T.C.

MALTEPE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ALÜMİNYUM DÖKÜM FABRİKASINDA UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED EMRE TUĞLU

151403101

Danışman Öğretim Üyesi:

Yrd. Doç. Dr. SİNAN APAK

İstanbul, Eylül 2017

T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

05.10.2017 tarihinde tezinin savunmasını yapan Muhammed Emre TUĞLU' ya ait "Endüstri 4.0'ın Bir Alüminyum Döküm Fabrikasında Uygulanması" başlıklı çalışma, Jürimiz Tarafından Fen Bilimleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi Olarak **Oy Birliği/Oy Çokluğuyla** Kabul Edilmiştir.

.....

Yrd.Doç.Dr. Sinan APAK
(Başkan)
(Danışman)

.....

Doç. Dr. Süleyman ERSÖZ
(Üye)

.....

Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK
(Üye)

maltepe üniversitesi istanbul www.maltepe.edu.tr 1997 Marmara Eğitim Vakfı İstanbul maltepe university istanbul www.maltepe.edu.tr

YEMİN METNİ

05/10/2017

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ALÜMİNYUM DÖKÜM FABRİKASINDA UYGULANMASI" adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar olan bütün süreçlerinde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın tarafımca yazıldığını ve yararlandığım bütün eserlerin "Kaynakça"da gösterilenlerden oluştuğunu, "Kaynakça"da yer alan bu eserlerden metin içinde atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.

Öğrenci Numarası
151403101

Adı-Soyadı
MUHAMMED EMRE TUĞLU

İmza

ENDÜSTRİ 4.0'IN BİR ALÜMİNYUM DÖKÜM FABRİKASINDA UYGULANMASI

ÖZET

Endüstri 4.0 dünyada ve Türkiye'de yeni bir kavramdır. Küresel sanayi otoriteleri ve üniversiteler, fabrikalarda Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleşmesini tavsiye etmektedir. Fabrikalarda bu dönüşümünün yapılması gerekliliğine inanılmakla birlikte bu dönüşümün nasıl yapılacağı konusunda belirlenmiş bir standart ve metodoloji bulunmamaktadır. Tezimiz ile bu belirsizliğin ortadan kalkması sağlanmıştır.

Endüstri 4.0 dönüşümü yapmak isteyen fabrikalar için yol haritası oluşturulmuştur. Bu çalışmada dünyadaki örnek uygulamalarda ve literatürde yer aldığı şekliyle Endüstri 4.0 dönüşüm uygulaması ele alınarak bir fabrikada uygulaması sağlanmıştır.

Endüstri 4.0 konusunda dünyada birkaç fabrikada pilot uygulamalar var. Bu pilot uygulamaları araştırdık ve bizim uygulamamızı tasarlanıp gerçekleştirdik. Son bölümünde de bu tasarı bir fabrikada uygulanıp sonuçları değerlendirilmiş ve metodun verimli bir şekilde çalıştığı sonucu ortaya çıkmıştır.

APPLICATION OF INDUSTRY 4.0 AN ALUMINUM CASTING FACTORY

ABSTRACT

Industry 4.0 is a new concept in the world and in Turkey. Global industrial authorities and universities recommends the conversion of the industry to 4.0. The factories believe that this transformation is necessary but there is no standard and methodology for how transformation is done. Our work has finished this uncertainty.

This study examines the world's 'industry 4.0' transformation applications and has been implemented in a factory. A roadmap was created for factories that wanted to make the 'Industry 4.0' transformation.There are pilot applications in several factories around the world for Industry 4.0. We searched these pilot applications and designed and implemented our application. In the last part, the results of the application were evaluated, the result is that the method works efficiently.

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında verdiği fikirler ile bana yol gösteren, yoğunluğuna rağmen vaktini ayıran, bilgisini, deneyimini ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Sayın Yrd.Doc.Dr. Sinan APAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Manevi desteği ile her zaman yanımda olan eşim Müsemma TUĞLU'ya, kızım Sevde Ece TUĞLU'ya, aileme, katkıları ve destekleri için bana yardımcı olan yöneticilerime ve iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Muhammed Emre TUĞLU

İSTANBUL, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
KISALTMALAR LİSTESİ viii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
1. GİRİŞ 1
2. ENDÜSTRİ 4.0 3
2.1 Endüstri 4.0 Kavramı 3
2.2. Neden Endüstri 4.0? 4
2.3. Endüstri 1.0'dan 4.0'a Yolculuk 5
2.4. Endüstri 4.0 Ne Zaman ve Nerede Doğdu? 6
2.5. Dikey ve Yatay Entegrasyon 6
2.6. Endüstri 4.0'ın Yapısı ve Bileşenleri 7
2.6.1. IoT Nesnelerin İnterneti 8
2.6.2. Big Data ve Analizi 11
2.6.3. Siber Fiziksel Sistemler 12
2.6.4. Otonom Robotlar 15
2.6.5. Simülasyon 16
2.6.6. Bulut 17
2.6.7. Siber Güvenlik 18
2.6.8. 3D Yazıcılar 20
2.6.9. Zenginleştirilmiş Gerçeklik 21
2.6.10. Artırılmış Gerçekliğin Endüstride Kullanımı 22
3. METODOLOJİ 24
3.1. Fabrikada İhtiyaç Analizi 24
3.2. Projelendirme 25
İmalatta Anlık Adet ve Fire Miktarının Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 25
Yetkin Olmayan Operatörün Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 25
Arızaların, Duruşların Anlık Olarak Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 26

Tezgah ve Operatör Verimliliklerinin Takip Edilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 26
Anlık İmalat OEE Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 26
Hatalı Kalıp Kullanımının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 27
Hatalı Hammadde Kullanımı Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 28
Proses Kontrol Ve Yarımamül Kalite Kontrol Periyotlarında Sapmanın Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 28
İş Merkezinde Bulunan Tezgahların Parametrelerinin Doğru Şekilde Set Edilmemesi Veya Üretim Esnasında Bu Parametrelerin Korunamamasının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 29
Yarımamül Kasalarının Yönetilebilmesi ve Yarımamül İzlenebilirliğinin Sağlanamabilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 29
İş Merkezinde Oluşabilecek Arıza Sonrası Üretimin Alternatif Tezgahlara Kaydırılmasın İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 29
4. Alüminyum Döküm Fabrikasında Uygulanması 31
İmalatta Anlık Adet Ve Fire Miktarının Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 31
Yetkin Olmayan Operatörün Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 33
Arızaların, Duruşların Anlık Olarak Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması35
Tezgah Ve Operatör Verimliliklerinin Takip Edilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 38
Anlık İmalat OEE Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 39
Hatalı kalıp Kullanımının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 41
Hatalı Hammadde Kullanımı Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 42
Proses Kontrol Ve Yarımamül Kalite Kontrol Periyotlarında Sapmanın Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 43
İş Merkezinde Bulunan Tezgahların Parametrelerinin Doğru Şekilde Set Edilmemesi Veya Üretim Esnasında Bu Parametrelerin Korunamamasının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 44
Yarımamül Kasalarının Yönetilebilmesi ve Yarımamül İzlenebilirliğinin Sağlanamabilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması 45
İş Merkezinde Oluşabilecek Arıza Sonrası Üretimin Alternatif Tezgahlara Kaydırılmasın İçin Endüstri 4.0 Uygulaması..... 45
4.1. Uygulama Bulguları..... 46
5. SONUÇ 47
6. TARTIŞMA 48
KAYNAKÇA..... 49

KISALTMALAR LİSTESİ

OEE : Toplam Ekipman Verimliliği (Overall Equipment Effectiveness)

CPS : Cyber Physical Systems (Siber Fiziksel Sistemler)

ERP : Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)

MES : Manufacturing Execution System (İmalat Yönetim Sistemi)

HMI : Human Machine Interface (İnsan Makine Arayüzleri)

IoT : Internet of Things (Nesnelerin interneti)

ISF : Intelligent-Smart Factories (Akıllı Fabrikalar)

BI : Business intelligence (İş Zekası)

BPM : Business Process Management (İş Süreçleri Yönetimi)

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition (Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama)

PLC : Programmable Logic Controller (Programlanabilir Lojik Kontrolörler)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Endüstri 1.0 dan 4.0'a Yolculuk [1] 5
Şekil 2 Endüstri Devrimleri [2] 6
Şekil 3 Endüstri 4.0'ın Bileşenleri [3] 7
Şekil 4 2025 yılında IoT uygulamaların öngörülen pazar payları [15] 10
Şekil 6 Bulut Bilişim [26] 17
Şekil 7 Siber Uzay Elemanları [27] 18
Şekil 8 Siber Tehdit Kaynakları [28] 19
Şekil 9 Siber Güvenlik [29] 19
Şekil 10 OEE Bileşenleri Arasındaki İlişki 26
Şekil 11 Scadanın Sistemler Arasında İletişim Kurması 32
Şekil 12 ERP'de Tasarlanıp Kodlanan HMI 33
Şekil 13 İş Merkezlerinin ERP'ye Tanımlanması 34
Şekil 14 Polivalans Tablosunun ERP'ye Tanımlanması 34
Şekil 15 ERP'de Operatörün Kendini Sisteme Tanıtma Menüsü 35
Şekil 16 Duruş Kodlarının ERP'ye Tanımlanması 36
Şekil 17 Duruş Sebebi Giriş Menüsü 37
Şekil 18 SQL de ERP'nin Tezgahları Durdurduğunu Gösteren Tablo 37
Şekil 19 OEE bileşenlerinin iş merkezi bazlı takip edildiği menü 38
Şekil 20 OEE Bileşenlerinin Hesaplanması 40
Şekil 21 OEE Hesaplanma Örneği 41
Şekil 22 Proses Kontrol Parametrelerinin Tanımlanma Menüsü 43
Şekil 23 Proses Kontrollerinin Yönetildiği Menü 44

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi……..12

Tablo 2 Siber-Fiziksel Sistemlerin Özelliklerinin Karşılaştırılması……13

Tablo 3 OEE Bileşenlerinin Hesaplanması…….38

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Tezgah,Erp,SQL Ortak Çalışması İçin Geliştirilen Troya Kodu……..54

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 dünyada ve Türkiye'de yeni bir kavramdır. Küresel sanayi otoriteleri ve üniversiteler, fabrikalarda Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleşmesini tavsiye etmektedir. Ancak bu dönüşümün nasıl yapılacağı konusu belirsizdir. Tezimiz ile bu belirsizliğin ortadan kalkması amaçlanmıştır. Tezimizde Endüstri 4.0 dönüşümü yapmak isteyen fabrikalar için yol haritası oluşturacaktır. Hem ülkemizde hem dünyada fabrikalar kaynaklarını daha verimli kullanılacak, karlılıkları yükselecektir.

Günümüz küresel rekabet ortamında ülkeleri ayakta tutan ekonomileri, ekonomileri ayakta tutan sanayiler ve sanayileri ayakta tutan ise imalat maliyetlerinin düşük OEE'lerin yüksek olmasıdır.Çinde imalat maliyetlerinin düşüklüğü Avrupa'daki imalat sektörünün yok olmasına neden olmaktadır.Avrupa sanayi sektörünü canlı tutabilmek için imalatta OEE'leri yüksek tutarak maliyetleri düşürmeyi amaçlamaktadır. OEE'leri yüksek tutabilmek için kaynakların etkin kullanıldığını anlık olarak yönetmek zorundayız. Kaynakların etkin kullanılmasını yönetmediğimiz her an maliyetlerin yükseldiği OEE'lerin düştüğü anlardır.

İmalat yönetim sistemleri kurulurken imalatın her saniyesini takip etmek ve her saniye değişen parametrelere göre yeni karar verebilecek ve bu kararları uygulayabilecek şekilde kurulmalıdır.

OEE'nin sürekli yüksek kalması için imalat sistemi;

- Şartların değiştiği çok hızlı fark edilmeli
- Yeni optimal çözüm çok hızlı bulunmalı
- Bulunan bu çözüm çok hızlı uygulamalı

İmalattaki değişiklikleri anlık olarak takip etmek için mevcut teknolojiler yetersiz kalmaktadır. İmalat değişiklikleri bile takip edilemezken bu değişikliklere göre yeni alternatif çözümlerin bulunması ve bu çözümlerin uygulanması söz konusu olmamaktadır. Endüstri 4.0 bu konuda komple bir konsept oluşturmakta ve OEE düşmeye başladığı anda yeni çözümler oluşturup bu çözümleri devreye alarak OEE'nin otomatik olarak yükselmesini sağlamaktadır. Burada OEE'nin sürekli online olarak ölçülmesi kıyaslanması ve OEE düşmeye başlandığında

yeni kararların yapay zeka ile alınması ve uygulamanında siber fiziksel sistem ile gerçekleştirilmesi sistemin temel yapısını oluşturmaktadır.

Endüstri 4.0 sisteminde bütün algılama, karar verme ve uygulama işlemleri CPS(siber fiziksel sistem)'ler yapacağı için insanın işin içinde olması minimumdadır. İşin içinde insan olmayacağı içinde sistem çok hızlı çalışmaktadır. Sistemde insana ihtiyaç olmayacağı ve aydınlatma ihtiyacı da olmayacağı için bu tür fabrikalara "karanlık fabrikalar" da denilmektedir. Çalışmamızın ikinci bölümünde Endüstri 4.0 literatürü incelenmiştir. Üçüncü bölümde fabrikada uygulama adımlarına ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise uygulama yapılmış ve elde edilen bulgular yazılmıştır. Son bölümde yani sonuç bölümünde ise çalışma ile ilgili sonuçlara ve tartışmalara, model ile ilgili yapılabilecek çalışmalara yer verilmiştir.

2. ENDÜSTRİ 4.0

Uzakdoğunun, Avrupa ile arasındaki teknolojik üstünlükte farkı kapatmış olması, aynı tasarımdaki ürünleri Avrupa ile eş zamanlı hatta Avrupalı üreticilerden hem daha hızlı hemde birkaç kat daha ucuza piyasaya sokuyor olması Avrupadaki imalat sektörünü çok hızlı bir şekilde yok etmektedir. Örnek olarak, İngilizlerin prestijli markalarından olan Land Rover ve Jaguar markalarının Hindistanlı TATA tarafından satın alınması, İsveç markası olan Volvo'nun ise Çinli Gelly tarafından satın alınmış olması ile Avrupanın kaleleri yıkılmaktadır. Avrupa imalatçıları strateji değiştirerek tüm çabalarını tesislerin OEE değerlerini maximum da tutarak maliyet rekabetinde tekrar oyuna girmeye çalışmaktadır.

Teknoloji ve tasarımda Avrupaya eş durumda olan, maliyet ve hızda ise Avrupadan çok daha üstün olan Uzakdoğu ile Avrupanın mücadelesinde Avrupa'nın yeni stratejisinin adı Endüstri 4.0 dır.

2.1 Endüstri 4.0 Kavramı

Endüstri 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi çağdaş otomasyon sistemlerini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terimdir. Endüstri 4.0 da her biri farklı PLC tarafından yönlendirilen makineler, bir bütün olarak ana bilgisayarların kontrolüne girecek. Buna Akıllı Fabrika Dönemi, Akıllı Üretim Dönemi(Intelligent-Smart Factories) deniliyor.

Bu devrim, üretim ortamında, her bir verinin online toplanmasına, verilerin online analiz edilip kararların online verilmesine, online olarak verilen kararların yine online olarak uygulanmasına, olanak sağlayacağı için daha verimli iş modelleri ortaya çıkacaktır. Bu devrim nesnelerin interneti, internetin hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünüdür. Aynı zamanda bu yapı akıllı fabrika sisteminin oluşmasında büyük rol oynar."Endüstri 4.0" büyük ölçüde kendi kendini yöneten üretim süreçlerini mümkün kılacak, akıllı, dijital olarak ağa bağlı sistemler tarafından sağlanmaktadır. Industrie 4.0 dünyasında, insanlar, makineler, teçhizatlar, lojistik sistemleri ve ürünler doğrudan

birbirleriyle iletişim kurmakta ve işbirliği yapmaktadır. Üretim ve lojistik süreçleri, imalatın daha verimli ve esnek hale getirilmesi için şirket sınırları boyunca akıllıca entegre edilmiştir.

2.2. Neden Endüstri 4.0?

Klasik üretim sistemlerinde veriler günde birkaç kez gözden geçirilir ve birkaçkez durum değerlendirilmesi yapılarak yeni kararlar alınır ve uygulanır. Endüstri 4.0 sistemi ile veriler CPU hızında toplanır, gözden geçirilir, değerlendirilip karar verilir ve bu kararlar uygulanarak sonuçları tekrar CPU hızında gözden geçirilerek bu döngü klasik metoda kıyasla günde sonsuz kez yapılır.

Aşağıdaki özellikler uzak doğulu imalatçıları Avrupalı imalatçıların önüne geçirmektedir. Endüstri 4.0'ın firmaların maliyet bazlı yalınlaşmasını ve operasyon bazlı hızlanmasını hedeflemektedir.
Aşağıdaki başlıklar incelendiğinde Uzakdoğu işçilik maliyetlerinin düşük olması. Avrupa üzerinde üstünlük sağlamasında, çok küçük bir etken değil. Zira aşağıdaki başlıklarda üstünlük sağlayabilmek için gerekli olan ucuz işgücü değil, çalışma metodlarıdır.

Piyasaya sürme süresini kısaltmak:

- Daha kısa inovasyon döngüleri
- Daha karmaşık ürünler
- Daha küçük lotlar

Daha esnek imalat ihtiyacı:

- Çok hızlı değişen pazarlar
- Maximum otomasyon
- Kişiselleştirilmiş seri üretim ihtiyacı

Verimlilik Artışı:

- Daha az kaynak ile daha fazla üretim,
- Enerji verimliliği,

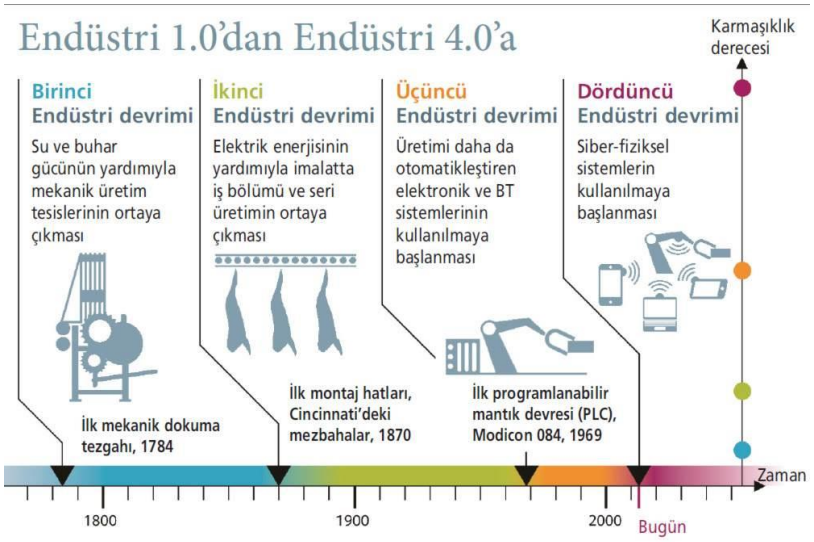
- Gereksiz eylemler için robot kullanımı,
- Daha yalın ve daha esnek imalat,

2.3. Endüstri 1.0'dan 4.0'a Yolculuk

Endüstri gelişimi 4 ana devrim ile tanımlanmaktadır. Birçok oterite sonuncu devrim olan Endüstri 4.0'ı ise "devrim olarak görmemekte"dir. Bunun sebebi olarak da devrim niteliği taşıyan çok köklü değişiklik gerçekleşmemiş olması sadece elde olan teknolojilerin farklı metodla kullanılıyor olmasını düşünmekteler. Metodun devrim niteliği taşımamasına rağmen sonuçları itibari ile devrim sayılabilir.



Şekil 1 Endüstri 1.0 dan 4.0'a Yolculuk [1]



Şekil 2 Endüstri Devrimleri [2]

2.4. Endüstri 4.0 Ne Zaman ve Nerede Doğdu?

Dördüncü Endüstriyel Devrimi anlamına gelen 'Endüstri 4.0' ifadesi ilk olarak 2011 yılında Hannover Fuarında kullanılmıştır. Alman Hükümeti tarafından 2012 yılında oluşturulan Endüstri 4.0 çalışma grubunun 2013 yılında hazırladığı nihai rapor ile proje detaylı olarak tanımlanmıştır.

2.5. Dikey ve Yatay Entegrasyon

• Dikey Entegrasyon: Pazarlama,Satış, Planlama, İmalat (ERP, MES)

• Yatay Entegrasyon: Tedarikçiler, Üreticiler, Lojistik, Dağıtıcılar, Müşteriler

2.6. Endüstri 4.0'ın Yapısı ve Bileşenleri

Endüstri 4.0 aşağıdaki bileşenlerin etkileşimli şekilde çalışarak tesisin OEE'sinin sürekli yüksek tutulmasını sağlarlar. Endüstri 4.0'ı devrim olarak görmeyenlerin düşüncesi ise aşağıdaki bileşenlerin hemen hepsinin zaten uzun yıllardır kullanımda olması. Endüstri 4.0'ın bileşenlerinde eksik kalan bir husus bu kavramın anlaşılmasını zorlaştırmıştır. Eksik kalan kavram ise bu bileşenlerin tamamını yöneten ve aralarındaki entegrasyonu sağlayacak olan ERP sistemidir.



Şekil 3 Endüstri 4.0'ın Bileşenleri [1]

2.6.1. IoT Nesnelerin İnterneti

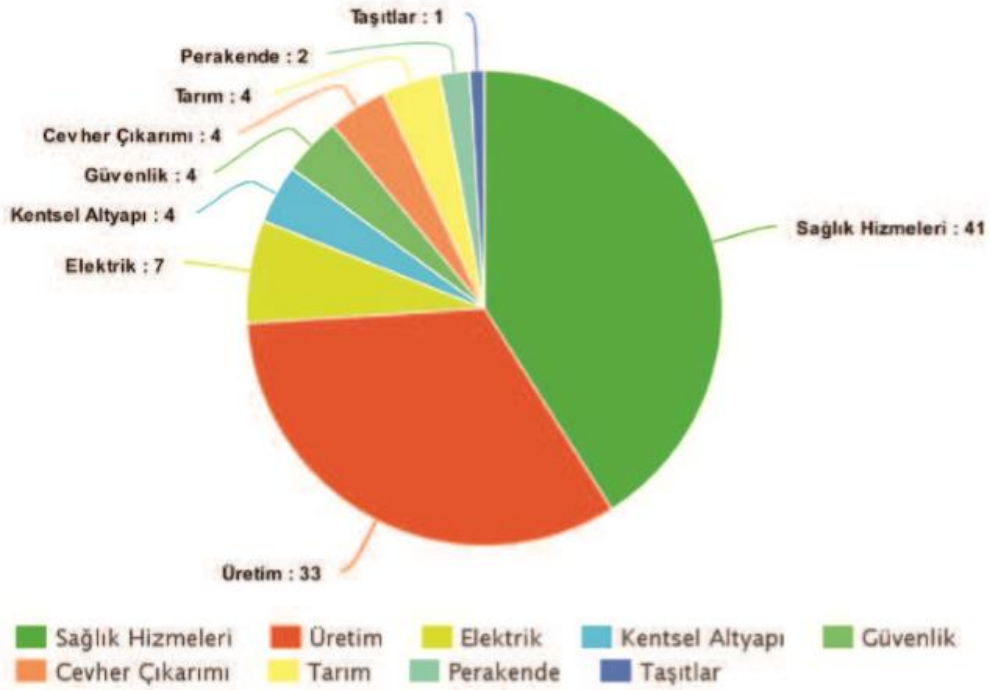
IoT (Nesnelerin İnterneti) tekrarlanmaz şekilde IP alan nesneler ve bu nesnelerin networkte bulunmasıdır. Bağlı bulunan nesneler birer acces point olabiliyor ve online veri iletişimi yapabiliyor. [4]

Nesnelerin kapsamı sensörler, veri tabanları, diğer cihazlar veya yazılım olabilir. Sensörler kalp pilleri, GPS(Global Positioning System, Küresel Konumlama Sistemi, RFID (Radio-Frequency Identification Technology, Radyo Frekansı İle Tanımlama etiketleri) gibi bireysel tanımlama cihazları içerebilir. Sensörler genellikle belirli bir ortamla ilgili farklı bilgi özellikleri sağlamaktadır. Örneğin, RFID sensörleri saati ve konum bilgilerini gösterebilir, kalp pilleri kalp atım hızı hakkında bilgi yakalar; farklı türde sensörler bir öğenin durumunu izleyebilir. Nesneler akıllı olabilmekte, diğer nesnelerden haberdar olabilmekte ve onlarla iletişim kurmaları gerekebilmektedir. Bir nesne diğerinin yerini belirleyerek bir haberleşme başlatabilir ve ondan aldığı verileri de toplayarak bir karar verebilir. Örneğin güvenli depolama koşullarının sağlanması için içerisinde tehlikeli yanıcı kimyasal olan ve yan yana durması sakıncalı olan depolama üniteleri önceden içerikle ilgili etiketlenip haberleşmesi ile olası bir kazanın önlenmesi sağlanabilir. [4]

RFID genellikle EPC(Electronic Product Codes, Elektronik Ürün Kodu) vasıtasıyla çok sayıda benzersiz tanımlanabilir nesneler izleme kabiliyeti ile Nesnelerin İnterneti için anahtar konumundadır. Ancak, her yerde hazır bulunan(ubiquitous) sensör cihazlar, barkod veya 2D kodları da tüm büyük ölçekli gömülü sensörler ile Nesnelerin İnterneti için kullanılabilir. Ayrıca, nesneler benzersiz adreslenebilir ve internete bağlı olduklarından , onlar hakkında veri de internete bağlı diğer bilgisayarlar üzerinden akabilir. Bu nesneler çevrelerini algılayıp iletişim kurabilecek, karmaşıklığı çözümlemek için araçlar haline gelmiştir ve genellikle insan müdahalesi olmadan zorlu senaryolar ile otonom cevapları sağlayabilmektedirler [5]. IoT kavramı ilk kez Kevin Ashton'ın P&G firmasında bir sunumunda, her gün kullanmış olduğumuz objelere RFID ve diğer sensörleri ekleyerek "Nesnelerin İnterneti" oluşturulabileceğini söylemesi ile 1998 yılında tanımlandı. [6] Ancak kullanılmaya başlaması 1991 yılında yerel ağ üzerinden kahve miktarını kamera ile kontrol eden "Trojan Room Coffee Pot" gibi örneklerle geçmişe dayanmaktadır. [6,7] Araştırmacılar üst katta bulunan kahve makinasının boş olduğu zamanlarda merdiven tırmanmamak için makinayı gözleyen

bir video-kamera yerleştirerek hem makinanın doluluk takibini bilgisayarlarından yapmış, hem de bugünkü Nesnelerin İnterneti'nin temellerine katkıda bulunmuşlardır. [8]

Nesnelerin İnterneti teknolojileri son yıllarda tarım, güvenlik, akıllı ev ve şehirler gibi pek çok alanda kullanılmaya başlanmış ve günlük hayatın içinde yer almayı başarmıştır. [9] Örneğin, akıllı ev uygulamalarında, ev sahibi eve ulaştığında otomatik olarak açılan garaj kapısı, onlara kahve hazırlanması, iklim kontrol sistemleri, televizyon ve diğer aygıtların kontrol edilmesi gibi faaliyetler sağlanabilmektedir. Tarım alanında ise nem ve sıcaklık değeri ölçülerek bitkilerin yetiştirilmesinde yardımcı olabildiği gibi, ev ve iş yerlerindeki ısı ve ışığın yönetimini sağlamak, kişilerin sağlık parametrelerinin takibi gibi pek çok farklı alanda hayatımıza fayda sağlamaktadır. Bu uygulamalardan bazıları veri toplamak için kullanılırken bir kısmı ise karar verme mekanizmasında yer almaktadır. [10,11] Gelişmekte olan bu teknolojiler ve yenilikler, hizmet uygulamaları pazar talepleri ve müşteri ihtiyaçlarıyla orantılı olarak büyümektedir. Ayrıca, cihazların her yerde ve her zaman kullanılabilirlik açısından müşteri gereksinimlerine uyacak şekilde geliştirilmesi gerekmektedir. [12] IoT donanım üreticileri, internet servis sağlayıcıları ve uygulama geliştiricileri için büyük bir pazar fırsatı sunmaktadır. IoT akıllı nesnelerinin 2020 sonuna kadar dünya genelinde 212 milyar varlığa ulaşması 2022 yılında ise makinalar arasındaki trafik akışının tüm internet trafiğinin % 45 kadarını teşkil etmesi beklenmektedir. [13] IoT tabanlı hizmetlerin ekonomik büyümesi de işletmeler için önemlidir. Sağlık ve üretim uygulamaları büyük bir ekonomik etki oluşturmaktadır. Elektronik ortamda etkin bir şekilde tıbbi, tanı, tedavi ve hizmetleri sağlayacak mobil sağlık uygulamalarla ilgili IoT tabanlı hizmetler Şekil 1'de görüldüğü gibi ekonomik olarak en büyük kısmı oluşturmaktadır. IoT hizmetlerinin bütününe bakıldığında yıllık ekonomik etkisi 2025 yılında 2.7 trilyon dolar ile 6.2 trilyon dolar arasında olacağı tahmin edilmektedir. Diğer IoT uygulamalarının öngörülen pazar payları da Şekil 1'de gösterilmektedir. [15]



Şekil 4 2025 yılında IoT uygulamaların öngörülen pazar payları [15]

IoT ile ilgili öngörülen istatistikler bu endüstri ve hizmetlerin önemli gelişmeler göstereceğini ve büyüyeceğini öngörmektedir. Bu ilerleme yakın gelecekte IoT endüstrisi ve hizmetlerinde de önemli gelişmeler ile akıllı nesneler oluşacağını ve bu alandaki verinin de giderek artacağını göstermektedir. Bu nesnelerden gelen büyük veri ile onları daha akıllı hale getirmek ve insan hayatını kolaylaştıracak yeni Nesnelerin İnterneti teknolojileri üretmek için veri madenciliği fayda sağlayacak bir çalışma konusudur. Nesnelerin İnternetinden elde edilen ve üzerinde veri madenciliği uygulanacak veri karakteri şu şekilde incelenebilir. [16]

1. Okunan ve yazılan büyük miktarda veri: Elde edilen verinin terabayt, petabayt hatta zettabayt boyutuna ulaşması sebebiyle veriyi hızlı ve verimli bir şekilde işleyecek bir mekanizmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2. Veri tiplerinin ve veri kaynaklarının heterojen olması: Bir Nesnelerin İnterneti sisteminde ses, sıcaklık gibi farklı veri türlerinin aynı anda kullanılması durumu ile karşı karşıya kalınabilir. Bu durumda farklı cihazlar birbirleri ile iletişime geçebildikleri gibi, web sayfalarından veri almak da mümkün olmaktadır.

3. Kompleks bilginin ayıklanması: Bilginin gelen büyük verinin içerisinde gizlenmiş olması durumunda elde edilen bilgi anlaşılır olmayabilir. Bu sebeple veri özelliklerinin analiz edilmesi ve farklı verilerle arasındaki ilişkinin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Akıllı ortamlar aynı zamanda RFID etiketleriyle ilişkilendirilmiş üretim parçalarının yaygınlaşmasıyla birlikte endüstriyel tesislerin otomasyonunun geliştirilmesine de katkı sağlar. Üretim parçaları işlem noktasına geldiğinde etiket RFID okuyucu tarafından okunur. Okuyucu RFID numarası ve depolanmış diğer verilerle olayı gerçekleştirir. Makine ve robotlar bu olay tarafından uyarılır ve üretim parçalarını taşırlar. İşletme sistemi ve RFID etiketinden gelen verilerin karşılaştırılması ile, sistem bir sonraki süreç aşamasında ne yapması gerektiğini öğrenmiş olur. Paralel olarak, makine monitörlerine monte edilen kablosuz sensörler ile spesifik eşik değerinin, yani ürün parçasının daha önceden belirlenmiş standartların aşılıp aşılmadığı kontrol edilirken öte yandan aşma varsa sürecin durdurulmasını sağlar. Bu şekildeki bir uygulama üretimin kalite kontrol sürecine de bir katkı sağladığı gibi veri madenciliği ile elde edilmiş olan bir eşik değerinin nesnelerin interneti uygulamasında kullanılmasına olanak sağlamış olur. [16,17]

2.6.2. Big Data ve Analizi

Nesnelerin interneti teknolojilerinden gelen veri; veri hacmi, veri tiplerinin çeşitliliği ve veri hızı özellikleri ile büyük veri özelliklerini taşmaktadır ve veride analiz gerçekleştirebilmek için veri madenciliği süreçlerinden geçirilmesi gerekmektedir[17]. Başlangıçta; gelenekselin üzerinde büyüklük, hız ve tür özellikleri nedeniyle hacim (volume), hız (velocity) ve çeşitlilik (variety) sorunlarını içeren büyük veri için Zikopoulos ve diğerleri doğruluk (Veracity) ve değer (value) kavramlarını da katmıştır.[18] Doğruluk kavramı içerisinde güvenirlik kavramını da almaktadır ve bu faktör açık bir şekilde istenmesine rağmen, özellikle birden fazla kaynaktan elde edilen veriler için sağlanması zordur. Büyük veri, bir işletmenin teknoloji alanına fayda sağlayacak "değer" potansiyeli anlamına gelir ve bu amaçla ayrı bir analizin yapılması gerekmektedir. Çünkü Büyük Veri saklanması ve analiz edilmesi, normal veri faaliyetlerinden farklı ve daha kapsamlı altyapı ve maliyet gerektirmektedir. [5] Hacim, hız, çeşitlilik gibi özelliklere sahip Nesnelerin İnterneti tarafından oluşturulan büyük veriyle ilgili tüm veri analitiği sürecinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Hacim açısından bakıldığında, veri analizini felce uğratabilecek ilk neden çok büyük miktardaki veridir.

Geleneksel veri analizinden farklı olarak sensörlerin bulunduğu sistemlerde darboğaz oluşturabilecek esas nokta sensörün kendisinden kaynaklanan problemler değil; ona ait veriyi saklamak, işlemek ve veri iletişimini sağlamaya yönelik problemlerdir. Sensörler aracılığı ile çok fazla miktar veri toplamak mümkün hale gelmiştir, fakat bu veriyi daha üst katmanlara iletmek gerektiğinde dar boğazlar oluşabilmektedir. Buna ek olarak, hız açısından bakıldığında, gerçek zamanlı ya da akan verilere(streaming) sahip IoT sistemleri kısa sürede analiz yaparak cevap veremeyecekleri kadar büyük veriyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu durumda bütün veriyi analiz etmek yerine sadece gerçekten analiz edilmesi gereken bölümünün belirlenmesi ve seçilmesi gerekmektedir. Çeşitlilik açısından ise farklı türde veya eksik veri içeren kısımlar ile ilgili önişleme aşamasında giriş parametreli ile veri analizine başlamadan önce veri temizleme, dönüştürme gibi işlemlerin yapılması gerekmektedir.[19] IoT teknolojilerinden gelen giriş verilerinde karmaşıklığını azaltmak, büyük veri soruyla başa çıkmak ve veri madenciliği performansını artırmak için veri örnekleme, veri sıkıştırma, boyut indirgeme, ızgara tabanlı yaklaşımlar, böl ve fethet, artan öğrenme ve dağıtık hesaplama gibi yöntemler kullanılabilmektedir. [19] Bu yöntemler veri işleme süresini azaltarak makul bir süre içinde büyük veri analizini mümkün kılmaktadır. Örneğin boyut indirgeme yöntemlerinden , temel bileşenler analizi (PCA, Principal component analysis) veri analitiği sürecini hızlandırmak için giriş veri hacmini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Örnekleme (sampling) gibi veri kümelemede veri analizi süresini hızlandırmak için kullanılabilecek yöntemler de bulunmaktadır. [20] Büyük veri olma potansiyeli taşıyan Nesnelerin internetindeki verilerin RFID veya GPS ile izlenme gerekliliği de bulunmaktadır. Örneğin, trafik yoğunluğu bilgisinin sensörler yardımıyla alınması ve anlık bildirim yapılması, envanter bilgilerinin RFID etiketleri kullanılarak izlenmesi, hastane yönetim sistemlerinde RFID etiketleri kullanımı, park yeri bulma gibi süreçler sürekli bir izleme gerekmektedir. Bu tür verilerin sürekli izlenmesi büyük verinin sahip olduğu özellikler ile örtüşmektedir. Etiketlerden alınan ve farklı türe sahip olan gerçek zamanlı, sürekli değişen bu tür verilerin saklanması ve izlenmesi gerekmektedir.

2.6.3. Siber Fiziksel Sistemler

Bir imalat sisteminde akıllı çapraz bağlantıların hayata geçtiği, kendi kendine hareket eden ve bağımsız işleyen uygulamalara Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) denir. [21] Fiziksel dünya ile

siber alanı internet ile birbirine bağlayan sistemlere siber-fiziksel sistemler (CPS-Cyber-Phsical System) adı verilmektedir. Sensörlerle desteklenmiş bu sistemler fiziksel dünyadaki hareketleri internet hizmetleriyle toplamakta ve global olarak nesnelerin etkileşimini. [23] Kavram olarak "siber" (cyber), sibernetik (cybernetics) olarak bilinen ve canlı varlıklar ve makinalar üzerindeki iletişim ve kontrolü araştırma konusu edinmiş bilimsel disiplinden türemiştir. 1940'lar ile birlikte "siber" kavramı genellikle, enformasyon teknolojileri, bilgisayarlar ve internete dayalı kontrol süreçlerini anlatmak için kullanılmıştır. [24] Siber-fiziksel sistem (CPS) kavramı ilk olarak 2006 yılında ABD'de, fiziksel dünya ile bağlantılı bilgisayar sistemlerinin artan önemine vurgu yapmak için Lee (2006) tarafından kullanılmıştır. Bradley ve Atkins'in (2015) siber-fiziksel sistemlerin (CPS) gelişimini olanaklı kılan önemli olgu ve olayları gösteren tarihsel dökümü Tablo 1'de birleştirilerek sunulmuştur.

Tablo 1 Siber-Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi [24]

Tarih	Olay/Olgu
1932	Nyquist, kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri geliştirmiştir.
1940-1945	Örneklenmiş Veri Sistemleri Teorisi ortaya atılmıştır.
1945	İlk amplifikatör tasarımı yapılmıştır.
1946	İlk taşınabilir hücresel telefon geliştirilmiştir.
1946	İlk bilgisayar (ENIAC) bulunmuştur.
1950	Root Locus metodu geliştirilmiştir.
1954	Dijital Kontrol Sistemleri geliştirilmiştir.
1969	ARPANET (internetin ilk hali) geliştirilmiştir.
1973	Gerçek zamanlı işleme sistemleri geliştirilmiştir.
1973	Optimal, adaptif, non-lineer kontrol sistemleri ile stokastik sistemler geliştirilmiştir.
1990	Hibrit sistemler geliştirilmiştir.
1997	IEEE 802.11 Wifi standardı geliştirilmiştir.
2000	Ağ önceliği sistemi (QoS) başlatılmıştır.
2006	Siber-Fiziksel Sistem (CPS) kavramı ilk kez kullanılmıştır.

Siber-fiziksel sistemler, fiziksel süreçleri etkileyen iş hareketleri ile ilgili verileri toplayan sensörlerle donatılmış mekatronik bileşenleri içerirler. Siber-Fiziksel sistemler, sürekli değişen verilerin eş zamanlı olarak sanal bir bulut sisteminde birbirine bağlandığı akıllı sistemlerdir. Sosyoteknik sistemin bir parçası olarak siber sistemler, üretim süreci için

insanımsı makina arayüzü kullanmaktadır . Endüstriyel otomasyon sistemleri, fiziksel üretim süreçlerini monitör üzerinden yönetmeyi sağlayan bilgisayarlı üretim yapılarını anlatmaktadır. Sistemin siber kısmı, fiziksel süreçlerden veri edinip, bu veriyi üretim sürecine uyarlayan bilgisayar yazılımlarından oluşmaktadır.[31] Siber-Fiziksel bir sistemin etkisi çevresindeki diğer Siber-Fiziksel Sistemlerle kurmuş olduğu etkileşimin düzeyine bağlıdır. Farklı sistemler arasında çapraz bağlantının sağlanabileceği yapılar oluşturulmalıdır.[32] Siber-Fiziksel sistemlerin "siber" ve "fiziksel" yönlerinin karşılaştırması Tablo 2'de sunulmuştur:

Tablo 2 Siber-Fiziksel Sistemlerin Siber ve Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırması

Özellik	SİBER	FİZİKSEL
Uygun Düzenin Sağlanması Yöntemi	Seri	Gerçek Zamanlı
Konu senkranizasyonu	Senkronize	Asenkron
Zaman Özellikleri	Kopuk	Devamlı
Yapı	Bilgisayar Sistemleri	Fiziksel Kanunlar

Enformasyon ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler hizmet, lojistik, tasarım ve imalat biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Özellikle, fiziksel sürücüler ve mikro kontrolcüler arasındaki derin entegrasyon Sanayi 4.0 sürecinde tüm araç ve makinaların otomasyonunu – işçi yerine- kendi kendine kontrolünü ve otomasyonunu olanaklı kılmaktadır. Bilgisayar, iletişim ve kontrol teknolojileri tam zamanlı algılama (Real-time sensing), geniş ölçekli endüstriyel sistemlerin dinamik kontrolü, enformasyon hizmetleri ve ürün hayat döngü yönetimindeki gelişmeleri desteklemektedir. Ancak henüz bu teknolojilerin ulaştığı düzey ihtiyaçlarımızı tam olarak karşılamamaktadır. Siber-Fiziksel sistemlerin nihai amacı, "akıllı izleme" (intelligent monitoring) ve "akıllı kontrol" (intelligent control)ün gerçekleştirilmesidir. Bu süreç tam zamanlı enformasyon çıkarsaması, veri analizi, karar verme ve veri transferi oluşumlarının gerçekleşmesine bağlıdır [33]. 2000-2010 arasında önemli sayıda imalatçı firma (ağırlıklı olarak motorlu taşıt üreticileri) "Akıllı ortamlar" (Smart Environments) ya da "Kablosuz sensör ağları" (Wireless Sensor Networks) kapsamında değerlendirilebilecek radyo frekans kimlik sistemini (RFID radio frequency indentification) üretim süreçlerinin takibini kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanmaya başladılar. İlk olarak Volvo Kamyonları (Volvo Trucks) üretimde devamlılığı sağlamak için

RFID sistemini kullanmıştır. Daha sonra Toyota otomobil parçaları üretiminde enformasyon sistemleri bazlı RFID sistemi kullanmıştır. [35]

Fabrikalarda tezgahlar, MES ve ERP bütünleşik değildir. Dijitalleşme bu durumu değiştirmektedir. Tezgahlar, MES ve ERP nin tek sistemmiş gibi çalışması Endüstri 4.0'ın merkezidir.[35]

Bağlı üretim, şirketlerin oldukça karmaşık üretim süreçlerini otomatikleştirmelerini sağlar. Özelleştirilmiş ürünler için bile siparişten montajdan satış sonrası desteğe kadar tüm tedarik zinciri pratik olarak kendine özen gösterir. Bu şekilde, bir defalık ürünler imal etmek, onları üreten kütlelerin mali açıdan uygun bir hal almasını sağlar. Özel siparişler için SAP, bir 3D yazıcıyı sürece dahil etti. Bu, standarttan önemli ölçüde sapma gösteren ürünler için bile yüksek otomasyon derecesini garanti eder.[35]

Bağlanan fabrika, en küçük parçalara kadar her şeyi anlamayı sağlar. Bu yalnızca şirketlere mevcut işlemlerin kapsamlı bir görünümünü sağlamakla kalmaz; Dağıtımdan sonra ürünlerini gerçek zamanlı olarak izlemelerine de olanak tanır. Bu, yeni iş modelleri ile sonuçlanır. Örneğin, kompresör sağlayıcıları artık yalnızca cihazlarını satmıyor, aynı zamanda servislerini satıyor. Büyük veriler ve tahmini analitik sayesinde, sensörler bozulma ihtimalinin yüksek olması durumunda, nerede olursanız olun müşterileri anında bilgilendirebilirler. Bu dinamik, yeni hizmet ve gelir fırsatları yaratır. [35]. Bu büyük ölçekli otomasyona rağmen, akıllı fabrika hala işçiler gerektiriyor. Bununla birlikte, yeni işlere sahip olacaklar ve manuel görevlerle daha fazla destek alacaklardır. Örneğin, veri gözlükleri, makine onarımında yardım sağlamak için görsel talimatlar sunacaktır.[35]

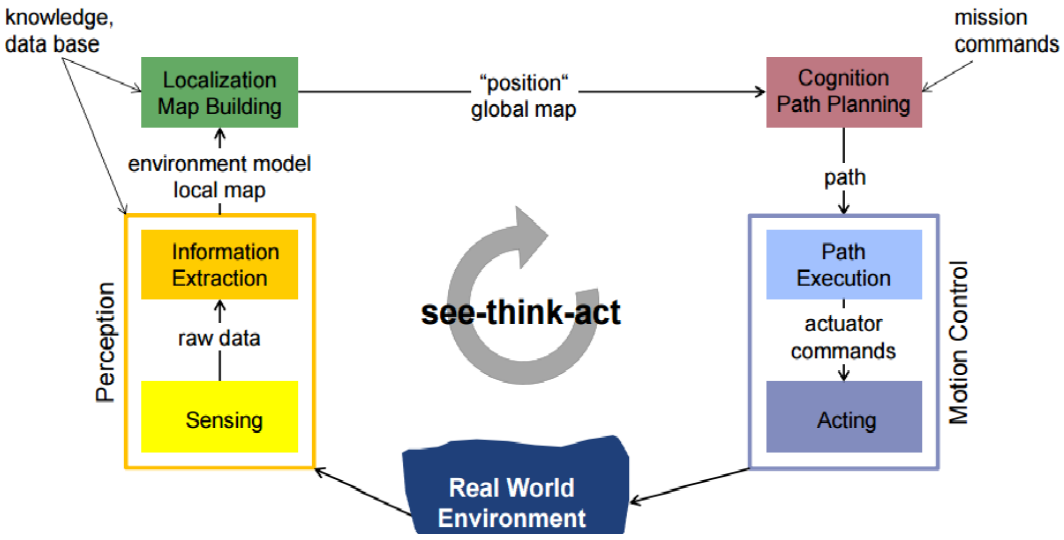
2.6.4. Otonom Robotlar

Bir robotun otonom robot olma özelliği kazanabilmesi için 3 temel işlevi yapması gerekmektedir.[35]

- Görmek : İnsan çevresindeki nesneleri gözleri ve ya diğer uzuvları yardımıyla tespit edip daha sonra bu nesnelerle ilgili fikir üretebilmektedir. Örneğin bir insanın kalabalık içinde

yürüdüğünü düşünelim. Karşısına çıkan engelleri gözleri yardımıyla tespit edebilmekte ve diğer insanlara çarpmadan yoluna devam edebilmektedir. Robotlar ise çevresindeki nesneleri sensörler yardımıyla tespit etmekte ve gelen bilgiler doğrusunda ne yapması gerektiğine karar vermektedir. Sensörleri olmayan bir robotun mantıklı hareket edebilmesi imkansızdır. [35]

- Düşünmek : Tekrardan robotun yol planlaması yaptığını düşünelim. Sensörden veri alarak karşısında engel olduğunu tespit ettiğini varsayalım. Bu durumda robotun ne yöne ve nasıl hareket edeceğini düşünmesi gerekmektedir. [35]
- Harekete geçmek : En son aşama olarak robot görüp düşündükten sonra harekete geçmelidir. Tekerlekleri ve ya entegre parçaları sayesinde robot düşündüğü işi eyleme dönüştürmektedir. [35]



Şekil 7 Robotun Otonom Döngüsü [25]

2.6.5. Simülasyon

Simülasyon yazılımları sayesinde zaman / malzeme / işçilik gibi kayıpları en aza indirgemiş oluruz.Montaj hattı projelerinde, sorunsuz bir hat kurulumu ve uzun süreli işletimi için öncelikle iyi bir ihtiyaç analizi yapılmalıdır. İhtiyaç analizi için harcanan süre hiçbir şekilde kayıp olarak değerlendirilmemeli, yine risk analizleri de mutlaka projelendirme aşamasında

yapılmalıdır. Doğru planlanmış bir üretim hattı ile en kısa zamanda yatırımın geri dönüşünü sağlamak mümkündür. Beklenen sistem performansına da devreye almadan hemen sonra ulaşılabilmektedir. Dolayısıyla proje aşamasında simülasyon yazılımı kullanımı ile % 100'e yakın bir başarı sağlamak mümkün olmaktadır. [36] Simülasyon modelleri, tasarım aşamasında olan sistemlerin gerçekte nasıl çalışacağını göstererek, fiziksel sistemi kurmadan önce gerekli bilgileri aktarır ve gerekli düzenlemelerin yapılmasına imkân verir. Bu sayede imalat sırasında karşımıza çıkacak sorunları önceden görüp düzeltme şansımız doğar ve zaman/malzeme/işçilik gibi kayıpları en aza indirgemiş oluruz. Fiziksel sistemi kurmaya başladığımız andan itibaren ne kadar az hata yapabildiğimizin göstergesi, rekabet ortamında zaman en değerli hazinemiz ve üretim anında ortaya çıkan proje kaynaklı hatalar, işçilik ve zaman kaybı olarak bize sandığımızdan daha fazla zarar verir.[36] Simülasyon yazılımının öncelikle bazı temel analizleri yapabildiğine emin olmak gerekir. Sistem performansını raporlayabiliyor olması, parametrik bir yapı ile verileri anlık değiştirip sonuçlarına hemen ulaşılabiliyor olmalıdır. Sahip olduğu kütüphanenin günümüz teknolojisine uygun olarak tüm ekipmanları içerebiliyor olması ve gerektiğinde eklentiler yapılabilmesine olanak sağlaması çok önemlidir. Bunların yanısıra 3 boyutlu bir görsellik özelliği olması anlaşılabilirlik ve yerleşim tasarımı açısından iyi bir özellik olacaktır. [36]

2.6.6. Bulut

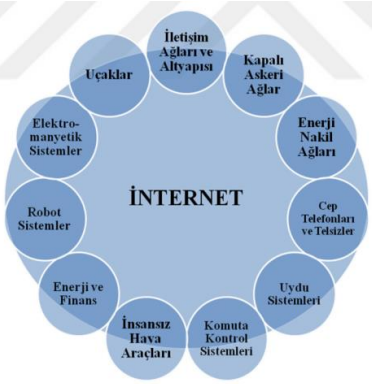
Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yapılan tanıma göre; "Bulut Bilişim, yapılandırılabilir bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân veren bir teknolojidir.



Şekil 5 Bulut Bilişim [26]

2.6.7. Siber Güvenlik

Siber uzayın başlıca aktörleri, bireysel veya grup halindeki suçlular, kötü niyetli kişiler, teröristler, kurumlar, kuruluşlar, uluslararası örgütler, sanayi casusluğu yapmak veya rakiplerini bertaraf etmek isteyen ticari kuruluşlar, siber uzayı casusluk, ekonomik avantaj veya savaş aracı olarak kullanmak isteyen ülkeler, ülkelerin silahlı kuvvetleri ve istihbarat örgütleridir.[36]



Şekil 6 Siber Uzay Elemanları [22]

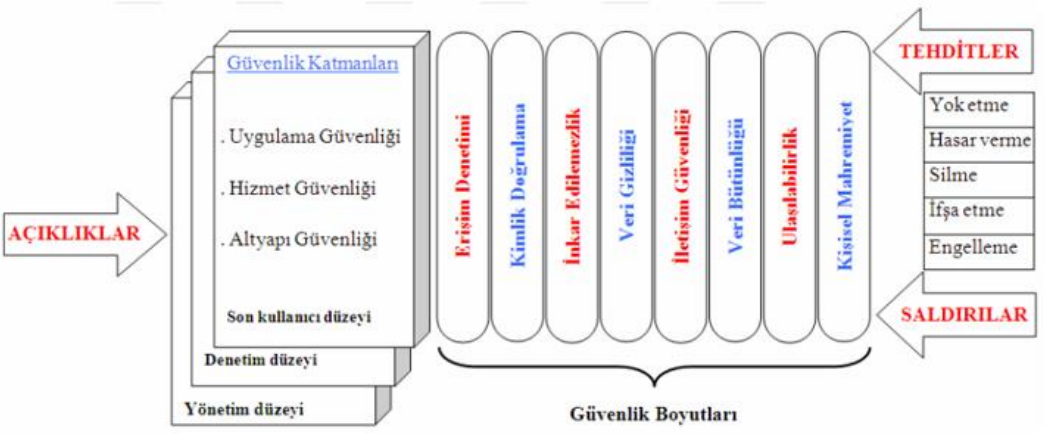
Siber uzaya yönelik her türlü yıkıcı, bozucu, engelleyici ve ele geçirici özelliklere sahip girişimler ile siber saldırıların çeşitli araçlar ve yöntemler ile siber uzayda kullanılmasına siber tehdit denir. Siber tehditler ayrıca hem klasik suçların siber uzaya uyarlanmış hallerini hem de bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılarak türetilmiş, tamamen yeni suç tanımlarını da kapsamaktadır. Siber tehditler Şekil10'da görüldüğü üzere kaynağı ve geliş yönüne göre ikiye ayrılmaktadır. Kurum içinden küskün ve art niyetli insanlardan kaynaklanan tehditlerin kurum dışı hasım kuvvetlerden kaynaklanan tehditlere göre çok daha başarılı ve tehlikeli olduğu da bilinmektedir. Siber tehditler, siber saldırılarda olduğu gibi bireysel bilgisayar korsanları, casusluk faaliyeti yapanlar, organize suç örgütleri, terörist organizasyonlar, dış istihbarat örgütleri, hasım ülke tarafından planlı ve koordineli olarak yapılabildiği gibi bilinçsiz kullanıcılar tarafından farkında olmadan da yapılmaktadır. Siber tehditlerde kullanılan yöntemler ile hedefler, siber saldırıların yöntemleri ve hedefleri ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 7 Siber Tehdit Kaynakları [27]

Siber güvenlik, kurum içi veya kurum dışından gelebilecek her türlü siber tehditler veya siber saldırılar ile mücadelenin yanı sıra, bilgi ve iletişim teknolojilerinde yer alan, sistem yöneticileri, kullanıcı veya üretici hatalarından kaynaklanan açıklıkları ve zafiyetleri yani güvenlik risklerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Siber savunma ise, hasmın herhangi bir taarruzu esnasında muhabere, elektronik ve bilgi sistemlerine siber uzayda yapılacak saldırılar ve tehditlerin olumsuz etkilerinin önlenmesi ve sistemlerin bekasının sağlanması için alınması gereken tedbirlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 8 Siber Güvenlik [29]

2.6.8. 3D Yazıcılar

Pek çok geleneksel üretim işlemleri, iki sınıftan birine girer. Parçalar, ya talaşlı imalat ile ana kütleden çıkarılır veya ham malzemenin bir kalıbın şeklini almasını zorlayarak (döküm gibi) üretilir. Günlük yaşamımızda kullandığımız hemen her ürün (uçaktan ütüye kadar) yukarıda verilen tarzlarla ve bileşkeleriyle (seri üretim) üretilir. Eğer talaşlı imalat (frezeleme, tornalama, testere ile kesme, matkapla delme vb.) yapıyorsanız kullandığınız malzemenizin %80-90'ını kırpıntı-döküntü olarak ıskartaya çıkarmanız kadar olağan bir şey yoktur. Kısaca talaşlı imalat ve kalıpta şekil verme yöntemleri emek yoğundur ve genellikle çevre ve enerji oburdur. Eklemeli üretim veya 3D baskı prototip veya son ürünün kat kat biriktirilerek çok kısa zamanda üretilmesini kapsar. Bu yeni teknoloji özgül ve seri üretimde radikal değişme yol açmakta olup hem prototip, hem son ürün ve hem de seri üretim konseptini derinden etkilemektedir.[37]

Seri üretimin artı değeri tartışmasız önemlidir. Seri ve özgül üretimlerde tasarımı gönderme, prototipi bekleme ve onaylayarak gönderme, ürünleri yerel pazara iletme çok zaman alır. Bu arada moda değişir, talep değişir, rakip pazara sızar. Bilgi çağı ve bu çağın ürünü olan dijital teknoloji çok şeyi değiştirmiştir, özellikle ürün geliştirme ve üretim hızlanmış ve maliyet düşmüştür. 2013'teki seri üretim tesislerinin çoğunda yazılım ile kumanda edilen otomatik makine takımları ve robotlar kullanılmıştır. Üretilen araçların büyük bir kısmının dijital olan prototipinin simülatörle testi yapılmıştır. Görüntü ve sensör sistemleri birçok fabrika işlerini düşürmüş ve montaj hattı faaliyetlerini azaltmıştır. 3D baskı gibi yeni teknolojiler seri imalat hatlarını dönüştürmektedir. Malzeme teknolojileri de dönüşümde önemli rol oynamaktadır. [37]

Bilgisayar, bilgiyazar, bilgiyayar (internet) ve bilgiyleyapar (akıllı sistemler, CAD/CAM/CIM) entegrasyonu ile yeni bir sürecin başındayız. Birçok şey, insan ilişkileri dahil her şey, bu dönüşümden etkilenmektedir. Seri üretim de dönüşmektedir. Eklemeli üretim (3D Baskı) gibi bilgiyle yapar teknolojiler devrim niteliğindedir ve sürecin başında yakalanmalıdır. [37]

2.6.9. Zenginleştirilmiş Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik (AR) ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayar tarafından üretilip duyusal girdi ile artırılıp canlandırılan elemanların fiziksel, gerçek dünya ortamıyla birleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı ortamının canlı doğrudan ya da dolaylı bir görünümüdür. Artırılmış gerçeklikle insan duyusuna hitap edecek ve hislerini hareket geçirecek girdiler bilgisayar tarafından modifiye edilip zenginleştirilir ve ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulur. Zenginleştirme gerçek zamanlı gerçekleşir ve çevredeki ögeler ile etkileşim içindedir. Artırılmış Gerçeklik ile kullanıcı gerçeklik ortamını oluşturan bilgiler ve diğer ögelerle etkileşime girebilir. Bulunulan çevreyle ilgili yapay bilgi ve ögeler gerçek dünyayla bağdaşabilir. Daha basit bir şekilde açıklamak gerekirse artırılmış gerçekliğin yoğun bir şekilde kullanılacağını düşündüğümüz video oyunlarından bahsedebiliriz. İlk video oyununu kimin yarattığı konusunda özellikle de video oyunu kelimesinin nasıl tanımlandığına bağlı olarak birçok görüş bulunsa da yıllardır eğlenmemizi sağlayan bilgisayar oyunları en ilkelinden en gelişmişine kadar aslında hayatımızın bir bakıma simülasyondur. Örneğin; çok eski bir araba yarışı oyununu göz önüne aldığımızda şimdikilere göre gerçekçilikten uzak olduğunu söyleriz. Çünkü eski oyunlarda hislerimizi harekete geçiren birimlerin sayısı çok azdır. Günümüzde bilgisayar grafikleri o zamandan beri çok daha sofistike hale gelmiştir ve bu oynadığımız oyunlardan daha fazla zevk almamızı sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik ise bize daha fazlasını vermektedir. Örneğin oyunda arabanızı aldınız ve İstanbul turuna çıktınız diyelim. Zaman, mekân ve diğer tüm birimler gerçek dünyadaki İstanbul'la aynı olabilir. Yani İstanbul trafiği ya da bir anda bastıran yağmur oyundaki aracınızın gideceği yere daha geç ulaşmasına sebep olabilir. Artırılmış gerçeklikle geliştirilmiş bir araba yarışı oyununda asla kaza yapmak istemezsiniz. Çünkü oyunun size verdiği hisler o kadar yoğundur ki kaza esnasındaki savrulmadan, üzerinize gelen cam parçalarına kadar her şeyi hissedebilirsiniz. Olayı daha iyi anlatabilmek amacıyla video oyunlarında kullanımını örnek verdiğimiz artırılmış gerçeklik gerçek zamanlıdır ve çevredeki tüm birimlerle etkileşim içindedir ve bahsedeceğimiz üzere kullanıldığı ve kullanılabileceği alanlar da oldukça geniştir. Artırılmış gerçeklik basitçe, gerçek zamanlı olarak, gerçek dünya ortamı üzerinde grafik, ses ve diğer duyusal geliştirmeler eklemektedir. Bir TV yayınını ele alacak olursak "TV'den daha ne kadar gerçeklik bekleyebiliriz?" gibi bir soru yöneltebilirsiniz. Fakat artırılmış gerçekliğin kullanıldığı bir TV yayını bu zamana kadar

gördüğünüz en gerçekçi ve teknolojik TV yayınlarından daha fazla teknoloji içermektedir. Artırılmış gerçekliğin kullanımı daha çok yeni ve emekleme aşamasında olmasına rağmen Sportvision'un yayınladığı İngiltere Ligi futbol maçlarında kullandıkları RACEf/x and vesuper-imposed first down line teknolojileri gerçekliği ve farkı kullanıcılara sağlam bir şekilde hissettirmiştir. Ancak bu sistemler bakış tek nokta bakış açısı gösterir. Yeni nesil artırılmış gerçeklik sistemlerinin her izleyicinin bakış açısı için grafik görüntülemesi sağlanacaktır. Artırılmış gerçeklik günlük hayatımızın her evresinde kullanabileceğimiz ve hayatımızı kolaylaştıracak muazzam bir teknolojidir. Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojisi arkeolojiden mimariye, eğitimden sanata sağlıktan askeriyeye her alanda kullanılmaya başlamıştır.

2.6.10. Artırılmış Gerçekliğin Endüstride Kullanımı

Bu sistemler günümüzde kendi içlerinde bir emekleme aşamasında olsa da gelecekte şirketler karar verme ve iş prosedürlerinin geliştirmek için arttırılmış gerçekliği daha yoğun bir şekilde kullanacaklardır. Sanal dünyada, operatörler bir butona tıklayarak makineleri ile etkileşime girecek onların parametrelerini değiştirebilecek ve operasyonel veri ve bakım talimatlarını almak mümkün olacaktır. [38]

Artırılmış gerçeklik, endüstriyel tasarımcıların ürünlerini tamamlanmadan önce onların tasarımını ve işleyişini tecrübe etmesine yardımcı olabilir. Volkswagen tahmini ve gerçek çarpışma testi görüntülerini karşılaştırmak için artırılmış gerçeklik kullanmaktadır. Artırılmış gerçeklik bir arabanın gövde yapısı ve motor düzenini görselleştirmek ve araç üzerinde işlemler yapabilmek için de kullanılabilir.

Artırılmış gerçeklikle müşterilerinize bir ürünün ambalajını daha açmadan içinde neyin olduğunu önizleme ile gösterebilirsiniz. Artırılmış gerçeklik ayrıca müşterileriniz katalogdan ürünlerini seçerken bir yardımcı olarak kullanılabilir. Ürünlerin taranmış görüntülerinin kullanımıyla müşterilerinize ek içerik ve görüş gibi özelleştirme seçenekler de sunabilirsiniz.

Artırılmış gerçeklikle ve sanal katılımcılarla konferans yoluyla ekip üyeleri arasında işbirliği kolaylaştırılabilir. Birbirleriyle gerçekte aynı ortamda olmayan çalışanlar tıpkı aynı ortamdaymış gibi beyin fırtınası ve tartışmalar yapabilir, dokunmatik ekran ve tablolar

aracılığıyla ortak görselleştirme kullanan toplantılar, interaktif dijital yazı tahtaları, paylaşılan tasarım alanları ve dağıtılmış kontrol odaları içerebilir**.**

Artırılmış gerçeklik montaj, bakım gibi karmaşık görevlerin görüş alanı içine ek bilgi takarak bu görevleri basitleştirebilir. Örneğin, bir tamirci kullanma kılavuzunu açıklığa kavuşturmak için bir sistemin parçalarını görüntüleyebilir. Artırılmış gerçeklik kullanımı montaj hatları için de faydalar sağlamaktadır. Boeing, BMW ve Volkswagen imalat ve montaj süreçlerini iyileştirmek için montaj hattında artırılmış gerçeklik kullanmaktadırlar. Büyük makinelerde, birden çok katman ya da yapı olduğundan bakımları da zordur. Artırılmış gerçeklikle çalışanlar sorunun yerini ve sebebini daha net görecekleri için bakım yapmaları kolaylaşacaktır. [38]

Artırılmış gerçeklik yeni bir teknoloji olmasına rağmen insanlar tarafından benimsenmiştir ve bu teknolojiyi kullanarak üretilecek ürünler tamamen insan hayal gücünün sınırsızlığı içerisindedir. Bu, artırılmış gerçeklik teknolojisinin benimseyen mühendisler ve tasarımcıların bu teknolojiyi kullanarak sınırsız inovatif fikirler ve ürünler üretecekleri anlamına gelmektedir. Sağlık sektöründen turizme, askeriyeden cebimizdeki telefonlara kadar artırılmış gerçekliğin kullanıldığı onlarca yaratıcı ürün daha şimdiden yoğun bir şekilde piyasaya sürülmüştür. [38]

Artırılmış gerçeklik olarak adlandırdığımız bu yeni teknoloji, bilgisayar evreni ve gerçek evren arasındaki çizgiyi bulanıklaştırıp; görme, hissetme, dokunma, koklama, duyma duyularımızın oluşturulan yeni bir evrende harekete geçmesini sağlar. Yakın gelecekte artırılmış gerçeklikle ağrıyan midemizde neler olduğunu canlı olarak izleyebilecek, gözlüklerimizi ya da başlıklarımızı takıp arkadaşlarımızla dünyanın herhangi bir yerine gerçek zamanlı seyahat edebilecek ya da bir strateji oyunu oynayabilecek en önemlisi de hayal gücümüzü bu teknolojiyle birleştirip hayatımızı kolaylaştıracak birbirinden başarılı ürünler ortaya çıkacak. [38]

3. METODOLOJİ

Endüstri 4.0 uygulamalarında yaygınlaşmış, kabul edilmiş bir metod bulunmamaktadır. Her tesisin OEE'sini düşüren etkenler farklı olduğu için hızlı sonuç alabilmek için tesise özel çözümler uygulanarak ilk uygulamadan itibaren tesisin OEE değerlerine katkıda sağlayacak uygulamalardan oluşan bir metodoloji oluşturulmalıdır. Bu çalışmada uygulama yapılan tesisin imalat verileri uzun süre kontrol edilerek OEE düşüren etkenler tespit edilmiş ve Endüstri 4.0 uygulamalarında önceliklendirmeyi, fabrikanın öncelikli sorunlarına çözüm getirecek, şekilde yaptık. Bunun için de tesisin OEE sini düşüren nedenlere göre ihtiyç analizi yapılır.

3.1. Fabrikada İhtiyaç Analizi

Enjeksiyon döküm fabrikası olduğu için aşağıdaki sorunlar malzeme kalitesine direkt etki etmekte ve kalite düşerek OEE düşürmekte, maliyetler ve müşteriden iadeler artmaktadır. Aşağıdaki sorunlara Endüstri 4.0 sistematiği ile çözüm bulacağız.

a) İmalatta anlık adet ve fire miktarının görülememesi
b) Yetkin olmayan operatör
c) Tezgah ve Operatör verimliliklerinin takip edilememesi
d) Arızaların, duruşların anlık olarak görülememesi
e) Anlık imalat OEE
f) Hatalı kalıp kullanımı
g) Hatalı hammadde kullanımı
h) Proses kontrol ve yarımamül kalite kontrol periyotlarında sapma
i) İş merkezinde bulunan tezgahların parametrelerinin doğru şekilde set edilmemesi veya üretim esnasında bu parametrelerin korunamaması
j) Yarımamül kasalarının yönetilememesi ve Malzeme izlenebilirliğinin sağlanamaması
k) İş merkezinde oluşabilecek arıza sonrası üretimin alternatif tezgahlara kaydırılmasında yaşanan gecikmeler

3.2. Projelendirme

İhtiyaç analizinde çıkan sonuçlardan en büyük faydayı sağlayacak olan sonuçlardan başlanır. İhtiyaç analizinda belirtilen sorunların çözümleri için yapacağımız Endüstri 4.0 uygulamaları:

İmalatta Anlık Adet ve Fire Miktarının Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

Mevcut durumda adet ve fire verileri bir gün sonradan görülebiliyordu. 3 vardiyanın raporu günlük olarak planlama departmanına getirilir, veriler excel programına girilir ve sonuçlar görülürdü. Bu durum anlık olarak müdahale edilebilecek birçok sorunun en az bir gün sonra müdahale edilmesi demekti. Bu durumun çözümü için:

- İş merkezlerinde bulunan tezgahları ve tezgahlarda bulunan HMI,PLC ve sensörleri IoT ile connected(çevrimiçi) duruma getirilir.
- Çevrimiçi duruma gelen HMI, PLC ve sensörleri Scada programı kullanarak server ile haberleşmesini sağlanır.
- Server ile haberleşmeyi sağladıktan sonra OPC server yardımı ile SQL'de çift taraflı veri transferi yapılır.
- ERP programında HMI'lar için modül geliştirilmesi ve kodlanması(prdt03,prdt29),
- HMI'lara ERP programlarının kurulması ve eğitimelerinin verilmesi.
- ERP'de ilgili malzeme kartlarının,ürün ağaçlarının, rotaların, ve iş emirlerinin açılması ve HMI'larda onaya hazır hale getirilmesi.
- Endüstri 4.0 uygulamasının kullanıma başlanması ve anlık sağlam ve fire adetlerinin takip edilmesi.

Yetkin Olmayan Operatörün Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- ERP'de operatörler için tezgah ve kalıp bazlı polivalans tablosu oluşturulur.
- ERP'deki HMI'lara operatör giriş menüleri eklenecek ve operatör RFID kart ile kendisini tezgaha tanıtmasını sağlanır.

- Operatörün tezgah ve kalıp üzerinde yetkinliği polivalans tablosunda yok ise ERP tezgahın çalışmasını engelleyerek üretim başlatılamayacak, böylelikle yetkin olmayan operatörün üretim yapması engellenir.

Arızaların, Duruşların Anlık Olarak Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Duruş sebeplerinin planlı/plansız olmasına göre ERP'de tanımlanır.
- Duruş sebeplerinin HMI üzerindeki ERP'lerden girilir.
- Girilmeyen duruşlarda sistemin belirli süre sonra otomatik olarak belirsiz duruşa geçmesini sağlanır.
- Belirsiz duruşun operatör tarafından yeniden tanımlanmaması halinde tezgahın ERP tarafından çalıştırılmaması ve böylelikle tüm duruşların tanımlı hale gelmesi sağlanır.

Tezgah ve Operatör Verimliliklerinin Takip Edilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Zaman etüdü yapılarak standart zamanlar belirlenir.
- Standart zamanların ERP üzerinden rotalara ve iş emirlerine tanımlanır.
- ERP üzerinde verimliliklerin takip edilebileceği modül tasarlanır ve kodlanır.

Anlık İmalat OEE Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması



Şekil 9 OEE Bileşenleri Arasındaki İlişki

A: Planlanmış Üretim Süresi=Takvim Süresi – Planlı Duruşlar (1)

B: Çalışma Süresi= Planlanmış Üretim Süresi – Plansız Duruşlar (2)

C: Net Çalışma Süresi= Çalışma Süresi – (Hız Kaybı+Çokoteler) (3)

D: Etkin Çalışma Süresi=Net Çalışma Süresi – Kalite Kaybı (4)

OEE bileşenleri:

- Kullanılabilirlik
- Verimlilik
- Kalite

Kullanılabilirlik=

(Planlanmış Üretim Süresi – Plansız Duruşlar) / (Takvim Süresi – Planlı Duruşlar) (5)

Verimlilik=

(Çalışma Süresi–(Hız Kaybı+Çokoteler))/(Planlanmış Üretim Süresi–Plansız Duruşlar) (6)

Kalite=

(Net Çalışma Süresi – Kalite Kaybı) / (Çalışma Süresi – (Hız Kaybı+Çokoteler)) (7)

OEE Hesaplama Formülü:

OEE=B/A x C/A x D/C x 100 (8)

Hatalı Kalıp Kullanımının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

Kalıphanede aynı kalıbın çok fazla versiyonu olduğu için tezgaha yanlış kalıp bağlanabiliyor ve tamamen yanlış bir üretim yapılabiliyor. Bu durumu engellemek için:

- Kalıplara RFID etiketler takılır.
- Tezgahlara RFID okuyucular takılır.

- Kalıp tezgah yanına getirildiğinde tezgahta o kalıba ilişkin bir iş emri yok ise tezgah hem sesli ikaz vermesini hemde kendisini kitleyerek çalışmaması sağlanır.

Hatalı Hammadde Kullanımı Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

İş merkezlerindeki maden potalarında farklı zamanlarda farklı alaşıma sahip madenler bulunabilmekte. Bu potalara günde 4-5 kez maden eklemesi yapılmaktadır. Herhangi bir dikkatsizlikte farklı potaya farklı maden konulabilmekte ve bu durum çok ciddi zaman ve işçilik kaybına yol açmakta.

- Taşıma potalarına RFID etiketler takılır.
- Tezgahlara ve ana ergitme ocaklarına RFID okuyucu/yazıcılar takılır.
- Taşıma potasının RFDI etiketi en son maden aldığı ana ergitme ocağında ki maden ile update edilir.
- Taşıma potası tezgah yanına getirildiğinde tezgahta o anda çalışan iş emrinin rotasındaki maden ile uyumsuz ise tezgah hem sesli ikaz verecek hemde kendisini kitleyerek çalışmaması sağlanır.

Proses Kontrol Ve Yarımamül Kalite Kontrol Periyotlarında Sapmanın Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

Kalite kontrol planına göre vardiyada iki kez proses ve yarımamül kontrolü yapılması gerekiyor. Ancak bu kontroller atlanabiliyor ve kontrollerin yapılıp yapılmadığının da kontrolü zor. Kontroller atlandığında da hatalı imalatlar yakalanamıyor.

- ERP'de kalite planlarına yarımamül ve proses kontrol planlarını, periyotları, parametreleri ve toleranslar girilir.
- Periyotlara verdiğimiz tolerans dolduğunda ERP tezgahın çalışmasını engelleyerek hatalı imalat riskini ortadan kaldırılır.

İş Merkezinde Bulunan Tezgahların Parametrelerinin Doğru Şekilde Set Edilmemesi Veya Üretim Esnasında Bu Parametrelerin Korunamamasının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

İş merkezinde bulunan her tezgahın her kalıp için çalışma parametreleri farklı. Bu parametreler belirli ve kayıtlı ancak setup yapan kişi bu parametleri doğru olarak girmeyebiliyor. Tezgahlar çalışıyor ama ürün kalitesinde görünmeyen hatalar oluşuyor.

- ERP'de tezgah parametreleri girilir.
- HMI'dan ilgili iş emri seçildiğinde tezgahlara ilgili parametreler otomatik yüklenmesi sağlanır.
- İmalat esnasında parametrede tolerans dışı sapma olduğunda tezgah duracak ve ikaz vermesini sağlanır.

Yarımamül Kasalarının Yönetilebilmesi ve Yarımamül İzlenebilirliğinin Sağlanamabilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

İmalatta yaklaşık 1000 adet yarımamül kasası bulunmaktadır. Hangi kasanın içerisinde hangi üründen kaç adet bulunduğu bilinmesi gerektiği halde bilinmemektedir. Bunu takip edilebilmesi için:

- Tezgahlara RFID etiketler takılır.
- İş merkezlerindeki kasa bekleme noktalarına RFID reader takılır.
- Üretimde kasaların geçiş ve bekleme noktalarınada RFID reader takılır.
- Kasalar her hareket ettiğinde ERP üzerindeki depo ve stok yerleride değişecek, ancak kasa veya içindeki yarımamül için tanımlı olmayan depo ve stok yerlerine giriş çıkışta sistem ikaz vererek uyarı vermesi sağlanır.
- Tezgah üzerindeki HMI ekranlarında tezgahın yanında bulunan kasalar görülecek ve tezgahın yaptığı üretim ilgili kasa üzerine birikmesi sağlanır.

İş Merkezinde Oluşabilecek Arıza Sonrası Üretimin Alternatif Tezgahlara Kaydırılmasın İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

Arızaya geçen tezgahta çalışan kalıbın ürettiği ürün aciliyeti olan bir ürünse ve tezgahın tahmini onarım süresi uzun ise ilgili kalıbın çalışmasına uygun olan diğer tezgahlardaki

çizelgeli işler için tekrar “tek parça MRP” çalıştırılır ve tekrar çizelgelenir. Çizelge sonucu boşluk zamanı en geniş olan tezgaha ilgili kalıp atanır.

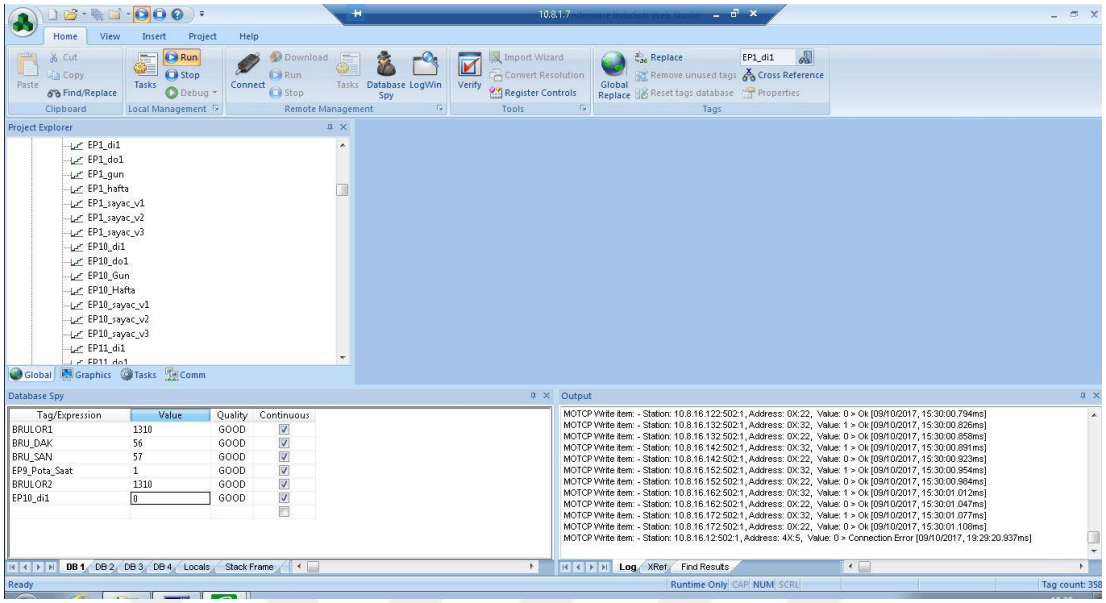
4. Alüminyum Döküm Fabrikasında Uygulanması

Endüstri 4.0 kavram olarak bile henüz soyut durumda iken fabrikalarda projelendirilip uygulanması konusunda çok ciddi boşluk vardır. Bu çalışmada fabrikaların Endüstri 4.0 dönüşümüne nasıl ve nereden başlanacağı konusunda bir örnek oluşturacak. Projelendirmede belirtilen işlemlerin Alüminyum Döküm Fabrikasında uygulama adımlar ve detayları belirtilmiştir. Bu örnek uygulama Alüminyum döküm fabrikaları başta olmak üzere tüm tesislerde uygulanabilir.

İmalatta Anlık Adet Ve Fire Miktarının Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- İş merkezlerinde bulunan tezgahları ve tezgahlarda bulunan HMI,PLC ve sensörleri IoT ile çevrimiçi duruma getirilir:
    - Fabrika geneline güçlü wi-fi hotspot'lar ile wi-fi network oluşturuldu
    - İş merkezlerine wi-fi Access pointler yerleştirerek tüm iş merkezlerini wi-fi üzerinden network'e bağlandı
    - İş merkezlerine PLC, HMI taktık ve bunların wi-fi bağlantıları yapıldı
    - Tezgahların ilgili sensörlerinden PLC girişlerine kuru kontak girişleri yapıldı
    - PLC'leri programlayarak kontakların alınmasını sağlandı

- Çevrimiçi duruma gelen HMI,PLC ve sensörleri Scada programı kullanarak server ile haberleşmesi sağlanır.
    - Server'a SCADA programı kurduk, SCADA'yı programladık ve PLC ler ile scada programı üzerinden haberleşme sağlandı



Şekil 10 Scadanın Sistemler Arasında İletişim Kurması

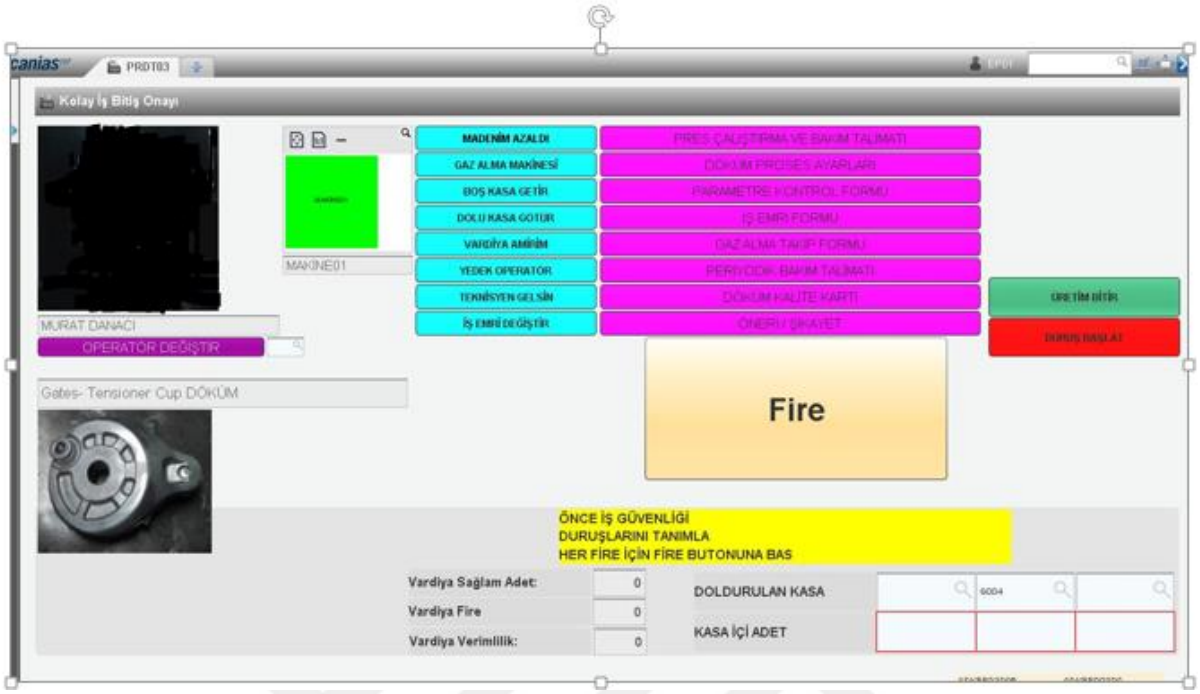
- Server ile haberleşmeyi sağladıktan sonra OPC server yardımı ile SQL'de çift taraflı veri transferi yapılır,
    - PLC'ler ile SCADA haberleşmesinden sonra OPC SERVER programı ile PLC'ye gelen verileri SQL server üzerinde SQL serverda oluşturduğumuz tablolara yazıldı
    - ERP tarafından SQL'e yazılan verileri OPC SERVER ile okuyup PLC nin çıkışlarını da SQL server daki verilere bağlandı
    - Böylelikle SQL ile tezgahların çift taraflı konuşmasını sağlandı

- ERP programında HMI'lar için modül geliştirilmesi ve kodlanması (prdt03,prdt29)

    - Tezgahbaşı HMI lar için ERP'de PRDT03 menüsü geliştirildi ve kodlandı
    - İmalat yöneticileri için ERP'de PRDT29 menüsü geliştirildi ve kodlandı

- HMI'lara ERP programları kurulacak ve eğitimler tamalanması

    - Tezgahbaşı HMI'lar için hazırlanan ERP menüleri bu cihazlara yüklendi ve kullanıma hazır hale getirilerek operetörlere eğitimleri tamamlandı



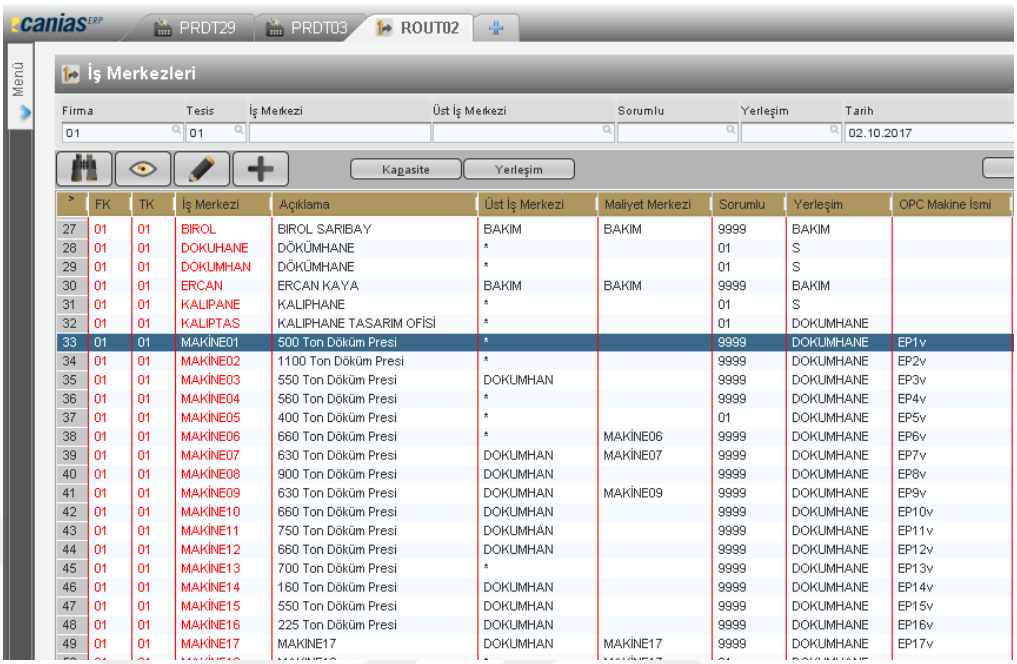
Şekil 11 ERP'de Tasarlanıp Kodlanan HMI

- ERP'de ilgili malzeme kartlarının,ürün ağaçlarının, rotaların, ve iş emirlerinin açılması ve HMI'larda onaya hazır hale getirilir
  - Üretimi devam eden ürünlerin ürün ağaçları, rotaları hazırlandı ve iş emrileri açılarak iş merkezi HMI'larından onaya hazır hale getirildi

- Endüstri 4.0 uygulamasının kullanıma başlanması ve anlık sağlam ve fire adetlerinin takip edilmesi,
  - Tezgatan gelecek adet bilgisi ile opertörün HMI dan gireceği fire adetlerini anlık olarak ERP üzerinden görebiliyoruz.

Yetkin Olmayan Operatörün Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- ERP'de operatörler için tezgah ve kalıp bazlı polivalans tablosu oluşturulur,
  - Polivalans tablosu ERP'de iş merkezlerinin iş merkezi sorumluları kısmına tek tek tanımlandı



Şekil 12 İş Merkezlerinin ERP'ye Tanımlanması



Şekil 13 Polivalans Tablosunun ERP'ye Tanımlanması

- ERP'deki HMI'lara operatör giriş menüleri eklenecek ve operatör RFID kart ile kendisini tezgaha tanıtmalı

➢ HMI'lara konulan RFID reader ile operatör kendini tezgaha tanıtıyor



Şekil 14 ERP'de Operatörün Kendini Sisteme Tanıtma Menüsü

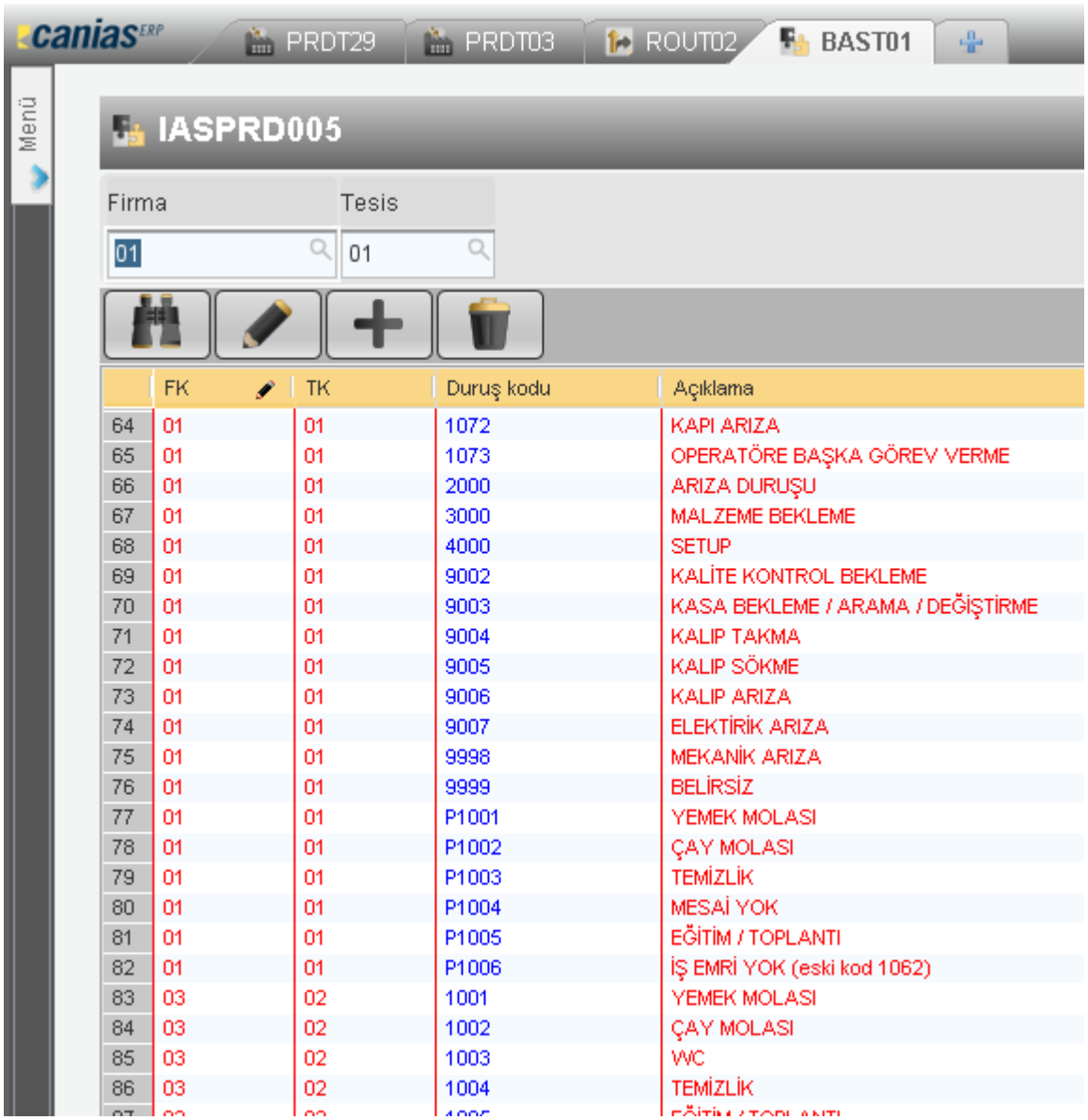
- Operatörün tezgah ve kalıp üzerinde yetkinliği polivalans tablosunda yok ise ERP tezgahın çalışmasını engelleyerek üretim başlatılamayacak, böylelikle yetkin olmayan operatörün üretim yapması engellenir,

  ➢ Operatör ilgili tezgahın yetkin operatörler listesinde var ise tezgah açılır, yok ise tezgah çalışmaz ve sinyal verir.

Arızaların, Duruşların Anlık Olarak Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Duruş sebeplerinin planlı/plansız olmasına göre ERP'de tanımlanmasını sağlanır

  ➢ İmalatta gerçekleşen duruşlar ERP'de destek tablosu olarak tanımlandı. Duruşların planlı/plansız oluşu duruş tipinde belirtildi.

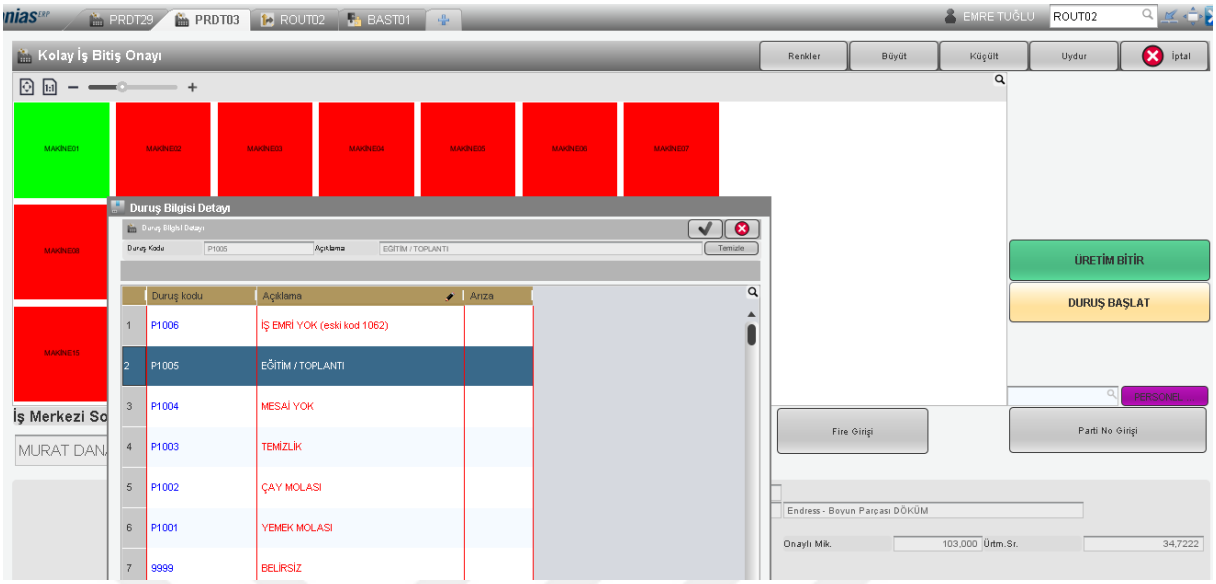


	FK	TK	Duruş kodu	Açıklama
64	01	01	1072	KAPI ARIZA
65	01	01	1073	OPERATÖRE BAŞKA GÖREV VERME
66	01	01	2000	ARIZA DURUŞU
67	01	01	3000	MALZEME BEKLEME
68	01	01	4000	SETUP
69	01	01	9002	KALİTE KONTROL BEKLEME
70	01	01	9003	KASA BEKLEME / ARAMA / DEĞİŞTİRME
71	01	01	9004	KALIP TAKMA
72	01	01	9005	KALIP SÖKME
73	01	01	9006	KALIP ARIZA
74	01	01	9007	ELEKTİRİK ARIZA
75	01	01	9998	MEKANİK ARIZA
76	01	01	9999	BELİRSİZ
77	01	01	P1001	YEMEK MOLASI
78	01	01	P1002	ÇAY MOLASI
79	01	01	P1003	TEMİZLİK
80	01	01	P1004	MESAİ YOK
81	01	01	P1005	EĞİTİM / TOPLANTI
82	01	01	P1006	İŞ EMRİ YOK (eski kod 1062)
83	03	02	1001	YEMEK MOLASI
84	03	02	1002	ÇAY MOLASI
85	03	02	1003	WC
86	03	02	1004	TEMİZLİK

Şekil 15 Duruş Kodlarının ERP'ye Tanımlanması

- Duruş sebeplerinin HMI üzerindeki ERP'lerden girdirilir.

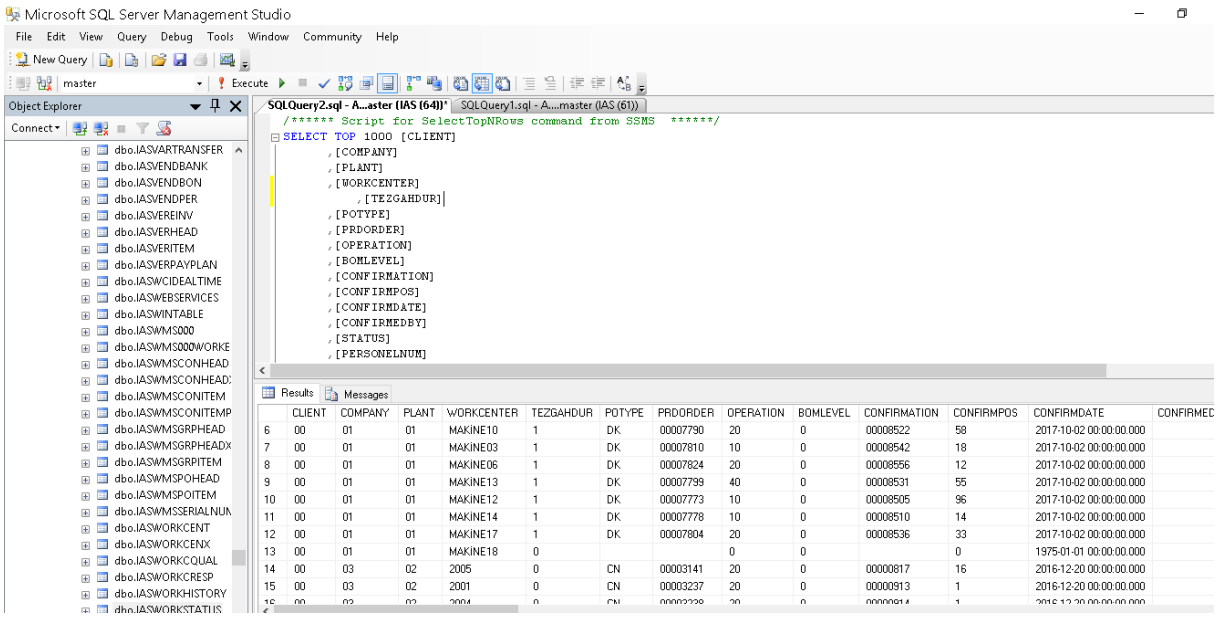
  - Tezgahlardan belirsiz olarak gelen duruşların operatör tarafından tanımlanması gerekiyor. HMI üzerinden duruşların tanımlanabileceği ve değiştirilebileceği bir menü oluşturduk ve belirsiz duruşların tanımlanmasını sağlandı.



Şekil 16 Duruş Sebebi Giriş Menüsü

- Belirsiz duruşun operatör tarafından yeniden tanımlanmaması halinde tezgahın ERP tarafından çalıştırılmaması ve böylelikle tüm duruşların tanımlı hale gelmesini sağlanır.

  - Tezgah belirsiz duruşa geçtiğinde ERP'ye tezgahın çalışmasını engellettik. Böylelikle operatör duruş tanımlamak zorunda kalıyor.



Şekil 17 SQL de ERP'nin Tezgahları Durdurduğunu Gösteren Tablo

Tezgah Ve Operatör Verimliliklerinin Takip Edilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Zaman etüdü yapılarak standart zamanların belirlenir.

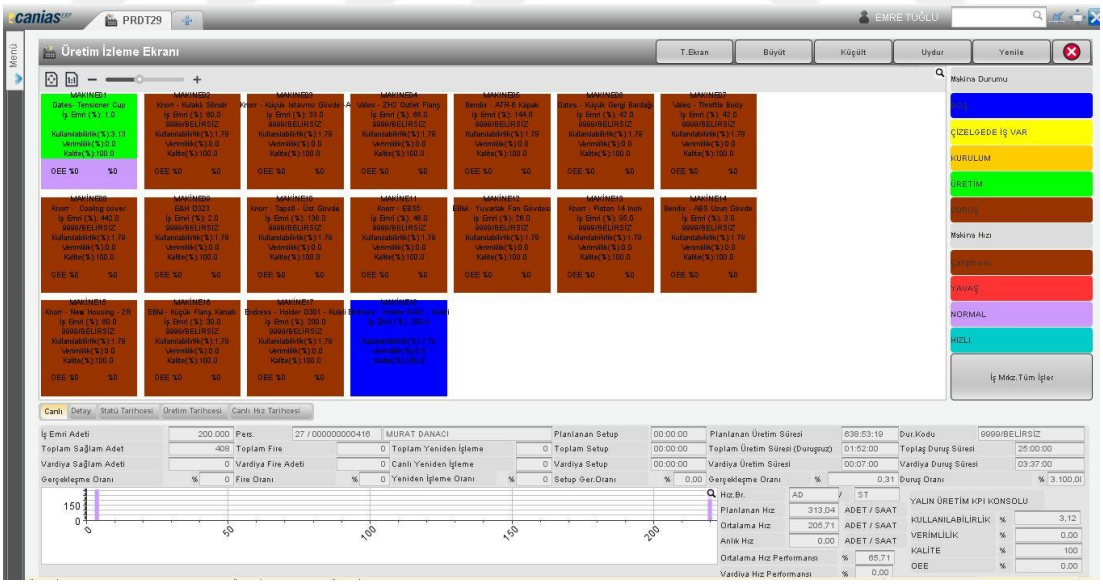
  - Zaman etüdü yaparak tezgahta çalışan kalıpların standart sürelerini belirlendi.

- Standart zamanların ERP üzerinden rotalara ve iş emirlerine tanımlanır.

  - Belirlenen standart zamanları ERP'de rotaların üzerine tanımladık ve verinin iş emirlerine akmasını sağlandı,

- ERP üzerinde verimliliklerin takip edilebileceği modül tasarlanması ve kodlanması.

  - ERP'de PRDT29 ekranında tezgahın ve operatörün verimliliklerinin takip edileceği menü oluşturuldu ve takip etmeye başlandı.



Şekil 18 OEE bileşenlerinin iş merkezi bazlı takip edildiği menü

Anlık İmalat OEE Görülebilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

OEE Hesaplama Formülü:
OEE=B/A x C/A x D/C x 100

A: Planlanmış Üretim Süresi=Takvim Süresi – Planlı Duruşlar

Takvim Süresi: ERP üzerinden her iş merkezi için bir çalışma takvimi oluşturuldu. Bu takvimlerden **Planlı Duruşlar:**İş merkezinde bulunan tezgahların planlı bakım duruşları, resmi tatiller, yemek, temizlik duruşları, gibi duruşlar HMI ve ERP üzerinden alındı,

B: Çalışma Süresi = Planlanmış Üretim Süresi – Plansız Duruşlar

Plansız Duruşlar = HMI dan girilen duruşlardan duruş tipi plansız olan duruşların üretim süresi içerisindeki toplamı,

C: Net Çalışma Süresi = Çalışma Süresi – (Hız Kaybı+Çokoteler)

Hız Kaybı = Tezgahın kontrollü olarak yavaşlatılması, çeşitli sebeplerden tezgahın optimum hızına çıkamaması,
Çokoteler = 3 dk dan kısa olan ve operatör müdahalesi ile giderilebilen mini duruşlar, takılmalar vb.

D: Etkin Çalışma Süresi = Net Çalışma Süresi – Kalite Kaybı

Kalite Kaybı=Fire/Hurda/yeniden işleme parçayı üretmek için harcanan süre

OEE bileşenleri:

- Kullanılabilirlik
- Verimlilik
- Kalite

Kullanılabilirlik =

(Planlanmış Üretim Süresi – Plansız Duruşlar) / (Takvim Süresi – Planlı Duruşlar) (5)

Verimlilik =

(Çalışma Süresi–(Hız Kaybı+Çokoteler))/(Planlanmış Üretim Süresi–Plansız Duruşlar) (6)

Kalite =

(Net Çalışma Süresi – Kalite Kaybı) / (Çalışma Süresi – (Hız Kaybı+Çokoteler)) (7)

OEE Hesaplama Formülü:

OEE = B/A x C/A x D/C x 100 (8)

ÜRETİM BİLGİLERİ	
VARDİYA SAYISI	VARDİYA SÜRESİ: 480dk
YEMEK MOLASI	3*30=90dk
KISA MOLA	3*15=45 dk
PLANSIZ DURUŞ	190 dk
ÜRETİM ADETİ	1900 ADET
HURDA ADETİ	60 ADET
TEORİK ÜRETİM HIZI	2 ADET/DK
HESAPLAMALAR	
Planlanmış Üretim Süresi= (vardiya sayısı * vardiya süresi) - Yemek Molaları - Kısa Molalar =3*480dk-90dk-45dk= 1305 dk	
Çalışma Süresi=Planlanmış Üretim Süresi - Plansız Duruşlar =1305dk - 190dk=1115dk	
Hatasız Üretim Adeti= Üretim Adeti - Hurda Adeti =1900-60= 1840 adet	

Şekil 19 OEE Bileşenlerinin Hesaplanması

OEE BİLEŞENLERİ
Kullanılabilirlik; =Çalışma Süresi / Planlanmış Üretim Süresi * 100 =1115dk/1305dk*100 =%85,44
Performans; =(Üretim Adeti / Çalışma Süresi) / Teorik Üretim Hızı*100 =(1900/1115)/2*100 =%85,20
Kalite; Hatasız Üretim Adeti/Üretim Adeti *100 =1840/1900*100 = %96,84

Şekil 20 OEE Hesaplanma Örneği

Bu verilerin tamamını tezgahlardan, HMI'dan ve ERP'den toplayıp hesaplayarak ERP'de PRDT29 ekranından anlık olarak görmeye ve takip edilmeye başlandı.

Hatalı kalıp Kullanımının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Kalıplara RFID etiketler takılır
  - ➢ Kalıplara RFID etiketleri takıldı ve ERP'de ki kodlar ile aynı kodlar verildi.
- Tezgahlara RFID okuyucular takılır
  - ➢ Tezgahlara kalıplardaki RFID tag leri okuyacak readerlar takıldı.

- Kalıp tezgah yanına getirildiğinde tezgahta o kalıba ilişkin bir iş emri yok ise tezgah hem sesli ikaz vermeli hemde kendisini kitleyerek çalışmamalı

  - Kalıp tezgah yanına geldiğinde ilgili kalıp tezgahın çizelgesinde bulunan iş emrinde tanımlı olan kalıp değil ise sesli ikaz vererek tezgah kitleniyor

Hatalı Hammadde Kullanımı Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Taşıma potalarına RFID etiketler takılır

  - Taşıma potalarına RFID taglar takıldı

- Tezgahlara ve ana ergitme ocaklarına RFID okuyucu/yazıcılar takılır

  - Taşıma potalarına takılan tagları okuyup yazmak için ana ergitme fırınına ve tezgahlara da RFID okuyucular takıldı,

- Taşıma potasının RFDI etiketi en son maden aldığı ana ergitme ocağında ki maden ile update edilir

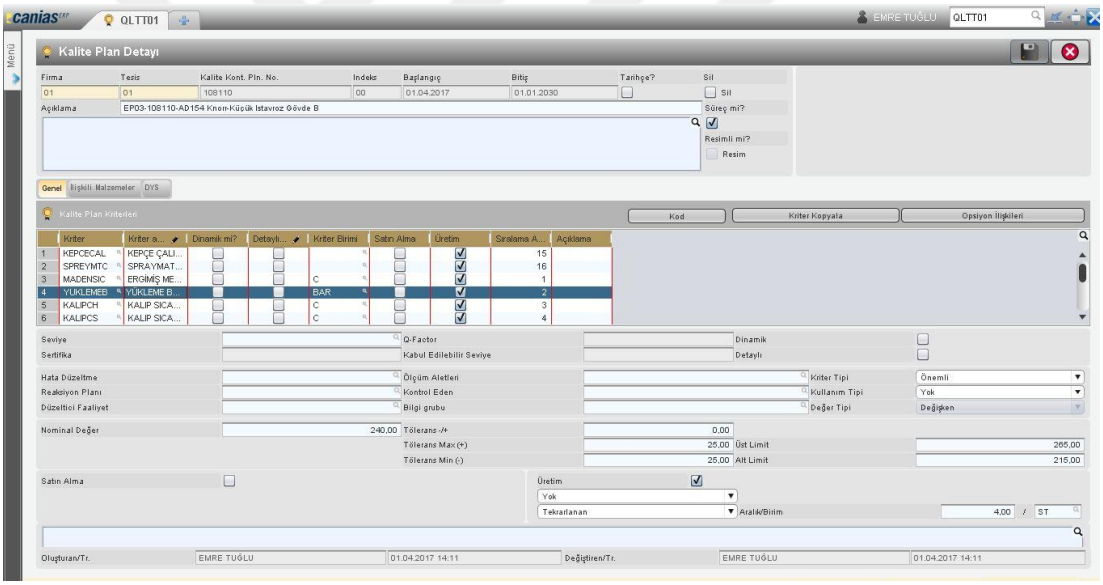
  - Taşıma potası en son hangi ocaktan maden alırsa tag'i ilgili madenin alaşımı olarak güncellendi

- Taşıma potası tezgah yanına getirildiğinde tezgahta o anda çalışan iş emrinin rotasındaki maden ile uyumsuz ise tezgah hem sesli ikaz vermeli hemde kendisini kitleyerek çalışmamalı

- Ana ergitmeden güncellenen tag tezgah yanındaki potaya geldiğinde tezgahtaki iş emrinin alaşımı ile taşıma potasındaki alaşım uygun değilse tezgah hem sesli ikaz vermekte hem de stop durumuna geçmektedir

Proses Kontrol Ve Yarımamül Kalite Kontrol Periyotlarında Sapmanın Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- ERP'de kalite planlarına yarımamül ve proses kontrol planlarını, periyotları, parametreleri ve toleransları girilir.
  - ERP'de QLTT01 menüsünü geliştirdik. Yarımamül ve proseslerin kalite kriterlerini ve toleranslarını QLTT01 den tanımlanır.



Şekil 21 Proses Kontrol Parametrelerinin Tanımlanma Menüsü

- Periyotlara verdiğimiz tolerans dolduğunda ERP tezgahın çalışmasını engelleyerek hatalı imalat riskini ortadan kaldırmalıdır.
  - ERP'de QLTT18 menüsünü geliştirildi. QLTT01 den tanımlanan periyotlarda menü kontrollerin yapılması için ikaz vermekte, periyotlar dolduktan sonra tezgahı stop ederek hatalı imalat riskini ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 22 Proses kontrollerinin yönetildiği menü

İş Merkezinde Bulunan Tezgahların Parametrelerinin Doğru Şekilde Set Edilmemesi Veya Üretim Esnasında Bu Parametrelerin Korunamamasının Engellenmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- ERP'de tezgah parametreleri girilir

  - 4.8. nolu uygulamada tezgah parametreleri girildi

- HMI'dan ilgili iş emri seçildiğinde tezgahlara ilgili parametreler otomatik yüklenir

  - HMI'dan iş emri seçildiğinde ilgili parametreler iş merkezindeki tezgahlara yüklendi

- İmalat esnasında parametrede tolerans dışı sapma olduğunda tezgah durmalı ve ikaz vermeli

  - İmalat sırasında QLTT18 ekranından yapılan girişlerde tolerans dışı sapma yaşandığında HMI ikaz vermekte ve tezgahı stop konumuna almaktadır

Yarımamül Kasalarının Yönetilebilmesi ve Yarımamül İzlenebilirliğinin Sağlanamabilmesi İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Kasalara RFID etiketler takılır

  - İmalatta bulunan 1000 adet yarımamül kasasının tamamına RFID etiketler takıldı

- İş merkezlerindeki kasa bekleme noktalarına RFID reader takılır

  - İş merkezlerinde kasa bekleme noktaları sabitlendi ve kasa RFID etiket noktalarına denk gelecek şekilde readerlar yerleştirildi

- Üretimde kasaların geçiş ve bekleme noktalarınada RFID reader takılır

  - Kasaların geçiş yollarında kritik noktalar belirlendi ve kasa üzerindeki RFID tagları okuyabilecek readerlar yerleştirildi

- Kasalar her hareket ettiğinde ERP üzerindeki depo ve stok yerleride değişmeli, ancak kasa veya içindeki yarımamül için tanımlı olmayan depo ve stok yerlerine giriş çıkışta sistem ikaz vermeli

  - RFID tagların okunması ile kasalarda depo transferleri gerçekleşmekte, kasaların ve stokların takibi yapılmaktadır.

İş Merkezinde Oluşabilecek Arıza Sonrası Üretimin Alternatif Tezgahlara Kaydırılmasın İçin Endüstri 4.0 Uygulaması

- Arızaya geçen tezgahta çalışan kalıbın ürettiği ürün aciliyeti olan bir ürünse ve tezgahın tahmini onarım süresi uzun ise ilgili kalıbın çalışmasına uygun olan diğer tezgahlardaki çizelgeli işler için tekrar "tek parça MRP" çalıştırılır ve tekrar çizelgelenir. Çizelge sonucu boşluk zamanı en geniş olan tezgaha ilgili kalıp atanır.

- Arızaya geçen tezgahın arızasının tahmini onarım süresi 2 günden uzun ise tezgahta bulunan kalıbın çalışmasına uygun olan diğer tezgahlardaki iş emirlerine ait ürünler için tekrar MRP çalıştırılıp tekrar çizelgeleme yapılır. Çizelge sonucu boşluk zamanı en geniş olan tezgaha atama yapılır ve bu durum imalat yöneticilerine mail ile bildirilir.

4.1. Uygulama Bulguları

Bu çalışmada Endüstri 4.0 uygulamalarından IoT, Big Data ve Analizi, Siber fiziksel sistemler ve Cloud sistem kullanılmıştır.

MES sistemi olmadan da ERP üzerinden OEE ölçüm, duruş, fire, verimlilik analizlerinin yapıldığını hemde daha az sayıda farklı sistem kullanıldığı için çok daha hızlı ve doğru şekilde sonuç alınmıştır.

Fabrika bilişim sistemi içerisinde birbirinden farklı programlar oluşmaması için yazılım için ERP platformu kullanılmıştır.

SCADA ve OPC server programları için iki ayrı program kullanmak yerine ikisinide içeren bir SCADA programı seçilmiştir.

PLC marka model farketmediğinden daha sonra yapılacak geliştirme işlemlerinde de kullanmak üzere piyasada yaygın bulunan orta seviye bir PLC kullanılmıştır.

Uygulamada wi-fi sistemdeki veri kayıplarını gidermek ciddi zaman kaybına yol açmış olup sorunun IP çakışması olduğu anlaşıldı ve Endüstri 4.0 uygulamaları için kullanılacak tüm cihazlar için yeni bir IP sınıfı oluşturularak fabrikanın IT sisteminden soyutlandı.

Endüstri 4.0 uygulamamızda fabrikanın öncelikli sorunlarına göre uygulama geliştirilmiş olup imalattaki robotlarda benzer şekilde sisteme çok rahat entegre edilebilir durumdadır.

Çalışmamızda hiçbir şekilde MES sistemi kullanılmamış tüm sistem ERP üzerinden yürütülmüştür.

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 kavramları ve dönüşümünün nasıl yapılacağı konusundaki belirsizlik ortadan kaldırılmış ve Endüstri 4.0 dönüşümü için başarılı bir yol haritası oluşturulmuştur.

Çalışmamız Alüminyum Döküm sektöründe bir fabrikada yapılmış olsada imalat yapan tüm fabrikalara yol gösterici niteliktedir.

Çalışmamızda;

Endüstri 4.0 uygulamalarında Yapay Zeka ve BPM aracı olarak ERP'nin kullanılabileceği başarı ile ispatlanmıştır.

Endüstri 4.0'da temel olan husus, tesis OEE'lerinin sürekli ölçülmesi, bir Yapay Zeka ve BPM aracı ile sürekli kararlar verilmesi ile OEE'lerin sürekli yüksek tutulmasıdır. Klasik metodda günde sadece birkaç kez yapılan imalat yönetim faaliyetlerinin Endüstri 4.0 ile günde binlerce kez yapılabileceği ispatlanmıştır.

Çalışmamızda ERP haricinde bir MES sistemi kullanılmayarak, ERP bulunan platformlarda, MES sistemlerine gerek olmadığı da ispatlanmıştır.

6. TARTIŞMA

ERP'ler Endüstri 4.0 devriminin ana oyuncusu olacaktır. Bu durumda ERP'lerin açık kaynak kodlu ve sınırsız geliştirmeye imkan veriyor olmalı zorunludur.

MES sistemlerinin yaptığı tüm işleri ERP'lerin yapar hale gelmesi ile günümüzde imalatlarda yaygın olan MES sistemlerinin yakın zamanda kullanımdan kalkacağı öngürülmektedir.

Scada/OPC Server katmanının, ERP ile tezgahlar arasında bulunması, Endüstri 4.0 projelerini zorlaştırmaktadır. IoT cihaz üreticileri bu sorunu çözecek ürünleri hızla geliştirmeli ve direk SQL ile haberleşebilen sensör, swiç röle vb. IoT cihazlar geliştirmelidir.

PLC'lerin de önemi azalmaktadır. Tezgahlarda bulunan PLC'lerin yaptığı işler artık ERP üzerinden yapılmaya başlanacak ve server ana PLC olarak tüm tezgahları IoT cihazlar ile yönetecek.

Endüstri 4.0'ın robotların kullanılmasını hızlandıracağı için operatör fazlalığı oluşturacak ve mavi yaka işsizliği artacaktır. Benzer şekilde kararların bir kısmını Yapay Zeka ve BPM ile ERP vereceği için karar verici pozisyonda olan personelde de işgücü ihtiyacı azalacaktır.

KAYNAKÇA

[1] KARAKAYA, Şakir. “Endüstri 1.0 dan 4.0’a Yolculuk”. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ENDÜSTRİ 4.O, “Sanayinin Dijital Dönüşümü”, Ekim 2016

[2] ÖZBÜLBÜL M. (2017), Endüstri Devrimleri, http://ankaenstitusu.com/4-endustri-devrimi/, 20.08.2017

[4] C. C. Aggarwal, N. Ashish, and A. Sheth. The Internet of Things: A Survey from the Data-Centric Perspective. Boston : Springer, Boston, MA, 2012. s. 383-428.

[5] O'Leary, Daniel E. O'LearyDaniel E. ‘BIG DATA’, THE ‘INTERNET OF THINGS’ AND THE ‘INTERNET OF SIGNS’. Los Angeles : John Wiley & Sons Ltd, 2013. s. 53-65.

[6] Kopetz, H. "Internet of things," in Real-time systems. Springer, 2011. s. 307-323.

[7] Ashton, K. "That ‘internet of things’ thing," RFiD Journal. 2009. s. 97-114. Cilt 22.

[8] From Internet of Data to Internet of Things. Santucci, Gérald. Paper for the International Conference on Future Trends of the Internet, 2009.

[9] J. López-de-Armentia, D. Casado-Mansilla, and D. López-deIpina. "Fighting against vampire appliances through eco-aware things," in Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS),Sixth International Conference, 2012. s. 868-873.

[10] "Security of the internet of things: Perspectives and challenges,". Q. Jing, A. V. Vasilakos, J. Wan, J. Lu, and D. Qiu. 20, Wireless Networks, 2014, s. 2481-2501.

[11] H. Sato, A. Kanai, S. Tanimoto, and T. Kobayashi. "Establishing Trust in the Emerging Era of IoT,". IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE), 2016. s. 398-406.

[12] Mayer,] R. E. Multimedia learning: Cambridge university press, 2009.

[13] "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications,". A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash. 17, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015, s. 2347-2376.

[14] [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 10 6 2017.] http://wikibon.org/wiki/v/Defining_and_Sizing_the_Industria l_Internet.

[15] Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.] J. Manyika, M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson, and A. Marrs. 12, San Francisco : McKinsey Global Institute, 2013.

[16] "Data mining for the internet of things: literature review and challenges,". F. Chen, P. Deng, J. Wan, D. Zhang, A. V. Vasilakos, and X. Rong. 2015, International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, s. 12.

[17] "The internet of things: A survey,". L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito. 54: Computer networks, 2010, s. 2787-2805.

[18] P. Spiess, S. Karnouskos, D. Guinard, D. Savio, O. Baecker, L. M. S. De Souza, et al. "SOA-based integration of the internet of things in enterprise services,". IEEE International Conference, 2009. s. 968-975.

[19] P. Zikopoulos, K. Parasuraman, T. Deutsch, J. Giles, and D. Corrigan. Harness the power of big data The IBM big data platform. McGraw Hill Professional, 2012.

[20] "Big data analytics: a survey,". C.-W. Tsai, C.-F. Lai, H.-C. Chao, and A. V. Vasilakos. 2, Journal of Big Data, 2015, s. 1-32.

[21] G. Kollios, D. Gunopulos, N. Koudas, and S. Berchtold. "Efficient biased sampling for approximate clustering and outlier detection in large data sets,". IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2003. s. 1170-1187.

[22] R. Tapu, B. Mocanu, A. Bursuc, and T. Zaharia. "A smartphone-based obstacle detection and classification system for assisting visually impaired people,". Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops, 2013. s. 444-451.

[23] GEISBERGER, E., BROY, M. AgendaCPS, Integrierte Forschungsagenda CyberPhysical Systems . Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2012.

[24] Bradley, J. M. ve Atkins, E. M. Optimization and Control of Cyber-Physical Vehicle Systems. Sensors, 2015. s. 23023. Cilt 15.

[25] [Alıntı Tarihi: 21 6 2017.] yapbenzet.kocaeli.edu.tr/otonom-robotlar-giris/.

[26] 15 6 2017. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~berrak10/webfinal/res/b1.png.

[27] ÇELİKTAŞ, Barış. SİBER GÜVENLİK KAVRAMININ GELİŞİMİ VE TÜRKİYE ÖZELİNDE BİR. Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2016.

[28] KILIÇ, Mehmet Bertan. Kurumsal Bilgi Güvenliği Yönetim Süreci. 2012.

[29] ÇELİKTAŞ, Barış. Siber güvenlik kavramının gelişimi ve Türkiye özelinde bir değerlendirme. KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, 2016.

[30] "An overview of the Internet of Things for people with disabilities,". Domingo, M. C. 35: Journal of Network and Computer Applications, 2012, s. 584-596.

[31] Z. Yang, Y. Yue, Y. Yang, Y. Peng, X. Wang, and W. Liu. "Study and application on the architecture and key technologies for IOT,". Multimedia Technology (ICMT), 2011 International Conference, 2011. s. 747-751.

[32] M. Wu, T. Lu, and F. Ling. "Research on thearchitecture of Internet of things,". Washington : Proceedings of the 3rdInternational Conference on Advanced Computer Theory andEngineering (ICACTE), 2010. s. 484.

[33] "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions,". J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami. 29, Future Generation Computer Systems,, 2013, s. 1645-1660.

[34] "Data mining for internet of things: a survey,". C.-W. Tsai, C.-F. Lai, M.-C. Chiang, and L. T. Yang. 16, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014, s. 77-97.

[35] "Future Internet of Things: open issues and challenges,". C.-W. Tsai, C.-F. Lai, and A. V. Vasilakos. 20, Wireless Networks, 2014, s. 2201-2217.

[36] J. Han, J. Pei, and M. Kamber. Data mining: concepts and techniques. Elsevier, 2011.

[37] "IoTbased smart rehabilitation system,". Y. J. Fan, Y. H. Yin, L. Da Xu, Y. Zeng, and F. Wu. 10, IEEE transactions on industrial informatics, 2014, s. 1568-1577.

[38] A. Ukil, S. Bandyoapdhyay, C. Puri, and A. Pal,. "IoT Healthcare Analytics: The Importance of Anomaly Detection," 2016 IEEE 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2016. s. 994-997.

[39] D. López-de-Ipiña, T. Lorido, and U. López. "Indoor navigation and product recognition for blind people assisted shopping,". International Workshop on Ambient Assisted Living, 2011. s. 33-40.

[40] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. , "Imagenet classification with deep convolutional neural networks,". Advances in neural information processing systems, 2012. s. 1097-1105.

[41] STOCK, T. ve SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry4.0. Procedia CIRP 40, 2016. s. 536-541.

[42] THRAMBOULIDIS, K. A Cyber-Physical System-Based Approach for Industrial Automation Systems. Computers in Industry, 2015. s. 92-102. Cilt 72.

[43] ALÇIN, Sinan.19 08 2017. http://dergipark.gov.tr/download/article-file/305119.

[44] YUE, X. ve diğerleri. Cloud,assisted industrial cyber-physical systems: An insight. Microprocessors and Microsystems, 2015. s. 1262-1270. Cilt 39.

[45] SANCHEZ, B, B. ve diğerleri. A Framework for Developing Traceability Solutions in Small Manufacturing Companies. Sensors, 2015. s. 29478-29510. Cilt 15.

[46] MESSE, HANNOVER. HANNOVER MESSE. HANNOVER MESSE. [Çevrimiçi] 11 7 2017. http://www.hannovermesse.de/en/news/smart-factory-the-technology-behind-industry-4.0.xhtml.

[47] Özışık, Süleyman Uğur. kocaeli.edu.tr. kocaeli.edu.tr. [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 5 7 2017.] http://yapbenzet.kocaeli.edu.tr/otonom-robotlar-giris/.

[48] ROTSİS. ROTSİS . ROTSİS . [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 1 7 2017.] http://www.rotsis.com/simulasyon/4/Engineering.html.

[49] Endüstri 4.0 platformu. Endüstri 4.0 platformu. [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 14 6 2017.] http://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/.

[50] Robust Cyber-Physical Systems: Concept, Models and Implementation, Future Generation Computer Sysmtems. Hu, F. Diğerleri. 56, 2016, s. 449-475.

EK1: TEZGAH, ERP, SQL ORTAK ÇALIŞMASI İÇİN GELİŞTİRİLEN KOD

Kodların boşlukları ve dizilişi “kod okuma standartına” göre yazılmıştır.

```
OBJECT :
 STRING SELFROM,
 STRING ALAN,
 STRING SELSEL;

SELECT *
      FROM IASWORKCENT
      WHERE CLIENT =SYS_CLIENT
            AND COMPANY=SCCOMPANY
            AND OPCDEVICENAME!=''
      ORDERBY  COMPANY,PLANT,WORKCENTER
      INTO WORKCENTERBUL ;

SETBATCHTRAN TRUE;

LOOP AT  WORKCENTERBUL
BEGIN
      SELECT *
            FROM IASWORKSTATUS
            WHERE COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
                  AND CLIENT=SYS_CLIENT
                  AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
                  AND WORKCENTER= WORKCENTERBUL_WORKCENTER
            INTO FSTATU;

      SELFROM='';
      ALAN='';
      SELSEL='';
      SELFROM ='OPC..' + WORKCENTERBUL_OPCDEVICENAME;
      ALAN=WORKCENTERBUL_IPADDRESS;

      IF  FSTATU_STATUS == 4
                  && FSTATU_BUTTONSTATUS == 6 THEN
            SELECT *
                  FROM  IASPRDFAILURE
                  WHERE CLIENT=SYS_CLIENT
                        AND PLANT=FSTATU_PLANT
                        AND COMPANY=FSTATU_COMPANY
                        AND POTYPE=FSTATU_POTYPE
                        AND PRDORDER=FSTATU_PRDORDER
                        AND CONFIRMPOS=FSTATU_CONFIRMPOS
                        AND BREAKDOWNSTART  = BREAKDOWNEND
                  INTO DRBUL ;

            OBJECT :
 DATETIME DTARIH1;
```

```
    IF SELECTED THEN
        DTARIH1=DRBUL_BREAKDOWNSTART;
        BEGINTRAN;
        UPDATE @SELFROM
            SET [_STATUS]=4
            WHERE [Time_Stamp] >=DTARIH1
                AND [Time_Stamp] <=SYS_CURRENTDATE
                AND [_STATUS]=0 ;


        IF SYS_STATUS==1 THEN
            ROLLBACKTRAN;
        ELSE
            COMMITTRAN;
        ENDIF;

    ENDIF;

ENDIF;


IF   FSTATU_STATUS !=0 THEN
    SELECT A.* ,B.MATERIAL,B.ALTERNUM
        FROM IASPRDCONF  A,IASPRDORDER B
        WHERE A.CONFIRMATION=FSTATU_CONFIRMATION
            AND  A.CONFIRMPOS=FSTATU_CONFIRMPOS
            AND A.CLIENT=SYS_CLIENT
            AND A.COMPANY= WORKCENTERBUL_COMPANY
            AND A.PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
            AND A.PLANT=B.PLANT
            AND A.COMPANY=B.COMPANY
            AND A.CLIENT=B.CLIENT
            AND A.PRDORDER=B.PRDORDER
            AND A.POTYPE=B.POTYPE
        INTO FCONF;


    IF FCONF_WORKSTART ==FCONF_WORKEND THEN
        SELECT  OPCDEVICENAME ,IPADDRESS
            FROM IASWORKCENT
            WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                AND COMPANY = FCONF_COMPANY
                AND PLANT  =FCONF_PLANT
                AND WORKCENTER = FCONF_WORKCENTER
                AND ISDELETE = 0
                AND USEIN = 0
                AND VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
```

```
            AND VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
        INTO MBUL2;

SELECT (ISQTYDEPENDENT /QUANTITY ) AS KKATSAYI
        FROM IASROURES A  ,IASROUOPR  B
        WHERE A.CLIENT =SYS_CLIENT
            AND A.CLIENT=B.CLIENT
            AND A.COMPANY=B.COMPANY
            AND A.PLANT=B.PLANT
            AND A.ROUNUM=B.ROUNUM
            AND A.ALTERNUM=B.ALTERNUM
            AND A.MATERIAL=B.MATERIAL
            AND A.OPERATION=B.OPERATION
            AND A.COMPANY =  FCONF_COMPANY
            AND A.PLANT = FCONF_PLANT
            AND A.ROUNUM = FCONF_MATERIAL
            AND A.ALTERNUM = FCONF_ALTERNUM
            AND A.VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
            AND A.VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
            AND A.MATERIAL =FCONF_MATERIAL
            AND A.ISKLP=1
            AND B.WORKCENTER=FCONF_WORKCENTER
        INTO KGOZBUL1;

OBJECT :
 INTEGER INT1,
 STRING STRRUN,
 STRING S1,
 STRING S2,
 STRING NEWSEL,
 DECIMAL ISEMRIA1,
 DECIMAL YISLEME;

/*22-07 OZGUR*/
SELSEL='SUM (CaSE when ' + '['+ @ALAN + ']'+' = 0 then 1 else 0 end) AS NQTY ';
/*  SELECT @SELSEL
        FROM @SELFROM
        WHERE [Time_Stamp] <=SYS_CURRENTDATE
            AND [Time_Stamp] >= FCONF_WORKSTART
            AND [_STATUS]=0
        INTO OTOMAK1;*/
NEWSEL = SELFROM;
NEWSEL = REPLACE(NEWSEL,'v','');
NEWSEL = REPLACE(NEWSEL,'V','');
S1 = REPLACE(NEWSEL,'OPC..','');

SWITCH FCONF_SHIFTNUMBER
CASE 1:
```

```
            STRRUN = S1 + '_sayac_v1 AS NQTY';
        CASE 2:
            STRRUN = S1 + '_sayac_v2 AS NQTY';
        CASE 3:
            STRRUN = S1 + '_sayac_v3 AS NQTY';
        ENDSWITCH;

        SELECT @STRRUN
            FROM @NEWSEL
            WHERE [Time_Stamp] >= FCONF_WORKSTART
            ORDERBY Time_Stamp DESC
            INTO OTOMAK1;
        READ OTOMAK1 WITH INDEX 1;

        ISEMRIA1 = OTOMAK1_NQTY * KGOZBUL1_KKATSAYI;


        SELECT @SELSEL
            FROM @SELFROM
            WHERE [Time_Stamp] <=SYS_CURRENTDATE
                AND [Time_Stamp] >= FCONF_WORKSTART
                AND [_STATUS]=9
            INTO FIRE;

        YISLEME = FIRE_NQTY;


        BEGINTRAN;
        UPDATE  IASWORKSTATUS
            SET OUTPUTQUAN=ISEMRIA1 ,REWORKQUAN=YISLEME
            WHERE COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
                AND WORKCENTER= WORKCENTERBUL_WORKCENTER
                AND CONFIRMATION=FSTATU_CONFIRMATION
                AND  CONFIRMPOS=FSTATU_CONFIRMPOS;


        IF SYS_STATUS THEN
            ROLLBACKTRAN;
        ELSE
            COMMITTRAN;
        ENDIF;

    ENDIF;

ENDIF;
```

```
    OBJECT:
INTEGER DBASLA,
    INTEGER DBASLA2,
    INTEGER DBASLA3,
    DECIMAL NDR2,
    DECIMAL NDR,
    PRDEASYCONF PRDEASYCONFREC;

    OBJECT:
DATETIME LDTSTART,
    DECIMAL LDCTMP,
    INTEGER LIFAILURESTATUS,
    INTEGER LIINDBTRAN,
    INTEGER SBREAKDOWN,
    INTEGER STRIGGER,
    INTEGER SCANIASRETURN,
    STRING GSFULLDEVICENAME;

    DBASLA3=0;
    SELECT *
        FROM IASWORKSTATUS
        WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBUL_WORKCENTER
            AND CLIENT=SYS_CLIENT
            AND COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
            AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
        INTO TBLWORKCENTER;

    SELECT *
        FROM IASWORKSTATUS
        WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBUL_WORKCENTER
            AND CLIENT=SYS_CLIENT
            AND COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
            AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
        INTO TMPWCOPERATIONS;

    SELECT *
        FROM IASWORKCENT
        WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBUL_WORKCENTER
            AND CLIENT=SYS_CLIENT
            AND COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
            AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
        INTO WORKCENTERLIST2;


    IF  TBLWORKCENTER_STATUS!=4
            && WORKCENTERBUL_AUTOFAILUREPASS > 0
            && TBLWORKCENTER_BUTTONSTATUS !=6    THEN
```

```
        IF TBLWORKCENTER_STATUS ==3
                && TBLWORKCENTER_BUTTONSTATUS !=4 THEN
            SELECT MAX (Time_Stamp) AS ZAMAN
                FROM @SELFROM
                INTO FFFF;

            OBJECT:
STRING MINUTEINT,
             STRING DAYINT,
             STRING MOUNTID,
             STRING YEAR,
             DATETIME FDATE;

            MINUTEINT=STRSTR(FFFF_ZAMAN,10,9);
            DAYINT= STRSTR(FFFF_ZAMAN,8,2);
            MOUNTID= STRSTR(FFFF_ZAMAN,5,2);
            YEAR =STRSTR(FFFF_ZAMAN,0,4);
            FDATE=DAYINT +'.'+ MOUNTID + '.'+ YEAR + MINUTEINT;
            DBASLA=GETMINUTEDIFF(FDATE,SYS_CURRENTDATE);
            NDR= WORKCENTERBUL_AUTOFAILUREPASS /60;
            SELECT POTYPE,PRDORDER,OPERATION,BOMLEVEL
                FROM IASPRDOPR
                WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                    AND COMPANY = TBLWORKCENTER_COMPANY
                    AND CONFIRMATION = TBLWORKCENTER_CONFIRMATION
                INTO TBLAUTOPERATION;


            IF SELECTED == 0 THEN
                RETURN;
            ENDIF;

            SELECT  TOP 1 BREAKDOWN  AS MAXBREAKDOWN
,BREAKDOWNEND,BREAKDOWNSTART
                FROM IASPRDFAILURE
                WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                    AND COMPANY = TBLWORKCENTER_COMPANY
                    AND PLANT = TBLWORKCENTER_PLANT
                    AND POTYPE = TBLAUTOPERATION_POTYPE
                    AND PRDORDER = TBLAUTOPERATION_PRDORDER
                    AND OPERATION = TBLAUTOPERATION_OPERATION
                    AND BOMLEVEL = TBLAUTOPERATION_BOMLEVEL
                    AND CONFIRMATION =TBLWORKCENTER_CONFIRMATION
                    AND CONFIRMPOS = TBLWORKCENTER_CONFIRMPOS
                ORDERBY BREAKDOWNEND DESC
                INTO TBLAUTMAXFAILURE;
```

```
            IF SELECTED  THEN

                IF TBLAUTMAXFAILURE_BREAKDOWNEND ==
TBLAUTMAXFAILURE_BREAKDOWNSTART  THEN
                    RETURN;
                ENDIF;

                FDATE=TBLAUTMAXFAILURE_BREAKDOWNEND;
                DBASLA2=GETMINUTEDIFF(FDATE,SYS_CURRENTDATE);
            ELSE

                IF TBLWORKCENTER_STATUS ==3
                        && TBLWORKCENTER_BUTTONSTATUS ==5 THEN
                    SELECT WORKSTART
                        FROM IASPRDCONF
                        WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                            AND COMPANY = TBLWORKCENTER_COMPANY
                            AND CONFIRMATION = TBLWORKCENTER_CONFIRMATION
                            AND CONFIRMPOS=TBLWORKCENTER_CONFIRMPOS
                        INTO TBLCONF;

                    FDATE=TBLCONF_WORKSTART;
                    DBASLA2=GETMINUTEDIFF(FDATE,SYS_CURRENTDATE);
                ELSE
                    DBASLA3=1;
                ENDIF;

            ENDIF;


            IF   DBASLA > NDR &&( DBASLA2 > NDR
                    ||  DBASLA3 ==1)  THEN
                LDTSTART = SUBMINUTES(SYS_CURRENTDATE,NDR);
                TBLAUTMAXFAILURE_MAXBREAKDOWN = TBLAUTMAXFAILURE_MAXBREAKDOWN
+ 10;
                SBREAKDOWN = TBLAUTMAXFAILURE_MAXBREAKDOWN;
                /*** IASPRDFAILURE_BREAKDOWNSTART=LDTSTART;****/
                  /****SELECT *
                    FROM IASWORKSTATUS
                    WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBUL_WORKCENTER
                        AND CLIENT=SYS_CLIENT
                        AND COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
                        AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
                    INTO TMPWCOPERATIONS;****/

                IF
PRDEASYCONFREC.ADKSTARTEASYFAILURE(SBREAKDOWN,'9999',0,'','BELİRSİZ','',LDTSTART) ==0
THEN
```

```
                    MESSAGE PRD E237 WITH;
                    RETURN;
                ENDIF;

                OBJECT:
STRING FAILURECODE;

                FAILURECODE='9999';

                IF
PRDEASYCONFREC.UPDATEWORKHISTORY(TMPWCOPERATIONS_COMPANY,TMPWCOPERATIONS_PL
ANT,TMPWCOPERATIONS_WORKCENTER,3) == 0 THEN
                    RETURN ;
                ENDIF;

            ENDIF;

        ENDIF;

    ENDIF;

    /**********************DURUŞBİTİR******************/
    /*****IF WORKCENTERBUL_WORKCENTER=='MAKİNE01' THEN******/
    SELECT *
        FROM IASWORKSTATUS
        WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBUL_WORKCENTER
            AND CLIENT=SYS_CLIENT
            AND COMPANY=WORKCENTERBUL_COMPANY
            AND PLANT=WORKCENTERBUL_PLANT
        INTO SONSTATU;

    OBJECT:
INTEGER NWHICHBUTTON;


    IF  SONSTATU_STATUS==4  THEN
        /********21122016 tezgahdur*********/
        OBJECT:
INTEGER TDUR;

        TDUR=0;

        IF  SONSTATU_FAILURECODE =='9999' THEN
            TDUR=1;
        ENDIF;

        BEGINTRAN;
        UPDATE  IASWORKSTATUS
```

```
            SET TEZGAHDUR=TDUR
            WHERE WORKCENTER=SONSTATU_WORKCENTER
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND COMPANY=SONSTATU_COMPANY
                AND PLANT=SONSTATU_PLANT
                AND  STATUS=4;


        IF SYS_STATUS==1 THEN
            ROLLBACKTRAN;
            RETURN;
        ELSE
            COMMITTRAN;
            THIS.OTHERDB(TDUR);
        ENDIF;

        /********21122016 tezgahdur*********/
        SELECT MAX (Time_Stamp) AS ZAMAN
            FROM @SELFROM
            INTO YZAMAN;

        OBJECT:
STRING MINUTEINT1,
         STRING DAYINT1,
         STRING MOUNTID1,
         STRING YEAR1,
         DATETIME FDATE1;

        MINUTEINT1=STRSTR(YZAMAN_ZAMAN,10,9);
        DAYINT1= STRSTR(YZAMAN_ZAMAN,8,2);
        MOUNTID1= STRSTR(YZAMAN_ZAMAN,5,2);
        YEAR1 =STRSTR(YZAMAN_ZAMAN,0,4);
        FDATE1=DAYINT1 +'.'+ MOUNTID1 + '.'+ YEAR1 + MINUTEINT1;
        SELECT  TOP 1 BREAKDOWN  AS MAXBREAKDOWN  ,BREAKDOWNEND,BREAKDOWNSTART
            FROM IASPRDFAILURE
            WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                AND COMPANY = TBLWORKCENTER_COMPANY
                AND PLANT = TBLWORKCENTER_PLANT
                AND POTYPE = SONSTATU_POTYPE
                AND PRDORDER = SONSTATU_PRDORDER
                AND OPERATION = SONSTATU_OPERATION
                AND BOMLEVEL = SONSTATU_BOMLEVEL
                AND CONFIRMATION =SONSTATU_CONFIRMATION
                AND CONFIRMPOS = SONSTATU_CONFIRMPOS
            ORDERBY BREAKDOWNEND DESC
            INTO TBLMAXFAILURE;
```

```
        IF FDATE1 > TBLMAXFAILURE_BREAKDOWNSTART THEN
            NWHICHBUTTON = 6;

            IF RECEASYCONF.FINDFAILURE() THEN
                FROMAUT = 1;
                DIALOG.ADKPR03D05.BEFORE();
                DIALOG.ADKPR03D05.AFTER();

                IF
RECEASYCONF.FINISHFAILURE(STRFAILURECODE,TMPWCOPERATIONS_COMPANY
,TMPWCOPERATIONS_PLANT,WORKCENTERLIST2_WORKCENTER,'',0,PLCPROD,PLCSCRAP,PLCREWOR
K,'',TXTFAILURELTEXT) == 0 THEN
                    MESSAGE PRD E238 WITH;
                    RETURN;
                ELSE
                    DTARIH=BSTSTR;
                    SELECT  OPCDEVICENAME
                        FROM IASWORKCENT
                        WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                            AND COMPANY = TMPWCOPERATIONS_COMPPANY
                            AND PLANT  =TMPWCOPERATIONS_PLANT
                            AND WORKCENTER = TMPWCOPERATIONS_WORKCENTER
                            AND ISDELETE = 0
                            AND USEIN = 0
                            AND OPCDEVICENAME!=''
                            AND VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                            AND VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        INTO MBULF;


                    IF SELECTED THEN
                        SELFROM='OPC..' + MBULF_OPCDEVICENAME;
                        BEGINTRAN;
                        UPDATE @SELFROM
                            SET [_STATUS]=4
                            WHERE [Time_Stamp] >=DTARIH
                                AND [Time_Stamp] <=TMPBREAK;


                        IF SYS_STATUS==1 THEN
                            ROLLBACKTRAN;
                            RETURN;
                        ELSE
                            COMMITTRAN;
                        ENDIF;

                    ENDIF;
```

```
                    ENDIF;


                    IF
RECEASYCONF.UPDATEWORKHISTORY(TMPWCOPERATIONS_COMPANY,TMPWCOPERATIONS_PLANT
,TMPWCOPERATIONS_WORKCENTER,3) == 0 THEN
                        RETURN ;
                    ENDIF;

                ELSE
                    MESSAGE PRD E236 WITH;
                    RETURN;
                ENDIF;

            ENDIF;

        ELSE
            /*******************211222016********/
            BEGINTRAN;
            UPDATE  IASWORKSTATUS
                SET TEZGAHDUR=0
                WHERE WORKCENTER=SONSTATU_WORKCENTER
                    AND CLIENT=SYS_CLIENT
                    AND COMPANY=SONSTATU_COMPANY
                    AND PLANT=SONSTATU_PLANT
                    AND  STATUS=SONSTATU_STATUS;


            IF SYS_STATUS==1 THEN
                ROLLBACKTRAN;
                RETURN;
            ELSE
                COMMITTRAN;
                THIS.OTHERDB(0);
            ENDIF;

        ENDIF;

         /****ENDIF;*****/
        /**********************DURUŞBİTİR******************/
ENDLOOP;

SETBATCHTRAN FALSE;
/**************OTOMATİK ÜRTİM BİTİR************/
OBJECT:
 DATETIME URTK,
 DATETIME URTKB1,
 DATETIME URTKB2,
```

```
 DATETIME URTKB3,
 DATETIME URTKB4,
 DATETIME URTKB5,
 DATETIME URTKB6;

OBJECT :
 DATETIME URTKK1,
 DATETIME URTKK2,
 DATETIME URTKK3;

URTK=STRSTR (SYS_CURRENTDATE,0,10);
URTKB1=REPLACE (URTK,'00:00:00','07:30:00');
URTKB2=REPLACE (URTK,'00:00:00','07:30:30');
URTKB3=REPLACE (URTK,'00:00:00','15:30:00');
URTKB4=REPLACE (URTK,'00:00:00','15:30:30');
URTKB5=REPLACE (URTK,'00:00:00','23:30:00');
URTKB6=REPLACE (URTK,'00:00:00','23:30:30');
/***************/
URTKK1=REPLACE (URTK,'00:00:00','07:30:60');
URTKK2=REPLACE (URTK,'00:00:00','15:30:60');
URTKK3=REPLACE (URTK,'00:00:00','23:30:60');
RECEASYCONF.GLOBALPRDT03();

IF SYS_CURRENTDATE>=URTKB1
          && SYS_CURRENTDATE<=URTKB2
          || (SYS_CURRENTDATE>=URTKB3
          && SYS_CURRENTDATE<=URTKB4)
          || (SYS_CURRENTDATE>=URTKB5
          && SYS_CURRENTDATE<=URTKB6) THEN
     OBJECT :
 INTEGER STCHECK;

     SELECT *
          FROM IASWORKCENT
          WHERE CLIENT =SYS_CLIENT
               AND COMPANY=SCCOMPANY
               AND OPCDEVICENAME!=''
          ORDERBY  COMPANY,PLANT,WORKCENTER
          INTO WORKCENTERBULY ;

     SETBATCHTRAN TRUE;

     LOOP AT WORKCENTERBULY
     BEGIN
          SELECT *
               FROM IASWORKSTATUS
               WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBULY_WORKCENTER
                    AND CLIENT=SYS_CLIENT
```

```
                AND COMPANY=WORKCENTERBULY_COMPANY
                AND PLANT=WORKCENTERBULY_PLANT
            INTO TMPWCOPERATIONS;

        SELECT *
            FROM IASWORKCENT
            WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBULY_WORKCENTER
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND COMPANY=WORKCENTERBULY_COMPANY
                AND PLANT=WORKCENTERBULY_PLANT
            INTO WORKCENTERLIST2;


        IF TMPWCOPERATIONS_STATUS==3
                && TMPWCOPERATIONS_BUTTONSTATUS==5 THEN
            NWHICHBUTTON = 4;
            STCHECK =0;
            RECEASYCONF.ADKUPDATECONFIRM(NWHICHBUTTON,1);
        ENDIF;


        IF TMPWCOPERATIONS_STATUS==4 THEN
            NWHICHBUTTON = 6;

            IF RECEASYCONF.FINDFAILURE() THEN
                FROMAUT = 1;
                DIALOG.ADKPR03D05.BEFORE();
                DIALOG.ADKPR03D05.AFTER();

                IF
RECEASYCONF.FINISHFAILURE(STRFAILURECODE,TMPWCOPERATIONS_COMPANY
,TMPWCOPERATIONS_PLANT,WORKCENTERLIST2_WORKCENTER,'',0,PLCPROD,PLCSCRAP,PLCREWOR
K,'',TXTFAILURELTEXT) == 0 THEN
                    RETURN;
                ELSE
                    DTARIH=BSTSTR;
                    SELECT  OPCDEVICENAME
                        FROM IASWORKCENT
                        WHERE CLIENT = SYS_CLIENT
                            AND COMPANY = TMPWCOPERATIONS_COMPPANY
                            AND PLANT  =TMPWCOPERATIONS_PLANT
                            AND WORKCENTER = TMPWCOPERATIONS_WORKCENTER
                            AND ISDELETE = 0
                            AND USEIN = 0
                            AND OPCDEVICENAME!=''
                            AND VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                            AND VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        INTO MBUL2;
```

```
                    IF SELECTED THEN
                        SELFROM='OPC..' + MBUL2_OPCDEVICENAME;
                        BEGINTRAN;
                        UPDATE @SELFROM
                            SET [_STATUS]=4
                            WHERE [Time_Stamp] >=DTARIH
                                AND [Time_Stamp] <=TMPBREAK;


                        IF SYS_STATUS==1 THEN
                            ROLLBACKTRAN;
                            RETURN;
                        ELSE
                            COMMITTRAN;
                        ENDIF;

                    ENDIF;

                ENDIF;


                IF
RECEASYCONF.UPDATEWORKHISTORY(TMPWCOPERATIONS_COMPANY,TMPWCOPERATIONS_PLANT
,TMPWCOPERATIONS_WORKCENTER,3) == 0 THEN
                    RETURN ;
                ENDIF;

            ENDIF;

            NWHICHBUTTON = 4;
            STCHECK =0;
            RECEASYCONF.ADKUPDATECONFIRM(NWHICHBUTTON,1);
        ENDIF;

    ENDLOOP;

    SETBATCHTRAN FALSE;
ENDIF;

/**************OTOMATİK ÜRTİM BİTİR************/
/************ÜRETİM BAŞLATMA********/
SETBATCHTRAN TRUE;

IF SYS_CURRENTDATE>URTKB2
        && SYS_CURRENTDATE<=URTKK1
        || (SYS_CURRENTDATE>URTKB4
```

```
        && SYS_CURRENTDATE<=URTKK2)
        || (SYS_CURRENTDATE>URTKB6
        && SYS_CURRENTDATE<=URTKK3) THEN
    OBJECT :
INTEGER STCHECK;

    SELECT *
        FROM IASWORKCENT
        WHERE CLIENT =SYS_CLIENT
            AND COMPANY=SCCOMPANY
            AND OPCDEVICENAME!=''
        ORDERBY  COMPANY,PLANT,WORKCENTER
        INTO WORKCENTERBULB ;


    LOOP AT WORKCENTERBULB
    BEGIN
        SELECT *
            FROM IASWORKSTATUS
            WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBULB_WORKCENTER
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND COMPANY=WORKCENTERBULB_COMPANY
                AND PLANT=WORKCENTERBULB_PLANT
            INTO TMPWCOPERATIONS;

        SELECT *
            FROM IASWORKCENT
            WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBULB_WORKCENTER
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND COMPANY=WORKCENTERBULB_COMPANY
                AND PLANT=WORKCENTERBULB_PLANT
            INTO WORKCENTERLIST2;

        /******IF WORKCENTERBULB_WORKCENTER=='MAKİNE01' THEN******/

        IF (TMPWCOPERATIONS_STATUS==3
                || TMPWCOPERATIONS_STATUS==1)
                && TMPWCOPERATIONS_BUTTONSTATUS==4 THEN
            NWHICHBUTTON = 3;
            STCHECK = 1;
            /*******FİLİZ*********/

            IF TMPWCOPERATIONS_STATUS==1
                    &&  TMPWCOPERATIONS_BUTTONSTATUS==4  THEN
                SELECT  TOP 1 A.STEXT, A.WCPLANT, A.WORKCENTER, A.TARGETSTART,
                    A.TARGETEND, B.PLANSTART, B.PLANEND, A.STARTDATE,
                    A.ENDDATE, A.COMPANY, A.PLANT, A.CONFIRMATION,
                    A.CONFIRMPOS, A.SEQUENCE, A.POTYPE, A.PRDORDER,
```

```
                    A.BOMLEVEL, A.OPERATION, A.SETUPKEY, A.SETUP,
                    A.STUNIT, A.MACHINE, A.MTUNIT, A.LABOUR,
                    A.LTUNIT, A.SETUPCONFIRM, A.STATUS1, A.STATUS2,
                    A.STATUS3, A.STATUS4, A.STATUS5, A.STATUS6,
                    A.ISLAST, (A.FIXMACCAP + A.VARMACCAP) AS TOTALMACCAP, (A.FIXLABCAP +
A.VARLABCAP) AS TOTALLABCAP, (A.FIXMINLEAD + A.VARMINLEAD) AS TOTALMINLEAD,
                    A.MATERIAL, A.BASEQUAN, A.QUNIT, B.STEXT AS MTEXT,
                    C.STEXT AS WCSTEXT, 0.0000 AS AVAILWORKHOUR, 0.0000 AS
USEDWORKHOUR, 0.0000 AS MACHINEUTILIZATION,
                    A.INPUT, A.TARGETOUT, A.OUTPUT, A.OUTPUTX,
                    0.0000 AS PRODUCED, A.STATUS4 AS STATUS4OPR, A.STATUS3 AS
STATUS3OPR, A.VARNORLEAD,
                    A.OPRCONTROL, B.PRIORITY, B.CUSTORDERITEM, B.CUSTORDERNUM,
                    B.CUSTORDERTYPE, D.ISCHOOSEJOB, D.ISPREEMPTION
                   FROM IASPRDORDER B , IASPRDOPR A , IASWORKCENX C , IASWORKCENT D
                   WHERE A.CLIENT = SYS_CLIENT
                        AND A.COMPANY = WORKCENTERBULB_COMPANY
                        AND A.PLANT = WORKCENTERBULB_PLANT
                        AND A.WORKCENTER = WORKCENTERBULB_WORKCENTER
                        AND A.CLIENT = B.CLIENT
                        AND A.COMPANY = B.COMPANY
                        AND A.PLANT = B.PLANT
                        AND A.POTYPE = B.POTYPE
                        AND A.PRDORDER = B.PRDORDER
                        AND EXISTS (SELECT J001.CLIENT FROM IASPRD001 J001 WHERE
J001.CLIENT = SYS_CLIENT
                        AND J001.COMPANY = A.COMPANY
                        AND J001.PLANT = A.PLANT
                        AND J001.POTYPE = A.POTYPE
                        AND J001.ISPROJECT = 0)
                        AND B.ISDELETE = 0
                        AND C.CLIENT = B.CLIENT
                        AND C.COMPANY = B.COMPANY
                        AND C.PLANT = B.PLANT
                        AND C.WORKCENTER = A.WORKCENTER
                        AND C.LANGU = 'T'
                        AND C.VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                        AND C.VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        AND D.CLIENT = B.CLIENT
                        AND D.COMPANY = B.COMPANY
                        AND D.PLANT = B.PLANT
                        AND D.WORKCENTER = A.WORKCENTER
                        AND D.VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                        AND D.VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        AND A.STATUS1 = '1'
                        AND A.STATUS2 <> '1'
                        AND A.STATUS3 <> '1'
                   ORDERBY A.TARGETSTART
```

```
                    INTO TMPWCOPERATIONS ;

            ENDIF;


            IF RECEASYCONF.ADKINSERTCONFIRM(NWHICHBUTTON,1) ==0 THEN
            ENDIF;

        ENDIF;

         /***ENDIF;***/
    ENDLOOP;

ELSE
    /**********TESTICIN HIZLICA YAPILDI FONKSİYONA BAĞLANACAK********/
    SELECT *
        FROM IASWORKCENT
        WHERE CLIENT =SYS_CLIENT
            AND COMPANY=SCCOMPANY
            AND OPCDEVICENAME!=''
        ORDERBY  COMPANY,PLANT,WORKCENTER
        INTO WORKCENTERBULB ;


    LOOP AT WORKCENTERBULB
    BEGIN
        SELECT  TOP 1*
            FROM IASWORKHISTORY
            WHERE WORKCENTER = WORKCENTERBULB_WORKCENTER
                AND CLIENT = SYS_CLIENT
                AND COMPANY =WORKCENTERBULB_COMPANY
                AND PLANT = WORKCENTERBULB_PLANT
                AND CONFIRMATION!=''
                AND STATUS=3
            ORDERBY  DETAILOFDATE DESC ,CONFIRMPOS DESC
            INTO DENEME;

        SELECT WORKEND
            FROM IASPRDCONF
            WHERE  CONFIRMATION=DENEME_CONFIRMATION
                AND CLIENT=SYS_CLIENT
                AND COMPANY=WORKCENTERBULB_COMPANY
                AND PLANT=WORKCENTERBULB_PLANT
                AND  CONFIRMPOS=DENEME_CONFIRMPOS
            INTO DENEME2;

        OBJECT:
 DATETIME SONO;
```

```
SONO = ADDMINUTES(DENEME2_WORKEND,1);
SELECT *
    FROM IASWORKSTATUS
    WHERE WORKCENTER=WORKCENTERBULB_WORKCENTER
        AND CLIENT=SYS_CLIENT
        AND COMPANY=WORKCENTERBULB_COMPANY
        AND PLANT=WORKCENTERBULB_PLANT
    INTO TMPWCOPERATIONS;

SELECT *
    FROM IASWORKCENT
    WHERE WORKCENTER= WORKCENTERBULB_WORKCENTER
        AND CLIENT=SYS_CLIENT
        AND COMPANY=WORKCENTERBULB_COMPANY
        AND PLANT=WORKCENTERBULB_PLANT
    INTO WORKCENTERLIST2;

/******IF WORKCENTERBULB_WORKCENTER=='MAKİNE01' THEN******/

IF (TMPWCOPERATIONS_STATUS==3
        || TMPWCOPERATIONS_STATUS==1)
        && TMPWCOPERATIONS_BUTTONSTATUS==4
        && SYS_CURRENTDATE > SONO  THEN
    NWHICHBUTTON = 3;
    STCHECK = 1;
    /*******FİLİZ*********/

    IF TMPWCOPERATIONS_STATUS==1
            &&  TMPWCOPERATIONS_BUTTONSTATUS==4  THEN
        SELECT  TOP 1 A.STEXT, A.WCPLANT, A.WORKCENTER, A.TARGETSTART,
            A.TARGETEND, B.PLANSTART, B.PLANEND, A.STARTDATE,
            A.ENDDATE, A.COMPANY, A.PLANT, A.CONFIRMATION,
            A.CONFIRMPOS, A.SEQUENCE, A.POTYPE, A.PRDORDER,
            A.BOMLEVEL, A.OPERATION, A.SETUPKEY, A.SETUP,
            A.STUNIT, A.MACHINE, A.MTUNIT, A.LABOUR,
            A.LTUNIT, A.SETUPCONFIRM, A.STATUS1, A.STATUS2,
            A.STATUS3, A.STATUS4, A.STATUS5, A.STATUS6,
            A.ISLAST, (A.FIXMACCAP + A.VARMACCAP) AS TOTALMACCAP, (A.FIXLABCAP +
A.VARLABCAP) AS TOTALLABCAP, (A.FIXMINLEAD + A.VARMINLEAD) AS TOTALMINLEAD,
            A.MATERIAL, A.BASEQUAN, A.QUNIT, B.STEXT AS MTEXT,
            C.STEXT AS WCSTEXT, 0.0000 AS AVAILWORKHOUR, 0.0000 AS
USEDWORKHOUR, 0.0000 AS MACHINEUTILIZATION,
            A.INPUT, A.TARGETOUT, A.OUTPUT, A.OUTPUTX,
            0.0000 AS PRODUCED, A.STATUS4 AS STATUS4OPR, A.STATUS3 AS
STATUS3OPR, A.VARNORLEAD,
            A.OPRCONTROL, B.PRIORITY, B.CUSTORDERITEM, B.CUSTORDERNUM,
            B.CUSTORDERTYPE, D.ISCHOOSEJOB, D.ISPREEMPTION
```

```
                    FROM IASPRDORDER B , IASPRDOPR A , IASWORKCENX C , IASWORKCENT D
                    WHERE A.CLIENT = SYS_CLIENT
                        AND A.COMPANY =WORKCENTERBULB_COMPANY
                        AND A.PLANT = WORKCENTERBULB_PLANT
                        AND A.WORKCENTER = WORKCENTERBULB_WORKCENTER
                        AND A.CLIENT = B.CLIENT
                        AND A.COMPANY = B.COMPANY
                        AND A.PLANT = B.PLANT
                        AND A.POTYPE = B.POTYPE
                        AND A.PRDORDER = B.PRDORDER
                        AND EXISTS (SELECT J001.CLIENT FROM IASPRD001 J001 WHERE
J001.CLIENT = SYS_CLIENT
                        AND J001.COMPANY = A.COMPANY
                        AND J001.PLANT = A.PLANT
                        AND J001.POTYPE = A.POTYPE
                        AND J001.ISPROJECT = 0)
                        AND B.ISDELETE = 0
                        AND C.CLIENT = B.CLIENT
                        AND C.COMPANY = B.COMPANY
                        AND C.PLANT = B.PLANT
                        AND C.WORKCENTER = A.WORKCENTER
                        AND C.LANGU = 'T'
                        AND C.VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                        AND C.VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        AND D.CLIENT = B.CLIENT
                        AND D.COMPANY = B.COMPANY
                        AND D.PLANT = B.PLANT
                        AND D.WORKCENTER = A.WORKCENTER
                        AND D.VALIDFROM <= SYS_CURRENTDATE
                        AND D.VALIDUNTIL >= SYS_CURRENTDATE
                        AND A.STATUS1 = '1'
                        AND A.STATUS2 <> '1'
                        AND A.STATUS3 <> '1'
                    ORDERBY A.TARGETSTART
                    INTO TMPWCOPERATIONS ;

            ENDIF;


            IF RECEASYCONF.ADKINSERTCONFIRM(NWHICHBUTTON,1) ==0 THEN
            ENDIF;

        ENDIF;

    ENDLOOP;

    /********TEST***********/
ENDIF;
```

```
OBJECT:
 STRING STRML;

SELECT *
      FROM ADKMAILYONET;


LOOP AT ADKMAILYONET
BEGIN
      STRML = ADKMAILYONET_ICERIK;
      RUNCODE STRML;
      BEGINTRAN;
      DELETE
            FROM ADKMAILYONET
            WHERE TARIHI = ADKMAILYONET_TARIHI;

      COMMITTRAN;
ENDLOOP;

SETBATCHTRAN FALSE;
 /*
SELECT *
      FROM IASWORKSTATUS
      WHERE COMPANY='01'
            AND CLIENT='00'
            AND PLANT='01'
            AND WORKCENTER='MAKİNE02'
      INTO VCAL;


IF VCAL_STATUS== 4 && VCAL_FAILURECODE==9999 THEN
      OBJECT:
 STRING DURF;

      DURF='*C:\sesler\warning_1.mp3';
      RUNFILE DURF;
ENDIF;
*/  /************ÜRETİM BAŞLATMA********/
```

ÖZGEÇMİŞ

1982 İstanbul doğumlu olan yazar, lise eğitimini Zeytinburnu İmam Hatip Lisesinde almış, lisans eğitimini Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Eğitimini ise Maltepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. 2009 da Falez Çelikkapı'da ERP Proje Yöneticisi ve Fabrika Müdürü olarak çalışmış, 2011 de Genmot Crankshaft'da ERP Proje Yöneticiliği ve Üretim Planlama Müdürlüğü yapmış, 2014 den itibaren de 2 fabrikası bulunan Adöksan Dökümde ERP Proje Yöneticisi &Geliştiricisi, Endüstri 4.0 Proje Yöneticisi ve Üretim Sistem Yöneticisi olarak çalışmaya devam etmektedir. Evli ve bir kız çocuğu babasıdır.