
YALIN ÜRETİM BAZLI ÜRETİM İZLEME VE İYİLEŞTİRME

Hikmet MARAŞLI* Hasan KEMAHLI**

Öz

Yalın üretim sistemini uygulamaya başlayacak firmalar için Üretim Operasyonlarının Standardize edilmesi çok önemlidir. Bu sayede Tek Parça Akış Sistemleri (Ürün grubuna adanmış hatlar) ve Çekme Sistemleri (Kanban) tasarlarken kolaylık sağlanmış olur. Burada makinelerin OEE (Overall Equipment Effectiveness – Genel Ekipman Etkinliği) değerlerinin ölçülmesi uygulanması gereken yöntemdir. Bu sayede operasyonların yaptığı yavaş çalışma, duruşlar ve hatalı üretimler de izlenebilir. Bu israflar izlenerek iyileştirilir.

Geliştirilen Üretim İzleme ve İyileştirme yazılımı kullanılarak, İzmir’de bulunan Volt Elektrik Fabrikasında üretim standardize edilmiş ve Yavaş Çalışma, Duruşlar ve Hatalı üretim gibi israflar azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Genel Ekipman Etkinliği, Üretim İzleme.

THE PRODUCTION FOLLOW UP AND IMPROVEMENT WITH THE BASE OF LEAN PRODUCTION

Abstract

It is very essential that the operations of the production should be standardized for the firms to initiate the lean production system. Thus, this will make it easy when designing the single part flowing systems (the lines assigned to the product groups) and the pulling systems (Kanban). In this case, the method to be applied is the measurement of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) values of the machines. Thanks to this, it can be followed up the slow workings, the halts and the flaws of the operations and subsequently these extravagances are improved by the way of follow up.

By the use of the developed softwares for the production follow up and improvement, the production in the factory of Volt Electricity in İzmir has been standardized and the extravagances such as slow workings, halts and flaws have been reduced.

Key Words: Lean Manufacturing, Overall Equipment Effectiveness, Production Follow Up.

* Yrd. Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü.

** Yazılım Uzmanı, Projesis Yazılım Danışmanlık Bilişim San. ve Tic. Ltd., İzmir.

GİRİŞ

1. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI

Üretimin temel amacı mutlak müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Gün geçtikçe firmalar arası rekabetin artması sonucu, firmalar için ayakta kalmanın şartı, müşteri memnuniyetini en üst seviyede sağlamak olmuştur. Müşteri memnuniyeti için her firma çeşitli üretim metotlarını kendi üretim sistemi ve organizasyonlarına uyarlamaktadır. Bu kapsamda günümüzde otomasyona dayalı üretim sistemlerine doğru bir yönelme başlamıştır (WOMACK, 2007: 32).

Teknolojiyi maksimum insan gücünü de minimum olarak kullanan üretim sistemlerinin gelişmesiyle ürün kalitesi, verimlilik, maliyet, güvenlik, sağlık gibi temel öğeler gittikçe ekipmana bağlanmaktadır. Üretimin aksamaması, üretim kalitesinin düşmemesi, üretimde kayıpların ve bu kayıplarla birlikte maliyetlerin artmaması için, ekipmanın teknoloji ve otomasyon düzeyinin artmasıyla bakımın, bakım için gereken insan gücünün, eğitim becerisinin, motivasyonun ve organizasyonun önemi de artmaktadır (IMAI,2003: 8).

Bakım faaliyetleri, bir üretim tesisinin en kritik faaliyetleri arasında yer almaktadır. Bu faaliyetlerin bilinçli ve planlı bir şekilde yürütülmesi önemlidir.

Bu faaliyetlerinin artan önemi; Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) kavramını gündeme taşımıştır. Toplam Ekipman Etkinliği; ekipman şartlarının ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca; Toplam Ekipman Etkinliği, optimum ekipman şartlarına ulaşmak için zayıf noktaların ortaya konulmasına da açıklık getirmektedir. Bunu gerçekleştirirken, beklenmeyen arızalar, hız kayıpları ve prosesteki kalite kayıpları gibi etmenlerin yok edilmesine odaklanır. Ekipman etkinliğinin maksimize edilmesi, şirket genelinde ekipman performansını etkileyen 6 büyük kaybın yok edilmesine bağlıdır (ROTHER, 2001: 18).

Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) göstergesi, bugün tüm ileri düzey üretici firmalarda en öncelikli takip edilen göstergelerden biridir. OEE fabrikanın genel performansı ve ekipman verimliliği hakkında son derece net bilgiler vermektedir (Apillioğulları, 2010:183).

Genel Ekipman Verimliliği, Toyota tarafından üretim sistemini geliştirmek için geliştirilen, yalın üretim felsefesinden gelmektedir (Aslan,2008:14).

Günümüz sanayinde kullanılan makine ve ekipmanlar yüksek hızlara sahip olup küçük zaman dilimlerinde üretim değerlerinde büyük değişimlere neden olmaktadır. Bu nedenle makine ve ekipmanlar, ürün artışında büyük öneme sahiptir. Rekabetin her geçen gün zorlaştığı günümüz piyasasında işletmelerin maliyetlerini düşürebilmeleri için makine ve ekipmanların etkin kullanımı hayati önem taşımaktadır. Bu Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) ile gerçekleştirilebilir. İşletmenin ekipmanlardan ne oranda yararlanabildiğini gösteren ve iyileştirme çalışmalarında temel teşkil edebilecek bir ölçüm tekniğidir.

2. ARAŞTIRMA MODELİ VE HİPOTEZLER

Verimlilik ve etkinlik ölçümlerinde ve iş standardizasyonunda OEE standardı kullanıldı.

OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) Genel Ekipman Verimliliği

OEE, Türkiye'deki fabrikalarda Genel Ekipman Verimliliği (GEV) veya Genel Ekipman Etkinliği (GEE) olarak kullanılmakta.

Verimlilik ve etkinlik ölçümlerinde ve iş standardizasyonunda OEE standardı kullanıldı.

Formülü;

$$OEE = AVAILABILITY \times PERFORMANCE \times QUALITY$$

Yani;

$$OEE = Uygunluk \times Performans \times Kalite$$

Olarak çevrilebilir

Burada basit olarak;

Uygunluk : Makinelerin Duruşla ilgili yaptığı kayıpların yüzdesi

Performans : Operasyonların ideal çevrim süresine göre sapma yüzdesi

Kalite : Hatalı ürünlerin, toplam üretilen ürünlere oranı olarak tanımlanabilir.

Bir işletme üretimini, makinelerini hiç durdurmadan, tam çevrim süresinde ve %100 kalitede yapmalıdır.

Yani Denklem:

$$OEE = 1 \times 1 \times 1 = \%100 \text{ olarak gerçekleşmelidir (Apillioğulları, 2010:181:182).}$$

İşin Felsefesi basitçe şöyle tanımlanabilir:

İşletme Çalışma Zamanı		
Planlı Üretim Zamanı		Planlı Duruşlar
Çalışma Zamanı		Duruş Kaybı
Net Çalışma Zamanı	Hız Kaybı	
Tam Verimli Zaman	Kalite Kaybı	

Bir işletme teorik olarak yılda 365 gün ve 24 saat çalışabilir.

Uygulamada 1 vardiya veya iki vardiya çalışarak, öğlen yemek araları vererek kapasitenin bir bölümünden vazgeçilir. OEE bu kayıpla ilgilenmez.

OEE karar verilen operasyonlardaki kayıplarımızla ilgilenir.

Türkiye'de birçok işletme Duruş Kayıpları (Mekanik arıza, Elektrik arızası, Malzeme yokluğu nedeniyle duruş vb.) Hız Kayıpları (Standart Çevrim Süresinden daha yavaş çalışma), Kalite Kayıpları (Çizik, kırık vb.) nedeniyle OEE bazında % 50 - 60 verimlilik bandında çalışmaktadır.

Bir işletme israflara odaklanmalı, onları ölçmeli ve yok etmelidir.

Dünyada kabul edilen en düşük OEE değeri şöyledir (Apillioğulları, 2010:183).

$$OEE = Uygunluk (0,9) \times Hız (0,95) \times Kalite (0,99) = 0,85 = \%85$$

İşletmelerimizi bu düzeylere taşımamızın, israfın azaltılmasına fayda sağlayacaktır.

3. OEE BİLGİ SİSTEMİ

3.1 Uygulama Öncesi Firmanın Durumu

Volt Elektrikte proje başlamadan önce,

- ERP Yazılımı veya Excel benzeri yöntemler kullanarak planlama yapılmakta
- Burada oluşan stok bazlı iş emirlerini operasyon emirleri haline çevirerek alana kağıtla iletilmekte
- Buradan bilgiler alınarak tekrardan ERP' ye giriş yapılmakta idi

Ayrıca alanda yürüyen operasyon emirlerini ve iş merkezlerini uzaktan izleme ihtiyacı da bulunmaktaydı.

3.2 Uygulama İçin Hazırlık Çalışmaları

Proje kapsamında öncelikle iş merkezlerine (Makine, hat, U tipi hücre gibi operasyon emri verip sonuçlarını ölçtüğümüz yerlere iş merkezi diyoruz) PC Tabanlı terminaller veya Tablet PC'ler konuldu. Makinelere de sensörler, butonlar ve PLC'ler yardımıyla online veri toplandı. Bu kağıt gidiş gelişini ve yanlış bilgi girilmesini engellemek amaçlıydı.

İdeal bir fabrikada Siparişler Planlanıp, Malzeme tedarik planlanıp, bunlar Çizelgeleme modülü vasıtasıyla operasyonlara ayrılıp çizelgelenebilir. Böylece bize başlangıç bitiş tarihi belli, hangi makinede yapılacağı belli operasyonlar gelebilir. Ancak ülkemizde bu düzeyde ERP'ler ve ERP uygulamalar olmaması sebebiyle uygulama yazılımı geliştirilmesine karar verilmiştir.

3.3. Uygulama Modülleri ve Donanımlar

Geliştirilen Ürün İzleme Yazılımı ile FC Sonlu Kapasite ek modüllerle istenildiği takdirde bu düzeyde çizelgeleyerek operasyon emri açılmasını sağlanabilmektedir.

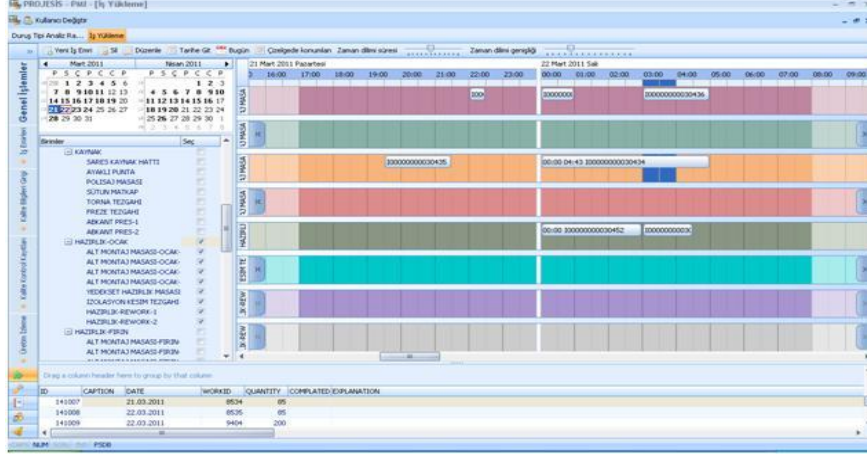
3.3.1. Operasyon Emirleri

- ERP'den çizelgenerek gelebilir
- ERP'den stok kodu bazında gelebilir ve biz bunları operasyonlarına ayırırız
- Bir Excel tablosundan gelebilir

Uygulamanın yapıldığı Volt Elektrik Motor Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de ERP'den stok kodu bazında alınan üretim emirlerinin operasyonlara çevrilerek kullanılması kararı verildi.

Şekil 1'de Gelen Operasyon Emirlerinin Planlama Tablosunda Düzeltme İşlemleri yapılması sağlanmaktadır.

Şekil.1:Gelen Operasyon Emirlerinin Planlama Tablosunda Düzeltilmesi



3.3.2. JL İş Yükleme ve Günlük Planlama Modülü

Gantt Şemasında sürükle bırak (drag & drop) yöntemleriyle operasyonların iş merkezlerine yerleştirilmesi sağlanmaktadır.

Bu Gantt şemasının satırlarında iş merkezleri (makinelere, hatlar, U tipi hücreler vb.) sütunlarında ise zaman (Saniye, dakika, Saat, Gün vb.) yer almaktadır.

3.3.3. Operasyon Emirlerinin Sahadaki Operatör Panellerine İletilmesi

Alanda PC Temelli Bilgisayarlar veya Tablet bilgisayarlar kullanıldı. Volt Elektrikte, PC Temelli 17" bilgisayarları birden fazla iş merkezine hitap edecek şekilde bölümlenerek kullanılmasına karar verildi. Aslında her operatöre bir terminal gerektiği durumlarda 9" lik tablet bilgisayarlar kullanılabilirdi. Ancak fabrikanın tercihi bu yönde oldu. Tablet bilgisayarların fiyatı PC temelli bilgisayarlara göre yarı yarıya olsa da PC temelli terminallerde uygun olan durumlarda 4 iş merkezi bağlayarak daha düşük maliyet sağlanabilmektedir. Bu tip görsel terminal kullanılmasının en büyük amacı israflarla ilgili operatörleri anında bilgilendirip onların da önlem almasını sağlamaktır.

Vardiya başlangıcında operatörler iş merkezlerine gelmekte ve şifrelerini kullanarak sisteme girmektedirler. Operatör, sisteme girdiğinde karşısında kendisine planlı tarafından atanmış operasyon emir(ler)ini görür. Volt Elektrikte ilk yapacağı operasyonun gösterilmesi tercih edildi. Ancak birden fazla operasyon gösterilmesi şeklinde de uygulama yapılabilmektedir.

Şekil 2'de Operasyon Emri ekranında operatörün yapacağı operasyonla ilgili tüm bilgiler bulunur. Burada amaç operatörü tam olarak bilgilendirmek ve destek almasını sağlamaktır.

Şekil.2: Operasyon Emirleri Ekranı

The screenshot shows a software interface for managing operation orders. The main area contains the following fields:

- İş Emri No: 10000000030129
- İş Merkezi Kodu: 805
- İş Merkezi Adı: ABKANT PRES-1
- İş Kodu: A55069-2009
- İş Adı: INOX, BUKULMUS, FULL TOUCH PAN-ADDON KESME
- Başlangıç Tarihi: 22.03.2011
- Başlangıç Saati: 22:26:06
- Çevrim süresi: 20
- İş Emri Miktarı: 1
- Tamamlanan Miktarı: 0
- Kalan Miktarı: 1

Below these fields is a table with the following data:

Üretilen Miktar	Tamamlanan Miktar	Kalan Miktar	İş Kodu	İş Adı	İş Emri Miktarı
0	1	0	A55069-2009	INOX, BUKULMUS, FULL TO	1

On the right side, there is a list of frequently used statuses (SİK KULLANILAN DURUŞLAR) with icons:

- YEMEK/ÇAY
- MALZEME SAYIMI İSTENİYOR
- AMBAR-MALZEME TEDARİĞİ
- ÜRETİME AMBALAJ MALZEMESİ VERİLİYOR
- BUTON BASMIYOR,SAYAÇ OKUMUYOR
- HAZIRLIK
- İS EMRİ YOK
- ÜRETİM BÖLÜMÜ MALZEME HAREKETLERİ

At the bottom, there are several buttons: Başla, Kısmi Bitir, İş Emrini Sonlandır, Personel Değiştir, Duruş Bitir, and Operatör Ekranı Kapat.

Burada operatör

- Operasyon Numarası
- Operasyonun Kodu
- Operasyon Adı
- Başlangıç Tarih Saati
- Bitiş Tarih Saati
- Kaç Adet Olduğu

Gibi klasik bilgilerin yanında

- OEE, Duruş, Hız, Kalite hedeflerini
- Varsa Teknik Resmini
- İş Talimatlarını
- Planlamacının o talimatla ilgili yazabileceği uyarıyı (Dikkat malzeme sert dikkatli çalışın ...)
- İş Merkeziyle ilgili notları (Dikkat makine hafif ayar kaçırıyor...)
- ...

Gibi değişik bilgileri de izlenebilir.

Operatör operasyonu başlatır. Üretim Fabrikaya basket potası gibi asılan LCD TV'lerde, Notebooklarla uzaktan izlenmeye başlanır.

Burada istenen iş merkezleri görüntülenebildiği gibi bütün iş merkezleri de görüntülenebilir. Bu ekranlar ve gösterilecek bilgileri de parametrik olarak Volt Elektrik tarafından seçilebilmektedir.

Burada kullanıcıya görsel olarak bilgi veren iki önemli konu vardır.

1. İş Merkezinin zemininin rengi

- Beyaz ise operasyon atanmamıştır.
- Açık Mavi ise operasyon başlamıştır ve sürüyordur
- Açık Turuncu ise tehlikesiz duruş (çay molası, tuvalet molası vb.)

- d. Açık Pembe ise tehlikeli duruş (mekanik arıza, elektrik arızası vb.)

2. Üzerindeki yüzler ve renkleri

Fabrika takip ettiği parametrelere göre 4 'e kadar yüz ekleyebilir (OEE, Duruş, Hız, Kalite).

Yüzler tanımlanan aralıkta mavi gülen yüz, tanımlanan aralığın dışında kırmızı ağlayan yüz şeklinde gösterilirler.

Fabrikayı dolaşılırken, zemini Pembe, üzerindeki yüzler kırmızı olan iş merkezlerine gidip bir göz atmakta fayda vardır. Çünkü o iş merkezlerinde müdahale edilmesi gereken bir duruş vardır. Ayrıca çalışma hızı, duruşlar ve kalite açısından problem yaşanmaktadır.

3.3.4. Başlama, Bitirme, Duruş, Kalite, Üretim Miktarı vb. bilgilerin kaydedilmesi

Operatör tarafından, çalışırken her hangi bir duruş olduğu zaman mutlaka daha önce modlanmış olan duruş tiplerinden biri girilir. Duruşu bittiği zaman da bunu tekrardan bildirilir.

Sensörlü sistemlerde, istenildiği takdirde, ek donanımlar ve uygulamalarla, bu duruşlar otomatik olarak okunabilir. Volt Elektrik'te bu yöntem tercih edilmemiştir. Operatörler duruş bilgilerini terminallerinden kendileri girmektedir.

Ayrıca iş merkezi sensöründen üretim bilgisi gelmiyorsa ve operatör duruş girmemişse "Belirsiz duruş" adını verdiğimiz bir duruşa geçer ve uyarı verir. Volt Elektrik'te bu uygulama kullanılmaktadır.

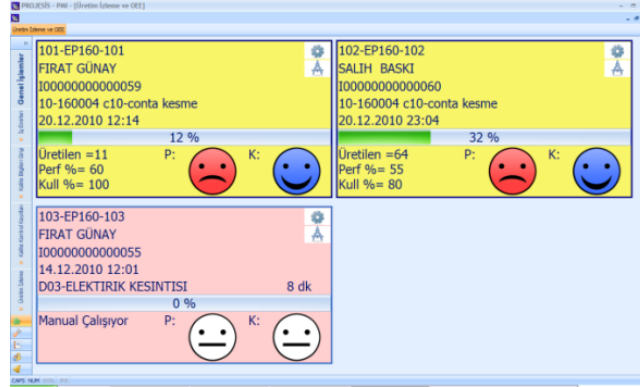
Sistemde olay bazlı uyarı sistemi bulunmaktadır. Şu kondisyon oluştuğunda, şu kişiye(kişilere) e-mail at. Şu kişiye SMS at tanımları yapılmaktadır.

Örnek:

- X iş merkezinde mekanik arıza duruşu olduğu zaman Onarımcılara SMS yolla
- X iş merkezinde yavaş çalışma son 3 çevrimden beri devam ediyorsa Bölüm şefine mail at

Gibi sonsuz sayıda ve esneklikte uyarı sistemi kurulabilmektedir. Buradaki amaç kötü giden işlerin anında algılanması ve müdahale edilerek israfın bir an önce bitirilmesidir. Volt Elektrik'te bu uyarılar kurgulanmıştır.

Şekil.3: Olay Bazlı Uyarı Sistemi Ekranı



Operatör bir operasyonu bitirdikten sonra yine kendine atanmış yeni operasyonu seçerek bir sonraki operasyona başlar.

3.3.4. İzleme Sisteminden Elde Edilen Bilgilerin ERP Sistemine Aktarılması

Her operasyonun hangi yarı mamul veya mamul için yapıldığı, sırası ve son operasyon olup olmadığı sisteme girilmektedir.

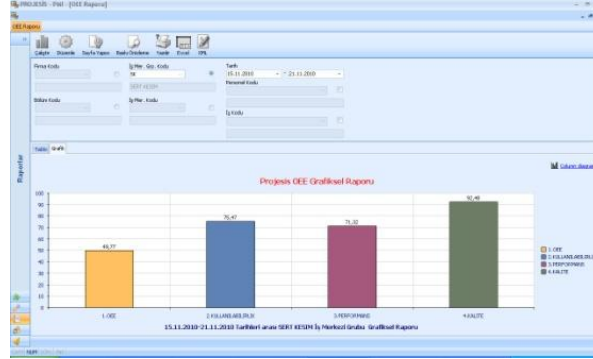
Dolayısıyla son operasyon yapıldığı zaman ilgili mamul veya yarı mamulün üretildiği ERP yazılımına üretim sonu kaydı olarak atılmaktadır. Bu sayede ERP’de stok bilgileri güncel olmaktadır. Özellikle MRP – Malzeme Tedarik Planlama çalıştıran firmalarda t – zamanında bütün stokların ERP’de doğru olduğundan emin olunabilir. Bu izleme sistemleri üretimi doğru yönetmenize yardımcı olduğu gibi aynı zamanda stoklarınızı da sağlıklı yönetilmesine yardımcı olur.

Bir t-zamanında el terminalleriyle üretilen mamul ve yarı mamulü anında okutup sisteme aktarmak çok zordur, hatta imkansızdır.

Bu uygulama Volt Elektrik’te stok yönetimi konusunda da fayda sağlamıştır.

3.3.5. Oluşan Bilgilerden Analizler Oluşturulması

Şekil.4: Analiz Ekranı



Genellikle Standart OEE’ de bütün analizler Yüzdesele ifade edilir. Geliştirilen yazılımda bu analizler aynı zamanda parasal olarak ta yapılmaktadır.

Geliştirilen yazılımda, İş merkezlerine zaman bazlı bir maliyet atayarak, OEE notu şudur demek yerine OEE’deki değerin 100’den düşük olması nedeniyle xxx lira para kaybediliyor demeye olanağı bulunmaktadır. Bu üst yönetimi hem uyarma hem de iyileştirme projeleri konusunda çabuk ve doğru karar verme altyapısı sağlamaktadır. Volt Elektrik’te parasal OEE analizleri de yapılmaktadır.

Bu en üç aşamada fabrikadaki bütün israfları belirli bir zaman aralığında parasal olarak gösterip iyileştirme yatırım bütçesi yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu değerler, bir Excel tablosuna atılıp, yanına düzeltme maliyetini girilebilmektedir. Ayrıca iyileştirme süresi de girilebilmektedir. Böylelikle fabrika için en kazançlı ve en kısa sürede gerçekleştirebilecek iyileştirme projeleri çok kolaylıkla bulunabilmektedir.

3.3.6. Yazılımın Sağladığı Önemli Faydalar

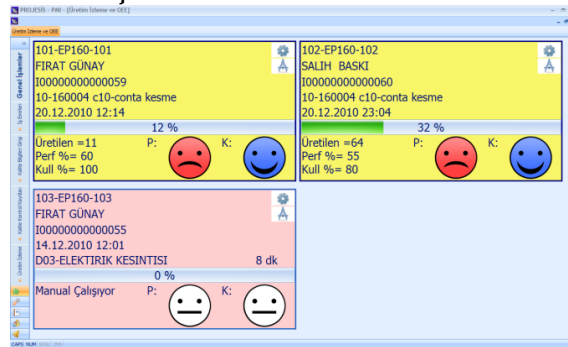
- OEE temelinde kayıtların tutulması ve raporlanması sayesinde Üretim Verimliliğinin artması. Bu özellikle önem verilmesi gereken bir konudur. Bütün işletmeler önce %85'lik dünyada kabul edilen OEE oranına, daha sonrada daha yükseğe taşınmalıdır.
- SMS, e-mail ve LCD Monitörler sayesinde, uygunsuzlukların anında bildirilmesi ve aksaklıkların giderilmesi. Bazen bir saat bile bir makinede inanılmaz israflara yol açabilmektedir.
- İş emirlerinin Gantt Şeması vasıtasıyla kolayca alana iletilmesi ve günlük yönetiminin yapılması
- ERP' nin makinelerden online bilgi alması sayesinde ERP' nin daha verimli kullanılması

3.3.7. Yazılım Modülleri

- MT: Üretim İzleme (Manufacturing Tracking)
- MA: Üretim Otomasyon (Manufacturing Automation)
- JL: İş Yükleme (Job Loading)
- EI: ERP Entegrasyonu (ERP Integration)
- FC: Sonlu Kapasite Çizelgeleme (Finite Capacity Scheduling)
- DM: Veri Yönetimi(Data Management)
- TM: Tablo Yönetimi (Table Management)

3.3.7. 1. MT Üretim İzleme Modülü

Şekil.5: Üretim İzleme Ekranı



Bu temel modüldür ve her projede mutlaka ilk olarak kurulması gereken modüldür.

İş Merkezi Terminal tanımları çok kolaylıkla yapılabilir. Bu tip tanımlar sürükle bırak yöntemiyle yapıldığı için ileride değiştirilmeleri de kolay olmaktadır.

Bu modülü tek olarak kullandığı durumlarda şunlar yapılabilir.

- Operatöre İş Kağıt, Kanban vb. yollarla iletilir (ERP entegrasyonu olmadığı için ERP'den operasyon emri aktarılması)
- Yada bir Excel'e girilmiş standart bilgilerin içeri operasyon iş emri olarak alınmasıyla da operasyon emri açılıp operatöre iletilmesi gerçekleşmektedir (Sipariş No, Sip. Kalem No, Ana Mamul Kodu, Mamul/Yarı Mamul Kodu, Operasyon Kodu, Operasyon Adı, Operasyon adedi, Başlangıç tarih ve saati, Bitiş tarih ve saati, İş merkezi).

Volt Elektrik'te ERP entegrasyon modülü kullanıldığı için iş emirleri Netsis ERP'den üretilmektedir. Bu stok kodu bazlı emirler alınıp, o stok kodunun yaratılması için gereken operasyonlara aktarılmaktadır. Bu Operasyonlar Gantt Şeması üzerine getirilmektedir.

- Operatör İş Merkezine gidip şifresini girer. Burada operatörlere barkodlu yaka kartı yapıp terminale barkod okuyucu bağlayıp operatörün bununla da giriş yapması mümkündür. Bu projede operatörlerin sicil numaraları ve şifrelerini terminalden elle girmesi tercih edilmiştir.
- Operatör, o iş merkezine atanmış bir operasyon emrini seçer. Burada acil durumlarda, gerekli yetkiye sahip kişilerin, elle operasyon emri açması da mümkündür.
- Operatör, üretimi başlatır. Aynı anda, o iş merkezini uzaktan izleyen kişiler o iş merkezinde operasyonun başladığını görürler.
- Operatör, duruş olduğunda duruş kodlarını girer. Bu duruş kodları fabrika tarafından tanımlanan standart duruş kodlarıdır. Duruş Grup, Alt Grup ve Tip olmak üzere 3 seviyede kodlanır. Ör: İç Kaynaklı Duruşlar/Makine bazlı duruşlar/Mekanik arıza duruşu gibi.
- Operatör duruşu bitirir.
- Operatörler uygulamanın başlangıcında duruşları girmekten çekinebilir. Operatörler duruşları mutlaka girmeleri konusunda uyarılmalıdırlar. Çünkü operatör, duruş girmediği zaman, ilgili zamanda üretim yaptığı varsayılacağı için böyle durumlarda hız (performans) değeri daha düşük çıkacaktır
- Operatör üretimi Kısmi veya tamamen bitirir ve Üretim Miktarını girer. Burada operatörleri kontrol amacıyla miktar kontrolleri zaman, zaman rastgele yapılmalıdır. Volt Elektrik'te üretim adetleri PLC'ler ve sensörler vasıtasıyla otomatik olarak toplanmaktadır.
- Hatalı Üretimler, Daha önce tanımlanmış modlara göre girilir. Hatalı üretimleri bazı firmalarda bizzat operatörler girerken, bazı firmalarda kalite kontrol yetkilileri girmektedir. Bu yüzden kalite bilgileri ve üretim bilgilerinin giriş butonları ayrıdır. Operatörlerin girdiği kalite bilgileri ayrı bir şifreli ekrandan kaliteciler tarafından düzenlenebilir. Volt Elektrikte kalite bilgileri operatörler tarafından girilmektedir.
- İş Merkezi ve İş Kodu bazında çevrim hızları tanımlanır ve raporlanır. Eğer firmada çevrim süreleri doğru değilse veya hiç tanımlanmamışsa, belli bir süre çalışıldıktan sonra raporlar çekilir ve bunların ortalaması, 3 kez tekrarlanan en iyi değer gibi yöntemlerle hedef çevrim süresi

değerleri güncellenebilir. Belirli aralıklarla bu düzeltmenin yapılmasını faydalı olabilmektedir.

- İş Merkezi ve Operasyon Kodu bazında Kalite hedefleri tanımlanır ve raporlanır. Kalite hedefleri de çevrim süreleri gibi belirli aralıklarla güncellenebilir.
- İş Merkezi ve Operasyon Kodu bazında Duruş hedefleri tanımlanır ve raporlanır. Duruş hedefleri de çevrim süreleri gibi belirli aralıklarla güncellenebilir.
- İş Merkezi Operasyon Kodundan operasyon koduna geçiş bazında Setup süreleri tanımlanır ve raporlanır. Bu tanımlar da belirli bir süre çalışıldıktan sonra güncellenebilir. Bir kolay uygulama da bu makede setup süreleri şu kadardır diye iş merkezi bazında tek giriş yapmaktır. Volt Elektrikte bu tanımlar detaylarıyla yapılmıştır.
- Ama bütün bu tanımlarda en önemlisi gerçek anlamda metod mühendisliği yapmak ve elde ettiğimiz değerleri programa tanımlamaktır. Böylece yaptığımız iyileştirmeleri hem sürdürebiliriz hem de bir sapma anında mutlaka haberdar oluruz. Volt Elektrikte metod mühendisliği çalışmaları yapılmaktadır.
- Operatör Yetkinlikleri tanımlanır ve istenirse kontrol edilir. Buna Polivalans adı da verilmektedir. Özellikle Otomotiv sektöründe bir operatörün, bir iş merkezinde, bir operasyon yapabilmesi için mutlaka o konuda eğitim alması ve sertifikalandırılması gerekmektedir. Volt Elektrikte Polivalans tanımları uygulaması kullanılmaktadır.
- Modülde olay bazlı SMS ve e-mail uyarıları mevcuttur. Örneğin şu iş merkezinde şu tip duruş olduğu zaman mutlaka bakımçılara e-mail / SMS yolla gibi tanımlar yapılabilir. Bu sayede problemlere daha süratli müdahale edip israfların büyümesi önlenmektedir.
- Operatörlerle mail yoluyla, uyarı ve bilgi notları yollanabilmektedir. Bu normal maillere göre daha büyük formatta gerçekleştirilmektedir.
- Operatörlere operasyon emri açarken operasyonla ilgili (Dikkat Malzemede problem var gibi) veya iş merkezleriyle ilgili (Dikkat makinenin hafif ayarı kaçık gibi) notlar iletilebilmektedir.

3.3.7. 2. MA Üretim Otomasyon Modülü

Şekil.6: Üretim Otomasyon Modülü



Volt Elektrik'te bu modül de kullanılmaktadır. ProjesisMI-MT Modülüne ek olarak

- İş merkezlerinden online operasyon verisi okunmaktadır. Daha sonra kalite, duruşlar vb. ilgili otomatik veri okuma işlemleri de yapılabilmektedir. Volt Elektrik projesi kapsamında sadece üretim

miktar verileri okunmaktadır. Duruş ve Kalite bilgileri operatörler tarafından terminallere girilmektedir.

- İş Merkezlerinden çeşitli yöntemlerle veri okunabilmektedir. Bu bir elektrik kontağı veya makinenin üzerindeki bir bilgisayar tabanlı çıktı gibi bedava bir kaynak olabileceği gibi, sensörler, butonlar veya pedallar gibi yöntemlerle de olabilmektedir.
- Online veriler sayesinde uygunsuzluklar (Hız, Kalite, Duruş) anında operatöre ve ilgili kişilere LCD Monitörler, SMS ve E-mail ile iletilerek anında önlem alınması sağlanır.
- Operatör üretimi durdurup duruş girmeyi unutursa uyarılmaktadır. Burada iş merkezi belirsiz duruşa sokulup ilgili kişiler uyarılmaktadır. Çünkü unutmamalı ki en önemli amaçlarımızdan biri bu duruşların nedenlerini bulmak ve bunları iyileştirmektir.
- Bitmeye yaklaşan işler haber verilir ve bir sonraki işe hazırlık yapılması sağlanır. Bu SMED gibi Tekli dakikalarda Model değiştirme çalışmalarında çok faydalı olmaktadır.

3.3.7. 3. JL İş Yükleme Modülü

Volt Elektrik'te bu modül kullanılmaktadır. Bu günlük üretim yönetimini ve makine iş yüklemelerinin kolayca yönetilmesini sağlayan bir modüldür.

Yıllık planlar vb. uzun vadeli planlamada kullanılmaz. Günlük, maksimum haftalık planlama için kullanılmaktadır.

- ERP'den gelen iş emirleri Gantt Şeması vasıtasıyla makinelere kolayca atanır
- İstenen değişiklikler mouse ile kaydırılarak yapılır
- Operasyon emirleri ileri geri kaydırılabilir, bölünebilir, birleştirilebilir.
- İstenen olaylar hakkında e-mail veya SMS'le haberdar olunur
- Gün içinde plan değişiklikleri kolayca yapılır
- İşler yüklenirken standart çevrim süreleri ve setup süreleri göz önüne alınır
- Fabrika, Bölüm, İş Merkezi Gurubu ve İş Merkezine göre görüntüleme yapılabilir
- Zaman istenen detaylara ayarlanabilir

3.3.7. 4. EI ERP Entegrasyonu Modülü

Bu modül Volt Elektrik'te kullanılmaktadır.

- ERP'den İş Emirleri Otomatik olarak alınır. Burada birçok senaryo kullanılabilir. Bunlardan bazıları
 - Siparişlerin okunup, ürün ağacına bakılarak yarı mamullerine, daha sonra operasyonlarına ayrılarak içeri aktarılması
 - Bazı mamullerin grup iş merkezlerine aktarılarak buradan makinelere JL vasıtasıyla elle atılması
 - ERP'de MRP (Malzeme Tedarik Planlama) modülü kullanılıyorsa burada oluşan yapılacak stok kodlarının operasyonlarına ayrılarak içeri alınması

Volt Elektrik'te Elle açılan iş emirleri, operasyon emirlerine patlatılarak Gantt Şemasına aktarılmaktadır.

- Bitirilen işler, Zaman bazlı veya operasyon emri sonlarında otomatik olarak ERP' ye aktarılır. Bu aktarımlar direkt üretim sonu kaydı yazmak şeklinde olabileceği gibi bazen onaylanmak üzere de yazılabilmektedir. İstenildiği takdirde ERP' ye aktarılmadan önce kontrol listesi verilir. Kontrol bittikten sonra aktarım tamamlanır.

Volt Elektrik'te Kontrol Listesi Yöntemi kullanılmaktadır.

3.3.7. 5. FC / Sonlu Kapasite Çizelgeleme Modülü

Eğer Kullanılan ERP' yapmıyorsa

- Siparişler veya girilen ihtiyaçlar alınır
- Operasyonlarına ayrılır
- Bütün alternatif makineleri kullanarak
- Kapasiteniz göz önünde bulundurularak
- Operasyonların birbirlerine geçişleri hesaplanarak
- Üretim Çizelgeniz hazırlanır

ve Gantt Şemasına yerleştirilir.

3.3.7. 6. Verilerle Yönetim Modülü

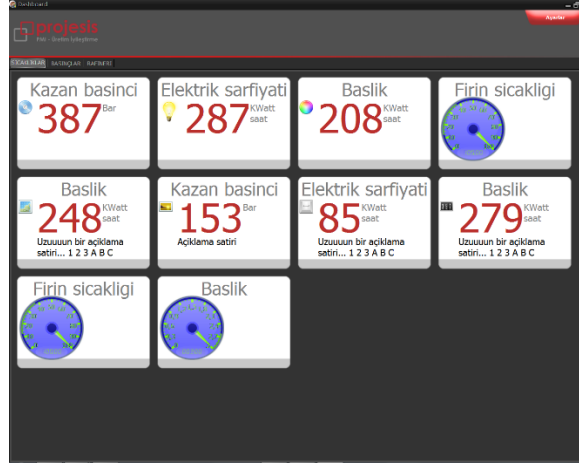
Bu modül genellikle endüstriyel olarak yoğun veri toplanılan projelerde kullanılmaktadır.

- Otomatik olarak okunan veriler (PLC, Sensör vb.)
- Elle girilen veriler
- Alt Üst Sınırları belirlenir
- Dashboardlarda izlenir
- E-mail ve SMS uyarıları konulabilir
- Bu miktarlarla ilgili formüller tanımlanabilir
- Bu formül denklikleriyle ilgili yukarıdaki işlemler yapılabilir

Girdi miktarı şu zaman aralığında şu ise, çıktı şu zaman aralığında şu olmalıdır. Bu denklem tutmadığı zaman beni uyar, şu performans göstergesini şu şekle çevir gibi ilginç uygulamalar yapılabilmektedir.

Dashboards vb. kişisel bazlı düzenlenebilmektedir.

Şekil.7: Dashboardlar



3.3.7. 7. TM Tablolarla Yönetim Modülü

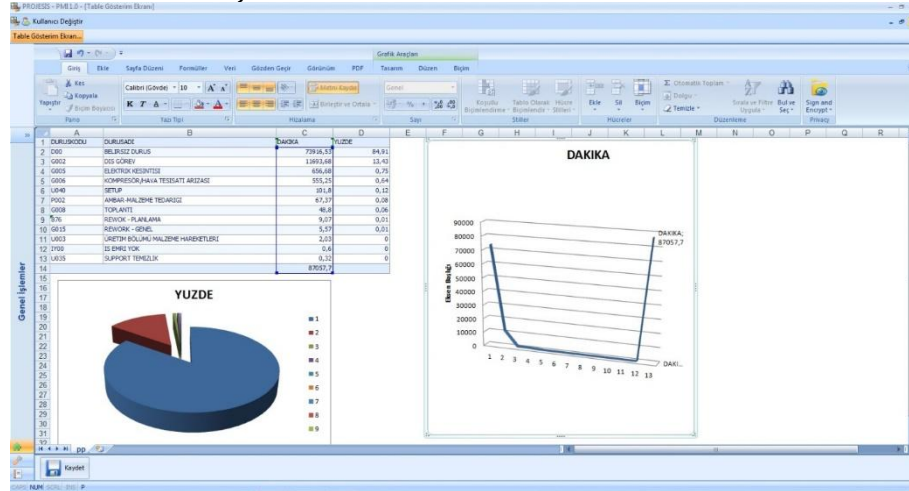
Programın içinde Excel benzeri tablo bulunmaktadır.

- Otomatik olarak okunan veriler (PLC, Sensör vb.)
- Elle girilen veriler

Bu tablo aracında kullanılabilir.

- Tablo çağırıldığı zaman bu veriler otomatik olarak güncellenir
- İstenen adette tablo hazırlanabilir ve isim vererek saklanabilir
- Tablolara kişi bazında güvenlik konulabilir

Şekil.8: Tablolarla Yönetim Ekranı



Anlık maliyet hesaplamaları vb. ilginç uygulamalar yapılabilir.

3.3.8. Analizler

Başta da belirtildiği gibi en önemli konu Fabrikayı Verimlilik açısından ölçmek ve iyileştirmektir.

OEE bazlı üretim iyileştirmede iki yaklaşım vardır.

- Fonksiyon bazında: Bu yaklaşımda OEE notumuzdaki düşüklüğün Hızdan mı? Kaliteden mi? Duruşlardan mı? Kaynaklandığını görerek o konuya odaklanmak.
- Yerleşim Bazında: Öncelikle hangi yerleşimin (Bölüm, İş Merkezi Gurubu, İş Merkezi) OEE' sinin düşük olduğunu bulup, O yerleşime odaklanmak. Sonra da o yerleşimde hangi fonksiyonun verim düşüklüğünün sebebi olduğunu saptamaktır.

İyi bir yaklaşım da;

- Bütün işletme bazında bütün kayıpları parasal bazda bir Excel' e aktarmak (x iş merkezinde y operasyonu yapılırken duruş kaybı nedeniyle haftada 5.000 TL kaybediyorum gibi)
- Bu kayıpları büyükten küçüğe sıralamak
- Bu kaybın düzeltilmesi için gerekli kaynağın parasal boyutunu yazmak
- Bu kaybın düzeltilmesi için gerekli süreyi yazmak

Böylelikle önce hangi iyileştirmeden başlayacağımıza karar vermek olarak özetlenebilir.

Programda OEE tabanlı üretim izleme ve iyileştirmeye yönelik standart bütün raporlar bulunmaktadır. OEE' nin yüzde bazlı raporlarının yanı sıra israfları parasal olarak ta gösteren standart raporlar bulunmaktadır.

Standart raporlar hem grid olarak, hem de grafik olarak alınabilmektedir. Grafik tipleri değiştirilebilmekte, Grafik gösterimi sırasında da sıralama vb. fonksiyonlar yerine getirilebilmektedir.

Standart raporların yanı sıra program içinde yer alan bütün tabloların aşağıdaki özellikleri nedeniyle firma geniş bir analiz altyapısına kavuşmaktadır.

- Bütün Tablolar (Gridler) Excel ve XML formatlarında dışarıya aktarılabilir. Bu standart raporların yanı sıra her türlü verinin Excel' e aktarılıp detaylı olarak analiz edilebilmesini sağlamaktadır.
- Bütün Tablolarda Sıralama, Filtreleme vb. bir Excel tablosunda yapabileceğiniz fonksiyonlar gerçekleştirilebilir.

Ayrıca program içinde yer alan rapor üretici sayesinde firmanın kendisi de çeşitli raporlar hazırlayıp bunu standart kullanıma sunabilir. Burada SQL bilgisi gerekmektedir.

3.3.8. 1. Analizler – Filtre ve Aralıklar

Bütün raporlar aşağıdaki kısıtlımlarda alınabilmektedir.

- Zaman (saat, vardiya, gün, hafta, ay, yıl vb.)
- Yer (Fabrika, Bölüm, İş Merkezi Grubu, İş Merkezi)
- Operasyon Kodu: Analizler operasyon kodu bazında da alınabilmektedir. Bu eğer tedarikçiyse size riskli parçaların yollanıp yollanmadığını saptamanıza yarayabilmektedir.

- Operatör: Bütün raporlar operatör kırılımıyla da alınabilmektedir. Bu Operatör performans raporları almanızı sağlamaktadır. Buradan Operatör karnesi düzenleyen, prim sistemi kuran müşteriler vardır.

3.3.8.2. Analiz – Gruplar

Standart raporları aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz.

- OEE
- Duruşlar
- Performans
- Kalite
- Üretim

Böyle bir dokümanda bütün raporları anlatmak mümkün olmadığı için, burada bazı raporlardan örnekler verilecektir.

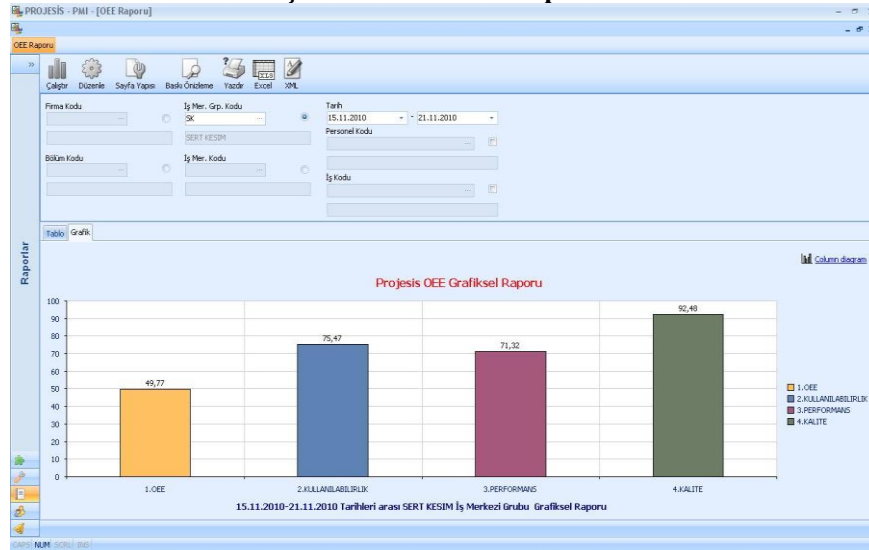
3.4. OEE ANALİZLER

3.4.1. Genel OEE Raporu

Genel OEE raporu bir işletmede alınacak en temel rapordur. Yukarıda anlattığımız OEE hesaplamaları dahilinde çalışır. Yine yukarıda anlattığımız gibi çeşitli kırılımlar için ayrı, ayrı alınabilmektedir.

Bu rapor fabrikaya genel bir bakış vererek, öncelikle verimsizliğin hangi fonksiyondan (hız, duruş, kalite) kaynaklandığının görülebilmesini sağlar. Böylelikle fabrikada hangi fonksiyonu iyileştirmeye öncelikli önem vermek gerektiği saptanmış olur. Daha sonra bu fonksiyonun yerleşimlere göre nerede daha çok görüldüğü bulunur ve o yerleşimde o fonksiyonu iyileştirmekle işe başlanır.

Şekil.9: Genel OEE Raporu



3.4.2. OEE Trend Raporu

OEE Trend raporu da OEE' nin zaman bazında dağılımını göstermesi açısından yine önemli raporlar arasındadır.

Bu rapor zaman (gün, hafta vb.) bazında sürekli izlenip işlerin iyiye mi? Kötüye mi? Gittiği saptanabilir.

3.4.3. OEE Karşılaştırma Raporu

Hedef ve Gerçekleşme raporları işletme artık hedef koymaya başladıktan sonraki raporlardır. Hedeften sapmaları gösterir. Özellikle grid bazında belirli bir yüzdenin üzerinde sapma yapan yerleşimler (Bölüm, İş Merkezi Grubu, İş Merkezi vb.) saptanıp daha detay incelemeye alınabilir.

Hedef bazlı raporlara hedefler tam olarak saptandıktan sonra bakmakta fayda vardır. Bu programı bir ay hedefsiz çalıştırdıktan sonra kaydedilen verilerin ortalaması, 3 tekrarlı en iyisi gibi metodlarla hedeflere atanabilir. ProjesisMI sayesinde artık her iş merkezinde, her operatörün başında, her zaman bir metod mühendisi varmış gibi bir ortam yaratılmış olur.

Özellikle metod çalışması yapılan iş merkezlerinde ve operasyonlarda elde edilen sonuçlar programa kayıt edilmelidir. Böylelikle yapılan iyileştirmelerin operatörler tarafından geriye çekilmesi engellenmiş olur.

3.5. Duruş-Performans-Kalite Analizler

Duruş – Performans – Kalite analizleri, bir kademe daha fonksiyon bazında detay analiz yapmamıza yararlar.

3.5.1. Trend Raporları

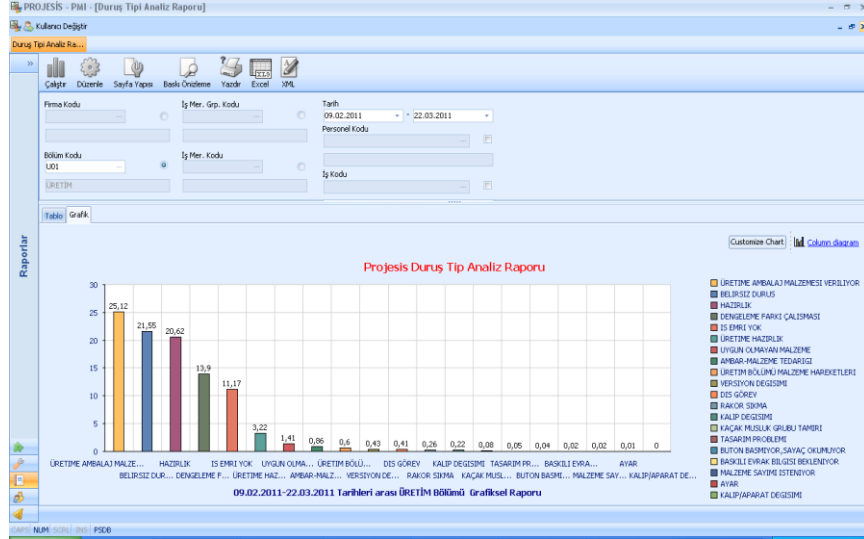
Tıpkı OEE Trend raporunda olduğu gibi burada Kalitemin gidişatı nasıl, Hız kayıplarımın gidişatı nasıl, Duruş kayıplarımın gidişatı nasıl diye kontrol etmeye yarar. İşler iyiye gidiyorsa problem yoktur. Kötüye gidiyorsa mutlaka sorunun kaynağına doğru yolculuğa çıkılmalıdır. Detay raporlar bu konuda kullanıcılara yardımcı olmaktadır.

3.5.2. Karşılaştırma Raporları

Bu rapor yukarıda bahsettiğimiz yerleşim bazında verimliliği gösteren rapordur. Burada Bütün fonksiyonlar görülebildiği gibi tek bir fonksiyon da incelenebilir. Burada en iyi iş merkezinden en kötüye veya tersine sıralamalar yapılabilir.

3.5.3. Neden Raporları

Şekil.10: Neden Raporları



Bu raporda örneğin duruş nedenlerini sıralama yaparak incelenebilir. Böylelikle önce hangi duruş tipini iyileştirmeye başlayacağına karar verilebilir. Bu raporları bütün fabrika için alabileceği gibi çok detaylı olarak ta alınabilir.

3.5.4. Zaman Kullanım Raporu

Programın birincil amacı, operasyon bazında verimliliği izlemek olsa da kapasite kullanımını gösteren bu tip raporlar da bulunmaktadır. Bu rapor 8 saatlik vardiyada kaç saatlik operasyon açıldığını, ne kadar rework operasyonu yapıldığını (reworkler programda ayrı olarak incelenmektedir)

3.5.5. Genel Rapor

Bu rapor bütün bilgileri kapsayan çarşaf üretim raporu olarak ta anılmaktadır. Bu raporun gösterildiği grid üzerinde excel'de yapılabilen sıralama filtreleme vb. fonksiyonları uygulanarak, pratik şekilde erişmek istenilen bilgilere ulaşılabilir. Ayrıca bu rapor excel'e yollanıp orada da detay analizler yapılabilir.

SONUÇ

Volt Elektrik Projesi 7 ay sürmüştür.

Proje öncesinde %60 olan OEE değeri Proje Bitiminden 1 yıl sonra %75 düzeyine çıkartılmıştır.

Proje Öncesindeki Durum

- %50 OEE Değeri (Proje bitimini takip eden 1. Ay sonunda alınan değerler)
- Kağıtla verilen Operasyon Emirleri
- Üretimde kağıtla takip
- Acil Uyarı Sistemi yok
- Üretim Bilgileri ERP'ye yaklaşık 2 gün sonradan girilebiliyor

Proje Sonrasındaki Durum (Proje Bitiminden 1 yıl sonar)

- %75 OEE Değeri
 - Üretim Emirleri ERP'den otomatik olarak alınıyor
 - Günlük Planlama Tablosunda sürükle bırak yöntemiyle planlanıyor
 - Üretim Online İzleniyor
 - Acil uyarılar Büyük Ekranlar, Uzaktan erişim, e-mail, SMS yöntemleriyle ilgili kişilere iletiliyor
 - ERP online üretim verisiyle besleniyor ve güncel verilerle çalışabiliyor
- Volt Elektrik Üretimini izlemeye ve iyileştirmeye devam ediyor. Hedef 2. Yılın sonunda dünya standardı olan %85'lik OEE değerine ulaşmak.

KAYNAKÇA

- APİLLİOĞULLARI, L. (2010). Yalın Dönüşüm. Verimliliğin Şifresi. İstanbul: Sistem Yayıncılık A.Ş.
- ARSLAN, B. (2008). Overall equipment effectiveness (OEE) implementation: A case study. Genel ekipman verimliliği uygulaması: vaka çalışması, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008, İstanbul.
- IMAI, M. , Çeviren: KOLLEKTİF. (2003). Kaizen - Kaizen, The Key to Japan's Competitive Success , İstanbul: Kalder Yayınları.
- ROTHER, M. ve HARRIS, R. , Çeviren: KULAÇ, Ü. (2001). Sürekli Akış Yaratmak. İstanbul: **Yalın** Enstitü.
- WOMACK, J. P. ve JONES, D. , Çeviren: YAMAK, O. (2007). Yalın Düşünce. İstanbul: **Yalın** Enstitü. Optimist Yayıncılık.