

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
e-İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

SÜREÇ HIZLANDIRMA ÇALIŞMALARINDAN
SMED YÖNTEMİ VE PLASTİK ŞİŞİRME
ÜRETİMİNDE UYGULANMASI

MEZUNİYET PROJESİ

BATUR ARIŞ

171110114

Proje Danışmanı:
Yrd.Doç.Dr.Mürşide ÖZGELDİ

İstanbul, Şubat 2018

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
e-İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

SÜREÇ HIZLANDIRMA ÇALIŞMALARINDAN
SMED YÖNTEMİ VE PLASTİK ŞİŞİRME
ÜRETİMİNDE UYGULANMASI

MEZUNİYET PROJESİ

BATUR ARIŞ

171110114

Proje Danışmanı:
Yrd.Doç.Dr.Mürşide ÖZGELDİ

İstanbul, Şubat 2018

ÖZET

Yalın üretim çalışmalarından SMED en az kaynakla, en az maliyet ile, en az zaman kaybı ile hatasız, en az israf ve müşteri taleplerine hızlı cevap verebilme arayışının sonucu olarak karşımıza çıkmıştır.

SMED üretim süreçlerindeki kayıpları minimize etmeye yönelik ilk defa Toyota Motor Company tarafından kullanılan bir yöntemdir. Bu teknik sayesinde üretimi devam eden bir üründen diğer bir ürüne geçiş çok hızlı bir şekilde olabilmektedir.

SMED tekniği sayesinde üretici firmalar üretim hattındaki uzun hazırlık sürelerini azaltarak, üretimin daha az hata, daha az hurda ve ara stokların azaltılması ile müşteri isteklerine daha kısa sürede cevap verip, üretimi daha verimli hale getirebilirler.

Bu çalışmanın amacı, süreç hızlandırma çalışmalarından biri olan SMED yönteminin plastik şişirme üretiminde uygulanmasını incelemektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada plastik ambalaj sektöründe faaliyet yapan bir işletmede SMED yönteminin uygulanma yöntemi ve sonuçlarına yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Süreç hızlandırma, Verimlilik, SMED, Zaman, Yalın üretim

ABSTRACT

One of the lean production methods SMED is found as a result of the search for responding the customer needs with the least amount of resources, least possible cost, waste o resources and time, and also with the least number of errors.

SMED is a method that was used first by Toyota Motor Company to minimize the losses in production processes. It is possible by this method to change from one product to another swiftly while production is in action.

Production companies make production more efficient by shortening the long preparation periods in the production line, making production have less error, waste and decreasing the buffer stocks thus responding to customer needs in a shorter notice.

This study aims to inspect application of SMED a process shortening method in plastic blow-molding manufacturing. Application methodology and results of SMED in a plastic packegeing manufacturing facilty have been included in this study for the aims.

Keywords: Operation Acceleration, Efficiency, SMED, Time, Lean Production

İçindekiler

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDELİKLER	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
GİRİŞ	1
1. YALIN ÜRETİM VE SÜREÇ HIZLANDIRMA	2
1.1. Yalın Üretim Tanımı, Amacı ve Önemi	2
1.2. Yalın Üretim Tarihsel Gelişimi	4
1.3. Yalın Üretim Süreç Hızlandırmada Uygulanması	7
2. SMED YÖNTEMİ	7
2.1. SMED Yönteminin Tanımı, Amacı ve Önemi	7
2.2. SMED Yönteminin Tarihsel Gelişimi	8
2.3. SMED Yönteminin Temel İlkeleri	9
2.4. SMED Yönteminin Uygulama Aşamaları	11
3. PLASTİK ŞİŞİRME ÜRETİMİ	12
3.1. Plastik Şişirmenin Tanımı	12

3.2.	Plastik Şişirme Kalıpları	13
4.	PLASTİK ŞİŞİRME ÜRETİMİNDE SMED YÖNTEMİNİN UYGULANMASI: PLASTİK AMBALAJ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ	13
4.1.	Çalışmanın Amacı ve Önemi	13
4.2.	Plastik Şişirme Üretiminde SMED Yönteminin Uygulandığı İşletmeyle İlgili Bilgiler	14
4.3.	Plastik Şişirme Üretiminde SMED Yönteminin Uygulanması ve Uygulama Sonuçları	15
4.3.1.	SMED Uygulamasının Amacı ve Projelendirilmesi	15
4.3.2.	SMED Çalışma Ekibi ve Çalışma Ekibinin Amaçları	15
4.3.3.	SMED Eğitimleri	16
4.3.4.	SMED Çalışmasının Uygulandığı Şişirme Hattı	16
4.3.5.	SMED Öncesi Mevcut Durum ve İsrar Analizi	17
4.3.6.	SMED Aksiyonlarının Belirlenmesi	19
4.3.7.	SMED Yönteminin Uygulanması	22
4.3.8.	SMED Uygulama Sonrası Mevcut Durum Analizi	23
4.3.9.	Yapılan İyileştirmeler ve Performans Ölçüm Sonuçları	24
	SONUÇ VE ÖNERİLER	25
	KAYNAKÇA	27

KISALTMALAR LİSTESİ

SMED : Single Minute Exchange of Die

CC :Cubic Centimeter

KG :Kilogram

M :Metrik

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Yalın üretim tarihi.....	6
Şekil 2 SMED uygulamasının aşamaları ve pratik teknikleri	12
Şekil 3 Plastik Şişirme Makinesi	13

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 SMED Öncesi Mevcut Durum Analizi	18
Tablo 2 SMED Aksiyon Listesi	21
Tablo 3 SMED Sonrası Mevcut Durum Analizi	24

GİRİŞ

Günümüzde işletmeler verimli ve kaliteli üretimden çok kâr amaçlı üretimi benimsemektedir. Kısa vadede bu anlayış başarı getirirse de uzun vadede işletmenin gelişmesi ile birlikte belirli zorluklar doğurmaktadır. Günümüzde firmalar satışları arttırabilmek ve kar edebilmek için küresel bir rekabet içindedirler. Firmalardaki yöneticiler ürünleri en hızlı ve en ekonomik yoldan dağıtmanın yollarını ararken bir yandan da üretim maliyetlerini azaltmanın ve zaman kayıplarının önüne geçmenin yollarını ararlar.

Müşteri isteklerine en kısa sürede yanıt vermek için küçük ya da büyük partili üretimlerde çok sık veya nadir fakat uzun süren kalıp ayarları, verimlilik ve iş gücü kaybına yol açmaktadır. “AYAR” işlemleri birirleri ile ilişkili olarak, sırayla ve üretime geçişten önce gerçekleştirilen bir dizi değişim faaliyetidir ve ayar sürelerinin kısaltılması daha yüksek, verimli ve kaliteli üretim sağlar (Handfield & Pannesi, 1995).

Yalın üretim tekniklerinden biri olan SMED, ayar süreçlerindeki kayıpları azaltmaya yönelik kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu teknik sayesinde üretimi devam eden bir parçadan, bir diğer parçaya geçiş çok esnek bir şekilde olabilmektedir. Bu tekniğin temel amacı üretim hattında beklemelere sebep olan uzun hazırlık sürelerini tekli dakikalara düşürerek, üretimin hızlı bir şekilde başlamasını sağlayabilmektir. SMED tekniği sayesinde hızlı ve esnek bir yapıya sahip olan üretici firmalar küçük partiler halinde üretim yapma imkânına sahip olup müşteri isteklerine kısa süre içerisinde cevap verebilmektedirler.

Bu çalışmanın amacı, süreç hızlandırma çalışmalarından biri olan SMED yönteminin plastik şişirme üretiminde uygulanmasını incelemektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada plastik ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede SMED yönteminin uygulama süreci ve sonuçlarına yer verilmiştir.

1. YALIN ÜRETİM VE SÜREÇ HIZLANDIRMA

1.1. Yalın Üretim Tanımı, Amacı ve Önemi

Son yıllarda gözle görülür şekilde önem kazanan yalın üretim (Tanık, 2010) sanayi faaliyetleri içerisindeki yerini “Toyota Motor Company” öncülüğünü yaptığı uygulamaları sonucu sağlanan yararlarla borçludur. “Tam zamanında üretim” veya “Toyota üretim sistemi” benzeri tabirleri kapsayan yalın üretim, herhangi gereksiz unsur bulundurmeyen ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, tasarım süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi üretim parametrelerini etkileyen unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanabilir. Yalın üretim düşüncesinin temel amacı, kaynakların teknolojiler, sabit kıymetler üzerinde odaklanmasından çok, mevcut ürün üzerine aktararak çalışmalarda verimliliği arttırmaktır. Yalın üretim, üretime yük getiren tüm israflardan arınmayı hedef alan bir yaklaşımdır. Yalın üretimin ana stratejisi hızı arttırıp, akış süresini azaltarak kalite, maliyet, teslimat performanslarını iyileştirmek ve en kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve en hatasız üretimi müşteri talebine uyacak şekilde nasıl yapılabilir arayışının bir sonucudur. (Kılıç & Ayvaz, 2016; Womack & Jones, 1998)

Henry Ford tarafından üretime değer katmayan her şey (Suzaki, 1987) olarak tanımlanan israfı üretimin her aşamasında yok edebilmek için yalın üretim

-Hammadde, yarı mamul ve mamul düzeyinde sıfır stok

-Satın alınan, üretilen parça ve mamullerde sıfır hata

olmak üzere iki hedefe sahiptir. (Çetinkaya, 2000) Bu hedefleri ise beş prensibin uygulanması ile gerçekleştirmeye çalışır.

Yalın üretim işletmelerin üretimlerini artırmalarını, maliyetleri düşürmelerini, kaliteyi artırmalarını ve kar yükseltmelerini Eiji Toyota'nın Toyota Motor Company'nin üretim sürecini artırmak üzere çıktığı yolculuklar belirlediği beş anahtar prensibin takip edilmesiyle sağlamıştır. (Bradbury, 2018)

- **Değer belirlenmesi:** İlk yalın üretim prensibi yalın üretime geçişte ilk basamak olan değer belirlenmesidir. Bu basamak işletmelerin müşterilerinin değer nelere değer verdiği ve sağladıkları ürün ile hizmetlerin bu değerleri nasıl karşılayabildiğidir. Bu değere ulaşılması için değer; müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayacak ürünlerin tasarlanması ve belirtilen ihtiyaçları karşılamayan ürün ve hizmet özelliklerinin plandan çıkarılmasına ihtiyaç duyar.
- **Değer akışını haritalandırmak:** İkincil prensip ise bir ürünün tasarımı, müşterinin ürünü kullanımı ve ürünün atılmasını da içeren ürünün tüm yaşam döngüsü olarak tanımlanabilecek değer akışını haritalandırmaktır. Bu basamak şirketlerin ürünlerinin değer akışını inceleyip tanımlayarak haritalandırmalarını gerektirmektedir. Böylelikle de haritalandırmanın tamamlanmasıyla değere katkı sağlamayan adımların tespit ve minimize edilmesi kolaylaşacaktır.
- **Akış yaratılması:** Yalın üretimin üçüncü prensibi akış yaratılmasıdır. İşletmelerde etkili üretim akışının oluşturulması için ürünlerin üretim sahasından sevkiyata duraksama olmadan taşınması gerekmektedir, bu da üretim sahasının stratejik olarak organize edilmesiyle gerçekleşebilir. Ürünlerin üretim sürecinden sorunsuzca akması için çalışanlardan ekipmana, kullanılan materyallerden sevkiyata kadar tüm etkenin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu etkenler göz önünde bulundurulmuş iyi bir şekilde organize edilmiş iş sahası azalan üretim süresine yol açacaktır.
- **Çekme üretim sistemi kurulması:** Akış prensibi ile benzerlik taşıyan dördüncü yalın üretim prensibi çekme sistemlerinin kurulmasıdır. Geleneksel üretim sistemleri sipariş olmadığı zamanlarda bile hammadde alımı ile başlayarak ürünlerin üretim sürecinden geçirilmesi ile devam eden itme sistemi ile gerçekleştirilmektedir. İtme sistemlerinin oluşturulması kolay olmasına rağmen sıklıkla büyük miktarlarda biriken son ürüne sebep olmaktadır. Çekme sistemleri ise müşterinin siparişini sevkiyat

bölümlerinden çekerek yeni ürünlerin üretilmesini ve böylelikle de ek hammadde alımını tetiklemektedir. Çekme sistemleri ile işletmeler; çıktıyı artırabilir, kullanılabilir iş sahasını maksimize edebilir, son ürün stoklarını azaltabilir, aşırı ve yetersiz üretim ile çok fazla devam eden üretimin sebep olduğu hataların önüne geçebilir.

- **Mükemmeliyet Arayışı:** Son yalın üretim prensibi olan mükemmeliyet arayışı açık bir kavram olarak gözüktüğü de işyerlerinde uygulaması en zor prensiplerden birisidir. Mükemmeliyet arayışı şirketlerin uygulamalarını durmaksızın geliştirmelerini gerektirir ve işyeri kültüründe köklü değişiklikleri gerektirir. Yalın üretim süreçleri bu değişiklikleri oluşturmada yönetim katından üretim sahasına kadar tüm işçilerin dâhil olacağı küçük ancak önemli adımlar sayesinde mükemmeliyetin çalışanlar tarafından arandığı bir işyeri kültürü yaratarak yardımcı olabilir.

1.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

1937'de kurulan Toyota Motor Company aile bireylerinden Eiji Toyota 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya gitmiştir. Bu inceleme sonucunda kendisi ve Taiichi Ohno Ford'un uyguladığı kitle üretim sisteminin Japonya için uygun olmadığına karar vermişlerdir. (Toyota Motor Company, 2018) Bu karar yeni bir üretim ve yönetim anlayışının doğmasındaki ilk adımdır.

1950'lerde Amerika'da kitle üretiminin yapılması bir sorun teşkil etmiyordu çünkü pazarda rekabet seviyesi düşüktü, farklılaşmamış ürünün çok miktarda satılabileceği doymamış bir pazar vardı. Bu nedenle, aşırı iş bölümüne dayanan ve üretim miktarı arttıkça kar düzeyi artan kitle üretim sistemiyle bu sistemin sonucu olan israf bir sorun olarak görülmüyordu. Fakat aynı yıllarda Japonya'da durum çok farklıydı. Pazar küçüktü, kişi başına düşen milli gelir düşüktü, sermaye birikimi yetersizdi. Farklı özellikte ürüne talep vardı ve rekabet fazlaydı. Toyota ve Ohno'nun kitle üretim sistemini eleştirici gözle inceleme nedenleri de tüm bu kısıtlardı.

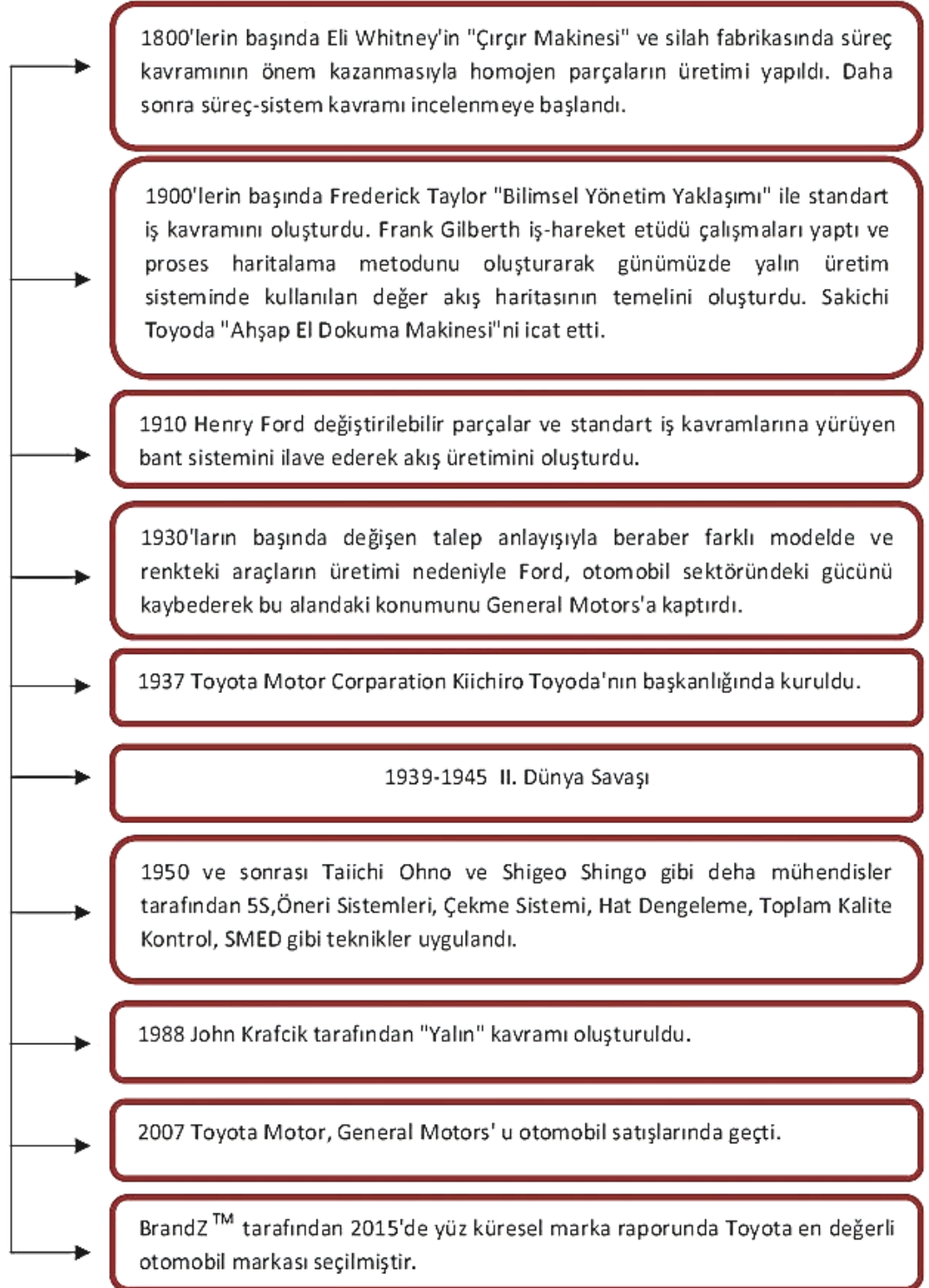
Toyota üretim sisteminin doğduğu yıllarda Japonya, jeopolitik açıdan Amerika'nın çok yakınında ve sınırları konusunda endişeli bir ülkeydi. Sınırlı ve kapalı bir alanda yaşama zorunluluğu vardı. 1974'de dünyayı sarsan petrol krizi sonunda da dünya otomobil piyasası bazı sıkıntıların içine girmiştir. İşte bu dönemde

Toyota üretim sistemi dünyanın ilgisini çekmiştir. Bu nedenle Toyota üretim sistemi için sınır kavramını yeniden keşfetmiş bir dünyanın üretim felsefesidir diyebiliriz. Petrol krizi sonunda kitle üretimi yapan endüstriler maliyetlerini düşürmek zorunda kalmışlar ve bunu da ürün çeşidini arttırıp, üretim miktarını düşürerek yapabileceklerinin farkına varmışlardır. Japon endüstrisinin petrol krizinden büyük bir başarıyla çıkması, dünyanın gözünün Japonya'ya çevrilmesine neden olmuştur. Japonya'nın başarısına ilk ilgiyi Amerika ve İngiltere göstermiştir ve 1980'lerin başında da Japon tehlikesine karşı harekete geçmişlerdir. Avrupa'da ise karşı hareket ancak 1990'ların başında, Japon tehlikesi iyice belirginleşince başlamıştır.

Toyota Motor Company 1980'li yılların başında piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobille dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmiştir. Bu aynı zamanda Japon otomobil endüstrisinin Amerikan otomobil endüstrisini geçtiği tarihi andır. Amerika'nın toplam 8 milyon adet otomobiline karşılık Japon otomobil endüstrisi 11 milyonu bulan olağanüstü bir performans sergiliyordu ve bu başarıya en büyük katkıyı sağlayan şirket Toyota Motor Company'dir. (Shingo & Dillon, 1983)

Toyota üretim sisteminin başarısını bazı rakamlarla ifade edecek olursak: 1980'de Toyota'da bir işçi yılda 2150 saat, Amerika'da ise bir işçi yılda 1920 saat çalışıyordu. 1982'de Toyota'da bir işçi yılda 56 otomobil, Amerika'nın önde gelen otomobil firması Chrysler'da bir işçi yılda 16 otomobil üretiyordu. 1987'de Toyota'da bir otomobil montajı 16 saatte, General Motors'da bir otomobil montajı 31 saatte yapılıyordu. En önemli başarı ise kalıp değiştirme süresinin inanılmaz düzeyde azaltılmasıdır. Bu süre 8 saatten 3 dakikaya indirilmiştir. (Ohno, 1996)

Kılıç & Ayvaz (2016) yazdıkları makalede yalın üretimin tarihini kavramın oluşmasından önce gelen sistemlerle aktarılmasının daha sağlıklı olacağını belirterek aşağıdaki şekli kullanarak yalın üretimi oluşturan ana olayları kronolojik olarak vermişlerdir.



Şekil 1 Yalın üretim tarihi (Kılıç & Ayvaz, 2016)

1.3. Yalın Üretim Süreci Hızlandırmada Uygulanması

Yalın üretimi uygulamak için etkin bir programa başlamak dikkatli bir planlama, tasarım ve istenen gelişmeleri sağlamak gerekli iş değişikliklerini gerçekleştirmeyi gerektirir. Uygulamanın başarıya ulaşması için üst yönetimin yalın üretimi anlaması ve liderlik yapması gerekir. Uygulamaya pilot üretim hattından başlayıp daha sonra tüm diğer hatlara yayılması gerekir. (Donovan, 1996)

Günümüzde sanayi çevrelerinden akademisyenlere kadar, dünyanın “en iyi uygulaması” olarak değerlendirilen yalın üretim her şeyden önce bir potansiyeller bütünüdür ve potansiyelin gerçekliğe dönüşmesi tümüyle uygulama sürecinin başarısına bağlıdır. Kısmen Japonya da dâhil olmak üzere birçok ülkede yalın üretime göre yeniden örgütlenme çalışmaları başlatan bazı firmalar, sistemin kimi bileşenlerini bünyeye alıp, kritik ya da “olmazsa olmaz” birçok başka konuya dikkat etmemekte, yani kısmi düzenleme ya da iyileştirmelerle yetinmektedirler. Çoğunlukla, adapte edilmesi daha kolay olan kalite çemberleri, iş rotasyonu gibi uygulamaları bünyeye almakla yetinilmekte, ya da yan sanayi ile “tam zamanında sevkiyat” uygulamalarına girişilmekte, ancak buna karşılık sistemin bütünü içinde “olmazsa olmaz” önemdeki “tam-zamanında üretim” ve yönetim anlayışına karşı çoğu kez kayıtsız kalınabilmektedir. (Womack & Jones, 1998)

2. SMED YÖNTEMİ

2.1. SMED Yönteminin Tanımı, Amacı ve Önemi

İşletmelerin küçük partilerle üretebilme kapasitesi en büyük kısıt kalıp değişimi sırasında oluşan iş ayar süreleridir (Tanık, 2010) İsmi İngilizce baş harflerinin kısaltılmasından alan SMED (Single Minute Exchange of Die) (Sarı, 2017) kavramı içerisindeki “Single Minute” yani tekli dakikalar on dakikanın altındaki tek haneli dakikalara denk gelmektedir. SMED’in amacı üretimde esneklik sağlama doğrultusunda üretim öncesi evresinde kalıp değişimi gibi birtakım hazırlık faaliyetlerini standart hale getirmek olarak özetlenebilir. (Kılıç & Ayvaz, 2016) Singh ve Khanduja (2010) SMED’in önemini uygulama esnasında yapılacak ayar işlemlerinin basitleştirilmesi yönünde değişiklikler ve standardizasyon ile toplam ayar sürelerinin %90 oranında düşürülebilmesi olasılığı olarak belirtmiştir. (aktaran Tanık, 2010)

SMED yönteminin bir başka önemi ise hazırlık sürelerinin kısaltılmasında sağladığı büyük yarar ile açıklanabilir. Van Goubergen (2000) SMED kısa hazırlık sürelerinin kullanımının sebeplerini esneklik, kapasite darboğazı ve düşük maliyet olarak sıralamıştır. Esneklik; müşterilere sunulması gereken artan ürün sayısı ve ürün çeşitliliği ile buna karşılık gelen ürün siparişindeki azalma ile şirketlerin çok hızlı bir şekilde karşılık verebilmesi olarak tanımlanabilir. Kapasite darboğazı ise; üretim yapılan makinelerde kaybedilen her dakikanın israf olduğu ve üretim için mümkün olan kapasitenin maksimum hale getirilmesi için hazırlık sürelerinin minimuma indirilmesi gerektiği şeklinde özetlenebilir. Son olarak düşük maliyet ise hazırlık sürelerindeki azalmanın genel etkisinin makine performansı ile direkt üretim maliyetleri arasındaki ilişkinin incelenmesi ile gösterilebilir.(Van Goubergen & Van Landeghem, 2002)

2.2. SMED Yönteminin Tarihsel Gelişimi

SMED yaratıcısı Shigeo Shingo'ya göre verimli üretimin ve israfı önlemenin en iyi yöntemi SMED'dir. Yüksek sayılı üretimlerde stoklu çalışmanın en büyük nedeni kalıp değişimlerinin zor ve uzun süre almasıdır. Bu süreleri kısaltmak için adımlar atılmaz ve değiştirilemez olarak kabul edilir. Hâlbuki bu ayar süreleri kısaltılabilir ve bu ayar süreleri uzun tutuldukça stoklu çalışma arttığından maliyet, işçilik ve zaman kaybı artmaktadır. Ayrıca stokta bekleyen ürünlerin deforme olma olasılığı ve son kullanma tarihlerine yaklaşması ihtimali yüksektir.

Bu durumlar göz önüne alındığında Shigeo Shingo Toyota firmasında yaptığı çalışmalar ile 1950li yıllarda stoksuz çalışmayı mecbur görmüş ve kalıp değişim sürelerinin kısaltılmasını olmazsa olmaz kabul etmiştir. Shingo'nun hazırladığı yöntemlerden biri olan SMED verimli kalıp değişim yöntemlerinin en önemlilerinden biridir.

Shingo bu yöntem sayesinde birçok radikal karar almış ve saatler süren değişimleri tekli dakikalara indirmeyi başarmıştır. (Shingo, 1988)

2.3. SMED Yönteminin Temel İlkeleri

Zaman israfından kurtulmayı amaçlayan diğer tüm yalın üretim teknikleri gibi SMED de bu doğrultuda tasarlanıp uygulanmaktadır. SMED uygulamalarında aşağıda verilen ilkeler gözlenmektedir;

- İlk ilke üretim esnasında bir kalıptan diğerine geçişte makine durduğunda yapılan iç ve dış hazırlık süreçlerinin belirlenip, bu süreçlerin mümkün olduğunca makine çalışır haldeyken gerçekleştirilmesidir. Bu uygulama ile %30 ila %50 arasında zaman tasarrufu elde edilmesi için ilk olarak mevcut uygulamada hangi işlerin makine durduğunda ve hangilerinin halen çalışırken yapıldığı tespit edilmelidir. Bu tespit sonucunda makine durduğunda yapılabilen hazırlık basamakları arasında makine çalışır halde yapılabilecek olanlar varsa bu şekilde bir değişiklik yapılmalıdır. Aynı zamanda bu işlem basamağı ile sınırlı kalınmamalı ve diğer hangi işlemlerin makine çalışır haldeyken yapılabileceği incelenip bu doğrultuda ne gibi değişiklikler yapılabilir üzerine araştırma yapılmalı ve çözümler üretilmelidir.
- Kalıpların değişimi esnasında mevcut kalıbın çıkarılıp kullanılacak kalıbın taşınarak yerleştirilmesini kolaylaştıracak rulmanlı sistemler geliştirilip kullanılmalıdır. Bu türden bir otomatikleşme kalıp değişimleri sürecini kısıltacaktır.
- Zaman tasarrufu sağlayacak başka bir ilke ise kalıp bağlama esnasında makine ayarı yapma gereğini ortadan kaldırmaktır. Bu da bağlama işleminde kullanılan kalıp ve makine parçalarında standardizasyondan geçmektedir. Örnek olarak yapılabilecek bir çalışma şu şekilde olabilir; kalıpların makine ile bağlantı sağlayan bölümleri aynı ebat ve şekilde olacak şekilde standart hale getirilirse kalıpların bağlanması esnasında aynı bağlayıcı ve takımlar kullanılabilir. Bu standardizasyon ile kalıp değiştirme işi daha az sürelerde gerçekleştirilebilecektir.
- İşçilerin daha kısa sürede gevşetme ve sıkıştırma işlemlerini mümkün kılacak vida ve civata gerektirmeyen mengele ve bağlayıcı tasarımlarının kullanımı da zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bağlama vidaların kullanımındansa “armut” şeklindeki deliklere oturtma yöntemi daha başarılı sonuçlar doğurabilir.
- Bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarında harcanan kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı kalıbın ilk seferinde olması

gerektiği şekilde yerine oturması sağlanarak kendiliğinden nlenebilir. Bu doğrultuda makinelere eklenecek limit anahtarları ve kalıbın bir dokunuş ile yerine oturtulabileceği “kaset” sistemleri gibi yöntemler kullanılabilir. Bu da kalıbın takıldıktan sonra ayarlama işlemi gerektirmemesini sağlar.

- Kalıpları makinelerden uzakta bulunan depolarda saklayarak taşıma esnasında vakit kaybetmek yerine sık kullanılan kalıpları makinelerin yakınında tutarak zaman kaybı nlenebilir. (Okur, 1997)

2.4. SMED Yönteminin Uygulama Aşamaları

SMED için esas amaç tüm ayar süresini tekli dakikalara düşürmek olsa da değişim esnasında tespit edilip azaltılan her değişim süresi kazanç olarak kabul edilir. Değişim süreçleri içerisinde vakit kazanmak için yapılabilecek iki ana hazırlık türü vardır ve iç hazırlık ile dış hazırlık olarak adlandırılırlar.

İç hazırlık:

Eski kalıbı sökmek ve yerine yenisini takarak üretime başlamak, bu süreç içerisinde makinenin durdur tuşuna bastığımız andan itibaren yeni kalıbın takılıp kalite onaylı ilk son ürün alınana kadar geçen süreyi kapsar.

Dış hazırlık:

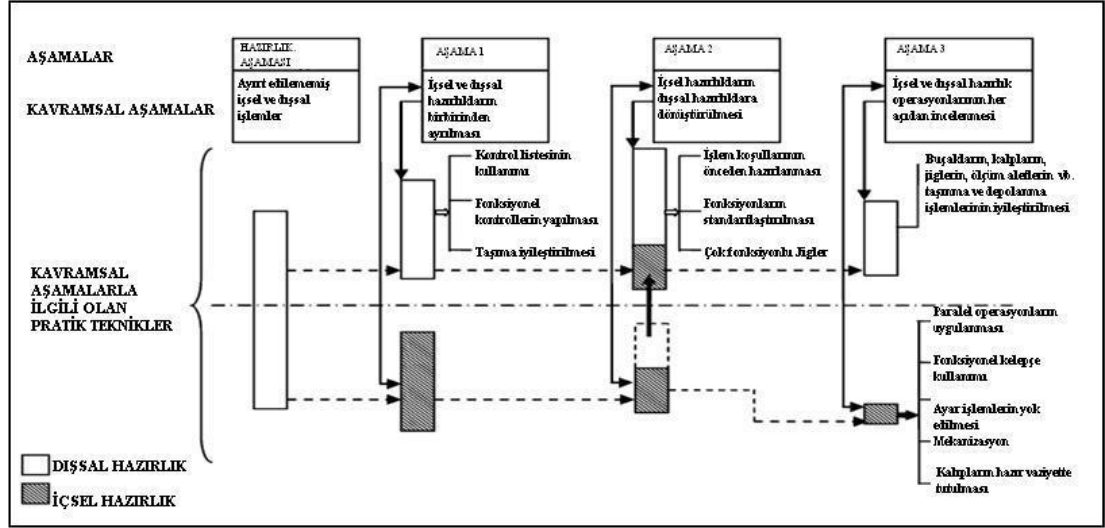
Makine çalışırken, kalıp değişiminden önce yapılan tüm faaliyetleri kapsar. Dış hazırlık işlemlerinde geçen süre SMED çalışmasına dâhil edilmez. Bunlar; yeni kalıbın getirilmesi, eski kalıbın temizlenmesi, kalıp sökümünde ki kullanılacak araç ve gereçlerin makine durdurulmadan önce hazırlanması gibi adımlar olabilir. (Shingo, 1988)

Yapılan hazırlıklar ile hedeflenen kazanımı gerçekleştirmek için SMED yönteminin uygulanmasında. Çakmakçı (2009) işletmelerin SMED yöntemini uygulamak istediklerinde takip etmeleri gereken 3 aşama olduğunu belirtmektedir.

- Birinci basamak iç ve dış hazırlık süreçlerinin birbirinden ayrılmasıdır. Bu aşamada ilk yapılacak iş gerçekleştirilmesi planlanan işlem için makinenin kapatılmasının zorunluluğunun sorgulanmasıdır. Alınacak cevap iç ve dış hazırlıkların ayırt edilmesinde yardımcı olacaktır. Bu işlem sonucunda iç ve dış hazırlık süreçlerinde %30 ila %50 oranlarında düşüş sağlanabilir.
- İkinci basamak iç hazırlıkların dış hazırlığa çevrilmesidir. SMED tekniğinin ana hedefi olan tekli dakikalarda kalıp değişimine ulaşılması için yapılacak basamaktır. Burada hedeflenen makinenin kapalı kalma süresinin kısaltılması için iç hazırlık faaliyetlerinin dış hazırlık faaliyetlerine çevrilmesidir. Çok fonksiyonlu jiglerin kullanımı, hazırlık basamaklarının ve fonksiyonlarının standartlaştırılması bu aşamayı destekleyecektir. (Çakmakçı, 2009)

- Üçüncü ve son aşama ise düzenlenen iç ve dış hazırlık operasyonlarının tamamıyla incelenmesidir. Fonksiyonel kelepçelerin kullanılması, paralel operasyonların uygulanması, mekanizasyon teknikleri ve ayar işlemlerinin süreçten çıkarılması gibi özel tekniklerin kullanılmasıyla daha kısa hazırlık sürelerine ulaşılabilir.

Yukarıda verilen aşamalar Şekil 2’de özetlenmiştir.



Şekil 2 SMED uygulamasının aşamaları ve pratik teknikleri (Çakmakçı, 2009)

3. PLASTİK ŞİŞİRME ÜRETİMİ

3.1. Plastik Şişirmenin Tanımı

Hayatımızda sıvı, katı ve toz olarak birçok materyalin ambalajlanmasında artık plastik kullanılmaktadır. Çeşitli hammaddelerin ısı işleminden geçirilerek, işleme uygun bir kalıp içerisinde üfleme yöntemi ile içi boş ambalajlanmaya uygun hale getiren makinelere plastik şişirme makinesi denir. İçi boş ambalajlar sadece gıda ambalajları değil yakıt varilleri, su bidonları vb. büyük hacimli ambalajlarda olabilir. Söz konusu ürünlerin hacimleri 10 cc gibi küçük bir hacimden 20000 litreye kadar değişebilir. Şişirme yöntemi ile piyasa üzerinde kullanılabilecek 3 adet makine bulunmaktadır, bunlar;

- Ekstrüzyon şişirme (sürekli, akümülatif ve ko-ekstrüzyon)
- Enjeksiyon şişirme
- Enjeksiyon gerdirme şişirmedir.

Elbette ilk örnek seri üretimi olmayan yöntemler ile üretim yapan şişirme makineleri de bulunmaktadır. (MEGEP, 2012)



Şekil 3 Plastik Şişirme Makinesi (*Aoki Technical Laboratory, 2018*)

3.2. Plastik Şişirme Kalıpları

Şişirme kalıpları tüketim taleplerini karşılamak için tamamen müşteri talebine uygun olarak geliştirilen kalıplardır ve diğer plastik kalıplar gibi aynı anda birden fazla ürün meydana getirme ile üretimde verimlilik sağlarlar. Şişirme kalıpları genel olarak iki ana gövdeden oluşurlar; bunlara dişi ve erke kalıp ismi verilir. İki kalıp birleştiğinde üretimi istenilen ürünün bütünü oluşturur. (MEGEP, 2013)

4. PLASTİK ŞİŞİRME ÜRETİMİNDE SMED YÖNTEMİNİN UYGULANMASI: PLASTİK AMBALAJ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

4.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Yüzyıllardır kurulan işletmelerin hepsi kar etme amacı ile faaliyete geçmektedir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için kimi firmalar çeşitli araştırma ve yatırım yapmaktadırlar. Bu ihtiyacın doğuş sebebi ise verimlilik, müşteri memnuniyeti gibi birçok nedenden oluşmaktadır.

Firmalardaki esas hedef en az insan gücü, maliyet, zaman ve israf ile maksimum karı elde edebilmektir. Bunun içinde işletme içerisinde çeşitli üretim hızlandırıcı yöntemler denenmektedir.

SMED'in sağladığı kazançlar ile küçük partilerde üretim yapan ve sürekli kalıp değişimi yapan firmalar için en verimli çalışma olduğu düşünülebilir.

Çalışmanın amacı, süreç hızlandırma çalışmalarından biri olan SMED yönteminin plastik şişirme üretiminde uygulanmasını incelemektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada plastik ambalaj sektöründe faaliyet yapan bir işletme seçilmiştir.

Bu çalışma ve bulguları doğrultusunda plastik üretim sürecinde kayba yol açan nedenler belirlenerek zaman kayıplarının eldeki imkanlar ile mümkün olabilecek en kısa süreye indirilmesi hedeflenmiştir.

4.2. Plastik Şişirme Üretiminde SMED Yönteminin Uygulandığı İşletmeyle İlgili Bilgiler

Metal ambalaj üretimine 20 Mart 1972 yılında Çorlu fabrikasında başlayan işletme, yıllar içerisinde büyüyen Türkiye pazarında müşterilerinin ihtiyaçları karşılamak üzere yeni fabrikalar açmıştır. İşletme, büyüme stratejisi paralelinde yaptığı yatırımlarla bugün Silivri, Gebze, Karacabey, Gemlik, Manisa, Ayvalık ve Adana yörelerinde toplam 15 fabrikaya sahiptir. Bu fabrika yatırımları, işletmenin müşteri odaklı stratejisi paralelinde müşterilerin fabrikalarının yoğun olarak kümелendiği bölgelerde yapılmıştır. İşletmenin ürün portföyünde Metal Ambalajlar, Kavanoz Kapakları ve Plastik ürünler yer almaktadır. (Sarten Ambalaj, 2018)

4.3. Plastik Şişirme Üretiminde SMED Yönteminin Uygulanması ve Uygulama Sonuçları

4.3.1. SMED Uygulamasının Amacı ve Projelendirilmesi

Bu çalışma kapsamında SMED uygulamasının seçilmesinin ana amacı kalıp değişim sürelerini hızlandırmaktır. Bu hedef doğrultusunda SMED yöntemi geçmişteki çalışmalarda gösterdiği başarı ve genel olarak sonuç odaklı bir çalışma türü olmasıdır. Aynı zamanda çalışmanın yürütüleceği işletmenin halihazırda sahip olduğu üretim türü ve makine, personel, potansiyel yatırım araçları gibi üretim kaynaklarının SMED yönteminin verimli olacak şekilde uygulanmasına yatkın olması bu yöntemin seçilmesinde etkili olmuştur.

SMED yönteminin projelendirilmesinde aşağıdaki aşamalar gözlenmiştir,

- Problem ve Amacın belirlenmesi
- Üzerinde çalışılacak üretim hattının belirlenmesi
- Çalışma takviminin belirlenmesi
- Proje çalışma ekibinin belirlenmesi
- SMED eğitimlerinin verilmesi
- SMED öncesi mevcut durum analizi yapılması
- SMED aksiyonlarının belirlenmesi
- SMED yönteminin uygulanması
- SMED sonrası mevcut durum analizi

4.3.2. SMED Çalışma Ekibi ve Çalışma Ekibinin Amaçları

SMED'in anlaşılması ve uygulanabilmesi için proje;

- 1 Ekip Lideri (Mühendis)
- Üye (Hat ustabaşı)
- Üye (Kalıp değişim teknisyeni)
- Üye (Proses teknisyeni) ile yürütülecektir.

Çalışma ekibi kalıp değişim sürelerini kısaltarak verimliliği artırmaya yönelik seçtiğimiz SMED tekniğini kullanma amaçlarımız şunlardır;

- Makine kullanım sürelerinin minimuma gelmesi
- Küçük partiler halinde yapılan üretimlerin verimliliğinin artırılması
- Makinenin çalışmama sürelerinin minimuma indirilmesi
- Makine ayar ve hazırlık işlemlerinin minimuma indirilmesi
- Stok miktarlarının minimuma indirilmesi veya yok edilmesi
- Teslimat sürelerinin düşürülmesi
- Üretim hattında kalıp değişim verimliliğinin artırılması
- Müşteri memnuniyetinin artırılması şeklindedir.

4.3.3. SMED Eğitimleri

SMED uygulamasının üretim verimliliğini artırması için uygulamaya başlamadan önce çalışmada yer alacak kişilere kapsamlı bir eğitim verilmesi gerekmektedir. Bu eğitim

- SMED'in tarihçesi ve ilk uygulanmasındaki amaçlar
- SMED uygulamasının tanımı ve işlem basamakları. Uygulanacak işlem basamakları önceki çalışmalardan alınan örnekler ve video kayıtları ile desteklenerek anlatılmıştır
- SMED uygulamasının bu çalışmadaki önemi ve sağlayabileceği yararlar. Bu basamakta SMED uygulamasının önemi ve sağlayabileceği yarar bu çalışma kapsamındaki hedefler ve elde edilebilecek sonuçların örneklendirilmesi ile aktarılmıştır

olacak şekilde iki iş günü içerisinde 2er saatlik üç oturum ile toplam 6 saat olarak düzenlenmiştir ve çalışmada yer alacak uygulamacılara ekip lideri tarafından verilmiştir.

4.3.4. SMED Çalışmasının Uygulandığı Şişirme Hattı

Çalışma yapılan işletmenin Gebze plastik fabrikasında enjeksiyon gerdirme şişirme makinelerinden biri olan AOKI 250 LL SB3 50S makinesi üzerinde çalışma yapılmıştır.

Makine 9650 kg olup hidrolik, pnomatik, su soğutma ve elektrik/elektronik aksamardan oluşmaktadır. Makine üzerinde minimum 4 maksimum 8 gözlü üretim yapılabilmektedir. Makinenin cycle time süresi ortalama 20 saniyedir, her cyclede 8 gözlü kalıplardan 8 adet ürün çıkmaktadır. Bu bilgiler makine üzerinde genel olarak

düşük partili üretim yapıldığını ve makine üretim kapasitesinin düşük olduğunu göstermektedir.

4.3.5. SMED Öncesi Mevcut Durum ve İsrif Analizi

İşletme içerisindeki tüm kalıp değişimleri müşteri talep ve siparişlerine göre yapılmaktadır. Kalıp değişimi planlandıktan sonra ayar süreleri belirlenmiştir. Bu ayar sürelerinde SMED öncesi mevcut durum gözlemlenebilmek amacı ile iç ve dış hazırlık adımları sadece sınıflandırılmış herhangi bir çalışma analiz edilmeden yapılan herhangi bir çalışma mevcut durumun doğru tespitini engelleyerek SMED uygulamasının doğruluğunu saptıracağından yapılmamıştır.

Mevcut durum analizin, belirlenen 27 kalıp değişim adımları Tablo 1’de detaylı biçimde gösterilmiştir.

Yapılan ön çalışmada planlanan mevcut değişim süresi 117 dk. olarak belirlenmiş ancak gerçekleşen süre 215 dk. olmuştur. Başlıca kalıp değişim süresince israf olarak kaybedilen zaman ve planlanan süre dışına çıkan adımlar şunlardır:

- Bağlantı noktalarının (cıvata) sökülmesi
- Su bağlantı noktalarının sökülmesi
- Kalıbın sökülme işlemi sonrası kalıp arabasına alınması
- Çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi

Mevcut durum üzerinde SMED çalışma ekibi ile toplantı yapılmış israf noktaları üzerinde geliştirmeler planlanmış ve takvime uygun olarak çalışma yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 1 SMED Öncesi Mevcut Durum Analizi

AYAR OPERASYONU ANALİZ TABLOSU				
Eski Kalıp ==>> Yeni Kalıp				
SMED ÖNCESİ MEVCUT DURUM ANALİZİ				
ADIM NO	DEĞİŞİM AŞAMASI	AÇIKLAMA	DEĞİŞİM SÜRELERİ	
			PLANLANAN	GERÇEKLEŞEN
1	Takım arabasının hazırlanması	-	10	22
2	Enjeksiyon Core sökülmesi	M10 12 adet civata sökülmesi 2 adet su girişinin sökülmesi (M24 vidalı rekor)	4	8
3	Lip Cavity sökülmesi	M10 12 adet civata sökülmesi	10	16
4	Sökülen plakaların temizlenmesi (Enjeksiyon core plakası)		2	2
5	Enjeksiyon alt kalbının sökülmesi	M12 4 adet civata 2 adet su girişinin sökülmesi (M24 vidalı rekor)	3	6
6	Enjeksiyon alt kalıp bağlantı plakasının sökülmesi	M12 4 adet civata M12 4 adet civata	3	8
7	Hot runner sökülmesi	Hidrolik giriş/çıkış M8 4 adet civata / 2 adet M10 vida/ 2 adet yağlı bağlantı	5	11
8	Blow coreların sökülmesi	M8 6 adet civata / M24 4 adet rekor	10	14
9	Ejekt çubukların sökülmesi	4 Adet M8 Civata	2	6
10	Şişirme kalıbı ve Şişirme plakası sökülmesi	12 Adet M12 Civata / 6 adet 1/4 rekor/ 2 adet M8 Civata / 4 adet M14 civata	10	22
11	Hot runner yerinin temizlenmesi	Hava /Bez/WD 40 M12 4 adet civata	5	5
12	Yeni Hot runner takılması	Hidrolik giriş/çıkış M8 4 adet civata / 2 adet M10 vida/ 2 adet yağlı bağlantı	6	10
13	Hot runner soğutmasının açılması, Hut runner ısılarının açılması		0	0
14	Enjeksiyon alt kalıp bağlantı plakasının takılması	M12 4 adet civata	1	4
15	Enjeksiyon alt kalıp takılması	M12 4 adet civata 2 adet su girişinin sökülmesi (M24 vidalı rekor)	5	8
16	Yeni Blow core takılması	M8 6 adet civata / M24 4 adet rekor	5	6
17	Yeni ejekt rodlarının takılması	4 Adet M8 Civata	1	3
18	Yeni Lip cavity yağlanması ve takılması	M10 12 adet civata sökülmesi	8	12
19	Yeni Enjeksiyon core plakaları takılması		2	2
20	Yeni Enjeksiyon core takılması		1	1
21	Yeni Enjeksiyon corelarının bağlanması	M10 12 adet civata sökülmesi 2 adet su girişinin sökülmesi (M24 vidalı rekor)	3	6
22	Döner tabla boy ayarının yapılması		3	3
23	Yeni şişirme kalıbı ve plaka takılması	12 Adet M12 Civata / 6 adet 1/4 rekor/ 2 adet M8 Civata / 4 adet M14 civata	6	14
24	Yeni kalıpların bağlantı yerlerinin kontrol edilmesi		3	3
25	Makinanın hareket takibi		2	2
26	Kayıtlı proses parametrelerinin girilmesi		2	5
27	Çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi		5	16
TOPLAM			117	215

Tablo 1'deki veriler doğrultusunda kalıp değişimi öncesinde ekip üyeleri tarafından mevcut üretim planları doğrultusunda planlanan kalıp değişim süresi ile gerçekleşen kalıp değişim süresi arasında 98 dk. kayıp olduğu görülebilir. Bu kayıp içerisindeki en yüksek kayıp oranları kalıp bağlantı parçalarının elle sök-tak işleminin yapıldığı adımlardadır.

“Takım arabasının hazırlanması” ve “Çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi” adımlarının iç hazırlık sürecinde olduğu, zaman israfına yol açtığı ve SMED prensiplerine göre dış hazırlığa çevrilebileceği belirlenmiştir.

4.3.6. SMED Aksiyonlarının Belirlenmesi

Yapılan çalışmada toplam SMED’ in en önemli ilkelerinden iç/dış hazırlık evrelerinden 2 iç hazırlığın dış hazırlığa çevrilebileceği tespit edilmiş ve bu iki adımın kalıp değişiminden önce dış hazırlık olarak yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 1’de 27 kalıp değişim adımında toplam 98 dk. israf olduğu tespit edilmiş ve mevcut israf sürelerini azaltmak için belirlenen aksiyonlar Tablo 2’de verilmiştir.

Aksiyonlar şu şekilde açıklanabilir;

- Takım arabasının hazırlanması ve çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi için beklenen sürede yaşanan kaybın önüne geçebilmek için her iki adımın dış adıma çevrilerek; takım arabasının kalıp değişimi başlamadan önce hazırlanması ve çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi için kalite kontrol operatörünün hazır beklemesi,

- Kalıp bağlantı noktalarında bulunan cıvata ve somunların elle sök/tak işleminin çok uzun sürdüğü tespit edilmiş bu nedenle pnomatik bağlantı aparatı sök/tak makinesi alınarak bu süreçlerin kısaltılmasına,

- Kalıp indirme, kaldırma ve kalıp arabasına taşınma işlemleri sırasında fizik fazlaca fizik gücü gerektirmesi ve israfa yol açması nedeni ile portatif vinç alınarak bu kaybın önlenmesine,

- Kalıp söküm işlemi sırasında su bağlantılarında açma/kapatma vanası olmaması ve bu işlemin su kaçaklarına yol açması nedeni ile her kalıp parçasında su bağlantılarının tek tek söküldüğü tespit edilmiş bu nedenle su girişlerinin tek bir ana besleyiciye bağlanmasına ve bu giriş vana takılmasına,

- Kayıtlı proses ayarlarının girilirken herhangi bir yazılı evrak olmaması nedeni ile proses ayarının deneme yoluyla ve çalışan bilgisine dayanarak yapıldığı tespit edilmiş ve bu nedenle proses kartları hazırlanmasına karar verilmiştir.

Yapılan çalışmada toplam SMED' in en önemli ilkelerinden iç/dış hazırlık evrelerinden 2 iç hazırlığın dış hazırlığa çevrilebileceği tespit edilmiş ve bu iki adımın kalıp değişiminden önce dış hazırlık olarak yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 1'de 27 kalıp değişim adımında toplam 98 dk. israf olduğu tespit edilmiş ve mevcut israf sürelerini azaltmak için belirlenen aksiyonlar Tablo 2'de verilmiştir.

Aksiyonlar şu şekilde açıklanabilir;

- Takım arabasının hazırlanması ve çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi için beklenen sürede yaşanan kaybın önüne geçebilmek için her iki adımın dış adıma çevrilerek; takım arabasının kalıp değişimi başlamadan önce hazırlanması ve çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi için kalite kontrol operatörünün hazır beklemesi,

- Kalıp bağlantı noktalarında bulunan cıvata ve somunların elle sök/tak işleminin çok uzun sürdüğü tespit edilmiş bu nedenle pnomatik bağlantı aparatı sök/tak makinesi alınarak bu süreçlerin kısaltılmasına,

- Kalıp indirme, kaldırma ve kalıp arabasına taşınma işlemleri sırasında fizik fazlaca fizik gücü gerektirmesi ve israfa yol açması nedeni ile portatif vinç alınarak bu kaybın önlenmesine,

- Kalıp söküm işlemi sırasında su bağlantılarında açma/kapatma vanası olmaması ve bu işlemin su kaçaklarına yol açması nedeni ile her kalıp parçasında su bağlantılarının tek tek söküldüğü tespit edilmiş bu nedenle su girişlerinin tek bir ana besleyiciye bağlanmasına ve bu giriş vana takılmasına,

- Kayıtlı proses ayarlarının girilirken herhangi bir yazılı evrak olmaması nedeni ile proses ayarının deneme yoluyla ve çalışan bilgisine dayanarak yapıldığı tespit edilmiş ve bu nedenle proses kartları hazırlanmasına karar verilmiştir.

Tablo 2 SMED Aksiyon Listesi

SMED AKSİYON LİSTESİ								
ADIM NO	DEĞİŞİM SÜRELERİ		Değişim Kategorileri			Makinada yapılan değişiklikler		
	PLANLANAN	GERÇEKLEŞEN	İç hazırlık	Dış Hazırlık	İsraf/Kayıp	Geliştirme Planı	İç/Dış çevirilen	Yapılan
1	10	22	22		12	Dış işleme çevrilmeli ve kalıp hazır beklemeli	x	x
2	4	8	8		4	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
3	10	16	16		6	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
4	2	2	2					
5	3	6	6		3	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
6	3	8	8		5	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
7	5	11	11		6	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
8	10	14	14		4	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
9	2	6	6		4	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
10	10	22	22		12	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
11	5	5	5					
12	6	10	10		4	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
13	0	0	0					
14	1	4	4		3	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
15	5	8	8		3	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
16	5	6	6		1	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
17	1	3	3		2	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
18	8	12	12		4	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
19	2	2	2					
20	1	1	1					
21	3	6	6		3	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
22	3	3	3					
23	6	14	14		8	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
24	3	3	3					
25	2	2	2					
26	2	5	5		3	Pnomatik bağlantı makinesi kullanılmalı ve elle sök tak yapılmamalı		x
27	5	16	16		11	Son ürün onayı için Kalite kontrol sorumlusunun hazır beklemesi ve dış işleme çevirilmesi	x	x
TOPLAM	117	215			98			

4.3.7. SMED Yönteminin Uygulanması

Projenin uygulanacağı belirlenen üretim hattında tutulan kalıp değişim sürelerinde tutarsızlık olduğu, aynı kalıpların 2017 yılı içerisinde farklı sürelerde sökölüp takıldığı tespit edildi. Elde edilen bu veri doğrultusunda kalıp değişim sürelerinin verimliliği düşürerek üretim sayısına doğrudan olumsuz etki ettiği için bu sorunu giderilmesi için kararlaştırılan SMED uygulamasına geçilmiştir.

Ekip lideri tarafından zaman kaybı ve verimsizliğin işletme içerisinde en yüksek olduğu, SMED çalışmasının uygulanabileceği hat ve ürün üretim raporlarındaki verilere göre seçilmiştir. Sonrasında ise yapılan ekip toplantısında ortak katılım ile kalıp değişim simülasyonu yapılmış ve bu çalışma sayesinde çalışmada uygulanacak kalıp değişim adımları teorik olarak belirlenmiştir.

Kalıp değişiminden önce ekip üyelerinden SMED uygulamasından önce normal olarak yapılan kalıp değişimini önceden belirlenen üretim hattı üzerinde yapmaları istenmiştir. Mevcut durumun gözlenmesi için yapılan kalıp değişimini, makinenin bütünü ve makine üzerinde çalışan ekip üyelerinin tümünü görebilen bir açıda sabitlenen kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu kayıt SMED uygulaması şartlarında olduğu gibi makinenin kapatma tuşuna basıldığı andan kalıp değişimi sonrasındaki ilk kalite onaylı son ürün çıkana kadar devam etmiştir.

Yapılan ve mevcut durumu gösteren video kaydından sonra tüm ekip üyeleri ile durum analizi toplantısı yapılmıştır. Toplantıda ilk olarak video kaydı izlenmiş ve ekip üyelerinden durumla ilgili eksiklik, verim ve zaman kaybı görülen noktalarla ilgili not almaları istenmiştir. Video yardımı ile mevcut kalıp değişim adımları belirlenmiş ve SMED uygulaması sonrası elde edilmek istenen işlem adım süre hedefleri belirlenmiştir.

Çalışmanın devamında kalıp değişiminde yapılabilecek yatırım fırsatları belirlenmiş ve iç hazırlık süresinde zaman kaybına yol açan dış hazırlığa çevrilebilecek hususlar belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra önceden belirlenen aksiyonlar tamamlanmış, hat üzerinde yapılması planlanan fırsatlar gerçekleştirilmiş ve hat SMED uygulaması için hazır duruma gelmiştir. SMED ekibi üyelerine yapılan video kaydı üzerinden kaybedilen zaman noktaları hatırlatılmış, iç hazırlıktan dış hazırlığa çevrilen noktaların üzerinden geçilmiş ve makine başına kamera önceden olduğu şekilde sabitlenerek SMED uygulaması ile kalıp değişimi yapılmıştır. Gerçekleştirilen

video kaydı ile SMED uygulamasının etkileri, zaman kayıplarının giderilip giderilmediği ve amaçların gerçekleştirilme durumları ekip üyelerini tarafından rapor haline getirilmiştir.

4.3.8. SMED Uygulama Sonrası Mevcut Durum Analizi

SMED öncesi yapılan çalışmalarda mevcut kalıp değişim süresinin ortalama olarak 215 dk. sürdüğü tespit edilmiştir. Yapılan kalıp değişim süresini hızlandırma çalışması ile mevcut durum gözlemlenmiş ve zaman kazanımı elde edilebilecek durumlar üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

En yüksek zaman kaybının kalıp değişim sorumlularının bağlantı noktalarını el ile söküp takma işleminde olduğu tespit edilmiş ve bu işlemi hızlandırmak için otomasyon desteği sağlanmıştır.

Sökülen kalıp parçalarının yerinden çıkarılması ve kalıp arabası üzerine alınması esnasında, kalıp değişim operatörlerinin beden gücü olarak zorlanması ve kalıp söküm ve taşıma alanının kısıtlı olmasından ötürü ikinci yüksek zaman kaybı tespit edilmiş; üzerinde seyyar vinç olan kalıp arabası alınmıştır.

Yapılan diğer çalışmalar ile birlikte israf olarak görülen 98 dk. dan daha büyük bir kayıp olduğu 2 kalıp değişim adımının dış adıma çevrilebileceği ve aslında israfın 119 dk. olduğu görülmüştür. Yapılan geliştirmelerden sonra 215 dk. olan kalıp değişim süresi 96 dk. kadar düşürülmüştür.

Değerlendirme sonrası çalışmada kalıp değişim işleminin yapılacak yeni SMED çalışması ile daha fazla kısaltılabileceği gözlemlenmiştir.

4.3.9. Yapılan İyileştirmeler ve Performans Ölçüm Sonuçları

Yapılan geliştirme çalışmaları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3 SMED Sonrası Mevcut Durum Analizi

AYAR OPERASYONU ANALİZ TABLOSU Eski Kalıp ==> Yeni Kalıp		SMED AKSİYON LİSTESİ					SMED YAPILAN GELİŞTİRMELER			
ADIM NO	DEĞİŞİM AŞAMASI	DEĞİŞİM SÜRELERİ		Değişim Kategorileri			Makinada yapılan değişiklikler		Geliştirme planı hedefleri	
		PLANLANAN	GERÇEKLEŞEN	İç Hazırlık	Dış Hazırlık	İsraf/Kayıp	Geliştirme Planı	Elenen	İç/Dış çevrilen	Yapılan
1	Takım arabasının hazırlanması	10	22	22		12	Dış işleme çevrilemeli ve kalıp hazır beklemeli		x	
2	Enjeksiyon Core sökülmesi	4	8	8		4	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
3	Lip Cavity sökülmesi	10	16	16		6	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
4	Sökülen plakaların temizlenmesi (Enjeksiyon core plakası)	2	2	2						
5	Enjeksiyon alt kalıbının sökülmesi	3	6	6		3	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
6	Enjeksiyon alt kalıp bağlantı plakasının sökülmesi	3	8	8		5	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
7	Hot runner sökülmesi	5	11	11		6	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
8	Blow coreların Sökülmesi	10	14	14		4	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
9	Ejekt çubukların sökülmesi	2	6	6		4	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
10	Şişirme kalıbı ve Şişirme plakası sökülmesi	10	22	22		12	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
11	Hot runner yerinin temizlenmesi	5	5	5						
12	Yeni Hot runner takılması	6	10	10		4	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
13	Hot runner soğutmasının açılması, Hut runner ısılarının açılması	0	0	0						x
14	Enjeksiyon alt kalıp bağlantı plakasının takılması	1	4	4		3	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
15	Enjeksiyon alt kalıp takılması	5	8	8		3	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
16	Yeni Blow core takılması	5	6	6		1	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
17	Yeni ejekt rodlarının takılması	1	3	3		2	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
18	Yeni Lip cavity yağlanması ve takılması	8	12	12		4	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
19	Yeni Enjeksiyon core plakaları takılması	2	2	2						
20	Yeni Enjeksiyon core takılması	1	1	1						
21	Yeni Enjeksiyon corelarının bağlanması	3	6	6		3	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
22	Döner tabla boy ayarının yapılması	3	3	3						
23	Yeni şişirme kalıbı ve plaka takılması	6	14	14		8	Pnömatik bağlantı makinesi kullanılmı ve elle sök tak yapılamamalı			x
24	Yeni kalıpların bağlantı yerlerinin kontrol edilmesi	3	3	3						
25	Makinanın hareket takibi	2	2	2						
26	Kayıtlı proses parametrelerinin girilmesi	2	5	5		3	Proses kartları hazırlanmalı ve makine set-up zamanı kısıtlımalı			x
27	Çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi	5	16	16		11	Son ürün onayı için kalite kontrol operatörünün hazır beklemesi ve dış işleme çevrilemesi		x	
TOPLAM		117	215			98				

“Takım arabasının hazırlanması” olan birinci adımda bulunan, planlanan ve gerçekleşen tüm sürecin aslında dış hazırlığa çevrilebileceği görülmüş ve uygulanmıştır.

En yüksek miktarda zaman kaybına yol açan kalıp bağlantı parçalarının elle yapılan sök-tak işlemleri için pnomatik bağlantı makinesi edinilmiş ve bu işlem sayesinde zaman israfları amaçlanan doğrultuda bertaraf edilmiştir.

26'ncı adım olan "Kayıtlı process parametrelerinin girilmesi" için process ürün kartları hazırlanmış ve makine ayar süreleri hazırlanan kartların kullanımı sayesinde kısaltılmıştır.

Kalıp su bağlantılarının sökülmemesi durumunda shut-off vanası bulunmamasından ötürü su kaçaqları gerçekleşmekteydi. Bu sebeple kalıbın her parçası söküldüğünde su bağlantı hortumları kalıp parçalarıyla beraber sökülüp takılmaktaydı. Makine ana su girişine shut-off vana sistemi takılarak su kaçaqlarının önüne geçilmiş ve kalıp parçaları değişimi su bağlantıları sök-tak işlemi yapılmadan gerçekleştirilerek zaman israfı bertaraf edilmiştir.

"Çıkan son ürünün kalite onayından geçmesi" adımıyla son ürün onayı için kalite operatörünün makine başında hazır beklememesi sebebiyle zaman israfı gerçekleşmesi sorunu kalite kontrol operatörünün telsiz ile makine başına çağırılması ile çözülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

SMED uygulaması gerçekleştirilerek önceden belirlenen israfların önüne geçmek amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar şöyledir;

Çalışma yapılan hat üzerinde prototip ürünler ve düşük partili siparişler alınmaktadır. Bu nedenden ötürü sürekli kalıp değişim ihtiyacı veya stok ürün tutma zorunluluğu doğmaktadır. Yapılan sık kalıp değişimleri zaman kaybı, kalıp deformasyonu, müşteri taleplerine ayak uyduramama, değişim süresince israf olan operatör masrafları ve bunun gibi daha bir çok zarar noktası oluşturmaktadır. Stok ürün tutma seçeneği ise, belirli bir müşterinin talebini yerine getirirken başka bir müşterinin isteğine kısa sürede yanıt verememe ve potansiyel müşteri kayıplarına; stokta tutulan ürünlerin zamanla meydana gelen deformasyonu nedeni ile hurda grubuna ayrılmasına ve stok ürün için depo masraflarına yol açmaktadır.

Bu zararların toplamında işletme, çalışan hat üzerinde verimlilik hedeflerini tutturamamakta ve zamanla artan masrafların önüne geçememektedir. Yapmış olduğumuz çalışma ile küçük yatırımlar ile zaman, potansiyel yeni makine yatırımı, uzun süren kalıp değişimleri nedeni ile ödenen fazla çalışan ücretleri gibi konularda tasarrufa gidildiği görülmüştür.

Mevcut hat üzerinde günlük üretim kapasitesi ürün hacmine bağı olarak ortalama 34.500 adettir. Yani makinemiz her 2.5 saniyede ortalama 1 ürün çıkartmaktadır. Uygulama öncesi hat üzerinde günde tek seferde yapılan kalıp değişiminin 215 dk sürmesi ile 5160 adet ürün kaybı yaşanmakta; buda günlük üretimin %14.95 oranında kayba uğradığını göstermektedir.

Yaşanan kayıplar sadece ürün bazında değildir. 215 dk süren bir değişim ile günlük çalışma saati 410 dk olan bir hat sorumlusunun verimliliği 215 dk eksik gerçekleşmektedir. Ayrıca aynı anda gelen farklı müşteri taleplerine hızlı yanıt verilemedinden potansiyel müşteri kaybı riski veya mevcut iş grubunu kaybetme riski doğurmaktadır.

Makinenin istenilen hızlara, verimliliğe ve stoklu çalışma nedeni ile hat üzerinde boşluk yaratılamaması yeni ürün çeşitlerinde yatırımını engellemektedir.

Süreç hızlandırma çalışması sonrasında 215 dk süren kalıp değişimi 96 dk ya kadar düşürülmüş, ürün kaybı 2304 adete çekilmiş ve % 14.95 oranında olan kayıp %6.67 oranına kadar düşürülmüştür.

Hat üzerinde vardiya başı 410 dk çalışma süresi olan bir hat sorumlusunun 215 dk eksik olan verimliliği 96 dk ya çekilmiştir. Müşteri taleplerine hızlı cevap verebilme yeteneği artırılmış hat üzerine yapılabilecek yeni potansiyel ürün ihtimalleri çoğalmıştır.

SMED çalışmasının ana hedefi yapılan kalıp değişimlerinin tekli dakikalara düşürülmesidir. Yaptığımız ilk çalışmada bu hedef tutmasada SMED uygulamasının yararı elde edilen değişim süresinin kısalma verilerinden ortaya çıkmaktadır.

SMED çalışması süreklilik ve yatırım gerektirmektedir. Küçük ya da büyük tüm işletmeler yatırım riskinden veya kısa vadeli masraflardan kaçınırsalarda SMED ile uzun vadede yapılan iyileştirmelerin israfları azalttığı ve kar artışına yol açtığı veriler ile elde edilecektir.

SMED kalıplama teknolojisi ile üretim yapan tüm işletmeler için mevcut durumlarını gözlemek, israf noktalarını belirlemek ve verimliliği doğru bir biçimde, uygun yöntem, yatırım, eğitim ve uygulama ile sağlamak yararlıdır.

Kaynakça

- Aoki Technical Laboratory. (2018, Mart 25). *Aoki Tech*. <http://www.aokitech.co.jp>:
<http://www.aokitech.co.jp/english/products/recycling/aoki-500ll-75.html>,
25.03.2018
- Bradbury, J. (2018, Mayıs 24). *Lean Manufacturing Principles*. Graphic Products:
<https://www.graphicproducts.com/articles/lean-manufacturing-principles/>,24.05.2018
- Çakmakçı, M. (2009). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1-2), 168-179.
- Çetinkaya, K. (2000). *Toplam Tasarım*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Donovan, R. M. (1996). Lean Manufacturing: Getting Started. *Performance Improvement Magazine*, 2.
- Handfield, R. B., & Pannesi, R. T. (1995). Antecedents of leadtime competitiveness in make-to-order manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 33(2), s. 511-537.
- Kılıç, A., & Ayvaz, B. (2016). Türkiye Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi - Fen Bilimleri Dergisi*(15. Yıl Özel Sayısı), 29-60.
- MEGEP. (2012). *Şişirme Makinelerinde Üretim*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEGEP. (2013). *Enjeksiyon Şişirme Kalıpları 1*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Ohno, T. (1996). *Toyota Ruhu - Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Okur, A. S. (1997). *Yalın Üretim - 2000'li Yıllara Doğru Türkiye için Yapılanma Modeli*. İstanbul: Söz Yayınları.
- Sarı, E. B. (2017). Modern Üretim Sistemlerinde SMED ile Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesine Yönelik Sanayi Uygulaması. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(9), 433-441.

- Sarten Ambalaj. (2018, Mayıs 5). *Sarten History*. Sarten Ambalaj:
<https://www.sarten.com.tr/sirket-profil/5.5.2018>
- Shingo, S. (1988). *Üretimde SMED Sisteminin Gelişimi*. Cambridge: Productivity Press.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1983). *A Revolution in Manufacturing: SMED System*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Singh, B. J., & Khanduja, D. (2010). SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(1), 98-116.
- Suzaki, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge-Techniques for Continuous Improvement*. NY: The Free Press.
- Tanık, M. (2010). Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Güz 2010(25)*.
- Toyota Motor Company. (2018, Mayıs 5). *History of Toyota*. Toyota Global:
http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item1.html,5.5.2018
- Van Goubergen, D. (2000). *Set-up reduction as an organization-wide problem*. Cleveland, OH., USA: Institute of Industrial Engineers.
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*(18), 205-214.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). *Yalın Düşünce (Lean Thinking)*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.