

MODERN ÜRETİM SİSTEMLERİNDE SMED İLE HAZIRLIK SÜRELERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK SANAYİ UYGULAMASI

Industry Application for Improvement of Set Up Times with SMED in Modern Production Systems

Arş. Gör. Dr. Emre Bilgin SARI
Dokuz Eylül Üniversitesi emre.bilgin@deu.edu.tr

Sarı, E.B. (2017), Modern Üretim Sistemlerinde SMED İle Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesine Yönelik Sanayi Uygulaması, International Journal of Academic Value Studies, Vol: 3, Issue:9; pp: 433-441 (ISSN:2149-8598)

ARTICLE INFO

Article History

Makale Geliş Tarihi
Article Arrival Date
21/03/2017
Makale Yayınlanma Tarihi
The Published Date
31/03/2017

Anahtar Kelimeler

SMED, Sürekli İyileştirme,
Üretim Sistemleri, Hazırlık
Süreleri

Keywords

SMED, Continuous
Improvement, Production
Systems, Set Up Times

JEL Kodları: M11

ÖZ

SMED, üretim süreçlerindeki kayıpları azaltmaya yönelik kullanılan etkin bir yöntem olup, üretim devam eden bir parçadan, diğer bir parçaya geçişte esneklik sağlamaktadır. Üretim sistemlerinde uzun süren hazırlık sürelerinin iyileştirilmesi çalışmaları sırasında sıkça kullanılan bir yöntem olan SMED ile gerçekleştirilen sanayi uygulamasında, otomotiv sektörüne bağlantı elemanlarını üreten bir yan sanayi işletmesinin atölye-depo işlemleri, kalıp değişimleri ve kalite onay süreleri ele alınmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü işletmenin üretim süreci örneği üzerinden hazırlık sürelerinin kısaltılması ile elde edilen kazanç ortaya çıkarılırken, SMED yöntemin önemine dikkat çekmek ve uygulamadaki kullanılabilirliği ile kullanım sıklığını ve küçük iyileştirmeler sonucu elde edilen kazanımları göstermek amaçlanmıştır. 10 gün boyunca işletmenin çeşitli bölümlerinden toplam 2348 dakikalık 12 adet hazırlık gözlemi yapılmıştır. İncelemeye alınan işlemlerin kayıp süreleri belirlenmiştir, işletmedeki kayıpların iyileştirilmesi için sunulan öneriler, önerilerin uygulanması sonucu toplam sürede görülen azalma ve bu azalmanın yanında süre kazancının işletmeye sağladığı fayda 531 dakika olup toplam gözlenen işlem süresinin %22'sine işaret etmektedir. Elde edilen bu fayda çalışmanın çıktısını oluşturmaktadır.

ABSTRACT

SMED is an effective method for reducing losses in the manufacturing process and provides flexibility in transition from one part to another. Workshop-warehouse operations, mold changes and quality approval periods of a subsidiary industry that manufactures fasteners in the automotive sector are covered in SMED, which is a frequently used method during the improvement of long production lead times in production systems. It is aimed to draw attention to the importance of the SMED method and to show the utility in use and the frequency of use and the gains obtained after small improvements, while the gain is obtained by shortening the preparatory period of the workshop by the worker's production process. 12 set up observations were made over a period of 10 days, totaling 2348 minutes from various sections of the operator. The loss durations of the inspections have been determined, the suggestions for the improvement of the losses in operation, the reduction in the cumulative total after the implementation of the proposals, and the benefit of operating the time accrual in addition to this decrease is 531 minutes, indicating 22% of the total observed duration. This benefit is the output of the work.

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin ilk yıllarından bugüne rekabet halinde olan işletmeler satışlarını arttırabilmek için küresel bir yarış halindedirler. İçinde buldukları küresel yarışta firmalarını bir adım öne geçirmek isteyen yöneticiler, operasyonlarını etkin kılmaların yollarını aramaktadırlar. Küresel rekabet baskısı günden güne artarken üretim firmalarının ayakta kalması, işlemlerin etkin hale getirilebilmesine, üretim maliyetlerinin azaltılabilmesine, ürünlerin sürekli geliştirilebilmesine, sosyal ve teknolojik değişim ve gelişmelere ayak uydurabilme becerisine dayanmaktadır (Chuah ve Lee, 1999).

Bir üretim süreci, bir dizi girdi ve işlemlerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Yakın dönemlere kadar yaygın olan geleneksel üretim yönetimi anlayışına göre, üretim süreci içindeki her bir işlemin olabildiğince etkin bir biçimde yerine getirilmesi önerilmektedir. Çağdaş üretim yöntemi anlayışına göre ise; ilgi ve dikkat tek tek işlemlere yöneltilmemekte, işlemler bağımsız bir bütünlük içinde ele alınmaktadır (Barutçugil, 1989). Üretim sistemlerinin tanınımı yapılırken bu bütünlüğe bağlı olarak küreselleşme ve teknolojik gelişmeler sonucu değişen müşteri talepleri de göz önünde bulundurulmaktadır. Değişen müşteri taleplerinin yerine getirilebilmesi ise işletmelerin stoka veya siparişe yönelik üretim şekilleriyle doğrudan ilişkilidir (Goubergen D. V. ve Landeghemb H. V. , 2002).

Stoklu çalışmayı seçen işletmelerin çoğu model ya da kalıp değişim zamanlarının ve ayar sürelerinin oldukça uzun olmasından dolayı bu tercihi yapmaktadır. Bu mantığa göre model değiştirme ve ayar zamanları uzadıkça, makineden alınan verimin yüksek, birim parça başına maliyetin düşük olabilmesi için stok miktarının artırılması gerekmektedir. İçsel hazırlıkları dışsal hazırlıklara dönüştürmeye yönelik olan bu çalışmalarda hazırlık süresi kayıplarından çekinen mühendislerin eğilimi de ihtiyaçtan (siparişi alındandan) fazla parça üretip, bunları stokta muhafaza etme yönündedir (Ohno, 1998). Oysa ki modern üretim sistemleri siparişe göre olmakla birlikte, stoksuz çalışmak için tam zamanında üretim, sıfır stok, sıfır hata, sıfır arıza gibi mükemmelleştirme yöntemlerini uygulanmaya yöneliktir. Hızlı kalıp değiştirme tekniği olan SMED yaklaşımı üretimde model değiştirme ve ayar zamanları konusunda kaçınılan kayıplara çözüm sunmaktadır.

2. SMED YAKLAŞIMI

Hızlı kalıp değiştirme tekniği olarak da bilinen SMED (Single Minute Exchange of Die) adını İngilizce isminin baş harflerinden almıştır ve Türkçe'ye "Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi" ya da "Hızlı Kalıp Değişimi" olarak geçmiştir. Burada tekli dakikalardan kasıt, on dakikanın altındaki tek haneli dakikalardır (Ör: 2 dk., 9 dk. gibi). SMED'in ilk düşünceleri Shigeo Shingo tarafından 1950 yılında MAZDA Hiroşima fabrikasında 350, 750 ve 800 ton preslerin kalıp değişiminde yaşanan sorunlarda çözümün iç hazırlıkları dış hazırlıklardan ayırt ederek, dış hazırlıkların süresinin toplam hazırlık süresinden düşürülmesiyle oluşturulmuştur (Makine kapalı iken yapılabilen kalıbın içten değiştirilmesine "iç hazırlık" makine açık iken de yapılabilen kalıbın dıştan değiştirilmesine "dış hazırlık" denilmektedir.). Shingo 19 yıl sonra, 1969'da Toyota Motor Company'deki çalışmaları ile 4 saat olan ölçü değişim süresini iç hazırlıklarla dış hazırlıkları tamamen birbirinden ayırarak 90 dakikaya düşürmüştür. Sonrasında ise iç hazırlıkları dış hazırlıklara dönüştürme yöntemini kullanarak hazırlık süresini 3 dakikaya indirmiş ve bu çalışmalardan sonra SMED kavramını yaratmış ve adını koymuştur. Hızlı kalıp değiştirme ekipman ayarlarını ve değiştirme operasyonlarını 10 dakikanın altında yapılmasını mümkün kılan teknikler kümesidir (Shingo, 1988). İşletmeler için değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasında temel rol oynayan SMED yaklaşımı makinelerinin on dakikadan daha kısa bir sürede bir üründen diğerine geçebilmeleri için geliştirilen teknikler olarak da tanımlanmaktadır ve uygulamada sıkça kullanılır hale gelmektedir (Ohno, 1998).

2.1. SMED Uygulamasının Aşamaları

Ölçüm ve ayar işlemlerinde genellikle makineler kapatılır, fakat SMED sistemi bu işlemlerin makineler çalışırken yapılabilmesine olanak tanımaktadır (Acar N. , 2002). Hızlı kalıp değiştirme ve çabuk yapılan ayar işlemleri, deneme üretimlerinin ortadan kaldırılması ve küçük partili esnek üretim yapısını mümkün kılan SMED yaklaşımının uygulanabilmesi için iki tip hazırlık türü vardır. Bunlar (Gemba, 2004):

İç hazırlık: Eski kalıbı sökmek ve yerine yenisini takarak üretime başlamak, bu süre içerisinde makinenin durdurulması, üretime ara verilmesi kaçınılmazdır.

Dış hazırlık: Makine çalışırken, üretime devam edilirken de yapılabilecek faaliyetlerdir. Bunlar; bağlanacak kalıbın getirilmesi, sökülen kalıbın temizlenmesi, sökülen kalıbın bakımı ve raftaki yerine taşınmasıdır.

Bir işletmede SMED uygulamasına geçildiğinde uygulanması gereken 3 aşama vardır (Çakmakçı M. , 2008).

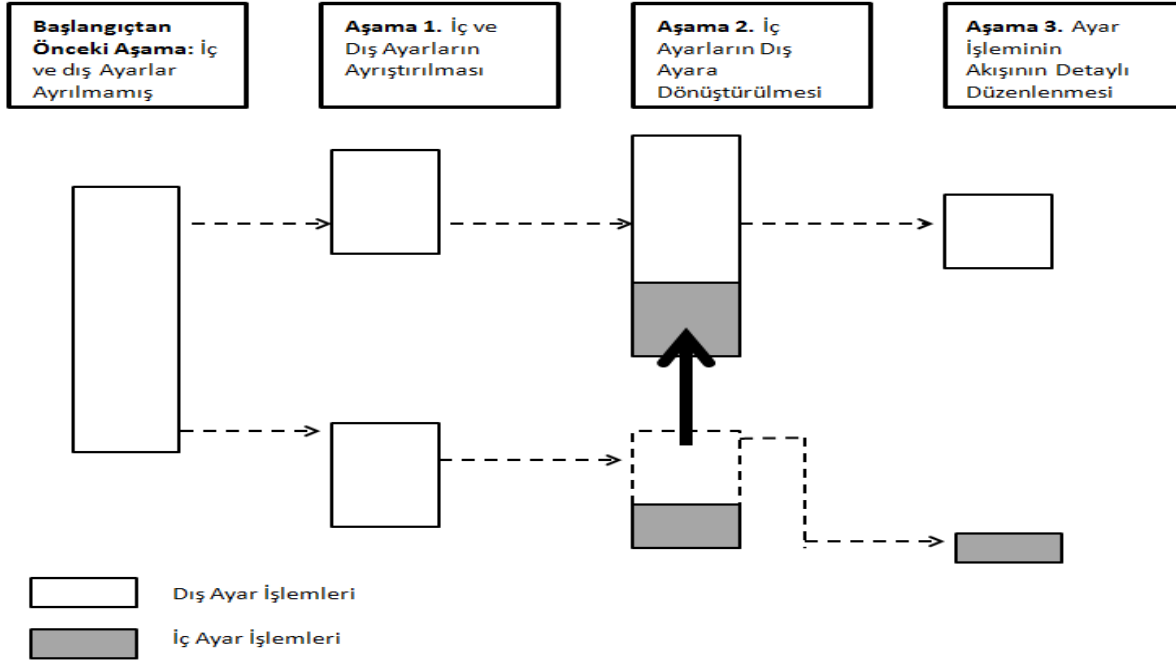
Bunlar;

- İç ve Dış hazırlık süreçlerinin birbirinden ayrılması,

- İç hazırlığın dış hazırlık sürecine çevrilmesi,
- SMED'in iç ve dış hazırlığa ayrı ayrı uygulanmasıdır.

Shingo'nun (1985) SMED yaklaşımı ile sunduğu öneri; sadece makine kapalıyken yürütülebilen iç ayar işlemlerini makine çalışırken de yapılabilecek dış ayar işlemlerinden ayırmaktır. Özellikle büyük makinelerde hazırlık işlemi yapılırken operatör makinenin farklı taraflarında işlem yapmak zorunda kaldığından, bu tür hazırlık işlemlerinde operatör farklı taraflara yürüdüğü için hazırlık süresi de artmaktadır. Bu nedenle, böyle hazırlık işlemlerinde paralel operasyonların önemi artmaktadır. Shingo'nun SMED yaklaşımı ile iç ve dış ayarların ayrıştırılması Şekil 1.'de gösterilmektedir.

Şekil 1. SMED ile İç ve Dış Ayarların Ayrıştırılması



Kaynak: Shingo (1985)

SMED çalışması sırasında ayar işleminin basitleştirilmesi ve standardizasyonu için yöntem çalışmaları, değer akış haritalama, sebep sonuç analizi, pareto analizi gibi araçlardan faydalanılmaktadır. Bu aşamanın sonundaki değişiklikler ve standardizasyon ile birlikte toplam ayar süresinde %90 oranında düşüşün başarılması söz konusu olabilmektedir (Singh vd. 2010).

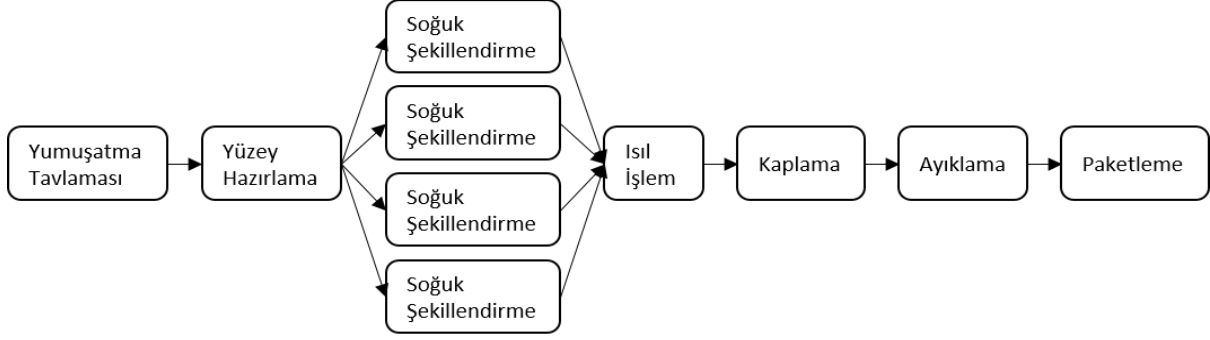
SMED sistemi, yalnızca bir teknik değildir. Bu yaklaşım üretimin kendisi üzerinde yeni bir düşünce sistemidir. Birçok uygulama alanında, SMED yaklaşımı ve teknikleri anlaşıldıktan ve sonra başarı elde edilmiştir (Özer, 2009). Bu duruma yönelik olarak uygulama örnekleri ile desteklenmesi yaklaşımın hayata geçirilmesi ve çalışma alanlarını örneklemesi açısından önem teşkil etmektedir.

3. HAZIRLIK SÜRELERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA

Uygulamanın gerçekleştirildiği işletme, otomotiv sektörüne bağlantı elemanlarını üreten bir yan sanayi işletmesi olup, üstün kalite politikası ve geniş ürün yelpazesi ile sektörün öncü kuruluşları arasındadır. Yıllık 80.000 ton üretim kapasitesiyle çalışan ve toplam üretiminin %40'ını başta Almanya, ABD ve Fransa olmak üzere sanayileşmiş ülkelere ihraç etmekte olan işletme; Fiat-Tofas, Mercedes Benz, Uzel, Karsan, Otokar, Valeo, BMC, Türk Traktör, Man, Volvo, Scania, Audi, Porsche, Ford-Otosan, Oyak Renault gibi birçok otomotiv işletmesine hizmet vermektedir.

İşletmenin üretim süreçleri içerisinde yumuşatma için tavlama, yüzey hazırlama, soğuk şekillendirme, ısıtma işlemi, kaplama, ayıklama ve paketlenme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şekil 2'de işletmenin üretim akışı gösterilmektedir.

Şekil 2. Uygulama Yapılan İşletmenin Üretim Akışı



3.1. Veri Toplama Yöntemi

Fabrikanın üretim sahasında iki gün boyunca olaylar gözlemlenerek sistem anlaşılmaya çalışılmıştır. Üçüncü günden itibaren yaklaşık 10 gün boyunca fabrika içerisinde tüm soğuk şekillendirme hollerinden toplam 2348 dakika (kalite onay süreleri hariç) 12 adet hazırlık gözlemi değerlendirilmeye alınmıştır. Gözlemlerin tamamı kayıt altına alınıp detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

3.2. Verileri Analiz Etme

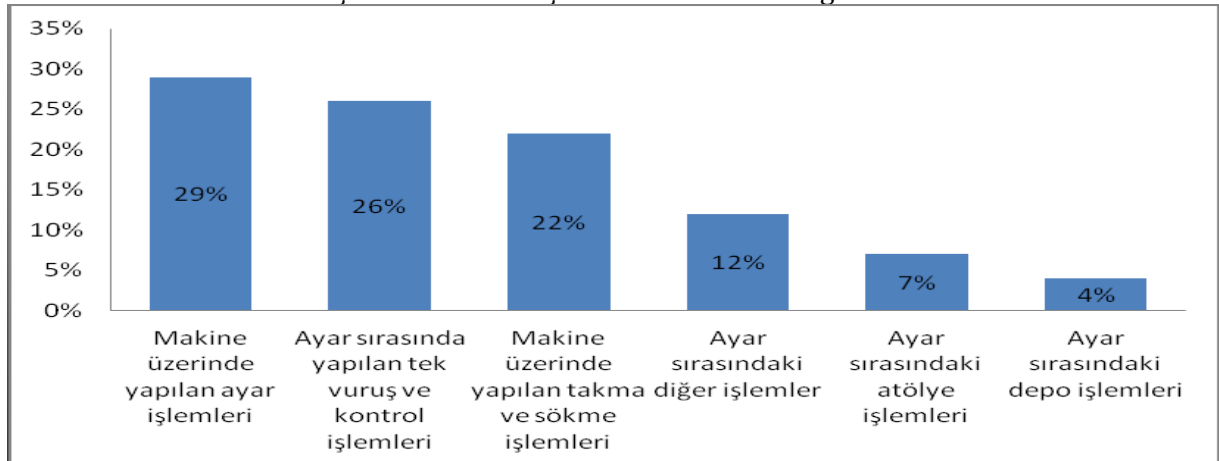
Gözlemlenen tüm hazırlıklar adım adım incelenerek tüm iş adımlarının süreleri belirlenmiştir. Daha sonra bu iş adımları iç ve dış hazırlık olarak ikiye ayrılmıştır. Gözlemlenen hazırlık faaliyetleri grupları süreleri toplam özlem içinde karşılaşıma sıklığına ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gözlemlenen Hazırlık İşlemleri

OPERASYON GRUPLARI	SÜRE (DK)	14 GÖZLEM İÇERİSİNDE GÖRÜLME SIKLIĞI
Makine üzerinde yapılan ayar işlemleri	654	12 (sabit işlem)
Ayar sırasında yapılan tek vuruş ve kontrol işlemleri	608	12 (sabit işlem)
Makine üzerinde yapılan takma ve sökme işlemleri	530	12 (sabit işlem)
Ayar sırasındaki diğer işlemler	275	Değişken işlemler
Ayar sırasındaki atölye işlemleri	165	6 (Değişken İşlemler)
Ayar sırasındaki depo işlemleri	116	6 (Değişken İşlemler)
TOPLAM	2348	

Makine üzerinde yapılan ayar işlemleri, ayar sırasında yapılan tek vuruş ve kontrol işlemleri ve makine üzerinde yapılan takma ve sökme işlemleri hazırlık sürelerinin iyileştirilmesi için başlıca ele alınması gereken konular olduğu ortaya çıkarılmıştır. Hazırlık sürelerinin dağılımları Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3. Hazırlık İşlemlerinin Pareto Dağılımı



Yapılan pareto analizi ile de makine üzerinde yapılan ayar işlemleri, ayar sırasında yapılan tek vuruş ve kontrol işlemleri ile makine üzerinde yapılan takma ve sökme işlemleri konularının SMED analizi için ele alınması gereken konular olduğu ortaya çıkarılmıştır.

3.2.1. Makine Üzerindeki Ayar İşlemleri

Makine üzerinde yer alan ayar noktalarının belirlenmesi işlemleri, iç hazırlık olarak değerlendirilmektedir. Bu işlemler toplam süre içerisinde 654 dakika (%29) kapsamaktadır. Bu işlemler bütün hazırlık işlemlerinde yer aldığı için sabit işlem olarak değerlendirilmiş ve 12 hazırlık işleminin 12'sinde de yer almaktadır. Tablo 2'de makine üzerinde yapılan ayar işlemlerinin detayları verilmektedir.

Tablo 2. Makine Üzerindeki Ayar İşlemleri Detayları

Süre (dk)	Büyük Makine	Küçük Makine
Boy Ayarlama	8,75 ± 6,7	2,1 ± 1,1
Çıkarıcıları Ayarlama	4,6 ± 1,98	3,83 ± 1,3
BLOK AYARLARI	8,93 ± 4,4	
Süre (dk)	Parmaklar Değişirse	Parmaklar Değişmezse
Parmakları Ayarlama	9,98 ± 6,2	2,1 ± 1,1
SİVRİLTME AYARI	7,02 ± 2,3	
Süre (dk)	Kombine Makineler	NKW'si Bağımsız Makineler
NKW Ayarlama	16,5 ± 3,4	20,1 ± 4,5

3.2.2. Ayar Sırasında Yapılan Tek Vuruş ve Kontrol İşlemleri

Hazırlık işlemleri sırasında yapılan deneme alıştırmaları, toplam sürenin %26'sını almakta ve gözlemler boyunca 608 dakika sürmektedir. Hazırlık işlemlerinde ilk olarak makine üzerinde yer alan kalıplar sökülmekte, daha sonra yeni kalıplar takılıp blok ayarları yapılmaktadır. Bu esnada yapılan her ayarın doğruluğunu teyit etmek amacıyla operatörler makineyi tek seferlik çalıştırıp numune almakta ve kontrol etmektedir. Makineden alınan numunelere ayar firesi adı verilmektedir ve ayar sonrası hurdaya ayrılmaktadır. Buradan hareketle yapılan her deneme çalıştırması hem malzeme hem de enerji kaybına neden olmaktadır. Hazırlık işlemleri süresince yapılan her ayar işleminin ardından deneme çalıştırması yapılmaktadır.

3.2.3. Makine Üzerindeki Sökme-Takma İşlemleri

Gözlemlenen 12 hazırlık işlemi içerisinde toplam 500 dakika takma-sökme işlemlerinin 154 dakikası (%29) kalıp problemleri nedeniyle yeniden söküp takma işlemine gitmektedir. Bir hazırlık işleminde gerekli aparatların takılması ortalama 27 dakika sürerken buna yaklaşık 10 dakika da yeniden söküp takma süresi eklenip toplam 37 dakika gibi bir süre aldığı görülmektedir. Kalıp problemlerinin ele alınması sökme takma işlemleri için kritik bir durum olduğundan dolayı ele alınmaktadır.

3.2.3.1. Kalıpların Hazırlanması

Kalıpların hazırlanması, makinede ürün değişim sürecinde makine üzerindeki kalıpların sökülüp takılacak olan kalıp ile kısmen değiştirilmesi için yeni ürüne yönelik bir set (parmak, kesme tamponu, bıçak vb..) hazırlanması anlamına gelmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için makine üzerindeki programın bitmesi ve kalıpların sökülmesi gerekmektedir. Bu işlem toplamda 2,5 dakikadır. Bu sürenin dışında kalan işlemler kalıpların hazırlanması ile doğrudan ilgili olmayıp dış hazırlık kısmına aktarılabilecek işlemlerdir.

3.3. Kayıp Sürelerin Ortaya Çıkarılması

SMED yaklaşımına göre aşağıdaki durumlar 1.derecede kayıp zaman olarak değerlendirilmektedir ve kesinlikle ortadan kaldırılmalıdır:

- ✓ Ayar sırasında atölye işlemleri
- ✓ Ayar sırasındaki depo işlemleri
- ✓ Ayar sırasındaki diğer işlemler

Bu işlemlerin neredeyse hepsi hazırlık dışı döneme kaydırılabilir işlemlerdir ve hazırlık sürelerine etkisi ortadan kaldırılmalıdır.

3.3.1. Atölye İşlemlerinde Kayıpların Ortaya Çıkarılması

Gözlemlenen 12 hazırlık işlemi içerisinde operatörlerin üretim geçişleri sırasında kalıplara tadilat yaptırmak için atölyeye gittiği görülmüştür. Bazen atölyede işlem yaptırmak için sıra beklenmektedir. Farklı hollerden alınan gözlemler sonucu 12 gözlemin 5'sinde (%50) operatörlerin atölyeye gittiği görülmüştür. Atölye işlemlerinin önceden yapılıp yapılamayacağına dair bilgiler Tablo 2'de yer alan makine üzerindeki ayar işlemleri detaylarından çıkarılmaktadır.

12 gözlem içerisinde tespit edilen 6 kez atölyeye gidişten 3'ü önlenebilir durumdadır. Kalıp değişimi sırasında atölyeye gidişlerin 3'ünün önlenmesi atölye yaklaşık %50 oranında bir iyileşme sağlamakta ve süre olarak getirisi ise hesaplandığında; $165 \times 0.5 = 82.5$ dk bulunmaktadır.

3.3.2. Depo İşlemlerinde Kayıpların Ortaya Çıkarılması

Gözlemlenen 12 hazırlık işlemi içerisinde operatörler üretim geçişleri sırasında kalıp malzemelerindeki problemler nedeniyle depoya gitmektedirler. Bazen de sarf malzeme tedariki için ayar sırasında depoya gitmektedirler. Farklı hollerden alınan gözlemler sonucu 12 gözlemin içerisinde depo işlemlerinin sıklığı ve önceden yapılıp yapılamayacağına dair bilgiler Tablo 2'de verilmektedir.

Tablodaki küçük süreler aslında hazırlık işlemlerinin tamamına bakıldığında büyük süreler işgal etmektedir. $165 / 2348 = \%7$ olarak hesaplanan sürenin ortadan kaldırılması iyileştirme miktarını sunmaktadır.

3.3.3. Kalite Kontrol İşlemlerinde Kayıpların Ortaya Çıkarılması

Yapılan analizeler sırasında, kalite onay sürelerinin fazla olması nedeniyle Kalite Kontrol laboratuvarındaki işlemler incelenmiştir. 3 gün boyunca gelişler arası süre, gelen civataların özelliklerine göre işlem süreleri ve günlük ortalama onay sayısı gibi veriler toplanmıştır. Video çekimlerinde ölçüm cihazının kullanılmadığı görülmüştür.

3.4. Önerilerin Sunulması

Öncelikle uygulamaya geçecek önerilerin izlenebilirliği ve sağladığı etkileri analiz edebilmek için endüstri mühendislerinden oluşan bir analist ekibi oluşturulması gerekmektedir. Daha sonra aşağıdaki birimlerden oluşturulan bir kaizen ekibi meydana getirilmesi beklenmektedir.

- ✓ Bir üst düzey yönetici
- ✓ Deneyimli bir ustabaşı
- ✓ Bir üretim mühendisi
- ✓ Kalite personeli
- ✓ Deneyimli bir atölye çalışanı
- ✓ Bir depo personeli

Bu ekibin gönüllülük esası ile oluşturulması ve 2 veya 3 günde bir 30-45 dakika arası toplantılar yaparak sorunun muhatabı herkesin ortak kararı ile çözümlere ulaşmasının sağlanması gerekmektedir. Öncelikle bu çalışmanın tüm personele duyurulup, bu çalışma için yeni işlem prosedürler oluşturulması beklenmektedir. Bu çalışmanın zaman içerisinde bir alışkanlık bir şirket kültürü haline gelmesi sağlanmalıdır. Şüphesiz alışkanlıkları değiştirmek zordur ancak alışkanlıklarda zorluklarla kazanılan bir süreçtir ve örgüt kültürü değişime zorlanması gerekmektedir.

3.4.1. Hazırlık Sürelerinin Kısaltılması için Kaizen Ekibi Önerileri

Hazırlık sürelerinin azaltılmasının en önemli yollarından biri de çalışanlar arası öneri sisteminin oluşturulmasıdır. Çalışanlardan gelecek önerilerin doğrudan kaizen birimine iletilip, birim içerisinde değerlendirilip olumlu veya olumsuz mutlaka geri dönüşü sağlanması faydalı olmaktadır. İyi bir kaizen sürecinin özelliği kısa vadeli ufak adımlarla hedefe yürümek şeklinde olduğundan, 0 hata, 100 dk altında hazırlık süresi gibi ütopyik hedefler konulmamalıdır. Bu tür çalışmalar zaman içerisinde monotonlaştığından dolayı gelen öneriler neticesinde kaizen ekibi ile ayda bir gibi belirli periyotlarla pilot bölge seçilip sahada kaizen uygulaması yapılması gerekmektedir. İyileştirmenin en önemli tarafı devamlılığının sağlanmasıdır.

3.4.2. Hazırlık Sürelerinin Kısaltılması için Kalıp Tashihi Önerileri

Hazırlık dönemlerinde, kalıpların sorunsuz bir şekilde, alet ve ekipmanın ise eksiksiz şekilde operatörlere garanti edilmesi gerekmektedir. Bunun için kalıplarını alan operatörün gözle ve ölçebileceği ölçüleri ölçmesini ve tadilat veya değiştirilmesi gerekiyorsa bunu hazırlık dönemlerinde yapılmasını sağlamaktadır. Bu öneriler sağlandığında operatörlerin hazırlık işlemleri sırasında atölye ve depo ile ilişkilerini minimum düzeye indirmiş olmaktadır. Operatörlerin ölçemediği bazı ölçülerin depoda kontrol edilip o şekilde verilmesi, yada kalıp malzemelerinin geldiği tedarikçi firmanın çıkış kalite kontrolden başlayarak firmanın üretim sürecine doğru iyileştirmeler yapılabilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca kullanılan kalıplardaki tadilatları ilgili birimlere bildirmeli ve sistem içerisinde uygun olmayan kalıpları dönmesini ortadan kaldırmalıdır.

3.4.3. Hazırlık Sürelerinin Kısaltılması için Kalıp-Takoz Sökme/Takma Önerileri

Hazırlık sırasında boy tamamlama takozlarının değiştirilmesi için sökme-arama ve takma işlemleri için bilgi formlarına kalıp+takoz boyu yazılması ile sistemde dönmesi sağlanmalıdır. Bu şekilde operatör kalıpları aldığı anda toplam boyu bileceği için bu boya tamamlamak için uygun takozu hazır edecektir. Ayrıca boy tamamlama takozu üzerine ölçüleri yazılması ile ölçme işlemi ortadan kalkacaktır ve süre getirisi 50,6 dakika olacaktır.

3.4.4. Hazırlık Sırasında Yapılan Ayar Süresi Azaltılması Önerileri

Hazırlık sırasında yapılan ayar sürelerini ve tek vuruş kontrol işlemlerini azaltılması amacıyla bilgi formlarının sisteme girmesini ve yeni işlem prosedürleri oluşturulması sağlanmaktadır. Daha sonra bu formlar ve belirlenen prosedürler ile birlikte gözlemlere devam edip hazırlık süresi hedeflerimizi yavaş yavaş aşağı indirmelidir. Kalite onay sisteminde işlemlerin daha hızlı yapılması için onay beklemek için oluşan kuyruğun yok edilmesi de gerekmektedir.

3.5. Paralel İşlemlerin Ortaya Çıkarılması

SMED felsefesinde 3 tane işlem vardır. Elimine etme, makinenin duruşta olduğu süre içinde yapılan işlemleri makine çalışırken yapma ya da paralel işlem yaparak süreleri azaltmaktır. Operatörlere paralel işlem yapabilme ve takım çalışması niteliklerini kazandırılması gerekmektedir. Öncelikle operatörlerin eğitimleri tamamlanmalıdır. Daha sonra birbirleri ile uyumlu olacak takımlar oluşturulmalıdır. Operatörler arasında birbirleri 2-3 kişilik kaizen grupları kurup aralarında gönüllü bir sorumlu oluşturup bu ekibin hızlı hazırlık işlemleri için birlikte hareket etmeleri sağlanması gerekmektedir. Tablo 3'de paralel işlem içeren ve kalıp problemi olmayan hazırlık süreleri gösterilmektedir.

Tablo 3. Paralel İşlem İçeren ve Kalıp Problemi Olmayan Hazırlık Süreleri

İŞLEM GRUPLARI	Süre (dk)	%
Makine üzerinde yapılan ayarlamalar (boy, çıkarma, blok malzeme boyu)	69,98	21,0
Ayar sırasındaki tek vuruş ve kontrol işlemleri	61,53	18,4
Atölye işlemleri	60,08	18,0
Kalite kontrol işlemleri	35,37	10,6
Makine üzerinde yapılan takma-sökme işlemleri	34,98	10,5
Makine dışında tezgah üstü ayarlamalar (takoz, kalıp-kovan, malzeme toplama)	30,35	9,1
Depo işlemleri	25,75	7,7
Diğer makineler gidip-gelme (Anahtar alınması, takoz alınması vb.)	9,53	2,9
Bir önceki ürüne ait işlemler	5,97	1,8
TOPLAM	333,54	100
İŞLEM GRUPLARI	Süre (dk)	%
Ayar sırasındaki tek vuruş ve kontrol işlemleri	67,93	19,3
Makine dışında tezgah üstü ayarlamalar (takoz, kalıp-kovan, malzeme toplama)	65,63	18,6
Makine üzerinde yapılan ayarlamalar (boy, çıkarma, blok, malzeme)	53,88	15,3

boyu)		
Kalıpların makineye takılması	43,05	12,2
Kalite kontrol işlemleri	41,83	11,9
Kangal değiştirme işlemleri	34,2	9,7
Parmakları Takma	22,83	6,5
Atölye işlemleri	11,93	3,4
Ara ölçüm işlemleri	7,15	2,0
Yeniden söküp takma	4,3	1,2
TOPLAM	352,73	100
PARALEL OPERASYONLAR	İŞLEM GRUPLARI	Süre (dk)
Hadde değişimi ve malzeme sarma	Makine üzerinde yapılan ayarlamalar (boy, çıkarma, blok, malzeme boyu)	54,3
	Ayar sırasında joglama ve kontrol işlemleri	37,4
Sütun değiştirilmesi	Kalite kontrol işlemleri	36,0
	Makine üzerinde yapılan takma-sökme işlemleri	31,4
NKW	Diğer işlemler	10,1
	Makine dışında tezgah üstü ayarlamalar (takoz, kalıp-kovan, malzeme toplama)	6,6
Operatörün defterinden ayar ölçülerine bakması	Numune için m6 paso çekmeye gitme	4,8
TOPLAM		180,5

3.5.1 Paralel İşlemlerin Ortaya Çıkarılması ile Toplam Kazancın Bulunması

SMED felsefesinde paralel işlemlerin ortaya çıkarılması ile eş zamanlı yapılabilen işlerin belirlenerek zaman tasarrufu ile makinenin üretim odaklı zaman geçirmesi sağlanmaktadır. Tablo 4'te paralel işlemlerin ortaya çıkarılması ile toplam kazancın bulunmasına yönelik hesaplamalar verilmektedir.

Tablo 4. Paralel İşlemlerin Ortaya Çıkarılması İle Toplam Kazancın Bulunmasına Yönelik Hesaplamalar

Depo ve atölye işlemleri	74 dakika
Paralel işlem yapabilme	72 dakika (Kangal değişimi)
NKW bağımsız makinelerde paralel çalışma	65 dakika
Makine dışında yapılan işlemler	167 dakika
Kalıp problemi nedeniyle yeniden söküp-takma	153 dakika
TOPLAM	531 dakika
	531/2348= %22,6
Kalite onay sürelerindeki kuyrukları %70 oranında azaltıldığında	153*0.7 = 107 dakika
	153/(2348+459) = %5,4
Set-up sırasında bir ayar ve kontrolünü yapmak ortalama 1 dakika sürmektedir. Bilgi formlarının kullanımıyla her set-up sırasında ortalama 6 işlem bu süreç içerisinde ortadan kalkacaktır	Bununda süre olarak getirisi = 6 dakika/set-up 6*12=72 dakika 72/2348 = % 3

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Modern üretim sistemlerinde, üretim süresinin kısaltılması, iyileştirmelerin yapılması ve en önemlisi müşteri beklentilerindeki değişimlerin en kısa sürede yerine getirilebilmesi için uzun süren kalıp değişim süreleri ve hazırlık çalışmaları ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu konuda SMED yöntemi kalıp değişimlerinde sağladığı kolaylıklar ile bilinen ve sıkça kullanılan bir yöntemdir. Uygulamada kullanımını arttırmak ve faydalarını gözler önüne sermek için yapılan bu çalışmada, bağlantı elemanları üreten bir sanayi işletmesinin verileri kullanılmaktadır.

Çalışma süresince 10 gün boyunca gözlem yapılmıştır ve gözlemler sonucunda, 2348 dakikalık 12 ayrı hazırlık işlemi ele alınmıştır. Toplamda, 2348 dakika süren hazırlık sürelerinin kaynaklarının

belirlenmesi için, işlemler olarak sınıflandırılmış ve bölümler arasında sürelerin iyileştirilmesi çalışmaları ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu ayırım sonucunda, makine üzerinde yapılan ayar işlemleri %29'luk oranla hazırlık işlemlerinin en yoğun olduğu yeri gösterirken, ayar sırasında yapılan tek vuruş ve kontrol işlemleri %26, makine üzerinde yapılan takma ve sökme işlemleri %22, ayar sırasındaki atölye işlemleri %12, ayar sırasındaki depo işlemleri %7 ve ayar sırasındaki diğer işlemler %4 oranında olduğu görülmüştür.

Bölgümlere yönelik yapılan kayıpların analizi ve ardından iyileştirmelerin belirlenmesi sonucu 2348 dakikanın içinde 531 dakikalık paralel işlem ortaya çıkarılmıştır. Bu bölümlerde yapılan iyileştirmeler ile %22 oranında fayda elde edilmiştir. Bu iyileştirmenin işletmeye sağladığı zaman faydası yanında depo işlemlerinde azalma, atölye işlemlerinde azalma, kalite onay sürelerinde kısalmalardan kaynaklanan yeni işlemlere vakit ayırma faydası da bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acar N. (2002), "Tam Zamanında Üretim", Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları, s:85-103
- Barutçugil, S. İ. (1989) Üretim Sistemi Ve Yönetim Teknikleri, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.
- Chuah K.H. And Lee, S., (1999) "Lean Manufacturing", Production Management Magazine, Vol.11, No.3
- Çakmakçı, M. (2008), "Process improvement: performance analysis of the set up time reduction-SMED in the automobile industry"
- Goubergen, D. V. ve Landeghemb H. V. (2002), "Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design - Robotics and Computer Integrated Manufacturing" 18 (2002) 205-214.
- Ohno, T. (1998) Toyota Ruhu, Scala Yayıncılık, İstanbul.
- Shingo, S. (1988), A Revolution In Manufacturing The SMED System. Productivity Press, Cambridge.
- Singh, B. J. And Khanduja, D. (2010) "SMED: For Quick Changeovers In Foundry Smes" International Journal Of Productivity And Performance Management Vol. 59 No. 1, Pp. 98-116
- Özer, A.(2009), SMED: Tek Dakikalarda Kalıp Değişirme Ve Bir İşletmede Uygulama, (Tezsiz Yüksek Lisans Projesi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi Ve Endüstri İşletmeciliği Programı, İzmir.