

Gönderilme Tarihi : 24.05.2019
Kabul Tarihi : 06.10.2019
DOI : 10.32705/yorumyonetim.569786

Araştırma Makalesi/Research Article

5S METODOLOJİSİNİN SMED UYGULAMASINA VE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİNE ETKİSİ

Hakan ÇELİK

Yüksek Lisans Öğrencisi, *Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü,*
hakan.celik@outlook.com.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4123-6725>

ÖZ

Üretim işletmelerinde karlılık düzeyinin artırılmasının en önemli yolu verimsizlik kaynaklarını ortadan kaldırılmasıdır. Yalın üretim prensibi, işletme kaynaklarının minimum düzeyde kullanılmasına katkı sağlayan bir yönetim aracıdır. Duruş sebebine bağlı olarak uygulanacak yalın üretim teknikleri değişiklik göstermektedir. Üretim işletmelerinin kronik duruş problemlerinden birisi ayar kayıplarıdır. Ayar kayıplarının azaltılmasında sıklıkla SMED metodolojisi kullanılmaktadır. SMED metodolojisi, ayar sürecinin iyileştirilmesine ve standartlaştırılmasına katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan, 5S metodolojisi ise çalışma ortamında sistematik düzenin sağlanması ve sürdürülmesi amacıyla kullanılmaktadır. Birçok SMED uygulamasında, 5S metodolojisinin uygulanması göz ardı edilmektedir. Oysaki düzenlenmiş çalışma ortamı, birim ayar süreleri etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı, 5S uygulamalarının ayar sürelerine ve ekipman etkinliğine olan etkisini belirlemektir. Bunun için, vasıflı çelik üretim hattında, ayar sürelerinin iyileştirilmesi için 5S ve SMED metodolojileri birlikte uygulanmıştır. Bunun ardında, 5S uygulamasının ayar sürelerine ve ekipman etkinliğine olan etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucuna göre, 5S uygulamaları ile ortalama yıllık ayar süresinin 2348 dakika azaltılmasına bağlı olarak OEE değerinin +%1,024 oranında artmasına katkı sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: 5S, SMED, OEE.

THE EFFECT OF 5S METHODOLOGY ON SMED APPLICATIONS AND OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

ABSTRACT

Elimination of inefficiency resources is the most important way to increase the level of profitability in production companies. The principle of lean manufacturing is a management tool that contributes to the minimum utilization of operational resources. Lean manufacturing techniques vary depending on the reason of the stance. Changeover times are one of the chronic problems of production companies. SMED methodology is often used to reduce setup times. The SMED methodology contributes to the improvement and standardization of the setup process. On the other hand, 5S methodology is used to provide and maintain a systematic order in the working environment. In many SMED applications, the implementation of the 5S methodology is ignored. However, the regulated working environment affects the unit setup times. The aim of this study is to determine the effect of 5S applications on the setup times and equipment efficiency. For this purpose, 5S and SMED methodologies were applied together to improve the setup times in the bright steel production line. After this, the effect of the 5S application result on the changeover periods and the effectiveness of the equipment were evaluated. According to the study, 5S applications reduced the average annual setup time by 2348 minutes and increased the OEE rate by + 1.024%.

Keywords: 5S, SMED, OEE.

Giriş

İşletmelerin yapısını ve faaliyetlerini etkileyen iç ve dış paydaş beklentilerindeki hızlı değişim, dinamik çalışma ortamının oluşmasına neden olmuştur. Başta üretim çeşitliliğinin artması ve talep seviyelerinin düşmesi olmak üzere, sektör içi ve ikame ürünlerle olan rekabetin artması, karlılık düzeyinin düşmesi ve rekabet avantajını elde edilebilmek amacıyla yatırımlara yönelim güdüsü işletmelerin faaliyetlerinde değişkenliklere neden olduğu gibi üretim yönetimini de zorlaştırmıştır. Beklentilerdeki değişimin hızlanması, işletmelerinde hızlı ve etkin kararlar alınarak yanıt verebilme gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Yönetim faaliyetleri içerisinde gerek üretim gerekse diğer faaliyetlerin yönetiminde değişime olan esnekliğin sağlanması amacıyla benimsenen, yönetim araçlarından birisi yalın üretim prensibidir.

Yalın üretim prensibi, üretim ve destek faaliyetlerin israf nitelikli problemlerinin ortadan kaldırılmasına olanak tanıyan, elde edilen ve sürekli devam iyileştirmelerle değişimin işletme içi etkilerini en küçükleyen bir yönetim anlayışıdır. Başlangıcı Japon işletmelerine ve kültürüne dayanan yalın üretim prensibinin sağlamış olduğu katkılardan dolayı kullanımı ve yayılımı hızlı şekilde artış göstermiştir. Bu yayılım, diğer ülkelerde ve işletmelerde sistemin uygulanması amacıyla çalışmaların başlanmasına neden olmuştur.

Geleneksel yönetim anlayışından yalın üretime doğru yönelim, başta işletme kültürü olmak üzere köklü bir değişimi beraberinde getirmektedir. Bu süreç içerisinde, faaliyet etkinliğinin artırılması ve değişim esnekliğinin sağlanabilmesi için birçok yalın üretim tekniklerinden faydalanılmaktadır. Yalın üretim tekniklerinin genellikle her biri, işletmelerin çeşitli problemlerinin ve sorunlarının ortadan kaldırılmasına katkı sağlamasına rağmen, bu tekniklerden 5S metodolojisi genel olarak işletmeye, çalışma ortamına ve uygulanan tekniklere direkt olarak katkı sağlamaktadır.

5S metodu, temiz, etkili ve ergonomik çalışma ortamı oluşturmak için yalın yönetim proseslerinde kullanılan sürekli iyileştirme araçlarından birisidir. Japon yönetim felsefesine dayanan 5S yönetim aracı, ayıklama, düzenleme, temizleme, standartlaştırma ve öz-disiplini sağlama olmak üzere beş temel uygulama adımına sahiptir (Falkowski ve Kitowski, 2013). Bu sınıflandırmaya ek olarak "emniyet" ve "güvenlik" olmak üzere iki adet çalışma eklenmiştir (Çakırkaya ve Acar, 2016). 5S metodu, çalışma ortamında ve zemininde sağlamış olduğu sistematik düzen ile birlikte diğer yalın üretim tekniklerinin uygulamalarına katkı sağlamaktadır.

Üretim işletmeleri için artan çeşitlilik ve azalan üretim miktarlarından kaynaklı olarak çalışma süresi içerisinde payı artış gösteren duruş türü ayar kayıplarıdır. Ayar kayıpları, makine veya ekipmanın bir ürünün bitmesinin ardından sıradaki ürünün başlamasına kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretim içerisinde, dengelenmiş üretimin elde edilmesi, hücreli üretim ve TPM gibi çalışmaların etkinliğinin artırılabilmesi açısından kritik öneme sahip olan SMED metodolojisi, ayar sürelerinin azaltılması ve dengelenmiş ayar prosesinin elde edilmesini sağlamaktadır. Ayar işlemleri içerisinde, sıklıkla yaşanan ekipmanların bulunması, eksiklerinin giderilmesi ve çalışma alanına taşınması gibi faaliyetler, birim ayar süresinin artmasına neden olmaktadır. Bu tip durumların, organizasyonel düzenlenmesi ve sistematik olarak takip edilmesine sağlayan 5S metodolojisi, bu yönü ile diğer tekniklere katkı sağladığı gibi SMED metodolojisine de katkı sağlamaktadır.

Birçok yalın üretim uygulamasında ve iyileştirme çalışmasında 5S uygulamalarının önemsenmemesi veya yeteri kadar önem verilmemesi, söz konusu çalışmaların etkinliğinin kısıtlanmasına neden olacaktır. Bu nedenle, 5S uygulamasının üretim tekniklerine olan katkısının ortaya konması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, üretim işletmeleri açısından kritik öneme sahip olan ayar sürelerinin azaltılmasında uygulanan SMED metodolojisinin etkinlik düzeyine 5S uygulamasının katkı düzeyini ölçmektir. Amaç doğrultusunda, bir vasıflı çelik üreticisi işletmenin üretim hattında 5S ve SMED metodolojileri birlikte ele alınarak iyileştirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, 5S'in SMED metodolojisine katkı düzeyi değerlendirilerek, 5S'in önem düzeyi açıklanmıştır.

Çalışma; literatür taraması, materyal ve metot, uygulama ve sonuç olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır. Literatür taraması kısmında, SMED ve 5S metodolojileri ile ilgili son dönemlerde yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Devamında materyal ve metot bölümünde, yöntemlerin kavramsal çerçevesi ve uygulama sistematigi açıklanmıştır. Açıklamalar doğrultusunda uygulama kısmında, üretim hattında ayar sürelerinin iyileştirilmesine odaklanılmış ve çalışma etkinliği OEE ile ölçülmüştür. Sonuç bölümünde, çalışmanın amacı doğrultusunda elde edilen verilerin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

1. Literatür Araştırması

İşletmelerin ürün çeşitlendirme politikaları ile rekabet avantajını ele almaya çalışması, üretim faaliyetlerindeki kayıp türlerinin etkilerinin artmaya başlamasına neden olmuştur. Bu kayıp türlerinden ayar kayıplarında artış oranının fazla olması ve Shigeo Shingo'nun oluşturduğu SMED metodolojisi ile ayar sürelerinde önemli derecede iyileştirme sağlanması, bu yöntemin gerek işletmeler tarafından gerekse akademik çalışmalara konu olarak sıklıkla tercih edilmesini sağlamıştır (Çelik ve Taşkın, 2019).

SMED metodolojisinin yöntem olarak seçilerek ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik akademik çalışmalarda, başta otomotiv sanayi olmak üzere, mobilya, kimya, kozmetik ve imalat sanayi gibi önde gelen sektörlerde çeşitli işletmelerin farklı üretim makine ve ekipmanları pilot çalışma prosesi olarak seçilmiştir. Diğer taraftan, üretim prosesinde sistematik ve sürdürülebilir bir çalışma ortamının oluşmasına ve yalın üretim prensibinin yayılmasına katkı sağlayan 5S metodolojisi, SMED uygulamalarında olduğu gibi birçok işletmede uygulamalarda tercih edilmektedir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, bu bölümde SMED ve 5S metodolojileri ile ilgili son dönemde (2015-2019) gerçekleşen çalışmalar incelenmiştir. SMED metodolojisinin incelendiği çalışmalar Tablo 1.'de gösterilmiştir.

Tablo 1. SMED ile ilgili Literatür Özeti

Yazar	Yıl	Amaç ve Yöntem
Azizi ve Manoharan	2015	Ayar sürelerin ve iç stok miktarında iyileşme sağlanması amacı ile SMED metodolojisi ve FVSM yöntemi uygulanmıştır. Ayar süresi 89,5 saniyeden 87,2 saniyeye indirilmiştir
Esa, Rahman ve Jamaludin	2015	Montaj hattında ayar sürelerinin azaltılması ve standartlaşmış ayar prosesinin elde edilmesi amacıyla SMED metodolojisinden faydalanılmıştır.
Chowdhury, Haque ve Sumon	2015	Bir mobilya işletmesinde SMED ve Gemba uygulamaları ile ayar sürelerinde ve hatalı parça oranının iyileşme sağlanmış ve etkinliğin değerlendirilmesinde OEE kullanılmıştır.
Sarı	2017	Otomotiv sektöründe bir işletmede bağlantı elemanı üreten bir prosesin ayar sürelerinin azaltılmasında SMED'den faydalanılmış ve birim ayar süresi %22 azalmıştır.
Brito, Ramos, Carneiro ve Gonçaves	2017	Torna tezgâhında birim ayar süresinin azaltılması yönelik ergonomik faktörlerinde dikkate alındığı bir SMED uygulaması gerçekleştirilerek, %46 oranında azalma sağlanmıştır.
Karam, Livin, Cristina ve Radu	2017	İlaç sektöründe bir işletmede ayar prosesinin iyileştirilmesi çalışmasında %30 oranında azalma elde edilmiştir.
Deshmukh ve Shete	2018	SMED metodolojisinin kavramsal yönünü, gerekliliği ve kalıp tasarım süreci için önemi açıklanmıştır.
Otur, Yıldırım ve Ayhan	2018	Kozmetik sektöründe bir işletmede birim ayar süresinin iyileştirilmesi çalışmasında, SMED çalışmasının etkinlik düzeyi %20 olarak belirlenmiştir.
Godina, Pimentel, Silva ve Matias	2018	SMED metodolojisi ile ilgili 2007-2018 yılları arasında yapılan çalışmalarını endüstri bazlı değerlendirmiştir.
Amrina, Junaedi ve Prasetyo	2018	Enjeksiyon hattında üç tip ürün prosesi için ayar sürelerinin iyileştirilmesinde SMED metodolojisi uygulanmış ve %37,66 oranında iyileşme sağlanmıştır.
Kholil, Alfa ve Supriyanto	2018	Ayar süresinin optimizasyonu ve birim ayar sürelerinin azaltılması amacı ile SMED ve Pert Analizini birlikte uygulamıştır.

Tablo 1. devamı

Martins, Godina, Pimentel, Silva ve Matias	2018	SMED metodolojisi ile Elektron ışını makinasında ayar prosesi ele alınmış ve %50 oranın birim ayar işleminin süresi azaltılmıştır.
Sarı	2018	Cıvata ve somun imalatı yapan bir işletmede verimliliğin artırılması çalışmasında, TPM, SMED, 5S, Kaizen metotlarını birlikte uygulayarak, sonuçlarını finansal açıdan değerlendirmiştir.
Tekin, Arslandere, Etlioğlu, Koyuncuoğlu ve Tekin	2019	Taşlama tezgâhındaki vals silindiri değiştirme süresinin azaltılması SMED ve JIDOKA metotları birlikte uygulanmıştır.
Çelik ve Taşkın	2019	SMED'in üretim sürelerine ve birim maliyetine olan etkisini araştırmak üzere bir işletmede FTM ve OEE sistemi kurularak birim ayar sürelerinin azaltılması çalışmasının etkinliği değerlendirilmiştir.

5S metodolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genel anlamda yöntemin aşamaları, faydaları ve katkıları ele alınarak çeşitli sektörlerde ve işletmelerde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. 5S uygulama sistematığını temel alarak çalışma ortamının iyileştirilmesi amacıyla, Keleş, Gürsoy ve Çelik (2013) demir çelik fabrikasında; Agrahari, Dangle ve Chandratre (2015) küçük ölçekli bir işletmede; Çakırkaya ve Acar (2016) makarna üretim işletmesinde; Michalska ve Szewieczek [21] bir makine işletmesinde; Tekin ve diğerleri (2018) un işletmesinde uygulama gerçekleştirmiş ve çalışmayı nitel sonuçlara bağlı olarak değerlendirmiştir. Nicel verilere göre değerlendirmeyi esas alan Swarnkar ve Verma (2017) karton kutu imalatı yapan bir işletmede 5S uygulamasının etkinliğini beş aylık satış/maaş oranı üzerinde incelemiştir. Diğer bir çalışmada Kader (2017), paketleme fabrikasındaki gerçekleştirilen 5S uygulamasının etkinliğini toplam kazanç/gün, toplam kazanç/ay, aybaşına ortalama operasyon kazancı ve kalıp değişim süresi üzerinden değerlendirmiştir. Patel, Tomar ve Nagila (2017), bir makine işletmesinin mağaza biriminde, malzeme arama süresinin azaltılmasına yönelik 5S metodolojisinden faydalanmıştır. Çalışma sonucuna göre, arama süresi 214 saniyeden 50 saniyeye kadar düşürülmüştür.

SMED ve 5S metodolojileri birlikte ele alındığı çalışmada Sarı (2018), bir işletmenin verimlilik düzeyinin artırılmasında 5S uygulamasının ayar süresine olan katkısını toplam dakika ve parasal değer açısından değerlendirmesine rağmen ekipman verimliliğinde sağladığı değişim ve 5S'in yalın üretim araçlarının genel etkinlikleri içerisinde payı açısından değerlendirilmemiştir. Bu çalışma, ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik SMED uygulamasında, 5S yönteminin önemini ve payını belirlemeyi hedeflemiştir. Çalışmada 5S'in ayar sürelerine ve ekipman etkinliği düzeyine olan katkısı birim ayar süresine olan katkısı, ortalama yıllık katkısı ve OEE üzerinden değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Müşteri isteklerindeki çeşitlilik ve beklenti düzeyindeki değişimler, işletmelerin üretim proseslerinin gelen talepleri karşılayabilecek esnekliğe ulaşmasını gerekli kılmıştır. Azalan sipariş miktarları ve artan çeşitlilik, üretim süreçlerinde ayar sayılarının ve toplam ayar süresinin artmasına neden olmuştur.

Artan ayar sayısı ve toplam ayar sürelerinin artması, işletmeleri süreçlerindeki birim ayar sürelerinin azaltılması çalışmalarına yöneltmiştir. Birim ayar sürelerinin azaltılması için uygulanan yalın üretim aracı SMED metodolojisidir. SMED metodolojisinin uygulama fazlarının içerisinde, çalışma ve zemin sistematik düzeninin kurulması önemli olduğundan dolayı 5S metodolojisi de SMED çalışmaları içerisinde önem kazanmıştır.

Bu bölümde, çalışmanın odak noktasında olan SMED ve 5S metodolojileri ile ekipman etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan OEE'in kavramsal ve uygulama yönü açıklanacaktır.

2.1. 5S Metodolojisi

5S metodolojisi, çalışma alanının düzenlenmesi, temizlenmesi, standartlaştırılması ve sürekli olarak iyileştirilmesi için kullanılan bir yaklaşımdır (Agrahari ve diğerleri, 2015). Birçok çalışmaya katkı sağlamasından dolayı, yalın üretim prensibinin en etkili çalışma araçlarından birisidir. 5S kavramı,

Japonca'dan gelen ve S harfiyle başlayan beş aktiviteyi temsil etmektedir. Beş aktivite sırasıyla Seiri (Ayıklama), Seiton (Düzenleme), Seiso (Temizleme), Seiketsu (Standartlaştırma) ve Shitsuke (Disiplin)'dir (Michalska ve Szewieczek, 2007).

Yalın üretim kültürünün işletme içerisinde oluşturulması ve yaygınlaştırılmasında kullanılan en önemli yalın üretim araçlarından birisi 5S'dir. İşletme tarafından planlanan gelecek duruma ulaşılmasına, çalışma ve zemin alanının etkinliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Ancak, birçok organizasyon yalın üretim sürecinde ilk adım olarak 5S uygulamalarını göz ardı etmektedir. Oysaki çalışma alanının etkinliğin artırılması, zaman kayıpların azaltılmasına katkı sağladığı gibi çalışma etkinliğinin sürdürülmesine direkt olarak etki etmektedir.

Uygulama adımlarından Seiri (Ayıklama), devam eden süreç içerisinde acil olarak gereksinim duyulmayan, yakın zaman dilimi içerisinde kullanılmayacak veya gereğinden fazla bulunan ekipmanların çalışma ortamından uzaklaştırılmasını sağlayan adımdır. Bu aşamada neyin gerekli ya da gereksiz olacağına karar verilmektedir. Karar aşamasında hangi öge ya da takımın gereksiz olduğu açıkça belirlenmiş ve görsel olarak tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu nedenle bu aşamada, kırmızı etiket uygulaması sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışma alanında potansiyel olarak çöp niteliğindeki maddeler üzerine kırmızı etiketler iliştilerle tanımlanmalıdır. Tanımlanan bu malzemeler, geçici depolama veya bekletme alanına alınarak değerlendirmeye alınmalıdır. Değerlendirme sonucuna göre malzemeler, hurdaya ayrılabilir, tedarikçiye iade edilebilir veya gereksinim duyulan ile değiştirilebilir ya da ihtiyacı olan diğer çalışma alanlarına teslim edilmelidir. Diğer taraftan, ayıklama esnasında gerekli olan malzemelerin uzaklaştırılmasının önlenmesi amacı ile beyaz etiketleme uygulaması da gerçekleştirilmektedir (Keleş ve diğerleri, 2013).

Seiton (Düzenleme), çalışma alanında depolanan malzemelerin konumlarının belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada, malzemeler fonksiyonu gereği en uygun yerde konumlandırılmalıdır. Kullanılacak olan malzemelerin konumlaması için genel olarak üç alan uygulaması gerçekleştirilmektedir. Süreç içerisindeki ihtiyaç sıklığı fazla olan, malzemeler birinci dereceden yakın konumlara yerleştirilmelidir. Gün içerisinde veya hafta içerisinde birkaç kez kullanılacak olan malzemeler, ikinci derece konum olarak tanımlanan ulaşılabilir konumlarda olmalıdır. Diğer sıklık derecelerine sahip malzemeler ise, el ile ulaşılabilir pozisyonlara konulmalıdır. Bu aşamadan itibaren görsel yönetime önem verilmelidir. Özellikle, gerçekleştirilen çalışmaların öncesi ve sonrası fotoğraflanarak görsel olarak sunulması, çalışanların motivasyonunun artmasına katkı sağlayacaktır.

Seiso (Temizleme), temiz bir çalışma ortamının elde edilmesi, düzensizlik kaynaklarının düzenli olarak belirlenmesi ve uzaklaştırılmasını için düzenli temizlemenin gerçekleştiği aşamadır. Temizleme süresince, makinanın temizliği, çalışma alanı ve zemini, ekipmanların sızdırmazlığı, hortum ve aydınlatma kaynaklarının temizliği kontrol edilerek düzenli olarak temiz bir çalışma ortamı sağlamaktadır.

Seiketsu (Standartlaştırma), 5S'in ilk üç aşamasının izlenmesi ve elde edilen çalışmalardaki başarıların sürekliliğin sağlanması amacıyla prosedürler geliştirilerek tüm kullanıcıların esneklik kazanmasına katkı sağlar (Chourasia ve Nema, 2016).

Shitsuke (Disiplin), dört adımı birbirine bağlayarak, süreçlerin tamamını kapsayan çalışmalar bütünüdür. Bunun için, çalışanların eğitimi, kurum bağlılığının oluşturulması, ödül ve öneri sisteminin kurulması, kampanyalar yapılması gibi uygulamaları kapsamaktadır (Tekin ve diğerleri, 2018).

2.2. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)

Üretim prosesleri ve yöntemleri, rekabet avantajını elde etmek ve müşteri gereksinimlerine hızlı cevap verebilmek üzere, üretim teknolojilerine yatırım gerçekleşmesi ile birlikte değişime uğramıştır. Bu değişim beraberinde, işletme maliyet unsurlarındaki değişimi beraberinde getirmiştir. Daralan sektör hacmi ve kar paylarına karşın, faaliyetlerini devam ettirme isteği işletmelerin, sermaye unsurlarını etkin ve verimli kullanması sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Üretim işletmelerinin, müşteri gereksinimlerini ve kendi iç hedeflerini karşılayabilmesi üretim makine ve ekipmanlarının etkin kullanımı ile gerçekleşmektedir. Yöneticilerin veya karar vericilerin,

üretim etkinliğini anlık olarak izleyebilmesi, problemleri tespit ederek önlemler alması ve alınan önlemlerin etki düzeylerini gözlemleyebilmesi bu nedenle önemli hale gelmiştir.

OEE, üretim makine ve ekipmanlarının etkinlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın performans göstergelerinden birisidir. Ekipman etkinliği verileri işletmelerin, performans kayıplarının nedenlerini tespit etmeye olanak sağlamaktadır. Diğer bir ifade ile makine performansını arttırmak üzere kayıpları belirlemeyi ve azaltmayı hedefleyen bir geliştirme programının anahtar başlangıç noktasıdır (Sohal, Olhager, Neill ve Parajogo, 2010).

Etkinlik düzeyini kısıtlayan en önemli unsurlardan birisi duruş kayıplarıdır. Faaliyet döngüsü içerisinde, katma değer üretmeyen faaliyetler veya katma değer üretilmesine en engel olan faaliyetler nedeniyle ürün dönüşümünün gerçekleşmemesi etkinlik kaybına neden olmaktadır. Özellikle ayar, arıza, bekleme, taşıma ve organizasyonel eksiklerden dolayı makine ve ekipmanların durması, etkin kullanılabilir zamanın kısıtlanmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, çalışılan süre içerisinde meydana gelen küçük duruşlar ve proseslerin uygun görülen parametreler dışında çalıştırmasından kaynaklı üretim kayıpları, çıktı miktarının daha da azalmasına neden olacaktır. İşletmelerin, duruşlar nedeniyle kısıtlanan üretim süresini de verimsiz kullanmasına ilave olarak çıktılarının da meydana gelen kalite problemleri, verimsizliğin en üst düzeye çıkaracaktır.

Üretim etkinliğinin kullanılabilir zaman, performans ve kaliteye bağlı olmasından dolayı, OEE bu üç parametreye bağlı olarak hesaplanmaktadır. Kullanılabilirlik, planlanan üretim zamanı içerisindeki çalışmasının gerçekleştiği zamanı ifade etmektedir ve Denklem 1 ile hesaplanmaktadır.

$$Kullanılabilirlik = (Çalışma Zamanı)/(Planlı Üretim Zamanı) \quad (1)$$

Performans, çalışmanın gerçekleştiği üretim zamanı içerisinde üretilen miktarın, üretilebilecek ürün miktarına oranı ile hesaplanmaktadır (Denklem 2).

$$Performans = (Gerçekleşen Üretim Miktarı)/(Yapılabilir Üretim Miktarı) \quad (2)$$

Kalite ise, üretilen üretim miktarı içerisinde müşteri spesifikasyonuna uygun ürün miktarını ifade etmektedir ve Denklem 3 ile hesaplanmaktadır.

$$Kalite = (İyi Parça Miktarı)/(Toplam Parça Miktarı) \quad (3)$$

OEE oranı, kullanılabilirlik, performans ve kalite oranına bağlı olarak Denklem 4 ile hesaplanmaktadır.

$$OEE = Kullanılabilirlik * Performans * Kalite \quad (4)$$

Dünya genelinde imalat işletmelerinde yapılan çalışmalar, ortalama OEE değerinin %60 olduğunu ortaya çıkarmıştır. Buna karşın ekipman etkinliğinin dünya çapında kabul edilebilir olması için, hesaplanan OEE değerinin %85 veya daha fazla olması gerekmektedir (Gupta ve Garg, 2012). Bu sonuçlar, genel anlamda imalat işletmelerinin makine, üretim hattı veya tesis verimliliğini arttırması için çalışmalar gerçekleştirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

2.3. SMED Metodolojisi

Üretim işletmelerinin, esnek üretim sistemine sahip olmaları ve küçük partiler halinde üretimin önündeki en önemli engellerden birisi ayar süreleri için harcanan sürenin uzun olmasıdır (Çelik, 2018). Ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik çalışmaların başında SMED metodolojisi gelmektedir.

SMED metodolojisi, Shingo tarafından ilk olarak Mazda Hiroşima fabrikasında, pres hatlarının ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik çalışmalarda uygulanmıştır (Shingo, 1985). Shingo'nun gerek Mazda gerekse ilerleyen dönemlerde farklı işletmelerde yapmış olduğu uygulamalarda elde ettiği büyük iyileştirme miktarı, SMED metodolojisinin dünya genelinde kabul görmesine katkı sağlamıştır.

Artan rekabet ile birlikte, üretim partilerinin küçülmesine bağlı olarak artan ayar sayılarının oluşturmuş olduğu etkinin azaltılmasına katkı sağlayan SMED; ayrıca, makine etkinlik düzeyinin

artırılmasına, üretim ve işçilik maliyetlerinin azaltılmasına, teslimat süresinin kısaltılmasına etkisi söz konusudur.

Ayar işlemi, mevcut işlem ile bir sonraki işlem arasından geçen sürenin tamamı olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile mevcut işlem bittikten sonra yapılan ekipman değişim, ayarlama ve seri üretime geçiş dâhil geçen tüm süre ayar işlem süresi olarak tanımlanmaktadır (Gade, Chavan ve Bhavsar, 2016). SMED metodolojisi, ayar işlemi için harcanan süreleri, yapıldığı zamana göre iç ve dış ayar süresi olarak ayırmaktadır.

İç ayar süresi, üretim hattının veya makinanın bir ürün tamamlandıktan sonra diğer ürünün başlamasına kadar geçen süredir. Diğer bir ifadeyle, iç ayar süreleri üretim prosesinin duruşa neden olan ayar faaliyetlerine ait işlem süreleridir. SMED metodolojisinin birincil amacı, iç ayar adımlarının ortadan kaldırılması, dönüştürülmesi veya etkisinin azaltılmasıdır.

Dış ayar süresi ise, devam eden üretim esnasında bir sonraki ürünün yapılabilmesi için gerekli olan ayar adımlarının gerçekleşmiş olduğu süredir. SMED uygulamalarında iç ayar sürecinin dış ayara dönüştürülmesi hedeflendiği gibi, dış ayar sürelerinde iyileştirilmesi üzerine odaklanılmaktadır. SMED uygulamaları genel olarak mevcut durumun analiz edilmesi, iç ve dış ayar adımlarının ayrıştırılması, iç ayar adımlarının dış ayar adımlarına iyileştirilmesi, ayar adımlarının iyileştirilmesi ve çalışma etkinliğinin değerlendirilmesi olmak üzere beş ana başlık altında toplanmaktadır.

2.3.1. Mevcut Durumun Analiz Edilmesi

Mevcut durumun analizi, çalışma noktasının derinlemesine analiz edilerek iyileştirme öncesi sürece ait tüm verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasıdır. Süreç akışı içerisinde katma değer üretmeyen ve değerinden fazla işletme kaynağı tüketen faaliyetlerin veya işlem adımlarının belirgin hale gelmesi gerekmektedir. Bu nedenle, gerek SMED uygulamalarında gerekse diğer iyileştirme çalışmalarında mevcut durumun analizi kritik öneme sahiptir.

Analiz çalışmasına başlamadan önce, süreç içerisinde olan personel mutlaka bilgilendirilmeli ve çalışmaya dâhil edilmelidir. Personel katılımı, özellikle işin edinimi, iyileştirilmesi ve sürekliliğin sağlanması açısından önemlidir. SMED uygulamalarının bu aşamasında, ayar işlemleri arasında ayırım söz konusu değildir. Mevcut durumun analizi sürecinde; malzeme ve ekipmanların hazırlığı, bağlanması, ayar ve kalibrasyonu ile deneme, ayarlama ve seri üretime geçiş aşamaları detaylı olarak incelenmelidir (Hülagü, 2011). Elde edilen veriler, SMED uygulamalarının diğer adımlarında iyileştirme aksiyonlarının doğru belirlenmesi ve sonuçların hedeflenen etkinliğe ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

2.3.2. İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayrıştırılması

Geleneksel ve standartlaştırılmamış ayar proseslerinde ayar adımları, genellikle mevcut üretimin tamamlandıktan sonra gerçekleşmektedir. Bunun başlıca nedenleri, mevcut proses kısıtları, alışlagelmiş çalışma alışkanlıkları ve üretim organizasyonundaki yetersizliklerdir. Özellikle çalışma alışkanlıkları ve üretim organizasyonundaki yetersizlikler nedeniyle, aslında dış ayar olarak gerçekleştirilebilecek olan işlem adımları iç ayar olarak gerçekleştirilmektedir. Diğer taraftan, iyileştirme veya kaizen çalışmalarının yapılmaması veya yaygınlaştırılmaması, proses kısıtlarının aşılmasına engel olmaktadır.

İç ve dış ayar adımlarının ayrıştırılması, mevcut proses yapısı içerisinde dış ayar olarak gerçekleştirilebilecek ayar adımlarının belirlenerek, iç ayar sürecinden ayrılmasını amacıyla uygulanmaktadır. Bu aşamanın başlangıç fazında, makine ekipman ve parçalarına ait aşınma kontrolü, temizleme, yenileme ve transfer edilmesi çalışmaları çoğunlukla iç ayar süreci içerisinde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, mevcut üretime ait bitmiş ürünlerin transfer bölgesine sevkiyatı ile sıradaki üretime ait hammaddelerin, proses alanına transferi ve bağlanması işlemleri hat durdurularak gerçekleştirilmektedir.

Shingo'ya göre (1985) sadece bu aşamada yapılacak iyileştirmeler ile birlikte, birim ayar süresinde %30 ile %50 arasında azaltma sağlanabilecektir (Ersoy, 2007). Bu yargıdan yola çıkarak, özellikle arama, eksik giderme, temizleme ve çalışma alanına transfer edilmesi gibi üretim akışından

bağımsız işlemler, mevcut ürüne ait üretim devam ederken gerçekleştirilebilecek hale getirilmelidir. Mevcut durum analizi ile birlikte belirlenen işlem adımları ve zaman verilerine dayalı olarak, dışsallaştırılan ve süresi azaltılan işlem adımları bu aşamanın iyileştirme miktarını belirleyecektir.

İç ve dış ayar adımlarının ayrıştırılmasında kullanılan en önemli yalın üretim aracı 5S metodolojisidir. Özellikle, ayar ekipmanlarının üretim sürecine hazırlanması, bulunması ve transfer edilmesi aşamasında sistematik bir üretim ve zemin organizasyonun katkısı fazla olacaktır.

2.3.3. İç Ayar Adımlarının Dış Ayara Dönüştürülmesi

SMED uygulanmasının bu aşamasında, ayar nedeniyle üretimin gerçekleşmediği zaman diliminin iyileştirilmesine odaklanılır. İç ayar süresinin iyileştirilmesi, iç ayar prosesinde yer alan ayar adımlarının olabildiğince dış ayar sürecine dönüştürülerek sağlanmaktadır.

Mevcut prosesin yapısı gereği, çoğu zaman iç ayar proseslerinin dış ayar proseslerine dönüştürülmesi hızlı veya kobetsu kaizen uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Kaizen çalışmaları ile dış ayara dönüşüm sağlanabildiği gibi işlem süresinde de azalma elde edilmektedir. İç ayar sürecinin dışsallaştırılması ile birlikte, başlangıç aşamasına oranla birim ayar süresinde %70 oranına iyileşme sağlanabilmektedir (Çelik, 2018).

2.3.4. Ayar Adımlarının İyileştirilmesi

Ayar adımlarının iyileştirilmesi, birim ayar süresinin azaltılmasına katkı sağlayan son aşamadır. Bu aşamada, bir önceki aşamada iç ve dış olarak ayrılan, iç ayardan dış ayara dönüştürülen işlem adımlarının ortadan kaldırılmasına ya da faaliyetin daha ergonomik ve hızlı gerçekleştirilebilmesine olanak tanıyacak çalışmalar yürütülmektedir. Bu aşama, kaizen çalışmaları ağırlıklı olarak uygulanmaktadır.

İç ve dış ayar işlemlerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda sıklıkla, paralel operasyonlar geliştirme, fonksiyonel kelepçe ve bağlantı sistemleri kullanma, ayar adımını ortadan kaldırma, hızlandırıcı mekanizmalar geliştirmek ve renklendirme ile birbirine uyumlu parçaların tanımlanması gibi uygulamalar gerçekleştirilmektedir (Hülagü, 2011). Ayrıca, boyutsal olarak aynı nitelikli bağlantı elemanlarının kullanımı ile takım sayılarının azaltılması, bağlantı civata dış boylarının kısaltılması ya da civata bağlantılarının ortadan kaldırılması, kalıpların hızlı değişimi kolaylaştıracak uygulamalara da rastlanmaktadır.

2.3.5. Çalışmanın Etkinliğinin Değerlendirilmesi

SMED metodolojisinin etkisinin değerlendirmesinde birçok performans indeksi kullanılmaktadır. Bu performans indekslerinin başında OEE olmak üzere, sıklıkla % ayar süresi azaltması, ayar süresini azaltmanın işgücü tasarrufuna etkisi, ekonomik kayıp olmaksızın parti boyutunda azalma miktarı ile ölçülebilir (Chen ve Meng, 2010). Performans indeksinin seçimi, beklenen etkinin ve iyileştirilmesi hedeflenen çıktının türüne bağlı olarak değişmektedir. Makine ve ekipmanların etkinlik düzeyini artırmak amacıyla yapılan çalışmaların genel etki düzeyini izlemek amacıyla genellikle OEE'den faydalanılmaktadır.

2.4. 5S'in SMED Uygulamaları Açısından Önemi

Çalışma ortamının ve zeminin organizasyonel sürekliliğinin sağlanması açısından önemi büyük olan 5S'in SMED uygulamalarında, makine, takım ve ekipmanların bulunması, ulaşılması, taşınması ve depolanması konusunda sağlamış olduğu kolaylıklardan dolayı birim ayar süresinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

5S sistematığının sağlamış olduğu, deformasyona uğrayan ekipmanların uzaklaştırılması, eksikliğin giderilmesi veya yenisinin tedarikinin sağlanması sistematığı dikkate alındığında (Seiri-Ayıklama), herhangi bir makine parçasının bağlantı elemanı eksikliğinden veya eksik parçanın tedariki için geçen süreden kaynaklı ayar duruşlar azalacaktır. 5S'in ikinci aşaması olan Seiton (Düzenleme), makine ekipmanlarının kullanım sıklığına ve yerine konumlandırılması, ekipman ve parçaların gereksiz hareketinden kaynaklı zaman kayıplarının azalmasına katkı sağlayacaktır. Seiso (Temizleme) aşaması ise,

çalışma ortamının ve söz konusu ekipman ve parçaların temiz tutulmasını sağladığı için, olası ekipman arızalarının önceden tanımlanmasına ve ayar esnasında meydana gelebilecek duruşların önlenmesine katkı sağlayacaktır. 5S sistematığının son iki aşaması olan Seiketsu (Standartlaştırma) ve Shitsuke (Disiplin) ise, 5S'in SMED uygulamaları ile azalan birim ayar sürelerindeki katkı düzeyinin korunmasına ve sürekliliğinin sağlanmasına katkı sağlamaktadır.

3. 5S'in Ayar Sürelerine Etkisini Belirlemeye Yönelik Uygulama Çalışması

Ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik 5S ve SMED uygulaması, bir vasıflı çelik üreticisi işletmesinin kabuk soyma hattının kabuk soyma ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

Kabuk soyma ünitesi, 2,5 m ile 7 m arasında boya sahip çubuk malzemelerin yüzeyinden talaş kaldırılarak, hammaddenin müşteri taleplerine uygun çapa indirilmesi esasına dayanmaktadır. Talaş kaldırma işlemi, tornalama prensibine benzemekle birlikte, farkı malzemenin y eksenindeki hareketi ve dört kesici ucunda dönmesidir. Kabuk soyma ünitesinden çıkan malzemelerin, yüzey hassasiyetinin ve doğrusallığın müşteri spesifikasyon değerlerini sağlaması amacı ile diğer ünite olan ezme ve doğrultma ünitesinden geçmektedir.

Üretim hattında ayar sürelerini iyileştirme çalışması aşamaları, mevcut durumun belirlenmesi, iç ve dış ayarların ayrıştırılması, iç ayar adımlarının dış ayar adımlarına dönüştürülmesi, ayar adımlarının iyileştirilmesi ve çalışma etkinliğinin ölçülmesi olarak uygulanmıştır.

3.1. Mevcut Durumun Belirlenmesi

Üretim hattının mevcut durumun analizi aşamasında, ayar prosesinin işlem adımları, ayar çeşitliliği, toplam ayar sayısı ve süresi ile üretim hattının OEE değeri belirlenmiştir.

Kabuk soyma hattının, ekipman etkinlik düzeyinin belirlenmesi amacıyla on sekiz aylık üretim verilerinden faydalanılmıştır. Üretim hattının, veri setinin ilk ayında gerçekleşen üretim değerleri Tablo 2.'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Birinci aya ait üretim verileri

Tanım	Süre (dk)	Tanım	Miktar (ton)
Planlanan üretim süresi	22341	Üretilebilecek ürün miktarı	880
Planlı duruş süresi	0	Üretilen Ürün miktarı	593
Plansız duruş süresi	5634	Hatalı ürün miktarı	0,47

Kullanılabilirlik, çalışmanın gerçekleştiği net üretim süresinin planlanan üretim süresi içerisindeki payını ifade etmektedir. Planlanan üretim süresi, brüt üretim süresi içerisindeki planlı duruş süresini ifade ettiği kabul edildiğinde; Denklem 1 kullanılarak kullanılabilirlik değeri %74,78 olarak hesaplanmıştır. Performans değeri, gerçekleşen üretim süresi içerisinde üretilen üretim miktarının, üretilebilecek üretim miktarı içerisindeki payı olarak tanımlanmış ve denklem 2 ile ifade edilmiştir. Denklem 2'e göre performans değeri hesaplanarak %67,38 olarak hesaplanmıştır. Kalite oranı, üretilen ürünler içerisinde müşteriye sevk edilebilecek nitelikte olan ve gereklilikleri sağlayan üretim miktarı oranını ifade etmektedir. Denklem 3'e göre hesaplama gerçekleştiğinde kalite oranı %99,92 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan kullanılabilirlik, performans ve kalite oranı değerlerine bağlı olarak, üretim hattının incelenen birinci aydaki OEE değeri Denklem 4'e bağlı olarak %50,34'dür. Benzer hesaplamalara bağlı olarak, diğer aylara ait hesaplama yapılmış ve hattın ortalama ekipman etkinliği değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ortalama ekipman etkinliği

Tanım	Oran	Tanım	Oran
Kullanılabilirlik	%72,36	Performans	%78,30
Kalite	%99,81	OEE	%56,55

Kabuk Soyma hattında çalışma döneminde planlanan 324914 dakikalık planlanan üretim süresinin, 89806 dakikası duruş nedeni ile üretim gerçekleşmemiştir. Bu süresin içerisinde 22643 dakika ayar sebebi ile duruşlardan kaynaklanmıştır. Bu değerlere göre, ayar sebebi ile duruşlar, toplam duruş kayıplarının % 25,21'ini oluşturmaktadır.

Gerçekleşen toplam ayar sürelerinin belirlenmesinin yanı sıra, ünite üzerinde var olan ayar tiplerinin belirlenmesi ve birim ayar sürelerinin de belirlenmesi için saha incelemesi ve veri analizi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre, üretim hattında “ayar değişimi” ve “bıçak değişimi” olmak üzere iki tip ayar işlemi söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bıçak değişimi işlemi için ayrılan işlem süresi, yıl içi toplam sürenin 4968 dakika olduğu belirlenmiştir. Ayar işlemi ve bıçak değişimi işlemlerinin, çalışma dönemi içerisindeki toplam işlem sayısı ve ortalama işlem sürelerini gösteren özet bilgiler Tablo 4.'de gösterilmiştir.

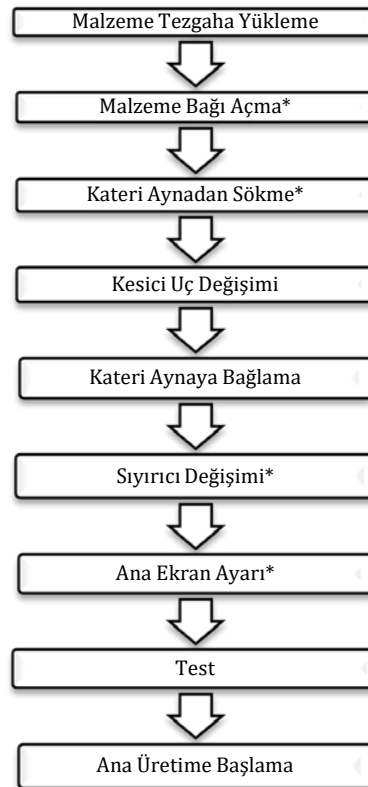
Tablo 4. Ortalama ekipman etkinliği

Ayar Tanımı	Toplam Duruş Süresi(dk)	İşlem Sayısı (adet)	Ağırlıklı Birim İşlem Süresi(dk)
Ayar Değişimi	22643	1187	23
Bıçak Değişimi	4968	455	12

Tablo 4.'e göre, ortalama birim işlem süreleri sırasıyla 19 dakika ve 11 dakika olmasına rağmen, aylara bağlı planlanan üretim süresindeki ve ayar sayısındaki değişiklik nedeniyle, ağırlıklı ortalama kullanımı kullanılmıştır.

Ayar tiplerinin ve ortalama birim işlem sürelerinin belirlenmesinden sonra, ayar tiplerine ait akışın belirlenmesi gereklidir. Akış diyagramı, ayarın gerçekleşmesi için gerekli olan ve katma değer üreten faaliyetlerden oluşmalıdır. Bu nedenle, israf niteliğinde yer alan durumlar belirlenmeli; ancak akış diyagramına dâhil edilmemelidir. Buna bağlı olarak, iki tür ayar işlemine ait akış diyagramı Şekil 1.'de gösterilmiştir. Akış içerisinde “*” ile işaretli olan adımlar “bıçak değişimi” işleminde gerçekleşemeyen adımı tanımlamaktadır.

Şekil 1. Ayar prosesi akış diyagramı



Ayar prosesine akışın belirlenmesinin ardında, işlem adımlarının gerçekleşme süreleri belirlenmiş ve Tablo 5.'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Ayar adımları mevcut durum tablosu

İşlem Sırası	İşlem Adımı	İşlem Süresi	İç / Dış Ayar
1	Malzeme alma*	2	iç
2	Malzeme açma*	2	iç
3	Kesici uç kater sökme	3	iç
4	Kesici uç değişimi	4	iç
5	Kesici uç kater bağlama	3	iç
6	Sıyırıcı değişimi*	2	iç
7	Ana ekran ayarı*	3	iç
8	Test	3	iç
9	Ana ekran hızına ulaşma	1	iç
	Ayar süresi	23	
	Bıçak Değişimi	14	

Tablo 5.'e göre, mevcut durumda işlem adımlarının tamamı iç ayar prosesinde gerçekleşmektedir. Saha analizleri sonucunda işlem adımlarına ait süreler toplandığında, ayar değişimi ve bıçak değişimi süreleri, ortalama olarak 23 dakika ve 14 dakika olarak hesaplanmıştır. Yıl içi ortalama işlem süreleri ile kıyaslandığında, bıçak değişim süresinde 2 dakikalık fark tespit edilmiştir. Bunun nedeni, standartlaştırılmamış ayar prosesinde, işlem sürelerindeki dalgalanmadır. Bu nedenle, adımların iyileştirilmesi, Tablo 5.'de verilen işlem süreleri üzerinden değerlendirilecektir.

3.2. İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayrılması

Üretim makine ve ekipmanlarında, herhangi bir iyileştirme veya revizyon çalışması gerçekleştirilmeden basit düzeyde organizasyonel düzenleme sağlanacak iyileştirmeler bu aşamada gerçekleştirilir. Genel anlamda, 5S metodolojisinin uygulanması bu aşamada ele alınabileceği gibi, ikinci aşamada da ele alınabilmektedir. Ancak, bu çalışmada iyileştirme noktası olarak 5S tekniğinin değerlendirileceğinden dolayı, 5S aşamaları "Ayar Adımlarının İyileştirilmesi ve Çalışma Etkinliğinin Hesaplanması" aşamasında ele alınacaktır.

Kabuk soyma hattındaki ayar işlemleri esnasında uygulanan "Malzeme Alma" ve "Malzeme Açma" işlemleri dış ayar prosesinde gerçekleşecek şekilde, hammadde hazırlama ve üniteye yüklemesi sağlanmıştır. Bunun sonucunda, iç ayar prosesinde gerçekleşen işlem süresi ayar işlemine ait süre 19 dakikaya düşerken, bıçak değişimi için herhangi bir değişim söz konusu olmamıştır. Bu sayede, birim ayar işleminde hattın durduğu sürede %17,4 oranında iyileşme elde edilmiştir.

3.3. İç Ayar Adımlarının Dış Ayara Dönüştürülmesi

SMED'in ilk iyileştirme aşamasından sonra iç ayar sürecinde kalan işlem adımlarının dış ayar sürecine dönüştürülmesi için iyileştirme çalışmaları yapılabileceği gibi, yatırım ve revizyon kararları da alınabilmektedir.

Kabuk soyma hattında bir sonraki ürüne geçişte olduğu gibi bıçak değişimi esnasında da dörtlü kesici ucun bağlandığı katerlerin yedeklenmesine karar verilmiştir. Bu sayede "kesici uç değişimi" işlemi dış ayar prosesinde yedek katerlerin üzerinde gerçekleşecektir. "Kesici uç değişimi" işleminin dışsallaştırılması ile birlikte, birim ayar ve kesici uç değişimi işlem süreleri sırasıyla 15 dakika ve 10 dakikaya indirilmiştir.

3.4. Ayar Adımlarının İyileştirilmesi ve Çalışma Etkinliğinin Hesaplanması

Ayar adımlarının iyileştirilmesi, SMED'in uygulamalardaki son iyileştirme aşamasıdır. Yoğun olarak, hızlı ve kobetsu kaizen çalışmaları gerçekleştirilerek, ayar adımlarının kaldırılması, dışsallaştırılması veya etkisinin azaltılması hedeflenmektedir.

Üretim hattında, ayar adımlarının iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar, çalışma metotları, aksiyonlar ve etkilerini gösteren veriler Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6. Ayar adımlarının iyileştirilmesi

Aksiyon	İşlem Adımı	Metot	Etkisi (dk)
Tüm hatlara malzeme transferi yapacak personeli atama	Malzeme alma*	Organizasyon	1
Bağ açma aparatının konumunun belirlenmesi ve kullanılabilirlik kontrolü prosedürü uygulanması	Malzeme açma*	5S	0,5
Malzeme yükleme istasyonu revizyonu	Malzeme açma*	Kaizen	1,3
Mekanik çektirme aparatı revizyonu	Kesici uç kater sökme	Kaizen	1,3
Mekanik çektirme aparatının konumunun belirlenmesi	Kesici uç kater sökme	5S	0,2
Hava tesisatının ve ekipmanlarının kullanım alanına yakınlaştırılması	Kesici uç değişimi	5S	0,5
Alyen takımlarının belirlenmesi ve tanımlanması	Kesici uç değişimi	5S	0,5
Kısa katerler için komperatör aparatı imalatı	Kesici uç değişimi	Kaizen	0,5
Operatör yetiştirme eğitim programının uygulanması	Kesici uç kater bağlama eğitimi	Tek nokta dersi	2
Sıyırıcıların sınıflandırılması; çapa göre renklendirilmesi	Sıyırıcı değişimi*	5S	1,5
Ürün reçetesi ile parametrelerin kaydedilmesi	Ana ekran ayarı*	Kaizen	1
Ünite için ayrı mikrometre tedarigi	Test	5S	1
Operatör paneline hesap makinası uygulaması	Test	Kaizen	0,5
	Toplam İyileşme Miktarı	-	11,8

Ayar sürelerinin iyileştirilmesine yönelik uygulanan çalışmalar sonucunda 11,8 dakikalık iyileşme elde edilmiştir. Bu süresinin 7,5 dakikalık kısmı iç ayar süresinin iyileştirilmesine katkı sağlamıştır. Sağlanan iyileşmeleri ile birlikte ayar ve bıçak değişimi işlemlerine ait birim ayar süresi sırasıyla 7,5 dakika ve 5 dakikaya indirilmiştir.

Tablo 6. göre, 5S metodolojisinin SMED uygulamalarına 1,5 dakikası dış ayar süresi ve 2,7 dakikası iç ayar süresi olmak üzere toplam 4,2 dakika katkı sağlamıştır. Ayrıca bıçak değişimi işleminde ise, 1,5 dakikası dış ayar süresi ve 0,7 dakikası iç ayar süresi olmak üzere, toplam 2,2 dakika iyileşme elde edilmiştir. Gerçekleşen iyileşmelere bağlı olarak ayar ve bıçak değişimi işlemlerine ait standart birim işlem süreleri Tablo 7.'de gösterilmiştir.

Tablo 7. SMED sonrası birim işlem süreleri

Ayar Tanımı	Standart Ayar Süresi(dk)	İç Ayar (dk)	Dış Ayar (dk)
Ayar Değişimi	11,2	7,5	3,7
Bıçak Değişimi	7,5	5	2,5

SMED uygulaması sonrası elde edilen işlem sürelerine bağlı olarak birim işlem süresi ve ortalama bir yıllık ayar sayısı dikkate alındığında, elde edilen toplam iyileştirme miktarını gösteren veriler Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Tablo 8.'e göre, bir yıllık üretim süresi içerisinde birim ayar süresinde 15,5 dakika ve bıçak değişiminde sağlanan 7 dakikalık iyileşmenin, ortalama yıllık ayar sayıları dikkate alındığında 14376 dakikalık bir kayıp kazancı elde edilmiştir. Sağlanan iyileşmenin 2348 dakikalık (%16.33) kısmı, SMED uygulamaları içerisinde 5S metodolojisinin etkisiyle elde edilmiştir.

SMED uygulamalarının, OEE içerisinde kullanılabilirliğe olan etkisi hesaplandığında, kullanılabilirlik değeri %79,09'e yükselmiştir. Aynı performans ve kalite kriterleri dikkate alındığında, yapılan çalışmanın OEE değerinde %4,478 oranında artış sağlanmıştır. SMED içerisindeki 5S uygulamalarının üretim etkinliği, Tablo 8.'de verilen iyileşme miktarı dikkate alınarak hesaplandığında, kullanılabilirlik ve OEE değerlerine sırasıyla %1,31 ve %1,024 miktarında katkı sağlamıştır.

Tablo 8. Ayar sürelerindeki sağlanan kazanç tablosu

İyileşme öncesi ayar süreleri			
Ayar Tanımı	Ortalama Duruş Süresi(dk)	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi(dk)
Ayar Değişimi	23	792	18216
Bıçak Değişimi	12	300	3600
Toplam	-	-	21816
İyileşme sonrası ayar süreleri			
Ayar Tanımı	Ortalama Duruş Süresi(dk)	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi(dk)
Ayar Değişimi	7,5	792	5940
Bıçak Değişimi	5	300	1500
Toplam	-	-	7440
5S'in toplam ayar sürelerine etkisi			
Ayar Tanımı	Ortalama Duruş Süresi(dk)	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi(dk)
Ayar Değişimi	2,7	792	2138
Bıçak Değişimi	0,7	300	210
Toplam	-	-	2348
Toplam Kazanç Tablosu			
Ayar Tanımı	Ortalama Duruş Süresi(dk)	Ortalama Duruş Sayısı	Toplam Duruş Süresi(dk)
Ayar Değişimi	15,5	792	12276
Bıçak Değişimi	7	300	2100
Toplam	-	-	14376
5S Uygulamasının OEE Oranına Etkisi			
Kullanılabilirlik	%73,67	Performans	%78,30
Kalite	%99,81	5S sonrası OEE	%57,574
Çalışma Öncesi OEE	%56,55	OEE değişimi	%1,024
SMED Uygulamasının OEE Oranına Etkisi			
Kullanılabilirlik	%79,09	Performans	%78,30
Kalite	%99,81	OEE	%61,028
Çalışma Öncesi OEE	%56,55	OEE değişimi	%4,478

4. Sonuç

Müşteri beklentilerinde meydana gelen hızlı değişimler ve taleplerdeki çeşitlilik, üretim işletmelerinin büyük partili üretimlerden vazgeçerek esnek ve küçük partili üretime geçmesine neden olmuştur. Bu değişim, işlemlerin proseslerindeki ayar sayılarının artmasından dolayı, mevcutta fazla olan ayar sürelerinin, verimliliğe olan olumsuz etkisinin artmasına neden olmuştur.

Ayar sürelerin üretim verimliliği üzerindeki etkisinin azaltılması üzerine yalın üretim tekniklerinden SMED metodolojisi sıklıkla kullanılmaktadır. SMED metodolojisi, ayar prosesini iyileştirerek ve standartlaştırarak, dengelenmiş üretim sürecinin elde edilmesine ve birim ayar sürelerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Gerek SMED uygulamalarında gerekse yalın üretimin diğer araçlarının uygulamalarında çoğu zaman 5S metodolojisi göz ardı edilmesi ve direkt olarak kaizen çalışmalarına odaklanılması söz konusudur. Oysaki, sistematik ve düzenlenmiş bir çalışma ortamı, iyileştirme çalışmalarının etkinliğini artıracaktır. Bu nedenle, 5S metodolojisinin katkısını ve gerekliliğini ortaya çıkartılması gerekmektedir.

Çalışmanın amacı, 5S çalışmalarının SMED çalışmaları sonrasında birim ayar sürelerine ve üretim etkinliğine olan katkısını ortaya koymaktır. Bu amaçla gerçekleştirilen uygulama çalışmasında, söz konusu üretim hattında bulunan iki tip ayar sürecinin birim işlem sürelerinde 15,5 dakika ve 7 dakikalık iyileşme sağlanmıştır. Bu iyileşme miktarlarının 2,7 dakika ve 2,2 dakikalık kısımları, 5S uygulamaları ile elde edilmiştir. 5S uygulaması ile elde edilen sonuçların, SMED içerisindeki payı %19,46 olarak belirlenmiş; kullanılabilirlik ve OEE oranlarında sırasıyla +%1,31 ve +%1,074 puan katkı sağlamıştır. SMED uygulamasına başlamadan önce, 5S metodolojisi uygulamasının birim ayar sürelerinin azaltılmasına katkı sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma sonuçları irdelendiğinde, ayar sürelerinin iyileştirilmesi amacıyla uygulanan SMED metodolojisi ile elde edilen sonuçlar içerisinde 5S yönteminin etkinliğinin küçümsenemeyecek oranda

(%19,46) olduğu ve yöntemin uygulanması gerekliliği belirlenmiştir. Ayrıca, genel anlamda gerçekleştirilen çalışmanın sürdürülebilirliği ele alındığında, düzenlenmemiş ortamın oluşturacağı karışıklık ayar sürelerinin dalgalanmasına neden olma olasılığının fazla olması, 5S yönteminin uygulama gerekliliğini artırmaktadır. Çalışma zamanı kısıtı nedeniyle, çalışma etkinliğinin zamana bağlı olarak değerlendirilmesine yer verilmemiştir. Ayrıca, benzer üretim hattı olmadığı için, 5S uygulanan ve uygulanmayan benzer üretim hatlarında, zamana bağlı olarak etkinliğin nasıl değiştiği izlenememiş ve değerlendirilememiştir. Bu nedenle, devam eden süreçte çalışmacılar, 5S uygulamasının ayar sürelerine olan etkinliğinin zamana bağlı değişimi izleyerek literatür çalışmalarına katkı sağlaması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrahari, R. S., Dangle, P.A. ve Chandratre, K. V. (2015). Implementation Of 5S Methodology In The Small Scale Industry: A Case Study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(4), 180-187.
- Amrina, U., Junaedi, D. ve Prasetyo, E. (2018). Setup Reduction in Injection Moulding Machine Type JT220RAD By Applying Single Minutes Exchange of Die (SMED). *International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences*, 1-9.
- Azizi, A. ve Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study. *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, Indonesia*, 153-158.
- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P. ve Gonçalves, M. A. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. *Manufacturing Engineering Society International Conference, Spain*, 1112-1119.
- Chen, L. ve Meng, B. 2010. The Application of Setup Reduction in Lean Production. *Asian Social Science*, 6(7), 108-113.
- Chourasia, R. ve Nema, A. (2016). Review on Implementation of 5S methodology in the Services Sector. *International Research Journal of Engineering and Technology. International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(4), 1245- 1249.
- Chowdhury, S., Haque, K. A. ve Sumon, M. (2015). Implementation of Lean Strategies in a Furniture Manufacturing Factory. *IOSR Journal of Mechanical and and Civil Engineering*, 12(1), 45-50.
- Çakırkaya, M. ve Acar, Ö. E. (2016). 5S Tekniği Aşamaları ve Makarna Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4), 845-868.
- Çelik, H. (2018). SMED Uygulamalarının İmalat Sürelerine ve Birim Maliyete olan Etkisi ve Toplam Ekipman Etkinliği ile Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Çelik, H. ve Taşkın, K. (2019). SMED Uygulamasının Ayar Süresine ve Birim Maliyete Etkisi: Kabuk Soyma Parlak Çelik Üretim Hattı Uygulaması. *İşletme Bilimi Dergisi*, 7(1), 77-103.
- Ersoy, A. 2007. Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması. , Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Esa, M. M., Rahman, N. A. A. ve Jamaludin, M. (2015). Reducing High Setup Time in Assembly Line: A Case Study of Automotive Manufacturing Company in Malaysia, *2nd Global Conference on Social Science, Indonesia*, 215-220.
- Falkowski, P. ve Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. *PhD Interdisciplinary Journal*, 4(1), 127-133.
- Deshmukh, S. ve Shete, M. (2018). A Literature Review on Single Minute Exchange of Dies. *International Journal for Scientific Research & Development*, 5(12), 202-206.

- Gade, P. A., Chavan, R. G. Ve Bhavsar, D. N. (2016). Reduction In Setup Time By Single Minute Exchange Of Dies (SMED) Methodology. *International Journal of Scientific and Techology Research*, 5(6), 364-366.
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G. ve Matias, J. C. O. (2018). A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018), USA*, 783-790.
- Gupta, A. K. ve Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*, 1(1), 115-124.
- Hülagü, K. T. (2011). Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim ve SMED Uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kader, M. A. (2017). The Application of 5S's Workplace Organization at an Egyptian Flexible Packaging Factory. *International Design Journal*, 7(3), 99-107.
- Karam, A. A., Livin, M., Cristina, V. ve Radu, H. (2017). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, Romania*, 886-892.
- Keleş, A. E., Gürsoy, G. ve Çelik, G. T. (2013). 5S Sistematiği Aşamaları ve Örnek Bir Uygulama. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(2), 51-60.
- Kholil, M., Alfa, B. N. ve Supriyanto (2018). Optimization of Production Process Time with Network/PERT Analysis Technique and SMED Method. *International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences*, 1-11.
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G. Ve Matias, J. C. O. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-bean Machining in Automative Industry. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, USA*, 647-654.
- Michalska, J. ve Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211-214.
- Patel, A. K., Tomar, P. R. ve Nagila ,P. N. (2017). Reducing Material Searching time by implementing 5S in Stores Department of Manufacturing Industry. *International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering*, 5(6), 17-25.
- Otur, B., Yıldırım, I. S. ve Ayhan, M. B. (2018). Single Minutes Exchange Of Die (SMED) Applications At The Color Changeover Process Of Plastic Bottles. *4th Global Business Research Congress, Istanbul*, 233-236.
- Sarı, E. B. (2018). Yalın Üretim Uygulamaları ve Kazanımları. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17. ÜİK Özel Sayısı, 585-600.
- Sarı, E. B. (2017). Modern Üretim Sistemlerinde Smed İle Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesine Yönelik Sanayi Uygulaması. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(9), 433-441.
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: the SMED System. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Swarnkar, B. K. ve Verma, D. S. (2017). Implementation of '5S'in a small scale industry: A case study. *International Journal of Engineering Research and Application*, 7(7), 44-48.
- Sohal, A., Olhager, J., Neill, P. O. ve Parajogo, D. (2010). Implementation of OEE – issues and challenges, *International Conference on Advances in Production Management Systems, Como: Proceedings of APMS 2010*, 1-8
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö. ve Tekin, E. (2018). Büyük Ölçekli Bir İşletmede 5S Uygulaması. *International Journal of Social and Humanities Sciences*, 2(1), 106-122.

Tekin, M., Arslanere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö. ve Tekin, E. (2019). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. *International Symposium for Production Research, Switzerland*, 530-545.