

## BİSKÜVİ ÜRETİM HATLARINDA HAZIRLIK SÜRELERİNİN AZALTI MASINA YÖNELİK YALIN ÜRETİM VE SMED UYGULAMASI

Hüseyin Ali SARIKAYA<sup>1\*</sup>, Emine Kübra SOYDEMİR<sup>2</sup>, Beyza SARDAŞ<sup>3</sup>, Beyzanur ÇAYIR ERVURAL<sup>4</sup>, Durmuş Tayyar ŞEN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-5072-5067>

<sup>2</sup>Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-7535-6261>

<sup>3</sup>Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-9363-3648>

<sup>4</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-0861-052X>

<sup>5</sup>Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-9632-0102>

Anahtar Kelimeler	Öz
Kalıp Değişimi Hazırlık Süresi Azaltma 5S Kaizen Yalın Üretim	<i>Kalıp değişimi, çeşitli ürünler üreten tesislerde verimliliği etkileyen önemli bir faktördür. Kalıp değişim sürelerinin uzaması ve sonrasında beklenen kalitenin elde edilememesi büyük bir zaman ve verimlilik kaybına neden olabilmektedir. Aynı zamanda, kalıp değişimi için standart olmayan prosedürler, değişim sürecini daha da zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, bir bisküvi üretiminin üretim hatlarındaki kalıp değiştirme sorunları incelenmiştir. Tesiste üretilen her ürün için hamur açma makinesi ve paketlenme makinesinde kalıp değişiklikleri yapılmakta ve her değişimde üretim hattı temizlenmektedir. Bu çalışmada, makine kalıp değişimindeki kayıp zamanları azaltmaya yönelik SMED (Single Minute Exchange of Die: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi) yaklaşımı ve 5S ile mevcut durum analiz edilmiş ve iyileştirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda dış hazırlık süresinde %26,91, iç hazırlık süresinde %20,74 ve toplam hazırlık süresinde %21,05'lik iyileştirme gerçekleştirilmiş, yıllık üretim miktarı ve kârda ise %3,8 oranında artış sağlanmıştır. Bisküvi üretim hatlarındaki kalıp değişim süreçlerindeki iyileştirmeler yalın üretim yöntemleri ve ergonomik değerlendirmeler eşliğinde Kaizen, Poka-yoke ve SMED yöntemlerinin üç aşamalı olarak uygulanması ile gerçekleştirilmiştir.</i>

## LEAN PRODUCTION AND SMED APPLICATION TO REDUCE SETUP TIMES IN BISCUIT PRODUCTION LINES

Keywords	Abstract
Exchange of Die Setup Time Reduction 5S Kaizen, Lean Manufacturing.	<i>Die change is an important factor affecting productivity in plants producing various products. The prolongation of the die change periods and the failure to achieve the expected quality afterwards can cause a great loss of time and productivity. At the same time, non-standard procedures for die change make the change process even more difficult. In this study, die changing problems in the production lines of a biscuit production facility are investigated. Die changes are made in the dough rolling machine and packaging machine for each product produced in the facility, and the production line is cleaned at each change. In this study, the current situation is analyzed, and improvements are made with the SMED (Single Minute Exchange of Die) approach and 5S to reduce the lost times in machine die change. As a result of the study, 26.91% improvement has been achieved in external setup time, 20.74% in internal setup time and 21.05% in total setup time, while an increase of 3.8% has been achieved in annual production amount and profit. Improvements in die change processes in biscuit production lines have been realized by applying Kaizen, Poka-yoke and SMED methods in three stages, accompanied by lean production methods and ergonomic evaluations.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 24.12.2021	Submission Date : 24.12.2021
Kabul Tarihi : 08.08.2022	Accepted Date : 08.08.2022

\*Sorumlu yazar; e-posta: [huseyin.sarikaya@gidatarim.edu.tr](mailto:huseyin.sarikaya@gidatarim.edu.tr)

## 1. Giriş

Günümüzde, pazar ortamlarında artan rekabete ayak uydurabilmek ve firmaların değişen müşteri taleplerini karşılayabilmek için yalın ve tüketici odaklı üretim teknikleri uygulanmaktadır. Operasyonları iyileştirmenin yollarından biri, daha küçük parti büyüklükleri üreterek üretimde esnekliği artırmaktır. Yalın araçların (JIT, Kanban ve Çekme Sistemi) etkin bir şekilde uygulanması küçük partiler üretmeyi gerektirmektedir (Gadre, Cudney ve Corns, 2011). Ekincioglu ve Boran (2018), daha küçük parti büyüklüklerinde üretimin daha fazla değişim ihtiyacı yarattığını belirtmişlerdir.

Yalın üretim felsefesi, organizasyonlarda israfı ve katma değeri olmayan operasyonları ortadan kaldırmaya odaklanan güçlü iyileştirme metodolojilerinden biridir. Yalın üretim, uzun hazırlık süreleri performansı veya kapasiteyi sınırlayabileceğinden, hazırlık sürelerini azaltılmasına önem verir. Bir makinenin hazırlık sürelerinin azaltılması, yalın üretim uygulamasında kritik öneme sahiptir (Gung, 1999). Uzun hazırlık süreleri ayrıca kaliteyi düşürür, hurda ve yeniden işlemeyi artırır ve verimli stok yönetimini engeller (Allahverdi ve Soroush, 2008). Bu nedenle hazırlık (setup) süresinin olabildiğince kısa olması esneklik sağlama açısından oldukça önemlidir. Aynı zamanda, maliyet azaltma hedefini sağlamak için de hazırlık süresinin kısaltılması gereklidir. Hazırlık işlemleri ürüne doğrudan değer katmayan ancak üretim için gerekli olan aşamalardır (Yalçın, Akın, Elmas, Eren ve Gündüz, 2020).

SMED yöntemi Shingo (1985) tarafından öne sürülen yalın üretim felsefesine dayanmaktadır. SMED yönteminin hedefleri, hazırlık (kalıp değişim/kurulum) sürelerini azaltma ve makine değiştirme sürelerinin standardizasyonudur (Lozano, Saenz-Díez, Martínez, Jiménez ve Blanco, 2016). SMED metodolojisi, şirketlere kalıp veya alet değişimi, ambalaj malzemesi değişimi ve ürün değişimi için hızlı ve verimli bir yol sağlar (Shingo, 1985; Mustafa ve Chen, 2016; Naboureh ve Safari, 2016). SMED, makine ve kalıp değiştirme süresini önemli ölçüde azaltabilir ve esnekliği artırabilir. Hazırlık süresinin azaltılması, yalın üretimin kilit bir işlemi olabilir (Schonberger, 1982).

Bununla birlikte, klasik SMED yöntemi ile süreleri azaltamayan işlemlerin olabileceğini de gözden kaçırmamak gerekir (Ekincioglu ve Boran, 2018).

Bazı durumlarda hazırlık süresini azaltmak için alternatif ve gelişmiş yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Karasu, Cakmakci, Cakiroglu, Ayva ve Demirel-Ortabas, 2014). Diğer yalın üretim araçları bu ihtiyacı karşılamak için SMED ile entegre edilebilir (Kaizen, 5S, Poka-Yoke, Değer Akışı Haritalama ve Taguchi gibi).

Operatör verimliliğini artırmak ve insan faktörünü korumak için hazırlık sürelerini azaltacak yöntemler ergonomik kurallara uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Bu çalışmada gıda sektöründe bir bisküvi üretim tesisinde toplam hazırlık süresinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle SMED ve diğer yalın üretim araçları ergonomi kurallarına uygun olarak bisküvi üretim hattına uygulanmıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde, yalın üretim teknikleri ve SMED yöntemine ilişkin açıklayıcı bilgilere yer verilmiş, ikinci bölümde ilgili bilimsel yazın incelenmiştir. Üçüncü bölümde bisküvi üretim tesisinin üretim hatlarındaki kalıp değişim süreci uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bu bölümde önce gözlem yapılarak makinenin mevcut hazırlık işlemleri belirlenmiş, zaman etüdü yapılarak mevcut durum ölçülmüş, iyileştirme sürecine 5S Kaizen yöntemi ile başlanmıştır. Dördüncü bölümde işlemler iç ve dış olarak ikiye ayrılmış, dış işlemlerin sayısı artırılmış, tekrar zaman etüdü yapılarak iyileştirmelerin hazırlık süresine olan katkısı gösterilmiştir. Beşinci bölümde ise sonuç ve ileride yapılabilecek çalışmalar anlatılmıştır.

Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim sürecinde karşılaştığı gerçek bir hayat problem ele alınmıştır. İşletme için ciddi bir mali yük oluşturan kalıp değişiminde yaşanan kayıplar SMED ve yalın üretim yöntemleriyle değerlendirilmiş, mevcut sistemin kendi koşullarına göre iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur. Bilimsel yazında, bisküvi üretim tesisi için baştan sona üretim sürecini değerlendiren ve o sisteme özgü çözüm önerileri geliştiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmada 5S Kaizen, Poka-yoke ve SMED teknikleriyle 3 aşamalı bir yapı önerilmiştir. Bu açıdan mevcut bilimsel yazına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

## 2. Bilimsel Yazın İncelemesi

Bilimsel yazın incelemesi çerçevesinde farklı sektörlerde SMED yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu bölümde kısaca özetlenmiştir.

Hazırlık sürelerini azaltmaya yönelik uygulamaların çoğu SMED metodolojisi ile ilişkilendirilmiştir. Hazırlık süresi azaltma stratejisi Tekli Dakikada Kalıp Değişimi olarak adlandırılan SMED, 1969 yılında Shigeo Shingo adlı Toyota mühendisi tarafından ortaya atılmıştır (Rosa, Silva, Ferreira ve Campilho, 2017). SMED uygulamasının daha yüksek verimlilik, daha az stok, artan kalite, azalan teslim süresi, daha fazla uyarlanabilirlik ve daha küçük parti büyüklükleri ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Chen ve Meng (2010) hazırlık süresinin azaltılmasının, hızlı kurulum değişikliğini gerçekleştirmek ve bireyselleştirilmiş müşterilerin taleplerini karşılamak için yalın üretimde kritik bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, hazırlık süresinin azaltılmasının, geleneksel hazırlık stratejisine kıyasla kurulum değiştirme süresini %50 azaltabileceğinin gösterildiğini belirtmişlerdir. Sousa ve diğ. (2018) mantar tıpa üretiminde 28 dk 58 sn'lik kalıp değişim süresini yaklaşık %43 azaltmış ve aydan aya ortalama 10 değişiklikli makine başına aylık yaklaşık 2.340 €'luk bir tasarrufun sağlanabildiğini göstermişlerdir. Mulla, Bhatwadekar ve Pandit (2014), darboğaz makinesi olan ve toplam üretimin %60'ına katkıda bulunan dikey delme makinesi üretiminde 5S stratejisi kapsamında SMED uygulayarak zamanında teslimatı %65'ten %77'ye, toplam ekipman etkinliğini %54,11'den %59,45'e çıkarmış ve hazırlık süresini %50 azaltmıştır. Costa, Braganca, Sousa ve Alves (2013) SMED'i bir zımbalama makinesinde uygulamış ve kurulum süresinde %64 azalma (15,1'den 5,4 dakikaya), süreç içi toplamda %50 (12,8'den 6,4 güne kadar), operatör tarafından iç süre içinde katedilen mesafede %99'luk (136,7'den 1,7 milyona) bir azalma elde etmiştir. Buna karşılık gelen kazanç yılda neredeyse 7.315.38 €'dur. Moreira ve Pais (2011) SMED'i yürütmenin şirketin işlem hacminin yaklaşık %2'sine (360.000 €) karşılık geldiğini hesaplamışlardır. Ulutaş (2011) strafor üretim sürecinde belirlenen makine üzerinde kalıp değiştirme işlemlerine yönelik optimal bir standart prosedür hazırlamak için SMED yöntemini uygulamıştır. Hazırlık işlemleri sırasında ergonomi ve güvenlik konuları da dikkate alınmış, SMED uygulaması ile zaman tasarrufu ve işveren

güvenliğinin arttığı gözlenmiştir. Mali ve Inamdar (2012) düşük hacimli ve çok çeşitli ürün imalatında ekipmanın kapasitesini en üst düzeye çıkarmak için %80'den daha az kullanımı olan makineleri kritik olarak tanımlamışlar, bu makinelerin yalın üretimin SMED tekniğini kullanarak kalıp değiştirme süresinin azaltılmasına ilişkin vaka çalışması yapmışlardır. Sonuçta, uzun vadede, düşük hacimli ve çok çeşitli ürün imalatında hızlı değişim süresini gerçekleştirerek, SMED'in kalıp değiştirme süresini önemli ölçüde azaltabileceğini göstermişlerdir.

Sarı (2018) otomotiv sektörü için parça üreten bir yan sanayi firmasında kalıp değiştirme sürelerini iyileştirmek için SMED yöntemini uygulamıştır. Öncelikle fabrikanın üretim faaliyetleri gözlemlenmiş ve kayıt altına alınmış, iş süreçleri belirlenmiş ve Pareto analizi ile sorunlu süreçler saptanmıştır. Daha sonra süreç basamakları iç hazırlık ve dış hazırlık şeklinde sınıflandırılmış ve işlem sürelerini en aza indirmek için paralel süreçler belirlenmiştir. Kalite ve bakım sorunlarının çözümü, kalıp değişim sürelerindeki iyileştirmeler ve 5S çalışmalarından sonra 12 problemlili hazırlık sürecinin ortadan kaldırılmasıyla %7, paralel atamaların gerçekleştirilmesiyle ise %22 iyileştirme sağlanmıştır.

Agung ve Hasullah (2019) enjeksiyon prosesi ile plastik ambalaj üretimi yapan bir firmada kalıp değiştirme sürelerini iyileştirmek için SMED yöntemini kullanmışlardır. Yürütülen faaliyetlerin analizinde İşlem Analiz Tablosu, SMED konseptini kullanan aktiviteleri optimize etmek için de Analitik Kartlar kullanılmıştır. SMED konseptini desteklemek için 5S yöntemi kullanılmış, bu sayede çalışma alanındaki israfın önüne geçilmiştir. SMED konseptini uygulayarak kalıp değişim sürelerinin zaman içindeki değişimi %18 oranında azaltılmıştır.

Akyurt ve Eren (2019) otomotiv ve elektrik sektörlerinde test ve montaj parçaları üreten bir firmadaki enjeksiyon kalıplama makinelerinde daha hızlı kalıp değişimlerine olanak sağlayan SMED yaklaşımını uygulamışlardır. SMED yaklaşımı ve 5S ile mevcut durum analiz edilmiş ve iyileştirmeler yapılmıştır. İyileşme öncesi ve sonrası hazırlık süreleri ölçülmüş ve 65,30 dakikalık süre 23,62 dakikaya indirilmiştir.

Yalçın ve diğ. (2020) tarafından bir buhar boru firmasında kalıp değiştirme süresinde SMED, 5S uygulaması ve standardizasyon göz önünde

bulundurularak operatörün kurulum sırasında kullandığı güç 299 Watt'tan 165 Watt'a gerilemiş, böylece %63'e varan ek iyileştirme sağlanmıştır.

Yazıcı, Gökler ve Boran (2020) geleneksel SMED ve bulanık hata modları ile etki analizi (fuzzy-FMEA) yöntemlerini bütünleştiren yeni bir SMED modeli geliştirilmişlerdir. Bulanık FMEA yöntemi, hazırlık işlemlerinde hazırlık süresinin daha da uzamasına neden olan sorunları önlemek için kullanılmıştır.

Analistin makinenin incelenmesi ve hazırlık süreci boyunca yönlendirdiği yeni bir operasyon çalışma sayfası olan "Kurulum Gözlem ve Analiz Formu" da tasarlanmıştır. Yeni yaklaşım, bir kalem üretim şirketi için bir plastik enjeksiyon kalıbı kurmak için uygulanmıştır. Hazırlık süresi 71,32'den 36,97 dakikaya düşürülmüş, %48'lik bir iyileşme sağlanmıştır. Hazırlık süresinin iyileştirilmesine ilişkin mevcut çalışmaların bir özeti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Hazırlık süresinin azaltılmasına ilişkin mevcut çalışmaların özeti

Yazar(lar)	Yöntem(ler)	Çalışma Alanı	Bulgular
Yalcın ve diğ. (2020)	SMED ve 5S	Ağır Sanayi	Operatörün kurulum sırasında harcadığı güç 299 watt'tan 165 watt'a düşürülmüştür.
Yazıcı ve diğ. (2020)	SMED ve Bulanık FMEA	Kalem Üretimi	Kalıp değişim süresi 71,32'den 36,97 dakikaya düşürülmüş ve plastik enjeksiyon kalıbında %48'lik bir iyileşme sağlanmıştır.
Çelik (2020)	SMED ve Taguchi	Çelik	SMED Taguchi ile toplam hazırlık süresi azalması, sadece SMED uygulamasından 216 dakika daha fazla gerçekleşmiştir.
Agung ve Hasbullah (2019)	SMED ve 5S	Plastik Paketleme Ürünleri	Enjeksiyon prosesi ile plastik ambalaj üretimi yapan bir firmada kalıp değiştirme sürelerini iyileştirmek için SMED yönetimini kullanmışlardır. SMED konseptini desteklemek için 5S yöntemi kullanılmış, bu sayede çalışma alanındaki israfın önüne geçilmiştir. Kalıp değişim sürelerinin zaman içindeki değişimi %18 oranında azaltılmıştır.
Akyurt ve Eren (2019)	SMED ve 5S	Otomotiv ve Elektrik Ürünleri	Otomotiv ve elektrik sektörlerinde test ve montaj parçaları üreten bir firmadaki enjeksiyon kalıplama makinelerinde daha hızlı kalıp değişimlerine olanak sağlayan SMED ve 5S yaklaşımları ile mevcut durum analiz edilmiş ve iyileştirmeler yapılmış ve hazırlık sürelerinde %63,8'lik iyileşme sağlanmıştır.
Monteiro ve diğ. (2019)	SMED	Metal İşleme	Firmanın hazırlık süreleri dikey freze tezgahında %40, yatay freze tezgahında ise %57 oranında azaltılmıştır.
Vieira, Lopes, Santos, Félix ve Ferreira (2019)	SMED	Metal İşleme	Beş farklı profillemeye makinesine SMED uygulanması ile ortalama %10,8'lik bir OEE iyileştirme sağlanmıştır.
Karam, Liviu, Cristina ve Radu (2018)	SMED	Eczacılık	Darboğaz sürecindeki değişim süresi 12 ayda %30 azalmış, süreç kalitesi, standardizasyon ve ekip çalışması iyileştirilmiştir.
Martins, Godina, Pimentel, Silva ve Matias (2018)	SMED	Otomotiv	SMED, kurulumda %50'den fazla bir azalma ve önceden belirlenmiş işlemler nedeniyle oluşan hurdanın ortadan kaldırılmasını sağlamıştır.

Ekincioglu ve Boran (2018)	SMED ve Bulanık Taguchi	Alüminyum Profil Üretimi	Hazırlık süresi 196 dakikadan 75 dakikaya düşürülmüştür ve Bulanık Taguchi yöntemi ile optimum değer bulunmuştur.
Sousa ve diğ. (2018)	SMED	Mantar Üretimi	Mantar tıpa üretiminde kalıp değişim süresinde yaklaşık %43 azalma gerçekleşmiştir. Makine başına ayda yaklaşık 2.340 € tasarruf sağlanmıştır.
Sarı (2018)	SMED ve 5S	Otomotiv	Kalite ve bakım sorunlarının çözümü, kalıp değişim sürelerindeki iyileştirmeler ve 5S çalışmalarından sonra 12 problemlili hazırlık sürecinin ortadan kaldırılmasıyla %7, paralel atamalar ile ise %22 iyileştirme sağlanmıştır.
Sabadka, Molnar ve Fedorko (2017)	SMED	Şaft Üretimi	Makine ayar süresi, parti ayar süresi ve gösterim gecikmesinden kaynaklanan gecikmede önemli azalma sağlanmıştır.
Rosa ve diğ. (2017)	SMED	Otomotiv	Hazırlık süresinde elde edilen yaklaşık %58,3 haftalık azalma. Montaj hattı kullanılabilirliği ve üretim kapasitesi artırılmıştır.
Boran ve Ekincioglu (2017)	SMED, MFA ve Gri-tabanlı Taguchi	Alüminyum Profil Üretimi	Sue Rodgers kas yorgunluğu değerlendirme yöntemi ve gri tabanlı Taguchi yöntemine dayalı olarak geliştirilen entegre SMED yöntemi, alüminyum profil üreten bir fabrikada CNNx makinesine uygulanmış, toplam kurulum süresi 196 dakikadan 73,5 dakikaya düşürülmüş, böylece %62,5 iyileştirme sağlanmıştır.
Lozano ve diğ. (2017)	SMED	Gıda	Gıda sektöründe makine değiştirme iyileştirmeleri yapılmıştır.
Umap ve diğ. (2016)	SMED ve Kaizen	Otomatik Yardımcı	Bir otomatik yardımcı daha çevik, verimli hale getirilmiş ve atıklar azaltılmıştır. Hazırlık süresi de azaltılmıştır.
Mulla ve diğ. (2014)	SMED ve 5S	Pompa Üretimi	Dikey delme makinesinde zamanında teslimat %65'ten %77'ye, OEE %54,11'den %59,45'e yükseltilmiş ve hazırlık süresi %50 azaltılmıştır.
Costa ve diğ. (2013)	SMED	Asansör Üretimi	Kurulum süresinde %64, devam eden iş miktarında %50 ve operatörün kat ettiği mesafede %99 azalma sağlanmış ve buna karşılık yılda yaklaşık 7.315,38 € kazanç sağlanmıştır.
Pellegrini Shetty ve Manzione (2012)	SMED ve Kaizen	Üretim	Proses hazırlık süresi 90 dakikadan 47 dakikaya indirilmiş ve daha fazla iyileştirme fırsatları belirlenmiştir.
Mali ve Inamdar (2012)	SMED	Üretim	Ekipmanın kapasitesini en üst düzeye çıkarmak için %80'den daha az kullanımı olan makineleri kritik olarak tanımlamışlar, SMED tekniğini kullanarak vaka çalışması yapmışlardır.
Moreira ve Pais (2011)	SMED	Kalıp Döküm	SMED'i uygulayarak şirketin yaklaşık 360.000 € maliyetin %2'sinden tasarruf sağlanmıştır.
Ulutaş (2011)	SMED	Strafor Üretimi	Strafor üretim sürecinde belirli makinelerin hazırlık işlemlerine yönelik optimal bir standart prosedür hazırlamak için SMED yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca kalıp değişimi sırasında işveren güvenliği ve ergonomi ilkeleri dikkate alınmıştır.

Bilimsel yazın incelenmesinden de anlaşıldığı gibi bu konu üzerinde farklı uygulama sahalarında çalışmalar yer almakla birlikte hala konunun önemi ve işletmelerde oluşturduğu ekonomik yükten dolayı yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışma hem yalın üretim teknikleri hem de ergonomik koşulları birlikte ele alarak bir bütünlük SMED modeli önermektedir. Gıda sektöründeki uygulamaların, seri üretim politikaları gereği oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Çalışmada 5S Kaizen, Poka-yoke ve SMED teknikleriyle 3 aşamalı bir yapı ile gıda sektöründe -bisküvi üretim tesisi- yaklaşım önerilmiş, bu açıdan bilimsel yazına katkı sunacağı ve konuda çalışanlara yol göstereceği düşünülmektedir.

### 3. Materyal ve Yöntem

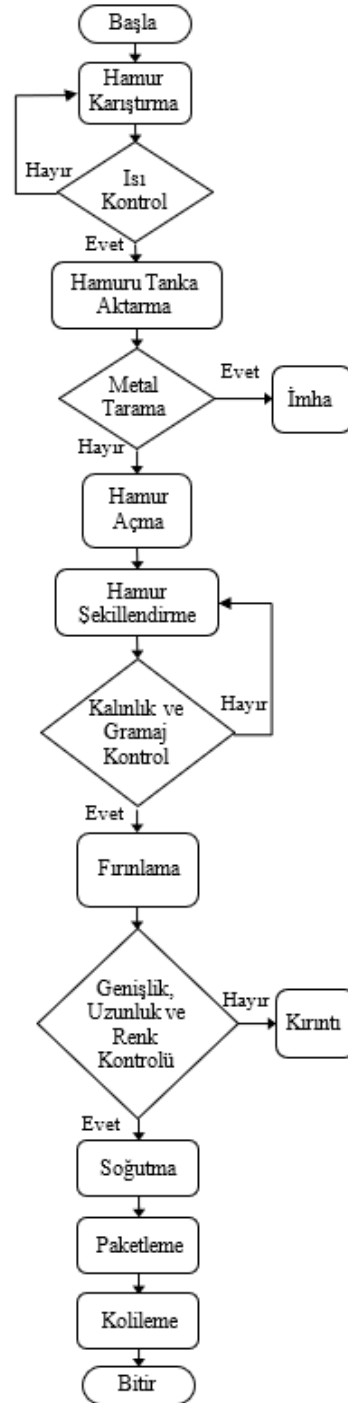
Bu çalışmada bisküvi üretimi yapan bir işletmenin hamur açma ve paketlenme makinelerinde gerçekleştirilen kalıp değişim süreci incelenmiştir. Bisküvi üretim tesislerindeki üretim hattında değişim süreleri çok uzun olduğu ve üretimde esneklik sağlamadığı için bu çalışmada yalın üretim tekniklerinden SMED yaklaşımı ve diğer yalın üretim teknikleri kullanılarak somut iyileştirmeler elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada yürütülen tüm işlemler Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Konya Şeker Çumra Bisküvi Üretim Tesisleri'nde yürütülen çalışmanın yayınlanması için Anadolu Birlik Holding tarafından 10.12.2021 tarihinde yetki verilmiştir.

#### 3.1. Yalın Üretim Teknikleri ile Üretim Hattındaki Hazırlık Süresini Azaltma Çalışması

Bisküvi üretim departmanı dördüncü hatta tam buğday, tam yulafli bisküvi ve pötibör bisküvi gibi ürünler üretmektedir. Ürünler, üretim planlamasından gelen bilgilere göre üretim hattında çeşitli rotasyonlar yapılarak üretilmektedir. Bu ürün çeşidinin rotasyonu sırasında bisküvi hamurunun şekillendirilmesi ve paketlenme aşamasında kalıp değişikliklerinin yapıldığı gözlemlenmiştir. Sorunu kapsamlı bir şekilde tanımlamak için tüm kurulum etkinliklerini ayrıntılı olarak analiz etmek önemlidir. Bu amaçla, bir kamera tarafından bir kalıp değiştirmeler kaydedilmiş ve çalışma bu video kaydı üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bisküvi üretim sürecinde bisküvi hamurunun hazırlanması, hamurun şekillendirilmesi, fırınlanması, bisküvilerin hizalanması ve paketlenme işlemleri bulunmaktadır. Üretim hattının iş akış diyagramı aşağıda Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. İş akış şeması

### 3.2. Mevcut kalıp değişim sürecinin analizi

Kalıp değiştirme sürecinde gözlemsel verileri görüntülerken, işlem sembolleri ve ilgili işlem türlerini içeren İşlem Analiz Şeması (Simoes ve Tenera, 2010) kullanılabilir. Böylece kurulum işlemleri esnasında meydana gelen israf ortaya çıkarılabilir. Şekil 2, beş tür faaliyeti göstermektedir: İşleme, İnceleme, Taşıma, Depolama ve Bekleme.

Hamur kalıplama makinesi ve paketleme makinesi kalıp değiştirme işlemleri ve her işlem için harcanan süre sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3-4'te gösterilmiştir. Kurulum işlemlerinin toplam süresi 99 dk 14 sn'dir.

İşlem Sembolü	İşlem Türü
●	İşleme
■	İnceleme
←	Taşıma
▼	Depolama
D	Bekleme

Şekil 2. İşlem Analiz Şeması (Simoes ve Tenera, 2010)

Tablo 2

## Hamur Kalıplama Makinesi Kalıp Değişirme İşlemleri

S. No	İşlem	●	■	←	▼	◐	Süre (sn)
1	Makinenin konveyör kısmından çıkarılan parçaların depolama alanına taşınması			X			76
2	Konveyör bandının düzeltilmesi	X					56
3	Boru-1'in makineye yerleştirilmesi	X					18
4	Takılan parçanın doğru yerleştirilip yerleştirilmediğini kontrol edilmesi		X				17
5	Boru-1'in makine üzerinde başka bir yere yerleştirilmesi	X					43
6	Makineden yeni bir parçanın çıkarılması	X					24
7	Konveyör bandının düzeltilmesi	X					13
8	Boru-2'nin makineye yerleştirilmesi	X					29
9	Konveyör bandının düzeltilmesi	X					11
10	Boru-3'ün makineye yerleştirilmesi	X					52
11	Operatör-A ve Operatör-B tarafından depolama alanından ağır olan kalıbın getirilmesi			X			9
12	Getirilen parçanın yerleştirilmesi	X					51
13	Operatör-A ve Operatör-B tarafından depolama alanından başka bir ağır kalıp getirilmesi			X			11
14	Makinenin tahliye edilmesinin beklenmesi					X	32
15	Getirilen parçanın yerleştirilmesi	X					13
16	Makinenin kontrol edilmesi		X				35
17	Hamur şekillendirme kalıbının çıkarılması ve yeni kalıbın takılması	X					168
18	Kalıp taşıma aracının yerine alınması			X			40
19	Kalıbın yerleşiminin kontrol edilmesi		X				24
20	Yeni boruyu getirmek			X			11
21	Getirilen parçanın yerleştirilmesi	X					27
22	Programlama için makinenin bilgisayar kısmına yürünmesi			X			6



Tablo 3

## Paketleme Makinesi Kalıp Değişirme İşlemleri

S. No	İşlem	●	■	←	▼	◐	Süre (sn)
23	Makinenin yeni ürün için programlanması	X					18
24	Paketleme makinesi askerlerinin sökülmesi	X					513
25	Paketleme makinesi zincirlerinin demontajının yapılması	X					99
26	Zincirlerin askıya taşınması			X			16
27	Monte edilecek zincirlerin alınması	X					5
28	Zincirlerin paketleme makinesine taşınması			X			15
29	Gecikme					X	31
30	Zincirlerin paketleme makinesine montajının yapılması	X					139
31	Demonte parçaların ayarlanması	X					49
32	Paketleme makinesinin içinin temizlenmesi	X					84
33	Paketleme makinesi parçalarının yeniden montajının yapılması	X					29
34	Gecikme					X	83
35	Paketleme makinesi parçalarının yeniden montajının yapılması	X					29
36	Parça kutusuna yürünmesi			X			4
37	Kutudan parça alınması	X					2
38	Parçaların paketleme makinesine taşınması			X			7
39	Paketleme makinesi parçalarının yeniden montajının yapılması	X					46
40	Bisküvilerin hizalandığı hattın temizlenmesi	X					154
41	Kasanın oturmak için taşınması			X			12
42	Gecikme					X	44
43	Demonte parçaların ayarlanması	X					37
44	Gecikme					X	35

Tablo 4  
Paketleme Makinesi Kalıp Değişirme İşlemleri (Devamı)

S. No	İşlem	●	■	←	▼	D	Süre (sn)
45	Demonte parçaların ayarlanması	X					24
46	Gecikme					X	18
47	Demonte parçaların ayarlanması	X					8
48	Gecikme					X	32
49	Demonte parçaların ayarlanması	X					73
50	Temizlik nedeniyle gecikme					X	200
51	Gecikme					X	262
52	Paketleme makinesinin askerlerinin yeniden birleştirilmesi	X					393
53	Gecikme					X	33
54	Paketleme makinesinin askerlerinin yeniden birleştirilmesi	X					1167
55	Kasayı oturtmak için taşıma			X			13
56	Paketleme makinesinin askerlerinin yeniden birleştirilmesi	X					55
57	Gecikme					X	22
58	Paketleme makinesinin askerlerinin yeniden birleştirilmesi	X					341
59	Paket ayarının yapılması	X					72
60	Kalan paketin çöp kutusuna taşınması			X			8
61	Paket ayarının yapılması	X					21
62	Makine kapaklarının takılması			X			19
63	Temizlik ekipmanlarının taşınması			X			14
64	Makinenin içinin temizlenmesi	X					140
65	Paket ayarının yapılması	X					243
66	Genel temizlik	X					579

### 3.3. Hazırlık İşlemlerini İyileştirme Yöntemleri

#### 3.3.1. 5S Kaizen

Hazırlık işlemlerini iyileştirmek için uygulanacak ilk yalın üretim düşüncesi Kaizen, üretimdeki en büyük savurganlığın insanların kullanmadığı akıl ve yetenekleri olduğu gerçeğinden hareketle sürekli iyileştirmeyi amaç edinen bir yöntemdir. Kaizen etkinliği firmalar için yalın üretim uygulamasının temelidir ve Toyota Düzenlemeleri "Sonsuz yaratıcılık, merak ve gelişme arayışıyla çağın ötesinde olun." düşüncesi sürekli vurgulanmaktadır (Liker ve Hoseus, 2008).

Kalıp değiştirme sürecindeki iyileştirme çalışmalarında yapılan iyileştirmelerin sürekli ve kalıcı olması önemlidir. Böylece yalın üretim anlayışında ve mükemmel üretim hedefinde ilerlenecektir.

Çalışma ortamında tam bir mükemmellik isteniyorsa fabrika ve atölye düzeni 5S Kaizen ile yönetsel olarak iyileştirilebilir. 5S Kaizen bireysel ve/veya grup faaliyetleri ile çalışma ortamının iyileştirilmesidir. 5S Kaizen konsepti, SMED yaklaşımını desteklemek için kullanılan etkin yalın üretim tekniklerindedir.

Normal fabrikalarda ve atölyelerde, takımlar ve aletler yerinde kalır, aletlerin hemen yanında makineler bulunur. Döşeme eski olsa bile temizdir, içinde kırıntılar, talaşların, artıkların biriktiği ayrı kovalar, kutular vardır. Bu tür fabrikalarda verimlilik yüksek, maliyetler, ürünlerde hatalar düşük ve kontrol altındadır.

Bazen böyle bir düzen fabrikaların tüm atölyelerinde olmayabilir. Bir atölye düzensiz, verimsiz ve iş akışını bozacak ve yavaşlatacak kötü bir çalışma ortamı olabilir. Düzensiz ortam nedeniyle iş akışında aksama yaşama olasılığı yüksektir. Kaydedilmeyen ve ölçülemeyen birçok arıza, kötü çalışma ortamından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada Kaizen çeşitlerinden "Hızlı Kaizen" yaklaşımı uygulanmıştır. "Hızlı Kaizen", probleme ilişkin derin bir bilgi birikimi gerektirmeyen ve vakit kaybetmeden hemen uygulanabilen bir yöntemdir. Sürekli iyileştirme felsefesinden ziyade belirli süreçleri kısa sürede geliştirme ve iyileştirme ilkesine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, ekip liderleriyle dikkatli bir planlama gerektirir. Bu yaklaşım her zaman uygulanmaz, belirli bir alandaki geliştirme ve iyileştirmelerin birkaç gün, hafta veya ay içinde tamamlanması gerekir. İyileştirmeler yapılırken işçi sağlığı ve çevreye verilen zararlar gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Kalıp değiştirme işlemleri için de en uygun yaklaşımdır.

Japonca -Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke- sözcüklerinin bir araya gelmesiyle oluşan ve artık sembol haline gelen 5S Kaizen metodolojisi, düzenle, sırayla ayarla, temizlik, standardizasyon, disiplin ya da oto kontrol ile sürdür kelimelerinden oluşur.

5S bağlamında mevcut hazırlık işlemlerini sürekli sorgulamak gereklidir.

#### S1: Ayıkla

Öncelikle Tablo 5'te katma değerli ve katma değerli olmayan işlemler belirlenmiştir. Bu aşamada kalıplardaki karmaşıklığın giderilmesi için düzenleme yapılmalıdır. Kalıpları değiştirirken ve parçaları yeniden monte ederken personel, değiştirilecek doğru parçaları bulmakta zorlanmaktadır. Bunu gidermek için değişen parçalara kırmızı etiket sistemi uygulanmalı ve etiketlerine göre yerleştirme yapılmalıdır. Etiketleme sistemi uygulanırken parça boyutu, malzeme, hangi ürün için gereksinim duyulduğu gibi kriterler etiketlenmelidir. Depolama alanındaki eski parçalar da tespit edilerek atılmalı veya daha az kullanılan alana yerleştirilmelidir.

Tablo 5

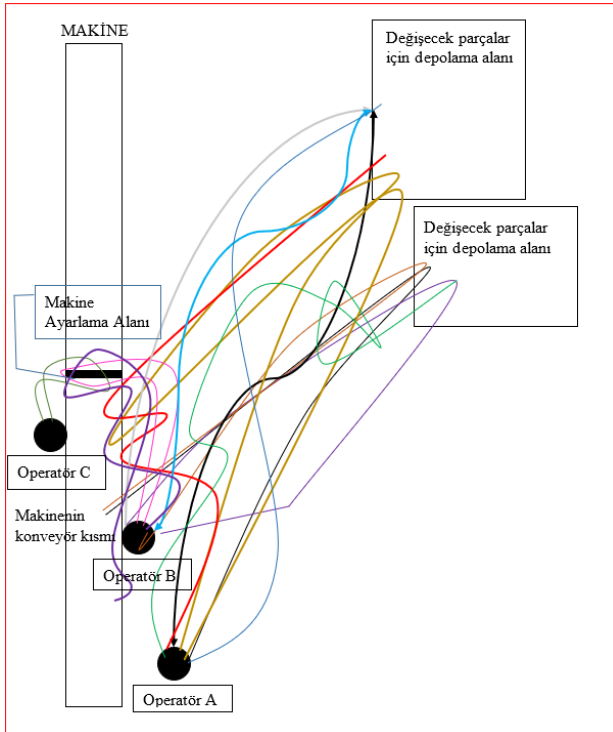
## Katma Değerli Ve Katma Değerli Olmayan İşlemler

Katma Değerli İşlemler	Katma Değerli Olmayan İşlemler
· Kalıp değişimi	· Makinenin sığ temizliği
· Yeni ürün için makine kurulumu	· Genel temizliğin tamamlanması
· Temizleme ve yeniden kurulum için paketleme makinesi parçalarının sökülmesi	· Kullanılmayacak üretim hattının geri çekilmesi
· Sökülen ve temizlenen makine parçalarının tekrar yerine takılması	· Gecikme
· Yeni paketin paketleme makinesine montajı ve ayarlanması	

## S2: Düzenle

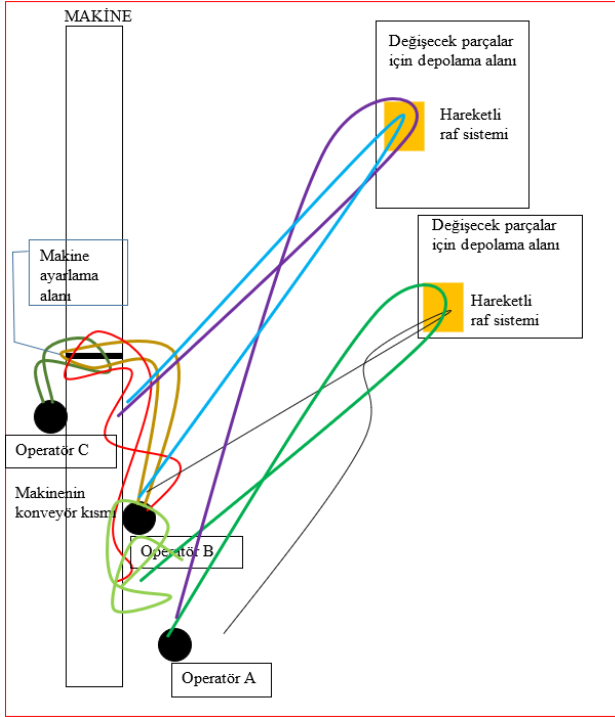
Bu aşamada kalıp değiştirme işleminde kullanılan boruların taşınması için hareketli raflar kullanılmalıdır. Şekil 2'deki spagetti diyagramı

rafları hareket ettirmenin gerekliliğini göstermektedir.



Şekil 2. Hamur şekillendirme makinesi ile depolama alanı arasındaki taşımının spagetti diyagramı

Hareketli raflar kullanıldıktan sonra depolama alanı ile makine arasındaki tahmini hareket diyagramı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Makine parçalarını taşımak için hareketli raf kullanıldıktan sonraki spaghetti diyagramı.

Ayrıca yerde personele taşımaları yönlendirecek hatlar bulunmadığından hatlar çizilmelidir. Farklı türdeki küçük parçalar için farklı bölümlere sahip bir araç kutusu kullanmak, yeniden birleştirme aşamasını hızlandıracaktır. Diğer bir konu ise teknisyenlerin kullandığı ekipmanların bulunamamasıyla kaybedilen zamandır. Araçların organize edilmesi ve her kullanım için sabit bir yere yerleştirilmesi bu sorunu büyük ölçüde çözecektir. Parçaları kolayca tanımak için de renkli etiketler yapıştirilmelidir.

### S3: Temizlik

Bu aşamada katma değerli ve katma değerli olmayan işlemler belirlendikten sonra işlemin gecikmesi önlenmelidir. Taşımadan kaynaklanan

zaman kaybı da daha az olacaktır. Ayrıca kullanılan malzemelerin muayenesi de kontrol edilmelidir.

### S4: Standardizasyon

5S yöntemini standardize etmek için personel prosedür hakkında bilgilendirilmelidir. Kullanılan uygulamaların görselleştirilmesi kavrayışı kolaylaştırır. Tablo 6'daki sorumluluk çizelgesi personelin sorumluluklarını yazılı olarak anlamalarına yardımcı olacaktır.

Tablo 6

Sorumluluk çizelgesi örneği

<b>BİSKÜVİ HAMUR ŞEKİL VERME MAKİNESİNDE</b>
<b>KALIP DEĞİŞİMİ SORUMLULUK ÇİZELGESİ</b>

Tarih:

Operatörün Adı	Rol	Sorumluluklar	İmza
Operatör A	Bilgisayar teknisyeni	· Bilgisayar kurulumunu ayarlama	
Operatör X	Teknik ekip amiri	· Parçaların doğruluğunu kontrol etme · Boruların yerleşimini kontrol etme · Boruların kaldırılmasını beklerken konveyör bantlarının düzeltilmesi	
Operatör Y	Teknik ekip personeli	· Boruları taşıma · Boruları yerleştirme	
Operatör Z	Teknik ekip personeli	· Boruları taşıma · Boruları yerleştirme	

S5: Sürdür

Tüm personelin iyileştirmeleri takip etmesini sağlamak için standardizasyon süreci ekip lideri tarafından denetlenmelidir.

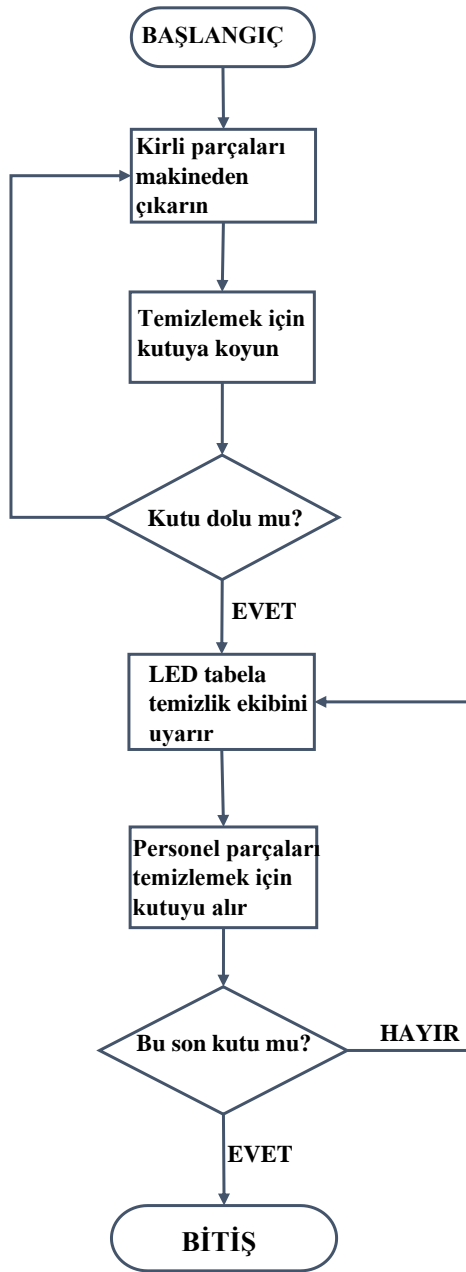
### 3.3.2. Poka-yoke

Poka-yoke, her seferinde iyi birimlerin üretilmesini sağlayan kusursuz araç veya yöntemlerdir. Bu özel yöntemler, hataları önler ve sorunlara hızlı geri bildirim sağlar. Poka-yoke, ürün ve zamanın boşa harcanmasını önlemek amacıyla çalışanlar için üretim hattında bazı uyarıcı sistemlerin oluşturulduğu mekanik ve mekanik olmayan bir dizi yöntemler olarak da adlandırılabilir. Bu konsept Japon Mühendis Shigeo Shingo tarafından kullanılmıştır. Poka-yoke konsepti, 5S Kaizen gibi SMED yaklaşımını desteklemek için kullanılan etkin yalın üretim tekniklerindedir.

Bu çalışmada, Poka-yoke konsepti de kullanılarak yalın üretime katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda işletmenin bisküvi üretim hattındaki kalıp değişimi sırasında led ışıklı bir tabela kullanılması organizasyon eksikliğini ve kaosu

azaltmak açısından etkili bir yöntem olacaktır. Örneğin, makine parçalarının sökülmesinden hemen sonra genel bir temizlik yapılmalıdır. Poka-yoke kapsamında hazırlanan led tabela temizlik ekibini zaman kaybetmeden işlemin yapılacağı konusunda uyarılmaktadır. Şekil 4'te led tabela çalışma prensibi gösterilmektedir.

Kalıp değişim sürecinin iyileştirilmesinde, yukarıda bahsedilen 5S Kaizen ve Poka-yoke konseptlerine ilave olarak birçok yalın üretim yöntemi SMED yaklaşımını desteklemek için kullanılabilir.



Şekil 4. Led Tabela Çalışma Prensibi

#### 4. SMED Yöntemi

Tekli Dakikada Kalıp Değişimi'nin kısaltması olan SMED, yalın üretim sisteminde hızlı, basitleştirilmiş ve verimli üretim kurulumu ve bir üründen/süreçten diğerine geçiş için kullanılan ve genellikle üretim kesintisinin başlıca nedenlerini oluşturan bir yöntemi ifade eder (Shingo, 1985). Sürekli, geliştirilmiş bir üretim akışının temel

yapıtaşlarından biridir. "Tekli dakika" ifadesi, tüm değiştirme ve kurulumların yalnızca bir dakika sürmesi gerektiği anlamına gelmez, 10 dakikadan az (tek haneli dakika) sürmesi gerektiği anlamına gelir (Moreira ve Pais, 2011). "Kalıplar", imalat endüstrilerinde, çoğunlukla bir pres kullanarak malzemeyi kesmek veya şekillendirmek için kullanılan ve bir üretim modeli değiştirildiğinde değiştirilmesi ve yeniden kurulması gereken özel araçları ifade eder. Kalıpların değiştirilmesi işlemleri uzun süre durdurabilir.

SMED yönteminin temel mantığı, dış işlemlerin sayısını artırmak ve iç işlemleri dış işlemlere dönüştürmektir. Geleneksel SMED yöntemi dört adımda uygulanmaktadır (Shingo, 1985).

Adım 1: Hazırlık sürelerinin analiz edilmesi.

Adım 2: İşlemlerin iç ve dış hazırlık olarak ayrılması.

Adım 3: İç hazırlık işlemlerinin dış hazırlık işlemlerine dönüştürülmesi.

Adım 4: Hazırlık sürelerinin iyileştirilmesi (Hızlı kalıp değişimini iç ve dış hazırlığa ayrı ayrı uygulamak).

#### 4.1. Hazırlık Sürelerinin Analizi

Hazırlık süresinin azaltılması söz konusu olduğunda bir diğer önemli yalın üretim aracı SMED'dir. Bisküvi üretim hattında uygulamaya gelince; SMED uygulamasının ilk adımı, çalışmanın başında yapılan sistemin analiz edilmesidir. Mevcut durumda kurulum ayarlarının nasıl yürütüldüğünü analiz etmek için bir video kaydedici kullanılmış, daha sonra işlemlere dayalı olarak toplam süre Bölüm 3.2'deki gibi analiz edilmiştir.

Gerekli malzeme ve ekipmanın aranması sırasında kaybedilebilecek zamanı ortadan kaldırmak önemlidir. Bu nedenle kurulum sırasında kullanılan malzeme ve ekipmanın bir listesi çıkarılmıştır. Ayrıca formlar, gerektiğinde kullanılabilir ve düzgün çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

#### 4.2. İşlemlerin İç ve Dış Hazırlık Olarak Ayrılması

Kurulum görevleri için insan-makine diyagramları dikkate alınarak bu adımda kalıp değişimi için zaman etüdü yapılarak iç ve dış hazırlık işlemleri ve

toplam süreleri belirlenmiştir. İç hazırlık, yalnızca bir makine durdurulduğunda gerçekleştirilebilen, kalıpların takılması veya çıkarılması işlemidir. Dış hazırlık ise eski kalıpların depoya taşınması veya yeni kalıpların makineye taşınması sırasında

makine çalışırken de yapılabilir (Shingo, 1985). İç ve dış hazırlık işlem türleri ve süreleri sırasıyla Tablo 7 ve 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7

## Dış Hazırlık İşlemleri

Ana İşlem	Süre (sn)
Kullanılmayacak üretim hattının sökülmesi	480
Kalıp değiştirme	300
Yeni ürün için makinesinin programlanması	30
<b>Toplam Süre</b>	<b>810</b>

Tablo 8

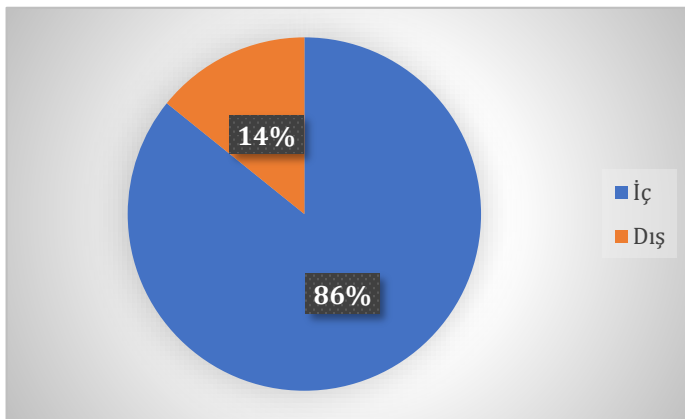
## İç Hazırlık İşlemleri

Ana İşlem	Süre (sn)
Paketleme makinesi parçalarının sökülmesi	630
Yeniden montaj	2.820
Makinenin sığ temizliği	600
Yeni paketin paketleme makinesine yerleştirilmesi ve ayarlanması	240
Genel temizliğin tamamlanması	600
<b>Toplam Süre</b>	<b>4.890</b>

Süreçteki en uzun hazırlık süresinin yeniden montaj sırasında olduğu ortaya çıkmıştır. İç ve dış kalıplar değiştirilirken üretim hattı toplam 5700 saniye (95 dakika) durmaktadır. Ayrıca kalıp değiştikten sonra ürünün kalitesinin sağlanması

zaman almakta, bu durum da üretimde kayıplara neden olmaktadır.

İç işlemler toplam kurulum süresinin %86'sını, dış işlemler ise %14'ünü oluşturmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. İç Ve Dış Hazırlık Süresi Yüzdeleri



SMED ve buna bağlı olarak yalın üretimin amacı, iç işlem sürelerini azaltmak ve mümkünse dış işlem haline getirmek olduğundan, bisküvi üretim hattı önemli ölçüde iyileştirmeye elverişlidir.

Dış hazırlık işlemleri: 1, 2, 3 (Toplam 810 saniye).

İç hazırlık işlemleri: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 (Toplam 4890 saniye).

#### 4.3. Hazırlık Sürelerinin İyileştirilmesi

Operasyonların iyileştirilmesi ve içten dışa geçebilecek işlemlerin olup olmadığının tespiti için tüm işlemler tek tek irdelenmiştir.

#### 4.3.1 İç Hazırlık Süreleri İyileştirme Önerileri

İşlem 1 dört işçi tarafından gerçekleştirilmektedir. Çıkarılan parçalar hattın uzakta bir masaya konmakta, ancak kısa bir süre sonra geri taşınması gerekmektedir. Parçaların işçiler tarafından taşındığı mesafe, hattın yanına tekerlekli bir sehpa yerleştirilerek ortadan kaldırılmıştır. Bununla, 83 saniye gidiş-dönüş süresi toplam işlem süresinden düşürülmüştür. Ayrıca, bir operatör hattın bir kısmını 135 saniye elinde tutmaktadır, bu zaman kaybı da ortadan kaldırılmıştır (Şekil 6 ve 7).



Şekil 6. Sökülen parçaların 4 personel tarafından depolama alanına taşınması



Şekil 7. Parçaları tutarken bekleme

#### 4.3.2 Dış Hazırlık Süreleri İyileştirme Önerileri

Paketleme makinesinin askerleri söküldükten sonra (Tablo-4, İşlem-24) küçük makine parçaları bir kutuya bırakılmaktadır. Bu aşamada parçaları rastgele atmak yerine sınıflandırma işlemi yapıp, bölmeli bir kutuya düzgün bir şekilde yerleştirilmesi sağlanmıştır (Şekil 8). Parçalar düzenli bir şekilde kutuya yerleştirildikten sonra kutu belirli bir alana koyulmuş ve temizlik ekibi o esnada harekete geçmiştir. Led tabela kullanımı temizlik ekibini tetiklemede etkili olmaktadır. Genel temizlik, zeminde ve makinenin içinde kalan bisküvi kalıntılarını kapsamaktadır. Yeniden birleştirmenin mümkün olan en kısa yapılabilmesi için makinenin içinin ilk önce temizlenmesi

sağlanmıştır. İlk başta genel temizlik işleminin yapılması, kurulum boyunca gözlemlenen daha sıkı temizleme işlemlerini (Şekil 9 ve 10) ortadan kaldırmıştır. Ayrıca, son işlem (İşlem 15) yarı yarıya azaltılmıştır. Bu, iç hazırlık işlemlerinden 900 saniyenin ortadan kaldırılması anlamına gelmektedir. İşlem 5, 7, 9 ve 11 sırasında, operatör takımları aralıklarla kaybetmekte ve bunları bulması için işlemin duraklatılması gerekmektedir. Takım askısı yapılarak ve kolay ulaşılabilir bir yere asılarak bu sorun ortadan kaldırılmış ve takımları aramak için harcanan 84 saniyede ortadan kalkmıştır.



Şekil 8. Parçaları kutuya yerleştirme



Şekil 9. Temizleme



Şekil 10. Temizleme

İşlem 11 başlarken, makineden çıkan küçük parçaların temizlenmediği fark edilmiş ve yardımcı bir çalışan küçük parçaları bir bezle silerek bu parçaların tekrar monte edilebilmesini sağlamıştır. Bu sorundan dolayı kaybedilen 30 saniye daha iyi bir organizasyon tarafından ortadan kaldırılmıştır. İşlem 11 ile makineden rastgele çıkarılan parçaların kutulanmasından kaynaklanan düzensizlik giderilmiş, parçaların kolayca alınıp

yerine takılması sağlanmıştır. Böylece bu zaman kaybı da ortadan kaldırılmıştır. Sonuç olarak, yapılan iyileştirmeler nedeniyle 1.232 saniyelik toplam hazırlık süresi ve 1.014 saniyelik iç hazırlık süresi azalması sağlanmıştır. SMED sürecinde yapılan iyileştirmeler Tablo 9'da iyileştirilmiş iç ve dış hazırlık işlemlerinin özeti Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 9  
SMED Sürecinde Yapılan İyileştirmeler

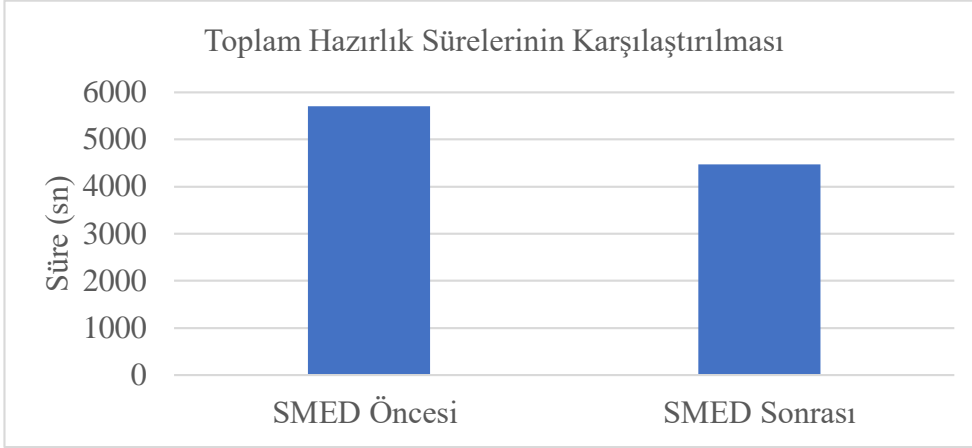
Mevcut Durum	İyileştirme Çalışması	Önerilen Metot
İşlem-1'de hattın çıkarılan parçalar hattın uzakta bir masaya konmakta ve kısa bir süre sonra geri taşınması gerekmektedir. Gidiş dönüş süresi uzun.	Hattın yanına tekerlekli bir sehpa yerleştirilmesi.	5S-Düzenle
İşlem-1'de operatör hattın bir kısmını bir süre elinde tutmaktadır.	Hattın yanına tekerlekli bir sehpa yerleştirilmesi.	5S-Düzenle
Tablo 4'te gösterilen İşlem-24'te hattın sökülen küçük makine parçaları rastgele bir kutuya atılmaktadır.	Parçaların sınıflandırılması ve bölmeli bir kutuya düzgün bir şekilde yerleştirilmesi.	5S-Düzenle
Parça kutusunun operasyonu aksatacak biçimde bırakılması.	Kutunun belirli bir alana bırakılması.	5S-Standardizasyon
Temizlik ekibinin önceki işlemin bitişinden haberdar olmaması ve gecikme yaşanması.	Led tabela ile işlemlerin başlangıç ve bitişlerinin gösterilmesi, temizlik ekibinin bu şekilde uyarılması.	Poka-yoke
Temizlik işleminin plansız yapılması ve bazen makine kurulumunu bölmesi.	Tüm temizlik işlemlerinin makine parçaları sökülünce toplu bir biçimde yapılması.	SMED-Gereksiz kurulum işlemlerinin ortadan kaldırılması.
İşlem 5, 7, 9 ve 11 sırasında operatörün takımlarını kaybetmesi ve bunları bulması için işlemin duraklatılması.	Alet aletlerin düzenlenmesi için takım askısı hazırlanması ve kolay erişilecek bir noktaya kurulması.	5S-Düzenle
Daha önceki işlemlerinin eksik yapılmasından kaynaklanan süre kayıplarının yaşanması.	Makine kurulumu operasyonunun daha iyi organize ve kontrol edilmesi.	5S-Standardizasyon ve disiplin
Makine kurulumunda özellikle makine durduktan sonra (iç değişim esnasında) çeşitli işlemlerde zaman kayıplarının yaşanması.	Zaman kayıplarının irdelenmesi ve iç değişim sürelerinin kısaltılması.	SMED
Makine kurulumunda kolayca çözülecek aksaklıkların bile önemsenmemesi.	Küçük aksaklıklara hızlı çözümler bulunarak daha büyük zaman kayıplarının üzerinde durulmasının kolaylaştırılması.	Kaizen-Hızlı Kaizen

Tablo 10  
İyileştirilmiş İç ve Dış Hazırlık Süreleri Özeti

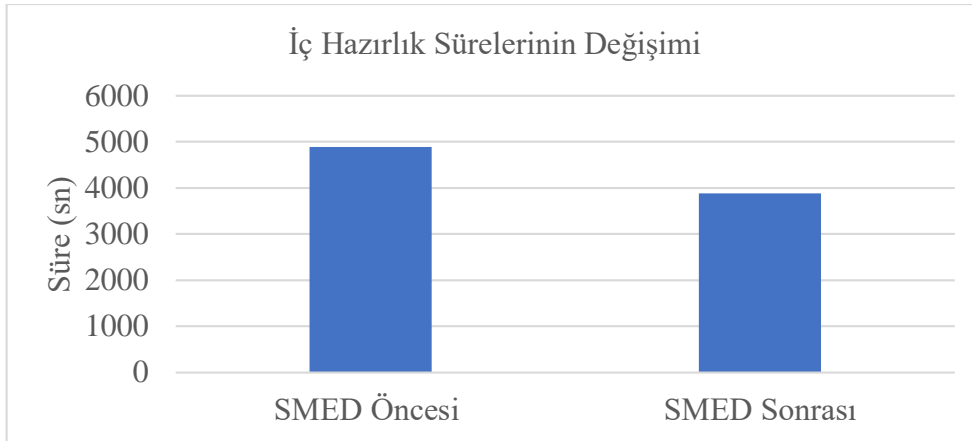
Sıra No	İşlem	İç/Dış	Mevcut Süre (sn)	İyileştirilmiş Süre (sn)
1	Kullanılmayacak üretim hattının sökülmesi	Dış	480	262
2	Kalıp değiştirme	Dış	300	300
3	Yeni ürün için makinesinin programlanması	Dış	30	30
4	Paketleme makinesi parçalarının sökülmesi	İç	630	630
5	Genel temizliğin tamamlanması	İç	600	300
6	Yeniden Montaj	İç	2820	2706
7	Yeni paketin paketleme makinesine yerleştirilmesi ve ayarlanması	İç	240	240

Yapılan iyileştirmelerden sonra toplam süre 74 dk 28 sn (4468 sn) olmuştur. Ayrıca ortadan kaldırılan veya hazırlık süresi azaltılan işlemler de bulunmaktadır. SMED öncesi ve sonrası toplam

hazırlık sürelerinin karşılaştırılması Şekil 11'de, toplam iç hazırlık sürelerinin karşılaştırılması ise Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 11. SMED öncesi ve sonrası toplam hazırlık sürelerinin karşılaştırılması.



Şekil 12. SMED öncesi ve sonrası iç hazırlık süreleri toplamalarının karşılaştırılması.

Tablo 13'te ise iyileştirme öncesi ve sonrası durumun karşılaştırmalı özeti dakika cinsinden verilmiştir.

Tablo 13

## Mevcut ve İyileştirilen Durumların Karşılaştırmalı Özeti

	İyileştirme Öncesi	İyileştirme Sonrası	İyileşme (%)
Dış Hazırlık	13'30"	9'52"	26,91
İç Hazırlık	81'30"	64'36"	20,74
Toplam	95'	74'28"	21,61

#### 4.4. Uygulamanın Birim Maliyetlere olan Etkisinin Belirlenmesi

Üretim faaliyetlerinde katma değer yaratmayan faaliyetlerin belirlenmesi ve bunların etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için düzeltici faaliyetler, birim maliyetleri düşürmeye yönelik önemli çalışmalardır. Katma değer yaratmayan ve önemli süreç kayıplarından biri olan kurulum ayarları önemli boşa harcanan kaynaklarından biridir. SMED yöntemi, uyum adımlarını ortadan kaldırmak, iç hazırlık sürelerini dış hazırlık sürelerine dönüştürmek ve/veya azaltmak için uygulanan önemli yalın üretim araçlarından biridir.

İşletme yöneticileri, birçok alanda olduğu gibi makine kurulum ayarlarının belirlenmesi kararın alınmasında da maliyet analizini kullanmaktadır. Birim maliyetlerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, işletme karar vericilerinin önemli görevlerinden birisidir.

Bu çalışmanın yapıldığı gıda endüstrisindeki bisküvi üretim tesisinde maliyet analizi aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

Hattın çalışma maliyetinin hesaplanması için bir saatlik zaman diliminde 100 kg ürün üretildiği varsayılmıştır. Üretim maliyeti üç kalemden oluşmaktadır (Tablo 14).

Tablo 14

## Üretim Maliyetleri (100 kg üretim miktarı başına)

Üretim Maliyeti Kalemleri	Maliyet (TL/saat)
Doğrudan işçilik maliyeti	120
Doğrudan malzeme maliyeti	480
Dolaylı maliyet	480
Toplam Maliyet	1.080

Benzer şekilde, 100 kg/saat üründen elde edilen satış hasılatı 2.000 TL'dir, toplam maliyet (1.080 TL) ile yönetim gideri (440 TL) çıkarıldığında vergi öncesi (brüt) kâr 480 TL olmaktadır (Tablo 15).

Tablo 15

## Gelirler (100 kg üretim miktarı başına)

Gelir Kalemleri	Kazanç (TL)
Satış hasılatı	2.000 (+)
Üretim maliyeti	1.080 (-)
Yönetim gideri	440 (-)
Vergi öncesi (brüt) kâr	480 (+)

Bunun yerine hat bakımında olduğunda 5 işçi çalışmaktadır. Bakım sırasında hattın maliyeti doğrudan işçilik maliyeti ve dolaylı maliyetler olmak üzere iki kalemden oluşmaktadır. Bakım maliyetleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16

## Bakım Maliyetleri

Maliyet kalemleri	Maliyet (TL/saat)
Doğrudan işçilik maliyeti	600
Dolaylı maliyet	480
Toplam maliyet	1.080

Hat üretimde olduğunda 8 TL/dk (480 TL/60 dk) kâr sağlanmakta, bakımda olduğunda ise 18 TL/dk (1.080 TL/60 dk) gider ortaya çıkmaktadır.

İyileştirme öncesi yöntemde kurulum süresi 95 dk idi, iyileştirme sonrasında yaklaşık 75 dk (74 dk 28 sn)'dir. Dolayısıyla kurulum başına yaklaşık 20 dakikalık bir tasarruf gerçekleşmiştir. İyileştirme sonrasında elde edilen 20 dk'lık tasarruf, üretime 20 dk daha kısa sürede geçme sonucunu doğurmaktadır. Bu süre içerisinde de toplam 360 TL maliyet (18 TL/dk x 20 dk) yerine 160 TL kâr (8 TL/dk x 20 dk) oluşmaktadır. Dolayısıyla, kurulum başına toplam kazanç 520 TL'dir.

Üretim hattındaki yıllık kalıp değişim sayısı bir önceki yılda 96, dakikada ortalama üretim miktarı ise 1,67 kg (100 kg/60 dk)'dir. 1 kg üründen elde edilen kâr ise 13,36 TL (8 TL/dk x 1,67 kg/dk)'dir (Tablo 17).

Tablo 17

**Maliyet Analiz Verileri**

Yıllık kalıp değişimi sayısı	96,00
Dakikada ortalama üretim miktarı (kg)	1,67
1 kg'dan elde edilen kar (TL)	13,36

Tablo 18

**Maliyet Analizi**

	İyileştirme Öncesi	İyileştirilme Sonrası	İyileşme Oranı (%)
Yıllık toplam kalıp değişimi süresi (dk)	9.120	7.200	21,05
Yıllık üretim miktarı (kg)	826.449,6	829.656	3,8
Yıllık kar (TL)	11.041.366,66	11.084.204,16	3,8

**5. Sonuç ve İleride Yapılabilecek Çalışmalar**

Bu çalışmada, yalın üretim tekniklerinden Kaizen, Poka-yoke ve SMED yöntemleriyle üç aşamalı bir yapı ile bisküvi üretim tesisleri için kalıp değişim süreçlerinde iyileştirmeler yapılmış ve birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. Kalıp değişimleri sırasında ergonomi ve güvenlik konuları da dikkate alınmıştır. Bu çalışma kapsamında basit iyileştirmeler yapılarak kalıp değişim sürelerinin kısaldığı, üretim kapasitesinin arttığı, üretim maliyetlerinin düştüğü, üretim yapısının daha esnek bir yapıya kavuştuğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalar sonucunda, kalıp değişim süresinde 1.232 saniyelik bir azalma elde edilmiştir. Bu veriler dış hazırlık süresinde %26,91,

Daha sonra yalın iyileştirmelerle kalıp değişimi süresinden kazanılan sürede üretilebilecek ürün miktarı yıllık üretim miktarına eklenmiş ve 1 kg'dan elde edilen kâr verisi kullanılarak toplam kâra yansımaları hesaplanmıştır.

Mevcut durumdaki toplam kalıp değişimi süresi (dk), yıllık toplam kalıp değişimi süresi (dk), yıllık üretim miktarı (kg) ve yıllık kâr verileri geçmiş yılların verilerinden alınmıştır. İyileştirilmiş durum senaryoları çalışmada bahsedilen yalın üretim uygulamalarının sonrasında hesaplanmıştır. Üretim tesisindeki yıllık maliyet analizi için elde edilen veriler Tablo 18'de gösterilmiştir.

iç hazırlık süresinde ise %20,74 oranında iyileştirme yapıldığını göstermektedir. SMED yöntemi ve basit yalın üretim yöntemleriyle yapılan çalışmada bisküvi üretim tesisindeki hazırlık süreleri önemli ölçüde azaltılmış ve esnek üretim sağlanmıştır. Tamamen operatörün inisiyatifine bağlı olan ve bağlı olmayan (standart dışı) geniş zaman dilimlerinde hazırlık sürelerinin nasıl azaltılabileceğine yönelik çalışma sonucunda kalıp değişim sürecinde %21,05'lik iyileştirme, yıllık üretim miktarı ve kârda ise %3,8 oranında artış sağlanmıştır.

Bu çalışmada yararlanılan yöntemler benzer üretim sistemleri olan ayrı sektörlere de uygulanabilir. Ayrıca SMED yöntemi sürecini



standartlaştırarak, farklı birimlerdeki farklı tip makinelere uygulamak mümkündür.

### Teşekkür

Bu çalışma için desteklerinden dolayı Anadolu Birlik Holding'e teşekkür ederiz.

### Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Hüseyin Ali SARIKAYA makalenin oluşturulması, bilimsel yazın incelemesi, istatistiksel analizler, sonuç ve öneriler; Emine Kübra SOYDEMİR ve Beyza SARDAŞ verilerin toplanması, uygulamanın yapılması; Beyzanur ÇAYIR ERVURAL yöntemin belirlenmesi; Durmuş Tayyar ŞEN maliyet analizi konularında katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

### Kaynaklar

- Agung, D., ve Hasbullah, H. (2019). Reducing the product changeover time using SMED & 5S methods in the injection molding industry. *Sinergi*, 23(3), 199-212. doi: <https://doi.org/10.22441/sinergi.2019.3.004>
- Akyurt, İ.Z. ve Eren, E. (2019). Hazırlık süresinin azaltılmasında SMED yöntemi uygulaması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 15(3), 315-331. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/esad/issue/51419/621483>
- Allahverdi, A., ve Soroush, H. M. (2008). The significance of reducing setup times/ setup costs. *European Journal of Operational Research*, 187, 978-984. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.010>
- Boran, S., ve Ekincioglu, C. A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 92, 3941-3951 (2017). doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0424-9>
- Carrizo Moreira, A., ve Campos Silva Pais, G. (2011). Single minute exchange of die: a case study implementation. *Journal of technology*

*management & innovation*, 6(1), 129-146. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000100011>

Chen L., ve Meng B. (2010). The application of setup reduction in lean production. *Asian Social Science*, 6(7). doi: <https://doi.org/10.5539/ass.v6n7p108>

Costa, E., Braganca, S., Sousa, R., ve Alves, A. (2013). Benefits from a SMED application in a punching machine. *World Academy Of Science, Engineering And Technology International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, 7(5). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/261215065\\_Benefits\\_from\\_a\\_SMED\\_application\\_in\\_a\\_punching\\_machine](https://www.researchgate.net/publication/261215065_Benefits_from_a_SMED_application_in_a_punching_machine)

Çelik, H. (2020). Ayar sürelerinin azaltılmasına yönelik yeni yaklaşım: SMED Taguchi yöntemi. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 13-26. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sauied/issue/55619/706431>

Ekincioglu, C., ve Boran, S. (2018). SMED methodology based on fuzzy Taguchi method. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), 867-878. doi: <https://doi.org/10.1108/jeim-01-2017-0019>

Gadre, A., Cudney, E., ve Corns, S. (2011). Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. *Procedia Computer Science*, 6, 100-105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020>

Gung, R. R. (1999). A workload balancing model for determining set-up time and batch size reductions in GT flow line workcells. *International Journal of Production Research*, 37(4), 769-791. doi: <https://doi.org/10.1080/002075499191517>

Karam, A., Liviu, M., Cristina, V., ve Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886-892. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>

Karasu K., Cakmakci M., Cakiroglu M., Ayva E., ve Demirel-Ortabas N. (2014). Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production. *Measurement*, 47, 741-748. doi:

- <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.09.035>
- Liker, J.K., ve Hoseus, M. (2008). *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way*. McGraw-Hill, New York. Retrieved from <https://www.amazon.com/Toyota-Culture-Heart-Soul-Way/dp/0071492178>
- Lozano, J., Saenz-Díez, J., Martínez, E., Jiménez, E., ve Blanco, J. (2016). Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9-12), 3607-3618. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9686-x>
- Mali, Y. R., ve Inamdar, K. H. (2012). Changeover time reduction using smed technique of lean manufacturing. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2 (3): 2441-2445. Retrieved from [https://www.ijera.com/papers/Vol2\\_issue3/OR2324412445.pdf](https://www.ijera.com/papers/Vol2_issue3/OR2324412445.pdf)
- 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-beam machining in automotive industry*. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Columbus, USA, 647-654. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.113>
- Monteiro, C., Ferreira, L., Fernandes, N., Sá, J., Ribeiro, M., ve Silva, F. (2019). Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555-562. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Moreira C., A. ve Pais, G.C.S. (2011). Single minute exchange of die: A case study implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1), 129-146. doi: <https://doi.org/10.4067/s0718-27242011000100011>
- Mulla M. L., Bhatwadekar S. G., ve Pandit S. V. (2014). Implementation of lean manufacturing through the technique of single minute exchange of die (SMED) to reduce change over time. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(6). Retrieved from [http://www.ijirset.com/upload/2014/june/5\\_Implementation.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2014/june/5_Implementation.pdf)
- Mustafa, K., ve Cheng, K. (2016). *Managing complexity in manufacturing changeovers: a sustainable manufacturing-oriented approach and the application case study*. ASME 11th International Manufacturing Science and Engineering Conference. 2016. Blacksburg, Virginia, USA: ASME. doi: <https://doi.org/10.1115/MSEC2016-8744>
- Naboureh, K., ve Safari, E. (2016). Integrating the sequence dependent setup time open shop problem and preventive maintenance policies. *Decision Science Letters* 5(4), 535-550. doi: <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2016.4.002>
- Pellegrini, S., Shetty, D., ve Manzione, L. (2012). *Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen*. Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Istanbul, Turkey. Retrieved from <http://ieomsociety.org/ieom2012/pdfs/557.pdf>
- Rosa, C., Silva, F., Ferreira, L., ve Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034-1042. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>
- Sabadka, D., Molnar, V., ve Fedorko, G. (2017). The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process. *Advances In Science and Technology Research Journal*, 11(3), 187-195. doi: <https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Sarı, E.B. (2018). Yalın üretim uygulamaları ve kazanımları, *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 17, 585-600. doi: <https://doi.org/10.18092/ulikidince.439034>
- Schonberger R. (1982). The Transfer of Japanese manufacturing management approaches to the U. S. Industry. *The Academy of Management Review*, 7(3), 479. doi: <https://doi.org/10.2307/257340>
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED System: The SMED System* (A.P. Dillon, Trans.; 1st ed.). Routledge. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315136479>

- Simões, A., ve Tenera, A. (2010). *Improving setup time in a Press Line–Application of the SMED methodology*. IFAC Proceedings, 43(17), 297-302. doi: <https://doi.org/10.3182/20100908-3-pt-3007.00065>
- Singh, J.B., ve Khanduja, D. (2009). SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(1), 98-116. doi: <https://doi.org/10.1108/17410401011006130>
- Sousa, E., Silva, F., Ferreira, L., Pereira, M., Gouveia, R., ve Silva, R. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611-622. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Taguchi, G. (1990). *Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes*. 7th Reprint. Tokyo: Asian productivity organization. Retrieved from <https://www.amazon.com/Introduction-Quality-Engineering-Designing-Processes/dp/9283310845>
- Ulutaş, B. (2011). An Application of SMED methodology. *world academy of science, engineering and technology international journal of mechanical, aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 5(7), 1194-1197. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1083869>
- Umap, A., Dhekane, A., Survase, A., Shelke, A., Nigole, S., ve Gambhire, G. (2016). *Setup time reduction by using SMED and Kaizen approach*. Department of Industrial and Production Engineering 4th International Conference on Production and Industrial Engineering., Jalandhar, India. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/312625197\\_Set\\_up\\_time\\_reduction\\_by\\_using\\_SMED\\_and\\_Kaizen\\_approach#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/312625197_Set_up_time_reduction_by_using_SMED_and_Kaizen_approach#fullTextFileContent)
- Vieira, T., Sá, J., Lopes, M., Santos, G., Félix, M., ve Ferreira, L. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892-899. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Yalçın S. E., Akın S., Elmas B., Eren M. ve Gündüz T. (2020). Çelik boru imalatında hazırlık sürelerine yönelik yalın üretim ve SMED Çalışması. *Journal of Industrial Engineering*, 31(1), 87-104. Erişim adresi: <https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/87-104.pdf>
- Yazıcı, K., Gökler, S., ve Boran, S. (2020). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x>