
YALIN ÜRETİM UYGULAMALARI VE KAZANIMLARI

Emre BİLGİN SARI¹

Öz

Yalın üretim uygulamaları, günümüzde imalat işletmelerinin faaliyetlerinde köklü değişimler yapmak için ihtiyaç duydukları yol haritasını oluştururken sıkça başvurdukları tekniklerin bir arada kullanılmasıdır. 5S, SMED, Kaizen, Toplam Verimli Bakım, Toplam Kalite Yönetimi gibi ilke ve teknikleri içeren operasyonel işlemlerin uyumlu şekilde tamamlanması ile yalın üretim gerçekleştirilmektedir. Yalın üretim ile amaçlanan işletmenin faaliyetleri arasında yer alan gereksiz işlem, hareket, stok, bekleme, tamir gibi israf kaynaklarının ortadan kaldırılmasıdır. Bu israfların ortadan kaldırılması işletmenin kazanımları arasında görülmektedir. Bu çalışmada, yalın üretimde başvurulan bu uygulamalar ele alınmaktadır. Yalın üretim uygulamaları kullanılarak sağlanan iyileştirmeler bağlantı elemanları üreten bir işletmenin verileri kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Yalın üretim uygulamaları ile elde edilen kazanımlar, işletmenin süreçlerinde israfı azaltıp verimliliği artırma konusundaki etkinliğinin görülmesini sağlamaktadır. Bu çalışma uygulaması ile ulaşılan çarpıcı kazanım değerleri ile literatürde ve sektörde ilgi çekici sonuçların paylaşılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, 5S, SMED, TUB,TKY

JEL Sınıflandırması: C44, L00, M11

LEAN MANUFACTURING APPLICATIONS AND BENEFITS

Abstract

Lean manufacturing practices are a combination of the techniques they often resort to while creating the road map that today's manufacturing enterprises need to make radical changes in the operations. Lean manufacturing in accordance with the completion of the operational process is performed on the principles and techniques like as 5S, SMED, Kaizen, Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and so on. Lean manufacturing is the elimination of waste resources such as unnecessary processing, movement, stocking, waiting, repairing which are among the activities of the intended operator. It is seen among the achievements of the operator to remove these wastes. In this study, these applications which are applied in lean production are considered. Improvements made using lean manufacturing applications have been digitized using data from an operator who produces fasteners. Achievements reached through lean manufacturing practices enable the business to see the effectiveness of reducing waste and increasing productivity. It is aimed to share interesting results in the literature and in the sector with the striking achievement values reached by this study application.

Keywords: Lean Manufacturing, 5S, SMED, TPM, TQM

JEL Classification: C44, L00, M11

¹ Araş. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, emre.bilgin@deu.edu.tr

1. Giriş

Kişiselleştirilmiş ürünlerin üretimi ile karakterize edilen 21.yy üretim sistemleri, bu özelliği gereği karmaşık üretim planlama - kontrol sistemlerini kullanmakta ve bu durum seri üretimi zorlaştırmaktadır. İşletmeler, müşteri odaklı ve küresel olarak rekabetçi bu yeni pazar anlayışı içinde arayış içine girmişler, tam da bu noktada buldukları durumun üstesinden gelmek ve faaliyetlerini daha karlı hale getirmek için "yalın üretim"e yönelmişlerdir. Yalın üretimin amacı, işletmenin israfını azaltarak müşterinin talebine duyarlı olmayı sağlamaktır. Yalın üretim müşterinin istediği kadar hızlı ve en düşük maliyetle ürün ve hizmetleri üretmeyi amaçlamaktadır.

Yalın üretim maliyetleri düşürerek, verimliliği ve kaliteyi artırarak üreticilere rekabet avantajı sağlamaktadır. Literatürde yer alan birçok çalışma yalın üretimin, üretim süresi, çalışma süresi, hazırlık süresi, envanter miktarı, kusurlar ile hurda miktarı ve toplam ekipman etkinliği konuları ile iyileştirmede niceliksel faydalarını ortaya çıkarmaktadır. Yalın üretimin işletme başarısı üzerindeki etkisi göz ardı edilemez derecededir. Yalın araç ve teknikler, işletmelerin daha esnek ve daha karlı olmasını sağlamaktadır. Yalın üretimin amacı israfın azaltılması yoluyla müşteri taleplerini mümkün olan en üst düzeyde karşılamaktır (Shah ve Ward, 2007 – Pal ve Kachhwaha, 2013). İsrafın ortadan kaldırılması insan kaynaklarından tasarım – üretim süreçlerine, dağıtımdan envanter yönetimine kadar pek çok alanda düşünülmesi gereken bir konudur (Sang, vd. 2013 – Kannan vd. 2013). Liker ve Meier (2005) yalın üretimin bir süreç olarak ele alınması gerektiğini savunarak, problemin tanımlanması ve ortaya çıkarılması, problemin nedenlerinin analiz edilmesi ve problemin çözümlenmesi olmak üzere üç aşamada tamamlanmasına dikkat çekmişlerdir. Yalın üretim israf olarak tanımlanan ve değer katmayan işlemlerin kaldırılmasına yönelik çalışmaların sistematik bir şekilde sürdürülmesi üzerinde durmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, yalın üretime yönelik yapılan kapsamlı literatür taramalarından ziyade teorik konuların pratikteki yerine dikkat çekmektir ve yalın üretim teknikleri kullanılarak yapılan uygulama sonuçlarını ortaya koymaktır. Ayrıca çalışmanın bu konuda fikir sahibi olmak isteyenlerin ulaşabileceği kaynak haline gelmesi için literatüre destek sağlaması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, orta ölçekli bir sanayi kuruluşunda yapılan yalın üretim çalışmaları aktarılmaktadır. Uygulamada yer alan yalın üretim çalışmaları, incelemeye alınan ürünlerin (hammadde, mamul ve yarı mamul) stok durumunun iyileştirilmesine yönelik başlatılmıştır. Üretim süresinin iyileştirilmesi için iş yeri düzeni, kalite ve bakım problemleri ile birlikte ele alınan konuların çözümü sağlanmıştır. Ayrıca yapılan iyileştirmelerin parasal değeri hesaplanarak, uygulama sonucunda elde edilen kazanımlar paylaşılmıştır.

2. Yalın Üretim Uygulamaları

Üretim işletmelerinin faaliyetlerini daha iyiye götürme gayretleri yalın üretim tekniklerinin başarılı bir şekilde uygulanmasıyla sonuca ulaşabilir. Yalın üretimin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ise tüm öğelerin bir araya getirilmesi ve uygulama görevinin sırasıyla tatbik edilmesi gerekmektedir. Literatürde yalın tekniklerin bir araya getirilmesi ve sıralanmasına yönelik sınıflandırmadan yararlanan çalışmalar bulunmaktadır. Shah ve Ward 2003 yılında yaptıkları çalışmada 22 yalın uygulama tekniği açıklamış ve bu teknikleri tam zamanında üretim (JIT), toplam üretken bakım (TPM), toplam kalite yönetimi (TKY) ve insan kaynakları yönetimi (İKY) olmak üzere dört kategoride sınıflandırılmıştır. Papadopoulou ve Özbayrak (2005) çalışmasında yalın uygulamaları; üretim alanı yönetimi, ürün / süreç odaklı yönetim, üretim planlama-çizelgeleme-kontrol, yalın bütünlüşme, işgücü yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi olarak altı kategoriye ayırmıştır. Moyano-Fuentes ve Sacristan-Diaz (2012) yalın üretim literatürünü içsel yönden (atölye yönetimi), değer zinciri, iş organizasyonuna ve coğrafi bağlamda ele almıştır. Ancak tüm bu çalışmaların temelinde öncelikle Ohno (1988) tarafından tanımlanan ve Womack ve Jones (1996) tarafından rapor edilen yedi temel israf bulunmaktadır. Şekil 1'de bu israflar gösterilmektedir.

Şekil 1: Yedi Temel İsfraf



Kaynak: Womack ve Jones (1996)

Şekilde de ifade edildiği gibi bu israflar; fazla üretim, bekleme, taşımalar, mesafe, stoklar, hareketler ve kusurlar olarak sıralanmaktadır. Yalın üretim teknikleri ile bu israfların ortadan kaldırılması amaçlanmakta ve işletmenin katlanmak zorunda olduğu maliyetler içerisinde değer katmayan faaliyetlere ait olan maliyetler düşürülmektedir. Bu maliyet tasarrufu yalın üretimin önemini göstermekte ve uygulamada kendisine yer bulmasında yardımcı olmaktadır.

Araştırma kapsamında yalın üretim uygulamalarının yapıldığı alan, bağlantı elemanları (cıvata ve somun gibi) üreten ve bugün artık şirketler grubu sayılan işletmenin üretim tesisidir. Bu işletme başta otomotiv endüstrisi olmak üzere beyaz eşya ve elektronik gibi diğer sektörlerin bilinen firmalarına tedarikçilik yapmaktadır. Ürettiği ürün miktarı yılda 80.000 ton olan işletmenin toplam üretiminin %40'ını sanayileşmiş ülkelere ihraç edilmektedir. İşletmenin ürettiği ürünler seri üretimde standart ürünlerden ve müşteri isteklerine göre özel ürünlerden oluşan bir karma şekildedir. İşletme yaşadığı olumsuz durumlara çözüm arayışı içerisinde yalın felsefeyi keşfetmiş bir imalat işletmesidir. Stokların giderek artması ve iş yapmayı zorlaştıran bir hal almasıyla ortaya çıkan üretim sorunları yalın üretim tekniklerinin uygulamaları ile çözüme ulaşmaya uygun bulunmuştur.

İşletmenin üretim süreçleri ele alındığında, aslında ürünler farklılık gösterse de takip edilen süreç benzerlik göstermektedir. Malzeme (demir kangal) yumuşama tavlama ve yüzey hazırlama işlemleri ile hazırlanmakta, ardından hadde işlemi uygulanmakta, ardından soğuk şekillendirme yani cıvatanın basımı işlemi gerçekleştirilmektedir. Isıl işlem, kaplama, ayıklama ve paketleme ardından mamul hazır hale gelmektedir. Çalışmanın uygulaması sıralanan süreçte yer alan soğuk şekillendirme bölümünde yapılmaktadır. Bu bölümde birbirine paralel holler bulunmakta ve bu hollerin her birinde yaklaşık 10-12 makine bulunmaktadır.

3.1. Stokların Azaltılması

Üretim sistemlerinde tespit edilen israfın büyük oranda stokların durumundan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu stoklar, hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürün stokları olarak sınıflandırılmaktadır. Hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürün stoklarında yaşanan artış işletmelerin stok devir hızını düşürmekte ve artan stok miktarı, devir hızında hayati önem taşımaktadır. Krisztina ve Zolt Matyusz (2011), dünya klasında üretim yapan 1000 işletmeye uyguladıkları ankette, stok devir hızının düşürülmesinin önemini araştırmaktadır.

Sakakibara ve diğerleri (1997), üretim alanında fazla hammadde bulundurma başarısız üretim planlamadan kaynaklandığını, arızalı parçaların ve işlem bekleme sürelerinin yarı mamul stoklarını arttırdığını, taşıma aksaklıklarının bitmiş ürün stoklarının depoda uzun süre kalmasına hatta belki de hiç satılmamasına yol açtığını aktarmaktadır. Bu bilgiler ışığında işletmede incelemeye alınan ürünler ve stok miktarı dikkat çekici düzeyde yüksektir.

Çalışma kapsamında işletmede üretilen altı kalem ürün incelemeye alınmıştır ve 2017 yılı içerisinde gerçekleşen üretim miktarı belirlenmiştir. İşletmenin ürettiği ürünler adet olarak değerlendirilse de üretim miktarı genellikle ağırlık (ton) bakımından ele alınmaktadır bu nedenle üretim miktarı öncelikle adet ve ton olarak verilmekte daha sonrasında ton miktarı üzerinden devam edilmektedir. Tablo 1’de işletmenin incelemeye alınan ürünlerine ait üretim miktarı (adet ve ton cinsinden), toplam hammadde stoku ve bitmiş ürün stoku maliyeti verilmektedir.

Tablo 1: İncelemeye Alınan Ürünlerin Yıllık Üretim ve Stok Miktarı

Ürün Türü	Üretim Miktarı (Adet)	Üretim Miktarı (Ton)	Hammadde Stoku (Yıllık)	Bitmiş Ürün Stoku (Yıllık)
Altıköşe Cıvata	8,000,000 adet	226 ton		
Şapkalı Cıvata	1,650,000 adet	59 ton		
Bijon	260,000 adet	18 ton	2250 ton x 625 €	1703 ton x 1512 €
Inbus	230,000 adet	10,5 ton	=	=
Havşa Başlı Cıvata	1,550,000 adet	23 ton	1.406.250	2.724.800
Özel Üretimler	9,250,000 adet	267 ton		

İşletmenin incelenen ürünlerinin hammadde ve bitmiş ürün stok miktarlarının problem olarak görülmesinin yanında üretim sürecinde yer alan yarı mamul stokları da dikkat çekici seviyeye ulaşmıştır. Bu kapsamda işletmenin tüm yıl içinde üretim alanında yarı mamul olarak bulunan stokları ile günlük üretim miktarı karşılaştırılmak istendiğinde Tablo 2’de gösterilen veriler ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2: Yarı Mamul Stok ve Günlük Üretim Miktarı

Üretim Süreci	Soğuk Şekillendirme Bekleyen Hammadde	Isıl İşlem Bekleyen Yarı Mamul	Isıl İşlem Sonrası Bekleyen Yarı Mamul	Fason Kaplama Bekleyen Yarı Mamul	Ayıklama Bekleyen Yarı Mamul	Paketleme Bekleyen Yarı Mamul
Toplam (Ton/Yıl)	185	350	48	94	112	143
Ortalama Üretim (Ton/Gün)	88	72	72	20	16	80

İşletmenin hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürün stoklarının fazla olması ve üretimde gecikmeler yaşanması ile ele alınan problemin çözümünde yalın üretim tekniklerinin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. İşletmenin 2018 yılı içerisinde müşteri talebinin 2017 yılına göre ortalama %10 artacağı varsayımı ile hareket edildiğinde artan talebin karşılanabilmesi için üretim alanında iyileştirmelerin yapılması bir diğer zorunluluk olarak görülmektedir.

3.2. Üretim Planlaması için Takt Zamanının Belirlenmesi

Tam zamanında üretim felsefesinde üretim oranının müşteri talep hızına uydurulması amacıyla kullanılan “takt zamanı” Almanca bir kelime olup, orkestra yöneticisinin batonu ile sağladığı tempo anlamına gelmektedir (Duanmu ve Taaffe, 2007: 1634). Takt zamanı taleple bağlantılı olduğundan gerçekte takt zamanını müşteri belirlemektedir. Bu nedenle takt zamanının hesaplamasında zaman bazlı müşteri talebi büyük önem taşımaktadır (Monden, 1983).

Çalışma kapsamında incelenen işletmenin 2 vardiya şeklinde ve haftada 5 gün üretim yaptığı bilinmektedir. Ayrıca 2018 yılı içerisinde müşteri talebinin 2017 yılına göre ortalama %10 artacağı varsayımı ile hareket edilmektedir. Bu durumda takt zamanının bulunabilmesi için çalışma süresi ve müşteri talebi ile ilgili yapılan hesaplamalar Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3: Takt Zamanının Hesaplanması

Net Çalışma Zamanı (period)	Müşteri Talebi (period)
1 Vardiya: 540 dak	2018 yılı Toplam Müşteri Talebi
2 Vardiya: 2 x 540 → 1080 dak	(2017 yılı üretiminin %10 arttırılmışı)
Aylık Net Çalışma → 22 gün / ay	→ 835.830.000 adet / yıl
Aylık Net Çalışma → 23.760 dak / ay	= 69.652.000 adet / ay
Takt Zamanı = Net çalışma süresi / Müşteri talebi	
Takt Zamanı = 23.760 / 69.652.000 = 0.02 sn/adet	
Takt Zamanı = 0.02 sn x 45 adet makine = 0,92 sn/adet	

Takt zamanının hesaplanması ardından ortaya çıkan değer 0,92 sn'dir. Bunun anlamı her 0,92 sn'de bir parçanın her operasyondan geçmiş olması demektir. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi için işlem sürelerinin kısaltılması gerekmektedir. Bu amaçla gereksiz işlem ve faaliyetler ortaya çıkarılmalıdır.

3.3. Kaizen Çalışmaları

Sürekli iyileştirme Deming'in basitçe "Başarıları arttırırken başarısızlıkları azaltacak iyileştirme girişimleri" olarak tanımladığı bir felsefedir. Sürekli iyileştirme, işyerinde kültürel değişimi çabalayan yönetim odaklı bir unsurdur. Süreç kararlılığı sağlandıktan sonra, verimsizliklerin en temel nedenini belirlemek ve bu verimsizlikleri azaltmaya yönelik etkili önlemleri uygulamak için kaizen çalışmaları gereklidir (Halyor, 2013 – Bessant ve Francis, 1999 – Bhuiyan ve Baghel 2005) .

Çalışmada incelenen işletmede iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için hazırlık ve ayar işlemlerine yönelik spagetti diyagramı oluşturulmuştur. Şekil 2'de sunulan bilgiler kaizen çalışmaları öncesi hazırlık ve ayar çalışmaları için yapılan spagetti diyagramı ve ortaya çıkarılan hesaplamalardır.

Şekil 2: Kaizen Öncesi Hazırlık ve Ayar İşlemi İçin Spagetti Diyagramı

SORUN	ÇÖZÜM ÖNERİSİ
Hollerde kaynak makinesi, makas, taş motoru eksik olduğu için beklemler oluşuyor.	Her iki hücreye bir kaynak makinesi, makas, taş motoru konulması
Hatlarda eksik takım bulunması	Her hat için gerekli takımların bulundurulması tezgah yanında gölge panolara asılması
Kalıplarda zaman zaman ölçüler uygun olmadığı için setup süreleri (sökme takma) uzamaktadır (hadde ve redüksiyon kalıbı gibi)	Kullanılmış kalıp ölçülerinin tespit edilmesi toleransların kalıp üzerine yazılması
Kalıpların tashihi için uzun süre atölyede kalıyor, kayıp süreler oluşuyor, özellikle gece vardiyalarında 0,05 mm taşlamak için 45 dakika bekleniyor	Durum incelenerek kayıp sürelerin kaldırılması
Soğuk şekillendirmeye uygun olmayan hammadde kullanılması ve iş emrine uygun hammadde bulunamaması	Ham malzemenin soğuk şekillendirmeye uygun, plastik şekillendirmesi uyumlu halde alınması ve iş emrinin fiili ambar stoklarına uygun alınması
Acil üretimlerde mevcut çalışma programı kesilerek araya alınan programın daha sonra stokta bekletilmesi	Setuplarda maksimum faydalanmak için ayarlı tezgahın parti bitimine kadar kullanılması, çok kritik durumlarda hızlı setup ile dönüşüme gidilebilmesi
Üretim programı için uygun kalıp aranıp bulunamaması, daha önce uygun setin bozulması	Mümkün olduğunca kalıp setlerinin bozulmaması ve kalıpların takoz ve pimlerin yedeklenmesi
İş gören motivasyonu üretim verimi için son derece önemlidir. Bu motivasyonun sağlanması	İş görenlerin katılımcı bir anlayışla şirket birlik felsefesinin benimsenmesi için çeşitli aktiviteler belirli periyotlarda uygulanmalıdır.
Öneri sisteminin geliştirilmesi ve önerilerin sürekliliğinin sağlanması	Öneri sisteminin geliştirilmesi, yeni öneri sistemleri uygulanması, katılım anlayışının sürekliliğinin sağlanması
İş görenler tarafından verilen öneriler dikkate alınmaması nedeniyle öneri sayısının düşmesi	Yeni öneri sisteminin kurulması ve her öneriye mutlaka olumlu veya olumsuz cevap verilmesi
Makinelerde kullanılan emniyet civatası, ejektörler, kalıplar ve çok sık bozulan parçalar için zamanında yedeklerin yapılamaması nedeni ile kayıpların oluşması	Belirtilen parçaların üretim programına göre zamanında yapılması ve yedeklenmesi
Mevcut bakım ekibinin yeterli olmaması nedeniyle planlı bakım yapılamaması sonucu arızaların oluşması, arızaya ancak arıza oluştuğunda müdahale edilmesi	Planlı bakım sisteminin yaygınlaştırılması, kritik parçaların tespit edilmesi
Vardiya çalışanları arasında iletişim eksikliği nedeniyle kayıpların oluşması (örn kalıpların malzemenin ve teknik resmin hazırlanmaması)	Vardiya arası bilgi formu hazırlanması ve gerekli bilgilerin bu forma işlenmesi
Mevcut hollerde ideal çalışma ortamının sağlanamaması sebebiyle iş gören veriminin düşmesi	Kış ve yaz mevsimi ideal koşullarının araştırılması
Yeni iş görenlerin çok uzun sürede set up yapmaları ve bazı durumlarda arızalara neden olması Örnek olarak ejektörsüz kalıp bağlanması	SMED eğitimi yaygınlaştırılması, hedef setup sürelerine ulaşılması
Eski makinelerin bakımının zamanında yapılmaması nedeni ile hatalı ürünler oluşması ve verimin düşmesi	Verimi çok düşüren makinelerin mümkünse bakımlı hale getirilmesi çok düşük verimle çalışanların devre dışı bırakılması
Stok alanlarının bilinçsiz kullanılması nedeni ile fabrika içi konteynır ve malzeme koymak için boş alan bulunamaması	Yarı mamul stok miktarlarına uygun alanların işaretlenmesi bunun dışına herhangi bir malzemenin konulmaması
İş görenlerin gereksiz işlerle uğraşması nedeni ile verimsiz çalışma olabiliyor	İş gören veriminin yükselmesi için lojistik destek sağlayan örümcek adam (orta eleman) kavramının hollere göre düşünülmesi
Onay verme ve ölçme işlemleri için oluşan kuyruk nedeni ile KGM de onay sürelerinin uzun olması	Hızlı onay verme sistemler geliştirilmesi, çoklu bakalite alma ve parlatma sistemlerinin geliştirilmesi
Mevcut hollerde aydınlatma sisteminin yeterli olmaması	Kritik noktalarda lokal aydınlatma sisteminin oluşturulması

İşletmeye ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesine yönelik çalışanlardan alınan bilgiler ışığında ortaya çıkarılan sorunlar ve çözüm önerileri temelde kalite ve bakım konuları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle toplam kalite yönetimi ve toplam üretken bakım çalışmalarını desteklemek amacıyla yürütülen yalın uygulamalar ele alınmaktadır.

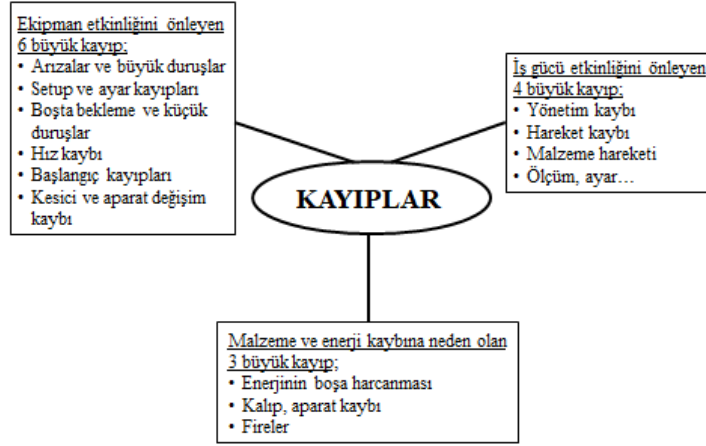
3.4. Toplam Kalite Yönetimi

Kalite problemlerinin tespit edilmesi ve getirilen çözüm önerileri incelendiğinde başta bakım sorunlarına dikkat çekildiği, ayrıca çevre temizlik ve düzeni ile doğru kalibrasyon araçlarının kullanımının hataları ortadan kaldırmaya yardımcı olacağı görülmektedir. Bu nedenle bakım çalışmaları önem kazanmaktadır.

3.5. Toplam Üretken Bakım

Toplam üretken bakım, günlük üretim faaliyetleri içinde çalışanların tamamının katılımını gerektiren, iş görene üzerinde çalıştığı tezgâh veya ekipmanın bakım zorunluluğunu da getiren, arızaları önleyen, ekipmanların etkinliğini en üst düzeye çıkaran bir yaklaşımdır (Chaneski, 2002). Üretim sisteminin verimliliğini en üst düzeye çıkaracak bir işletme kültürünün oluşturulmasına olanak tanıyan bakım faaliyetleri, tüm üretim sisteminin, kayıpları önleyerek sıfırlama hedeflerini, sıfır kaza, sıfır kusur, sıfır arıza, şeklinde sıralayabilmek için sistemin kurulmasını gerektirmektedir. İşletmenin bakım faaliyetleri ile önüne geçebileceği temel kayıplar Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 4. Bakım Kayıpları



Çalışmada yer alan işletmenin bakım problemleri ve karşılığında sunulan çözüm önerilerine yönelik Tablo 6'de yer alan bilgiler paylaşılmaktadır.

Tablo 6: "Bakım" Sorunları ve Çözüm Önerileri

SORUN	ÇÖZÜM ÖNERİSİ
Gece vardiyasında mekanik bakım ekibi olmadığı için makine arıza duruşları yaşanmaktadır. Yetkinliği olmayan operatörlerin arızalara müdahale etmeleri nedeniyle daha büyük arızalar meydana gelebilmektedir.	Gece vardiyası için eleman alınıp ve kısa sürede yetiştirilerek görevlendirilmesi.
Kaplama ve paketleme birimlerindeki arızalara müdahalede gecikmeler olmaktadır	Kaplama ve paketleme bölümünde oluşan kritik arızalar için kendi içlerinden elemanlar yetiştirerek arızalara zaman kaybetmeden müdahale edilebilir.
Operatörler periyodik bakımları eksiksiz ve uygun olarak yapabilmeliler. Makineleri bilinçli olarak kullanmalılar.	Bakım ekibi hafta sonları operatörlere eğitim vermelidir.(Şu andaki ekip bunu yapabilir)
Bakım ekibiyle üretim bölümü arasında arızalar konusunda diyalog eksikliği yaşanmaktadır.	Bakım ekibiyle üretim yetkilileri haftada bir kez bir araya gelerek 10-15 dk süreli toplantıda o hafta içinde yaşanan arızalar ve arızaların neden kaynaklandığı hakkında fikir alış verişini yapılması.
Yıllık planlı bakımlar eleman yetersizliği nedeniyle yapılamamaktadır.	Eleman sayısı artırılıp yetiştirilerek planlı bakımları yapılabilir.
Mekanik ve elektrik arıza sorunları nedeniyle önemli duruşlar yaşanmaktadır.	Toplam verimli bakım felsefesinin yaygınlaştırılması için bakım ekibine, üretim şeflerine, üretim mühendislerine, operatörlere Toplam Verimli Bakım eğitimlerinin verilmesi ve yaygınlaştırılması.

3.6. 5S Çalışmaları

5S, organize; temiz ve yüksek verimliliğe sahip bir iş yerinin oluşturulması ve devamlılığının sağlanması için bir iş süreci ve çalışma metodudur. Kaizen'e uyarlanmış bir sistem olup, " Her şey için Bir Yer, Her şey Yerli Yerinde" felsefesini benimsemektedir.

- SEIRI (Ayrırma ve Uzaklaştırma): Sürekli kullanılan, bazen kullanılan ve hiç kullanılmayan malzemelerin ayrılması, gereksiz malzemelerin uzaklaştırılması
- SEITON (Düzenleme ve Tanımlama): Sürekli kullanılan malzemelerin kolay kullanım ve çabuk kullanım ve çabuk ulaşabilme yardımıyla düzenlenmesi
- SEISO (Temizlik): Kullanılan makine alet, Teçhizat ve çalışma ortamının temiz tutulması, günlük temizlik
- SEIKETSU (Sık Sık Kontrol): İlk 3S uygulamasının aynı yaklaşımla kontrolü
- SHITSUKE: Sürekliliği Sağlamak İçin Motivasyon

5S uygulamaları çalışmanın takip edildiği işletmede bilinmektedir. Ancak ne yazık ki sadece belirli dönemlerde (Denetimler ve Müşteri Ziyaretleri vb) temizlik yapılmakta ve bunun yeterli olduğu düşünülmektedir. Oysa işletmelerde temizlik ve düzen sadece hijyen için değil, işletmedeki kayıpların yok edilmesi için gereklidir. 5S programının belli bir disiplinde sürekliliği sağlanmalıdır. Ayrıca işletmede temizlik ve düzen sadece hijyen için değil, işletmedeki kayıpların yok edilmesi için gereklidir.

3.7. SMED Çalışmaları

Hızlı kalıp değişimi, Shingo (1985) çalışmasında, "Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi" (SMED) olarak açıklanmaktadır. Video üzerinden zaman incelemesine göre iç ve dış kurulum süreleri birbirinden ayrıştırılmıştır. Makineyi durdurarak gerçekleştirilen faaliyetlere iç kurulum denirken diğer yandan faaliyet durdurulmadan makine etrafında gerçekleştirilen faaliyetler dış kurulum olarak adlandırılmaktadır. Yamazumi grafiği, iç ve dış kurulum sürelerini analiz etmek için kullanılmaktadır. Bu analizlere dayanarak olası iç kurulum süresi, harici kurulumla dönüştürülmekte ve iç kurulum zamanı, tek dokunuşla kurulum ayarlamaları yapılması yoluyla akıcı hale getirilerek tek dakikaya kadar indirilmektedir. Son olarak, bu kurulum işleminin standardizasyonu geliştirilerek sürdürülebilir hale getirilmektedir.

4. Yalın Üretim Uygulamaları Kazanımları

Yalın üretim uygulamaları, sonuçları değerlendirildiğinde ve kazanımları ortaya çıkarıldığında önemini yansıtan ve dikkat çekmeyi başaran uygulamalardır. İşletmede yapılan yalın üretim uygulamaları, israfı ortadan kaldırmaya yönelik olup, zaman tasarrufu ve hareket tasarrufu olarak iki başlık altında toplanmıştır. Tablo 7'de kaizen iyileştirme sonuçlarına yer verilmektedir.

Tablo 7: Kaizen Sonrası İyileştirme Sonuçları

Sıra	İyileştirme kriterleri	Kaizen öncesi süre	Kaizen hedefi iyileştirme (%)	Kaizen sonrası süre	İyileştirme Yöntemi
1	Kurulum ayar hazırlık süreleri iyileştirme	210 dakika	47	120*	SMED uygulama, içsel ve dışsal faaliyetleri birbirinden ayırma
2	Yürüyüş yolları	1340 adım	85	200	Hazırlık kurulum ve ayar için gerekli olan tüm takım, kalıp, besleme takozları ve tüm teçhizat makine yanında

3	Kalıp bekleme sürelerinin ortadan kaldırılması	ort. 60380 dak/ay	80	12000 dak/ay	Üretim takımları yönetim projesi kapsamında kalıpların yedeklenmesi ve tanımlanması,
4	Makine duruşları (Mekanik ve Elektrik arıza)	ort. 8600 dak/ay	30	5680 dak/ay	Toplam verimli bakım yönteminin uygulanması. Kritik tezgahların tespiti ve 16 temel duruşun belli bir sisteme göre izlenmesi
5	Boy değişim kayıpları	23662 dak/ay	50	11800 dak/ay	Tüm gerekli kalıplar, besleme takozları (boyutları belirlenmiş) sorunlu olan kalıp yedekleri, hızlı ayar teçhizatları, 5S uygulanması, ilk onay sürecinin bilgisayar sistemine aktarılması ve onay süresinin kısaltılması
6	Kalite kontrol onay süresi	ort. 55 dk	55	25 dak	Hızlı onay verme için dörtlü kalite alma, parlatma gibi teçhizatın tamamlanması. Operatörlerin NKW ayarına geçmeden önce Kalite Kontrol birimine civata ve onay formunun götürülüp daha sonra NKW ayarına geçilmesi, NKW ayarı bittikten sonra final kontrol yapılması
7	Kaynak makine sayısının artırılması	12 dk	50	6 dak	Kaynak makinesi alınması ve hızlı bağlama aparatlarının temini.

Kaizen çalışmaları sırasında minimum %30 maksimum %85 olan iyileştirme hedefleri gerçekleştirilerek zaman ve hareket tasarrufu sağlanmıştır. İyileştirmelerin yapılması için gereken düzenlemeler sistematik hale getirilmiştir ve yalın üretim uygulamalarından yararlanılmıştır. SMED, 5S, TPM, TKY gibi yaklaşımlardan yararlanılarak düzenlenen üretim alanı etkinliği artırılmıştır. Yapılan uygulamaların sonuçlarının parasal kazanımları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8: Kaizen Sonrası İyileştirme Sonuçları Yıllık Parasal Değerleri

Sıra	Açıklama	Hesaplama	€/yıl
1	Kurulum hazırlık ve ayar iyileştirme (İçsel-dışsal faaliyetlerin ayrılması, hızlı bağlama / sökme sistemleri)	90 dak x 286 ayar/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	18533
2	Makine kapasitesinin kullanımı	90 dak x 286 ayar/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	18533
3	Yürüyüş yolları	1140 adım x 2" / 60" x 286 ayar/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	7825
4	Kalıp bekleme sürelerindeki kayıpların ortadan kaldırılması	48380 dak/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	34834
5	Makine duruşları a.Mekanik b.Elektrik	2000 dak/ay x 45 makine / 15 makine x 12 ay x 0,06 €/dak = 630 dak/ay x 45 makine / 15 makine x 12 ay x 0,06 €/dak =	4320 1361
6	Boy değişim kayıpları	11800 dak/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	8496
7	Kalite kontrol onay verme süresi	30 dak/ayar x 286 ayar/ay x 12 ay x 0,06 €/dak =	6177
8	Kaynak makinesi alımı	6 dak/kaynak x 23000 ton / 1,5 ton x 0,06 €/dak =	5520

		Toplam =	105.599
9	Duruş olan sürelerin üretimde kullanılması	27,16 gün / 252 gün/yıl x 21390 ton/yıl x 1512 €/ton =	3.485.714

Çalışma kapsamında yapılan iyileştirmeler bir bütün içinde incelendiğinde, işletmenin 105.599 Euro kazanımı olduğu görülmektedir. Gereksiz taşımalar ve hareketlerden uzak durarak israfın önlenmesine yönelik yapılan iyileştirmeler ile işletme 105.599 Euro tasarruf etmektedir. Bununla birlikte daha da dikkat çekici olan işletme kayıp zaman ve işçilik değerlerine üretime dönüştürdüğünde katma değeri olmayan işlerin katma değerli zaman olarak kullanılması durumunda 3.485.714 Euro kazancı olduğu görülmektedir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Yalın üretim uygulamaları sonucunda, işletmenin değer katmaya faaliyetlerinin oranında ciddi düşüşler yaşanmıştır. Kalite ve bakım problemlerine çözümler sağlanması, kalıp değişim sürelerinin azaltılması ve 5S çalışmaları sonrasında, 105.599 Euro kazanç sağlanmıştır. Bunun yanında, kaybedilen zamanının üretime dönüştürülmesi ile 3.485.714 Euro gelir olacağı açıklanmaktadır. Bu gelirin önemli bir kısmının yalın üretim uygulamalarına bağlı oluşu görülmektedir. Bu çalışmada da kullanılan metotlar basit ama işlevseldir. Endüstriyel üretimlerde oluşacak hatalar daha büyük sonuçlar getirecektir. Yalın üretim bize bu hataları önleme yolunda güzel teknikler sunmaktadır. Bu çalışmada aktarılan bilgiler diğer bir çok üretim işletmesinde görülen spesifik problemlerin çözüm arayışı için de yol gösterici olacaktır.

Kaynakça

- Bhuiyan, N. ve Baghel, A. (2005). An Overview of Continuous Improvement: From The Past to The Present. *Management Decision*, 43(5), 761 – 777.
- Chaneski, W. S. (2002), Total Productive Maintenance - An Effective Technique. *Modern Machine Shop*, 75, 46-47.
- Dillon, A. P. ve Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland: Productivity Press.
- Duanmu, J. ve Taaffe, K. (2007). Measuring Manufacturing Throughput Using Takt Time Analysis and Simulation. *In Proceedings of the 39th Conference on Winter Simulation: 40 years! The best is yet to come*, 1633-1640, IEEE Press.
- Holtskog, H. (2013). Continuous Improvement beyond The Lean Understanding. *Procedia CIRP*, 7, 575-579.
- Hinckley, C. M. (2007). Combining Mistake-Proofing and Jidoka to Achieve World Class Quality in Clinical Chemistry. *Accreditation and Quality Assurance*, 12, 223-230.
- Kannan, G., Selladurai, D.V. ve Karthi, S. (2013). Swaging Process for Productivity Improvement in The Manufacture of Spindles. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 72, 681–684.
- Krisztina, D. ve Zsolt, M. (2011). The Impact of Lean Practices on Inventory Turnover. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 154-163.
- Liker, J.K. ve Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill: New York.
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System*. Norcross: Industrial Engineering and Management Press.
- Moyano-Fuentes, J. ve Sacristan-Diaz, M. (2012). Learning on Lean: A Review of Thinking and Research. *International Journal of Operations and Production Management*, 32(5), 551-582.

- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity Press.
- Pal, A. ve Kachhwaha, S.S. (2013). Waste Cooking Oil: A Promising Feedstock for Biodiesel Production through Power Ultrasound and Hydrodynamic Cavitation. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 72, 387–392.
- Papadopoulou, T.C. ve Özbayrak, M. (2005). Leanness: Experiences from The Journey to Date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784-807.
- Sakakibara, S., Flynn, B.B., Schroeder, R.G. ve Morris, W.T. (1997). The Impact of Just- In-Time Manufacturing and Its Infrastructure on Manufacturing Performance. *Management Science*, 43(9), 1246–1257.
- Sang, L.C., Khairuzzaman, W.I.W., Abdul, R.S.Z., Boon, H.K. ve Yew, J.L. (2013). Sustaining Customers' Loyalty: A Survey of A Coating Resins Manufacturer. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 72, 731–734.
- Shah, R. ve Ward, P.T. (2003). Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Shah, R. ve Ward, P.T. (2007). Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*. 25, 785–805.
- Womack, J. P., ve Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Simon and Schuster.

LEAN MANUFACTURING APPLICATIONS AND BENEFITS

Extended Abstract

Aim: Lean manufacturing aims to eliminate the wastes involved in operations by providing the necessary improvements to the enterprises through the developed methods. In this study, it is aimed to demonstrate the achievements of lean production practices. Lean manufacturing techniques are determined according to the model area must to be improved. In this context, a production operation is considered. Within the scope of the research, a company which produces fasteners was utilized. This company mainly supplies to the well-known companies of other industries such as automotive industry, white goods and electronics. Company's total amount of production is 80,000 tons of products per year and they are exported to industrialized countries. The products produced by the operator are a mixture of standard products in mass production and special products according to customer requirements. Company is a manufacturing business that has discovered simple philosophy in search of solutions to adverse situations that it has experienced. Increasing inventories and difficulties in doing business make it possible to find solutions to the problems caused by the problems of lean manufacturing techniques.

Method(s): Within the scope of the study, six items produced in operation were taken into consideration and the amount of production realized in 2017 was determined. In addition to the raw material and finished product inventory quantities being considered as problems of the inspecting products of the operator, the inventory of semi-finished products in the production process has also reached remarkable level. Within this scope, the amount of daily production is compared with the inventory of the company which are semi-finished in the production area throughout the year. It has been decided that the lean production techniques should be used in the solution of the problem.

Findings: It is known that the operator in the study has 2 shifts and 5 days a week production. It is also assumed that customer demand will increase by 10% on average by 2017 in 2018. With this information, tact time is calculated. The value after the calculation of the tact time is 0.92 s. This means that in every 0.92 s a piece has passed through each operation. In order to achieve this goal, it is necessary to shorten the processing time. For this purpose it has been seen that unnecessary processes and activities should be uncovered. In the study, a spaghetti diagram was prepared for the preparation and adjustment processes in order to be able to carry out the improvement studies in the operation. The steps that the operator has spent in the preparation and adjustment process of transitioning to the new product and a time wastage of 44.7 minutes has been revealed with 1341 steps of movement, 1005.75 meters of walking. The spaghetti diagram prepared for the operations performed by the operator for aspect adjustment for the new product has been found to have 466 steps of movement, 349.5 meters walking and 9.32 minutes. Problem determination and solution proposal for eliminating unnecessary walking and distances which are revealed with the help of spaghetti diagrams were collected by consulting the opinions of employees. The problems that arise from the information gathered from the employees regarding the collection and evaluation of the company's data and the solution suggestions mainly focus on quality and maintenance issues. The information about the product-based quality problems of the company participant in the study and the suggestions for solutions presented in the meeting were shared. In order to reveal these problems, a diagram of fish bone was used. Errors are listed according to their priorities in the fish bone diagram created to elaborate the errors caused by environment, human, machine, system and material. The causes of the machine failures have been reached with Total Productive Maintenance applications. 5S studies were organized and then the internal and external preparations were separated from each other in order to avoid the losses experienced by SMED in the institutional time. The necessary equipment and molds are supplied.

Conclusion: Improvement targets with a minimum of 30% and a maximum of 85% are achieved during the work, saving time and effort. When the improvements made within the scope of the

study are examined in a whole, it is seen that the operator earned 105,599 Euros. The enterprise saves 105.599 Euros with improvements to avoid wastage by avoiding unnecessary movements and movements. Even more striking, however, is the fact that businesses that convert value to lost time and labor values into value-added time are not worth the added value, which is worth € 3.485.714.