
DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMASI

Taner ERSÖZ¹,

Elif ÖZTÜRK²,

Ezgi GÜREL³

Öz

Üretim yapan firmalar, yeni üretim sisteminin getirdiği temel konuların üretim ortamında kullanılan ekipmanlara bağlı olduğunu bu nedenle bu ekipmanların en verimli şekilde kullanılması gerektiğinin önemi anlamışlardır. Bu nedenle geçmişte kullanılan tamir ve bakım faaliyetlerinden uzaklaşarak ekipmanlarda oluşabilecek arıza ve tamirleri oluşmadan engellemeyi hedefleyen Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance-TPM) faaliyetlerine yönelmeye başlamışlardır. Toplam Verimli Bakım (TPM), Toplam Kalite Yönetimi felsefesi çerçevesinde üretimin ve hizmetin sağlandığı her türlü makinenin ve ekipmanın verimli kullanılması ile sıfır arıza ve sıfır kaybı hedefleyen bir anlayıştır. Bu çalışmada, bir demir çelik firmasında pilot hattı olarak seçilen bir ocakta yapılan TPM uygulaması ile etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir. Bu uygulama için OEE (Overall Equipment Effectiveness) analizi yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca OEE değerlerini hesaplayan bir takip sistematığı kurulmuştur. Arıza sürelerini azaltmak için iyileştirme çalışmaları yürütülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Toplam Verimli Bakım, Demir Çelik, Toplam Ekipman Etkinliği

JEL Sınıflandırması: L10, L70, C10

TOTAL EFFICIENT MAINTANENCE APPLICATION IN IRON AND STEEL SECTOR

Abstract

The manufacturing companies are aware that the basic issues brought by the new production system depend on the equipment used in the production environment and therefore it is important that these equipments be used in the most efficient way. For this reason, they have been used in the past and have started to move towards Total Productive Maintenance (TPM) activities, which aim to prevent the malfunctions that may occur in the equipment from being removed from the maintenance activities before they are repaired. TPM is an understanding of zero failure and zero loss through the efficient use of all machines and equipment that are provided for production and service in the framework of Total Quality Management philosophy. In this thesis study, it is aimed to increase the efficiency and productivity by TPM application which is made in a steel pipe company chosen as pilot line. For this application, OEE analysis method is used. In addition, a follow-up system was established to calculate OEE values. Improvement studies have been carried out to reduce downtime.

Keywords: Total Productive Maintenance, Iron and Steel, Overall Equipment Effectiveness

JEL Classification: L10, L70, C10

¹ Yrd.Doç.Dr., Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Aktüerya ve Risk Yönetimi Bölümü, Karabük, tanerersoz@karabuk.edu.tr

² Endüstri Mühendisi, elifozturk9494@gmail.com

³ Endüstri Mühendisi, Sistem Alüminyum Sanayi Ticaret A.Ş., ezgi.gurel94@gmail.com

1. Giriş

TPM (Total Productive Maintenance), bir makinenin veya sürecin genel çalışma koşullarını en iyi düzeyde tutabilmek için süreç öncesinde, süreç esnasında ve sonrasında oluşabilecek kayıpları sıfır düzeyine getirmeye odaklanmıştır. Bir işletmede, bir üretim hattında, planlanan üretimin yapılması beklenirken ortaya arıza gibi çeşitli sorunlar çıkabilmekte ve bu sorunlar yarattıkları kesintiler ile üretim planlarını altüst edebilmektedir. Bu durum bir işletme için kâbus niteliği taşır. Bu sebeple, işletmelerdeki bakım faaliyetleri kritik öneme sahiptirler (İştaşır, 2006: 3-56).

Bu çalışmayla bir Demir Çelik Fabrikası'nda seçilen pilot hatta TPM çalışması etkin bir şekilde yürütülmüştür. OEE (Overall Equipment Effectiveness) takip sistematığının kurulması öncelikli aşama olarak yapılmıştır. OEE analizi için belirtilen formüllerle veriler üzerinde gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplanan değerlerle dünya standartlarındaki değerler karşılaştırılarak kayıpların azaltılması ve ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Yapılması gereken iyileştirme çalışmaları önerilmiştir. Önerilen iyileştirmeler sonucunda elde edilen üç ayın verileri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Fabrikada OEE sistematığı kurulup işletmenin yöneticilerine bu konu hakkında bilgilendirilerek gerekli çalışmaların sağlanacağı öngörülmüştür.

2. Literatür Özeti

TPM ülkemizde 1990'lardan itibaren çeşitli imalat firmalarında uygulanmaya başlanmış ve uygulamalar sonucu önemli performans artışları gözlemlenmiştir. Bu çalışmalara örnek olarak Yurdakul ve diğerlerinin yayınladığı Mercedes Benz Türk A.Ş.'de yapılan TPM uygulaması gösterilebilir. Üretim kaynaklarının arızaları ve performans etkileri grafikler ile gösterilmiş, günlük ve haftalık bakım formları oluşturulmuş ve arıza nedenlerinin çözümüne yönelik iş paketleri hazırlanarak uygulanmıştır. TPM sonucunda firmada üretim kaynaklarının ortalama kullanım oranının %85,2'den %98,4'e çıktığı bildirilmiştir (Tsang ve Chan, 2000: 144-157). Geniş, Toplam Verimli Bakım sisteminin mevcut sistem içerisinde çözümü çok basit ancak maliyeti yüksek olan kayıpların giderilmesinde en etkin yöntem olduğu ve bakım faaliyetlerinin maliyetinin yüksekmiş gibi görünmesine karşın bu faaliyetler sonucunda elde edilen kazançların çok daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Geniş, 2007). Yurt içinde olduğu gibi yurt dışında da TPM uygulamaları literatürde yer bulmuştur. Örneğin, Sun ve diğerlerinin yaptığı çalışmada, Hong Kong'daki bir imalat işletmesinde toplam verimli bakım uygulamalarını ve geliştirilmesini inceledikleri çalışmalarında, pilot uygulamalarla toplam verimli bakım tekniklerinin denendiğini, başarılı sonuçlar elde edildikten sonra genel uygulamaya geçildiğini belirtmişlerdir (Seçkin, 2007). Tsang ve Chan(2000), yüksek hassasiyete sahip makinelerin üretildiği Çin'deki bir fabrikada üç fazlı olarak gerçekleştirilen toplam verimli bakım uygulamalarını incelemişlerdir.

3. Toplam Verimli Bakım

TPM'yi şu şekilde tanımlamak mümkündür;

TPM; insan ile makinenin bir uyum içerisinde çalıştırılıp kaynakların optimum şekilde kullanılmasını sağlayan bir sistemdir.

TPM; katılımın "gerçek saha- gerçek iş" başında sağlanmasını kayıpların azalarak "sıfır hata", "sıfır kaza", "sıfır arıza"ya yaklaşmasını imalatın tüm aşamalarında organize eden bir sistemdir.

TPM; katılımdır, uygulamadır, birim maliyetin düşürülmesidir, firmanın rekabet gücünün artmasıdır.

T. "Total" (Toplam), genel müdürden hat işçisine kadar çalışan herkesin katılımının sağlanmasını, yatay ve dikey grupların oluşturulmasını, geçek sahada gerçek işlerin yürütülmesini, üretim yapan makinaların operatörle bütünleşmesini simgeler.

P. "Productive" (Üretken), üretime katkıda bulunan tüm ekipmanın "sıfır" hatayı üretecek şekilde "mühendislik bölümü, imalat bölümü ve bakım bölümünün" katılımıyla iyileştirilmesi, tasarlanması, uygulanması ekipmanın maksimum verimde çalıştırılmasını simgeler.

M. "Maintenance" (Bakım), çalışmakta olan bir ekipmanın çalışıyor durumunu muhafaza etmesi, ekipman kötüleşmelerin önlenmesi ve makina operatörlerinin makinanın genel bakımını yapması (özerk bakım), bakım personelinin ise uzmanlık gerektiren konularda eğitilip yüksek bilgi ve beceri kazanması, iyileştirme ekiplerinde çalışması ve yapılacak işlerin iyi bir yönetimle gerçekleştirilmesini simgeler (Okur, 1997).

TPM, klasik anlamda diktatör tipi yönetim emir ve kontrole dayanmaktadır. Bu tarza göre kısa bir süre için yüksek üretkenlik sağlanabilir. Ancak güvenilirlik azaldığı gibi uzun süreli üretimde üretkenlikte de düşüş olur. Bunu önlemek için tüm çalışanların katıldığı yönetim tarzı benimsenmelidir. Grup kendi kendine karar verip kontrol eden bir yapıda çalışmalıdır. Bu sayede üretkenlikte devamlı artış sağlanır ve güvenilirlik de buna paralel olarak artar.

TPM, insan kaynaklarını ve ekipmanı geliştirerek şirket kültürünü değiştirir. İnsan kaynakları eğitim ve sorumluluklar verilerek geliştirilir. Bunu yapabilmek için çalışanların da bazı yeteneklere sahip olması gereklidir. Operatörler otonom bakım, bakımçılar yüksek kalitede bakım yapabilir olmalı ve mühendislik grubu da bakım gerektirmeyen ekipman planı yapabilmelidir. İnsan kaynakları geliştirilirken ekipman da geliştirilir. Ekipman performansı artırılarak etkinlik artırılır. Yeni ekipman tasarımında LCC (Life Cycle Cost – Üretim Sisteminin Ömür Döngüsü) düşüncesi oluşturulur (Patra vd., 2005).

Toplam Verimli Bakım çalışmaları, bakım sisteminin geliştirilmesini, üretim çalışanlarının bakım, koruyucu bakım ve otonom bakım konularında bilgi seviyelerinin arttırılmasını ayrıca yapılan ekip çalışmaları ile çalışanların üretim araçlarını sahiplenme yeteneklerinin arttırılmasını amaçlar.

Toplam Verimli Bakım'ın işletmelere sağladığı faydaları; genel faydalar, gözle görülür faydalar ve gözle görülmeyen faydalar olarak sınıflandırabilmek mümkündür (Alparslan, 2005).

Genel faydalar:

- TPM, ekipman etkinliğini en üst seviyeye çıkarmayı hedefler.
- TPM, ekipmanın ömrü boyunca kapsamlı bir verimli bakım çalışması içinde olmasını sağlar.
- TPM, üretkenliğin arttırılması için organizasyon içindeki tüm insan kaynaklarının ilişkisi içinde olmasını sağlar.
- TPM, Toplam Kalite Yönetimi anlayışının tüm organizasyon içinde yayılmasını sağlar.

Gözle görülür faydalar:

- Üretkenlik %150- %200 oranında artar.
- Kazalar 1/10-1/250 oranında azalır.
- Çevre kirliliği azalır.
- Proses hataları 1/4 – 1/10 oranında azalır.

Gözle görülmeyen faydalar:

- Operatörün makinesini benimsemesi sağlanır.
- Sıfır hata, sıfır iş kazası işletme içinde güvenilir bir çalışma ortamı sağlar.
- Daha temiz ve düzenli ortamda çalışma gerçekleşir.

Demir çelik sektörü; demir cevherinin yer altından çıkartılması ve konsantrasyonundan başlamak üzere demir ve çeliğin çeşitli yöntemlerle üretimlerini demir ve çeliği dökme; dövme, haddeleme, çekme ve benzeri yollar ile üreten bir sektördür (Biltaş, 2017).

Entegre tesislerde demir-çelik üretim süreci, demir cevherinin kırma, eleme, sinterleme işlemleri sonucunda hazırlanması veya parça cevherin doğrudan doğruya yüksek fırına şarjı ile

başlar. Yüksek fırınlarda kok kömürünün yardımı ile demir oksit haline gelen cevherin oksijeni alınarak indirgenir ve sıvı ham demir elde edilir. Çelik, sıvı ham demir içinde yüksek oranda bulunan, karbon, silisyum, fosfor, kükürt gibi elementler istenilen ölçüde artırılarak ve gerekli alaşım maddeleri ilave edilerek üretilir (Yükselen, 2014).

Bu proje kapsamında demir çelik üretim tesisi içindeki elektrikle çalışan indüksiyon ocaklarının TPM yöntemleri ile etkinliğinin artırılması hedeflenmiştir. Bu etkinliklerinin takibinin yapılabilmesi içinde literatürde kabul görmüş ve TPM 'in en önemli göstergesi olan OEE sistematığının kurulması ilk hedef olarak seçilmiştir.

Önerilen OEE takip sistematığı sayesinde fabrika içinde etkinlik takibi yapılarak, kayıplarının belirlenmesi ve analizi kolayca yapılabilecektir. Ayrıca kayıplar içinde önceliği olan konuların tespiti yapılarak odaklı iyileştirme çalışmalarına ve Kaizen uygulamalarına bu noktalardan başlanması sağlanacaktır.

3.1. Pilot Hattın Seçimi

Fabrika içinde 6 adet ocak bulunup 3'ü çalışır durumda iken 3'ü de yedek olarak bulunmaktadır. Bu ocaklar içinden seçilen bir ocağa projenin uygulanmasına karar verilmiştir. TPM uygulamalarının ilk seferde tüm üretim süreçlerine uygulanması zordur. Bu nedenle proje için uygulamanın başlayacağı pilot hattın seçimi ile işe başlanmıştır. Üretim süreci içinde diğerlerine göre daha kritik olan ocağı seçebilmek için önceden hazırlanmış olan kritik ekipman tablosu üzerinden ocaklarda görülen en kritik kriterlere göre puanlandırma yapılmıştır. Tablo 1'de kritik ekipman tablosu gösterilmektedir.

Tablo 1: Kritik Ekipman Tablosu

| Kriterler | A Ocağı | B Ocağı | C Ocağı |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| Arızalı Halde En Az Döküm Alma | 4 | 3 | 2 |
| Arıza Onarım Süresi | 4 | 1 | 2 |
| Tonaj Düşüklüğü | 3 | 2 | 1 |
| Arıza Süresi | 3 | 4 | 2 |
| Toplam | 14 | 10 | 7 |
| Üretime Etkisi (%) | 87.5 | 62.5 | 43.75 |

Alınabilecek maksimum puan 4 olmak üzere, yüzde oranlar 16 üzerinden değerlendirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan Pareto Analizi sonucunda üretim süreci içinde en kritik ocak A Ocağı olarak seçilmiştir.

3.2. Pilot Hat İçin OEE Analizi

TPM'in temel amacı işletmede kayıpları azaltarak; nihai verimi (Toplam Ekipman Etkinliği'ni-TEE) arttırmaktır. Bunun için fabrikalarda sınıflanmış, ayrımlı olarak tanımlanmış kayıpları bilmek, ölçmek, iyileştirmek, iyileşmeyi görmek gereklidir (Sun vd., 2003: 224–228).

Üretim tesislerinin performansını artırmak amacı ile kullanılan en etkili ölçüm parametrelerinden birisi, dünya literatüründe "Overall Equipment Effectiveness (OEE)" olarak geçen "İşletme Etkinliği"dir. İşletme Etkinliği (OEE); üretimin üç bileşeni olan zaman kullanımı, performans ve kalite faktörleri arasında ilişki kuran, bu faktörleri optimum noktada birleştiren ve yönetim imkânı sağlayan bir ölçüm sistematığıdır. Üretim tesislerinin yüksek verimlilik ve etkinlikte çalıştırılmasında yapılan bakım faaliyetlerinin büyük önemi vardır. Programlı bakım sürelerinin etkin bir planlama ile azaltılması ve programsız bakım duruşlarının minimuma indirilmesi ile tesisin üretim için gereken çalışma süresi arttırılmaktadır. Bu durum direkt olarak tesisin üretim potansiyelini ve dolayısı ile işletme etkinliğinin (OEE) artmasına sebep olmaktadır (Sun vd., 2003: 224–228).

“Overall Equipment Effectiveness (OEE)” ölçüm metodu, TPM sisteminin temel ölçüm parametresi olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde “Overall Equipment Effectiveness (OEE)” için standart Türkçe karşılık tanımlanmadığı için çeşitli tabirler kullanılmaktadır. Bu tabirler şu şekildedir: Toplam Ekipman Etkinliği, Genel Ekipman Verimliliği, Genel Tesis Etkinliği, İşletme Etkinliği vb. kıyaslama çalışmaları için uluslararası literatürde belirtilen ve ayrıca ülkemizde TPM uygulayan şirketler tarafından “Overall Equipment Effectiveness” tabirinin kısaltma harfleri olarak “OEE” harfleri kullanılmıştır (Sun vd., 2003: 224–228).

Bir imalat çevresinde OEE değeri çeşitli seviyelerde uygulanabilir. OEE imalat fabrikasının bütünlük içerisinde makina performanslarını kıyaslamak için kullanılabilir. Bu bağlamda başlangıçta hesaplanan OEE değerleri gelecekteki OEE değerleri ile kıyaslanarak yapılan iyileşme miktarları belirlenebilir. Diğer taraftan OEE değeri bir üretim hattı için hesaplanabilir ve fabrikadaki diğer üretim hatları ile performansı karşılaştırılabilir. OEE değeri aynı zamanda hangi makinenin performansının en kötü olduğunu ve dolayısıyla toplam verimli bakım çalışmalarının hangi makineye odaklanılacağını gösterir (Taşçı, 2010).

OEE, hazır bulunma (uygunluk), performans ve kalite unsurlarının bir fonksiyonudur (Sun vd., 2003: 224–228).

$$OEE = N\text{ÇO} \times PO \times KO$$

OEE: Overall Equipment Effectiveness

NÇO: Net Çalışma Oranı (Availability Rate)

PO: Performans Oranı (Performance Rate)

KO: Kalite Oranı (Quality Rate)

Net Çalışma Oranı = Net Çalışma saati / İşletme Saati

A ocağı için OEE analizi yaparken firmadan alınan geçmiş veriler üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Ele alınacak aralık firmayla görüşülüp karar verilmiştir. Bu karara göre 30 günlük Kasım ayı verileri doğrultusunda OEE analizi yapılmıştır. A ocağı A1 ve A2 olmak üzere iki ocaktan oluşmaktadır. A1 Ocağı çalışmaz durumdayken A2 Ocağı devreye girerek üretim aksamadan devam etmektedir. Ocakları yedekleriyle birlikte alarak tek bir ocak şeklinde düşünüp genel üretim içindeki payı doğrultusunda incelenmesi uygun görülmüştür.

OEE analizi yapılırken 3 parametre kullanılmaktadır. Bunlar; makinenin üretim için hazır bulunduğu süre yani makinenin üretim için uygunluğunu gösteren oran (A), makinenin performans oranı (P) ve makinenin ürettiği kaliteli ürün oranı (Q) dikkate alınmaktadır. Proje kapsamında bu oranlar hesaplanmıştır.

3.2.1. Pilot Hattın Uygunluk Oranı

Uygunluk; arıza süresi, yükleme ve ayarlama ile diğer duruşlardan kaynaklanan sistemin çalışmadığı toplam süreyi ölçer (Taşçı, 2010).

Elimizdeki veriler doğrultusunda öncelikli olarak duruşlar hesaplanmıştır. Bu duruşlar planlı ve plansız duruşlar olmak üzere 2 başlık altında toplanmıştır. Planlı duruşlar molalardır. Plansız duruşlar ise mekaniksel ve elektriksel arızalar olarak bu başlık altında toplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda uygunluk oranı hesaplanarak %88 olarak bulunmuştur.

Planlanmış Üretim Süresi = (Gece Vardiya Süresi+ Gündüz Vardiya Süresi) –Yemek Molaları–Kısa Molalar

Toplam Çalışma Süresi = Planlanmış Üretim Süresi-Plansız Duruşlar Süresi

Uygunluk Oranı = Toplam Çalışma Süresi/Planlanmış Üretim Süresi*100

Tablo 2’de uygunluk oranı ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Tablo 2: **Uygunluk Oranı**

| | |
|---|-------------------------------|
| Gece Vardiyası Süresi + Gündüz Vardiya Süresi | 420 dk+450 dk=870*30=26100 dk |
| Planlanmış Üretim Süresi | 810*30=24300 dk |
| Plansız Duruşlar Süresi | 2718 dk |
| Toplam Çalışma Süresi | 21582 dk |
| Uygunluk Oranı | %88 |

3.2.2. Pilot Hattın Performans Oranı

Performans; Bir makinenin belli bir zaman diliminde gerçekleştirdiği üretim ile gerçekleştirebileceği teorik üretim miktarı arasındaki orandır (Taşçı, 2010).

Performans Oranı = Fıllı Üretim / Optimum Kapasite

Performans oranını hesaplamak için teorik üretim hızının bilinmesi gerekmektedir. Bu süre çevrim süresi olup fabrikada ocaktan dakikada çıkan tonaj miktarıdır. Bu veriler doğrultusunda uygunluk oranı hesaplanarak %81 olarak bulunmuştur. Tablo 3’te performans oranı ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Tablo 3: **Performans Oranı**

| | |
|------------------------------|--------------|
| Planlanmış Üretim Süresi | 24300 dk |
| Teorik üretim hızı | 6.33 dk/adet |
| Üretilen hatasız ürün sayısı | 3129 adet |
| Performans Oranı | %81 |

3.2.3. Pilot Hattın Kalite Oranı

Elimizdeki verilere göre kalite oranı, üretilen hatasız ürün sayısı ve hatalı ürün sayıları doğrultusunda hesaplanmıştır. Üretime hurda şeklinde başlanıp üretim sırasında çıkan ıskartalar hatalı ürün olarak ayrılmaktadır. Sisteme hatalı ürün sayısı olarak kaydedilmektedir. Eğer hatalı ürünler tekrar üretime girebilecek durumdaysa üretime alınır, alınamayacak durumda ise ıskarta olup kullanılmamaktadır. Bu veriler doğrultusunda kalite oranı hesaplanarak %99 olarak bulunmuştur. Tablo 4’te kalite oranı açıklanmaktadır.

Tablo Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.: **Kalite Oranı**

| | |
|------------------------------|----------|
| Üretilen Hatasız Ürün Sayısı | 3129 ton |
| Hatalı Ürün Sayısı | 5 ton |
| Kalite Oranı | %99 |

3.3. OEE Değerlerinin Hesaplanması Ve Karşılaştırılması

Hattın etkinliğinin hesabı için hesaplanan uygunluk oranı, kalite oranı ve performans oranı değerleri çarpılmıştır. Sonuç olarak OEE değeri %71 olarak bulunmuştur. Bu değer dünya standartlarıyla karşılaştırıldığında oldukça düşük bir değerdir. Fabrikada toplam verimli bakım çalışmasının daha önce yapılmadığı için bu değer düşük olması normal bir durumdur. Tablo 5’te OEE hesaplaması gösterilmektedir.

Tablo 5: **OEE Değerleri**

| | |
|------------------|-----|
| Uygunluk Oranı | %88 |
| Performans Oranı | %81 |
| Kalite Oranı | %99 |
| OEE | %71 |

OEE değerleri işletmeden işletmeye değişebilir. Ancak genel bir kabul değerinin olması için Nakajima işletmeler için ideal alt sınırları şu şekilde belirlemiştir:

- Uygunluk için: $A > 0,9$
- Performans için: $P > 0,95$
- Kalite için: $Q > 0,9$

Bu değerler Dünya standartlarındaki işletmeler için OEE %85'tir. Firma düzeyinde bu değer %71 olarak bulunmuştur. Aradaki fark %14'lük bir artıştır. %14 iyileştirmenin %71'lik değere oranı toplam ekipman etkinliği içinde %20 artışı göstermektedir. Tablo 6'da OEE değerleri verilmiştir.

Tablo 2: Firmada Bulunan OEE Değerlerinin Dünya Standartlarıyla Karşılaştırması

| | Dünya Standartlarında OEE | Firma Bulunan OEE |
|---------------------|---------------------------|-------------------|
| Uygunluk Oranı(A) | %90 | %88 |
| Performans Oranı(P) | %95 | %81 |
| Kalite Oranı(Q) | %99 | %99 |

4. Bulgular

Pilot ekipman için yapılan OEE analizinin sonucunda etkinliği düşüren kayıplar analiz edilmiştir ve OEE'nin hesaplanmasında dikkate alınan 3 parametrenin oranını düşüren kayıplar incelenmiştir.

4.1. Uygunluk Oranı Etkileyen Kayıplar

A ocağında gerçekleşen arızalar, zaman kayıplarıyla üretimi etkilemektedir. En çok zaman kaybı yaşandığı mekaniksel arıza ve beklemler öncelikli olarak ele alınmıştır. Buradaki en önemli kayıp 80 dakikalık bir arızadan dolayı ocağın kalkmaması ve devirme lojistiğine gelen hidrolik hortumlarının yer değiştirilmesidir. İkinci en önemli kayıp ise 45 dakikalık bir duruş ile pergeldeki pompa arızasıdır. Tablo 7'de A ocağındaki mekaniksel arıza ve bekleme süreleri gösterilmektedir.

Tablo 7: A Ocağındaki Mekaniksel Arıza ve Bekleme Süreleri

| ARIZALAR-BEKLEMELER | TOPLAM KAYIP ZAMAN(DK) |
|--|------------------------|
| Bacaya Bakılma | 10 dk |
| Pergelde pompa arızası | 45 dk |
| Ocak tamiri | 15 dk |
| Polip pompası değişimi | 25 dk |
| Ocak kalkmadı devirme lojistiğine gelen hidrolik hortumları yer değiştirildi | 80 dk |
| Devirme silindiri hortumu değişimi | 15 dk |
| Ocak altında patlama | 21 dk |
| Yolluk Tamiri | 15 dk |
| Polibe Kaynak Yapımı | 15 dk |
| Ocak tabanında genişleme | 30 dk |
| Hortum patlama | 30 dk |
| Polibin hortumlarının ters bağlanması | 25 dk |
| Ağız yolluk tamiri | 25 dk |
| Pergelin kılıç pistonunun çalışmaması | 20 dk |
| Bobin değişimi | 30 dk |
| CCM'de arıza | 20 dk |
| Toplam | 421 dk |

Hidrolik pompalar en büyük arızayı ilk çalıştırma anında almaktadır. Ocakta devirme lojistiğindeki pompa, devreye alınmadan önce mutlaka yağ kontrolü yapılmalı gerekirse yağ konulmalı ve elektrik motoru start-stop yapılarak pompa iç grubunun yağlanması sağlanmalıdır. Emiş hattının açık olduğu kontrol edilmelidir. Emiş hattı filtreleri süzme kapasitesi büyük olan filtrelerden seçilmektedir. Pompaların düşük basınca karşı olan hassasiyetlerinden dolayı filtredeki basınç farkı büyük olmamalıdır. Bu yüzden sisteme bir by-pas valfi ve kirlilik göstergesi de monte

edilmelidir. Pompayı korumak için, filtre ve pompa arasına düşük basınç şalteri monte edilmelidir. En önemli arızalardan biri olan hortum patlaması ocağın kalkmamasına neden olmaktadır. Bu yüzden hortumların sıcaklık, talaş vb. dış etkenlere karşı yalıtım malzemesi kullanılması uygun görülmüştür. Bu kontroller ve iyileştirmeler yapılarak arızaların azaldığı verimliliğin ise arttığı gözlemlenmiştir.

4.2. Performans Oranı Etkileyen Kayıplar

En çok duruş kayıpları A ocağından çıkmaktadır. Bu yüzden de çıkan kütük (hurda) miktarı daha az olmaktadır. Duruş kayıplarındaki yapılan iyileştirmeler hatasız ürün sayısını artırarak performans oranını da artırmaktadır.

4.3. Kalite Oranı Etkileyen Kayıplar

Kalite oranı için hesaplanan değerler hedeflenen değerlere yakın çıkmıştır. Bunun nedeni ayar duruşlarında ilk kaliteli ürün üretilene kadar gerekli kontrollerin çok dikkatli yapılması olarak gösterilebilmektedir. Yapılan gözlemler sonucunda P (fosfor)'un ve S (kükürt)'ün kaliteyi düşüren maddeler olduğu gözlemlenmiştir. Kütük (hurda) üretiminde kükürt yüksek geldiğinde potalar arası değişim yapılmaktadır. Burada da belli bir bekleme yaşandığından dolayı kaliteli ürünün daha az üretilmesine neden olmaktadır. Bu yüzden üretilen kütük (hurda) ürününde P ve S istenmemektedir.

4.4. OEE Takip Sistematiğinin Kurulması

Günümüzde kullanılan makine ve ekipmanlar giderek daha ileri teknolojiler içermeye başlamışlardır. Buna bağlı olarak işletmelerde, geleneksel tamir-bakım çalışmalarından daha verimli bir bakım anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır. "Toplam Verimli Bakım", bu nedenle oldukça önemlidir. TPM, üretimi bizzat gerçekleştiren operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanları organize eden, bütün üretim operasyonlarını destekleyebilecek, işletme çapında bir makine ve ekipman bakım yönetim sistemidir.

Fabrika içinde bulunan ocakların etkinliklerini gösteren ve her ay ilgili yöneticilere giden teknik raporda belirtilen ocakların çalışma oranları vardır. Bu oran her bir ocak için hesaplanmaktadır. Hesaplanırken makinelerin sadece duruş kayıplarını dikkate almaktadır. Tek bir değışkene göre hesap yapıldığı için bu oranda doğru sonuçlar elde edilememektedir. Kurulan OEE takip sistematiği ile proje faaliyetlerinin yürütüldüğü pilot ekipmanda ölçülen OEE değerleri, ocaklardaki mevcut çalışma oranlarından daha doğru sonuçlar üretmiştir. Bunun nedeni yukarıda da bahsedildiği gibi OEE, tek bir parametreye göre ocağı değerlendirmemektedir. Bu yüzden OEE; ocağın duruş, performans ve kalite oranına bakmaktadır.

5. Sonuç

TPM faaliyetlerinin işletmelerin verimliliğine olan katkısı incelendiğinde; hataların giderilmesi, sürekli iyileştirme çalışmalarındaki artış ve iş kazalarının azalması konularında, uygulanan sistemin olumlu etkileri görülmektedir. TPM sisteminin en önemli faydası ise genel ekipman verimliliğindeki artıştır.

TPM çalışmalarının seviyesi, TPM'in en önemli göstergesi olan Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) ile ölçülmektedir. TPM çalışmalarını günümüzde birçok uluslararası firma bakım çalışmalarında uygulamaktadır. Bu şekilde üretimde oluşan kayıplar azalmaktadır. OEE, birçok firmanın ekipmanlarının verimliliğini takip etmek için kullandığı bir takip sistematiğidir.

Bu çalışmada bir Demir Çelik İşletmesinde var olan ekipmanların verimli bir şekilde kullanılmalarını sağlamak zorunda olduğu yaklaşımından yola çıkarak, TPM odaklı yapılan çalışmalar ve TPM'in temel faaliyetleri incelenmiştir.

Sonuç olarak her ocağın arızaya neden olan parçasının ayrı ayrı ambarı olmalıdır. Her birim bu şekilde kendi stokunu oluşturduğu zaman bekleme süreleri azaltılabilmektedir. Arızası tespit edilen

malzemenin iskartaya ayrılmayıp bu malzemenin toplanıp kullanım durumuna göre tekrar işlenmesi için fabrikaya CNC makinesi alımı önerilmiştir. Bu öneri doğrultusunda CNC makinesi alınmış olup iskarta sayısında azalma olduğu görülmüştür. Hidrolik sistemlerden çıkan arıza süresinin toplam arıza süresinin içindeki payı büyük olduğundan dolayı işçilere ve formenlere sistem hakkında eğitim ve bilgilendirme yapılmıştır.

Proje ile fabrikada TPM çalışmaları başlatılmış olup öncelikle A ocağında kullanılmaya başlanan takip sistematiği daha sonra diğer ocaklarda da kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda belirli aralıklarda elde edilen ocaktaki performans değerleri Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8: A ocağı OEE Değerleri

| A OCAĞI | | | | |
|---------|----------------|------------------|--------------|-----|
| Aylar | Uygunluk Oranı | Performans Oranı | Kalite Oranı | OEE |
| Kasım | 88% | 81% | 99% | 71% |
| Şubat | 88% | 81% | 99% | 72% |
| Nisan | 89% | 83% | 99% | 74% |

Tablodan ve grafikten görüldüğü üzere yapılan iyileştirmeler sonucunda Nisan ayının OEE değerinde artış elde edilmiştir. Bu raporlar sayesinde ocakların durumu izlenebilir hale gelmiştir.

Kaynakça

- Alparslan, D. (2005). Toplam Üretken Bakım Yönetimi ve ETİ Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.' deki Uygulama. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Biltaş. (2017). Erişim Adresi <http://www.biltas.com.tr/cimento-demir-celik/>
- Geniş, U.O. (2007). Bir Üretim İşletmesinde Toplam Verimli Bakım Uygulaması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- İşşar, İ.E. (2006). Toplam Verimli Bakım ve Bir Firma Örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Okur, A.S. (1997). *Yalın Üretim. 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayi İçin Yapılanma Modeli*. Söz Yayınları. İstanbul.
- Patra, K., Tripathy, J. K. ve Choudhary, Dr. B. K. (2005). Implementing the Office Total Productive Maintenance Program. *Emerald Library Review*, 54(7), 415-424.
- Seçkin, F. (2007). Yalın Üretim Teknikleri ve KOBİ'lerde Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sun, H., Yam R. and Wai-Keung N. (2003). The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)-An Action Case Study in a Hong Kong Manufacturing Company, *International Journal of Advance Manufacturing Technology*, 22, 224-228.
- Taşçı, M. (2010). Kalite Geliştirmede Kullanılan Yalın Üretim Tekniklerinin Karşılaştırılması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tsang, A. H. C., Chan P. K. (2000). TPM Implementation in China: A Case Study, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 17(2), 144-157.
- Yükselen, C. (2014). Erişim Adresi <https://yalindanisman.com/yalin-nedir/yalin-dusunce-nedir/>

TOTAL EFFICIENT MAINTANENCE APPLICATION IN IRON AND STEEL SECTOR

Extended Abstract

Aim: In this study, it was aimed to increase the efficiency and productivity by TPM application in a furnace selected as a pilot line in a steel industry. Total Equipment Activity (OEE) analysis method is used for this application. In addition, a follow-up system that calculates OEE values has been established.

Method(s): Within the scope of this project TPM work in an iron and steel factory has been carried out effectively. The project has begun with the selection of the pilot line for the project.

In order to be able to choose the quarry which is more critical in the production process than the others, the most critical features were scored between the quarries. As a result of the Pareto Analysis, the most critical furnace in the production process was selected as furnace A.

In OEE analysis for furnace A, calculations were based on the past data obtained from the company. Three parameters are used when performing OEE analysis. These parameters were calculated within the scope of the project.

Positions are first calculated in the direction of the data. These positions are grouped under two headings: planned and unplanned postures. Planned positions are breaks. Unplanned stops are classified under this heading as mechanical and electrical failures. The compliance rate in the data was found to be 88%.

The theoretical production rate must be known in order to calculate the performance ratio. This is cycle time and the amount of tonnage coming out from the furnace in minutes at the factory. The performance ratio in the direction of the data was found to be 81%.

In our opinion, the quality ratio is calculated in terms of the number of defective products produced and the number of defective products.

The calculated compliance rate, quality ratio and performance ratio values are multiplied for the calculation of the efficiency of the line. As a result, the OEE value was found to be 71%. This is 85% for World-class businesses. It is normal for this value to be low because the total productive maintenance work at the factory has not been done before.

Findings: As a result of the OEE analysis for the pilot line, the losses that reduced the effectiveness were analyzed and the losses that reduced the ratio of the 3 parameters considered in the calculation of the OEE were examined.

When examining all the losses that affect the fitness rate for the furnace A, the mechanical failures and the waiting periods, where the most time is lost, have been considered as priority.

Most posture losses come from furnace A. The presence of posture losses causes the resulting amount of scrap (scrap) to be less. This affects the performance ratio.

The values calculated for the quality ratio are close to the targeted values. The reason for this is that the necessary checks are performed very carefully until the first quality products are produced at the set positions.

Conclusion: The pump on tilting logistics on the furnace must be checked for oil before commissioning. The suction line must be checked.

One of the most important defects is causing the hose bursting furnace not to rise. Therefore, the temperature of the hoses, sawdust and so on. is considered appropriate to use insulating material against external factors.

Depending on the type of faults in the plant, the performance ratio of the relevant unit can be increased if it is dealing with faults.

Each part of furnace causing the fault must have a separate warehouse. Waiting times can be reduced when each unit establishes its own standard in this way.

It is proposed to purchase the CNC machine to the factory so that the faulty material can be collected without separating it and processed again according to the usage situation.

Thanks to the established OEE monitoring system, the OEE values measured in the pilot equipment on which the project activities were carried out produced more accurate results than the current operating rates in the quarries.

After the conformity of OEE to the furnace A was established, the new tracking system was also installed in other furnaces.

As a result of the improvements made, it was observed that the OEE values increased when the months of November and April were compared.

