği ihtiyacı
- Birlikte iş süreçlerine odaklanan mevzuata dayalı uyum yönetimi yaklaşımlarını benimsemek (Jeston ve Nelis, 2006).

Üçüncü aşama, kuruluştta BPM yetenekleri ve güvenilirliği oluşturmak için bireysel BPM başlangıç (startup) projelerinin oluşturulması, yürütülmesi ve izlenmesidir. Bu başlangıç projeler, BPM eğitim ve öğretimi ile birlikte süreç modelleme ve bireysel iş süreçlerinin iyileştirilmesini de bünyesinde içerebilir. Günümüzde yaygınlaşan Atık(Agile) metodojiler, bu tür başlangıç projeleri için iyi, modern bir proje yönetim disiplini olabilir.

BPM başlangıç projeleri başarılı olursa, kuruluş dördüncü aşamaya geçebilir, BPM projelerini, BPM stratejisi ve yürütülmesi için bir yol haritası ile birlikte, genel bir BPM stratejisinin tasarlanması, gereken tüm faaliyetlerin çeyreklik yada yıllık bir BPM programına, takvimine aktarılması.

Son aşamada, genellikle bir “Baş Süreç Sorumlusu” (CPO) tarafından yönetilen merkezi bir BPM Mükemmeliyet Merkezi (CoE) kurulur. CoE, BPM ile ilgili tüm faaliyetlerin tutarlı bir şekilde uygun maliyetli bir şekilde sunulmasını sağlamaktan sorumludur. Ayrıca, BPM CoE tarafından sunulan BPM ile ilgili hizmetler bilinçli olarak tanımlanmalıdır. BPM'nin benimsenmesinin genel faydalarını gerçekleştirmek için BPM'nin ürünleştirilmesi hedefi konulmalıdır.

BPM ile ilgili hizmetler, mevcut iş süreçlerinin tanımlanması ve modellenmesi, süreçlerin analiz edilmesi ve optimize edilmesi, süreç düşüncesini teşvik etmek için çalışanların eğitilmesi, süreç performansı ölçümü, süreç sahipliğini tanıtmaya vb. içerir. Süreç sahibi, nihai yetki ve sorumluluğıya sahip bir bireydir, süreç operasyonlarının üzerindedir ve süreci iyi tanması ve şirkette nispeten yüksek bir konuma sahip olması gerekir (Žabjek ve diğerleri, 2008).

1.3.2.1. İş Süreç Yönetim Yazılımları

İş Süreçleri Yönetimi (BPM) yazılımları, kuruluşların süreçlerini otomatikleştirmesine ve optimize etmesine yardımcı olan bir yazılım teknolojisi türüdür. Şirketlerin operasyonlarını düzene koymalarına ve verimliliği, üretkenliği ve karlılığı artırmalarına olanak tanır.

BPM yazılımı, süreçleri haritalamak, modellemek ve yönetmek için merkezi bir platform sağlayarak çalışır. Yazılım, veri girişi ve belge yönetimi gibi manuel görevlerin yanı sıra sipariş karşılama ve müşteri hizmetleri gibi daha karmaşık süreçleri otomatikleştirmek için kullanılabilir.

En önemli faydalarından biri, süreç verimliliğini iyileştirme yeteneğidir. Yazılım, süreçlerin performansına ilişkin gerçek zamanlı görünürlük sağlayarak şirketlerin darboğazları ve verimsizlikleri belirlemesine olanak tanır. Bu, gelişmiş süreç performansına, artan üretkenliğe ve düşük maliyetlemeleri sağlayacaktır.

BPM yazılımı, bir süreçteki her adımdan kimin sorumlu olduğuna dair net bir görüş sağlar ve ilerlemeyi izlemek ve performansı izlemek için kullanılabilir. Bu, şirketlerin iyileştirme alanlarını belirlemelerine ve gerektiğinde süreçlerinde değişiklikler yapmalarına yardımcı olacaktır.

1.3.3. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, süreç yönetiminde önemi giderek artan büyük veri setlerinden faydalı bilgilerin, anlamlı trendlerin çıkarılması sürecidir. Kuruluşların verilerde gizli olan kalıpları, ilişkileri ve eğilimleri ortaya çıkararak iş süreçlerini geliştirmelerine yardımcı olan veri madenciliği metodlarından bazıları aşağıda listelenmiştir;

Tahmine Dayalı Modelleme: Gelecekteki olayları tahmin etmek için kullanılacak modeller oluşturmak için veri madenciliği tekniklerini kullanma yöntemidir. Bu yöntem, potansiyel sorunları belirlemek ve karar vermeyi iyileştirmek için süreç yönetiminde kullanılabilir. Örneğin tahmine dayalı modelleme, bir ürüne

olan talebi tahmin etmek için kullanılabilir ve kuruluşların üretim süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olur. (Witten ve diğerleri, 2016, 231)

Model Keşfi: İş süreçlerini iyileştirmek için kullanılacak verilerdeki kalıpları belirleme sürecidir. Verilerdeki kalıpları ortaya çıkarmak için kümeleme, birliktelik kuralları ve karar ağaçları gibi teknikler kullanılır.

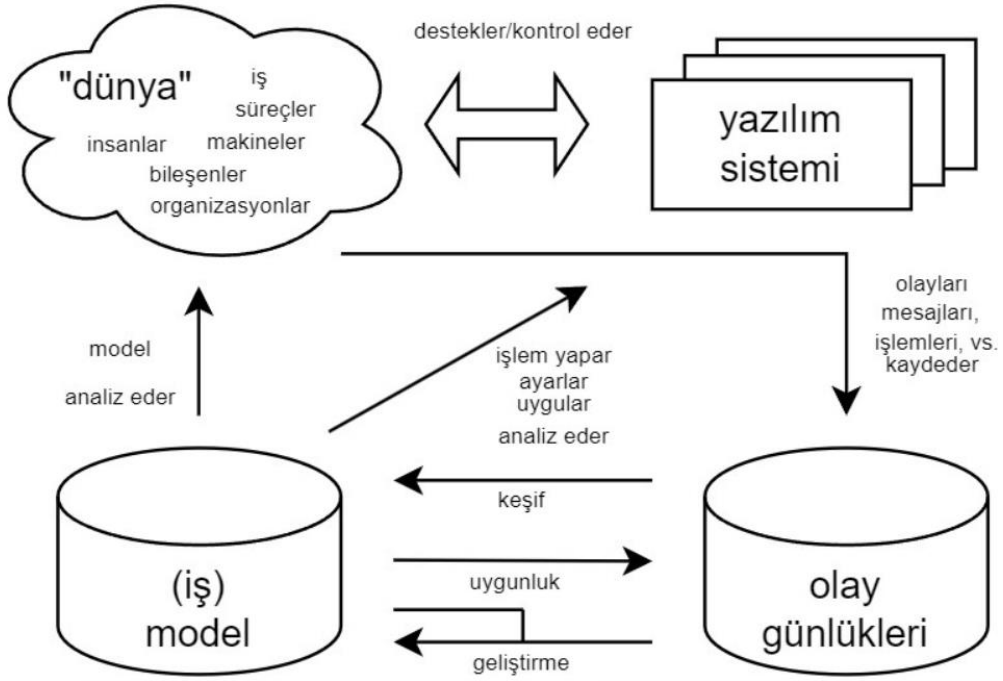
Süreç Optimizasyonu: Veri madenciliği, darboğazları ve verimsizlikleri belirleyerek iş süreçlerini optimize etmek için kullanılabilir. Bu, iyileştirme alanlarını belirlemek için süreç verilerini analiz ederek yapılabilir. (Xu ve Wang, 2012, 143)

Süreç İzleme: İş süreçlerini gerçek zamanlı olarak izlemek için kullanılabilir. Bu, eğilimleri ve kalıpları belirlemek için süreç verilerini analiz ederek yapılabilir. Diğer yöntemlere göre daha fazla gerçek zamanlı çalışan otomasyon faaliyetine ihtiyaç duyar.

1.3.4. Süreç Madenciliği

Süreç madenciliği, veri bilimi, iş süreci yönetimi ve süreç analizinin kesiştiği bir çalışma alanıdır. Süreç verimliliğini ve etkililiğini artırmak amacıyla iş süreçlerini otomatik olarak keşfetmek, izlemek ve analiz etmek için süreç verilerinin kullanılmasını içerir.

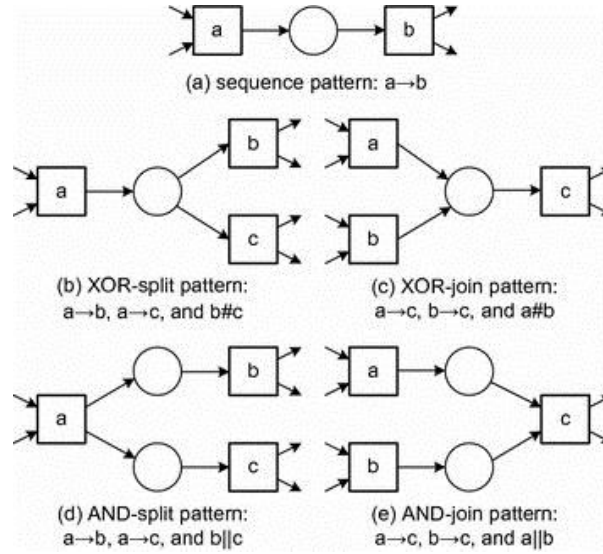
En önemli yararı, varsayımlara veya öznel gözlemlere dayanmak yerine bir sürecin net, veriye dayalı bir görünümünü sağlama yeteneğidir. Süreç madenciliği ayrıca, kuruluşların sorunları hızlı bir şekilde çözmesine yardımcı olan beklenen süreç akışından sapmaları da tespit eder. (van der Aalst ve Wil, 2013, 56)



Şekil 1 Kaynak: Uyumluluk ve İyileştirme

Kaynak: <https://promtools.org/prom-6-tutorial/introduction/> (05.03.2023) tarihinde erişildi

Süreç madenciliği teknikleri, iş sürecini görselleştiren süreç modelleri oluşturmak için de kullanılabilir ve bu modeller, iyileştirme alanlarını vurgulayarak sürecin net bir görünümünü sağlar. Sapmaları belirlemek için olay günlüklerinde yakalanan gerçek işlem yürütmeyi önceden tanımlanmış bir işlem modeliyle karşılaştırmayı içeren uygunluk denetimi gerçekleştirmek için de kullanılabilirler.



Şekil 2 Temel Süreç Akış Kalıbı Örnekleri

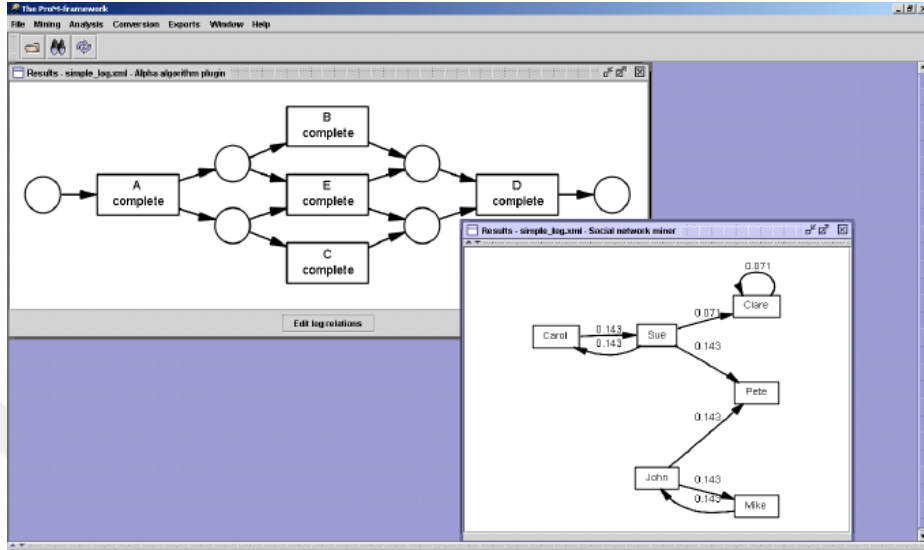
Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/Typical-process-patterns-and-the-footprints-they-leave-in-the-event-log_fig12_278691450 (06.03.2023) tarihinde erişildi.

Analiz edilen süreçleri ve analiz hedeflerini net bir şekilde anlamak önemlidir. Bu, süreç madenciliği yazılımının doğru bir şekilde yapılandırılmasını ve analiz sonuçlarının ilgili ve anlamlı olmasını sağlamaya yardımcı olacaktır. İş için doğru süreç madenciliği aracını seçmek de önemlidir, çünkü her birinin kendi güçlü ve zayıf yönleri olan çok çeşitli seçenekler mevcuttur.

Tablo 1 Örnek Olay Kaydı

Olay ID (EventID)	Aktivite ID (TaskID)	İşlemi Yapan Kişi (RASCI Role/ userID)	Zaman Damgası (TimeStamp)
Olay 1	X	Personel001	06-01-2023:16.01
Olay 2	X	Yönetici001	06-01-2023:16.22
Olay 1	Y	Personel001	06-01-2023:17.25
Olay 3	X	Personel002	06-01-2023:17.41
Olay 2	Z	Personel003	06-01-2023:18.01
Olay 2	L	Yönetici001	06-01-2023:19.14
Olay 1	L	Personel002	06-01-2023:10.19
Olay 3	K	Personel003	06-01-2023:11.16
Olay 3	L	Personel001	06-01-2023:12.11

Süreçlerin izlenmesi, sorun giderme, performans analizi, hata analizi, güvenlik denetimi ve düzenleyici gereksinimleri karşılamak gibi amaçlarla kullanılır ve aynı zamanda bir sistemdeki olayları takip etmek ve anlamak için değerli bilgiler sağlar.



Şekil 3. Örnek Petri Ağı İlişkileri

Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/Screenshot-of-ProM-showing-two-plugin-applied-to-the-event-log-shown-in-Table-1_fig1_222816292 (07.03.2023) tarihinde erişildi

Sistemlerin davranışını analiz etmek, paralel süreçlerin eşzamanlılığını modellemek ve sistem performansını değerlendirmek için kullanılır. İşaretçilerin yer değiştirmesi, var olan süreçlerin paralel yürütülmesini ve sistemdeki kaynakların kullanımını temsil edebilir. Bu model, sistemlerin karmaşıklığını ve dinamiklerini anlamak için etkili bir araç olabilir.

Tablo 2 Nedensellik Matrisi

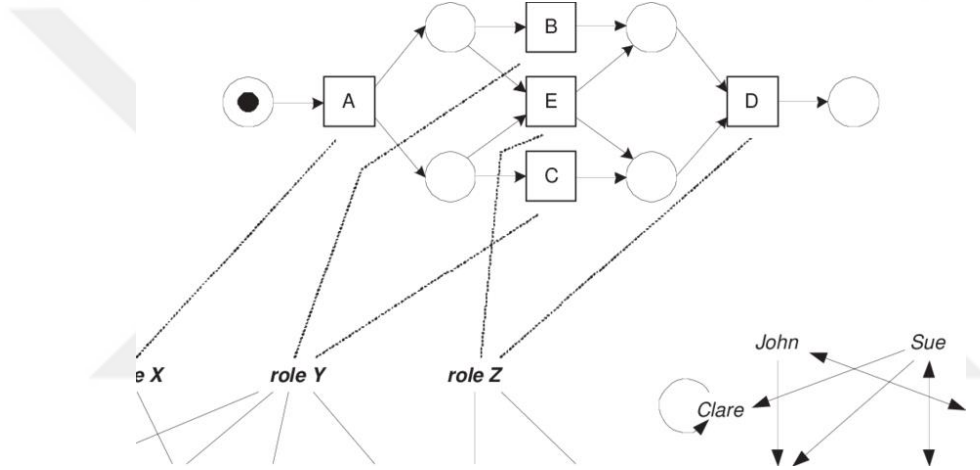
Giriş	Başlangıç	X	X	X	YvZvK	
	X	Y	Z	K	L	Çıkış
X	0	1	1	1	0	YvZvK
Y	0	0	0	0	1	E
Z	0	0	0	0	1	E
K	0	0	0	0	1	E
L	0	0	0	0	0	Bitiş

Matris, faktörlerin birbiriyle olan etkileşimlerini göstererek, kaynak tahsisi, önceliklendirme ve kaynakların verimli kullanımını gibi kararları destekler.

Tablo 3 Nedensellik matrisi özeti

Olay	Giriş	Çıkış
X	{}	{{Y, Z, K}}
Y	{{X}}	{{L}}
Z	{{X}}	{{L}}
K	{{X}}	{{L}}
L	{{Y, Z, K}}	{}

Belirli hedeflere ulaşmak için hangi faktörlere odaklanılması gerektiğini ve bu faktörlerin birbirleriyle nasıl ilişkilendiğinin anlaşılmasına yardımcı olur.



Şekil 3 İş Akışı Örneği

Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/Some-mining-results-for-the-process-perspective-a-and-organizational-b-and-c_fig2_222816292 (08.03.2023) tarihinde erişildi

İş süreçlerini iyileştirmek isteyen kuruluşlar için değerli bir araçtır. Olay günlüklerini analiz ederek ve gerçek zamanlı içgörüler sağlayarak kuruluşların iyileştirme alanlarını belirlemesine, süreçlerini optimize etmesine ve şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırmasına yardımcı olabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

SÜREÇ OLGUNLAŞTIRMA VE İYİLEŞTİRME

2.1. Süreç olgunlaştırma

Süreç olgunlaştırma çalışmaları, süreç yönetimi faaliyetlerinin son aşaması olarak görülebilir, tipik olarak süreç analizinin en baştan tekrarlanması, süreç tasarımının gözden geçirilmesi, süreç uygulamaları, süreç izleme ve iyileştirme faaliyetlerindeki eksiklerin giderilmesi dahil olmak üzere, aslında süreç yönetim faaliyetlerin yeniden gözden geçirilmesini, mevcutta olan (AS-IS) ve olması beklenen (TO-BE) süreç hedeflerinin en baştan ve daha analiz ağırlıklı olarak gözden geçirilmesini hedefler. Bu çalışmalar için mühendislik disiplinlerinin daha verimli uygulanması gerektiğinden, oluşacak maliyeti karşılamak için, işletme için öncelikle üretimi, iş sağlığı ve toplam kaliteyi direkt olarak etkileyen süreçler seçilir.

Bu kapsamda BPM'in, yine, süreç yönetimi faaliyetleri en baştan çalıştırılır, süreç analizi aşamasında, iyileştirilmesi gereken alanları belirlemek için mevcut süreç verileri incelenir. Süreç tasarımı aşamasında yeni, optimizasyon araçları kullanılarak daha verimli bir süreç geliştirilmeye çalışılır. Süreç uygulama aşamasında, yeni sürecin eyleme geçirilmesi sırasında karşılaşılabilecek zorluklar, avantajlar ve dezavantajlar değerlendirilir. Süreç izleme ve iyileştirme aşamasında ise, sürecin düzenli olarak değerlendirilmesini ve gerektiğinde değişiklik yapılmasını sağlayacak araçlar ve veri kanalları oluşturulur.(Davenport, 1993, 11-20)

Aslında süreç olgunlaştırma faaliyetlerinin özünde, kuruluşlara süreçlerini devamlı iyileştirmeleri için sistematik bir yaklaşım sağlamak yatar, çünkü süreçler çoğunlukla ilk ortaya çıktıklarında, ilk geliştirildiklerinde, zaman ve bütçe kısıtlarından dolayı, sistematik bir bakış açısından çok, çıktı ve sonuç odaklı olarak tasarlanırlar. Sonuca ulaşılır, hedef çıktılar alınır belki, ama işletmeler bu sonuca en verimli bir şekilde ulaşip ulaşmadıklarını ya rekabet yoluyla, alternatif süreçleri gördüklerinde ya da süreç olgunlaştırma faaliyetleri gibi kendi iç inavasyon çalışmaları sayesinde görürler.

Süreç olgunlaştırma yaklaşımı ve iç süreçleri olan işletmeler, süreçlerini düzenli olarak değerlendirerek, optimize ederek, her zaman en yüksek verimlilik ve etkinlikte çalıştıklarından emin olma imkanına sahip olurlar. Süreç olgunlaşması ayrıca, iş ortamındaki değişiklikleri öngörerek ve süreçleri buna göre uyarlayarak kuruluşların bir adım önde olmalarına yardımcı olur. Bu anlamda rekabet için kritik bir faaliyettir.

Süreç olgunlaştırmanın genel olarak aşamaları şunlardır:

İlk adım aşaması: Süreçler tipik olarak geçicidir ve yapılandırılmamıştır ve bir bütün olarak organizasyondan ziyade bireyler tarafından yönlendirilebilir.

Tanımlama aşaması: Bu aşamada süreçler belgelenir, standartlaştırılır ve kontrol edilir ve tipik olarak yerleşik prosedürlere göre yürütülür.

Yönetim aşaması: Düzenli olarak izleme ve analiz yapılır, süreç optimize edilir ve ölçüm için performans ölçütleri kullanılır.

Optimizasyon aşaması: İzleme ve analiz yoluyla elde edilen verilere ve içgörülere dayalı olarak sürekli olarak iyileştirme ve optimizasyon yapılır. Amacı süreçleri başlangıç durumundan optimize edilmiş aşamaya taşımaktır, bu sayede, verimli ve mümkün olan en iyi sonuçlar elde edilebilir.

Bu, süreç iyileştirme girişimleri, teknoloji yatırımları ve organizasyon içindeki kültürel değişikliklerin bir kombinasyonu ile başarılabılır. Süreçlerini başarılı bir şekilde olgunlaştıran kuruluşlar, artan verimlilik, düşük maliyetler, iyileştirilmiş kalite ve daha fazla müşteri memnuniyeti gibi önemli faydaların farkına varabilir. Süreç olgunlaşmasının devam eden bir yolculuk olduğunu ve kuruluşların rekabette önde olmak ve müşterilerinin gelişen ihtiyaçlarını karşılamak için süreçlerini sürekli olarak değerlendirmeleri ve iyileştirmeleri gerektiğini unutmamak önemlidir.

2.2. Süreç İyileştirme

Süreç iyileştirme, iş süreçlerinin daha verimli, etkili ve müşteri odaklı hale getirilmesi amacıyla sistematik olarak incelenmesi ve yeniden tasarlanmasıdır. Amacı, süreçleri kolaylaştırmak, israfı ortadan kaldırmak, verimliliği artırmak ve genel organizasyonel performansı iyileştirmektir.

Bu konuya yönelik bazı yaygın yaklaşımlar şunlardır:

Business Process Reengineering (BPR): Verimlilik, kalite ve müşteri memnuniyetinde önemli iyileştirmeler elde etmek amacıyla iş süreçlerinin radikal bir şekilde yeniden tasarlanmasıdır.

Sürekli iyileştirme: Her zamankinden daha yüksek verimlilik ve müşteri memnuniyeti seviyelerine ulaşmak amacıyla süreçlerin sürekli iyileştirilmesini vurgulayan bir süreç iyileştirme yaklaşımıdır.

Süreç iyileştirme, süreç modelleme, süreç haritalama, süreç simülasyonu, süreç analizi ve süreç ölçümü dahil olmak üzere çeşitli tekniklerle elde edilebilir. Süreç iyileştirmenin devam eden bir yolculuk olduğunu ve kuruluşların rekabette önde olmak ve müşterilerinin değişen ihtiyaçlarını karşılamak için süreçlerini sürekli olarak değerlendirmeleri ve iyileştirmeleri gerektiğini unutmamak önemlidir.

2.3. İş Süreci Olgunluk Modeli (OMG - BPMM):

Olgunluk modelleri içerisinde tanımlayıcı özellikler açısından en ciddi standartlar, 2008 yılında Object Management Group (OMG) tarafından yayınlanan İş Süreci Olgunluk Modeli ("Business Process Maturity Model-BPMM") bünyesinde yer almaktadır. Bu model, iş süreçlerini değerlendirmek ve iyileştirmek için bizlere bir çerçeve sunar.

Model bünyesinde beş olgunluk düzeyinden ve bu her olgunluk düzeyi de, içerisindeki süreç alanlarından oluşur. Her süreç alanı, hedefler ve yararlılığı kanıtlanmış pratikleri içerir. Aslen bir meslek örgütlenmesi olan OMG, üyelerinden gelen tüm tavsiye ve bilgi birikimlerini, hiyerarşik olarak bu model üzerinden iş ve bilim çevrelerine sunar.

Bu modeli uygulayan organizasyon, her olgunluk seviyesinde yeni basamağın iş yeteneklerini kazanır ve daha olgun süreçler sergiler, kendini modelde bulunan kriterlere göre. BPMM, süreç değerlendirme yöntemi olarak İş Süreçleri için Standart CMMI Değerlendirme Metodu (“Standart CMMI Appraisal Method for Process Improvement-SCAMPI”)’nu kullanmaktadır.

SCAMPI, kurumun süreçlerini CMMI (Capability Maturity Model Integration)’ın en iyi uygulamaları ile kıyaslamakta ve geliştirilmesi gereken alanları belirlemektedir. SCAMPI A, SCAMPI B ve SCAMPI C olmak üzere üç çeşit değerlendirme yöntemi vardır. (İlisulu ve diğerleri, 2015 ,584)



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ORGANİZASYONEL DİJİTAL İKİZLER VE OPERASYONEL SCADA SİSTEMLERİ

3.1. Dijital İkizler

Dijital İkizler, basitçe fiziksel varlıkların sayısal kopyaları olarak tanımlanabilir, günümüzde modern endüstrinin çok önemli bir kavramı haline gelmiştir. Dijital ikiz kavramı bir süredir, 1990 sonrasında konuşulmaya başlanılmıştı, ancak teknolojiye son gelişmeler, internetin hızlanması, yapay zeka, veri madenciliği, otomasyon araçlarının yaygınlaşmış gibi atılımlar, endüstriyel ekipman, binalar ve hatta şehirler gibi fiziksel varlıkların son derece doğru ve ayrıntılı dijital kopyalarını oluşturmayı mümkün kılar hale getirdi. Bunun ardındaki fikir, simülasyon, analiz ve optimizasyon amaçlarıyla kullanılacak sanal bir model oluşturmak için fiziksel varlıklardan alınan verileri kullanmaktır. Kuruluşların varlıklarının nasıl çalıştığını ve nasıl geliştirilebileceklerini daha iyi anlamalarını sağlar. En önemli faydalarından biri, fiziksel dünyada değişiklikleri uygulamadan önce yeni tasarımları ve operasyonel senaryoları sanal bir ortamda test etme ve doğrulama yeteneğidir.

Dijital ikizler, uygulama maliyetlerinin hata risklerini azaltır ve yeni girişimlerin başarı şansını artırır ve bu bağlamda Dijital ikizlerin diğer bir avantajı da, verileri gerçek zamanlı olarak izleme ve analiz etme yeteneği olup, operasyonları optimize etmek ve varlık performansını iyileştirmek için kullanılacak içgörüler sağlamaktır. Örneğin, endüstriyel ekipmanların performansını izleyen kuruluşlar, potansiyel bakım sorunlarını, bu dijital ikiz sistemleri üzerinden öngörerek, büyük sorunlar haline gelmeden önce belirleyebilirler. (Kopetz, 2017, 42)

Bir kuruluş genelinde işbirliğini ve bilgi paylaşımını desteklemek için de kullanılabilir. Ekipler, fiziksel varlıkların ortak bir dijital temsiline sahip olarak birlikte daha verimli çalışabilir ve veriye dayalı içgörülere dayalı bilinçli kararlar alabilir. Dijital ikizler özellikle ekipler arası eşgüdüm ve sinerjinin oluşması için, inavasyon projelerin çok büyük kolaylıklar sağlayarak, yeni inovatif fikirlerin çıkmasına yardımcı olur.

Tüm avantajlarına rağmen, dijital ikiz teknolojisiyle ilgili hala zorluklar bulunmaktadır. Doğru bir dijital ikiz oluşturmak için büyük miktarda verinin ilgili çalışan sistem üzerinden sağlanması, saklanması ve işlenmesi gerektiğinden, ana zorluklardan biri veri yönetimidir. Ayrıca bu fiziksel varlıklar bünyesinde hassas bilgiler içerebileceğinden, diğer bir zorluk da verilerin güvenliğini ve gizliliğini sağlamaktır. Operasyonlarını optimize etmek, özellikle fiziksel varlıklarının, sistemlerinin performansını iyileştirmek isteyen kuruluşlar için güçlü bir araçtır. Gerçek zamanlı verileri simülasyon ve analizle birleştirerek ilgili süreç paydaşlarına ulaştırmak, kuruluşların bilgiye dayalı kararları eşgüdüm içinde almasını ve operasyonlarında inovasyonu güçlendirmesini sağlar. (Cankal, 2020, 37)

3.2. Organizasyonel dijital ikizler

Organizasyonel dijital ikizler (DTO), dijital ikiz alanında özellikle 2011 sonrasında yagınlaşmaya başlayan, bir organizasyonun süreçlerinin, sistemlerinin ve operasyonlarının sanal temsillerini ifade eden bir terimdir. İşletmenin mevcut durumunu yansıtacak şekilde tasarlanırlar ve bu süreç ve sistemlerdeki değişiklikleri ve iyileştirmeleri modellemek ve simüle etmek için kullanılabilirler. Ana faydalarından biri, kuruluşların değişiklikleri ve iyileştirmeleri gerçek dünyada uygulamadan önce sanal bir ortamda test etmesine ve doğrulamasına izin vermesidir.

DTO'lar kuruluşların değişimle ilişkili riskleri en aza indirmesine ve yeni süreçlerin ve sistemlerin mümkün olduğunca verimli ve etkili olmasını sağlamasına yardımcı olur. Kurumsal dijital ikizler, mevcut süreçleri ve sistemleri izlemek ve optimize etmek için de kullanılabilir. Örneğin, mevcut süreçlerdeki darboğazları ve verimsizlikleri belirlemek için IoT cihazlarından ve diğer kaynaklardan gelen verileri analiz etmek için kullanılabilirler. Bu bilgiler daha sonra bu süreçlerde veriye dayalı iyileştirmeler yapmak için kullanılabilir, bu da verimliliğin artmasına ve maliyet tasarrufuna neden olur.

Bir kurumsal dijital ikiz oluşturmak için, kuruluşlar genellikle mevcut sistemlerini ve süreçlerini haritalandırarak başlar. Bu, sensörler, üretim sistemleri ve tedarik zinciri yönetim sistemleri gibi önemli veri kaynaklarının tanımlanmasını ve bunların dijital ikize entegre edilmesini içerir. Bir sonraki adım, kuruluşun süreçlerini

ve sistemlerini sanal ortamda temsil eden bir simülasyon modeli oluşturmaktır. Son olarak, kuruluşların dijital ikiz tarafından üretilen verileri analiz edebilen ve operasyonlarının performansına ilişkin öngörüler sağlayabilen algoritmalar geliştirmesi gerekir.

Ayrıca dijital ikizler, müşteri etkileşimleri veya tedarik zinciri yönetimi gibi belirli iş süreci etkinliklerinin performansını izlemek ve iyileştirmek için kullanılabilir. Kuruluşlar kendi dijital ikizinin ürettiği verileri analiz ederek iyileştirme fırsatlarını belirleyebilir ve performansı artırmak için fiziksel süreçte değişiklikler yapabilirler. (Kumaş, 2021, 694)

3.3. SCADA Sistemleri

Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA) sistemleri olarak tanımlanan, özellikle elektrik ve elektronik mühendisliği alanında ikinci dünya savaşı sonrasında ortaya çıkan, devrelere bağlı otomasyon sistemlerini yöneten, takip eden bu sistemler, günümüz bilişim alanındaki, iş zekası (BI) panellerine fonksiyonel olarak büyük benzerlik gösterir. SCADA sistemleri, süreçler ve operasyonlar üzerinde gerçek zamanlı izleme ve kontrol sağlayarak İş Süreçleri Yönetiminde (BPM) için önemli bir veri kaynağı niteliğindedir.

Son yıllarda SCADA sistemlerinin kullanımı, işletmelerin süreçlerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmaya motive olmaları ve maliyetlerin görece azalması sayesinde, dahada yaygınlaşmaktadır, küçük ve ortak ölçekli endüstriyel organizasyonlarda dahi SCADA sistemleri kullanılabilir. Pek çok üretim tesisinde bu sistemlerin küçük veya büyük varyantları faaliyettedir.

SCADA sistemleri, özellikle üretim tesisleri olan işletmelerde, BPM sistemleri için çok kritik bir veri kaynağıdır. SCADA çeşitli cihaz ve sistemlerden veri toplamak, süreçlerin ve operasyonların durumu hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlamak için sensörler, yazılımlar ve iletişim ağları kullanır. Bu bilgiler daha sonra bilinçli kararlar vermek ve performansı optimize etmek için, BPM sistemlerinde girdi olarak kullanılabilir.

SCADA sistemleri başlangıçta büyük ölçekli, yüksek bütçeli enerji üretim ve dağıtım operasyonlarını izlemek ve kontrol etmek için kullanılırdı, ilk varyantları enerji ve hizmet sektörlerinde kullanılmak üzere geliştirildi. Günümüzde ise operasyonların verimliliğini ve güvenliğini artırmak için kendi içinde her geçen gün gelişmekte, üretim, nakliye, su yönetimi, trafik yönetimi ve enerji yönetimi sektörleri başta olmak üzere çok çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. (Bayındır, 2011, 108)

SCADA sistemleri endüstriyel güvenliği sağlamak için de, yıllar içinde olgunlaşmış pek çok teknik çözüme sahiptir, endüstriyel süreçlerin güvenliğini sağlamak için bu bilgi birikimi ve teknik imkanlar kritik öneme sahiptir. SCADA sistemleri sıcaklık, basınç ve akış hızları gibi temel parametreleri izleyerek olası sorunları ciddileşmeden önce tespit edebilir. Ayrıca kendi bilgi güvenliğini sağlamak içinde SCADA sistemleri içinde, internal ve external olarak adlandırılan hizmetler bulunur. SCADA sistemleri ve bünyesindeki tüm bu servisler, kuruluşların olası sorunlara hızlı bir şekilde yanıt vermesine, kazaları ve diğer güvenlik olaylarını önlemesine olanak tanır.

SCADA sistemleri ulusal ve uluslararası endüstri regülasyon uygunluğun sağlanması için de kritik öneme sahiptir. Örneğin, su ve atık su arıtma endüstrisinde, su kalitesini izlemek ve deşarjların düzenleyici standartları karşılmasını sağlamak için SCADA sistemleri kullanılır.

3.4. SCADA Sistemlerinin Temel Faydaları

Johnson SCADA sistemleri hakkında şunu söylemiştir; "SCADA sistemlerinin en önemli faydalarındası süreçlerin otomasyonu, manuel müdahale ihtiyacını ve insan hatası riskini azaltmasıdır" (Johnson, 2001, 45). SCADA sistemi kurulu olduğu işletmenin, takip ettiği süreçleri için gerçek zamanlı veri etkileşimi ve uzaktan izleme yetenekleri sunarak, süreç koşullarındaki değişikliklere hızlı yanıt verilmesine ve düzeltici önlemlerin alınmasına olanak tanır .

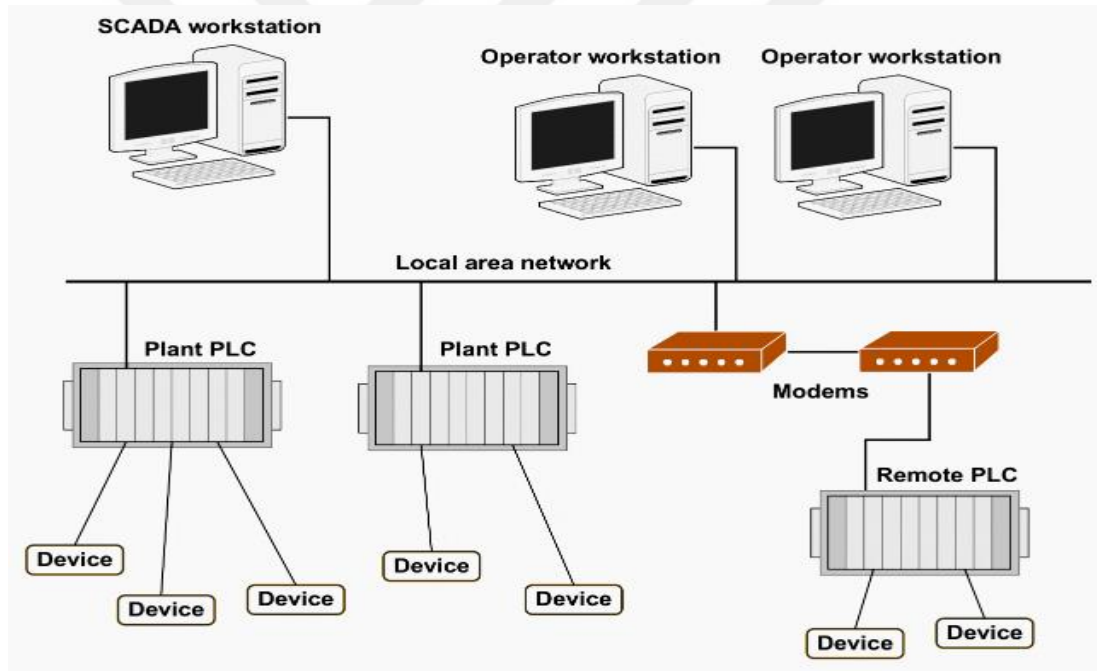
SCADA artık büyük endüstriyel yapıların dışında, bina yönetim sistemleri ve enerji yönetim sistemleri gibi daha bireysel kullanılan sistemlerle de entegrasyon halinde kullanılabilir, SCADA panelleri, süreç yöneticilerine bina ve

endüstriyel operasyonların kapsamlı bir görünümünü sağlar. Enerji kullanımını izleyerek ve iyileştirilecek alanları belirleyerek de enerji verimliliğini artırabilir.

Operasyonel faydalarının yanı sıra, SCADA sistemleri proseslerin güvenliğine de katkıda bulunur. Potansiyel tehlikeler için erken uyarı sistemleri sağlarlar ve acil kapatma yetenekleri vardır SCADA sistemleri, kuruluşların hedeflerine ulaşmalarına ve operasyonlarını iyileştirmelerine yardımcı olabilecek sayısız avantaj sunar.

3.5. Operasyonel SCADA Mimarisi Yaklaşımı

Operasyonel SCADA sistemi yaklaşımı, bu tezin konusu olan endüstriyel ve teknolojik süreçlerin kontrolü ve veri toplama işlemlerinin yapılmasını sağlayan bir yazılım mimarisi varyantı olarak çalışılmıştır.



Şekil 4 Operasyonel Scada Mimarisi Tasarım Süreci

Kaynak:<https://electrical-engineering-portal.com/scada-operation> (09.03.2023) tarihinde erişildi

Tıpkı mevcut yaygın kullanılan iş zekası araçlarında olduğu gibi süreç verilerini toplar ve bu verileri grafiksel olarak görüntüler. Bu veriler, süreç yöneticileri tarafından analiz edilerek, süreçlerin daha verimli hale getirilmesine yardımcı olur. Diğer uygulamalardan farkı ise özellikle ERP tabanlı sistemlerin takibinde klasik iş

zekası araçlarını değil, elektrik ve elektronik mühendisliği alanından kullanılan SCADA sistemlerinin alt yapısını kullanması ve bu altyapıyı BPMS adı verilen süreç yönetimi yazılımları ile de desteklemesidir. Bu sistem, ayrıca enerji verimliliğini artırmak, süreç kalitesini ve güvenliğini artırmak, maliyetleri azaltmak faydalar da sağlar.

3.6. Veri Madenciliğinde Operasyonel SCADA Sistemi ihtiyacı

Operasyonel SCADA sistemi mimarisini, süreç yönetimi tabanlı bir iş zekası varyantı olarak tasarlamamızın bir sebebi de, veri madenciliği sistemlerine sürdürülebilir ve hızlı çıktı sağlamaktır. Veri madenciliği, büyük miktarda veriden anlamlı içgörüler ve örüntüler çıkarma sürecidir demiştik, süreç madenciliği ise alfa algoritma gibi yöntemler, süreç keşiflerini hızlandıran bir veri madenciliği türüdür. Süreç madenciliği karar vermenin çok önemli olduğu finans, sağlık ve imalat dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu endüstrilerde, endüstriyel süreçlerin gerçek zamanlı veri analizine, izlenmesine ve kontrolüne git gide artan bir ihtiyaç oluşmaktadır.

Süreç madenciliği operasyonlarında en önemli sorun alanı, farklı sistemlerden süreç günlüklerinin (log) toplanmasıdır, Operasyonel SCADA mimarisi veri kalitesinin sağlanmasında önemli bir rol oynayabilir, bunun temel sebebi alt yapı olarak hale hazırda yıllardır kullanılan SCADA sistemlerini alt yapı olarak kullanarak, bu sistemleri modern BPMS sistemleri ile desteklemesidir.

3.7. Operasyonel Scada Sistemleri ve İş Zekası Uygulamaları İlişkisi

İş Zekası Uygulamaları ve SCADA sistemleri, endüstriyel otomasyon ve proses kontrolü dünyasında güçlü bir ilişkiye sahiptir. Bu sistemlerin kullanımı, gerçek zamanlı veri toplamaya ve çeşitli endüstriyel süreçlerin izlenmesine izin vererek, kuruluşlar için değerli içgörüler sağlar.

Ancak literatüre bakıldığında SCADA sistemlerinin özellikle yazılım sistemlerindeki iş akışlarının takibinde kullanılmadığını görüyoruz. Oysaki süreç madenciliğinin ihtiyacı olan olay günlükleri takibi, entegrasyon araçları, alarm araçları gibi pek çok “veri loglama” olay günlüğü akışı SCADA sistemlerin araçları

bünyesinde yıllardır aktif olarak kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında BPMS sistemleri ile desteklenen SCADA sistemlerinin, süreç yönetimi faaliyetlerine sağlayacağı katkıyı göstermek için gerekli analiz ve uygulama geliştirme faaliyetlerinden oluşan, çalışmalar operasyonel SCADA mimimarı altında incelenmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ

4.1. Süreç Keşfi ve Alfaminer Algoritması

Alfaminer algoritması, süreç madenciliğinde geliştirilen ilk süreç keşif algoritmalarından biridir. Bu algoritma eş zamanlı faaliyetlerin modele aktarılmasında çok iyi çalışmaktadır. Ancak, α algoritması her madencilik çalışmasında çok pratik sonuçlar vermeyebilir. Çünkü gürültü (noise), seyrek (infrequent) ve tamamlanmamış (incomplete) davranışlar ve karmaşık rota yapılarını çözme konusunda veri kaynaklı sorunlar ortaya çıkabilir.

Buna rağmen süreç keşfinin mantığını anlamak için iyi bir algoritmadır. Belli bir olay için bütün kayıtları tarar. Eğer a faaliyeti b faaliyeti tarafından takip edildiyse ve b faaliyeti a faaliyeti tarafından hiç takip edilmediyse a faaliyeti ile b faaliyeti arasında bir nedensel bağımlılık (causal dependency) olduğu varsayılır. Bu bağımlılığı göstermek için Petri ağ, a ve b'yi bağlayan bir yere (place) sahip olmalıdır. (Doğan, 2020, 967)

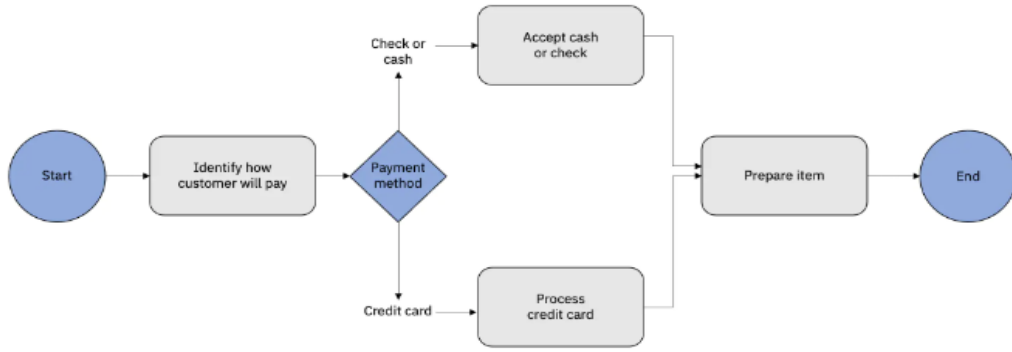
Süreç madenciliği, süreç yönetimi ve iş analitiğini kullanarak olay kayıtlarından çeşitli keşif algoritmaları tarafından otomatik olarak oluşturulan süreç modelleri aracılığıyla anlaşılabilir bilgileri elde etmeyi amaçlayan bir tekniktir. Bu çalışmada iş akış süreçlerinin yeniden keşfedilme sorunu ele alınmış ve IT sistemlerinde zaten tutulan olay kayıtları ile süreç akışının yeniden keşfedilebileceği bir algoritma tanıtılmıştır. Alfa (α) algoritması, ilk süreç keşif algoritmalarından biridir.

4.2. Endüstriyel BPMN Notasyon Standartı

İşletmeler, kendi sektörlerindeki değişime hızlı bir şekilde uyum sağlamak için, süreç yönetiminin temeli olan, süreç haritaları oluştururlar, bu haritalar aracılığıyla, iç ve dış süreç paydaşları ile olan faaliyetlerini, daha iyi anlatabilmeleri ve yönetmeleri gerekmektedir. Bu yönetim faaliyetleri içerisinde, standartlaştırılmış

bir süreç modelleme tekniği kullanımına ihtiyaç vardır. İşletmeler, içsel ve dışsal iş süreçlerini anlaşılabilir bir şekilde modelleyebilme avantajına, BPMN, DMN gibi notasyonlar sayesinde kavuşmaktadırlar.

Endüstriyel süreçlerde standartlaştırılmış süreç modelleme tekniklerinden bir tanesi de BPMI (Business Process Management Initiative) tarafından geliştirilen BPMN – (Business Process Modeling Notation) dir . İş Süreçleri Modelleme Notasyonu anlamına gelen BPMN, iş ve web servis süreçlerini modellemek için BPMI tarafından önerilerek Mayıs 2004 ‘te yayınlanan güncel bir standarttır (Owen and Raj 2004). Bu standartlara uyulmadanda süreçler modellenebilir ancak bu durumda hem güncel BPMS yazılımları ile entegrasyon imkanları, hemde süreç çıktılarının analiz edilmesi, endüstriyel standartların dışına çıkıldığından zorlaşacaktır.

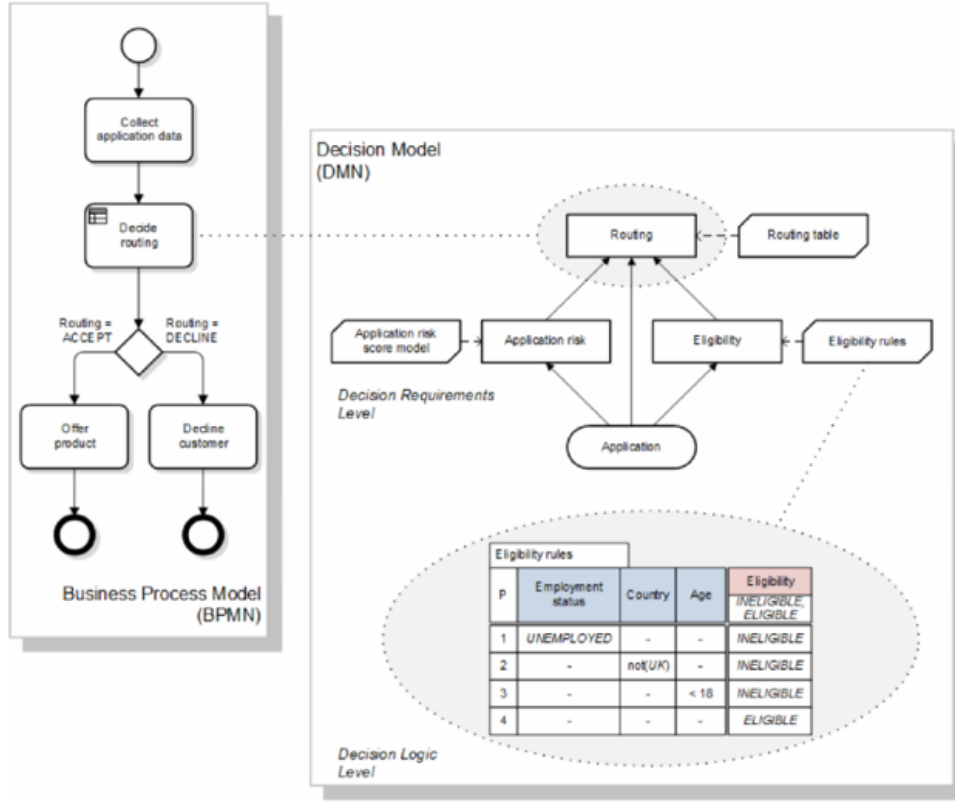


Şekil 5 Süreç Modeli BPMN Örneği

Kaynak: <https://www.ibm.com/cloud/blog/bpmn> (10.03.2023) tarihinde erişildi

4.3. Endüstriyel DMN Notasyon Standartı ve Karar Motorları

İş süreçleri genellikle belirli girdiler ve hesaplamalar gerektiren bir dizi karmaşık kararı içerir. İşletmeler, bu kararları otomatikleştirmek ve karar verme sürecini kolaylaştırmak için Karar Modeli ve Gösterim (DMN) notasyon standartlarını ve karar motorlarını kullanır. DMN, iş kurallarının ve kararlarının standartlaştırılmış bir gösterim kullanan grafiksel bir temsilidir. DMN gösterimi, bir iş sürecinin kararlarını, girdilerini ve kurallarını temsil eden karar tabloları, karar ağaçları ve karar gereksinimleri diyagramlarından oluşur.



Şekil 6 Karar Modeli DMN Örneği

Kaynak: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39564-7_17 (11.03.2023) tarihinde erişildi

Karar motorları ise DMN modellerini uygulayan ve sağlanan girdilere dayalı olarak otomatik kararlar veren yazılım sistemleridir. DMN gösterimi ve karar motorlarının birleşimi, kuruluşların iş kurallarını ve kararlarını tutarlı ve verimli bir şekilde yakalamasını, yönetmesini ve otomatikleştirmesini sağlar ve karar verme süreçlerinde doğruluk, tutarlılık ve hız artışı sağlayabilir, bu bağlamda insan hatası riskinin azaltılmasına ve mevzuata uygunluğun sağlanmasına yardımcı olur. Ayrıca, iş kuralları ve kararlarına ilişkin net ve standart bir görünüm sunarak kuruluşların işbirliği yapmasını ve bunlar hakkında iletişim kurmasını kolaylaştırır. Bir DMN karar modeli, Şekil 6 daki gibi bir dizi karar tablosundan, karar ağaçlarından ve karar verme sürecinin diğer görsel temsillerinden oluşur.

DMN'deki temel gösterimler şunları içerir:

Karar Gereksinimleri Diyagramları (DRD): İlgili girdiler, çıktılar ve kararlar dahil olmak üzere karar verme sürecinin üst düzey genel bakışını temsil eder.

Karar Tabloları: Karar mantığını, sütunlar ve satırlar halinde temsil edilen koşullar ve eylemlerle tablo biçiminde temsil eder.

Karar Ağaçları: Farklı koşulları ve kararları temsil eden dallar ile karar mantığını hiyerarşik bir biçimde temsil eder.

İş Bilgisi Modelleri (BKM): İş kuralları ve hesaplamalar da dahil olmak üzere karar verme sürecinde kullanılan iş bilgisini temsil eder.

Girdi Verileri: Karar verme sürecinde kullanılan veri girdilerini temsil eder.

Çıktı Verileri: Karar verme süreci tarafından üretilen veri çıktılarını temsil eder.

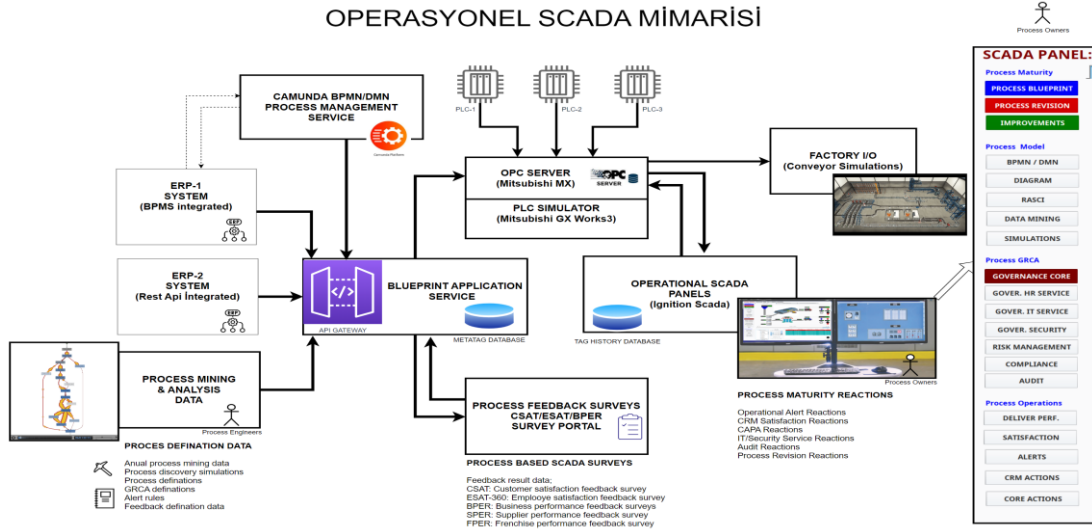
DMN karar modelleri, karar modellerini yorumlayan ve otomatik karar verme yetenekleri sağlayan yazılım uygulamaları olan karar motorları tarafından yürütülebilir. Karar motorları, iş süreci yönetimi (BPM) sistemleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) sistemleri ve kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemleri gibi çeşitli sistem ve uygulamalara entegre edilebilir.

Karar verme süreçlerini modellemek ve otomatikleştirmek için kullanılan bir grafik notasyondur. Süreç analistlerinin, iş paydaşlarının ve BT uzmanlarının iletişim kurmasını ve karar alma sürecini anlamasını kolaylaştıran standart bir sembol ve simge seti sağlar. Kuruluşlar, DMN ve karar motorlarını kullanarak karar verme süreçlerini otomatikleştirebilir, verimliliği ve tutarlılığı artırabilir ve insan hatası riskini azaltacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

Bu tez kapsamında, bir hazır giyim perakendesi şirketinin, çoklu kanal eticaret süreçlerinin operasyonel verimliliğinin artırmasına yardımcı olmak ve entegre çalışan pek çok sistemin süreç verimliliği takip etmek için, iki fazlı bir çalışma ile geliştirilecek bir iş zekası mimari önerilmiştir. Operasyonel SCADA mimarisi olarak adlandırdığımız bu mimari, ilk fazda süreç madenciliği araçları ve Alfa mining algoritması kullanılması sayesinde sürecin keşfinin yapılmasını, ikinci fazda ise araştırma sonuçları dikkate alınarak, gerekli olan dar boğaz operasyonlar için Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA) sistemlerinin kurulması ve sistemlerin kurulması aşamasında da BPMN ve DMN endüstriyel standartlarının esas alınmasını içermektedir.

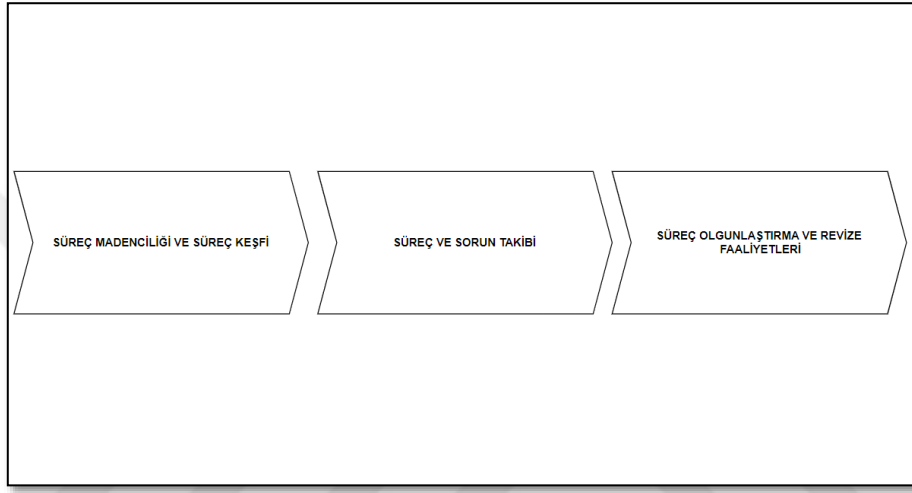


Şekil 7 Operasyonel SCADA Mimarisi

Operasyonel SCADA mimarisi, süreç mühendisi ve süreç sahiplerinin mevcut işleyen eticaret otomasyonundaki pek çok ERP den gelen verileri birleştirerek görüntülemesi, farklı operasyonel olay günlüklerinin ve alarm loglarının tek bir veritabanında saklanılarak, süreç revizyonlarından, düzenleyici önleyici faaliyetlere kadar pek çok işleyişte yardımcı sistem olarak kullanılması amaçlanmaktadır.

5.1. Problemin Tanımlanması

Hazır giyim şirketleri, kısa üretim döngüleri ve ürün gruplarında sık sık yapılan değişikliklerle yürütülen süreçlere sahiptir. Bu durum tüketici talebine ayak uydurmak ve rakiplerinin önüne geçmek için, operasyonlarında son derece uyarlanabilir ve verimli olmaları gerektiği anlamına gelir. Bu anlamda şekil 8’de gösterildiği gibi süreç revizyonları öncesi sayısal verilerin toplanması ve analiz edilmesi önemlidir.



Şekil 8 Problemin Tanımlanması

Süreç madenciliğinin başlıca faydalarından biri, şirketin süreçlerindeki verimsizlikleri ve darboğazları ortaya çıkarma yeteneğidir. Bir hazır giyim perakende şirketinde, hız ve çeviklik ihtiyacı göz önüne alındığında, bu analiz yaklaşımı, özellikle şirketin kendi iç süreçlerinde farkındalık sahibi olması için önemlidir. Süreç madenciliği olay günlükleri, işlem kayıtları ve müşteri geri bildirimleri gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen verileri analiz ederek, süreçlerin düzenlenebileceği veya iyileştirilebileceği alanları belirleyebilir. Örneğin, kargo firması sorunları nedeniyle siparişin geciktiği veya müşterilerin ödeme, iade sürecinde uzun bekleme süreleri yaşadığı durumları ortaya çıkarabilir. Ardından bu verilerin gerçek zamanlı iş zekası araçlarına bağlanması ve sorumluların anlık olarak bilgilendirilmesi, olası faydayı arttıracaktır.

5.2. Çalışma Veri Seti

Bu çalışmada, bir hazır giyim firmasının omni channel iş akışını analiz etmek için yapılan bir süreç keşfi çalışmasına ait veri setinin tanımlanması yer almaktadır. Çalışma, 310407 satırlık verinin kullanıldığı, 2022 yılı ocak ayında, farklı Pazar yerlerinden verilen siparişlerin incelendiği ve eticaret, rotalama, mağazadan gönderim ve depodan gönderim aşamalarının işlendiği ERP sistemlerinin olay günükleri birleştirilerek (etl merge data uygulaması) oluşturulmuştur.

Veri seti, siparişlerin tarihleri, müşterilerin isimleri, adresleri, sipariş tutarları, siparişlerin hangi kanaldan geldiği (eticaret, mağaza, depo), siparişlerin nereden sevk edildiği (mağaza veya depo), siparişlerin hangi rotalardan geçtiği ve ne zaman teslim edildiği gibi çeşitli bilgiler içermektedir. Bu veri seti, birkaç farklı kaynaktan toplanmıştır ve CSV dosyaları şeklinde sunulmaktadır.

Veri seti üzerinde yapılan analizler, siparişlerin çoğunun eticaret kanalından geldiğini, ancak mağaza kanalından gelen siparişlerin de önemli bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, siparişlerin çoğunun mağazadan gönderildiği ve depodan gönderilen siparişlerin daha az olduğu tespit edilmiştir.

BPMN tabanlı operasyonel SCADA sistemleri, siparişlerin rotalama ve sevkiyat işlemlerini otomatikleştirmek için kullanılmaktadır. Bu sistemler, siparişlerin otomatik olarak rotalandığını ve hangi kanaldan veya nereden gönderileceğine karar verildiğini göstermektedir. Bu şekilde, müşterilere daha hızlı ve daha doğru bir hizmet sunulmaktadır.

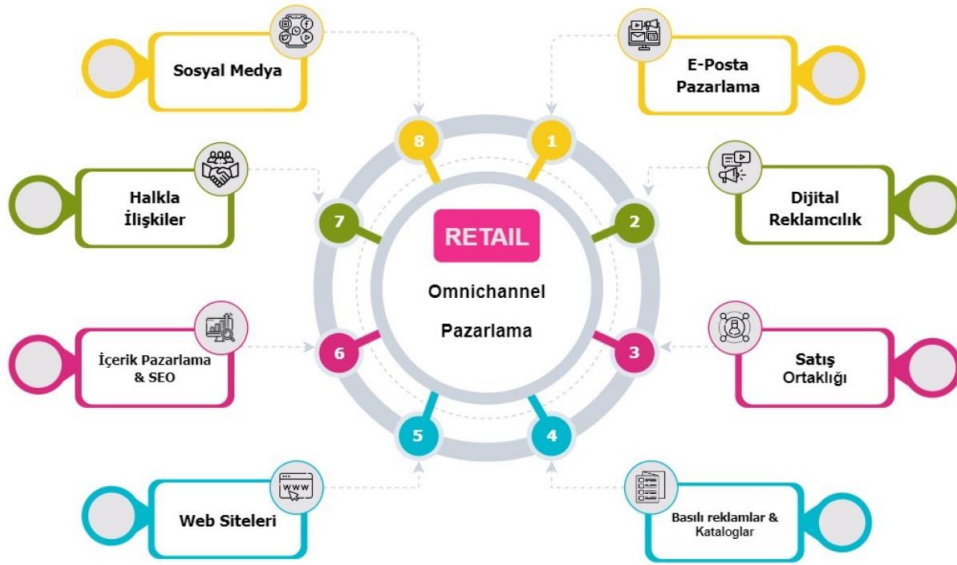
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Case ID	Activity	Resource	Complete Time	Variant	Variant index	Skuld	TotalOrder	TotalShip	OrderItem	ShipmentI	QuantityR	QuantityC	ShipmentId
2		OrderCreated	227948440-12-10-2-2-C	00:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
3		ShipmentOrdered	227948440-12-10-2-2-C	01:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
4		Pending_Date	227948440-12-10-2-2-C	01:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
5		New_Date	227948440-12-10-2-2-C	11:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
6		Preparing_Date	227948440-12-10-2-2-C	12:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
7		Invoiced_Date	227948440-12-10-2-2-C	35:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
8		ReadyForCourier_Dati	227948440-12-10-2-2-C	35:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
9		Shipped_Date	227948440-12-10-2-2-C	21:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
10		DeliveredToCustomer	227948440-12-10-2-2-C	43:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	2	2	0	0	42696362
11		End	End-End-End-End-End-E	43:00.0	Variant 1		1 End	End	End	End	End	End	End	End
12		OrderCreated	229365766-12-10-1-1-C	00:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
13		ShipmentOrdered	229365766-12-10-1-1-C	01:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
14		Pending_Date	229365766-12-10-1-1-C	01:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
15		New_Date	229365766-12-10-1-1-C	11:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
16		Preparing_Date	229365766-12-10-1-1-C	12:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
17		Invoiced_Date	229365766-12-10-1-1-C	35:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
18		ReadyForCourier_Dati	229365766-12-10-1-1-C	35:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
19		Shipped_Date	229365766-12-10-1-1-C	21:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
20		DeliveredToCustomer	229365766-12-10-1-1-C	43:00.0	Variant 1		1 2.29E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
21		End	End-End-End-End-End-E	43:00.0	Variant 1		1 End	End	End	End	End	End	End	End
22		OrderCreated	228329557-12-10-1-1-C	00:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
23		ShipmentOrdered	228329557-12-10-1-1-C	01:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
24		Pending_Date	228329557-12-10-1-1-C	01:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
25		New_Date	228329557-12-10-1-1-C	11:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
26		Preparing_Date	228329557-12-10-1-1-C	12:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
27		Invoiced_Date	228329557-12-10-1-1-C	35:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
28		ReadyForCourier_Dati	228329557-12-10-1-1-C	35:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362
29		Shipped_Date	228329557-12-10-1-1-C	21:00.0	Variant 1		1 2.28E+08	12	10	1	1	0	0	42696362

Şekil 9 Birleştirilmiş Örnek Veri setinin Excel Ekran Görünümü

5.3. Mevcut İş süreci Haritası ve Diagramları

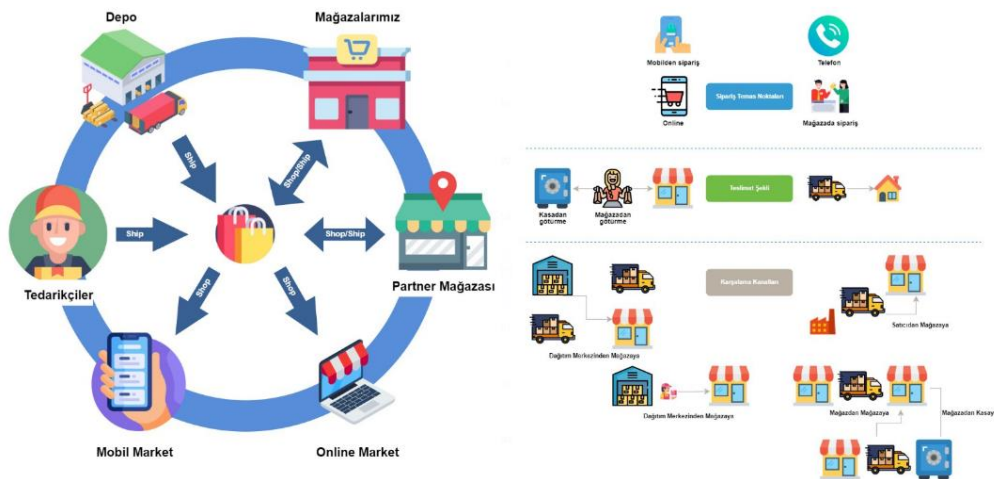
Hazır giyim firmalarında omni channel mevcut diagramlarının sunum amaçlı olması ve herhangi bir UML veya BPMN standartına bağlı olmaması oldukça yaygın bir durumdur. Ancak, bu durum süreçlerin karmaşıklığı arttıkça ve işlerin yürütülmesini, yapılan çizimlerin mühendis kadrolara aktarımında kullanılmasını zorlaştırır. Bu nedenle, mevcut iş haritaları ve diagramların hem veri madenciliği hem diğer analiz çalışmaları için hazır hale getirilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, hazır giyim firmalarında omni channel iş akışlarının analizi için veri madenciliği yapmak isteyenler için, mevcut iş haritaları, olay günlükler ve otomasyon verilerinin nasıl bir SCADA paneli bünyesinde hazır hale getirildiği anlatılacaktır.



Şekil 10 Omni-Channel süreç haritası örneği-1

İlk olarak, mevcut iş haritaları ve diagramlar, fonksiyonel olmalarına rağmen, veri madenciliği için uygun olmayabilir. Bu nedenle, bu mevcut iş haritaları ve diagramların, iş süreçlerinin detaylı bir analizi sonrasında revize edilmesi gerekmektedir. Revizyon sürecinde, öncelikle, iş haritaları ve diagramlar, detaylı bir şekilde incelenir ve iş süreçleri adım adım belirlenir. Bu süreçte, mümkün olduğunca BPMN standartlarına uygun bir şekilde işlemler tanımlanır.



Şekil 11 Omni-Channel süreç haritası örneği-2

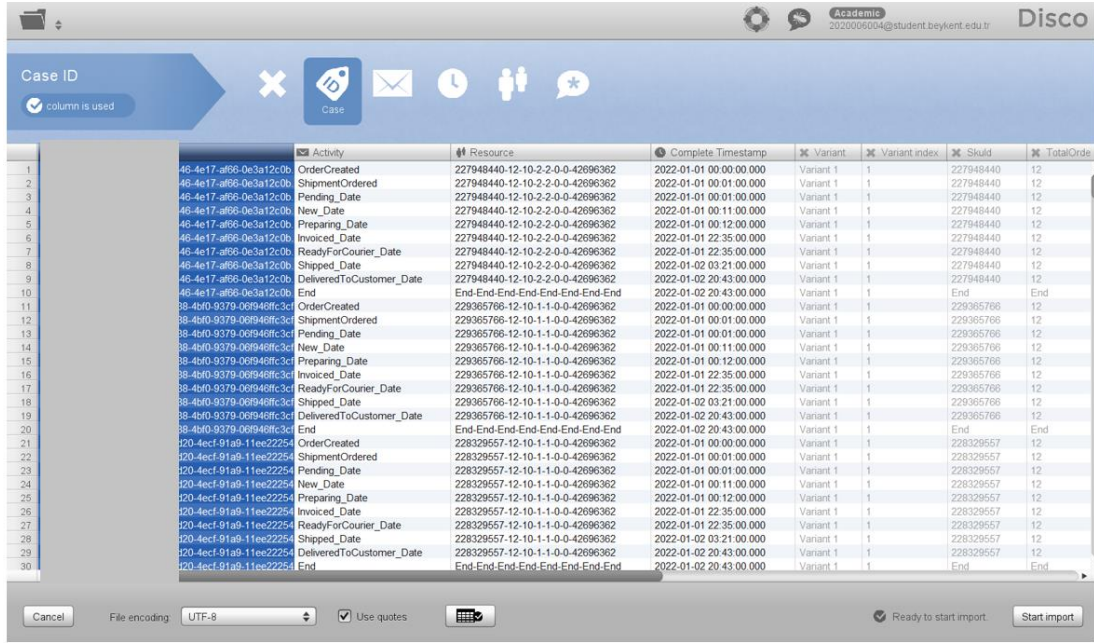
Daha sonra, iş süreçleri, şirket bünyesindeki ERP ve API mimarileri analiz edilerek, yeniden düzenlenir. Süreçteki, akışlar, şirketin mevcut sistemleriyle bütünleştirilir ve uygun veri formatlarına dönüştürülür. Bu adımların tamamlanmasının ardından, iş süreçleri, uygun bir veri madenciliği yazılımına aktarılır. Veri madenciliği yazılımı, iş süreçlerini analiz ederek, süreçlerdeki iyileştirme alanlarını belirler ve veri madenciliği sonuçları, uygun bir raporlama aracı kullanılarak sunulur.

5.4. Veri Setinin Disco süreç Madenciliği Yazılımına Aktarılması

Bu çalışmada, süreç madenciliği yazılımı Disco kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Veriler, öncelikle CSV dosyaları şeklinde sunulmuştur. Veriler, önceki aşamalarda temizlenmiş ve formatlandıktan sonra, Disco yazılımına aktarılmıştır. Verilerin yüklendiği ilk aşama, Disco arayüzündeki "Import" özelliğinin kullanılmasıdır.

Veri seti başarıyla yüklendikten sonra, Disco yazılımı, verileri otomatik olarak işleyerek işleme özelliklerini belirler. Bu özellikler, kullanıcı tarafından özelleştirilebilir, ancak Disco'nun uyguladığı şablon alfa algoritmasına çevrilmesinengelikle bu özelliklerin otomatik olarak tanınması uygun sonuçlar verir. Disco yazılımı, yüklü verileri analiz etmek ve süreçleri otomatik olarak çıkarmak için çeşitli işleme algoritmaları kullanır. Bu algoritmalar, önceki adımlarda belirlenen özelliklere göre farklı sonuçlar verebilir.

Raporlama aşamasında, Disco, analiz edilen verileri görselleştirmek için bir dizi raporlama aracı sunar. Kullanıcılar, raporlama araçlarından birini seçerek, işlemlerin görselleştirilmiş bir sunumunu görebilirler. Disco, işlemlerin detaylı analizini ve raporunu sunarken, kullanıcılar sonuçları özelleştirebilir ve farklı görselleştirme araçları kullanarak sonuçları daha anlaşılır hale getirebilirler. Disco süreç madenciliği yazılımı, verilerin yüklendiği, analiz edildiği ve raporlandığı bir dizi aşamadan oluşmaktadır. Veriler, öncelikle CSV formatında sunulmalıdır ve Disco arayüzündeki Import özelliği kullanılarak yüklenir. Veriler, Disco yazılımı tarafından otomatik olarak analiz edilir ve sonuçları, kullanıcıların özelleştirebileceği bir dizi raporlama aracı kullanılarak sunulur.



Şekil 12 Verilerin Disco Yazılımına İmport İşlemi

Kaynak: <https://fluxicon.com/disco/> (17.03.2023) tarihinde erişildi

Veri seti, CSV formatında olduğu için, Disco'nun CSV formatını desteklediği için kolayca yüklenebilir. Import özelliği seçildiğinde, kullanıcının yüklemek istediği veri setinin dosya yolu belirtilir ve ardından Disco, veri setini yükler.

Service ID	Operation	Start Date	End Date	Agent Position	Customer ID	Product	Service Type	Agent	
1	Case 1	Inbound Call	9.3.10 8:05	9.3.10 8:10	FL	Customer 1	MacBook Pro	Referred to Servicer	Helen
2	Case 1	Handle Case	11.3.10 10:30	11.3.10 10:32	FL	Customer 1	MacBook Pro	Referred to Servicer	Helen
3	Case 1	Call Outbound	11.3.10 11:45	11.3.10 11:52	FL	Customer 1	MacBook Pro	Referred to Servicer	Henk
4	Case 2	Inbound Call	4.3.10 11:43	4.3.10 11:46	FL	Customer 2	MacBook Pro	Referred to Servicer	Susi
5	Case 3	Inbound Call	25.3.10 9:32	25.3.10 9:33	FL	Customer 3	MacBook Pro	Referred to Servicer	Mary
6	Case 4	Inbound Call	6.3.10 11:41	6.3.10 11:51	FL	Customer 4	iPhone	Referred to Servicer	Fred
7	Case 5	Inbound Call	18.3.10 10:54	18.3.10 11:01	FL	Customer 5	MacBook Pro	Product Assistance	Kenny
8	Case 6	Inbound Call	25.3.10 17:09	25.3.10 17:13	FL	Customer 6	MacBook Pro	Referred to Servicer	Harold
9	Case 6	Inbound Call	25.3.10 17:16	25.3.10 17:18	FL	Customer 6	MacBook Pro	Referred to Servicer	Nancy
10	Case 6	Inbound Call	26.3.10 8:36	26.3.10 8:40	FL	Customer 6	MacBook Pro	Referred to Servicer	Elena
11	Case 7	Inbound Call	18.3.10 11:49	18.3.10 11:50	FL	Customer 7	MacBook Pro	Product Assistance	Karen
12	Case 8	Inbound Call	11.3.10 9:20	11.3.10 9:23	FL	Customer 8	MacBook Pro	Referred to Servicer	Karen
13	Case 9	Inbound Email	19.3.10 19:47	21.3.10 8:17	FL	Customer 9	MacBook Pro	Product Assistance	Samuil
14	Case 9	Call Outbound	21.3.10 8:33	21.3.10 8:33	FL	Customer 9	MacBook Pro	Product Assistance	Samuil

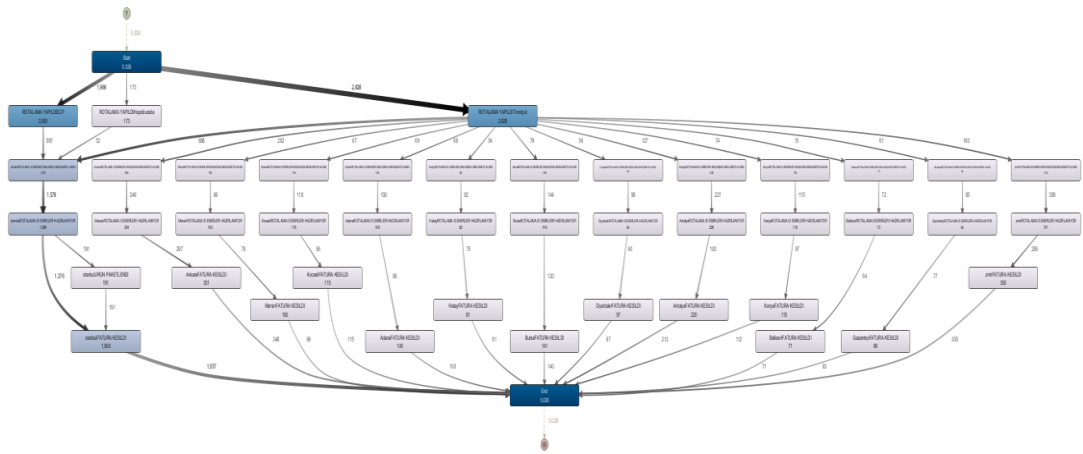
Şekil 13 Ana iş akışına yardımcı Meta-Data bilgileri

Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/Configuring-Csv-data-for-process-mining-Fluxicon-disco_fig2_232219701 (18.03.2023) tarihinde erişildi

5.5. Real-Time Verileri üzerinden Süreç Haritasının Analiz Edilmesi

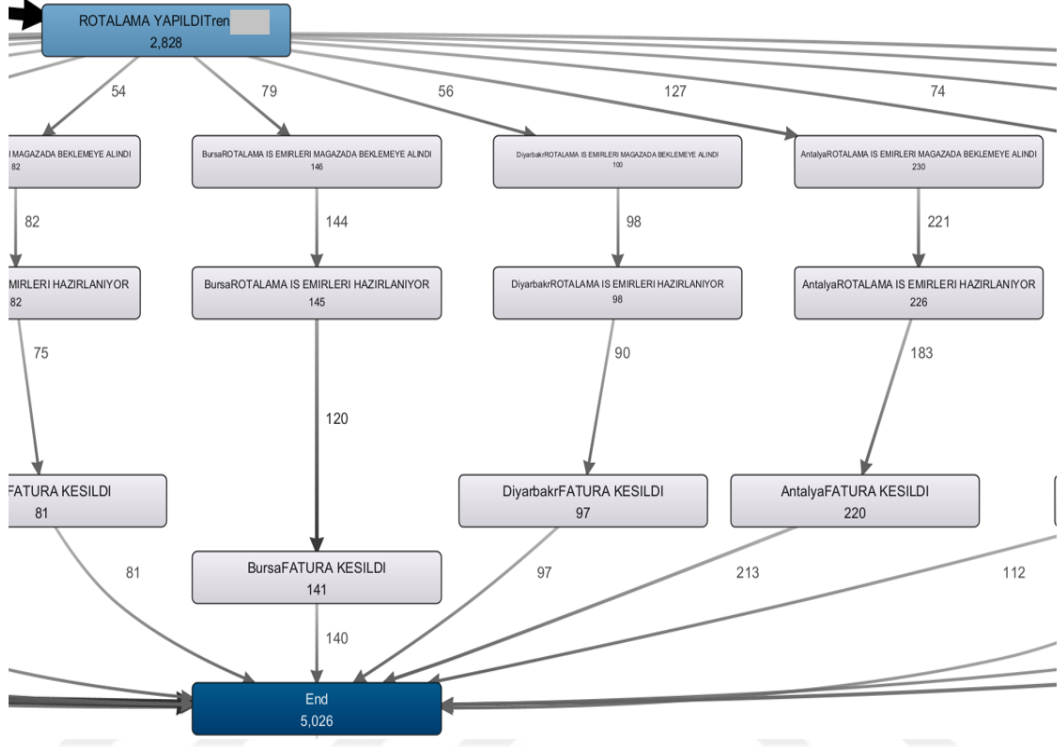
İş süreçlerindeki adımları, süreleri ve süreçler arasındaki bağlantıları analiz ederek bir süreç haritası oluşturur. Omni channel işletmelerde, kargolama süreci oldukça önemlidir. Bu süreçteki gecikmeler, müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyebilir ve işletmenin itibarını zedeleyebilir. Bu nedenle, kargolama sürecindeki gecikmelerin analizi, işletmenin süreçlerinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Süreç haritası analizi yapmak için, öncelikle omni channel kapsamında işletmenin kargolama sürecindeki tüm adımlarının belirlenmesi gerekir. Bu adımlar, yukarıda bahsettiğimiz gibi, siparişin işleme konulması, ürünlerin toplanması ve paketlenmesi, kargo şirketine teslim edilmesi ve müşteriye teslim edilmesi olabilir.

Daha sonra, Disco süreç madenciliği yazılımı kullanılarak, kargolama sürecindeki adımların tamamlanma süreleri kaydedilir ve süreç haritası oluşturulur. Bu harita, işletmenin kargolama sürecinin tam olarak nasıl çalıştığını gösterir ve hangi adımların geciktiğini belirler. Disco süreç madenciliği yazılımı kullanarak, işletmenin süreçlerinin analiz edilmesi ve iyileştirilmesi için süreç haritası yapılabilir. Kargolama sürecindeki gecikmelerin analizi de bu yöntemle yapılabilir ve işletmenin kargolama sürecinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir.



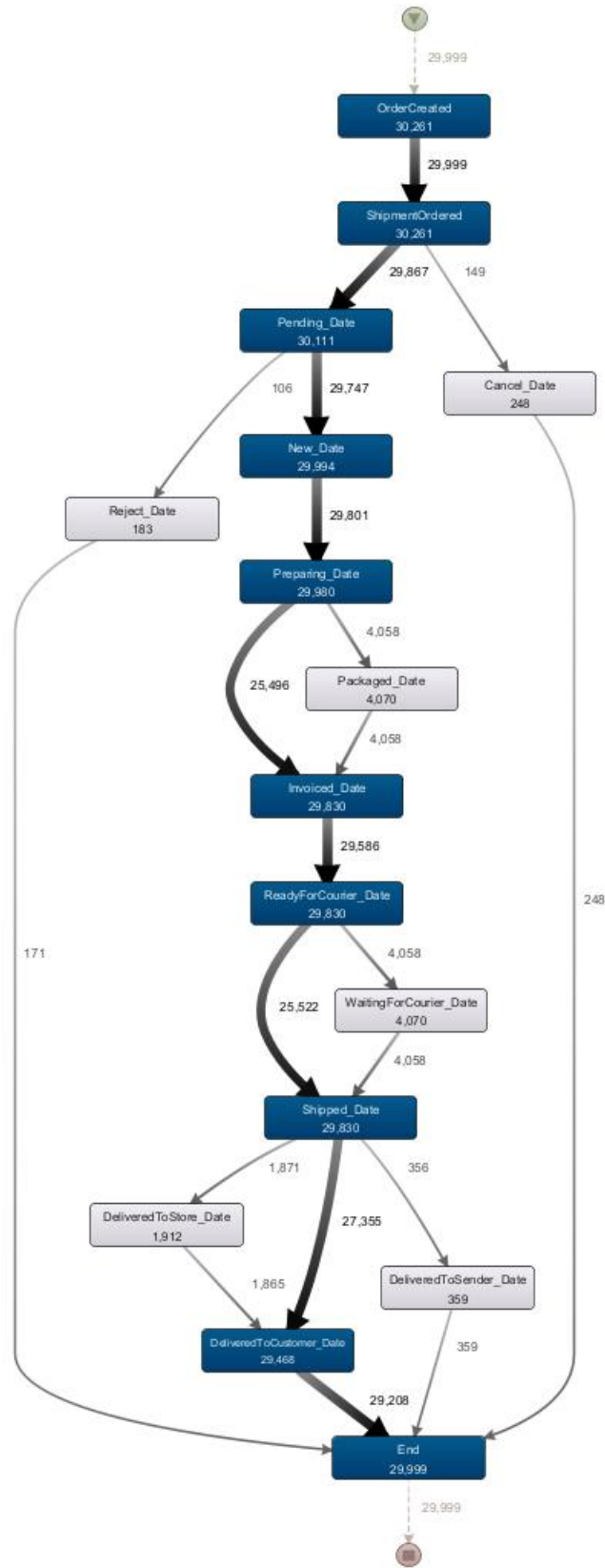
Şekil 14 Süreç Keşiflerinden Çıkan Haritalamaya Bir Örnek

Bu analiz sürecinde süreç haritaları farklı açılardan incelendiğimizde, süreç keşfinde farklı haritalar oluşturulduğunu gördük, Şekil 13 ve Şekil 14 gibi farklı süreç haritaları değerlendirildi.



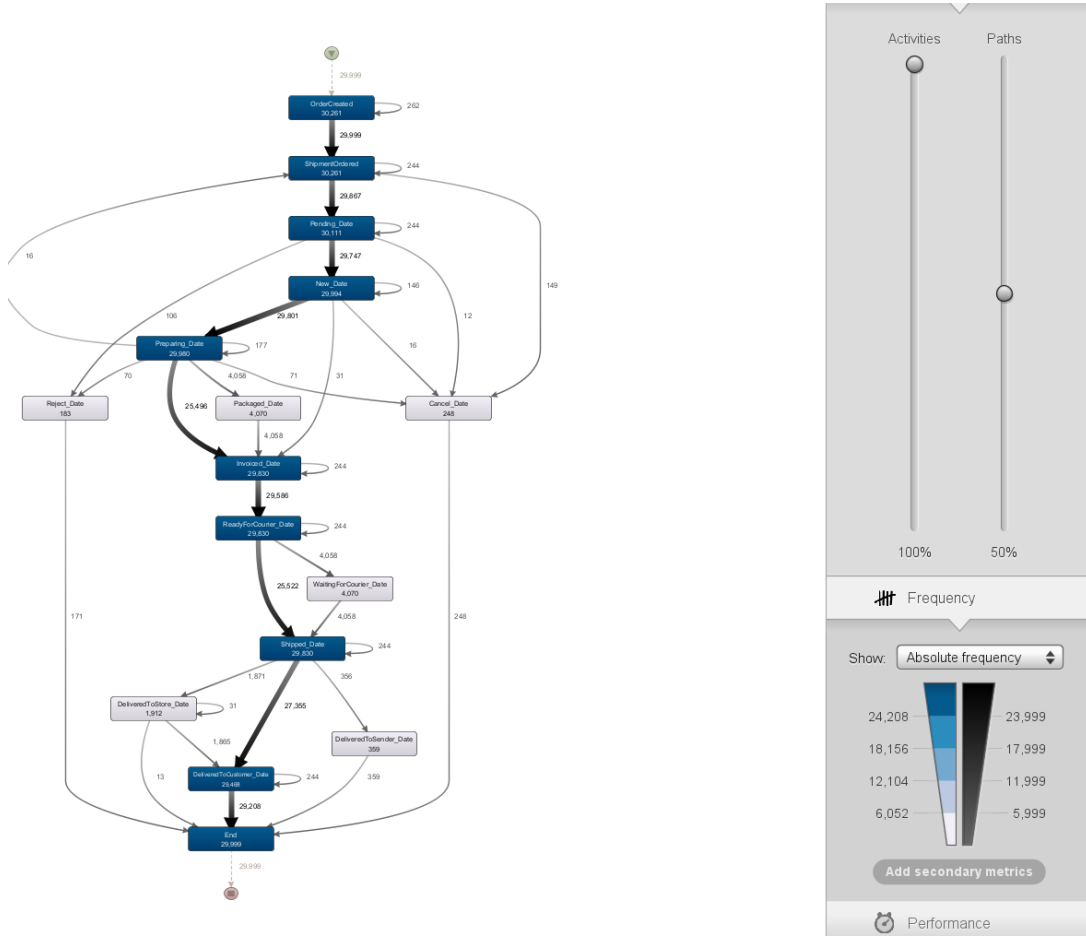
Şekil 15 Süreç Keşfinden Çıkan Olay İlişkilerine Örnek

Bu haritalardan işletmenin kargolama sürecinin nasıl işlediğini ve hangi adımlarda gecikmeler olduğunu gösteren Şekil 15 deki haritanın daha efektif ve gerçek akışa daha uygun olduğu tespit edildi.



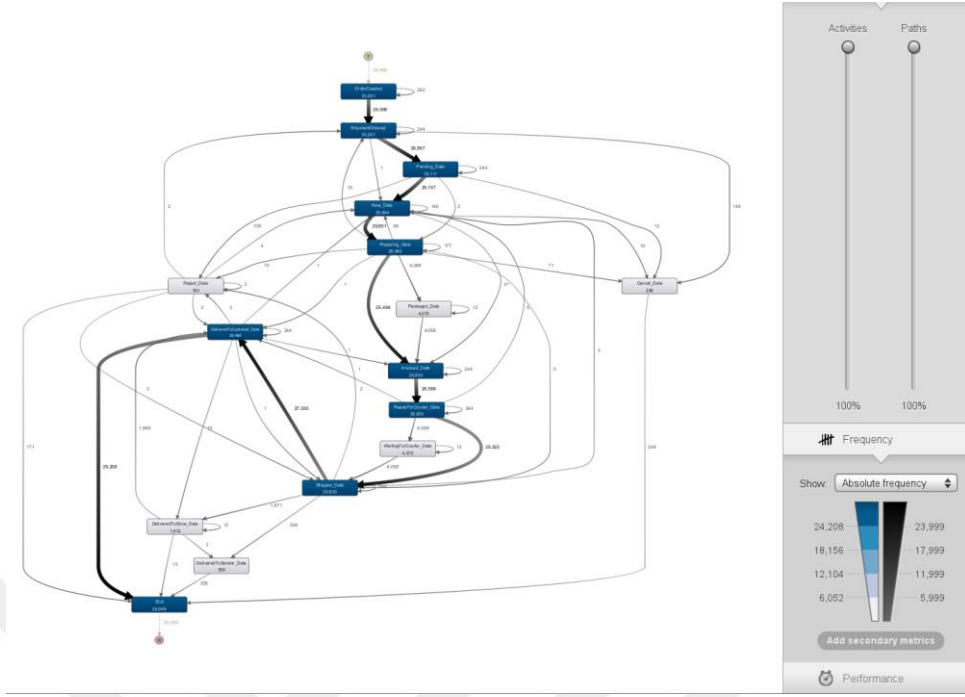
Şekil 16 Süreç Keşfinde Gerçek Akışa En Yakın Çıkan Örnek

Disco içerisindeki "activity detail" ve "paths" ayarları süreç analizleri için önemli araçlardır. "Activity detail" ayarı, analiz ettiğimiz süreçteki aktivitelerin ne kadar ayrıntılı bir şekilde inceleneceğini belirler. Bu ayar, örneğin aktivitelerin tarih ve saatlerinin yanı sıra çalışanlar, müşteriler veya diğer detaylar gibi çeşitli özelliklerine göre incelenmesine olanak tanır. Süreç madenciliği içerisinde ana hedefimiz bir SCADA paneli oluşturmak olduğundan, araştırma sürecinden sadece süreç keşif analize odaklandık, diğer süreç performan analiz araçlarının sonuçları bu tezin direkt konusu olmadığından ayrıntılandırılmadı.



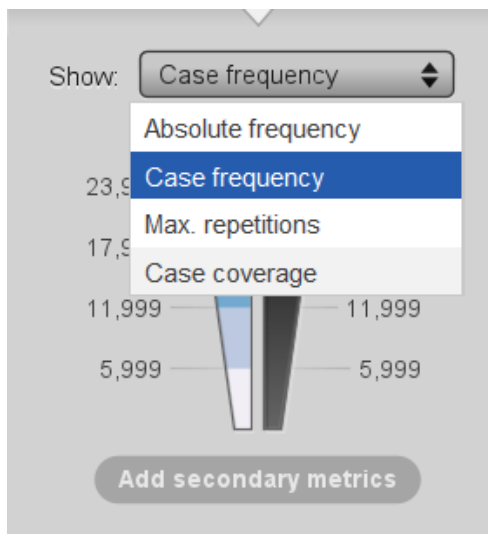
Şekil 17 Aktivitelerin Gerçekleşme Sıklığı Orta Yoğunluklu Bakış

Örneğin süreç keşif analizinde, Disco yazılımındaki "Paths" ayarı, süreçteki farklı yolları (yani işlemlerin farklı sıralanmalarını) inceler. Bu ayar sayesinde, farklı müşteri profillerinin veya farklı satış kanallarının kargolama sürecinde farklı yollar izlediği gibi bilgilere ulaşabilir.



Şekil 18 Aktivitelerin Gerçekleşme Sıklığı Yüksek Yoğunluklu Bakış

Omni channel süreç haritalarında, "activity detail" ve "paths" ayarları, kargolama sürecindeki farklı aktivitelerin ve farklı yolların incelenmesine yardımcı oldu. Bu sayede, işletmenin kargolama sürecindeki gecikmelere neden olan aktiviteler netleşti. Bu aktivitelerin takip eden ERP sistemlerindeki very kaynakları sonraki aşamalardaki Scada alarm tetikleyicilerinde kullanılmak üzere iş planına eklendi.



Şekil 19 Süreç Keşfinde Değerlendirilebilecek Diğer Parametreler

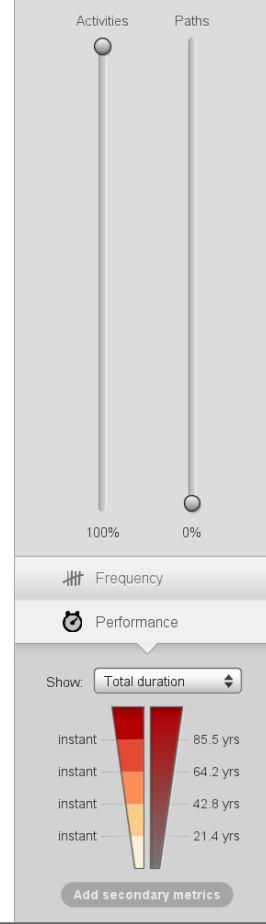
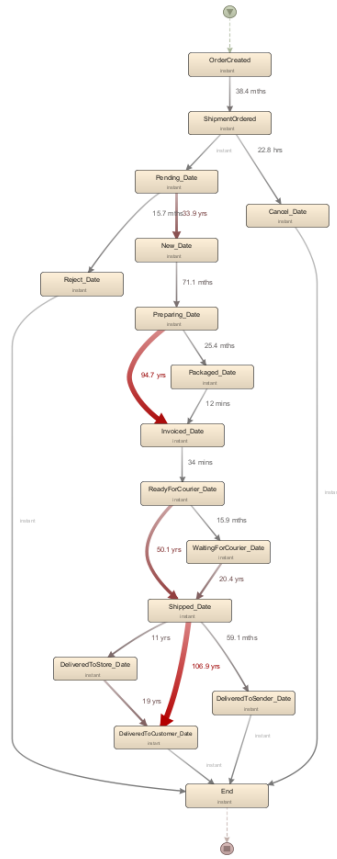
Süreç haritasında yer alan ve süreç keşif analizinde değerlendirilebilecek diğer parametreler absolute frequency, case frequency max. repetitions ve case coverage metrikleridir ve şu amaçlarla kullanılır;

Absolute frequency, süreçteki belirli bir aktivitenin kaç kez gerçekleştirildiğini gösterir. Bu metrik, işletmelerin hangi aktivitelerin sık sık gerçekleştirildiğini ve sürecin hangi aşamalarında en çok zaman harcadığını anlamalarına yardımcı olur.

Case frequency max. repetitions, belirli bir aktivitenin kaç kez ardışık olarak gerçekleştirildiğini gösterir. Bu metrik, sürecin hangi aşamalarında tekrarların sık sık gerçekleştiğini gösterir ve bu tekrarların nedenlerini anlamak için işletmelere ipuçları verir.

Case coverage, belirli bir aktivitenin ne kadar sıklıkla gerçekleştirildiğini ve sürecin ne kadarının bu aktivite tarafından kapsandığını gösterir. Bu metrik, işletmelerin sürecin hangi aşamalarında hangi aktivitelerin daha fazla kullanıldığını ve sürecin ne kadarının bu aktiviteler tarafından kapsandığını anlamalarına yardımcı olur.

Bu metrikler, süreç keşfinde işletmelere birçok bilgi sağlar. Örneğin, işletmeler hangi aktivitelerin en sık gerçekleştirildiğini ve süreçte en fazla zaman harcanan aşamaları tespit ederek bu aşamaları optimize edebilirler. Ancak bu araştırma kapsamında bizim ana odaklandığımız nokta scada panellerimizin tasarım sürecindeki iş akışlarının doğruluğunun ve gerçekliğinin tespitidir.

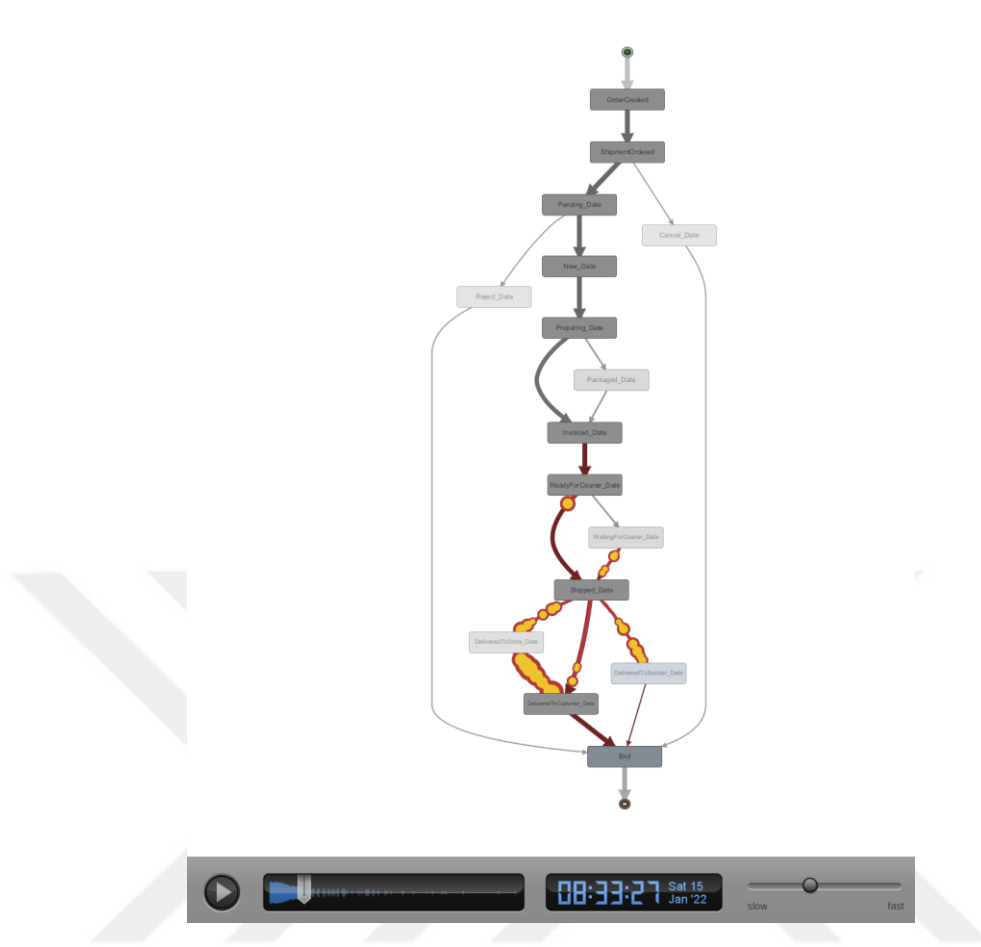


Şekil 20 Süreç Performansı ve Toplamda En Çok Zaman Harcanan İş Adımı

5.6. Süreç Madenciliği Verilerinden Çıkan Varyantların Analizi

Varyant metriklerinin değerlendirmesi özellikle mevcut gerçek zamanlı sürecin, planlanan süreçle uyumunu değerlendirmek için önemlidir ve süreçlerdeki farklı senaryoları ifade eder. Örneğin, bir siparişin hazırlanması sırasında farklı ürünlerin kullanılması veya farklı kargo firmalarının seçilmesi gibi farklı senaryolar, süreçte farklı varyantlar oluşturabilir.

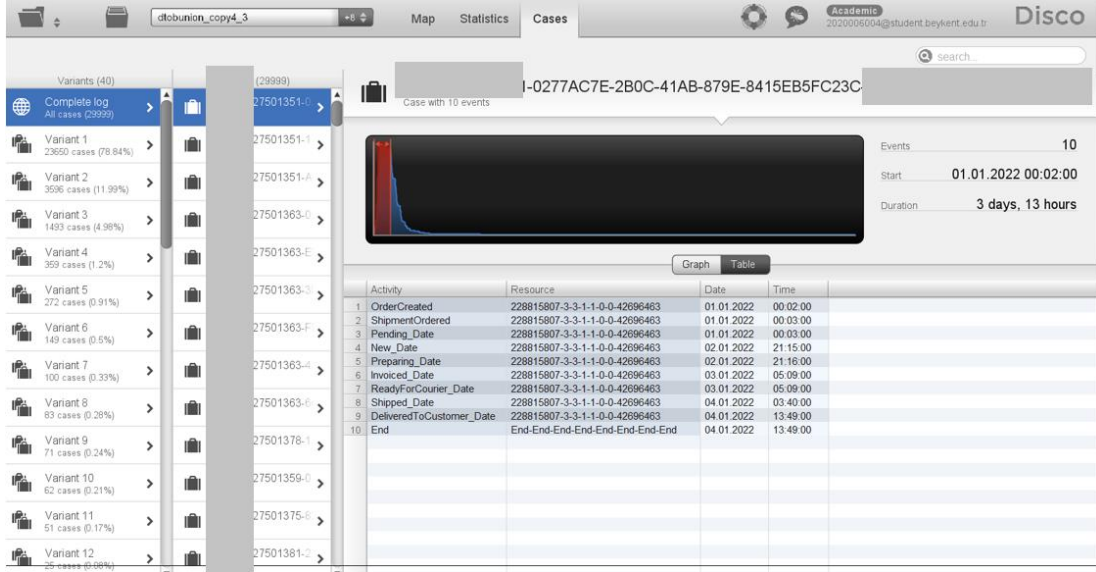
Varyantları inceleyerek işletmeler, süreçlerindeki farklı senaryoları belirleyebilir ve sürecin her aşamasında hangi varyantların kullanıldığını anlayabilirler. Böylece işletmeler, süreçlerindeki farklı senaryoların nasıl etkilediğini ve süreçlerindeki farklı varyantlar arasındaki farkları anlayarak süreçlerini daha verimli hale getirdiler.



Şekil 21 Süreç Varyant Analizi Token Simülasyon Sonucu

Varyant sayısı, işletmeler için önemli bir göstergedir. Çok az varyant, işletmelerin süreçlerindeki olası senaryoları gözden kaçırmalarına neden olabilir. Öte yandan, çok fazla varyant işletmelerin verileri analiz etmesini zorlaştırabilir ve süreçlerin daha karmaşık hale gelmesine neden olabilir. Bu nedenle, işletmelerin süreçlerindeki varyant sayısını uygun bir seviyede tutmaları önemlidir.

Disco süreç madenciliği yazılımı, vaka analizi bölümü aracılığıyla işletmelere süreçlerindeki farklı senaryoları ve varyantları incelemeleri için bir fırsat sunuyor. İşletmeler, varyantlar üzerinden gelen bilgileri kullanarak süreçlerini optimize edebiliyorlar ve daha verimli hale getirebiliyorlar. Bu sayede, işletmeler daha iyi bir müşteri deneyimi sunabilir ve rekabet avantajı elde edebilmektedirler.



Şekil 22 Süreç Varyant Analizi Vaka Akış Sonucu

5.7. Süreç Madenciliği Çalışmasının Değerlendirilmesi

Özellikle süreç haritalarından elde edilen verilerin analizi sonucunda, dar boğazların çoğunlukla tedarikçi kargo firmalarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Kargo firmalarının yoğunluğu, siparişlerin stoklardan çıkış süreleri, paketleme işlemleri ve teslimat süreçleri, süreçlerin gecikmesine sebep olan faktörler olarak belirlenmiştir.

Bu tespitlerin ışığında, şirketin kargo firmalarıyla olan iş süreçleri ve ilişkileri de değerlendirilmiştir. Kargo firmalarının performansları, teslimat süreleri, teslimat hataları gibi veriler de analiz edilerek, doğru kargo firmalarıyla çalışmak için stratejiler belirlenmiştir.

API'lere alarm tetikleyicilerin planlanması da dar boğazların çözümü için önerilen bir adımdır. Bu sayede, süreçlerdeki gecikmeler ve hatalar otomatik olarak tespit edilebilir ve ilgili kişilere bildirilebilir. Bu da süreçlerin daha hızlı ve verimli bir şekilde ilerlemesini sağlar.

Varyant analizi de dar boğazların tespitinde önemli bir rol oynar. Farklı senaryoların incelenmesiyle, süreçlerdeki varyasyonlar ve olası gecikmeler tespit edilerek, süreçlerin iyileştirilmesi için farklı stratejiler geliştirilebilir.

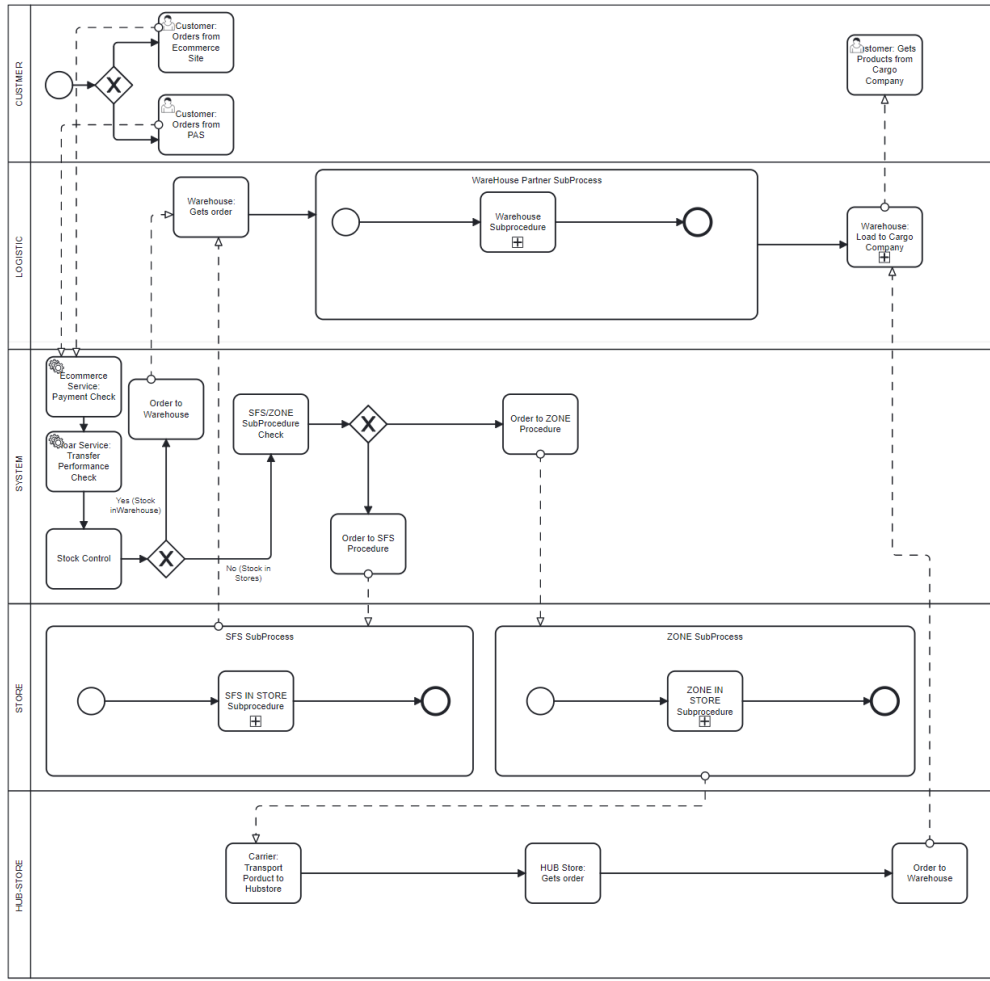
Bu analizler sonucunda, hazır giyim sektöründeki omni channel iş süreçlerinin daha verimli ve hatasız bir şekilde yönetilebilmesi scada panelinde özellikle hangi aşamaların api bağlantılarının yapılması gerektiği belirlenmiştir. Bu bağlantıların takibi ve gerektiği başlatılacak düzenleyici önleyici faaliyet denetim süreçleri, ana operasyonel süreçlerdeki gecikmelerin ve hataların en aza indirilmesini sağlayacak, bu durum ise müşteri memnuniyetinin artırılmasını ve şirketin itibarının yükseltilmesine yardımcı olacaktır.

5.8. Diagramların BPMN 2.0 Notasyonunda Modellenmesi:

Elde edilen sonuçlar ve dar boğazlar hakkındaki tespitlerin ardından, bir sonraki adım, mevcut iş süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde modellenmesi ve analiz edilmesi oldu. Bu nedenle, süreç haritasında belirtilen süreçler BPMN 2.0 formatına çevrildi.

Bu dönüştürme işlemi, Camunda Modeller adlı bir yazılım kullanılarak gerçekleştirildi. BPMN 2.0 formatı, iş süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde modellenmesine izin verir ve özellikle endüstride sık kullanılan bir standarttır. Bu format, süreçleri görselleştirmek, analiz etmek ve geliştirmek için birçok araç sunar.

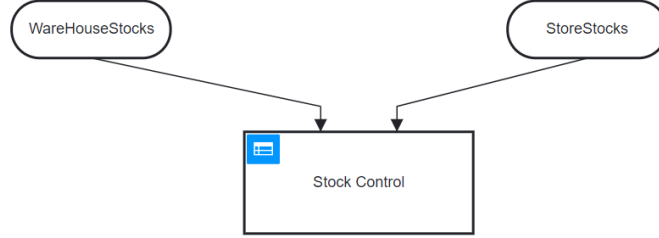
Camunda Modeller, süreç modelleme sürecini kolaylaştıran bir araçtır. Bu yazılım, iş süreçlerinin hızlı bir şekilde modellenmesine, görselleştirilmesine ve analiz edilmesine olanak tanır. Ayrıca, süreçlerin farklı senaryoları için simülasyon yapmak ve iş süreçleri üzerinde testler yapmak da mümkündür.



Şekil 23 Süreç Madenciliği Çıktılarına Göre BPMN 2.0 süreç modeli

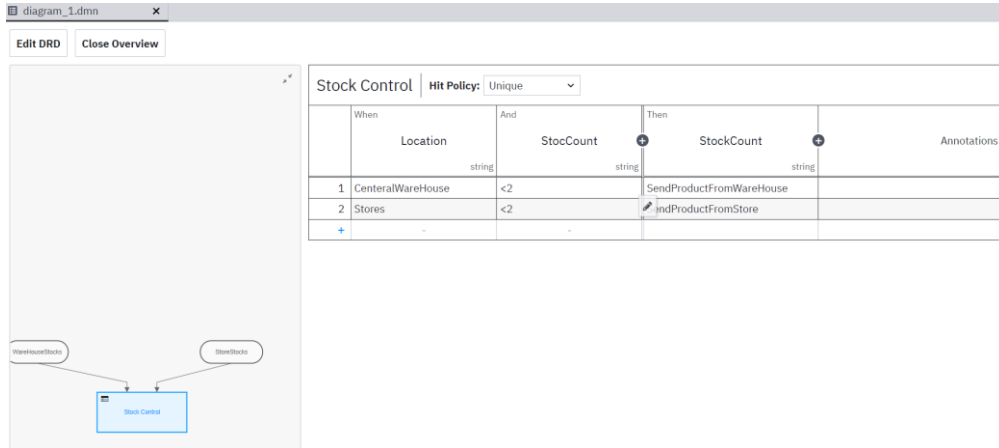
Bu modelleme çalışması, iş süreçlerinin daha iyi anlaşılmasına ve analiz edilmesine yardımcı oldu. BPMN 2.0 formatı kullanarak süreçler daha ayrıntılı bir şekilde modellendi ve dar boğazların tespiti daha da geliştirildi. Bu sayede, süreçlerin optimize edilmesi ve iyileştirilmesi için yapılacak müdahaleler daha net bir şekilde belirlendi.

5.9. DMN Tabanlı Karar Notasyonlarının Modellenmesi



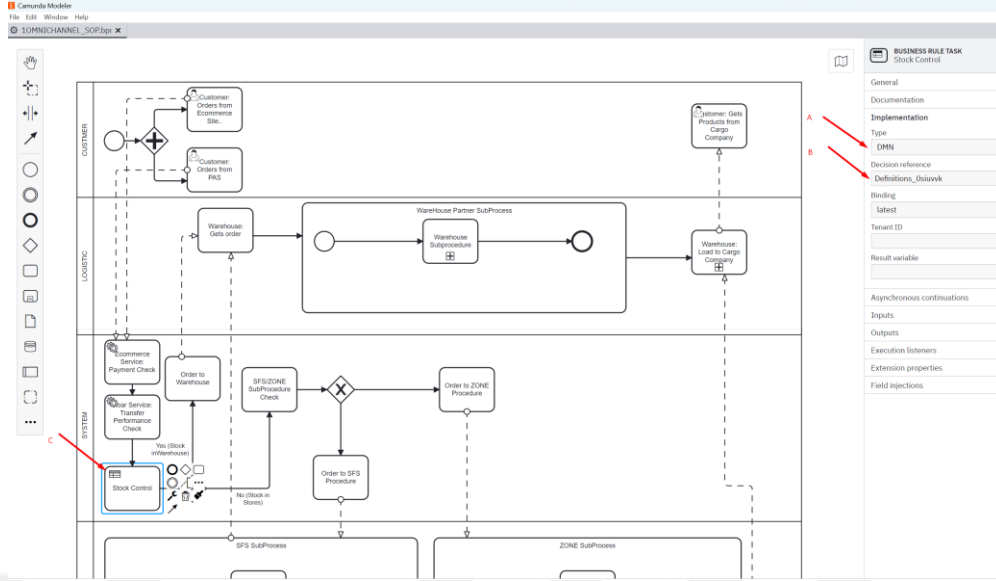
Şekil 24 Süreç Madenciliği Çıktılarına Göre Tasarlanan DMN 1.0 ön Modeli

Bu çıktıları arasında zamanlama bilgileri, kaynak kullanımı, varyasyonlar ve diğer iş süreçlerine ait veriler yer alabilir.



Şekil 25 DMN 1.0 alarm Karar Modeli

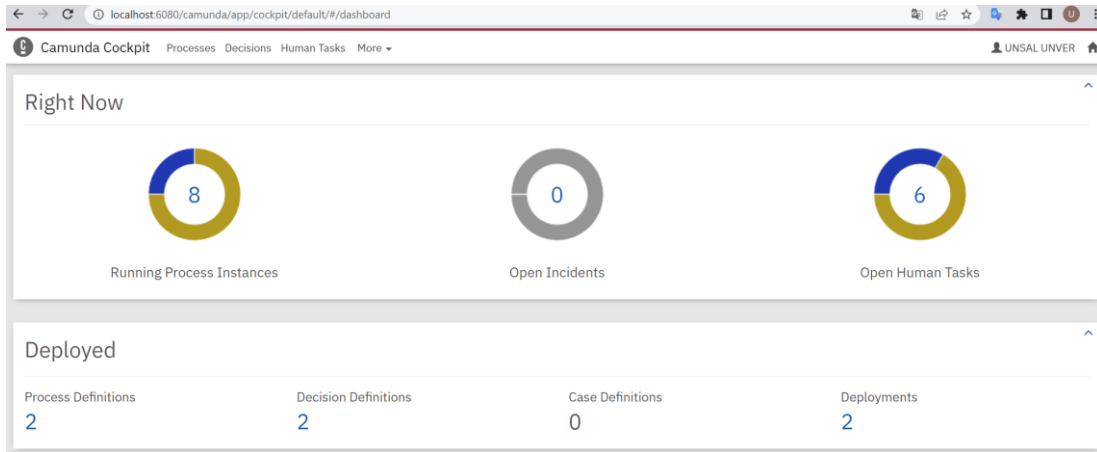
Bu örnek, DMN 1.0 standartına uygun olarak basit bir alarm karar modelini göstermektedir. Gerçek bir uygulamada, daha fazla girdi, çıktı ve karar tablosu eklenebilir, daha karmaşık mantık kuralları tanımlanabilir ve çeşitli koşullar ve kısıtlamalar dahil edilebilir.



Şekil 26 DMN 1.0 Karar Modelinin BPMN 2.0 içerisine gömülmesi

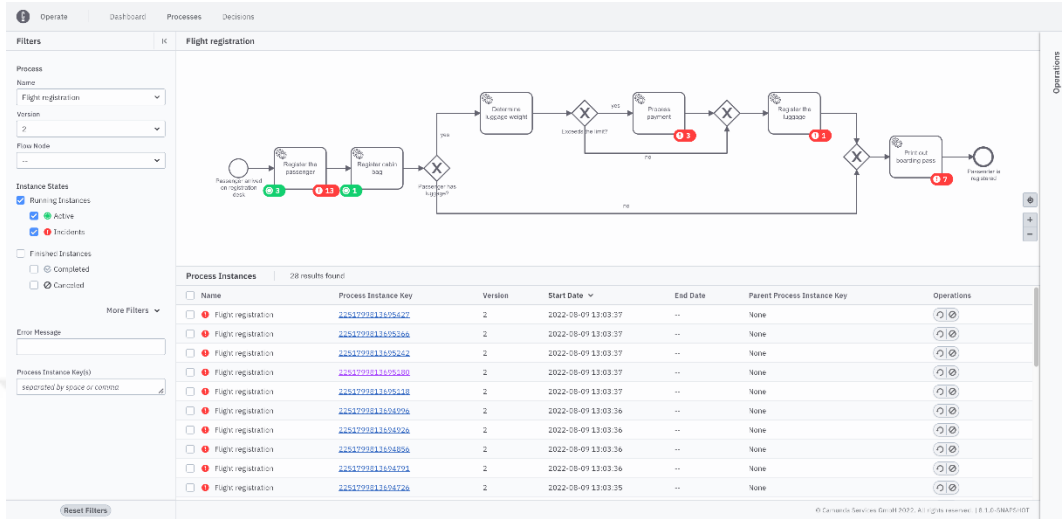
5.10. Camunda Karar Motorunun Kurulması

Elde edilen BPMN 2.0 akış şeması, Camunda BPM Engine tarafından kullanılmak üzere yeniden modellenmiştir. Camunda, açık kaynaklı bir iş akışı yönetimi sistemi sağlayan bir yazılım platformudur ve BPMN 2.0 standardını destekler.



Şekil 27 Camunda Kara Motoru Kurulumu

Camunda Dashboard, kullanıcılara iş süreçlerini izleme, raporlama, görev yönetimi ve süreç performansını takip etme gibi işlemleri gerçekleştirmelerine olanak tanır.



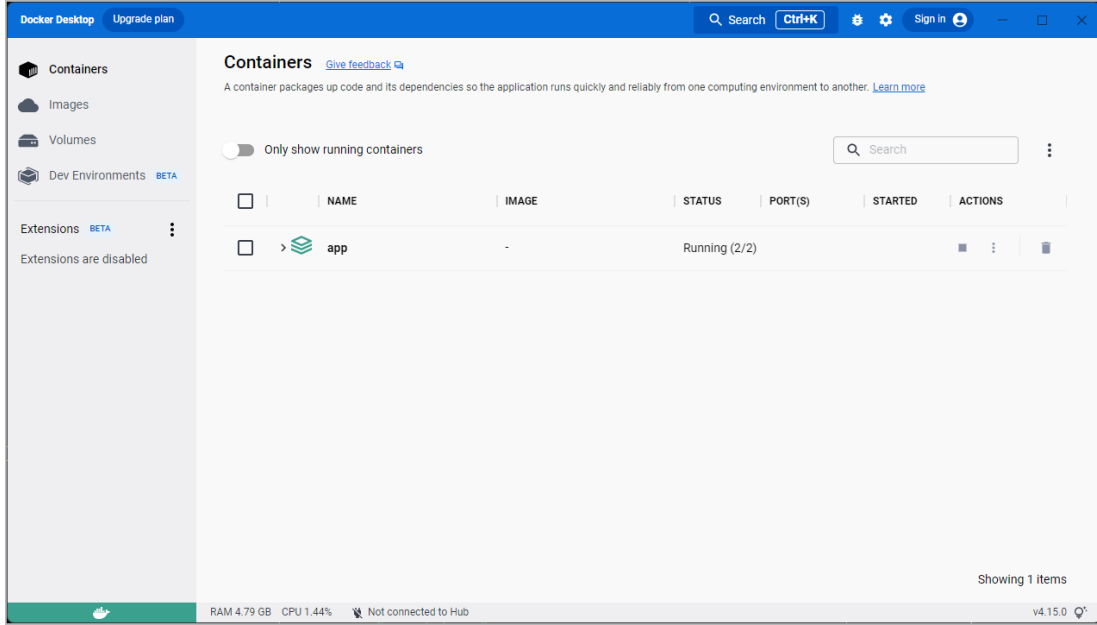
Şekil 28 Camunda İş Akışı

Camunda iş akışı yönetimi yetenekleri, iş süreçlerinizi verimli bir şekilde tasarlamaya, yönetmeye ve iyileştirmeye olanak sağlar. Karmaşık iş süreçlerini basitleştirmeye, verimliliği artırmanıza ve hata olasılığını azaltmanıza yardımcı olur.



Şekil 29 Camunda BPMS Raporlama Arayüzü

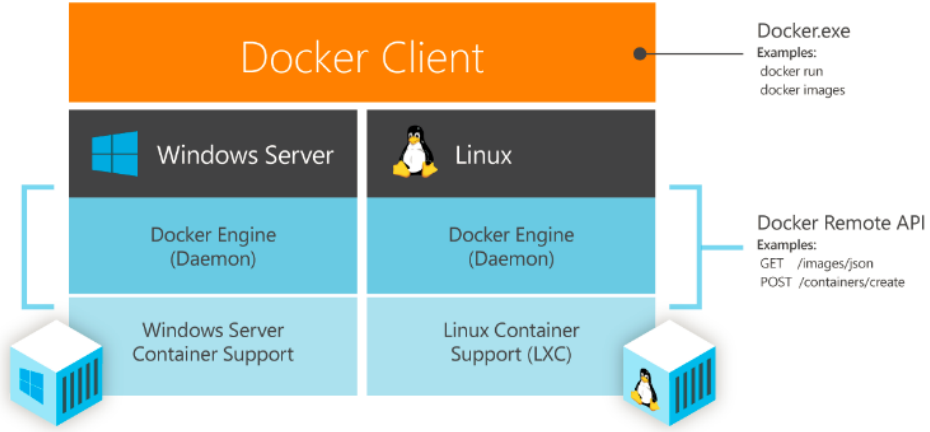
Camunda BPM Engine yazılımını kurmak için, öncelikle ilgili sunucuda bilgisayarda Java uygulamasını yüklü olması gerekmektedir. Ardından Camunda BPM Engine docker üzerinden indirilip kurulabilir. Bunun için, Docker Compose kullanarak Camunda BPM Engine'i çalıştıran bir docker-compose.yml dosyası oluşturulabilir. Bu dosya, engine'in gereksinimlerini ve ayarlarını tanımlayacaktır.



Şekil 30 Docker Masaüstü Uygulaması

Kaynak:https://docs.docker.com/get-started/08_using_compose/ (29.05.2023) tarihinde erişildi

Docker, Linux, Windows ve macOS gibi işletim sistemlerinde çalışabilir. Ancak, Docker'ın özgün olarak masaüstü uygulamalarının çalıştırılması için tasarlanmış bir sürümü bulunmamaktadır.

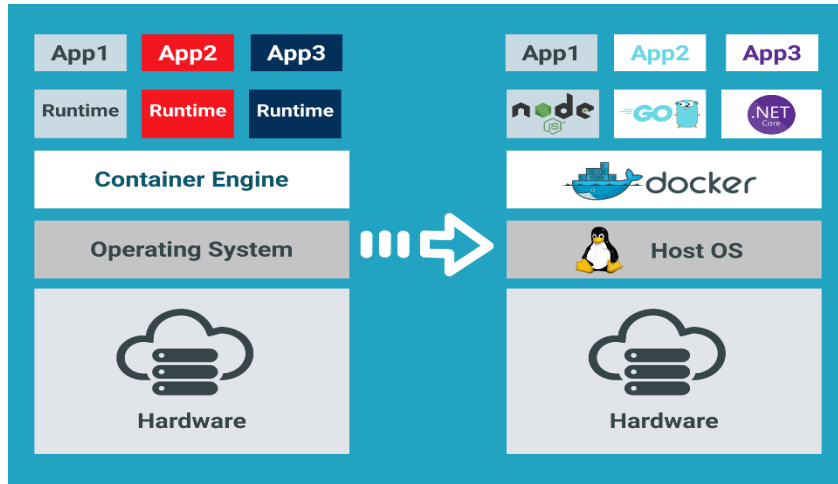


Şekil 31 Docker İstemcisi

Kaynak: <https://www.zdnet.com/article/docker-container-support-coming-to-microsofts-next-windows-server-release/> (30.03.2023) tarihinde erişildi

Docker, konteyner tabanlı bir sanallaştırma platformudur. Genellikle sunucu uygulamalarının dağıtımını ve çalıştırılması için kullanılır.

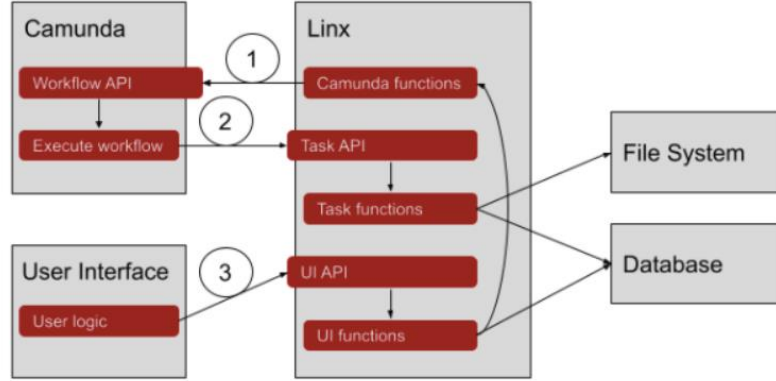
Docker Compose kullanılarak Camunda BPM Engine'i çalıştırdıktan sonra, rest api servisi ayaklandırılabilir. Bu servis, postman gibi bir araçla tetiklenerek iş süreçleri başlatılabilir, süreçlerin durumları takip edilebilir ve yönetilebilir.



Şekil 32 Docker Konteyner Yapısı

Kaynak: <https://dbconvert.com/blog/building-docker-images-for-dbconvert-tools/> (31.03.2023) tarihinde erişildi

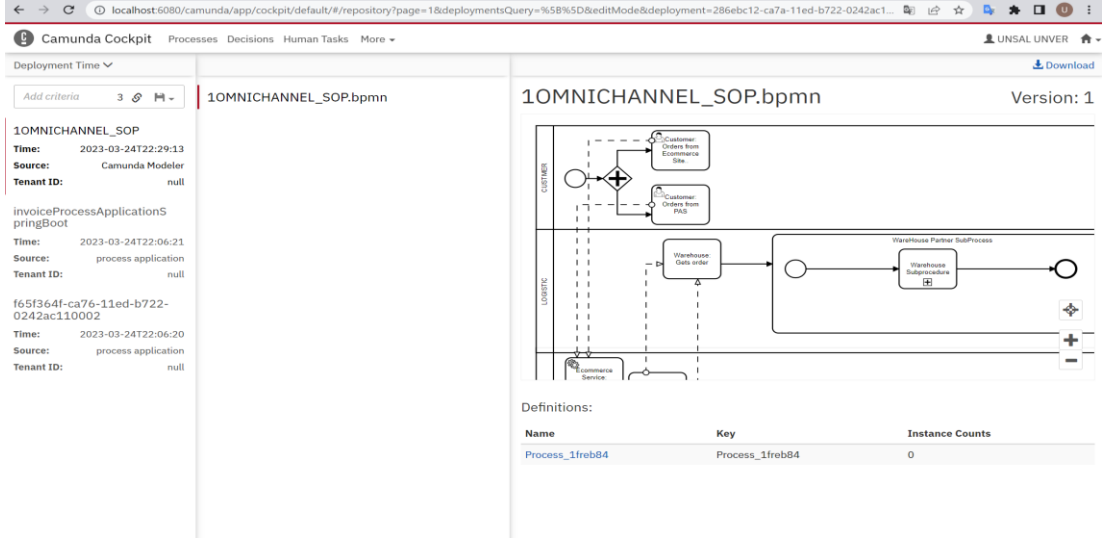
Docker konteynerleri, uygulamaların hızlı, taşınabilir ve izole bir şekilde çalıştırılmasını sağlar.



Şekil 33 Camunda BPM İş Süreci

Kaynak: <https://linx.software/blog/workflow-meets-low-code/> (01.04.2023) tarihinde erişildi

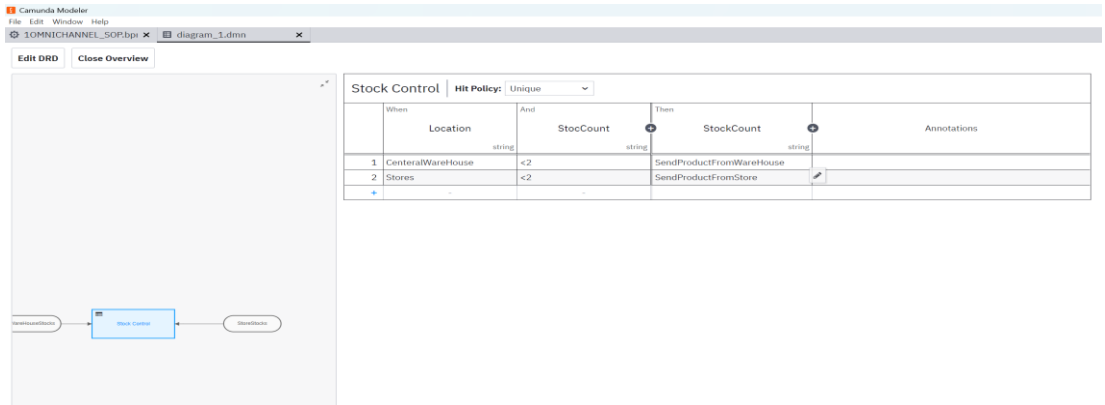
Camunda BPM Engine, BPMN 2.0 modelleme standardını destekleyerek, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını ve iyileştirilmesini kolaylaştırır. Sunum diagramlarının BPMN 2.0 formatına dönüştürülmesi, Camunda BPM Engine'in iş süreçlerinin otomasyonunu gerçekleştirmesi için önemlidir. Docker üzerinden kurulumu ve rest api servisi sayesinde ise Camunda BPM Engine, iş süreçlerinin daha kolay yönetilmesini sağlar.



Şekil 34 Camunda İş Akış Arayüzü

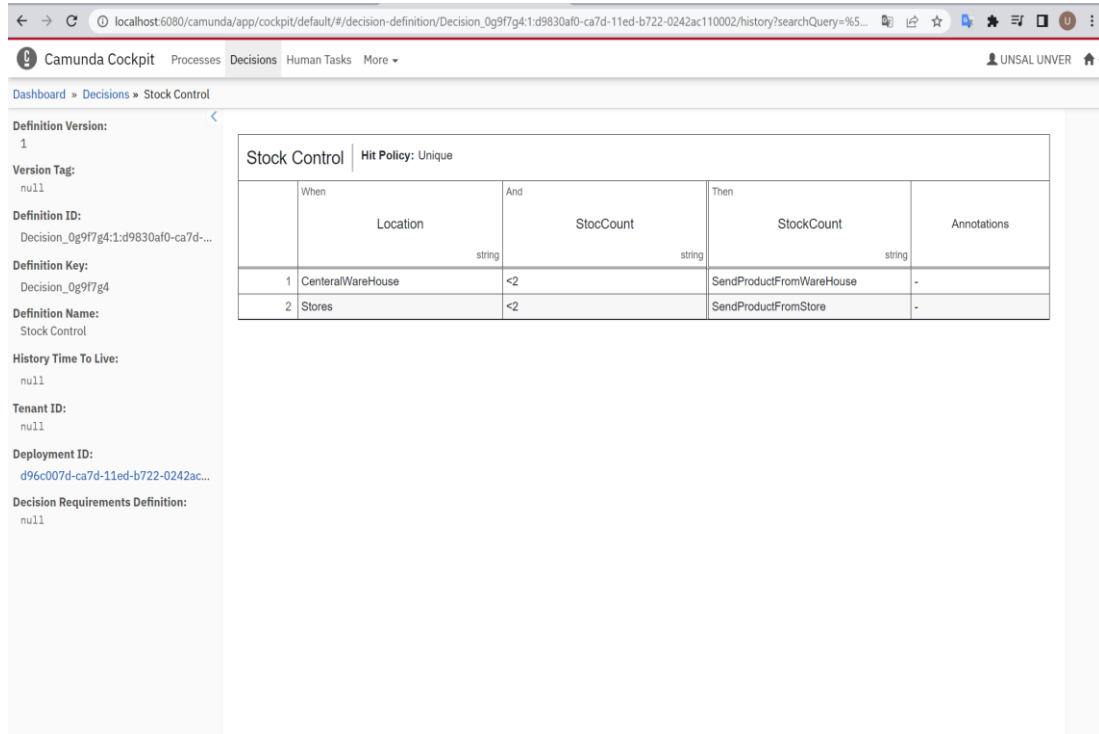
Camunda BPM Engine ve Ignition SCADA, farklı iş süreçleri ve veri toplama mekanizmaları ile birbirlerinden farklı özelliklere sahip iki sistemdir. Ancak bu iki sistem arasında yapılan entegrasyon, birçok fayda sağlayabilir.

Camunda BPM Engine, bir iş akışı motorudur ve iş süreçlerinin otomatikleştirilmesine yardımcı olur. Bu, tedarik zinciri yönetimi, proje yönetimi ve hatta insan kaynakları yönetimi gibi birçok iş sürecinde kullanılabilir. Camunda, süreçlerin otomatikleştirilmesini kolaylaştıran ve etkili bir şekilde yönetmeyi sağlayan birçok araç sağlar.



Şekil 35 DMN dosyasının Camunda içerisine gömülmesi

Ignition SCADA ise endüstriyel otomasyon ve veri toplama için kullanılan bir platformdur. Üretim tesislerinde, enerji sektöründe, su ve atık su arıtma tesislerinde, hatta binalarda bile kullanılabilir. Ignition, kullanıcıların tesislerinin durumunu gerçek zamanlı olarak izlemesini, verileri toplamasını, raporlar oluşturmasını ve analiz etmesini sağlar.



The screenshot shows the Camunda Cockpit interface for a Decision Definition named 'Stock Control'. The interface includes a sidebar with metadata and a main table for the decision rules. The metadata includes Definition Version (1), Version Tag (null), Definition ID (Decision_0g9f7g4:1:d9830af0-ca7d-11ed-b722-0242ac110002/history?searchQuery=%5...), Definition Key (Decision_0g9f7g4), Definition Name (Stock Control), History Time To Live (null), Tenant ID (null), Deployment ID (d96c007d-ca7d-11ed-b722-0242ac...), and Decision Requirements Definition (null). The main table is titled 'Stock Control' and has a 'Hit Policy: Unique'. It contains two rules:

	When	And	Then	Annotations
	Location		StockCount	
			StockCount	
				Annotations
1	CenteralWareHouse	<2	SendProductFromWareHouse	-
2	Stores	<2	SendProductFromStore	-

Şekil 36 Camunda DMN Karar Yapıları

Bu iki sistem arasında yapılan entegrasyon, birçok avantaj sağlayabilir. Örneğin, ERP sistemlerinden gelen verilerin Ignition SCADA veritabanına doğrudan aktarılması yerine, önce Camunda BPM Engine üzerinden yönetilmesi, sürecin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir. Camunda BPM Engine, verilerin işlenmesini ve analiz edilmesini sağlayabilir, ardından Ignition SCADA'ya aktarılacak verileri belirleyebilir.

Ayrıca, Camunda BPM Engine, tesislerdeki iş süreçlerinin otomatikleştirilmesine yardımcı olabilir. İş süreçleri, Camunda üzerinden yönetilebilir ve süreçlerdeki hatalar veya gecikmeler otomatik olarak tespit edilerek, bir uyarı gönderilebilir veya gerekli eylemler otomatik olarak gerçekleştirilebilir., Camunda

BPM Engine ve Ignition SCADA arasında yapılan entegrasyon, veri toplama ve iş süreçleri yönetiminde önemli avantajlar sağlayabilir. İş süreçleri ve veri toplama mekanizmaları arasındaki sinerji, işletmelerin daha etkili bir şekilde çalışmasına ve daha akıllı kararlar vermesine yardımcı olabilir.

5.11. BPMN tabanlı SCADA Panellerinin Ignition Yazılımında Geliştirilmesi

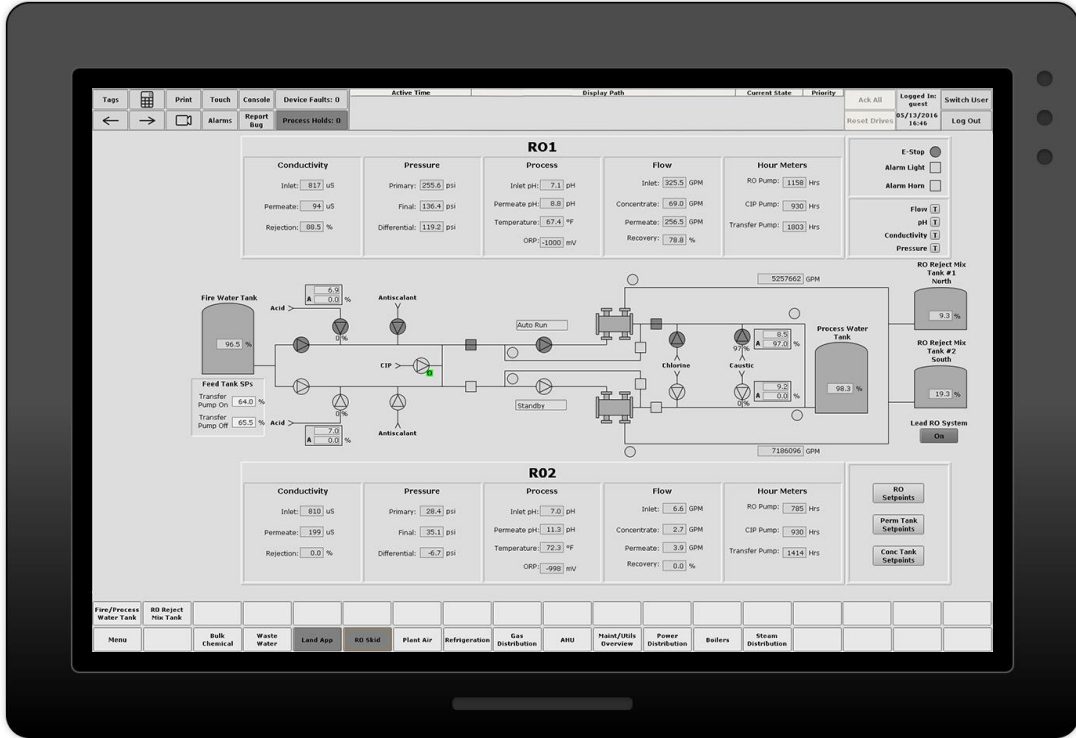
Camunda BPM Engine ile Ignition Scada arasında yapılan entegrasyonda, Camunda rest api kullanılarak süreçlerin izlenmesi ve yönetilmesi sağlanır. Rest api, HTTP protokolü üzerinden talep ve yanıt şeklinde çalışan bir uygulama programlama arayüzüdür. Camunda rest api, birçok farklı dil ve platform ile uyumlu çalışabilmesi sayesinde oldukça esnek bir yapıya sahiptir.



Şekil 37 Ignition SCADA tanıtımı

Kaynak:<https://program-plc.blogspot.com/search/label/Software> (05.04.2023) tarihinde erişildi

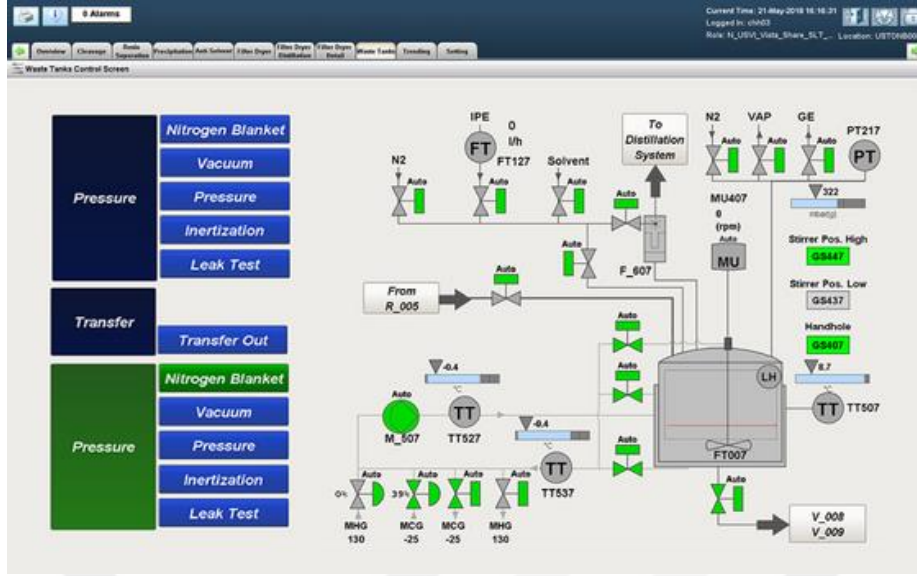
Omni channel sürecinde kullanılan ERP sistemleri, Camunda rest apiye HTTP istekleri göndererek veri alışverişi yapabilirler. Rest api, HTTP isteklerine uygun olarak işlem yaparak, gerekli verileri istemci uygulamaya döndürür. Bu sayede, ERP sistemlerinden gelen veriler önce Camunda BPM Engine tarafından yönetilir ve gerekli işlemler gerçekleştirilir. Daha sonra, bu işlemler sonucunda elde edilen veriler İgnition Scada veritabanına kaydedilir.



Şekil 38 İgnition SCADA Örnek İş Süreç Modeli

Kaynak: <https://www.capterra.com.sg/software/200185/ignition-scada> (06.04.2023) tarihinde erişildi

Bu entegrasyon sayesinde, ERP sistemlerinden gelen verilerin Camunda BPM Engine tarafından yönetilmesi ve işlenmesi sağlanır. Bu işlem, verilerin doğru ve güncel bir şekilde işlenmesine yardımcı olur. Ayrıca, Camunda BPM Engine'in sağladığı iş akışı yönetimi, süreçlerin daha verimli bir şekilde yönetilmesini ve iş akışlarının optimize edilmesini sağlar. Bu sayede, iş süreçleri daha hızlı ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilir.



Şekil 39 Ignition SCADA Örnek Endüstriyel İş Akışı

Kaynak:<https://softwareconnect.com/factory-automation/ignition-perspective/> (07.04.2023) tarihinde erişildi

Şekildeki iş akışı, endüstriyel tesislerin süreçlerini izlemek, kontrol etmek, verileri toplamak ve analiz etmek için kullanılan bir dizi özellik ve işlevi içerir.

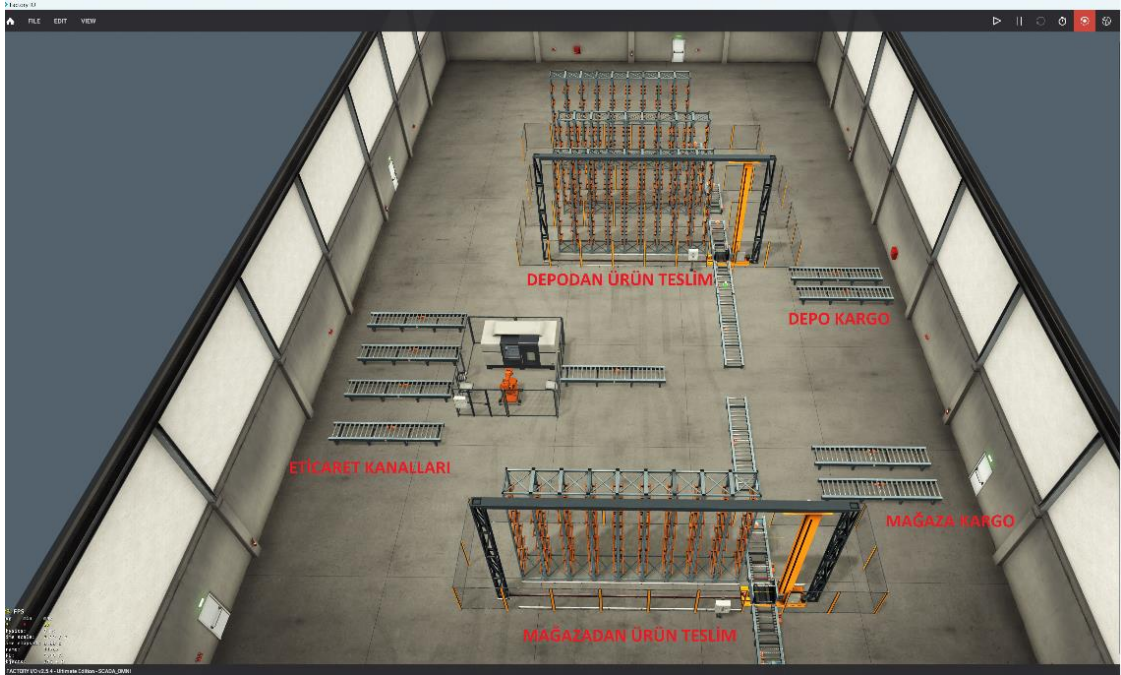


Şekil 40 Ignition SCADA Örnek Metric Ölçüm Paneli

Kaynak:<https://www.industrialautomation.us/services/scada-hmi/> (08.04.2023)

5.11.1. Scada Panel Tasarım Önce Sürecin Simüle Edilmesi

Scada panellerinin tasarımı ve geliştirilmesi, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlayarak, üretim verimliliğinin artırılmasına yardımcı olur. Ancak, Scada panel tasarımı öncesinde sürecin simüle edilmesi, tasarımın doğruluğunu artırarak, üretim sürecinde oluşabilecek hataların minimize edilmesine yardımcı olabilir. Bu nedenle, Scada panel tasarımı öncesinde Factory io gibi yazılımlarla sürecin simüle edilmesi önemlidir.



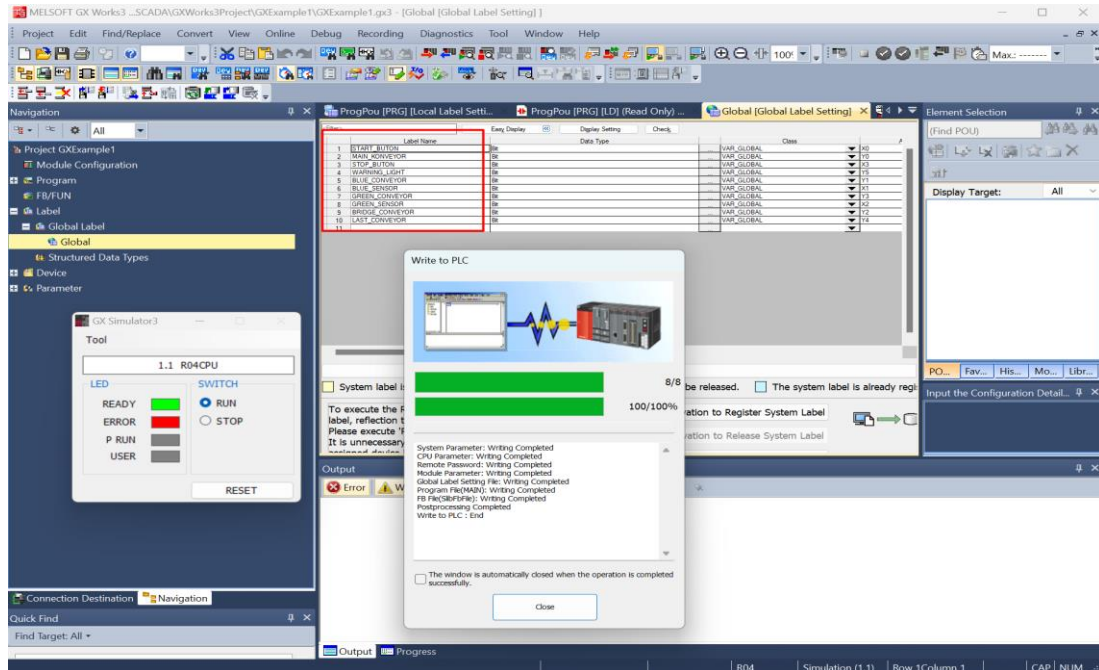
Şekil 41 Factory IO Simülasyon Genel Görümü

Factory io, endüstriyel süreçlerin simülasyonu için kullanılan bir yazılımdır. Bu yazılım, endüstriyel süreçlerin görselleştirilmesi ve simülasyonu için sanal bir ortam sağlar. Bu ortamda, kullanıcılar bir fabrika veya tesisin çeşitli bölümlerini simüle edebilir ve süreçlerin doğru bir şekilde çalıştığından emin olabilirler. Factory io gibi yazılımların kullanımı, Scada panel tasarımı öncesinde sürecin simülasyonu için oldukça faydalıdır.

Sürecin simülasyonu, Scada panel tasarımı öncesinde tasarımın doğruluğunu ve işlevselliğini test etmek için kullanılır. Bu sayede, üretim sürecinde oluşabilecek hataların tespit edilmesi ve düzeltilmesi mümkün hale gelir. Sürecin simülasyonu aynı zamanda, endüstriyel süreçlerin optimizasyonu için de önemlidir. Bu simülasyonlar sayesinde, üretim sürecinin daha verimli hale getirilmesi ve maliyetlerin azaltılması mümkün olur.

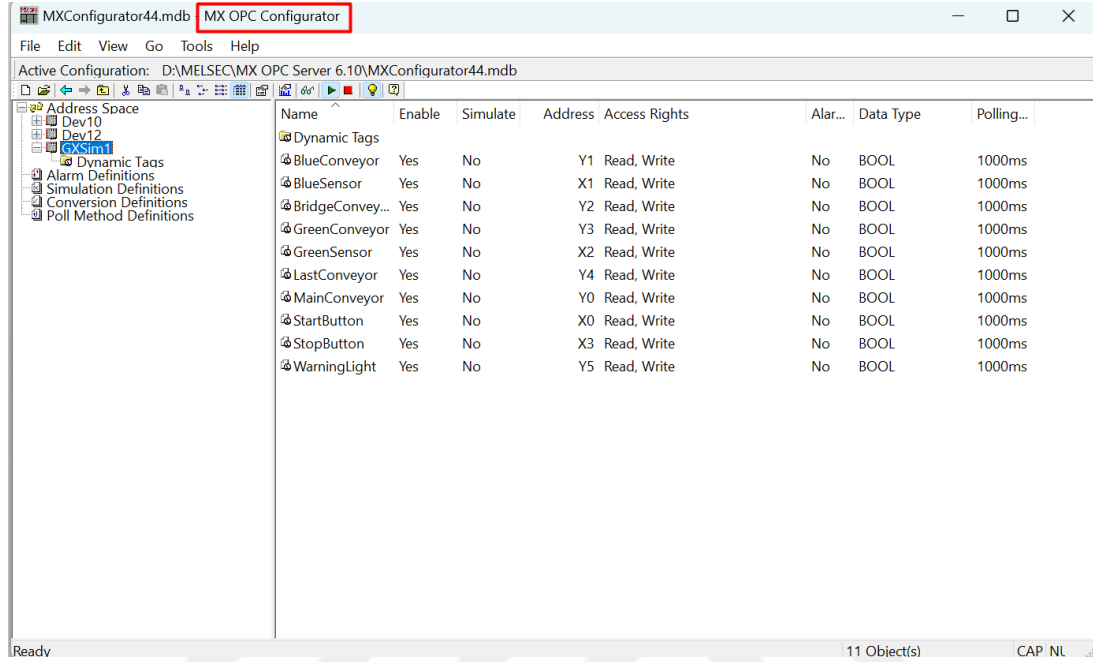
Factory io gibi yazılımların kullanımı, Scada panel tasarımı öncesinde sürecin simülasyonunu daha kolay ve hızlı hale getirir. Bu yazılımlar sayesinde, sürecin görsel olarak temsil edilmesi ve simülasyonun gerçekleştirilmesi mümkün hale gelir. Ayrıca, bu yazılımların kullanımı, sürecin farklı senaryolara göre simüle edilmesini sağlar. Bu sayede, tasarımın doğruluğu ve işlevselliği farklı senaryolar altında test edilebilir.

Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ise, endüstriyel kontrol sistemlerinin programlanmasını ve izlenmesini sağlamak için kullanılan araçlardır. Bu yazılımların birlikte kullanımı, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar. Bu makalede, Factory io'nun çalışabilmesi için Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ile nasıl bağlanacağına ve ladder programlama ile nasıl kullanılacağına dair bilgi vereceğiz.



Şekil 42 MELSOFT GX Works3 PLC Opc Simülör Global Değişkenler

Factory io, endüstriyel süreçlerin simülasyonu için kullanılan bir yazılımdır. Bu yazılımın Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ile birlikte kullanılması için, öncelikle bağlantı ayarlarının yapılması gerekmektedir.



Şekil 43 MX OPC Configurator Etiketleri

Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server, bağlantı ayarlarının yapılması için özel bir ayar menüsü sunar. Bu menüye giriş yapılarak, Factory io ile bağlantı kurulacak olan cihazların IP adresleri ve bağlantı portları belirtilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra, Factory io'nun bağlantı ayarlarına da aynı bilgiler girilir. Bu sayede, Factory io, Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ile bağlantı kurar ve endüstriyel süreçlerin simülasyonunu gerçekleştirir.

Ladder programlama, endüstriyel kontrol sistemlerinin programlanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server, ladder programlama ile çalışan endüstriyel kontrol sistemlerinin izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar.

Factory io yazılım ladder programlama ile çalışan endüstriyel kontrol sistemlerinin simülasyonunu gerçekleştirebilir. Bu işlem için, öncelikle Factory io'nun bağlantı ayarlarının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Daha sonra, Factory io'nun simülasyon ortamında, ladder programlama ile programlanmış olan endüstriyel kontrol sistemleri simüle edilir. Bu sayede, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde çalıştığından emin olunur.

Factory io'nun simülasyon ortamında, ladder programlama ile programlanmış olan endüstriyel kontrol sistemlerinin izlenmesi ve kontrol edilmesi için, Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ile bağlantı kurulması gerekmektedir. Bu sayede, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde izlenmesi ve kontrol edilmesi sağlanır.

Factory io'nun çalışabilmesi için Mitsubishi GX3 Simulation server ve MX OPC Server ile bağlantı kurulması ve ladder programlama ile kullanılması, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar. Bu sayede, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde simüle edilmesi ve geliştirilmesi mümkün hale gelir.

Factory io, endüstriyel süreçlerin simülasyonu için kullanılan güçlü bir yazılımdır. Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ise, endüstriyel kontrol sistemlerinin programlanması ve izlenmesini sağlayan araçlardır. Bu yazılımların birlikte kullanımı, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar. Bu sayede, endüstriyel süreçlerin geliştirilmesi ve optimize edilmesi mümkün hale gelir.

Factory io'nun Mitsubishi GX3 Simulation Server ve MX OPC Server ile bağlantı kurularak kullanılması, endüstriyel süreçlerin doğru bir şekilde simüle edilmesini ve kontrol edilmesini sağlar. Bu sayede, endüstriyel süreçlerin geliştirilmesi ve optimize edilmesi mümkün hale gelir.



Şekil 44 Factory IO Simülasyonuna 3d bakış

Şekilde bir fabrika ortamı 3D grafiklerle simüle edilmiştir. Makineler, konveyörler, robotlar, sensörler, butonlar gibi fabrika bileşenleri.

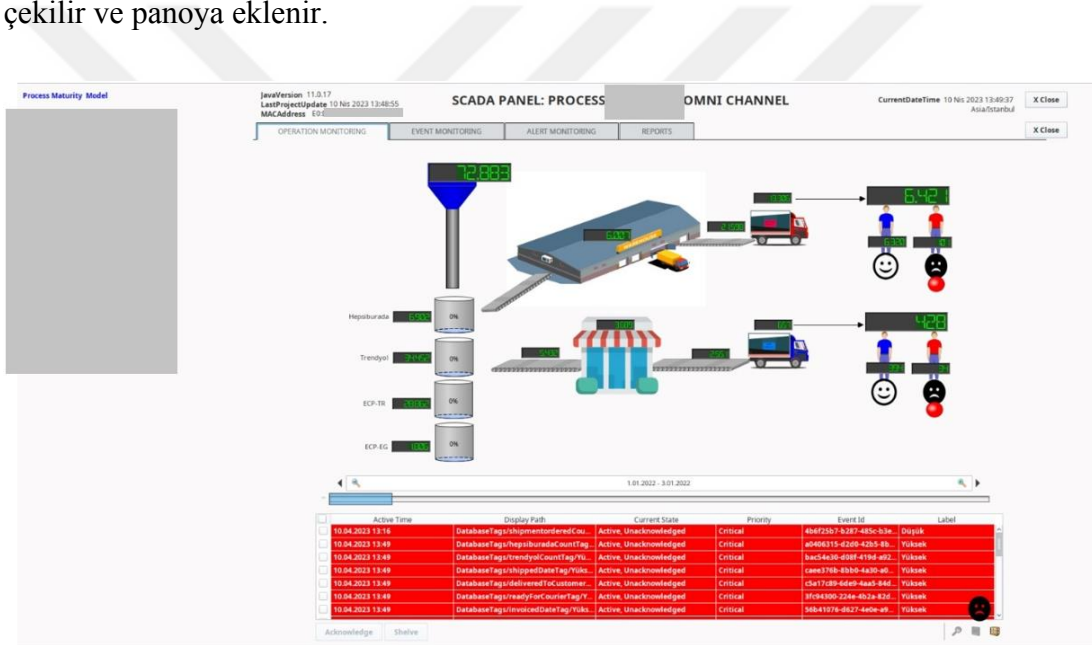


Şekil 45 Factory IO Simülasyon temsili Warehouse

5.11.2. Scada Arabirimi İçin Panel Tasarımının Yapılması

Ignition Scada, kullanıcıların ihtiyaçlarına özel paneller tasarlamalarına olanak tanıyan bir platformdur. İlk olarak, Ignition Designer aracılığıyla panel tasarımı yapılır. Tasarım, kullanıcının ihtiyacına göre butonlar, grafikler, etiketler, çizelgeler ve diğer bileşenleri içerebilir.

Panel tasarımı sırasında, çeşitli verilerin bağlanması gerekir. Örneğin, bir alarm eklemek için öncelikle veritabanı bağlantısı kurulmalıdır. MySQL veritabanı kullanılıyorsa, Ignition Scada'nın veritabanı bağlantı özellikleri kullanılarak bağlantı kurulabilir. Veritabanı bağlantısı kurulduktan sonra, alarm verileri veritabanından çekilir ve panoya eklenir.



Şekil 46 Operation SCADA Mimarisi, Omni Channel Paneli

Kontroller, panel tasarımında kullanılan bileşenlerdir ve kullanıcının etkileşim kurabileceği işlevleri sağlar. Örneğin, bir buton kontrolü eklenerek, kullanıcının bir tıklama işlemi gerçekleştirmesi sağlanabilir. Bu butonun ardından gerçekleştirilecek işlemler, Ignition Scada'nın görsel programlama arayüzü kullanılarak tasarlanabilir.

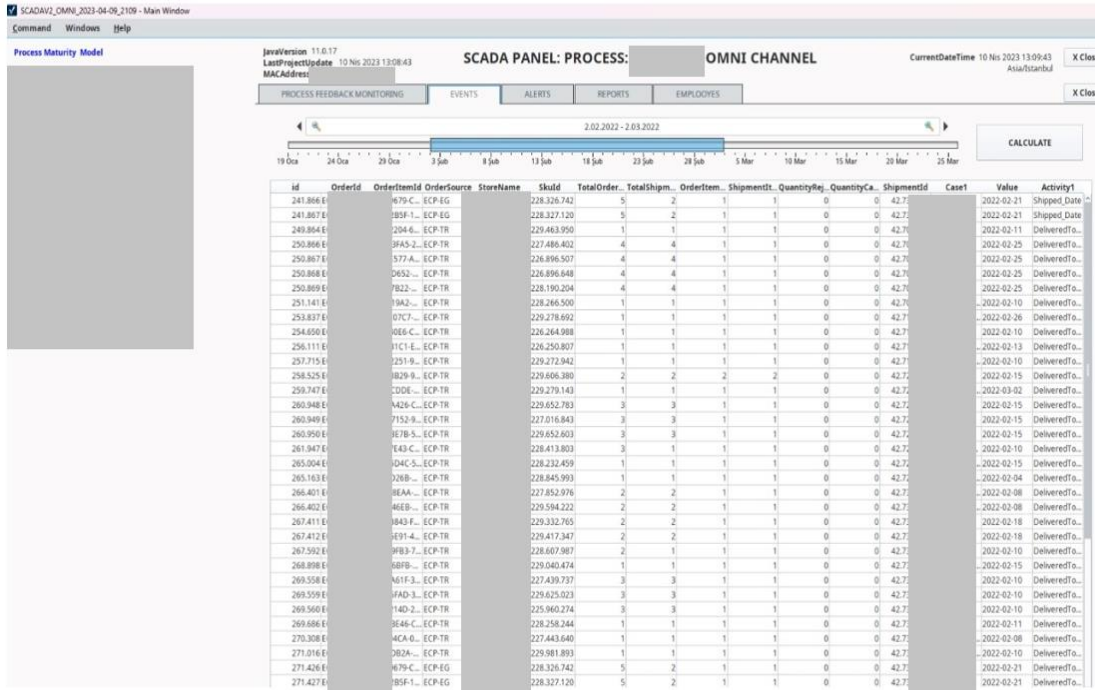
Paneldeki görseller, tasarım sırasında eklenir ve ardından gerekli bağlantılar yapılır. Örneğin, bir grafik bileşeni eklenerek, veritabanından alınan verilerin grafiksel

olarak gösterilmesi sağlanabilir. Bu bileşenin ardından, grafik üzerinde kullanıcının yapabileceği etkileşimler de tanımlanabilir.

Son olarak, panel tasarımı tamamlandıktan sonra, Ignition Scada'nın web arayüzü üzerinden panel görüntülenebilir ve kontrol edilebilir. Bu sayede kullanıcılar, bir web tarayıcısı üzerinden, istedikleri cihazdan SCADA panosuna erişebilirler.

5.11.3. Alarm Setlerinin Kurulması

İlk aşamada tasarlanan ekranda, alarm setini düzenlemek için "Alarm Seti" bileşenini ekledik ve alarm tetiklemelerini ayarlamak için "Alarm Eylemi" bileşenlerini ekledik. Alarm seti tasarlandıktan sonra, bir MySQL veritabanında alarm tetiklemeleri için bir tablo oluşturduk. Bu tabloda, alarmın ne zaman tetikleneceği, hangi öğenin alarm verdiği ve ne gibi bir eylem gerçekleştirileceği gibi bilgileri tuttuk. Daha sonra, MySQL veritabanıyla bağlantı kurmak için Ignition Gateway ayarlarını yapılandırdık ve alarm tetiklemelerinin doğru şekilde kaydedilmesini sağladık.



The screenshot displays the SCADA Panel interface for 'PROCESS: OMNI CHANNEL'. The interface includes a menu bar with 'Command', 'Windows', and 'Help'. Below the menu, there are tabs for 'PROCESS FEEDBACK MONITORING', 'EVENTS', 'ALERTS', 'REPORTS', and 'EMPLOYEES'. The main area shows a table with columns for 'id', 'OrderId', 'OrderItemId', 'OrderSource', 'StoreName', 'Skuld', 'TotalOrder', 'TotalShipm.', 'OrderItem', 'ShipmentIt.', 'QuantityRej.', 'QuantityCa.', 'ShipmentId', 'Case1', 'Value', and 'Activity1'. The table contains 40 rows of data, including order IDs, store names, and shipment details.

id	OrderId	OrderItemId	OrderSource	StoreName	Skuld	TotalOrder	TotalShipm.	OrderItem	ShipmentIt.	QuantityRej.	QuantityCa.	ShipmentId	Case1	Value	Activity1
241.866 E	679 C...	ECP-EG			228.326.742	5	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-21	Shipped Date
241.867 E	89F-1...	ECP-EG			228.327.120	5	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-11	Shipped Date
249.864 E	204-6...	ECP-TR			229.463.950	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-11	Delivered To...
250.866 E	8FAS-2...	ECP-TR			227.486.402	4	4	1	1	0	0	42.7		2022-02-25	Delivered To...
250.867 E	577-A...	ECP-TR			226.896.507	4	4	1	1	0	0	42.7		2022-02-25	Delivered To...
250.868 E	D6S2...	ECP-TR			226.896.648	4	4	1	1	0	0	42.7		2022-02-25	Delivered To...
250.869 E	7823...	ECP-TR			228.190.204	4	4	1	1	0	0	42.7		2022-02-25	Delivered To...
251.141 E	79A3...	ECP-TR			228.266.500	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
253.837 E	07C7...	ECP-TR			229.278.692	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-26	Delivered To...
254.650 E	00E-C...	ECP-TR			226.264.988	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
256.111 E	11C1-E...	ECP-TR			226.250.807	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-13	Delivered To...
257.715 E	231-9...	ECP-TR			229.272.942	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
258.525 E	8E29-9...	ECP-TR			229.606.380	2	2	2	2	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
259.747 E	00D...	ECP-TR			229.279.143	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-03-02	Delivered To...
260.948 E	4A24-C...	ECP-TR			229.652.783	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
260.949 E	7152-9...	ECP-TR			227.016.843	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
260.950 E	8E7B-5...	ECP-TR			229.652.603	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
261.947 E	E43-C...	ECP-TR			228.413.803	3	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
265.004 E	04C5...	ECP-TR			228.232.459	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
265.143 E	328B...	ECP-TR			228.845.993	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-04	Delivered To...
266.401 E	8EAA...	ECP-TR			227.852.976	2	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-08	Delivered To...
266.402 E	46E8...	ECP-TR			229.594.222	2	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-08	Delivered To...
267.411 E	843-C...	ECP-TR			229.332.765	2	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-18	Delivered To...
267.412 E	8E91-4...	ECP-TR			229.417.347	2	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
267.592 E	9F83-7...	ECP-TR			228.607.987	2	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
268.808 E	68F8...	ECP-TR			229.040.474	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-15	Delivered To...
269.558 E	6E1F-3...	ECP-TR			227.439.737	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
269.559 E	8FAD-3...	ECP-TR			229.625.023	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
269.560 E	140-2...	ECP-TR			225.960.274	3	3	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
269.886 E	8E46-C...	ECP-TR			228.258.244	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-11	Delivered To...
270.308 E	4C7A-G...	ECP-TR			227.443.640	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-08	Delivered To...
271.016 E	202A...	ECP-TR			229.981.893	1	1	1	1	0	0	42.7		2022-02-10	Delivered To...
271.426 E	679-C...	ECP-EG			228.326.742	5	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-21	Delivered To...
271.427 E	89F-1...	ECP-EG			228.327.120	5	2	1	1	0	0	42.7		2022-02-21	Delivered To...

Şekil 47 Operation SCADA Mimarisi, Olay Takip Tablosu

Alarm tetiklemeleri, MySQL veritabanındaki bilgilere göre Camunda BPM Engine tarafından gerçekleştirilir. Alarm tetiklenmesi durumunda, Camunda BPM Engine, önceden tanımlanmış bir DMN kural tablosu kullanarak, alarmın doğru eylemle işlenmesini sağlar. DMN kural tablosu, örneğin alarmın ciddiyetine veya önceliğine göre belirli bir işlem yapılması gerekip gerekmediğini belirler.

Bu şekilde Ignition SCADA ve Camunda BPM Engine arasındaki entegrasyon sayesinde, alarmların doğru şekilde yönetilmesi ve işlenmesi sağlanır. Ayrıca, ERP sistemleri gibi diğer sistemlerden gelen veriler de, önce Camunda BPM Engine aracılığıyla işlenerek Ignition SCADA'ya aktarılır ve bu sayede daha akıllı ve otomatik bir üretim süreci oluşturulmuş olur.

Ignition SCADA'da, DMN kuralları kullanarak karar vermek için alarm setleri kurulabilir. DMN (Decision Model and Notation), iş süreçlerinde kullanılmak üzere karar tabanlı sistemlerin tasarımı ve modellenmesi için bir standarttır. DMN, karar ağaçları, tablolar ve hatta karmaşık matematiksel formüller gibi farklı karar modelleri oluşturma imkanı sunar.

Camunda BPM Engine'deki DMN kuralları, Ignition SCADA'da alarm setlerinin karar verme mekanizması olarak kullanılabilir. Bu entegrasyon sayesinde, örneğin bir üretim sürecinde bir makinenin durduğu durumlarda, Ignition SCADA alarm setleri bu duruma göre bir alarm üretebilir ve karar mekanizması olarak DMN kullanarak farklı alarm türlerine göre farklı aksiyonlar alabilir.

Ayrıca Ignition SCADA'da alarm setleri, ERP gibi diğer sistemlere entegre edilebilir. Bu entegrasyon sayesinde, ERP'lerde iş süreçlerinin yönetimi ve karar mekanizmalarının belirlenmesi, Ignition SCADA'daki alarm setleriyle birleştirilebilir. Böylece, ERP'lerden gelen veriler Ignition SCADA'da kullanılarak, veri analizi ve karar algoritması oluşturulması sağlanabilir. Bu, iş süreçlerinde daha hızlı ve doğru kararlar alınmasına ve üretkenliğin artmasına yardımcı olabilir.

Process Maturity Model

JavaVersion: 11.0.17
LastProjectUpdate: 10 Nis 2023 13:48:55

SCADA PANEL: PROCESS: OMNI CHANNEL

CurrentDate/Time: 10 Nis 2023 13:52:11

MACAddress: Anasitibabul

OPERATION MONITORING | EVENT MONITORING | ALERT MONITORING | REPORTS

Active Time	Display Path	Current State	Priority	Event ID	Label
10.04.2023 13:16	DatabaseTags/shipmentorderedCount/...	Active, Unacknowledged	Critical	4b6f2557-0287-485c-b96b-1...	Düşük
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/hepsiburadacountTag/Y...	Active, Unacknowledged	Critical	4b6f2557-0287-485c-b96b-1...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/trendyolCountTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	bac343b-d08f-4116-e920-7...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/shipmentDateTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	0ee171b-8139-4201-e910-7...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/readyForCounterTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	2b17b9-6649-4a4e-8460-2...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/readyForCounterTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	3f044300-224e-4b2e-820b-3...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/invoicedDateTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	5841076-0277-440e-892a-3...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/preparingDateTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	4c483699-3f23-4439-ba26-4...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/ecpegCountTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	f164d15b-7319-48b4-881b-0...	Yüksek
10.04.2023 13:49	DatabaseTags/ecptrCountTag/Yüksek	Active, Unacknowledged	Critical	8388a7e-7ab8-44d1-8ed2-3...	Yüksek
10.04.2023 07:41	Level Lo Alarm	Active, Unacknowledged	Medium	8f080993-3d5e-4a74...	Orta
10.04.2023 13:38	DatabaseTags/ecpegCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	3a9590e-93454-41d0...	Orta
10.04.2023 13:01	DatabaseTags/hepsiburadac...	Cleared, Unacknowledged	Critical	edf76257-77d1-4f34...	Düşük
10.04.2023 13:01	DatabaseTags/trendyolCount...	Cleared, Unacknowledged	Critical	b197aad5-6e8a-4e6...	Düşük
10.04.2023 13:01	DatabaseTags/hepsiburadac...	Cleared, Unacknowledged	Critical	7e4401e2-e6d6-465...	Yüksek
10.04.2023 13:01	DatabaseTags/trendyolCount...	Cleared, Unacknowledged	Critical	2b675e56-efc8-4bc...	Yüksek
10.04.2023 13:09	DatabaseTags/ecptrCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	5fc707f7-6e07-4c13...	Yüksek
10.04.2023 13:09	DatabaseTags/ecptrCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	05c0b0de-3c31-44c...	Düşük
10.04.2023 13:09	DatabaseTags/ecpegCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	c11f8e36-7d04-45a1...	Düşük
10.04.2023 13:09	DatabaseTags/ecpegCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	14668892-ab31-473...	Yüksek
10.04.2023 13:05	DatabaseTags/hepsiburadac...	Cleared, Unacknowledged	Critical	f0909d9-93f8a-4c7f...	Düşük
10.04.2023 13:05	DatabaseTags/trendyolCount...	Cleared, Unacknowledged	Critical	b683508-57f0-40d...	Düşük
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/ecpegCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	83dc1a15-e976-4bc...	Düşük
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/ecptrCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	83c308ca-2db3-476...	Düşük
10.04.2023 13:16	DatabaseTags/shipmentorde...	Cleared, Unacknowledged	Critical	18301c12-3bfc-4a3...	Orta
10.04.2023 13:16	DatabaseTags/shipmentorde...	Cleared, Unacknowledged	Critical	0d8726f9-4c1a-4a3...	Yüksek
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/ecpegCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	820ca159-5970-405...	Yüksek
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/hepsiburadac...	Cleared, Unacknowledged	Critical	4b1eb844-0940-49b...	Yüksek
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/trendyolCount...	Cleared, Unacknowledged	Critical	f487a71e-baa1-478b...	Yüksek
10.04.2023 13:10	DatabaseTags/ecptrCountTa...	Cleared, Unacknowledged	Critical	3d68c03e-7bd3-4bf...	Yüksek
10.04.2023 13:15	DatabaseTags/preparingDate...	Cleared, Unacknowledged	Critical	d8ec4136-4032-41d...	Yüksek
10.04.2023 13:14	DatabaseTags/invoicedDateT...	Cleared, Unacknowledged	Critical	9cc39533-5ce5-44f2...	Yüksek
10.04.2023 13:15	DatabaseTags/readyForCouri...	Cleared, Unacknowledged	Critical	3e312ba5-95fa-4b5...	Yüksek
10.04.2023 13:17	DatabaseTags/shipmentDateT...	Cleared, Unacknowledged	Critical	b355344e-eeff-4e3...	Yüksek
10.04.2023 13:17	DatabaseTags/shipmentDateT...	Cleared, Unacknowledged	Critical	f2022210-4024-452...	Yüksek

Acknowledge | Silence

Şekil 48 Operation SCADA Mimarisi, Alarm Takip Tablosu

Mysql veritabanının kullanıldığı bir yapıda bu süreç ilerlerken, DMN kuralları ve alarm setleri için gerekli veriler MySQL veritabanına kaydedilir. Ignition SCADA, bu verileri okuyarak alarm setlerini oluşturur. Bu sayede, DMN kuralları ve alarm setleri, MySQL veritabanından doğrudan okunarak Ignition SCADA'da kullanılabilir.

5.11.4. Kontrol setlerinin kurulması

Kontrol butonlarının oluşturulması için de benzer bir şekilde tasarım ve konfigürasyon adımları izlenir. Öncelikle bir yeni ekrana ihtiyaç vardır ve bu ekran Ignition Designer arayüzünde oluşturulur. Ekran oluşturulduktan sonra, ekran tasarımında kontrol butonlarının yerleştirilmesi için gerekli alanlar ayrılır.

Daha sonra, kontrol butonlarının özellikleri ve davranışları belirlenir. Bu özellikler arasında, kontrol butonunun rengi, metni, boyutu, etkileşimli olup olmayacağı ve ne tür bir aksiyon gerçekleştireceği gibi bilgiler bulunur. Örneğin, bir kontrol butonu üzerine tıklanıldığında, bir cihazın durumunu değiştirebilir veya bir operasyonu başlatabilir.

Kontrol butonlarının oluşturulmasından sonra, bu butonların hangi verileri veya işlemleri kontrol edeceği belirlenmelidir. Bu aşamada, Camunda BPM Engine

tarafından sağlanan DMN tabloları ve iş süreçleri kullanılabilir. Örneğin, bir kontrol butonu bir DMN tablosunu tetikleyebilir ve bu tablodan gelen karara göre bir işlemi başlatabilir.

Son olarak, kontrol butonlarının özelliklerini ve işlevlerini tanımlamak için Ignition SCADA'nın arka tarafında gerekli ayarlamalar yapılır. Bu ayarlamalar arasında, kontrol butonunun hangi cihaz veya süreçle iletişim kuracağı, hangi verileri okuyacağı veya hangi işlemleri başlatacağı gibi bilgiler yer alır.

Kontrol butonları oluşturulduktan sonra, bu butonların durumları ve hareketleri Ignition SCADA'nın arka tarafında bulunan bir MySQL veritabanı tarafından izlenebilir. Bu veritabanı, kontrol butonlarından gelen sinyalleri alır ve bu sinyallere göre alarmları tetikler. Bu sayede, süreçlerin kontrolü ve yönetimi daha sistematik bir şekilde yapılabilir.

5.11.5. Alarm ve bildirim ayarlarının yapılması

Ignition SCADA kullanarak, endüstriyel otomasyon sistemlerinde meydana gelebilecek alarmların ilgili kişilere bildirilmesi sağlanabilir. Bu bildirimler, e-posta veya SMS yoluyla gönderilebilir.

Bunun için öncelikle, alarmların belirlenerek, SCADA sistemi üzerinde ayarlamalar yapılması gerekmektedir. Bu ayarlamalarla, tesislerde meydana gelebilecek herhangi bir anormalliği tespit ederek, ilgili personelin olaya müdahale etmesi için uyarmak amaçlanır.

Ayarlamalar yapılırken, her alarm için etkilenen kişiler belirlenmeli ve bu kişilerin e-posta adresleri veya telefon numaraları gibi iletişim bilgileri kaydedilmelidir. Bu bilgiler, Ignition SCADA tarafından alarm bildirimlerini göndermek için kullanılacaktır.

Alarm durumunda e-posta veya SMS göndermek için, Ignition SCADA'nın "Alarm Pipeline" özelliği kullanılır. Bu özellik, belirli bir alarm durumunda tetiklenecek bir dizi eylemi otomatik olarak çalıştırır. E-posta veya SMS gönderimi de bu eylemlerden biridir.

Bunun için SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) sunucu bilgileri ayarlanmalıdır. SMTP sunucu bilgileri, e-posta veya SMS'in nereye gönderileceğini belirler. Bu bilgileri Ignition SCADA'da yapılandırarak, e-posta veya SMS gönderimini yapılandırabilirsiniz.

Son olarak, her alarm için bir bildirim profil oluşturulmalıdır. Bildirim profilleri, belirli bir alarm durumunda hangi etkilenen kişilere e-posta veya SMS gönderileceğini belirler. Bu profilleri yapılandırarak, alarmların ilgili kişilere gönderilmesi sağlanır.

Ignition SCADA'nın e-posta veya SMS gönderimi için birçok farklı ayarlaması vardır ve bu ayarlamalar, Ignition SCADA kullanım kılavuzunda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Bu nedenle, kullanıcılar bu kılavuzu inceleyerek, alarmların doğru şekilde ayarlanmasını ve ilgili kişilere bildirilmesini sağlayabilirler.

5.12. Operasyonel Scada Panellerinin Takibi ve Raporlama Süreçleri

Ignition SCADA platformunda birçok rapor türü vardır ve bu raporlar, hazır giyim omni channel süreçlerinde birçok fayda sağlayabilir.

Üretim yönetimi (Production management) raporu, üretim süreçleri hakkında bilgi sağlar. Bu rapor sayesinde, üretim miktarı, kalite kontrol verileri ve iş gücü kullanımı hakkında bilgi elde edilir. Bu sayede, üretim süreçleri daha verimli hale getirilebilir ve kaynaklar daha etkili bir şekilde kullanılabilir. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, üretim kapasitesinin daha iyi yönetilmesi ve ürünlerin zamanında teslim edilmesi sağlanabilir.

Stok takibi (Inventory tracking) raporu, stok yönetimi hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, depolama alanındaki stok miktarı, malzeme tüketimi ve stok seviyeleri gibi bilgileri içerir. Böylece, stokların daha iyi yönetilmesi ve tedarik zinciri süreçlerinin daha etkin hale getirilmesi sağlanır. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, stokların daha iyi yönetilmesi ve müşteri taleplerinin karşılanması sağlanabilir.

Verimlilik izleme (Efficiency monitoring) raporu, makine ve ekipmanların performansı hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, makine kullanım süreleri, makine arızaları ve verimlilik gibi bilgileri içerir. Böylece, ekipmanların daha etkin bir şekilde kullanılması ve süreçlerin daha verimli hale getirilmesi sağlanır. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesi ve ürünlerin daha hızlı üretilmesi sağlanabilir.

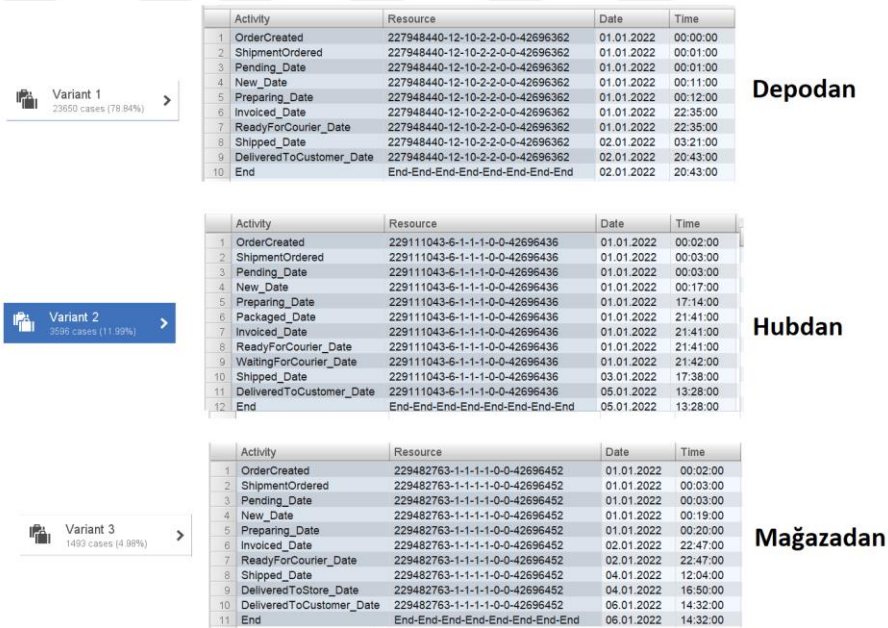
Tarihsel trend (Historical trending) raporu, geçmiş verilerin analizi ile elde edilen trendler hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, geçmiş verileri grafiksel olarak göstererek, süreçlerdeki değişimleri ve trendleri analiz etmeyi sağlar. Böylece, gelecekteki performansı tahmin etmek ve süreçleri daha iyi yönetmek mümkün olur. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, üretim trendleri takip edilebilir ve talep doğrultusunda üretim kapasitesi ayarlanabilir.

Makine arıza takibi (Downtime tracking) raporu, makine arızaları ve iş durmaları hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, makine arızaları, bakım süreleri ve iş durmaları gibi bilgileri içerir. Bu sayede, arızaların nedenleri tespit edilerek, önlem alınması ve süreçlerin daha kesintisiz hale getirilmesi sağlanır. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, makine arızaları takip edilebilir ve müşteri taleplerine uygun olarak üretim süreçleri yönetilebilir.

Kalite güvence (Quality assurance) raporu, ürün kalitesi hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, kalite kontrol verileri, kalite test sonuçları ve kalite iyileştirme süreçleri hakkında bilgi içerir. Bu sayede, ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması sağlanır. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, ürünlerin kalitesi takip edilebilir ve müşteri memnuniyeti artırılabilir.

Veri analizi (Data analysis) raporu, verilerin analizi hakkında bilgi sağlar. Bu rapor, verilerin analiz edilerek, süreçlerin performansı ve işletmenin genel durumu hakkında bilgi verir. Bu sayede, verilerin daha iyi yönetilmesi ve işletmenin daha iyi bir şekilde yönetilmesi sağlanır. Hazır giyim omni channel süreçlerinde bu rapor sayesinde, üretim süreçleri analiz edilebilir ve işletme performansı artırılabilir.

Raporlar, hazır giyim omni channel süreçlerinde birçok fayda sağlayabilir. Örneğin, üretim yönetimi raporu sayesinde, üretim kapasitesi daha iyi yönetilebilir ve ürünlerin zamanında teslim edilmesi sağlanabilir. Stok takibi raporu sayesinde, stoklar daha iyi yönetilebilir ve tedarik zinciri süreçleri daha etkin hale getirilebilir. Verimlilik izleme raporu sayesinde, üretim süreçleri daha verimli hale getirilir ve ürünler daha hızlı bir şekilde üretilir. Tarihsel trend raporu sayesinde, gelecekteki talep tahmin edilebilir ve üretim kapasitesi buna göre ayarlanabilir. Makine arıza takibi raporu sayesinde, makine arızaları takip edilerek, önlem alınabilir ve süreçler daha kesintisiz hale getirilebilir. Kalite güvence raporu sayesinde, ürün kalitesi takip edilir ve iyileştirme süreçleri gerçekleştirilerek, müşteri memnuniyeti artırılır. Veri analizi raporu sayesinde, işletmenin performansı daha iyi analiz edilerek, iyileştirme süreçleri gerçekleştirilebilir.



Şekil 49 Operation SCADA Mimarisi, Alarm Log Takip Tablosu

CAMUNDA BPM ve DMN karar notasyonları ile raporlar arasında birçok bağlantı bulunmaktadır. Örneğin, raporlar, CAMUNDA BPM platformu üzerinde kullanılarak, işletmenin süreçlerini daha iyi yönetmesine yardımcı olabilir. Raporların verileri, CAMUNDA BPM platformunda kullanılan iş süreçleri ile entegre edilebilir ve süreçlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesi sağlanabilir. Ayrıca, DMN karar

notasyonları kullanılarak, raporlardan elde edilen veriler, işletmenin karar verme süreçlerinde kullanılabilir ve işletmenin daha iyi kararlar almasına olanak tanır.

Raporların sağladığı faydalar arasında, işletmenin daha verimli çalışması, müşteri memnuniyetinin artması ve rekabet gücünün artması yer almaktadır. CAMUNDA BPM ve DMN karar notasyonları ile birlikte kullanıldıklarında, raporlar daha etkili bir şekilde yönetilerek, işletmenin daha iyi kararlar almasına ve daha iyi performans göstermesine olanak tanır.

5.13. Otomatize edilebilecek Alarm Reaksiyonları

Hazır giyim firmalarında, SCADA panelleri genellikle üretim departmanında kullanılır. Bu paneller, üretim sürecindeki her adımı izlemek ve kontrol etmek için tasarlanmıştır. Ancak, SCADA panelleri diğer departmanlarda da kullanılabilir.

Örneğin, satın alma departmanı, tedarik zinciri süreçlerini yönetmek için SCADA panellerini kullanabilir. SCADA panelleri aracılığıyla, tedarikçi stokları izlenebilir ve üretim hattındaki malzemelerin tedariki sağlanabilir. Bu sayede, stok yönetimi daha etkin bir hale getirilebilir.

Satış departmanı, SCADA panelleri aracılığıyla üretim hattındaki verimlilik seviyesini izleyebilir ve müşteri taleplerine göre üretim planlaması yapabilir. Bu sayede, satış departmanı, müşteri taleplerine göre üretim planlaması yaparak, müşteri memnuniyetini artırabilir.

Kalite kontrol departmanı, SCADA panelleri aracılığıyla üretim sürecindeki kalite seviyesini izleyebilir. Bu paneller, üretim hattındaki verimlilik seviyesini takip edebilir ve ürünlerin kalite seviyesini kontrol edebilir. Bu sayede, kalite kontrol departmanı, üretim sürecindeki kalite seviyesini artırabilir.

5.14. SCADA ve BI araçlarının kazanım farklılıkları

Bu farklı anlamak için Tablo 4 ve Tablo 5 deki uygulamamızın çıktılarını öncelikle olarak incelersek bizlere bir perpektif kazandıracaktır.

Tablo 4 Operasyonel SCADA uygulaması çıktıları

No	Uygulama Aşamaları	Operasyonel SCADA Uygulaması Çıktıları
1	Süreç Keşfi	Operasyonel SCADA mimarisinde ilk adım önerimiz olan süreç keşfi çalışmaları sonucunda en az 16 Api end point bağlantısının, mevcut omni-channel süreçleri için kullanılması gerektiği tespit edilmiştir.
2	Süreç Analizi	Süreç analiz uygulaması sonucunda ise mevcut verilere bağlı akışların ana varyantının 40 adet olduğu ve bu varyantlar bünyesinde 29.999 adet iş akışı, yani sipariş akışı olduğu tespit edilmiştir.
3	Scada Tasarımına Hazırlık	Süreç Keşif uygulamasında özellikle kargo süreçlerine odaklanılması gerektiği ortaya çıkmıştır, bu amaçla teslim süresinin takibi için kargo firmasından gelecek işlem (transaction) bilgileri için alarm konulması kararı alınmıştır.
4	Scada Sistemi Çıktıları	Scada paneli 7 günlük zaman aralıklarında sorgulandığında; <ol style="list-style-type: none">1. Hafta 85 kişiye siparişin geç ulaştığı1. Hafta teslim oranının %99,4 olduğu2. Hafta 55 kişiye siparişin geç ulaştığı2. Hafta teslim oranının %99,6 olduğu3. Hafta 61 kişiye siparişin geç ulaştığı4. Hafta teslim oranının %99,8 olduğu4. Hafta 91 kişiye siparişin geç ulaştığı4. Hafta teslim oranının %99,5 olduğuVeri gültüsüne sebep olacak veri loglar çıkartıldığına ana gecikme sorununun kargo tedarikçi firmalardan kaynakladığı.Gecikmelerin tamamının mağaza teslim alan kargo firmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

SCADA panelleri, işletmelerin gerçek zamanlı veri toplama, analiz etme ve üretim süreçlerini yönetmelerine yardımcı olan bir araçtır.

Tablo 5 Operasyonel SCADA Mimarisinin Fonksiyonel Faydaları

No	Fayda Alanı	Operasyonel Fayda
1	Keşif	Süreç madenciliği faaliyetleri sayesinde yapılacak süreç keşifleri, mevcut süreç haritalarının, farklı ERP lerle etkileşimi sonrasında canlı süreçlerde nasıl uygulandığını, sayısal veriler ile ortaya çıkaracaktır.
2	Analiz	Süreç Madenciliği faaliyetleri sayesinde işletmede özellikle takip edilmesi gereken, uyarı, alarm bildirim sistemleri sayesinde yetki matrislerindeki sorumlulara iletilmesi gereken olayların önceden tespit edilmesi sağlanacak, bu durumda iş zekası araçları geliştirirken DMN bazlı gerekli karar tetiktliyecilerinin belirlenmesine imkan verecektir.
3	BPMN standart uyumluluğu ve karar motoru desteği	Süreç keşfinden çıkan verilerin ve geçmiş süreç haritalarının BPMN standartlarına çevrilmesi, yeniden endüstriyel standartlara uygun modellemesi, bu modellemelerin ardından diğer yazılımlarla entegre olabilmeleri için karar motorlarına bağlanması, mevcut süreçlerin, iş zekası yazılımları üzerinden artık gerçek zamanlı olarak da takip edilebilmesini sağlayacaktır.
4	DMN standart uyumluluğu ve karar motoru desteği	DMN karar matrislerinin, BPMN modelleri üzerinden yine karar motorlarına bağlanması, hem bu karar seçimlerindeki olası hataların takibini, hemde süreç sahipleri ve süreç mühendislerinin mevcut işleyen ve yıllar içinde kompleks hale süreçleri, ileride daha şeffaf ve kolay analiz edebilmelerini sağlayacaktır.
5	SCADA altyapısı kullanımı ve destek hizmetleri	Geliştirilen tüm karar motoru entegrasyonlarının bir iş zekası raporlama aracına bağlanması ise asıl katmadeğerli faydayı ortaya çıkaracaktır, bu anlamda panel tasarımı, olay takibi, alarm bildirim altyapısı hazır ve yıllar içinde olgunlaşmış olduğu için, SCADA sistemleri bu anlamda hem ekonomik hemde işletmeye, bu uygulamalara geliştirme süreçlerinde yarar sağlayacak sistemler olacaktır.

Bu paneller ayrıca işletmelerin üretim sürecindeki verimliliği artırmalarına ve maliyetlerini azaltmalarına yardımcı olur. İşletmeler bu paneller aracılığıyla verimliliği artırabilir, hataları azaltabilir ve işletmenin üretim kalitesini artırarak, rekabet avantajı elde edebilir.

Power BI gibi iş analitiği araçları ise, işletmelerin büyük veri setlerini analiz etmelerine ve raporlamalarına yardımcı olan bir araçtır. Bu araçlar, işletmelerin verilerini analiz etmelerine ve daha iyi kararlar almalarına yardımcı olur. Power BI aracılığıyla işletmeler, verileri görselleştirebilir ve işletme performansını izleyebilir.

Süreç Keşif çalışması süreç mühendislerinin ve toplam kalite departmanlarının mevcut iş süreçlerini sayısal verilere göre tespit etmelerini sağlayacaktır. Süreç Madenciliği verilerini temel alan analiz çalışmaları aşağıdaki örneklere benzeye anahtar performans göstelerinin(KPI) belirlenmesini sağlayacaktır. Bu kpi ların trendlerinin takip edilmesi ve alarmlara bağlanması süreç performansına direkt etki edecek unsurlardandır. Bu kapsamda aşağıdaki KPI lar iş akışı performansında kullanılabilir.

Ana iş akışı için KPI kullanım örnekleri;

1. Genel kargo teslim süre ortalaması
2. Genel kargo gecikme oranı
3. Mağazadan kargo teslim süre ortalaması
4. Mağazadan kargo gecikme oranı
5. Depodan kargo teslim süre ortalaması
6. Depodan kargo gecikme oranı

Tedarikçi Raporlamalarında KPI kullanım örnekleri:

1. Genel kargo teslimine göre tedarikçi, teslim süre ortalama sıralaması
2. Mağazadan kargo teslimine göre tedarikçi, teslim süre ortalama sıralaması
3. Depodan kargo teslimine göre tedarikçi, teslim süre ortalama sıralaması

Power BI aracılığıyla yapılan analizler, işletmelerin finansal durumunu takip etmelerine, müşteri davranışlarını izlemelerine ve işletmenin performansını yönetmelerine yardımcı olabilir.

Uygulamanın yapıldığı organizasyondaki süreç mühendisleri ile yapılan mülakatta, uygulamanın sağlamış olduğu scada panellerinin aşağıdaki organizasyonel avantajları sağlayabileceği geri dönüşü alınmıştır;

1. Mevcut operasyonel scada mimarisinin, mikroservis mimari ile uyumlu olduğu
2. Bu uyum sayesinde yapılan entegrasyonun süreci canlı takibine yardımcı olarak efor kazancı sağlayacağı.
3. SCADA panelleri sayesinde yapılacak anlık takibin ve alarm tetiklemelerinin süreç mühendisleri ve süreç sahiplerine, aksiyon almak, oluşabilecek dar boğaz ve anomalileri daha etkin takip etmek için zaman kazandıracağı.

SCADA sistemleri bünyesindeki hale hazırda bulunan pek çok göster (widget) teknolojisinin, süreçlerin anlık (real-time) takibi için, hem fiyat hemde efor faydası sağlayacağı.

SCADA panelleri ve Power BI gibi analitik araçlar arasındaki seçim farkı, işletmelerin hangi ihtiyacına cevap vereceğine bağlıdır. SCADA panelleri işletmelerin very yada ürün üretim süreçlerini yönetirken, BI araçları işletmelerin geçmiş, anlık olmayan verilerini analiz etmelerine olanak sağlar.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hazır giyim şirketlerinin çok kanallı, e-ticaret ve lojistik süreçlerinin geliştirilmesi ve olgunluğunun artırılması, günümüzün rekabetçi pazarında, sektörel başarı için kritik bir faktördür. Bunu başarmak için süreç operasyonlarının sürekli takip edilmesi ve olgunlaştırılması gerekmektedir. Süreç madenciliği analizini ve süreç keşfi için Alpha Miner algoritmasını kullanmak mevcut iş akışlarının sayısal verilerle keşfedilmesini sağlayacaktır. Sonraki aşamada darboğazların izlemesi için BPMN ve DMN tabanlı bir SCADA sistemi kurmak, operasyonel alarmaları ve olayları sürekli takip etmek, o işletmenin süreç mühendisleri için güvenilir bir altyapı oluşturacaktır.

Bu tezde, Alpha Miner algoritması ile süreç keşfinin, süreç madenciliği çalışmalarının, kurulacak SCADA altyapısının faydasını nasıl artırabileceğini ve bir hazır giyim şirketinin bu yöntemleri uygulayarak ne tür verimlilik artışları elde edebileceğini inceledik ve tüm bu faaliyetleri operasyonel SCADA mimarisi olarak adlandırdık. Yaptığımız uygulama sonucunda da yeni kpi göstergelerinin tespit ihtiyacını keşfettik, bu süreçte mimarinin bizlere Tablo 4 , Tablo 5 deki kazanımları sağladığını tespit ettik.

Hazır giyim şirketleri, darboğazları izlemek için BPMN ve DMN tabanlı, karar motoru destekli SCADA sistemini daha da geliştirmek için, sistemin kendi çıktılarını, analizlerini yine sistemi geliştirmek için kullanabilir. Yani operasyonel SCADA mimarisi kendini besleyen, sürekli yeni KPI önerilerinde bulunan bir sistemdir. Bu sayede mevcut yazılım altyapısının yaşam döngüsü devamlı ilerleyecektir, BPMN ve DMN modelleri, süreç akışlarının ve süreçteki karar verme noktalarının görselleştirilmesine yardımcı olarak süreç akışının izlenmesini ve optimize edilmesini kolaylaştıracaktır. Kurulacak operasyonel SCADA sistemi, süreç sahiplerinin üretim sürecini gerçek zamanlı olarak izlemelerine ve standart süreç akışından sapmaları belirleyerek hızla düzeltici önlem almalarına olanak tanıyacaktır. Çünkü büyük endüstriye yazılım mimarilerinin ana problemi, sistemin aşırı büyümesi ve karmaşıklaşması sonucundan, gerçek zamanlı takibin, takımlar arası iletişimin, mevcut raporlama sistemlerinin giriftli, karmaşık hale gelmesinden dolayı her geçen gün zorlaşmasıdır. Özellikle mikroservis tabanlı sistemlerde bu tür SCADA altyapıları, tıpkı enerji sektöründeki gibi yönetsel ekiplere yardımcı olacaktır. Uygulamanın

sonuçları inceleme için uygulama çıktıları, operasyonel fayda alanları ve organizasyonel fayda alanları şeklinde üç farklı perspektiften bakabiliriz.

Tablo 4 te belirtildiği üzere Operasyonel SCADA mimarisinin uygulaması dört aşamadan oluşmaktadır, süreç keşfi, süreç analizi, SCADA panel tasarımı ve kurulan SCADA sisteminden çıktıların alınması. Bu sistemin kurulması sürecinde Tablo 5 teki operasyonel aşamalar uygulanmalıdır. Ardından gerekli performans göstergelerinin kullanılması, ilgili organizasyon için özellikle süreç olgunlaştırma çalışmalarında fayda sağlanacaktır.

Ayrıca, Operasyon SCADA mimarisine uygun iş zekası çözümleri ile, hazır giyim şirketleri, iş akışlarını anlık verilerle kayıt altına alabilir, olgunlaştırma çalışmalar ile de meslek odalarına ait teknik endüstri yönetmeliklerine ve uluslararası kalite standartlarına daha hızlı uyum sağlayabilir.

Sonuç olarak uygulama sonrası işleyişe baktığımızda, tüm bu faaliyetler, sırasıyla süreç madenciliği analizi, Alpha Miner algoritması ile süreç keşfi, BPMN modelleme ve DMN tabanlı karar tetikleyicilerinin, karar moturu üzerinden bir SCADA paneline entegre kullanarak oluşturulacak iş zekası uygulamaları, tüm bu çalışmalar, özellikle mikroservis mimarilerinin yaygın olarak kullanıldığı, pek çok erp sisteminin entegre çalıştığı, kompleks yazılımların anlık takibini, doğal olarakda büyük işletmelerinin süreç akış davranışları, trendlerini daha verimli takip etmelerini sağlayacaktır. Kurulan sistem üzerinden gelen verilere göre, devamlı olarak yeni performans göstergeleri geliştirilebilecek, oluşan göstergeler ilgili mikroservislerle entegre edilerek, sistemin tıpkı canlı bir organizma gibi genetik yapısının gelişmesi, evrilmesine imkan sağlayacaktır. Operasyonel SCADA mimarisi tabanlı geliştirilen, sistemlerden elde edilecek göstergeler (KPI), süreç olgunlaştırma çalışmalarına güvenilir bir veri kaynağı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, Orhan. , Aydınlı, Cumhur. « ISO 9001 Kalite Yönetim Sisteminin Bilişim Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların İşletme Performansı Üzerine Etkileri: Ankara İli Örneği » (2016): 367.
- Altun, Cankal. «Akıllı Ev Cihazlarının Dijital İkizleri Üzerinden Sosyal Ve Bilişsel Beceriler Kazanarak Liberalleşmesi İçin Sis Bilişim Ve Dağıtık Hesap Defteri Teknolojisi Tabanlı Bir Mimari Tasarım » (2020): 39.
- Bayındır, Ramazan., Kaplan, Orhan., Bayyigit, Cem., Sarıkaya, Yunus., Hallaçlıoğlu, Muharrem. «Plc ve Scada Kullanılarak Bir Endüstriyel Sistemin Otomasyonu» (2011): 108.
- Brina, Buh. Kovačić, Andrej. Mojca, Indihar Štemberger. «Economic Research-Ekonomska Istraživanja» 2015.
- Crosby, Philip B. «Quality Is Free: The Art Of Making Quality Certain» (1979): 11-20.
- Çörekçioğlu, Mustafa. «Dokuma Tezgahlarında Çizelgeleme Yaklaşımının İş Süreçleri Modelleme Notasyonu (Business Process Modeling Notation - Bpmn) İle Gösterimi» (2006).
- Davenport, Thomas H. «Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology» (1993): 11-20.
- Deming, William Edwards. «OUT OF THE CRISIS» (1982): 60.
- Doğan, Onur. «Süreç Madenciliğine Genel Bakış: Süreç Akış Keşfi İçin Alfa Algoritması» (2020): 967-971.
- Dumas, Marlon. «Fundamentals Of Business Process Management » (2012): 48-60.
- Dumas, Marlon. «Fundamentals Of Business Process Management» (2013): 32.

- Hammer, Michael «Process Reengineering: The Key To Corporate Transformation» (1990): 104-112.
- Hammer, Michael. Champy, James. «Reengineering The Corporation» (1994).
- Hayes, J. «Principles And Practices Of Successful Process»(2007): 3-10.
- Hevner, Alan R. «Design Science In Information Systems Research»(2004): 75-105.
- Howard Smith, Peter Fingar. «Business Process Management: The Third Wave»(2003): 8.
- İlisulu, Fadime. Tarhan, Ayça. Türetken, Oktay. «İş Süreci Olgunluğu İçin Bir Öz-Değerlendirme Aracı» (2015).
- Jeston, J. Nelis, J. «Business Process Management: Practical Guidelines To Successful Implementation» (2006).
- Kopetz, H. «Real-Time Systems Design And Analysis» (2017): 42.
- Kumar, M., Antony, J.. «Lean Six Sigma: Research And Practice» (2010): 68.
- Kumaş, Esra., Erol, Serpil. «Endüstri 4.0’da Anahtar Teknoloji Olarak Dijital İkizler. Politeknik Dergisi» (2021): 694.
- Ludwig, Markus. Weidlich, Matthias. Van Der Aalst, Wil. «Business Process Management: A Survey» (2008): 4.
- Mantel, Pieter. «Process Mining: A Research Agenda» (2010): 11-20.
- Ouyang, C. «Business Process Modeling, Simulation And Design» (2015): 78.
- Owen, M. And Raj, J. «Bpmn And Business Process Management, Business Process Trends»(2003)12-22.
- Pyzdek, Thomas «The Six Sigma Handbook»(2009): 38.
- Sebetci, Özel. Sebetci, Esin. Günay, Mustafa Burak. «İş Süreç Yönetimi (Bpm) Ve İş Akış Yönetimi (Wfm) Kavramlarına Yaklaşım».

Smith, Adam. «An Inquiry Into The Nature And Causes Of The Wealth Of Nations» (1776): 456.

Soydan, Sema. « Süreç Yönetimi Ve İyileştirilmesi Üzerine Bir Uygulama » (2006): 11.

Sönmeztürk Bolatan, Gülin İdil. «Kalite 4.0» (2020): 440.

Taylor, Frederick Winslow «Principles Of Scientific Management» (1911): 123.

Van Der Aalst, Wil «Workflow Management: Models, Methods, And Systems» (2004): 67.

Weber, Barbara «Data-Driven Process Discovery And Analysis» (2013): 21-30.

Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. “Data Mining: Practical Machine Learning Tools And Techniques» (2016): 231.

Xu, Y. Wang, H. «Business Process Management: A Formal Approach. Springer Science & Business Media» (2012): 143.

Žabjek, D. Kovačič, A. Indihar Štemberger, M. «Business Process Management As An Important Factor For A Successful Erp System Implementation. Economic Research-Ekonomiska Istraživanja»(2008): 1-18.

İnternet Kaynağı

Capterra, **Ignition SCADA** ,

<https://www.capterra.com.sg/software/200185/ignition-scada>, ET:06.04.2023

DBConvert , **Building Docker Images for DBConvert Tools** ,

<https://dbconvert.com/blog/building-docker-images-for-dbconvert-tools/>,

ET:31.03.2023

Docker , **Get Started** , https://docs.docker.com/get-started/08_using_compose/,

ET:29.03.2023

Electrical Engineering Portal , **SCADA operation** , <https://electrical-engineering-portal.com/scada-operation>, ET:09.03.2023

Fluxicon , **Disco** , <https://fluxicon.com/disco/>, ET:17.03.2023

IBM , **BPMN** , <https://www.ibm.com/cloud/blog/bpmn>, ET:10.03.2023

Industrial Automation , **SCADA/HMI** ,
<https://www.industrialautomation.us/services/scada-hmi/>, ET:08.04.2023

LINX , **Workflow Meets Low Code** , <https://linx.software/blog/workflow-meets-low-code/>, ET:01.04.2023

Program-PLC , **Software** , <https://program-plc.blogspot.com/search/label/Software>,
ET:05.04.2023

ProM Tools, **ProM 6 Tutorial**, <https://promtools.org/prom-6-tutorial/introduction/>,
ET:05.03.2023

ResearchGate , **Configuring CSV Data for Process Mining Fluxicon Disco**
https://www.researchgate.net/figure/Configuring-CSV-data-for-process-mining-Fluxicon-disco_fig2_232219701, ET:18.03.2023

ResearchGate , **Some Mining Results fort the Process Perspective (a) and Organizational (b and c)** , https://www.researchgate.net/figure/Some-mining-results-for-the-process-perspective-a-and-organizational-b-and-c_fig2_222816292, ET:08.03.2023

ResearchGate , **Typical Process Patterns and the Footprints They Leave in The Event Log**, https://www.researchgate.net/figure/Typical-process-patterns-and-the-footprints-they-leave-in-the-event-log_fig12_278691450,
ET:06.03.2023

Software Connect , **Ignition Perspective** , <https://softwareconnect.com/factory-automation/ignition-perspective/>, ET:07.04.2023

Springer , **Decision Model Example** , http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39564-7_17, ET:11.03.2023

ZDNET , **Docker container support coming to Microsoft's next Windows Server Release** , <https://www.zdnet.com/article/docker-container-support-coming-to-microsofts-next-windows-server-release/>, ET:30.03.2023

