

BİR İMALAT FİRMASINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TVB) UYGULAMASI

Mustafa Yurdakul¹ , Ayşegül Demiray², Yusuf Tansel İç^{3*}

¹Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 06570, Maltepe, Ankara.

²MKE Silah Fabrikası, Kırıkkale

³Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06530, Bağlıca, Ankara

Özet

Gelişen teknolojiyle birlikte günümüz rekabet ortamında müşteri memnuniyetinin sağlanması ve üretimin devamlılığı için kayıpsız, kaliteli, ucuz ve hızlı üretim yapabilmeye olan ihtiyaç, imalat firma yöneticilerini eski tamir ve bakım yöntemlerini değiştirerek Toplam Verimli Bakımı (TVB) uygulamaya yöneltmiştir. TVB üretim kaynaklarında oluşan arızaları ve tamirleri oluşmadan engelleyerek üretim kaynaklarının sürekli en üst performans düzeyiyle kayıpsız çalışmalarını hedefleyen bir uygulamadır. Bu makalede bir imalat firmasında yapılan TVB uygulaması aşamalarının pratik uygulamalarıyla beraber sunulmuştur. Uygulama sonrasında elde edilen iyileştirmeler uygulama öncesi durumla karşılaştırılmış ve elde edilen performans artışları TVB'nin imalat firmalarına sağladığı faydaları ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Toplam verimli bakım (TVB), imalat, üretim kaynakları, verimlilik.

A PRACTICAL APPLICATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IN A MANUFACTURING COMPANY

Abstract

The manufacturing companies are forced to change their existing reactive maintenance and repair approaches with total productive maintenance (TPM) approach to satisfy their customers with cheap and high-quality products in shorter delivery time periods. TPM tries to prevent the failures before their occurrences and keep the production resources at their highest utilization rates possible. This paper illustrates an application of TPM in a manufacturing company. The TPM application increased the overall company performance along with the individual resources' performance levels. The study presented in this paper clearly illustrates the effectiveness of the TPM in manufacturing companies.

Keywords: Total productive maintenance (TPM), manufacturing, manufacturing resources, productivity.

* E-posta: ytansel@baskent.edu.tr

1. Giriş

Bir imalat firmasında oluşan arızalar ve tamir süreleri üretimi önemli oranda olumsuz etkilemekte ve performans düşüşlerine yol açmaktadır. Arızayı giderme yaklaşımı yerine ‘arızanın oluşmasını engelleme ve üretim kaynaklarının sürekli en üst verimlilik düzeyinde çalışmasını sağlama’ amaçlı Toplam Verimli Bakım (TVB), firma içinde arızalardan dolayı oluşan performans düşüşlerini önlemede en etkin yaklaşım olarak önerilmiştir [1]. TVB ülkemizde 1990’lardan itibaren çeşitli imalat firmalarında uygulanmaya başlanmış ve uygulamalar sonucu önemli performans artışları gözlemlenmiştir [1-10]. Bu çalışmalara örnek olarak Yurdakul ve diğerlerinin [10] yayınladığı Mercedes Benz Türk A.Ş.’de yapılan TVB uygulaması gösterilebilir. Üretim kaynaklarının arızaları ve performansa etkileri grafikler ile gösterilmiş, günlük ve haftalık bakım formları oluşturulmuş ve arıza nedenlerinin çözümüne yönelik iş paketleri hazırlanarak uygulanmıştır. TVB sonucunda firmada üretim kaynaklarının ortalama kullanım oranının %85,2’den %98,4’e çıktığı bildirilmiştir [10]. Yurt içinde olduğu gibi yurt dışında TVB in uygulamaları literatürde yer bulmuştur. Örneğin, Chand ve Shirvani [11] TVB’yi hücreli üretim yapan bir otomotiv yedek parça üreticisinde uygulamış ve TVB modellerinin döngüsel bir yapıya sahip olmasının önemini vurgulamıştır [11].

Literatürde yapılan çalışmalar ışığında bu makalede öncelikle döngüsel bir TVB modeli oluşturulmuş ve modelin bir imalat firmasında pratik uygulaması örneklerle açıklanmıştır. Uygulama sonucu oluşan performans artışları ile TVB in firmaya katkısı irdelenmiştir.

2. Bir imalat firmasında uygulamaya dönük bir TVB modelinin oluşturulması

Çalışma kapsamında uygulamanın gerçekleştirildiği firmada TVB’nin uygulanmasında öncelikle mevcut durum göz önüne alınarak bir model kurulmuş ve modelin aşamaları sırasıyla uygulanmıştır (Şekil 1). Modelin ilk aşaması olarak tüm firma çalışanlarına TVB ile ilgili temel bilgiler aktarılmıştır. Aralarında bakım onarım mühendisleri ve teknisyenleri ve üretim kaynakları kullanan operatörlerden oluşan TVB ekiplerine ayrıca temel seviye pnömatik ve bilgisayar destekli devre tasarımı, temel seviye pnömatik ve bilgisayar destekli bakım ve onarım yaklaşımları konularında eğitim verilmiştir. Uygulama çalışmasından önce fabrikada bulunan 785 adet tezgâhın bilgisayar ortamında bulunan ACCESS programında kayıtları yapılmış ve tezgâhların dosyalarında bulunan tüm arıza ve bakım/onarım bilgileri programa aktarılmış ve sürekli güncellenmesi sağlanmıştır (Şekil 2). Böylece tezgâhların bulunduğu atölye, yerleşim planı, işlediği parçalar, teknik kabiliyetleri, bakım bilgileri, oluşan arızalar ve onarım süreleri dahil olmak üzere ilgili tüm bilgilere bilgisayar üzerinden anında ulaşma ve analiz etme imkanı sağlanmıştır.

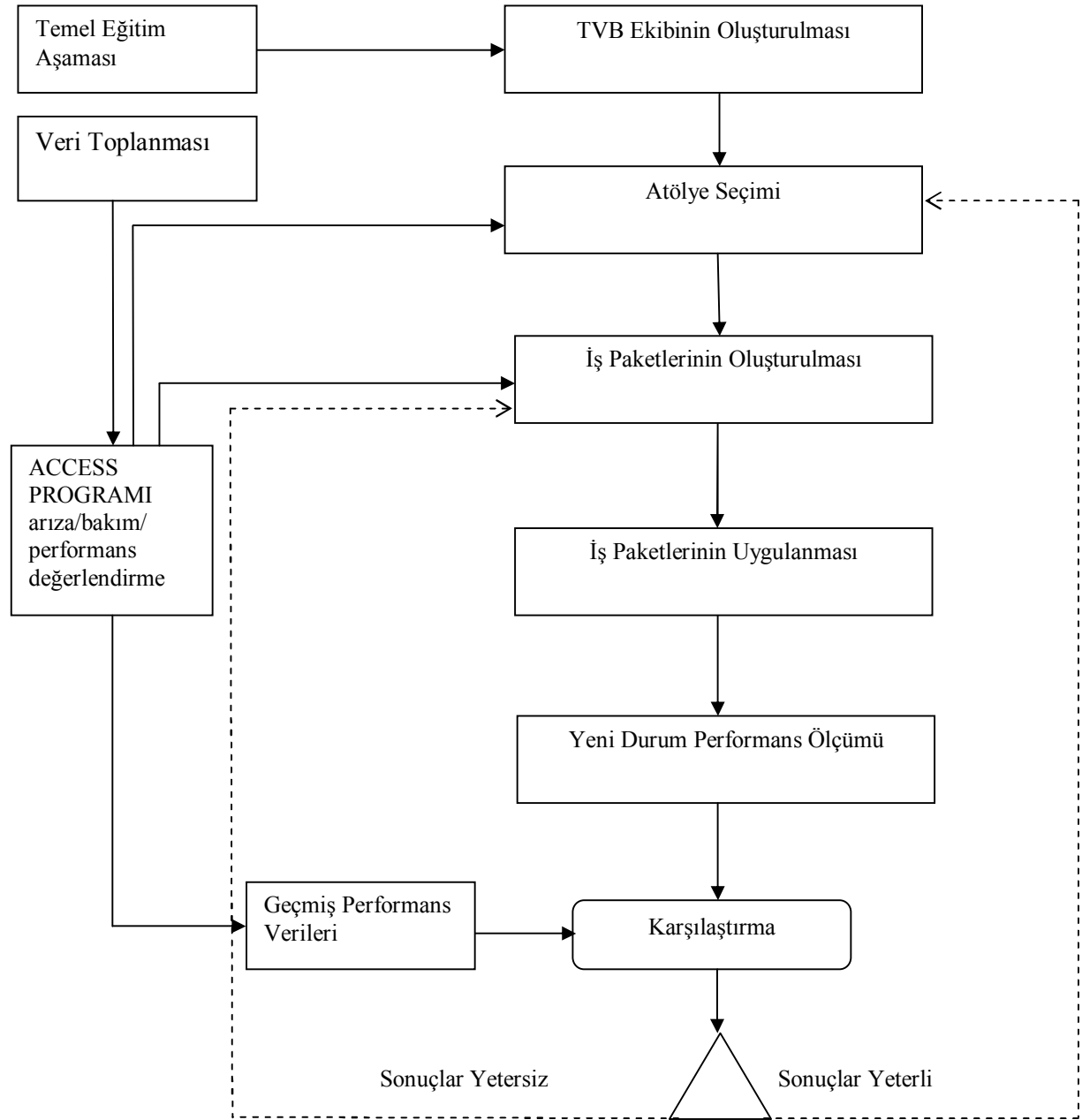
2.1. Atölye seçimi

Atölye seçiminde öncelikle her atölyede oluşan arıza sayısının fabrika içinde oluşan toplam arıza sayısına oranı ve atölyelerdeki tezgâhların toplam arızalı kalma süreleri hesaplanır (Çizelge 1). Pres atölyesi namı diğer atölyesi ile beraber en yüksek arıza oranına sahip iki atölyeden birisidir. Pres atölyesi eksantrik, hidrolik ve hassas kesme olmak üzere farklı tiplerde toplam 45 adet pres tezgâha sahip olması ve işlenen parçaların farklı preslerde gerçekleştirilen işlemlerle beraber talaşlı imalat gerektiren karmaşıklıkta olması nedeniyle bu makalede TVB modelinin nasıl uygulandığını açıklama için seçilmiştir.

2.2 Pres atölyesinde iş paketlerinin oluşturulması

Pres atölyesinde TVB ekibi tarafından yapılan ön incelemede, oldukça dağınık bir yerleşimle atölyeye yayılmış olan preslerde yağlama eksikliğinden kaynaklanan yatak sarması, sürtünme problemleri ve dolayısıyla parça ve kalıp aşınmaları sık görülen arızalar olarak ortaya çıkmaktadır. Bir diğer arıza kaynağı ise baskı tezgâhlarının tamamında bulunan ve 2 adet vidalı kompresör yardımıyla çalışan soğutma sistemidir. Kompresörün normal çalışma sıcaklığı 80-85°C olması gerekirken 100-110°C sıcaklığa yükselebilmektedir. Aşırı sıcaklık presin soğutulmasını engellemekte, çalışma veriminin düşmesine ve aşırı yağ tüketimine yol açmaktadır. Ayrıca Pres Atölyesinin performansını etkileyen ve acil çözüm gerektiren en önemli sorunlardan birisi Üretim Müdürlüğü’nde bulunan ve pres atölyesine destek hizmeti veren matkap tezgâhları olarak görülmüştür. Matkap tezgâhlarının kayış kasnak mekanizmalarının çok sık arızalandığı ve ayrıca devir ayar kollarında düşük devir nedeniyle operatörler tarafından ihtiyaçları karşılamadığı belirtilmiştir (Şekil 3). Matkap tezgâhlarında oluşan arızalar ACCESS programına kayışın sık aşınması, aşırı gürültü oluşumu, kayışta şişme - yumuşama olması, kayışta aşırı uzama olması, kayışın takıldıktan sonra kopması, kayış yüzeyinden kesikler/yarıklar oluşması, kayışta aşırı titreşim olması, kayışta gerginlik ayarı

yapılamaması, devir sayısının ihtiyaçları karşılayamaması, istenen kayışın piyasada bulunma zorluğu olarak girilmiştir.



Şekil 1. TVB uygulaması için oluşturulan model

Şekil 2. ACCESS program tezgah giriş sayfası örneği

Çizelge 1. Atölye arıza oranları ve arıza süreleri

Sıra No	Atölye Adı	Arıza Oranı (%)	Arızalı Kalma Süresi (saat)	Sıra	Atölye	Arıza Sayısı (%)	Arızalı Kalma Süresi (saat)
1	1. Freze	6,4	426,43	10	Namlu	16,2	1002,72
2	2. Freze	1,9	22,75	11	Otomat	6,4	375,75
3	4 Parça CNC	6,4	117,65	12	Plastik	9,8	111,13
4	4 Parça Freze	4,5	79,02	13	Pres	16,2	442,88
5	4 Parça Otomat	1,1	4,02	14	Kaynak	1,5	45,12
6	4 Parça Taş	3	172,53	15	Suhane	7,1	225,77
7	Fosfat	9,8	448,97	16	Taşlama	2,6	205,48
8	İşTakip	1,5	16,92	17	Torna	3,3	180
9	Kesim	0,4	89,67	18	Montaj	1,8	43,6

Atölye içerisinde yapılan incelemede bir veya iki tezgah seçerek iyileştirme yerine tezgahlar arasında benzerlik ve sorunların tüm tezgahlarda aynı şekilde görülmesi nedeniyle tüm presler çapında genel problem çözümü amaçlanmış ve çözüm tüm tezgahlara uygulanmıştır. Pres atölyesinde performansı önemli oranda etkileyen ve yaygın olarak görülen arızaları ortadan kaldırmak için TVB ekibi 'pres tezgâhlarının yağlama sistemlerinin revizyonu', 'pres atölyesinin yeniden düzenlenmesi', 'matkap tezgâhlarının çalışma verimliliğinin artırılması' ve 'kompresörlerin etkinliğinin artırılması' adlarıyla dört adet iş paketi hazırlamıştır.



Şekil 3. Matkap tezgâhlarında uygulama öncesi devir ayar sistemi

2.3. İş paketlerinin uygulanması

İş paketlerinin her biri TVB ekibi tarafından birer problem olarak ele alınmış ve öncelikle çözümler geliştirilmiş ve tüm ekibin üzerinde anlaşıldığı pratik ve hızlı sonuca ulaşılabilecek çözüm seçilerek uygulanmıştır. Her iş paketinin nasıl uygulandığı aşağıda detaylandırılmıştır.

2.3.1 Pres tezgâhlarının yağlama sistemlerinin revizyonu iş paketi

Atölyede bulunan tezgâhlar pompalı bir sistem yardımıyla operatör tarafından yağlanmakta ve bakım personeli depo kısmına yağ azaldıkça yağ takviyesi yapmakta, operatör ise belirli aralıklarla sisteme yağ pompalaması yapmaktadır. Yağlama kaynaklı arızaların ortadan kalkmasını sağlamak için TVB ekibi yağlama sistemini operatörlerden bağımsız ve tamamen otomatik çalışır hale getirmenin gerekli olduğunu belirlediler. Çözüm olarak pres tezgâhlarına pompanın ne kadar sıklıkla çalışacağını ve her çalıştığında ne kadar süreyle yağ pompalaması yapılacağını belirleyen iki ayar düğmesi yardımıyla kurulan zaman röleleri ve otomatik yağlama yapan yağ pompaları monte edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Pres tezgâhlarına monte edilen zaman rölesi ve otomatik yağlama pompası

2.3.2 Pres atölyesinin yeniden düzenlenmesi iş paketi

Pres atölyesi dağınıklığın giderilmesi ve taşıma maliyetlerinin azaltılması amacıyla yeniden düzenlenmiştir. Presler yeniden boyanmış ve atölyede takım ve malzeme aramalarından kaynaklanan zaman kayıplarını ortadan kaldırmak için etraflarında bulunan takımlar ve malzemeler etiketlenerek belirli kutulara yerleştirilmiş ve gereksiz tüm malzemeler atölyeden uzaklaştırılmıştır (Şekil 5-6). Ayrıca işçilere daha sağlıklı ve güvenli çalışma ortamı sağlamak için preslerde genel iyileştirmeler yapılmıştır. Örneğin eski preslerin çalıştırılması sırasında operatör bir eliyle parçayı yerleştirirken diğer eliyle presi çalıştırmaktadır. Operatör parçayı kalıp içerisine yerleştirdikten sonra elini geç çekmekte veya daha çok parça üretme amacıyla hızlı bir şekilde kumandaya basmaktadır. Eski preslerde operatörün yaralanma ve kaza riskini ortadan kaldırmak için yeni preslerde bulunan çift el kumandalı emniyet sistemi eski preslere adapte edilerek takılmıştır (Şekil 7).



Şekil 5. 0752 Nolu pres tezgahının düzenleme öncesi ve sonrası görüntüleri



Şekil 6. 0741 Nolu pres tezgah çevresinin düzenleme öncesi ve sonrası görüntüleri



Şekil 7. Pres tezgâhlarına takılan emniyet sistem parçalarının ayrı ve montaj edilmiş görüntüleri

2.3.3. Matkap tezgâhlarının çalışma verimliliğinin artırılması iş paketi

Matkap tezgâhlarındaki üç devirde çalışan kayış kasnak mekanizması sökülerek yerine sürücü sistemi takılmıştır (Şekil 8). Takılan sistemle kayış kasnak mekanizmasından kaynaklanan tüm arızalar ortadan kalkmış ve matkap tezgâhların istenen devirde delik delmeleri sağlanmıştır.



Şekil 8. Matkap tezgâhlarına takılan sürücü sistemi

2.3.4. Kompresörlerin etkinliğinin artırılması iş paketi

Kompresör sistemi tamamen elden geçirilmiş, kaçaklar tamir edilmiş ve soğutma sistemine dışarıdan daha soğuk ve temiz hava almasını sağlamak amacıyla hücre tipi bir aspiratör kompresörün emiş kısmına hava kanalları vasıtasıyla bağlanmıştır (Şekil 9). Böylece kompresörün sürekli normal çalışma sıcaklığı olan 80-85°C seviyesinde çalışması sağlanmıştır.



Şekil 9. Kompresörün içeriden görüntüsü ve kompresöre takılan aspiratörün dışarıdan görüntüsü

2.4. Uygulama sonucu yeni atölyede kurulan bakım sistemi

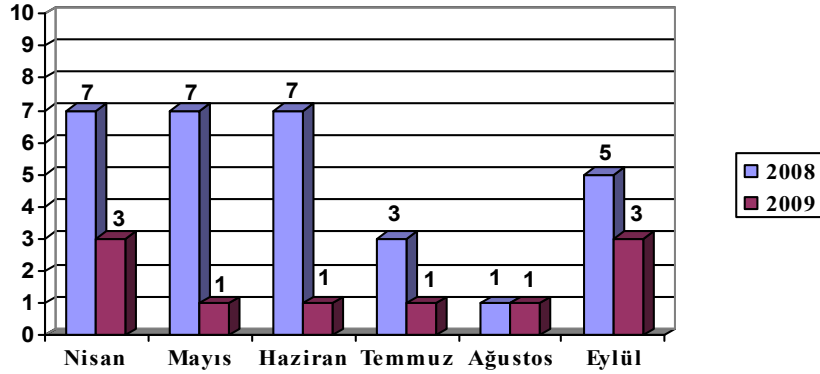
Gerekli iyileştirmeler sonrasında sistemin doğru işlemesi ve arızaların oluşmadan engellenebilmesi için operatörler tarafından yapılması gereken günlük ve bakım-onarım personelinin yapması gereken haftalık bakım listeleri oluşturulmuştur. Örneğin her operatör yağ fazlalıklarını, kurulukları ve aşınmaları kontrol etmekte, temizliğini yapmakta, boşa çalışan tezgahta ses ve titreşim dinlemesi yapmakta ve mekanik, elektrik, pnömomatik ve hidrolik sistemlerde kopma ve kaçırma olup olmadığı günlük olarak kontrol edilmekte ve gerekli dökümanlar doldurulup imzalanmaktadır. Engellenemeyen arızalar için arıza takip formları doldurulmuş ve arıza bilgileri bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Böylece tezgahlar için sürekli bir takip ve değerlendirme yapabilme imkanı sağlanmıştır (Şekil 10).

ARIZA 2009		BAKIM ONARIM MÜDÜRLÜĞÜ				Bakım Onarım Büro	
Adnan YÜKSEL		Pres 0752 Pres				14 Aralık 2009 Pazartesi	
		2009 YILI ARIZA RAPORU				15:01	
						Sayfa 1	
1	Arıza no	Kayıt Tarihi	Saat	Arıza			
	1	02.01.2009	07:30	Tezgah düştü. (2008 Yılı 227 Nolu Arıza 2009 yılına devretti.)			
✚		İşe başlama tarihi	İşi bitirme tarihi	İşlem			
		02.01.2009 07:30	16.03.2009 15:00	Tezgah yatak sardığından, bronz yatak ve diğer parçaların yapımı için firmaya gönderildi. Revizyon sonrası montajı yapılmıştır. Tezgah faal.			
	Protokol No	İşe başlama süresi	Arıza giderilme süresi	Toplam çalışma	Parça bekleme süresi	Eleman sayısı	Arızalı kalma süresi
	66	0,00	6,00	18,00	427,50	3	433,50
2	Arıza no	Kayıt Tarihi	Saat	Arıza			
	209	15.10.2009	08:30	Tezgah fren balatasının arka mili kırıldı.			
✚		İşe başlama tarihi	İşi bitirme tarihi	İşlem			
		16.10.2009 13:30	16.10.2009 16:00	Kırılan parçalar yenilendi. Tezgah faal.			
	Protokol No	İşe başlama süresi	Arıza giderilme süresi	Toplam çalışma	Parça bekleme süresi	Eleman sayısı	Arızalı kalma süresi
	209	4,00	2,50	5,00	0,00	2	6,50
2	Yapılan Arıza	İşe başlama	Arıza giderilme	Toplam çalışma	Parça bekleme	Eleman sayısı	Arızalı kalma
	TOPLAM (Sa)	4,00	8,50	23,00	427,50	5	440,00
	ORTALAMA	2,00	4,25	11,50	213,75	2,50	220,00

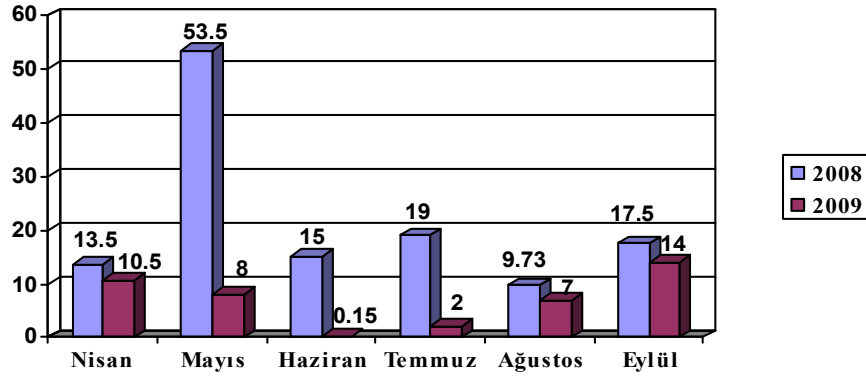
Şekil 10. 0752 nolu pres tezgâhının 2009 yılı arıza tespit formu

2.5. Pres atölyesinde yapılan TVB uygulaması sonucunda gerçekleşen performans iyileşmesi

Pres atölyesinde gerçekleştirilen TVB uygulaması sonucunda 2008 yılında 43 olan toplam arıza sayısı 2009 yılında 39'a inmiş, tezgahların çalışma süreleri artmış ve atölyenin yıllık üretim miktarı %40 oranında artmıştır. Pres Atölyesinde meydana gelen 2008 ve 2009 yıllarında Nisan-Eylül dönemi içinde oluşan arıza sayılarının ve arıza kalma sürelerinin aylık dökümleri örnek olarak Şekil 11-12'de sunulmuştur.



Şekil 11. Pres atölyesi Nisan-Eylül arası aylık toplam arıza sayısı grafiği



Şekil 12. Pres atölyesi Nisan-Eylül arası aylık toplam arızalı kalma süresi grafiği

Uygulama sonucunda varılan performans artışlarını atölye içinde tüm personele iletmek ve performansını sürekli en üst düzeyde tutmak için neler yapılması gerektiğini açıklamak için panolar hazırlanmış ve seminerler düzenlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. TVB pano örneği

3. Sonuçlar

Bu çalışmada bir imalat firmasında TVB uygulamasının nasıl gerçekleştirileceği pratik uygulama ile açıklanmış ve uygulama sonucu atölyede önemli performans artışları sağlanmıştır. Firma pres atölyesinde gerçekleşen başarılı uygulamanın ardından TVB modelini diğer atölyelerde oluşturacağı TVB ekipleriyle uygulayarak TVB'yi tüm firma çapına yaymayı amaçlamaktadır.

TVB, uygulama yapılan firmada bakım ve onarımın anlamını tamamen değiştirmiştir. TVB firmaya ‘arızayı oluşmadan engelle’ ve ‘arıza olabilecek sistemleri arıza oluşturmayan sistemlerle değiştir’ stratejilerini ‘arıza olunca tamir et’ yerine yerleştirmiştir. Fabrika çalışanları TVB sayesinde artık tezgâhları işleten kişiler yerine onları iyileştiren, geliştiren ve sürekli en üst düzeyde çalışmasını sağlayan bakım planlarını uygulayan TVB katılımcıları olmuştur. TVB aynı zamanda katılımcılara sağladığı yoğun eğitim sayesinde yaptıkları işleri ve tezgâhları daha iyi anlayan ve yöneten kişiler haline gelmelerini sağlamıştır. Uygulama sonuçları ve performans artışları tüm imalat firmalarının TVB’yi kendi bünyelerine muhakkak uygulamaları gerektiğini göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] A.M. Kendir, “Toplam Verimli Bakım Planlamasının Hava Araçlarına Uygulanması: Cessna Model R172h (T-41d) Uçağı Pervane Çatlak Çentik Kontrolleri Üzerinde Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 23-55, (2007).
- [2] S. Altınova, “Toplam Verimli Bakım ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 50-75, (2004).
- [3] İ.E. İşışır, “Toplam Verimli Bakım ve Bir Firma Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Trabzon, 3-56, (2006).
- [4] U.O. Geniş, “Bir Üretim İşletmesinde Toplam Verimli Bakım Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 1-32, (2007).
- [5] E. Sarıçoban, “Toplam Verimli Bakım Çalışmalarında 5s’in Önemi Ve Uygulanması”, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir, 34-103, (2006).
- [6] K. Güven, “Periyodik Bakım Yapan Bir Tekstil İşletmesinde Bilgisayar Destekli Toplam Verimli Bakıma Geçiş (TVB) ve Kaliteye Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1-87, (2006).
- [7] A. Genç, “Toplam Verimli Bakım ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1-88, (2007).
- [8] E. Nas, “(TPM) Toplam Verimli Bakım Yönetimi Veya Verimlilik ve Rekabet Gücü Yaratmak”, *T.M.M.O.B. Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi*, 126: 20-21, (2001).
- [9] A. Görener, V.Z. Yenen, “İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler ve Verimliliğe Katkıları”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6:11, 47-63, (2007).
- [10] M. Yurdakul, S. Türkbaş, S. Altınova, “Bir İmalat Tesisinde Toplam Verimli Bakım (TVB) Uygulaması”, *Mühendis ve Makina Dergisi*, 49: 583, 11-16, (2008).
- [11] G. Chand, B. Shirvani, “Implementation of TPM in cellular manufacture”, *Journal of Materials Processing Technology*, 103: 149-154, (2000).
- [12] A. Demiray, Toplam Verimli Bakım ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2010).