



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İŞLETMELERDE YALIN OLGUNLUK
ANALİZİ VE YALIN DÖNÜŞÜM
PLANLAMASI: DEĞİRMEN MAKİNELERİ
SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR
İŞLETMEDE UYGULAMALAR**

Damla Ekin ERTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

EYLÜL 2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Damla Ekin ERTÜRK tarafından hazırlanan “İşletmelerde Yalın Olgunluk Analizi Ve Yalın Dönüşüm Planlaması: Değirmen Makineleri Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Uygulamalar” adlı tez çalışması 26/09/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN
(Necmeddin Erbakan Üniversitesi)

Danışman

Prof. Dr. Yakup KARA
(Konya Teknik Üniversitesi)

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ATASAGUN
(Konya Teknik Üniversitesi)

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Damla Ekin ERTÜRK

26/09/2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

İŞLETMELERDE YALIN OLGUNLUK ANALİZİ VE YALIN DÖNÜŞÜM PLANLAMASI: DEĞİRMEN MAKİNELERİ SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE UYGULAMALAR

DAMLA EKİN ERTÜRK

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Yakup KARA

2025, viii + 48 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Yakup KARA
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN
Dr. Öğr. Üyesi Yakup ATASAGUN**

İşletmelerde Yalın Olgunluk Değerlendirme Analizleri (YODA), sürdürülebilir büyüme sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek adına kritik bir rol oynamaktadır. YODA, işletmelere maliyet avantajları, verimlilik artışı, stokların azaltılması ve müşteri memnuniyetinin artırılması gibi önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bu analizler, işletmenin mevcut üretim süreçlerini, iş gücü verimliliğini ve genel organizasyonel performansını değerlendirerek, potansiyel gelişim alanlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, yalın üretim felsefesinin temelini oluşturan sürekli iyileştirme (Kaizen) kültürünü teşvik eder. Çalışma kapsamında, yalın olgunluk değerlendirmesi ve dönüşüm planlaması yapılmamış bir işletme üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın amacı, çift santrifüj döküm ve sonrasında talaşlı imalat ile nihai ürünün üretimini yapan bir işletmede, yalın olgunluk analizi ve yalın dönüşüm planlaması uygulayarak, mevcut eksiklikleri tespit etmek ve bu eksikliklerin giderilmesine yönelik iyileştirme adımlarını belirlemektir. Yapılan yalın olgunluk değerlendirme analizi sonucunda, işletmenin üretim süreçlerinde verimlilik kayıpları, iş gücü etkinliği eksiklikleri ve organizasyonel engeller gibi temel sorunlar tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, yalın dönüşüm için gerekli stratejiler ve çözümler geliştirilmiş olup, uygulama sürecine yönelik detaylı bir plan hazırlanmıştır. Yalın dönüşüm planlaması sonrasında, işletmenin verimliliğini artırmaya yönelik somut adımlar belirlenmiş ve bu süreçte elde edilecek kazanımların nasıl sürdürülebilir hale getirileceğine dair önerilerde bulunulmuştur. Araştırma, işletmenin yalın dönüşüm sürecine güçlü bir başlangıç yapmasını sağlamayı ve gelecekteki verimlilik gibi çeşitli iyileştirmelerine temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üretim, Verimlilik, Yalın Dönüşüm, Yalın Olgunluk, YODA

ABSTRACT

Lean Maturity Assessment and Lean Transformation Planning in Enterprises: A Case Study in a Company Operating in the Milling Machinery Sector

Damla Ekin ERTÜRK

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Industrial Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Yakup KARA

2025, viii + 48 Pages

Jury

**Prof. Dr. Yakup KARA
Asst. Prof. Dr. Kemal ALAYKIRAN
Asst. Prof. Dr. Yakup ATASAGUN**

Lean Maturity Assessment Analyses (YODA) play a critical role in achieving sustainable growth and gaining competitive advantage within organizations by providing cost advantages, increased efficiency, reduced inventory levels, and enhanced customer satisfaction. These analyses evaluate production processes, workforce efficiency, and overall organizational performance to identify potential improvement areas while fostering a culture of continuous improvement (Kaizen) that forms the foundation of lean manufacturing. In this study, a company that produces its final product through double centrifugal casting followed by machining operations—yet has not previously conducted a lean maturity assessment or transformation plan—was analyzed. The aim was to identify existing deficiencies and determine improvement steps through lean maturity analysis and transformation planning. As a result, productivity losses, workforce inefficiencies, and organizational barriers were identified; strategies and solutions for lean transformation were developed; and a detailed implementation plan was prepared. The research aims to enable the company to make a strong start in its lean transformation journey and serve as a foundation for sustainable efficiency and performance improvements in the future.

Keywords: Production, Efficiency, Lean Transformation, Lean Maturity, YODA

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, işletmelerde yalın üretim uygulamalarının olgunluk seviyesini analiz etmek ve yalın dönüşüm sürecinin planlamasını ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Değirmen makineleri sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede yapılan uygulamalar üzerinden yürütülen bu çalışma, teorik bilgiler ile saha verilerini bir araya getirerek yalın üretim anlayışının sektörel yansımalarını ortaya koymayı hedeflemektedir.

Yüksek lisans öğrenimim süresince edindiğim bilgi birikimini uygulamaya dönüştürebilme fırsatı bulduğum bu süreçte, başta bilgi ve tecrübesiyle her zaman yol gösteren, akademik rehberliğini esirgemeyen değerli danışmanım **Prof. Dr. Yakup KARA**'ya teşekkür ederim.

Bu süreçte manevi desteğini her daim hissettiren aileme, evcil dostlarıma ve sabırla yanımda olan tüm dostlarıma da gönülden teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, yalın üretim alanında yapılacak diğer akademik ve sektörel çalışmalara katkı sağlaması en büyük temennimdir.

Damla Ekin ERTÜRK
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Tesis ve prosesler.....	10
3.1.2. Malzeme yönetim sistemi.....	16
3.1.3. Depo, mağaza ve iç lojistik yönetimi.....	18
3.1.4. Operasyonlarda ve çalışma ortamında standardizasyon.....	19
3.1.5. Çalışma yetkinliği ve esnekliği.....	21
3.1.6. Ayar değişimleri.....	21
3.1.7. Toplam verimli bakım.....	22
3.1.8. Görsel yönetim ve performans takibi.....	22
3.1.9. Problem çözme ve sürekli iyileştirme.....	23
3.1.10. Kalite yönetimi ve hata önleyiciler.....	24
3.1.11. Liderlik ve takım.....	24
3.2. Yöntem	26
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	27
4.1. İşletmenin Yalın Olgunluk Değerlendirme Analizi ve Sonuçları.....	27
4.1.1. Üst yönetim farkındalığı.....	27
4.1.2. Standardizasyon	28
4.1.3. Değer akışı.....	29
4.1.4. Üretim akışı.....	32
4.1.5. Çekme sistemi.....	35
4.1.6. Sürekli iyileştirme.....	37
4.2. Yalın Dönüşüm Planlaması.....	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
5.1 Sonuçlar.....	42
5.2 Öneriler	43
KAYNAKLAR.....	45
EKLER.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
BPM	: Business Process Management
BPMM	: İş Süreçleri Olgunluk Modeli
CNC	: Computerized Numerical Control
DAH	: Değer Akış Haritalama
EFQM	: European Foundation for Quality Management
ERP	: Enterprice Resource Planning
ISM	: Yorumlayıcı Yapılandırma Modeli
JIT	: Tam Zamanında Üretim
K	: Kırıcı
KPI	: Key Performance Indicator
L	: Liso
NC	: Nonconformity
OEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
PUKÖ	: Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al
SIOP	: Sales, Inventory and Operations Planning
SOP	: Standart Operasyon Prosedürü
SSPS	: Statistical Package for the Social Sciences
SQDC	: Safety Quality Delivery Costumer
SWOT	: Strengths Weaknesses Opportunities Threats
TPM	: Toplam Verimli Bakım
TÜLOMSAŞ	: Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi A.Ş.
YODA	: Yalın Olgunluk Değerlendirme Analizi

1. GİRİŞ

Küresel rekabetin artması ve teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi, işletmeleri müşteri taleplerine en iyi şekilde yanıt verebilecek süreçleri oluşturmaya zorlamaktadır. Bu bağlamda, işletmelerin maliyetlerini düşürerek rekabet avantajı elde etmeleri ve müşteri beklentilerini karşılayabilmeleri, israfların ortadan kaldırılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu amacı gerçekleştirebilmenin en etkili yolu, yalın üretim felsefesi ve tekniklerinin uygulanmasından geçmektedir. Toyota üretim sistemi, yalın üretim felsefesinin temelini oluşturmakta olup israfın ortadan kaldırılması, sürekli iyileştirme ve çalışanların katılımı gibi prensiplere dayanmaktadır (Liker, 2004). Yoğun rekabetin hâkim olduğu iş dünyasında, işletmelerin sürdürülebilirliğini sağlamak ve rekabetçi kalabilmek, büyüme ve gelişme açısından kritik bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, günümüzde birçok işletme, müşterilerine tam zamanında ve yüksek kaliteli ürünler sunabilmek amacıyla yalın üretim felsefesini benimsemektedir.

Yalın üretim, 1950’li yıllarda Japonya’da Toyota’da geliştirilmiş ve günümüzde dünya genelinde üretim ve yönetim alanında devrim yaratan bir yaklaşım haline gelmiştir. Bu yaklaşımın temelleri, Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno’nun üretim süreçlerindeki israfları minimize etmeye ve kaynakları daha verimli kullanmaya yönelik çalışmalarıyla atılmıştır. Geleneksel kitle üretimi modellerinin Japonya’nın ekonomik ve sosyal koşullarına uygun olmaması, Toyoda ve Ohno’yu yeni bir üretim felsefesi geliştirmeye yöneltmiş ve böylece yalın üretim sistemi ortaya çıkmıştır (Ohno, 1988). Yalın düşünce, işletmelerde gerçekleştirilen tüm süreçlerin gözden geçirilerek, değer yaratmayan yani israf olarak nitelendirilen faaliyetlerin sistematik bir şekilde ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır (Lopez ve diğ., 2013). Bu anlayış, işletmeye esnek bir yönetim bakış açısı kazandırırken, aynı zamanda müşteri taleplerine ve ihtiyaçlarına daha hızlı ve etkin şekilde yanıt verilmesini sağlamaktadır. Türkiye’de de yalın üretim kavramı 2000’li yıllardan itibaren sanayi işletmelerinde yaygın olarak uygulanmaya başlanmış ve üretim sistemlerinin yeniden yapılandırılmasında önemli bir dönüşüm unsuru haline gelmiştir (Çankır, 2010).

Yalın üretim, kitle üretim sisteminin sınırlarını aşan ve müşteri odaklı değer yaratma anlayışına dayanan bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Womack, Jones ve Roos, 1990). Yalın düşüncenin temelinde yer alan değer kavramı, yalnızca son müşteri tarafından tanımlanabilir ve ancak belirli bir zaman diliminde, belirli bir fiyatla, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün veya hizmetler için anlam taşır (Womack ve Jones, 1990/2015; Çev. Dicleli, 2015). Ancak; üreticilerin, değeri müşterinin bakış açısından doğru tanımlaması oldukça zordur. Verimsizlikler, müşteri açısından katma değer

yaratmayan ve dolayısıyla ödeme yapılmaya değer bulunmayan faaliyetler, ürünler veya süreçler olarak tanımlanır (Helmold ve diğ., 2022). Bu nedenle yalın yönetim, müşteri odaklı bir anlayışla kaynakları en verimli şekilde kullanmayı ve gerçek müşteri taleplerine dayanan kesintisiz bir iş akışı oluşturmayı hedeflemektedir. Yalın felsefenin temel ilkeleri şu şekilde özetlenebilir: müşteriye operasyonların merkezine koymak, değeri ve değer yaratan faaliyetleri müşterinin bakış açısından tanımlamak, değer zincirinin tüm alanlarında israfı ortadan kaldırmak, kaizen anlayışı ile tüm faaliyetleri ve süreçleri geliştirmek ve insan kaynağını değer yaratan süreçlerin merkezine almak ve süreç başarısında aktif rolünü desteklemektir. Bu prensipler doğrultusunda yalın üretim, sadece üretim süreçlerinde değil, hizmet sektörü ve diğer endüstriyel alanlarda da yaygın olarak uygulanmakta; maliyetlerin azaltılması, verimliliğin artırılması, müşteri memnuniyetinin yükseltilmesi ve çalışan motivasyonunun artırılması gibi çok boyutlu faydalar sağlamaktadır. Günümüzde yalın üretim, işletmelerin sürdürülebilir büyüme ve rekabet avantajı elde etmesinde temel stratejik bir yaklaşım olarak önemini korumaktadır. (García-Alcaraz ve diğ., 2016; Womack ve Jones, 2015).

Günümüz rekabetçi iş dünyasında, organizasyonların sürdürülebilir başarı sağlaması için süreçlerini sürekli iyileştirmesi ve verimliliği artırması kritik hale gelmiştir. Bu bağlamda, yalın üretim felsefesi önemli bir yönetim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Yalın üretim, israfların ortadan kaldırılması, süreçlerin sadeleştirilmesi ve müşteri değerinin maksimize edilmesini hedefler. Bu felsefenin temel taşlarından biri olan Kaizen, Japonca “daha iyiye doğru değişim” anlamına gelir ve organizasyonlarda küçük ama sürekli iyileştirmelerin sistematik şekilde uygulanmasına dayanır. Kaizen yaklaşımında, tüm çalışanların iyileştirme süreçlerine aktif katılımı önemlidir; çünkü her bireyin katkısı süreç etkinliğini artırmakta ve israfın azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu süreçler genellikle PUKÖ döngüsü çerçevesinde yürütülür ve böylece verimlilik, kalite ve sürekli gelişim kültürü organizasyona yerleşir (García-Alcaraz ve diğ., 2016; Womack ve Jones, 2015).

Okçu (2023), yalın dönüşümün sürdürülebilirliği açısından çalışan katılımı ve kültürel adaptasyonun teknik uygulamalardan daha kritik olduğunu vurgulamaktadır. Yine yalın üretimin diğer temel unsurlarından olan JIT, üretim hattında yalnızca ihtiyaç duyulan miktarda ve zamanda malzeme ve parçanın kullanılmasını sağlayarak stok maliyetlerini ve israfları minimize eder.

Kanban sistemi, üretim akışını görsel araçlarla kontrol ederek gereksiz üretimi engellerken, Jidoka süreçlerde kaliteyi artırmak için anormal durumlarda üretimi

durdurma imkanı sağlar (Gross ve McInnis, 2003). Poka-yoke mekanizmaları ise hataları önleyici sistemler olarak üretim kalitesinin sürekliliğini güvence altına alır. Ayrıca, Heijunka üretim dalgalanmalarını dengeleyerek kaynakların etkin kullanılmasını desteklerken, Hoshin Kanri stratejik hedeflerin organizasyona yayılımını sağlar. Shojinka ile iş gücü esnekliği sağlanır, DAH ise süreçlerdeki israf kaynaklarını tespit ederek iyileştirme fırsatlarını ortaya çıkarır. Son olarak, 5S prensipleri iş yerinde düzen, temizlik ve disiplinle çalışma ortamının verimliliğini artırır. Tüm bu uygulamalar yalın üretimin temel araçları olup, organizasyonlarda israfın azaltılması, kalite ve verimliliğin artırılması için birbirini tamamlayan yaklaşımlar sunmaktadır.

İşletmelerin, verimlilik çalışmaları ve yalın üretim uygulamaları bağlamında mevcut durumlarının tespit edilmesi, potansiyel iyileştirme alanlarının belirlenmesi ve bu alanlar doğrultusunda etkili yol haritalarının oluşturulması, organizasyonel gelişiminde ve rekabetçi avantaj sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreç, işletmelere yalın üretim prensiplerini benimsemek ve bunları uygulayarak iş süreçlerini iyileştirmek için rehberlik etmeyi amaçlayan bir hizmet türü olarak sunulmaktadır. Yalın olgunluk analizi, organizasyonların yalın üretim felsefesini ne kadar etkili benimsediğini ve bu felsefeye ne kadar entegre olduklarını belirlemek için çeşitli alanlarda değerlendirme yapar. Her bir madde, bu sürecin bir parçası olarak ele alınabilecek bir değerlendirme alanıdır. Yalın üretim uygulamalarının etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi için işletmelerin mevcut durumlarının çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme sürecinde, çeşitli kritik alanlar ön plana çıkmaktadır. Öncelikle, üst yönetim farkındalığı, yalın dönüşüm sürecinin başarısında belirleyici bir faktördür. Üst yönetimin yalın üretim prensiplerine ve bu prensiplerin işletmeye sağlayacağı faydalara ilişkin farkındalık düzeyi, dönüşüm sürecinin yönlendirilmesi ve gerekli kaynakların tahsis edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Standardizasyon ise süreçlerin tutarlılığını ve kalite sürekliliğini sağlamada temel bir unsurdur; mevcut süreç standartlarının gözden geçirilmesi ve teslimat ile kalite parametrelerindeki değişkenliklerin analiz edilmesiyle süreç performansı artırılabilir. Değer akışı değerlendirmesi, üretim süreçlerinde darboğazların belirlenmesini, israfların tespit edilmesini ve süreç verimliliğinin artırılmasını amaçlar. Bu bağlamda, süreçlerin kesintisiz ve etkin bir şekilde akması için üretim akışı üzerinde detaylı analizler yapılmalı, akışı engelleyen unsurlar ve sahadaki israf kaynakları ortadan kaldırılmalıdır. Çekme sistemi, üretimin müşteri talebine göre şekillendirilmesini sağlarken, JIT prensibinin desteklenip desteklenmediği tesis yerleşimi ve organizasyon yapısı çerçevesinde

değerlendirilmelidir. Sürekli iyileştirme, yalın üretimin sürdürülebilirliğini sağlayan temel bir ilkedir; bu noktada, çalışan katılımının düzeyi ve iyileştirme faaliyetlerinin organizasyon genelindeki yaygınlığı önemlidir.

Yalın felsefeye dayalı dönüşüm yolculuğuna başlamak isteyen işletmelerde sürecin başında; hali hazırda dönüşüm süreci devam eden işletmelerde ise belirli aralıklarla yapılacak YODA, yalın dönüşüm sürecinin başarısı açısından son derece önemlidir. YODA, bu süreçte hem bir mevcut durum analizi ortaya koymakta hem de zayıf kalmış veya gelişme açık noktaların objektif bir biçimde analiz edilmesine ve işletmeye özel dönüşüm stratejisi ve yol haritası belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu stratejik yol haritası, işletmelerin kısa ve uzun vadeli hedeflerine ulaşmalarını destekleyerek yalın dönüşüm sürecinin sistematik ve sürdürülebilir şekilde ilerlemesini sağlar. Yalın dönüşüm, yalın felsefenin bir işletmede kurumsallaşmasını ve tüm süreçlerde etkin biçimde uygulanmasını hedefleyen, zihinsel, organizasyonel ve teknik boyutları olan kapsamlı bir değişim sürecidir. Bu dönüşüm, öncelikle değerın müşteri bakış açısıyla tanımlanmasıyla başlamakta ve ardından çeşitli yalın araç ve tekniklerin sistematik olarak uygulanmasını gerektirmektedir. Ancak süreçte en zorlayıcı unsur, teknik uygulamalardan ziyade çalışanların düşünce yapısında ve bakış açısında gerekli olan zihinsel dönüşümün sağlanmasıdır. Literatürde, yalın uygulamaların başarısı ile çalışanların bu dönüşüme uyum düzeyi arasında güçlü bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır. Bu kapsamda yapılan birçok yalın dönüşüm girişiminin, hedeflenen başarı düzeyine ulaşamadığı görülmektedir. Bu nedenle yalın üretim başarı faktörlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu faktörlerin değerlendirilmesi sayesinde işletmeler, mevcut yalın uygulamalarındaki güçlü ve zayıf yönlerini görebilmekte, ihtiyaçlarını analiz edebilmekte ve yalın dönüşüm stratejilerini daha etkili şekilde planlayabilmektedir. (Tüylü ve Türkan, 2022). Günümüzde yalın üretim uygulamaları, dijitalleşme ve Endüstri 4.0 teknolojileriyle birlikte entegre biçimde yürütülmekte; veri yönetimi ve süreç görünürlüğü açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Koşan ve Akar, 2023).

Bu çalışmada, değirmen makineleri sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir işletmede YODA ve yalın dönüşüm planlaması yapılmıştır. İşletme hali hazırda yalın dönüşüm yolculuğuna başlamamış ancak başlamak planlamaktadır. Bu bağlamda, yapılan YODA ve oluşturulan dönüşüm yol haritası işletmenin dönüşüm yolculuğuna sağlıklı bir başlangıç yapabilmesi bakımından önemlidir. İşletmede üretim, temel olarak döküm ve talaşlı imalat süreçleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamına her iki temel süreç de dahil edilmiştir

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, işletmelerde yalın olgunluk analizi ve yalın dönüşüm planlamalarına ilişkin araştırmalara yer verilmiştir. Adalı ve diğ. (2017), Türkiye’deki imalat işletmelerinde yalın üretim uygulamalarının mevcut durumunu analiz etmiş ve uygulamaların çoğunda standardizasyon, 5S ve sürekli iyileştirme araçlarının eksik uygulandığını ortaya koymuştur.

Setianto ve Haddud (2016) tarafından Katar’da gerçekleştirilen yalın olgunluk analizi çalışması, üretim organizasyonlarında yalın üretim uygulamalarının olgunluk seviyesini değerlendirmeye odaklanmış ve bu kapsamda 14 farklı yalın kriter, 1’den 9’a kadar puanlanan Likert Ölçeği ile ölçülmüştür. Elde edilen puanlar yüzde değerlerine dönüştürülerek işletmelerin yalın olgunluk düzeyleri belirlenmiş; ölçümlerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla SPSS programı aracılığıyla Cronbach’s Alpha analizi gerçekleştirilmiş ve 0,7’nin altındaki değerler kritik eksiklik olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların demografik özellikleri yaş, eğitim, iş deneyimi, meslek rolü, sektör ve kuruluş büyüklüğü gibi değişkenlerle detaylandırılmış; ayrıca işletmelerde yalın uygulama süresi ve bu uygulamaların önemi de kategorik olarak analiz edilmiştir. Yalın üretim uygulamalarının sağladığı başlıca faydalar arasında verimlilik artışı, kalite iyileştirmesi, israfın azaltılması, kâr artışı, stok seviyelerinin düşürülmesi ve esneklik artışı yer almaktadır. Çalışmada yalın üretim olgunluğu; kültürel farkındalık, küçük parti üretimi, 5S, yalın takım çalışması, sürekli iyileştirme, görsel yönetim, süreç standardizasyonu, israf azaltma, süreçlerin akışkanlığı, performans ölçümü, problem çözme yetkinliği, çalışan katılımı, yalın liderlik ve tedarikçi entegrasyonu gibi kriterler üzerinden değerlendirilmiş ve strateji ile hizalanma performansı kapsamında bilgi paylaşımı, KPI yönetimi ve yönetim yaklaşımlarının entegrasyonu gibi başlıklarda ortalama seviyelerde sonuçlar elde edilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu stratejiye sahip çıkma, hesap verebilirlik ve liderlik desteği gibi insan odaklı süreçlerde gelişime ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda çalışmada, yalın dönüşümün başarısı için liderlik bağlılığı, ortak vizyon oluşturma, stratejik iletişim, çalışan katılımı ve öğrenme kültürünün desteklenmesinin kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, fonksiyonlar arası hizalanmada yaşanan zorlukların büyük ölçüde insan faktörlerinden kaynaklandığı tespit edilmiş ve yönetimlerin gerçekçi KPI’lar belirlemesi, stratejileri çalışanlarla şeffaf şekilde paylaşması ve kültürel dönüşümü desteklemesi gerektiği ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular, gelişmekte olan üretim pazarlarında yalın olgunluk

değerlendirmesinin önemini ortaya koymakta ve benzer dönüşüm projelerine yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Burat (2017) Çimtaş Precision Machining işletmesi, 2012 yılında kurulmasının ardından, kapasite artışı hedeflerini tesis alanı kısıtlamalarına rağmen gerçekleştirebilmek amacıyla yalın üretim prensiplerini sistematik olarak uygulamaya koymuştur. Bu süreçte, yalın olgunluk değerlendirme tablosu kullanılarak mevcut süreçlerin performansı nesnel olarak analiz edilmiş ve müşteri odaklılık, yalın organizasyon, liderlik ile iletişim alanlarında iyileştirme hedefleri belirlenmiştir. Yalın dönüşüm kapsamında 5S, görsel yönetim, kaizen ve gemba gibi yöntemlerle süreçler standartlaştırılmış, çalışan katılımı artırılarak özerk takımlar oluşturulmuş ve SQDC performans göstergeleri doğrultusunda yönetim sağlanmıştır. Günlük Asakai toplantıları ve Obeya odası uygulamalarıyla süreçlerin takibi ve problem çözme hızlandırılmış, bu sayede hem süreçlerde istikrar sağlanmış hem de yeni ürün hatlarının entegrasyonu mümkün kılınmıştır. Vaka, yalın olgunluk değerlendirme ve uygulama yöntemlerinin hassas talaşlı imalat sektöründe süreç verimliliğini artırmada, kapasite kullanımını optimize etmede ve operasyonel performansı iyileştirmede etkili olduğunu göstermekte; yalın üretim kültürünün organizasyonel performans ile sürdürülebilir büyüme ve rekabet avantajı sağlamada kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Realyvásquez-Vargas ve diğ. (2018) Hassas talaşlı imalat yapan bir işletmede yalın üretim uygulamalarının olgunluk seviyesinin değerlendirilmesi ve mevcut süreçlerin iyileştirilmesi amacıyla PUKÖ döngüsü etkin bir şekilde kullanılmışlardır. Bu çalışmada, öncelikle üretim hattındaki mevcut durum detaylı olarak analiz edilmiş, akış şemaları ve yerleşim planları hazırlanmıştır. Üretim sürecinde sıkça karşılaşılan hata türleri Pareto analizleri ile tespit edilerek iyileştirme öncelikleri belirlenmiştir. Özellikle lehimleme sürecinde kullanılan fiktürlerdeki hasarlar hataların artmasına neden olduğundan, yeni tasarımı fiktürlerin satın alınması ve uygulanması ile hatalarda %65-79 arasında belirgin azalma sağlanmıştır. Ayrıca, dokunma (touch up) işlemlerinde süreç sürelerinin kısalmasıyla üretim kapasitesinde yaklaşık %20'lik bir artış ve ekonomik tasarruf elde edilmiştir. Sonuç olarak, PUKÖ döngüsü ile desteklenen bu yalın uygulama örneği, yalın üretim olgunluk değerlendirmelerinde sürecin iyileştirilmesi ve kalite artışı için etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Bu vaka, hassas talaşlı imalat işletmelerinde yalın dönüşüm ve sürekli iyileştirme çalışmalarına ışık tutmaktadır.

Sarı (2018) talaşlı imalat sektöründeki bir işletmede yaşanan verimsizlikler ve kalite sorunları üzerine başlatılan çalışmada, yalın üretim teknikleri uygulanarak süreçler

iyileştirilmiştir. Yalın olgunluk değerlendirmesiyle stok yönetimi, iş akışı, kalite ve bakım alanlarında eksiklikler belirlenmiş; JIT, takt zamanı, spaghetti diyagramları, Toplam Kalite Yönetimi ve TPM gibi yöntemlerle müdahaleler yapılmıştır. Sonuç olarak, stoklarda %30 azalma, verimlilikte %25 artış ve kalite problemlerinde %40 iyileşme sağlanmış; bu da yalın uygulamaların işletmeye sürdürülebilir rekabet avantajı kazandırdığını ortaya koymuştur.

Yılmaz ve diğ. (2018) Eskişehir’de bir lokomotif fabrikasında yürütülen Yalın Dönüşüm Faz-1 kapsamında yapılan yalın olgunluk değerlendirmesiyle; liderlik, çalışan katılımı, standart iş, görsel yönetim gibi alanlarda mevcut durum analiz edilmiş ve eksiklikler belirlenmiştir. 5S, Obeya, takt time gibi uygulamalarla süreçler iyileştirilmiş, çalışanların sürekli iyileştirmeye katılımı teşvik edilmiştir. Sonuçta, liderlik ve çalışan katılımında büyük artışlar sağlanmış, israf oranı %53 azalmış ve üretim verimliliği %21 artmıştır. Bu çalışma, yalın olgunluk analizinin stratejik bir dönüşüm aracı olduğunu göstermektedir (Türkiye Yalın Üretim Derneği, 2012).

Colín-Lozano ve diğ. (2019) Nuevo León Otomotiv Kümesi’nde geliştirilen bir çalışmada, yalın üretim araçlarının uygulanma düzeyleri, dört seviyeli BPM (Business Process Management) olgunluk modeli temelinde sistematik olarak analiz etmişlerdir. Başlangıçta 279 kriterden oluşan bu araç, yedi işletmede uygulanmış ve alınan geri bildirimlerle önce 263, ardından 228 kritere indirilerek yeniden yapılandırılmıştır. Yeniden tasarım sürecinde, araçlar hem yapısal açıdan sadeleştirilmiş hem de değerlendirme süresi önemli ölçüde kısaltılmış, sekansiyel yaklaşım sayesinde gereksiz zaman kaybı önlenmiştir. İlk denetimlerde %34’e kadar çıkan uyumsuzluk oranı, yapılan iyileştirmelerle bazı işletmelerde %9’a kadar düşmüştür. Genel uyumsuzluk oranlarında %10’a varan iyileşmeler sağlanmıştır. Ayrıca bazı araçlar değerlendirme dışında bırakılmış, benzer otomotivler birleştirilmiş ve eğitimle ilgili kriterler tek bir başlık altında toplanarak içerik netleştirilmiştir. Bu sayede, hem denetçilerin değerlendirme süreci kolaylaşmış hem de işletmelerin sonuçları yorumlaması daha anlaşılır hale gelmiştir. Geliştirilen bu araç sayesinde şirketler hem kendi içlerinde hem de küme üyeleri arasında karşılaştırmalar yapabilmekte, iyi uygulamalar belirlenip bilgi paylaşımı teşvik edilmekte ve yalın üretim olgunluğu sürekli olarak izlenerek iyileştirme kültürü desteklenmektedir. Bu yönleriyle çalışma, yalın üretim olgunluğu değerlendirmesine dair hem teorik hem de pratik açıdan güçlü bir örnek sunmaktadır.

Shah ve diğ. (2020) Pakistan’da 10 farklı işletmede yürütülen kapsamlı bir çalışmada, yalın üretim olgunluk seviyeleri 14 temel kriter çerçevesinde değerlendirilmiş;

bu değerlendirmelerde Likert tipi bir ölçek ve SPSS yazılımı kullanılmıştır. Kültürel farkındalık, görsel kontrol, küçük parti üretimi, önleyici bakım ve eğitim-gelişim gibi unsurlar üzerinden yapılan analizlerde, pek çok işletmenin 5.00 puanlık kabul eşiğinin altında kaldığı ve yalın uygulamaların çoğunun yüzeysel düzeyde kaldığı belirlenmiştir. İnsan yönetimi, özellikle de çalışan eğitimi ve kültürel adaptasyon eksikliği, yalın dönüşümün önündeki başlıca engeller olarak tespit edilmiştir. Cronbach's Alpha analizleri, bu alanlardaki i tutarlılığın zayıf olduğunu ortaya koymuş; bu durum, süreçlerin kurumsal düzeyde yeterince benimsenmediğini göstermiştir. ISM ve MICMAC analizleriyle faktörler arası neden-sonuç ilişkileri incelenmiş ve dönüşüm sürecinde en kritik unsurun st yönetim kararlılığı olduğu saptanmıştır. Pilot uygulama olarak seçilen Hidrolik Pres Atölyesi'nde 5S, malzeme yönetimi ve zaman kontrolü gibi alanlarda ciddi performans iyileştirmeleri elde edilmiş; bu iyileşmeler, teslimat süresi, hata oranı ve üretim maliyetlerinde ölçülebilir düşüşlerle desteklenmiştir. Sonuçlar, yalın dönüşüm süreçlerinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda kültürel ve yönetsel boyutlarla birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

Magrini ve diğ. (2021) siparişe göre üretim ortamlarında yalın olgunluk seviyesini değerlendirmek amacıyla geliştirilen bütüncül model, literatürde tanımlanan yalın üretim ilkeleri temel alınarak ETO işletmeleri için on temel ilke çerçevesinde yapılandırılmış ve her ilke için beş düzeyli bir puanlama sistemi oluşturularak nesnel ve ölçülebilir bir yapı sunmuştur. Model kapsamında dört temel ilke doğrudan matematiksel formüllerle ifade edilerek öznel değerlendirmelerin ötesine geçilmiştir. Gerçek bir ETO işletmesinde yapılan uygulama ile modelin geçerliliği test edilmiş, başlangıçta %63 olarak belirlenen yalınlık seviyesi, özellikle sürekli iyileştirme ilkesine (P10) odaklanılarak yapılan çalışmalar sonucunda %66'ya yükselmiştir. Bu süreçte değer akış haritalama (VSM) ve 5 neden analizi gibi yalın araçlar kullanılarak israf kaynakları tespit edilmiş, örneğin retaplama (yeniden diş açma) işleminin ortalama 25 dakikalık katma değersiz zaman kaybına neden olduğu belirlenmiş ve bu işlemin süreçten çıkarılmasıyla ilgili istasyonda işlem süresi %55 oranında azaltılmıştır. Bu iyileştirme, sürekli iyileştirme oranı formülü ile hesaplanarak sürecin somut ıktıları ortaya konmuştur. Ayrıca modelin, sadece tanılayıcı değil, aynı zamanda iyileştirici bir araç olarak da işlev gördüğü ve sürekli iyileştirme ilkesindeki ilerlemenin sistem entegrasyonu ve paydaş yönetimi gibi diğer ilkeleri de olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Bu durum yalın ilkelerin birbirinden bağımsız değil, etkileşimli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Sayısal temelli bu yapı, modelin farklı sektörlerde, farklı coğrafyalarda uygulanabilirliğini desteklemekte

ve EFQM, Baldrige ile Deming gibi kalite yönetimi yaklaşımlarıyla entegre edilebilirliğini mümkün kılmaktadır.

Ibusuki ve Kakazu (2022) Brezilya'daki bir otomotiv yedek parça üreticisinde yapılan vaka çalışmasında, yalın üretim uygulamaları BPMM modeliyle analiz edilmişlerdir. Süreçlerin çoğu “yönetilebilir” ve “standart” seviyelerdeyken, manuel müdahaleler, reaktif çözümler ve zayıf veri entegrasyonu nedeniyle “optimize” seviyesine ulaşamamıştır. Temel yalın araçlarda ciddi eksiklikler bulunurken, bazı gelişmiş uygulamalarda daha yüksek olgunluk seviyeleri görülmüştür. Çalışma, BPMM'nin yalın üretim süreçlerinin olgunluk düzeyini belirlemede etkili olduğunu ve iyileştirme alanlarını somut biçimde ortaya koyduğunu göstermektedir.

Alberto ve diğ. (2024) Angola'nın Luanda bölgesindeki 87 sanayi kuruluşunda bir çalışmada, işletmelerin yalın felsefe uygulamalarının olgunluk seviyeleri değerlendirmişlerdir. Araştırmada, 5S, Just-In-Time (JIT), Kanban, Kaizen, Poka-Yoke, Heijunka gibi yalın üretim tekniklerinin, bilinirliği ve kullanımı ile Lean'in beş temel prensibi (değer, değer zinciri, sürekli akış, çekme sistemi ve mükemmelliğe ulaşma) incelenmiştir. Çalışmada, işletmelerin üretim süreçlerindeki yalın uygulamalarının mevcut durumu niceliksel ve niteliksel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar, Luanda'daki sanayi kuruluşlarının Yalın uygulamalar açısından belirli bir olgunluk seviyesine ulaştığını göstermiştir. Bu olgunluk seviyesi, işletmelerin ekonomik çeşitlendirme ve rekabet gücünü artırma stratejileri kapsamında önemli bir rol oynamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Değirmen vals silindiri imalatı gerçekleştirilen bir işletmenin dökümhane ve talaşlı imalat bölümündeki veriler, YODA ve süreçler bu çalışmanın temel materyalini oluşturmaktadır.

İşletmede çift savurma döküm yöntemi ile üretilen yarı mamuller talaşlı imalat bölümünde talep edilen ölçü ve özelliklerde işlenerek son ürün haline gelen vals silindirleri üretimi yapılmaktadır. Ürünler hakkında bilgiler aşağıda sunulmuştur:

İşletmede üretilen ürünler türlerine göre kırıcı, liso, paslanmaz, gömlek ve çelik olarak ayrılmaktadır. İşletmede talebe göre 150-815 mm çap aralığında ve 100-2150 mm boy aralığında göre kırıcı, liso, paslanmaz, gömlek ve çelik vals silindiri üretimi yapılmaktadır. İşletmede aktif olarak kullanılan ERP sistemindeki verilere göre 366 farklı ölçüde kırıcı vals silindiri, 196 farklı ölçüde liso vals silindiri, 15 farklı ölçüde paslanmaz vals silindiri, 18 farklı ölçüde gömlek vals silindiri ve 4 farklı ölçüde çelik vals silindiri üretilmektedir. Ayrıca işletme bünyesinde müşterilerden bakım için gelen vals silindirleri belirli operasyonlardan geçip yapıp tekrar müşterilere geri gönderilmektedir.

İşletme bünyesinde üretilen vals silindirlerinin kolları da yine işletme bünyesinde, talaşlı imalat hattından bağımsız olarak üretilmektedir. İşletmede ERP verilerine göre 2465 farklı ölçü ve özelliklerde vals silindiri kolu üretilmektedir. Müşteri taleplerine göre bu sayılar sürekli olarak artma eğilimindedir.

3.1.1 Tesis ve prosesler

İşletmenin üretim tesisleri 23.000 metrekaresi kapalı olmak üzere toplam 40.000 metrekare alan üzerine kuruludur. Kırıcı, liso, paslanmaz, gömlek ve çelik olarak üretimi yapılan vals silindirlerinde kullanılan hammaddeler mangan, krom, nikel, fosfor elementleri kabul edilebilir. Vals silindirlerinin kollarının üretiminde hammadde olarak çelik mil tedarik edilerek istenilen ölçü ve özelliklerde işlenmektedir.

İşletmede kırıcı, paslanmaz, gömlek ve çelik olarak üretilen vals silindirlerinin talaşlı imalattaki operasyonları ortaktır ancak müşteri talepleri doğrultusunda esneklik göstermektedir.

İşletmedeki üretim prosesleri Çizelge 3.1.' de özetlenmiştir:

Çizelge 3.1. Üretim Prosesleri

Prosesler/Mamuller	Kırıcı	Liso	Paslanmaz	Gömlek	Çelik	Tamir (K)	Tamir (L)	Kol Bölümü
Döküm	X	X	X	X	X			
Kumlama	X	X	X	X	X			
Kaba Sırt Alma	X	X	X	X	X			
Alın Alma	X	X	X	X	X			
Sırt Alma	X	X	X	X	X			
Delik İçi Alma	X	X	X	X	X			
Tamamlama	X	X	X	X	X			
Frezeleme	X	X	X	X	X	X	X	
Taşıma	X	X	X	X	X	X	X	
Kalite Kontrol	X	X	X	X	X	X	X	
Dişleme	X		X	X	X	X		
Kumlama		X					X	
Paketleme	X	X	X	X	X	X	X	
Mazak								X
Kaba Kol								X
Tamamlama Kol								X

İşletmenin dökümhane biriminde hâlihazırda 151 adet kalıp bulunmaktadır. Müşteri taleplerine bağlı olarak kalıp sayısında artış eğilimi gözlemlenmektedir. Bu durum, üretim esnekliğini artırmakla birlikte, envanter çeşitliliğinde artışa neden olmaktadır. Dökümhane içerisinde yer alan 4 adet ocak toplamda 16 ton hammadde kapasitesine sahiptir. Bu ocaklarda günlük ortalama 80 adet vals silindiri dökümü gerçekleştirilmektedir. Döküm kapasitesinin artırılmasına katkı sağlayan bir diğer unsur ise dökümhanede bulunan 27 adet savurma döküm makinesidir. İşletmede çift savurma döküm yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntem, üretilen vals silindirlerinin mekanik mukavemetlerini artırmaktadır.

Talaşlı imalat hattında makinelerin operasyon sırasına göre birbirini takip eder şekilde konumlandırılması, üretim sürecinde taşıma maliyetlerinin ve iç lojistik kaynaklı iş gücü kayıplarının en aza indirilmesini sağlamaktadır. Vals silindirleri büyük hacimli ve ağır ürünler olduğundan dolayı üretim alanında toplamda 55 adet küçük vinç ve genel taşıma faaliyetleri için yaklaşık 10 adet büyük vinç bulunmaktadır. İşletmede genel olarak U tipi üretim hattı yapısı benimsenmiştir. Bu yapı, üretim sürecinde taşıma işlemlerinden kaynaklı zaman ve kaynak israfını azaltarak süreç verimliliğini desteklemektedir.

İşletmede tüm üretim süreçleri ERP sistemi üzerinden takip edilmektedir. Operatör performansları, üretim esnasında oluşan hataların nedenleri ve oranları, kalite kontrol sonuçları, satın alma ve satış işlemleri, muhasebe kayıtları, bakım-onarım faaliyetleri, hammadde tüketimleri ve sarf malzeme hareketleri ERP sistemiyle entegre şekilde yürütülmektedir. Vals silindirlerinin üretim süreci dökümhaneden itibaren iş emri numaraları ile ERP sistemine entegre edilerek izlenmektedir. Her operatöre tahsis edilmiş

birer tablet aracılığıyla, her bir operasyon ERP sistemine entegre olan mobil vardiya sistemi üzerinden kayıt altına alınmaktadır. Bu uygulama, üretim sürecinde yarı mamullerin izlenebilirliğini sağlamanın yanı sıra, operatör performanslarının takibi, zaman etütlerinin doğruluğu ve hatalı yarı mamullerin operasyonlara göre dağılımının analiz edilmesi gibi birçok açıdan sistem verimliliğine katkı sunmaktadır.

Kaba bölümünde 8 adet konvansiyonel torna tezgâhı ile 1 adet CNC torna tezgâhı bulunmaktadır. Bu makineler, üçerli gruplar hâlinde U tipi düzende yerleştirilmiş olup, bu yerleşim düzeni bir operatörün aynı anda üç tezgâhta işlem yapabilmesini sağlamaktadır. Kaba operasyonunda vals silindirlerinin sırt kısmından ortalama 10 mm talaş kaldırılmaktadır. Talebin yüksek olduğu ölçülerdeki vals silindirlerinin kaba operasyonun süresi ortalama 50 dakika olup, bu sürenin 5 ila 8 dakikalık kısmı taşıma ve makine ayar süresidir.

Kaba operasyonundan geçen vals silindirleri vinçler ve sabit sehpalardan yardımıyla alın işleme bölümüne taşınmaktadır. Bu bölümde 4 adet torna tezgâhı bulunmakta ve her tezgâhta bir operatör görev yapmaktadır. Alın operasyonunda, kaba operasyonundan geçen vals silindirlerinin her iki tarafından ortalama 30 mm olmak üzere toplamda 60 mm talaş kaldırılmaktadır. Ortalama alın operasyonu süresi 30 dakika olup, bu sürenin 5 ila 8 dakikalık bölümü taşıma ve makine ayar süresidir.

Alın operasyonundan geçen vals silindirleri vinçler ve sabit sehpalardan yardımıyla sırt işleme bölümüne taşınmaktadır. Sırt operasyonu için üç adet CNC torna tezgâhı bulunmaktadır. Bu tezgâhlardan ikisi yan yana yerleştirilmiş olup, bir operatör tarafından eşzamanlı olarak kontrol edilmektedir. Diğer CNC torna tezgâhı ise bu iki tezgâhla karşılıklı olacak şekilde konumlandırılmıştır. Sırt işlemi, vals silindirlerinin sırt yüzeylerinin kaba operasyonuna göre daha hassas toleranslarda işlenmesini sağlamaktadır. Ortalama bir sırt operasyonu sırasında vals silindirlerinden yaklaşık 5 mm talaş kaldırılmakta ve bu operasyon ortalama 16 dakika sürmektedir. Bu sürenin yaklaşık 3 dakikalık kısmı taşıma ve makine ayar süresidir.

Sırt operasyonundan geçen vals silindirleri vinçler ve sabit sehpalardan yardımıyla delik içi işleme bölümüne taşınmaktadır. Delik içi işleme bölümünde üç adet CNC torna tezgâhı yer almaktadır. Bu tezgâhlardan ikisi, sırt işleme bölümündeki iki CNC torna tezgâhının hemen arkasında, diğeri ise karşılıklı yerleştirilmiş olan CNC tezgâhının arkasında konumlandırılmıştır. Bu yerleşim düzeni sayesinde taşıma süresi ve iş gücü kaybı en aza indirgenmiştir. Delik içi operasyonunda üretim adedi yüksek olan silindirler tek bir CNC torna tezgâhında işlenmekte ve böylece sık makine ayarı gereksinimi ortadan

kaldırılarak zaman kaybı minimize edilmektedir. Bu operasyonda vals silindirlerinin delik içleri, kol ölçülerine uygun olarak işlenmektedir ve bu kol özelliklerini önemi ilk kez bu aşamada sürece dâhil olmaktadır. Ortalama bir delik içi operasyonu sırasında vals silindirlerinin delik içleri kolların ölçülerine göre alınmaktadır. Bu operasyon ortalama 18 dakika sürmektedir. Bu sürenin yaklaşık 3 dakikalık kısmı taşıma ve makine ayar süresidir.

Çapı 400 mm'nin üzerinde olan vals silindirleri, kaba, alın, sırt ve delik içi operasyonlarından farklı olarak talaşlı imalat hattında ayrı bir alanda işlenmektedir. Bu düzenleme, üretim hattının genel verimliliğini koruyarak iş akışının hantallaşmasının önüne geçmektedir. Delik içi operasyonu sonrasında vals silindirlerine kol çakım işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem üretim sürecinde ayrı bir operasyon olarak sayılmasa da ürün talebi açısından kritik öneme sahiptir. İşlem sırasında, doğalgaz ile silindirlerin alın kısmı ısıtılmakta ve sonrasında sıkı geçme yöntemiyle kollar silindirlere monte edilmektedir. Kol çakımı işlemi günde iki kez gerçekleştirilmekte olup, ilk uygulama öğle saatinden hemen önce 11:⁴⁵'te, ikinci uygulama ise mesai bitimine yarım saat kala yapılmaktadır. Bu zamanlama sayesinde silindirlerin yaklaşık 8 ila 10 saatlik soğuma süresi, üretim dışı zamanlara denk getirilerek üretimde olası bir duraksama engellenmektedir.

Tamamlama bölümünde dört adet CNC torna tezgâhı ve üç adet operatör bulunmaktadır. Bu bölümde kol çakımı tamamlanmış vals silindirlerinin son talaş kaldırma işlemleri gerçekleştirilmekte, silindirlerdeki eksen kaçıklıkları ve tolerans kontrolleri yapılmaktadır. Ayrıca, tamamlama operasyonu sırasında kollara ait resim numaraları dikkate alınmakta ve kalite kontrol ara ölçümleri yapılmaktadır. Ortalama bir tamamlama operasyonu yaklaşık 50 dakika sürmekte, bu sürenin 8 ila 10 dakikası taşıma ve makine ayarı süresidir.

Frezeleme bölümü, tamamlama operasyonu bitmiş olan vals silindirlerinin kollarına, siparişe uygun şekilde kama açma işleminin uygulandığı bölümdür. Bu bölümde iki adet CNC torna tezgâhı yer almakta ve her bir operatör bir tezgâhtan sorumlu olacak şekilde görev yapmaktadır. Freze operasyonu ortalama 10 dakika sürmekte olup bu sürenin 1 ila 2 dakikası taşıma ve makine ayarı süredir. Freze işlemi sırasında zaman zaman darboğaz olduğu gözlemlenmiş, bu nedenle ek olarak bir dik işlem makinesi temin edilerek operatör eğitimi sonrası üretime alınması planlanmıştır.

Taşıma bölümünde toplamda dokuz adet taşıma tezgâhı yer almaktadır. Bu tezgâhlardan beşi aktif olarak kullanılmakta olup ikisi CNC taşıma makinesidir. Kalan dört tezgâhtan ikisi CNC, ikisi konvansiyonel taşıma tezgâhıdır. Aktif olmayan CNC

taşılama makinelerinden biri hidrostatik özelliklidir. Aktif taşılama tezgâhlarından biri, çapı 400 mm'den büyük olan silindirlerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Taşılama operasyonlarında bir operatör üç tezgâha, bir diğer operatör ise iki tezgâha eşzamanlı olarak hizmet verebilmektedir. Freze operasyonu tamamlanan vals silindirleri taşılama bölümde taşlanmakta ve müşteri taleplerine göre liso vals silindirlerinde bombe işlemi uygulanmaktadır. Taşılama işlemi ortalama 15 dakika sürmekte olup sürenin 2 ila 3 dakikası taşıma ve makine ayarı süresidir.

Kalite kontrol bölümünde, üretilen her vals silindirinin ölçümleri detaylı şekilde yapılmakta ve bu veriler ERP sistemine kaydedilerek izlenebilirlik sağlanmaktadır. Ayrıca, alın yüzeyine yapılan markalama işlemiyle birlikte ürünlerin kimlik bilgileri iş emri dışında izlenebilmektedir. İşletmede kalite kontrol operasyonu, tüm yarı mamuller için standart olarak uygulanmaktadır. Bu uygulama, hatalı ürünlerin müşteriye sevk edilme ihtimalini büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Ortalama kalite kontrol süresi 8 dakika olup kalite kontrol operasyonunda bir mühendis ve bir operatör aktif olarak görev yapmaktadır. Ölçüm işlemleri kapsamında, silindir çapı, boyu, kolların ölçüleri, sertlik değeri ve markalama bilgileri ERP sistemine girilmektedir.

Dişleme bölümünde, kalite kontrol operasyonu tamamlanan kırıcı, paslanmaz, gömlek, çelik ve tamir (K) vals silindirlerine talep edilen diyagram bilgilerine göre diş açma işlemi uygulanmaktadır. Bu bölümde 13 adet CNC dişleme makinesi ve 5 operatör bulunmaktadır. Satış birimi, müşteriden aldığı diş diyagram bilgilerini ERP sistemine girerek, sipariş bilgilerini ilgili mühendislik birimi üzerinden operatörlere iletmektedir. Operatörler, ERP üzerinden iş emirleriyle sipariş eşleştirmesi yapmakta ve üretim sonrasında ERP sisteminden aldıkları ve içerisinde vals silindirinin seri numarası ve diyagram bilgileri bulunan etiketleri silindir alın kısmına yapıştırarak izlenebilirliği sağlamaktadır. Bu sistem sayesinde ürün karışıklıkları engellenmekte, dişleme verilerinin doğruluğu kontrol edilmektedir. Dişleme operasyonu, üretim sürecinde darboğaz yaşanan bölümlerden biridir. Bu nedenle bu alandaki verimliliği artırmaya yönelik çalışmalar işletme bünyesinde başlatılmıştır. Ortalama bir dişleme operasyonu 3,5 saat sürmekte olup bu sürenin yaklaşık 8 ila 10 dakikası taşıma ve makine ayarı süresidir.

Kumlama bölümü, kalite kontrol işlemleri tamamlanmış liso ve tamir (L) tipi vals silindirlerinin yüzeylerinin kumlandığı operasyondur. Bölümde dört adet kumlama makinesi ve bir operatör görev yapmaktadır. Kumlama operasyonunda, dişleme operasyonunda olduğu gibi eşleştirme ve etiket alma işlemi yapılmaktadır. Ancak kumlama operasyonunda alınan etiketlerde seri numarası ve bombe verisi bulunmaktadır

Bu sayede sipariş bilgileri, bombe detayları ve sevk edilecek işletme verileri doğrulanmakta, ürünlerin mamul depoda karışması engellenmektedir. Kumlama operasyonu ortalama 30 dakika sürmekte, bu sürenin 4 ila 5 dakikası taşıma ve makine ayar süresidir.

Dişleme ve kumlama operasyonları tamamlanan vals silindirleri, paketleme operasyonu kapsamında sandıklanarak teslim tarihine kadar mamul depoya gönderilmektedir. Paketleme bölümünde üç operatör görev yapmaktadır. Paketleme operasyonu, müşteri talebine göre açık sandık, kapalı sandık veya paletleme yöntemi ile yapılmaktadır. Sandıklar işletme bünyesindeki marangozhanede üretilmekte ancak marangozhane operasyon birimi olarak değerlendirilmemektedir.

Kol üretim hattı sırasıyla mazak, kaba kol ve tamamlama kol operasyonlarından oluşmaktadır. Tedarik edilen çelik miller, müşteri taleplerine uygun ölçülerde kesilerek mazak işlemine hazır hâle getirilmektedir. Kesim işlemi şerit testereler yardımıyla gerçekleştirilmekte, kesilen miller mazak tezgâhının yanındaki sehpa üzerinde istiflenmektedir. Mazak işlemi üç adet dikey işleme merkezinde yürütülmekte ve dört operatör görev yapmaktadır. Her bir makinede eş zamanlı olarak dört kol işlem görmekte ve operasyon süresi ortalama 40 dakikadır. Mazak operasyonu yapılacak kollar robot yardımıyla taşınmakta, bu sayede taşıma süreleri minimuma indirgenmektedir. Bu bölümde, kollar üzerinde tarama işlemleri gerçekleştirilmekte ve müşteri talebine göre punta ve yağ delikleri açılmaktadır.

Kaba kol işleminde dört adet CNC torna makinesi kullanılmakta ve üç operatör görev yapmaktadır. Kaba operasyonunda ortalama her 6 dakikada bir kol işlenmekte ve talaş kaldırma işlemi uygulanmaktadır. Mazak operasyonu biten kollar, bant sistemi aracılığıyla kaba kol bölümüne taşınmakta, kaba kol bölümünde de robotlar yardımıyla torna tezgâhlarına taşınmaktadır. Bu düzenleme, üretim sürecindeki taşıma kayıplarını önemli ölçüde azaltmaktadır.

Kaba operasyonu tamamlanan kollar, mıknatıs sistemi kullanılarak tamamlama kol bölümüne taşınmaktadır. Tamamlama kol bölümünde iki adet CNC torna makinesi ve iki operatör bulunmaktadır. Tamamlama operasyonunda, her bir kolün işlenme süresi, ölçüm dâhil olmak üzere ortalama 3 dakikadır. Bu aşamada, toleranslara uygun olarak hassas talaş kaldırma işlemleri gerçekleştirilmektedir. İşlem sonrasında kollar, tekerlekli sehpa aracılığıyla kol çakım alanına taşınmaktadır. Kol çakım alanının, tamamlama kol ve delik içi bölümleri arasında yer alması, taşıma maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır.

3.1.2. Malzeme yönetim sistemi

İşletme, siparişe dayalı üretim sistemine sahiptir. Ürün yelpazesi oldukça geniş olmasına rağmen, bu üretim modelinde genellikle hammadde stok seviyelerinin yüksek olması beklenmektedir. Bu bağlamda, işletmede hammadde stoklarının yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Sipariş bazlı üretim sistemlerinde ara stok ve mamul stoklarının düşük seviyelerde olması öngörülse de, döküm maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle, talebin yoğun olduğu ürünlerde tek seferde yüksek miktarlarda döküm yapılmakta, bu da ara stok ve mamul stoklarının belirli ürünlerde yüksek seviyelerde olmasına neden olmaktadır. Özellikle yüksek stok seviyelerine sahip olan yarı mamuller ve ürünler, talebi yüksek olan envanterlerden oluşmakta ve bu durum, acil siparişlerin karşılanmasında işletmeye avantaj sağlamaktadır.

İşletmede müşteri talepleri mevsimsel olarak değişkenlik göstermektedir. Genel eğilim, Haziran–Eylül, Kasım–Aralık dönemleri ile Ramazan ayı öncesi bir ay ve Ramazan sonrası Kurban Bayramı’na kadar olan süreçte talebin artması yönündedir. Ürün markalaması, müşteri talebine göre yapılmakta; müşteri özel bir markalama talep etmediği durumlarda ise işletmenin kendi sistemine göre markalama uygulanmaktadır. Kalite kontrolden geçmiş olan ve stokta bekleyen yarı mamul stokları, işletme standardına uygun biçimde markalanmaktadır. Söz konusu uygulama, müşteri özel markalaması gerektiren siparişlerin, mamul stoklarından sevk edilmesini engellemektedir. Bu çerçevede, taşıma bölümündeki ara stok miktarının, talep tahmini çalışmaları doğrultusunda artırılması, acil siparişlerin daha hızlı karşılanmasına olanak tanıyacaktır.

Üretim sürecinde zaman zaman operatör hatalarından kaynaklı olarak vals silindirlerinin iş emri numaralarında karışıklık yaşanabilmektedir. Bu durumda, ERP sistemi üzerinden yeni iş emri numarası oluşturularak üretim süreci kesintisiz şekilde devam ettirilmektedir. Ancak bu durum, yarı mamul verilerinde kayıt kaybına ve stok takibinde karışıklıklara neden olmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek amacıyla işletme bünyesinde çeşitli çözümler geliştirilmektedir. Yılsonunda gerçekleştirilen ara stok ve mamul stok sayımları ile ERP sistem verileri karşılaştırılarak kontrol sağlanmakta ve bu uygulama sayesinde her yıl stok karışıklıklarında azalma gözlemlenmektedir.

Yarı mamuller, üretim alanı içerisinde belirlenen bölümlerde istiflenmekte ve bu uygulama ile süpermarket mantığına benzer bir stok yönetimi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu sayede ara stokların en uygun alanlarda muhafaza edilmesi sağlanmakta, taşıma maliyetleri minimize edilmektedir. Ara stok alanlarının oluşturulmasında envanter çeşitliliği doğrudan dikkate alınmamış olmasına rağmen,

siparişe dayalı üretim modeli kapsamında üretimin büyük bir kısmı sık talep gören az sayıda envanter üzerinden yürütülmektedir. Üstelik büyük ebatlı yarı mamuller, fiziksel olarak kolaylıkla ayırt edilebildiğinden, stok karışıklıklarının önüne geçilebilmektedir.

İşletmede, hammadde, yarı mamul ve mamulleri kapsayan, bilimsel temellere dayalı ve üst yönetim ile operasyonel birimler arasında hedef birliği sağlayan bütüncül bir malzeme yönetimi stratejisi bulunmamaktadır. Bu eksikliğin temel nedenlerinden biri, işletmede üretim planlama fonksiyonunun ve buna bağlı olarak malzeme alım planlarının ve iç lojistik planlarının yapılandırılmamış olmasıdır. Ancak buna rağmen, satış departmanı geçmiş yıllara ait satış verileri ve tecrübeleri doğrultusunda yıllık bazda talep tahminleri yapmakta ve bu nedenle stok seviyeleri aşırı artış göstermemekte, sevkiyatlar termin süreleri içerisinde gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum her ne kadar anlık çözümler üretse de, sayısal verilere dayalı güvenilir bir talep tahmin yönteminin eksikliği önemli bir zayıflık olarak değerlendirilmektedir.

İşletmede, stok maliyetlerini minimize edecek şekilde yapılandırılmış bir üretim planlama süreci bulunmamaktadır. Üretim süreçleri, müşterilerin talep ettiği teslim tarihleri baz alınarak sıralanmakta ve yürütülmektedir. Yurtiçi satış ve yurtdışı satış departmanları, talep edilen siparişleri ERP sistemine termin süresiyle birlikte girmektedir. İlk etapta bu sipariş teklif olarak müşteriye sunulmakta ve sipariş durumu beklemede olarak kaydedilmektedir. Müşteri onayı sonrasında sipariş ERP sistemi üzerinden onaylanmakta ve dökümhane, talaşlı imalat ve sevkiyat bölümlerine ERP sistemi üzerinden otomatik bildirim olarak düşmektedir. Dökümhane, benzer özelliklerdeki ve aynı envanter grubuna ait siparişleri birleştirerek döküm planını oluşturmakta ve üretimi başlatmaktadır. Üretim planlaması yapılırken müşteri talepleri doğrultusunda belirlenen termin süreleri dikkate alınmaktadır. Eğer ara mamul veya mamul depolarında müşterinin talep ettiği özelliklerde ve kol ölçülerinde ürün mevcut ise ve müşteri özel bir markalama talebinde bulunmamışsa, bu durum dökümhane birimine bildirilmekte ve ilgili sipariş için döküm planı yapılmamaktadır.

İşletmede üretim siparişe dayalı şekilde ilerlediğinden, delik içi operasyonuna kadar üretim sürecinde ürünün hangi müşteriye ait olduğu önem arz etmemektedir. Delik içi bölümünden itibaren kol verileri üretim sürecine dâhil olmakta ve siparişe ait bilgiler netleşmeye başlamaktadır. Her bir vals silindiri için bir iş emri tanımlı olmakla birlikte, kol üretimi için ERP sisteminde yıllık bazda yaklaşık 50.000 adetlik iş emri açılmakta ve üretim gerçekleştikçe bu iş emirleri sistem üzerinden mobil vardiya sistemi aracılığıyla düşülmektedir. Kol bölümünden sorumlu mühendis, kol çakımı işlemi

gerçekleştirildiğinde, ERP sistemine tamamlama operasyonunun tüketeceği yarı mamulleri eklemekte ve bu sayede her bir vals silindirinin hangi kol resim numarasına ait olduğu da kesin olarak belirlenmektedir.

Üretim planlamasının eksikliği nedeniyle, hammadde ve sarf malzeme ihtiyaçları satın alma departmanı tarafından genellikle tecrübeye dayalı olarak temin edilmektedir. Bunun dışında, müşteri taleplerine bağlı olarak üretim sürecine özel bir işlem dâhil edilmesi durumunda, ihtiyaç duyulan sarf malzeme, ilgili mühendis tarafından ERP sistemi üzerinden satın alma birimine talep olarak iletilmektedir. Satın alma birimi ise, bu talepleri ilgili ürünün teslim süresini dikkate alarak karşılamakta ve malzeme teminini gerçekleştirmektedir. Uzun yıllardır çalışılan tedarikçilerle sürdürülen ilişkiler ve işletmenin sahip olduğu tecrübe sayesinde, tedarik zinciri süreçlerinde herhangi bir aksaklık yaşanmamaktadır.

3.1.3. Depo ve iç lojistik yönetimi

İç lojistik faaliyetleri, işletmede ‘meydancı’ olarak adlandırılan operatörler tarafından yürütülmektedir... Bu uygulama sayesinde üretim sürecinde lojistik kaynaklı zaman kayıpları minimize edilmektedir (Uçar ve Turanoğlu Şirin, 2024). İşletmede malzeme yönetimi sistemi, farklı üretim ve destek süreçlerine hizmet eden birden fazla depo tipi üzerinden yürütülmektedir. Bu kapsamda malzeme yönetimi; top hammadde deposu, top ara ürün deposu, top son ürün deposu, top sarf malzeme deposu, top teknik ekipman deposu, hizmet deposu, kasa depo ve ret depo olmak üzere sekiz temel depo üzerinden organize edilmektedir. İşletmede yarı mamuller, üretim sürecinin gereksinimlerine göre top ara ürün deposunda muhafaza edilmektedir. Dökümhane birimine gelen hammaddeler top hammadde deposunda, paketlenmiş nihai ürünler ise top son ürün deposunda tutulmaktadır. Talaşlı imalat süreçlerinde kullanılan sarf ve teknik malzemeler sırasıyla top sarf malzeme deposu ve top teknik ekipman deposunda depolanmaktadır. Tamir vals silindirlerinin paketleme işlemlerinin yürütüldüğü hizmet deposu da bu yapının bir parçasını oluşturmaktadır. Ayrıca, yüksek maliyetli sarf ve teknik malzemeler, ihtiyaç duyuldukça talaşlı imalat hattına transfer edilebilmesi için kasa depoda bulundurulmaktadır.

Satın alınan tüm hammaddeler, işletmeye girişte kalite kontrol işlemine tabi tutulmaktadır. Girdi kalite kontrol sürecinden geçemeyen hammaddeler sistem üzerinde ERP ile entegre biçimde reddedilmekte ve fiziksel olarak ret deposuna

yönlendirilmektedir. Bu tür malzemeler tedarikçiye iade edilmekte ve işletme tarafından üretim sürecine dâhil edilmemektedir.

Üretim sürecinde çeşitli nedenlerle hatalı olarak üretilmiş vals silindirleri, hatanın gerçekleştiği operasyonda görevli operatör tarafından ERP sistemine entegre tablet üzerinden hata kodu ve nedenleri girilerek ret deposuna sevk edilmektedir. Eğer hata, toleranslar dâhilinde düzeltilebilecek düzeydeyse, ilgili ustabaşı veya mühendis tarafından üretime devam edilmesine karar verilmektedir. Bu durumda vals silindirine yeni bir iş emri numarası atanmakta ve üretim süreci ilgili operasyondan itibaren yeniden başlatılmaktadır. Hatanın boyut küçültülerek tolere edilebileceği durumlarda, ERP sisteminde “kesilen top iş emri” adı altında yeni bir kayıt oluşturulmakta, stok girişlerinde ise eski iş emri numarası ve hata nedenleri belirtilerek işlem devam ettirilmektedir. Ancak, hatanın hiçbir şekilde düzeltilemeyecek seviyede olması halinde, vals silindiri yeniden döküm işlemi yapılmak üzere dökümhaneye gönderilmekte ve üretim süreci sıfırdan başlatılmaktadır.

İç lojistik faaliyetleri, işletmede “meydancı” olarak adlandırılan ve yalnızca vinçle taşıma işlemlerinden sorumlu üç operatör tarafından yürütülmektedir. Bu operatörler, operasyonlar arası yarı mamul taşıma işlemlerini gerçekleştirmektedir. Her operatör, operasyonu gerçekleştireceği tezgâhın önünde konumlandırılmış vincin yardımıyla yarı mamulleri taşımaktadır. Ancak vinçle taşınmasının mümkün olmadığı durumlarda, ilgili birimin operatörleri taşıma işlemlerini forklift ile gerçekleştirmektedir. Kol üretim hattında ise taşıma işlemleri daha otomasyonel olarak gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda, mazak ve kaba operasyonları arasındaki taşıma bant sistemi ile sağlanırken, robotlar da operasyonlara yönelik taşıma işlemlerinde kullanılmaktadır. Kaba kol ve tamamlama kol operasyonları arasındaki taşıma işlemleri ise vinç yardımıyla ilgili operatörler tarafından gerçekleştirilmektedir.

İç lojistik faaliyetlerinin yürütülmesinde işletmede toplamda yaklaşık 50 adet küçük vinç, 10 adet büyük vinç, 1 adet forklift, 3 adet robot ve 1 adet bant sistemi aktif olarak kullanılmaktadır. İşletmede iç lojistik faaliyetleri genel olarak planlı, sistematik ve standartlaştırılmış bir yapıda sürdürülmektedir. Yarı mamullerin bekleme ve istifleme noktaları belirli bir düzene göre organize edilmiş olup, bu yapı sayesinde üretim sürecinde lojistik kaynaklı zaman kayıpları minimize edilmektedir.

3.1.4. Operasyonlarda ve çalışma ortamında standardizasyon

İşletme, üretim sisteminde insan faktörünün oldukça yoğun olduğu bir yapıya sahiptir. Otomasyon düzeyi kol işleme operasyonlarında diğer bölümlere kıyasla daha

yüksek olsa da, genel olarak üretim sürecinde insan odaklılık ön plandadır. Bununla birlikte, kol işleme bölümlerinde insan hatalarının oranı diğer operasyonlara göre daha düşüktür. Bu durum, kısmen otomasyonun olumlu etkilerini yansıtmaktadır. Ancak işletmede operasyonlara ilişkin standart operasyon prosedürlerinin yetersiz olduğu ve mevcut prosedürlerin etkin bir şekilde kullanılmadığı görülmektedir. Aynı şekilde, işletmede bugüne kadar herhangi bir metot etüdü çalışmasının yapılmamış olması, çevrim sürelerinin iyileştirilmesi konusunda önemli bir potansiyel olduğunu göstermektedir.

İşletmede belli dönemlerde ve sık talep gören ürünlerde yapılan zaman etütleri, işlem sürelerinin insan, yarı mamul ve makine faktörlerine bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle insan faktörü, üretimin insana dayalı yapısından dolayı zaman etütleri üzerinde belirleyici bir etkidir. Bu durum, üretim sürecindeki istikrarsızlıkların temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Operasyon noktalarında, operatörlerin dikkate alması gereken teknik resimler sipariş geldiğinde mühendis tarafından kontrol edilerek operatöre iletilmektedir. Bu yöntem, bilgi akışının kişiye bağlı olarak yürütülmesine sebep olmakta ve işletmede insan bağımlılığını artırmaktadır. Aynı zamanda kalite kontrol süreçlerinde de insan etkisi büyüktür. Operasyonlarda meydana gelen kalite değişkenlikleri %100 oranında muayeneye dayalı kalite kontrol ile izlenmektedir.

Literatürde de 5S uygulamalarının iş yeri düzeni, temizlik ve verimlilik üzerindeki olumlu etkileri sıklıkla vurgulanmaktadır (Tekin ve diğ., 2018). İşletmenin bazı bölümlerinde standardizasyon çalışmalarına başlanmış olmakla birlikte, bu çalışmaların işletme geneline yayılmadığı görülmektedir. Talaşlı imalat deposunda yapılan 5S çalışmaları ile belirli düzeyde bir düzen ve temizlik sağlanmış, bu uygulama belli aralıklarla kontrol edilerek sürdürülebilir hale getirilmiştir. Ancak talaşlı imalat hattında henüz bir standardizasyon mevcut değildir ve 5S uygulamasının ilerleyen dönemde yapılması planlanmaktadır. Depo görevlisinin 5S uygulamalarını benimsediği gözlemlenmekle birlikte, bu yaklaşım tüm çalışanlara yayılmamıştır. Dolayısıyla insan faktörü bu alanda da belirleyici olmaya devam etmektedir.

İşletmenin yüksek üretim hacmi dikkate alındığında, çalışanların büyük ölçüde tekrarlı ve tekdüze operasyonları yerine getirdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, özellikle mikro hareket düzeyinde yapılabilecek iyileştirmelerin bile üretim verimliliğinde ciddi kazanımlar sağlayabileceğini göstermektedir. Nitekim işletmede yapılan hareket etütlerinde, özellikle talaşlı imalat hattında gereksiz hareketler ve çeşitli israf unsurlarına rastlanmıştır. Ayrıca üretim süreçleri, bazı sağlık risklerini de beraberinde getirmektedir.

Döküm ve talaşlı imalat hatlarının varlığı nedeniyle başta akciğer hastalıkları olmak üzere, kısa çevrim süreleri ve sürekli tekrarlanan operasyonlardan kaynaklanan ergonomik riskler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle işletme, iş sağlığı ve güvenliği konularına yüksek hassasiyet göstermekte ve ergonomik iyileştirmelere öncelik vermektedir.

Bu kapsamda, kol bölümü operasyonlarında otomasyon yatırımları yapılmakta; ayrıca artan üretim talebine karşılık olarak işletme, ya makine satın almakta ya da kendi bünyesinde makine üretimi gerçekleştirmektedir. İnsan gücünün yoğun olduğu operasyonlarda ise çeşitli ergonomik önlemler alınmakta, hatta ağırlığı düşük olan yarı mamullerin bile vinç yardımıyla taşınmasına özen gösterilmektedir. Sonuç olarak, işletme hem üretim verimliliğini artırmaya hem de çalışan sağlığını korumaya yönelik çok boyutlu bir yaklaşım benimsemektedir.

3.1.5. Çalışan yetkinliği ve esnekliği

İşletmede ürün grupları ve prosesler dikkate alındığında, yüksek verimlilik gerektiren operasyonlarda daha çok deneyimli operatörlerin görevlendirildiği gözlemlenmiştir. Bu durum, üretim sürecinde insan faktörüne olan bağımlılığın yüksek olduğunu ve bu bağımlılığın uzun vadede sürdürülebilirlik açısından risk oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, işletme deneyimli operatörlerin bilgi ve tecrübelerini, ileride görev alacak potansiyel çalışanlara aktarmasını sağlamak amacıyla bir öğrenme süreci başlatmıştır. Her ne kadar yedek operatörlerle operasyon sürekliliği sağlanmaya çalışılsa da, insan kaynağına bu denli bağımlı bir sistemin, özellikle yoğun talep dönemlerinde üretim ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalabileceği öngörülmektedir. Öte yandan, yüksek nitelik gerektirmeyen operasyonlarda genellikle yeni işe başlayan operatörler görevlendirilmekte, bu sayede yeni personelin üretim süreçlerine hızlı bir şekilde adapte olduğu görülmektedir. Ancak işletmede müşteri taleplerindeki dalgalanmalar ve acil üretim gereksinimleri doğrultusunda birimler arası personel transferi uygulamaları yapılmakta olup, bu gibi durumlarda çalışanların zaman zaman direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, işletmede esneklik kazandıracak, planlı ve sistematik bir yetkinlik geliştirme programının oluşturulmasına ve bu programla entegre bir kariyer planlamasının uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, üretim sürecinin daha az insan bağımlılığıyla sürdürülebilir hale getirilmesi amacıyla otomasyon düzeyinin artırılması yönünde fizibilite ve altyapı çalışmalarının başlatılması önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

3.1.6. Ayar değişimleri

İşletmede özellikle tamamlama ve freze operasyonlarında sıkça ayar değişikliklerinin yapılması gerektiği gözlemlenmiştir. Bu durum, üretim sürekliliğini ve verimliliğini olumsuz etkilemekte; üretim hattında beklemelere ve operasyonel gecikmelere neden olmaktadır. Özellikle freze bölümünde kullanılan freze çakıları, gelen talepler doğrultusunda sık sık değişim göstermekte ve bu değişim üretim süreçlerinde süre kaybına yol açmaktadır. Söz konusu darboğazı azaltmak ve frezeleme işlemini daha verimli hale getirmek amacıyla işletmeye dikey işleme merkezi entegre edilmiştir. Bu yeni makine ile aynı operasyon süresi içerisinde iki adet yarı mamul üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Henüz operatör eğitim süreci devam eden bu ekipmanın, ilerleyen süreçte üretim kapasitesini iki katına çıkararak önemli bir verimlilik artışı sağlaması beklenmektedir. Öte yandan, özellikle kaba işleme ve alın yüzeyi operasyonlarında elmas uç değişimlerinin sık yapılması gerekmekte olup, bu durum üretim esnasında makinelerin sıklıkla durmasına neden olmaktadır. Üretimdeki bu kesintilerin önüne geçebilmek adına daha dayanıklı elmas uç alternatifleri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış; ancak henüz bu konuda somut bir sonuca ulaşamamıştır. Bu nedenle, üretim sürekliliğinin sağlanması ve verimliliğin artırılması açısından hem kullanılan kesici takımların dayanıklılığının artırılması hem de ekipman modernizasyonuna yönelik yatırımların sürdürülmesi önem arz etmektedir.

3.1.7. Toplam verimli bakım

İşletmede, mekanik ve elektrik olmak üzere iki farklı bakım/onarım ekibi faaliyet göstermektedir. Bu ekipler, belirli periyotlarla tüm makinelerin ve vinçlerin bakım işlemlerini gerçekleştirmekte; ayrıca arıza durumlarında ilgili ekipmanların onarımını sağlamaktadır. Bakım ve onarım faaliyetlerinin, işletmenin kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemi ile entegre biçimde yürütülmesi, süreçlerin dijital ortamda takip edilmesine olanak tanımakta ve izlenebilirliği artırmaktadır. İşletmede bakım ekibi, planlı bakım prosedürlerine uygun şekilde hareket etmekte ve bu prosedürler doğrultusunda makine güvenliği ile sürekliliği sağlanmaya çalışılmaktadır. Ancak, işletme bünyesinde bir bakım ve onarım deposu bulunmasına rağmen, bu depoda yer alan malzeme stoklarının büyük bir kısmı ERP sistemine entegre edilmemiş durumdadır. Bu eksiklik, satın alma departmanının malzeme taleplerini ERP sistemi üzerinden değil, bakım/onarım personeliyle sözlü iletişim kurarak gerçekleştirmesine neden olmaktadır. Bu durum, stok durumlarının sistemsal olarak görüntülenememesi sonucu bakım/onarım süreçlerinin kişilere bağımlı hale gelmesine yol açmakta; operasyonel devamlılık ve kaynak yönetimi

açısından risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, bakım onarım süreçlerinde kurumsal hafızanın güçlendirilmesi ve sistemsel güvenilirliğin artırılması amacıyla bakım/onarım deposundaki tüm malzeme stoklarının ERP sistemine entegre edilmesi gerekmektedir.

3.1.8. Görsel yönetim ve performans takibi

İşletmede, talaşlı imalat sarf deposu ve kasa deposunda etiketleme sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu sistemler, depo yönetiminde düzenin sağlanması, malzeme takibinin kolaylaştırılması ve hataların azaltılması açısından önemli bir işlev görmektedir. Ayrıca, işletmenin belirli operasyonlarında da etiketleme uygulamaları kullanılmakta; özellikle dişleme tezgâhlarında işlenen vals silindirlerinin yönleri, üzerinde ok işaretleri bulunan görsel etiketlerle açıkça belirtilmekte ve bu şekilde ürünler müşteriye sevk edilmektedir. Bu uygulamalar, hem ürünün doğru kullanımını sağlamakta hem de müşteri memnuniyetine katkıda bulunmaktadır. Diğer yandan işletmede çalışan performansları, günlük olarak üretilen yarı mamul sayıları üzerinden takip edilmekte ve bu veriler düzenli olarak yönetime raporlanmaktadır. Günlük sayım sonuçlarının kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemiyle uyumlu bir şekilde kontrol edilmesi sağlanmakta; ayrıca bu veriler üzerinden aylık performans analizleri gerçekleştirilerek sonuçlar üst yönetime sunulmaktadır. Bu analizler doğrultusunda üretim süreçlerinde verimlilik artışı sağlamak amacıyla çeşitli iyileştirme çalışmaları planlanmakta ve uygulanmaktadır. Bu süreçler, işletmede hem üretim takibinin sistematik şekilde yürütülmesine hem de sürekli gelişim anlayışının desteklenmesine katkı sağlamaktadır.

3.1.9. Problem çözme ve sürekli iyileştirme

İşletmede her hafta düzenli olarak, beyaz yaka çalışanlar ile yönetim kademesinden bir yetkilinin katılımıyla toplantılar gerçekleştirilmektedir. Bu toplantılarda, talaşlı imalat, dişleme ve kalite kontrol bölümlerinden sorumlu mühendisler ile ERP ve Ar-Ge departmanlarından ilgili mühendisler yer almakta; üretim süreçleri, kalite iyileştirmeleri, verimlilik artışı ve mevcut sorunlara ilişkin konular görüşülmektedir. Toplantı çıktıları tutanak altına alınarak ERP sistemine entegre edilmekte ve böylece geriye dönük kararların takibi yapılabilmektedir. İşletme, tüm çalışanların görüş ve önerilerine değer vermekte; bu doğrultuda kullanılan şikâyet ve öneri kutuları belirli aralıklarla kontrol edilerek somut aksiyonlar alınmaktadır. Ayrıca her yıl düzenlenen yönetim-çalışan toplantılarıyla sorunlar ve eksiklikler doğrudan tartışılmakta; bu uygulama, işletmede katılımcı yönetim anlayışının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. İç eğitimlerde sürekli iyileştirme tekniklerine yer verilmekte olup, beyaz yaka personelin uygulamalı eğitimlerle balık kılçığı diyagramı, SWOT analizi gibi

problem çözme yöntemlerini kullanarak analiz sonuçlarını yönetime sunmaları teşvik edilmektedir. Genel anlamda işletmede problem çözme kültürü oluşmuş olup, sorunların tanımlanması ve yönetimle paylaşılması süreci sistematik bir şekilde yürütülmektedir. Ancak bazı problemlerin çözümüne yönelik aksiyon alma sürecinde gecikmelerin yaşandığı tespit edilmiştir. Öte yandan, yılsonunda yapılan çalışan memnuniyeti anketleri, personelin görüş ve beklentilerini anlamak adına değerlendirilmekte; anket sonuçları doğrultusunda yönetim, çalışan memnuniyetini artırmaya yönelik çeşitli iyileştirme çalışmaları gerçekleştirmektedir.

3.1.10. Kalite yönetimi ve hata önleyiciler

İşletmede kalite güvencesi, hataları önlemek (poka-yoke) yerine, ortaya çıkan hataların görsel ya da ölçüme dayalı muayene metotları ile tespit edilerek sağlanmaya çalışılmaktadır. Her bir vals silindiri, kalite kontrol süreçlerinden geçmekte ve belirli aralıklarla, özellikle makine ayarlarının ardından, tamamlama bölümünde de kalite kontrol departmanı tarafından ara kontroller yapılmaktadır. Kalite kontrol departmanında girdi kontrolleri için bir personel görev almakta olup, bu süreç ERP sistemi ile entegre şekilde yönetilmektedir. İlgili personel, malzeme girişi esnasında kalite kontrolü yaparak onay veya ret verme kararı almaktadır. Onay verilen malzemeler, depoya alınmakta; ret edilen malzemeler ise ret deposuna yönlendirilip iade işlemi yapılmaktadır. Ayrıca, dökümhane için alınması gereken hammaddelerin bir kısmı, işletme bünyesindeki dökümhane mühendislerinin kontrolünde laboratuvar analizleriyle değerlendirilmekte ve karar verilmektedir. Proses ve final kontrolleri ise iki kişilik bir ekip tarafından yapılmakta; bir mühendis ve bir operasyon personeli, kontrolleri ERP sisteminde kaydederek veri kaybının önüne geçmektedir. Özellikle kaba, alın, sırt ve delik içi proseslerinde operatörlerin gözlemlerine dayalı olarak hatalar sıkça tespit edilmekte ve bu hatalar, ustabaşına bildirilerek değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Ustabaşı, deneyimlerine dayanarak karar vermekte; onay verirse vals silindiri üretim hattındaki işlemlere devam etmektedir. Ret verilmesi durumunda ise vals silindiri dökümhaneye geri gönderilerek geri dönüşüm sağlanmaktadır. Tamir toplarındaki girdi kalite kontrolü ise talaşlı imalattan sorumlu mühendis tarafından yapılmakta; gelen vals silindiri uygun ölçülerdeyse, kol değişimi gerekip gerekmediği kararlaştırılmaktadır. Eğer uygun ölçülerde değilse, müşteri ile iletişime geçilerek ya tamir topları geri gönderilmekte ya da yerine yeni vals silindiri üretilerek gönderilmektedir. İşletme, ISO 9001 kalite yönetim sistemi belgesine sahip olup, kalite süreçlerini bu sisteme uygun olarak yürütmektedir.

3.1.11. Liderlik ve katılım

İşletmede, üst yönetimin yalın ve dijital dönüşüm ile sürekli iyileştirme felsefesini benimsemeye başlaması, önemli bir gelişim göstermektedir. Bu dönüşümün en belirgin örneklerinden biri, son dönemde ERP sisteminin bulut tabanlı sisteme geçirilmesi ve üretimde izlenebilirliği artırmaya yönelik yapılan iyileştirmelerdir. Özellikle, operatörlerin iş yükünü hafifletmek ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirmek amacıyla, mobil vardiyada iş emri numarasıyla giriş yapmak yerine QR kodu okutarak giriş yapılabilmesine yönelik ön hazırlık süreçleri tamamlanmıştır. Ayrıca, işletme dijital dönüşüm sürecine yönelik olarak Ar-Ge projeleri de başlatmış olup, bu projelerle ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bu adımlar, işletmenin dijitalleşme ve yalın üretim uygulamaları doğrultusunda daha verimli, izlenebilir ve esnek bir üretim yapısına doğru ilerlediğini göstermektedir.

Yukarıda verilen detaylı analizler neticesinde, işletmenin süreçlerine ilişkin gözlemlenen bulgular Çizelge 3.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2. İşletme Üretim Süreci Analizi ve Gözlemlenen Bulgular

Konu Başlığı	Mevcut Durum / Gözlem	Değerlendirme / Etki
İnsan Faktörü Yoğunluğu	Üretimde insan etkisi yüksek, otomasyon sınırlı	Hata oranlarını artırma riski taşısa da bazı bölümlerde hata oranı düşük seviyededir.
Otomasyon Durumu	Kol işleme operasyonlarında otomasyon daha yaygın.	Otomasyonun olduğu bölümlerde hata oranı daha düşüktür.
Standart Operasyon Prosedürleri	SOP’lar yetersiz ve etkin kullanılmıyor.	İş sürekliliği ve kalite açısından risk oluşturmaktadır.
Metot Etüdü	Daha önce hiç yapılmamış.	Çevrim sürelerinde iyileştirme potansiyeli oldukça yüksektir.
Zaman Etütleri	İnsan, makine ve yarı mamule bağlı sürelerde değişkenlik fazla.	İnsan faktörünün üretime etkisi belirgin, standart iş ihtiyacı doğmaktadır.
Teknik Bilgi Akışı	Teknik resimler mühendis kontrolüyle manuel olarak veriliyor.	Bilgi akışı kişiye bağımlıdır.
Kalite Kontrol	%100 muayene esaslı yürütülüyor.	Zaman ve kaynak tüketimi artabilir, sistemsel kalite güvence eksikliği söz konusudur.
5S ve Standardizasyon	Depoda uygulanıyor, imalat hattında uygulanmamış.	Düzenli alanlarda verim artışı sağlanmakta ancak uygulamanın genelleşmemesi verimliliği sınırlandırıyor.
Çalışan Alışkanlıkları	5S uygulamaları tüm çalışanlar tarafından benimsenmemiş.	Standart dışı uygulamalar sürmekte, kültürel adaptasyon eksikliği mevcuttur.
Operasyon Tekdüzeliliği ve Hareketler	Tekrarlı operasyonlar ve gereksiz hareketler gözlemleniyor.	Mikro düzeyde iyileştirmelerle önemli zaman ve kaynak tasarrufu sağlanabilir.
Sağlık Riskleri	Döküm ve talaşlı imalatla akciğer hastalıkları ve ergonomik riskler mevcuttur.	İş sağlığı açısından hassasiyet yüksektir. Önlem alma eğilimi olumlu yöndedir.
Ergonomi ve Yardımcı Ekipman Kullanımı	Vinçle taşıma gibi ergonomik çözümler uygulanıyor.	Ergonomiye verilen önem olumlu bir göstergedir.

Çizelge 3.2. Devamı

Konu Başlığı	Mevcut Durum / Gözlem	Değerlendirme / Etki
Eğitim ve Yetkinlik	Operatör eğitimleri düzensiz, yeni teknolojilere adaptasyon sınırlı.	Çalışan yetkinliği düşük olduğunda hata ve verim kaybı artıyor.
Yalın Kültür	Kaizen, öneri sistemi ve sürekli iyileştirme araçları sınırlı uygulanıyor.	Çalışan katılımı düşük, yalın dönüşüm kültürü tam oturmamış durumda.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından geliştirilen Yalın Olgunluk Değerlendirme Analizi (YODA) ölçeği, bu ölçeği uygulama sertifikasına sahip Prof. Dr. Yakup KARA nezaretinde kullanılmıştır. YODA ölçeği, altı boyut ile 32 madde ve 1 genel kanaat değerlendirmesi olmak üzere toplam 33 maddeden meydana gelmektedir. Bu boyutlar ve her bir boyut altındaki madde sayıları Çizelge 3.3’de sunulmuştur:

Çizelge 3.3.YODA Boyutları ve Madde Sayıları

Boyut	Açıklama	Madde Sayısı
Üst Yönetim Farkındalığı	Yönetimin yalın felsefe, amaç ve uygulamalara yönelik farkındalık ve liderlik düzeyi	3
Standardizasyon	Süreçlerin tanımlanması, standart işlerin oluşturulması ve sürdürülebilirliği	7
Değer Akışı	Katma değerli faaliyetlerin belirlenmesi, israfın azaltılması ve akışın yönetimi	3
Üretim Akışı	Üretim süreçlerinin akış, dengeleme, hat yerleşimi ve darboğaz yönetimi açısından olgunluğu	9
Çekme Sistemi	Talebe dayalı üretim, stok yönetimi ve kanban gibi çekme uygulamalarının olgunluğu	3
Sürekli İyileştirme	Kaizen kültürü, problem çözme, öneri sistemleri ve çalışan katılımı düzeyi	7
Toplam		32

Ölçeğin uygulamasına başlanmadan önce işletme ve üretim süreci hakkında Bölüm 3.1.’de sunulan başlıklarda inceleme ve bilgi toplama süreci gerçekleştirilmiştir. Bu sürecin devamında, ölçekteki her bir boyutu ilgilendiren kişilerle bireysel görüşmeler ve grup çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. İşletmenin Yalın Olgunluk Değerlendirme Analizi ve Sonuçları

YODA ölçeği işletmeye uygulanarak, yapılan gözlemler, değerlendirmeler, toplantılar ve görüşmeler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmiştir:

4.1.1. Üst yönetim farkındalığı

Üst yönetim farkındalığı boyutunda YODA ölçeğinde toplam 3 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Üst yönetimin yalın üretim kavramı ve felsefesi ile kısa, orta ve uzun vadeli kazanımları ve yalın yolculuk hakkındaki farkındalığı ve/veya bilgisi ne düzeydedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler doğrultusunda değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiç bilgi sahibi değil	Oldukça sınırlı bilgiye sahip	Kısmen yeterli bilgiye sahip	Yeterli bilgiye sahip

2. Yalın uygulamaların planlanması, takibi ve koordinasyonu, Kuruluşun organizasyon yapısı içerisinde nasıl gerçekleştirilmektedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler ve Kuruluş Organizasyon Yapısının incelenmesi doğrultusunda değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Yalın uygulamaları takip eden herhangi bir personel, ekip veya birim yok	Asıl görevi yalın uygulamalar olmayan bir personel tarafından kısmen üstlenilmiş	Tek/öncelikli görevi yalın uygulamalar olan bir personel veya ekip var	Yalın uygulamaların planlandığı, takip ve koordine edildiği özel bir birim kurulmuş

3. Üst yönetimin, kuruluşun yalın yolculuğunda bulunduğu aşamaya bağlı olarak yalın üretim kapsamında değerlendirilebilecek uygulamalarına gerekli desteği vererek katılımı sağlama düzeyi nedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler doğrultusunda değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Destek ve katılım yok	Oldukça sınırlı destek ve katılım var	Kısmen yeterli destek ve katılım var	Yeterli destek ve katılım var

İşletme üst yönetim farkındalığı boyutunda 9 puan üzerinden 5 puan olarak orta düzeydedir. Üst yönetimin yalın üretim konusundaki farkındalığı belirli bir düzeyde olmakla birlikte, yalın liderlik yaklaşımının henüz kurumsal düzeyde sistematik bir yapıya kavuşmadığı gözlemlenmiştir. Yalın felsefenin çalışan motivasyonunu artıracak şekilde tüm organizasyona yayılması konusunda eksiklikler bulunmakta, uygulamalar daha çok belirli projelerle sınırlı kalmaktadır. Üst yönetimin desteğiyle depo bölümünde

5S uygulamaları gerçekleştirilmiş, üretim hattında örnek bir değer akış haritası hazırlanmış, zaman etütleri yapılmış ve darboğaz alanlarına yönelik bir Ar-Ge projesi geliştirilmiştir; ancak bu faaliyetlerin kapsamı ve sürekliliği sınırlı kalmıştır. Kurulusta yalın uygulamaların planlanması, takibi ve koordinasyonundan sorumlu özel bir birim bulunmamakta, bu görevler esas sorumluluk alanı farklı olan personeller tarafından kısmen üstlenilmektedir. Bu durum, gerçekleştirilen analizlerin güncelliğinin korunamamasına ve bazı çalışmaların eksik kalmasına neden olmaktadır. Üst yönetimin yalın üretim faaliyetlerine desteği belirli alanlarda gözlemlense de, bu desteğin işletme genelinde sürdürülebilir bir yalın dönüşüm kültürüne dönüşmediği tespit edilmiştir. Ayrıca, uzun vadeli stratejik planlarda yalın üretim hedeflerinin sınırlı olması, yalın dönüşümün kurumsal bir vizyon olarak tam anlamıyla benimsenmediğini göstermektedir.

4.1.2. Standardizasyon

Standardizasyon boyutunda YODA ölçeğinde toplam 7 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Kuruluşun üretim süreçlerinde yer alan operasyonlara yönelik hazırlanması gereken Standart Operasyon Prosedürleri (SOP)'nin varlık düzeyi nedir? (Standart Operasyon Prosedürü olarak adlandırılmamış ise varsa Metot Etüdü formları dikkate alınacaktır.)

0	1	2	3
Hiçbir operasyon için SOP hazırlanmamış	Bazı operasyonlar için SOP'ler hazırlanmış	Çoğu operasyon için SOP'ler hazırlanmış	Nerdeyse tüm operasyonlar için SOP'ler hazırlanmış

2. Üretim süreçlerindeki operasyonlar, önceden oluşturulmuş ve güncel SOP'lere göre yapılmakta mıdır? (Herhangi bir işlemin SOP'sinde yazan adımlar ile süreçte bir çevrim izlenip izlenmediği dikkate alınarak kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiçbir operasyon için güncel SOP hazırlanmamış	Bazı operasyonlar için güncel SOP'ler hazırlanmış	Çoğu operasyon için güncel SOP'ler hazırlanmış	Nerdeyse tüm operasyonlar için güncel SOP'ler hazırlanmış

3. Kuruluşun üretim süreçlerinde yer alan operasyonlara yönelik yapılması gereken zaman etütlerinin varlık düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Kayıt altına alınmış hiçbir standart zaman bulunmamakta	Bazı operasyonların zaman etütleri yapılmış ve kayıt altına alınmış	Çoğu operasyonun zaman etütleri yapılmış ve kayıt altına alınmış	Neredeyse tüm operasyonların zaman etütleri yapılmış ve kayıt altına alınmış

4. Kuruluşun üretim süreçlerinde yer alan operasyonlara yönelik yapılmış zaman etütlerinin güvenilirlik düzeyi nedir? (Zaman Etütlerinin sistematik yöntemlerle yapılma düzeyi dikkate alınarak kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Kayıt altına alınmış hiçbir standart zaman bulunmamakta	Zaman Etütleri basit yöntemlerle yapıldığı için standart zamanların güvenilirliği düşük	Zaman etütleri sistematik yöntemlerle yapılmış ancak sahayı yansıtmayacak şekilde güncel değil	Zaman etütleri sistematik yöntemlerle yapılmış olup güvenilirliği yüksek ve güncel

5. Kuruluşun Toplam Ekipman Verimliliği (OEE) hesaplamakta ve buna yönelik aksiyon almakta mıdır? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
OEE hesaplanmamakta	OEE hesaplanmış ancak buna yönelik analiz yapılmamakta ve aksiyon alınmamakta	OEE hesaplanmış, buna yönelik analiz yapılmakta ancak aksiyon alınmamakta	OEE hesaplanmış, buna yönelik analiz yapılmakta ve aksiyon alınmakta

6. Takt zamanının, periyodik olarak (aylar veya üretim dönemi bazında) gözden geçirilmesi, ilgili tüm birimlerin bilgilendirilmesi ve gerekli değişikliklerin yapılması (süreç stoklarındaki min/max seviyelerinin belirlenmesi vb.) düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Takt zamanı hesaplanmamakta	Takt zamanı hesaplanmakta ancak periyodik olarak gözden geçirilmemekte	Takt zamanı periyodik olarak gözden geçirilmekte ancak ilgili birimlerin bilgilendirilmesinde ve gerekli değişikliklerin yapılmasında aksaklıklar bulunmakta	Takt zamanı periyodik olarak gözden geçirilmekte, ilgili birimler zamanında bilgilendirilmekte ve gerekli değişiklikler yapılmakta

7. İş istasyonları ve çalışma alanlarında ergonomik prensipler gözetilmekte midir? (Saha ziyareti gözlemlerine ve kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiçbir iş istasyonunda ergonomik prensipler gözetilmemiş	Bazı iş istasyonlarında ergonomik prensipler gözetilmiş	Çoğu iş istasyonunda ergonomik prensipler gözetilmiş	Neredeyse tüm iş istasyonlarında ergonomik prensipler gözetilmiş

İşletme standardizasyon düzeyi boyutunda 21 puan üzerinden 11 puan olarak orta seviyededir. Bazı bölümlerde iş standartları yazılı olarak bulunmakla birlikte uygulamada tutarsızlıklar gözlemlenmiştir. Bazı operasyonlar için Standart Operasyon Prosedürleri (SOP) mevcut olup, ISO standartları kapsamında hazırlanmış kullanım ve bakım talimatlarını içermektedir, ancak operasyon bazlı adım adım talimatlar tüm süreçler için kapsayıcı değildir. Yapılan gözlemler, işletmede çoğu sürecin önceden oluşturulmuş ve güncel SOP'lere göre yürütüldüğünü göstermektedir, ancak bazı operasyonlarda prosedürlerin eksik veya güncel olmaması nedeniyle adımların tam olarak uygulanmadığı görülmüştür. Zaman etütleri açısından, üretim süreçlerinin çoğu için standart süreler belirlenmiş ve kayıt altına alınmıştır; bazı işlemler güncel değildir ve bazı etütler basit yöntemlerle yapılmıştır, dolayısıyla süreç performansının kesin biçimde izlenmesi sınırlı kalmaktadır. İşletmede OEE hesaplaması yalnızca deneme amaçlı yapılmış ve sistematik aksiyon alınmamıştır.

Takt zamanı hesaplaması yalnızca bir kez yapılmış ve periyodik olarak gözden geçirilmemektedir; kırıcı standart bir vals silindiri için takt zamanı 45 dk, liso standart bir vals silindiri için 54 dk olarak belirlenmiştir. İş istasyonlarında ergonomik prensipler kısmen uygulanmakta olup, ağır malzemelerin vinç ile taşınması fiziksel yükü azaltmaktadır, ancak tüm iş istasyonlarında uygulanmamaktadır. Tamamlama bölümünde yapılan gözlemler, SOP'lerin ve zaman etütlerinin yalnızca belirli operasyonlarda var olduğunu ve güncel olmadığını ortaya koymaktadır; bu durum çevrim süresinin değişkenlik göstermesine ve işin kişiye bağımlı hâle gelmesine yol açmaktadır. Zaman etütlerinin sistematik yöntemlerle yapılması, SOP'lerin tüm operasyonları kapsayacak şekilde güncellenmesi ve operatör eğitimleri ile desteklenmesi, standardizasyon düzeyini artırarak kalite, verimlilik ve süreç stabilitesini güçlendirecektir. Ayrıca OEE'nin düzenli hesaplanması, üretim performansının izlenmesi ve kayıp alanlara yönelik aksiyon planlarının geliştirilmesi, işletmede yalın üretim uygulamalarının etkinliğini artıracak ve sürekli iyileştirmeyi destekleyecektir.

4.1.3. Değer akışı

Değer akışı boyutunda YODA ölçeğinde toplam 3 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Üretim süreçlerindeki darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenerek bunlara yönelik aksiyonlar alınmakta mıdır? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenmemiş	Darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenmiş ancak bunlara yönelik aksiyon alınmamakta	Darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenmiş ve bunlara yönelik sınırlı düzeyde	Darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenmiş ve bunlara yönelik yeterli düzeyde aksiyon

2. Sipariş sevk sürelerini kısaltmak, toplam kapasiteyi artırmak ve üretim maliyetlerini düşürmek için Değer Akış Haritaları oluşturulmakta ve bunlara yönelik aksiyon alınmakta mıdır? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Değer akış haritaları oluşturulmamış	Değer akış haritaları oluşturulmuş ancak buna göre aksiyon alınmamakta	Değer akış haritaları oluşturulmuş ve buna göre sınırlı düzeyde aksiyon alınmakta	Değer akış haritaları oluşturulmuş, gelecek durum haritaları çıkarılmış ve buna göre yeterli düzeyde aksiyon alınmakta

3. Kuruluştaki israfların azaltılmasına yönelik iyileştirme faaliyetleri yapılmakta ve kayıt altına alınmakta mıdır? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
İsrafların azaltılmasına yönelik uygulamalar yapılmamakta	İsrafların azaltılmasına yönelik uygulamalar oldukça sınırlı düzeyde yapılmakta	İsrafların azaltılmasına yönelik uygulamalar kısmen yeterli düzeyde yapılmakta	İsrafların azaltılmasına yönelik uygulamalar yeterli düzeyde yapılmakta ve kayıt altına alınmakta

İşletme değer akışı boyutunda 9 puan üzerinden 5 puan olarak orta düzeydedir. Üretim süreçlerinde darboğazlar ve öncelikli iyileştirme alanları belirlenmiş olup, bu alanlar özellikle üretim hattı gözlemleri ve değer akış haritaları aracılığıyla saptanmıştır. Ancak, belirlenen darboğazlara yönelik uygulanan aksiyonlar sınırlı düzeyde kalmakta ve bazı iyileştirme önerileri henüz hayata geçirilememektedir. Süreçlerdeki darboğazların sistematik bir şekilde çözülmesi ve iyileştirme aksiyonlarının tüm hat boyunca uygulanması, üretim performansının artırılması açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, darboğaz alanlarının önceliklendirilmiş bir aksiyon planı ile ele alınması ve uygulanacak iyileştirmelerin düzenli olarak izlenmesi önerilmektedir; böylelikle üretim süreçlerindeki verimlilik artışı sağlanacak ve çevrim sürelerinde istikrar elde edilecektir.

Ayrıca, üretim süreçlerinde sipariş sevk sürelerini kısaltmak, toplam kapasiteyi artırmak ve maliyetleri düşürmek amacıyla değer akış haritaları yalnızca deneme amaçlı

bir kez oluşturulmuştur. Bu durum, haritalara dayalı aksiyon alınmasını sınırlı düzeyde tutmakta ve iyileştirme sürecinin sistematik bir şekilde yürütülmesini engellemektedir. Deneme amaçlı olarak gerçekleştirilen değer akışı ve israfları azaltmaya yönelik çalışmalar, sistematik bir uygulama olmasa da belirli operasyonlardan önemli gözlemler ve sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Bu kapsamda, darboğazlar tespit edilmiş, bazı israflar belirlenmiş ve süreçlerde iyileştirme potansiyeli ortaya konmuştur. Gelecekte değer akış haritalarının düzenli olarak hazırlanması, gelecek durum haritalarının çıkarılması ve belirlenen aksiyonların uygulanıp izlenmesi, süreç performansının artırılması ve üretim verimliliğinin yükseltilmesi açısından önem arz etmektedir.

Kuruluştaki israfların azaltılmasına yönelik iyileştirme faaliyetleri ise kısmen uygulanmakta olup, uygulamaların kayıt altına alınması sistematik bir biçimde yürütülmemektedir. Bazı operasyonlarda israfları azaltmaya yönelik öneriler hayata geçirilmiş ve sınırlı veri elde edilmiştir; ancak bu uygulamaların tüm hat boyunca yaygınlaştırılması ve düzenli olarak kayda geçirilmesi, sürekli iyileştirme kültürünün güçlendirilmesi ve kaynak kullanım verimliliğinin artırılması açısından önemlidir.

Sonuç olarak, üretim süreçlerinde darboğazların belirlenmesi ve önceliklendirilmesi, değer akış haritalarının oluşturulması ve uygulanması ile israfların azaltılmasına yönelik faaliyetlerin sistematik olarak yürütülmesi, işletmede verimliliğin artırılması ve yalın üretim felsefesinin etkin bir şekilde uygulanması açısından kritik öneme sahiptir.

4.1.4. Üretim akışı

Üretim akışı boyutunda YODA ölçeğinde toplam 9 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Kuruluşun imalat süreçlerindeki istasyonların; küçük partiler halinde, kabul edilebilir seviyede ara stokla ve düzgün malzeme akışını destekleyecek şekilde yerleştirilme düzeyi nedir? (Saha ziyareti gözlemlerine ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiçbir istasyon küçük partiler halinde, kabul edilebilir seviyede ara stokla ve düzgün malzeme akışını destekleyecek şekilde yerleştirilmemiş	Bazı istasyonlar küçük partiler halinde, kabul edilebilir seviyede ara stokla ve düzgün malzeme akışını destekleyecek şekilde yerleştirilmiş	Çoğu istasyon küçük partiler halinde, kabul edilebilir seviyede ara stokla ve düzgün malzeme akışını destekleyecek şekilde yerleştirilmiş	Neredeyse tüm istasyonlar küçük partiler halinde, kabul edilebilir seviyede ara stokla ve düzgün malzeme akışını destekleyecek şekilde yerleştirilmiş

2. Kuruluşun imalat süreçlerinde; ayar ve hazırlık gerektiren makine, iş merkezi, imalat hattı ve istasyonlarındaki model değişim (setup) sürelerini kısaltmaya yönelik uygulamaların varlık ve kullanım düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Uygulamalar hiç kullanılmamakta	Uygulamalar oldukça sınırlı düzeyde kullanılmakta	Uygulamalar kısmen yeterli düzeyde kullanılmakta	Uygulamalar yeterli düzeyde kullanılmakta

3. Kuruluşun ana üretim çizelgelerinde ürün bazlı parti büyüklüklerinin, ürün karmalarının ve ürün sıralamalarının müşteri talepleri ile örtüşme düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Üretimde çizelgeleme kullanılmamakta	Ana üretim çizelgeleri müşteri talepleriyle örtüşmemekte	Ana üretim çizelgeleri kısmen müşteri talepleriyle örtüşmekte	Ana üretim çizelgeleri neredeyse tüm müşteri talepleriyle örtüşmekte

4. Kuruluşun müşteri taleplerinin ürün ve ürün grubu bazında segmentasyona tabi tutularak takt zamanı analizlerinin gerçekleştirilme düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Takt analizi hiç yapılmamakta	Müşteri talepleri segmentasyona tabi tutulmadan takt analizi yapılmakta	Müşteri talepleri kısmen segmentasyona tabi tutularak takt analizi yapılmakta	Müşteri talepleri neredeyse tüm ürün ve ürün grubu bazında segmentasyona tabi tutularak takt analizi yapılmakta

5. Kuruluşun üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek kalite hatalarını önlemeye yönelik kontrol araçlarının (Poka Yoke vb.) varlık ve kullanım düzeyi nedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Kontrol araçları hiç kullanılmamakta	Kontrol araçları sınırlı düzeyde kullanılmakta	Kontrol araçları kısmen yeterli düzeyde kullanılmakta	Kontrol araçları yeterli düzeyde kullanılmakta

6. Süreçlerdeki anormalliklerin bir sonraki sürece geçmeden tespit edilebilme düzeyi nedir? (Hataların nerede tespit edildiği dikkate alınarak kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiçbir süreçteki anormallikler bir sonraki sürece geçmeden tespit edilememekte	Bazı süreçlerdeki anormallikler bir sonraki sürece geçmeden tespit edilmekte	Çoğu süreçteki anormallikler bir sonraki sürece geçmeden tespit edilmekte	Neredeyse tüm süreçlerdeki anormallikler bir sonraki sürece geçmeden tespit edilmekte

7. Süreçte bir anormallik tespit edildiğinde kök nedenin tespit edilerek giderilme düzeyi nedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Tespit edilen hata, giderilmekte ama kök neden tespit edilmemekte	Kök nedenler nadiren tespit edilmekte ve giderilmekte	Çoğu durumda kök nedenler tespit edilmekte ve giderilmekte	Neredeyse her seferinde kök nedenler tespit edilmekte ve giderilmekte

8. Çalışma alanları ve iş istasyonlarında 5S ne düzeyde uygulanmaktadır? (Saha ziyareti gözlemlerine ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
İş istasyonları düzenli ve temiz değil, aranılan hemen bulunamamakta	5S kısmen kullanılmakta	Çalışma alanları ve iş istasyonlarının büyük bölümünde 5S kullanılmakta	İş istasyonlarında 5S kullanılmakta olup görsel öğelerle (5S kırmızı kart, 5S poster, 5S proje panosu vb.) desteklenmekte

9. Kuruluştaki makine ve ekipmanların bakımında benimsenen yöntem, Toplam Verimli Bakım yaklaşımına ne derece yakındır? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Sadece arıza ortaya çıktığında bakım yapılmakta	Periyodik ve önleyici bakım uygulanmakta	Toplam Verimli Bakım, makine ve ekipmanların bir bölümü için kullanılmakta	Toplam Verimli Bakım, makine ve ekipmanların geneli için kullanılmakta

İşletme üretim akışı boyutunda 27 puan üzerinden 15 puan olarak orta düzeydedir. Saha gözlemleri ve üretim hattı incelemeleri sonucunda, kuruluştaki imalat istasyonlarının neredeyse tamamının küçük partilerle çalışmaya uygun şekilde düzenlendiği, kabul edilebilir seviyede ara stok bulundurulduğu ve malzeme akışını

destekleyecek şekilde yerleştirildiği tespit edilmiştir. Bu durum, üretim süreçlerinde akış sürekliliğinin sağlanmasına, gereksiz beklemlerin ve stok yığılmalarının önlenmesine katkı sunmakta ve üretim verimliliğinin artırılmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, ayar ve hazırlık gerektiren makine, iş merkezi, imalat hattı ve istasyonlarda model değişim (setup) sürelerini kısaltmaya yönelik uygulamaların sınırlı düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Zaman etütleri ve darboğaz analizi yapılmış olmasına rağmen, çalışmaların kapsamı ve uygulanabilirliği sınırlı kalmış; sistematik ve sürekli bir iyileştirme yaklaşımı henüz tam anlamıyla hayata geçirilmemiştir. Bu durum, üretim esnekliği ve süreç verimliliği açısından iyileştirme potansiyelinin varlığını göstermektedir.

Kuruluş, siparişe dayalı üretim (Make-to-Order) yaklaşımı ile faaliyet göstermekte olup, ana üretim çizelgeleri incelendiğinde, ürün bazlı parti büyüklükleri, ürün karmaları ve ürün sıralamaları büyük ölçüde müşteri taleplerine dayalı olarak yürütülmektedir. Saha gözlemleri, üretim hatlarının siparişleri karşılayacak şekilde faaliyet gösterdiğini ortaya koymakta; ancak çizelgeleme süreçlerinin sistematik bir planlama sürecine dayanmaması, kapasite optimizasyonu ve planlama açısından iyileştirme potansiyeli sunmaktadır.

Takt zamanı analizleri yalnızca deneme amaçlı bir kez yapılmış olup, müşteri talepleri ürün ve ürün grubu bazında kısmen segmentasyona tabi tutulmuştur. Sistematik ve düzenli bir uygulama olmadığı için mevcut uygulama, üretim süreçlerinin performansını tam anlamıyla yansıtacak düzeyde değildir.

Üretim süreçlerinde kalite hatalarını önlemeye yönelik kontrol araçları sınırlı düzeyde kullanılmakta, bazı bölümlerde ara kontroller ve ölçümler yapılmakta; ancak sistematik Poka Yoke uygulamaları yaygın değildir. Benzer şekilde, süreçlerdeki anormalliklerin bir sonraki sürece geçmeden tespit edilmesi kısmen sağlanmakta ve tespit edilen hataların kök nedenlerinin giderilmesi sınırlı düzeydedir.

Kuruluştaki 5S uygulamaları sınırlı düzeyde yürütülmekte olup, yalnızca sarf malzeme deposunda uygulanmakta ve diğer üretim alanlarında görsel yönetim araçlarıyla desteklenmemektedir. Bakım faaliyetleri ise ağırlıklı olarak arıza ortaya çıktığında yapılan reaktif bakım ile yürütülmekte, periyodik ve önleyici bakım uygulamaları sınırlı düzeyde bulunmakta ve Toplam Verimli Bakım (TPM) yaklaşımı benimsenmemektedir.

4.1.5. Çekme sistemi

Çekme sistemi boyutunda YODA ölçeğinde toplam 3 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Kuruluşun üretim sisteminde yer alan süreçlerde üretimin başlamasını tetikleyen iş emirlerinin bir sonraki süreç (müşteri süreç) tarafından tetiklenme düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Her süreç için iş emri tanımlanmamış	Süreçler için tanımlanan iş emirleri, sonraki süreç tarafından tetiklenmemekte	Süreçlerin bir kısmında tanımlanan iş emirleri sonraki süreç tarafından tetiklenmekte	Neredeyse tüm süreçler için tanımlanan iş emirleri sonraki süreç tarafından tetiklenmekte

2. Tesis yerleşimi, organizasyon yapısı ve teknik alt yapı, tam zamanında üretim yaklaşımını ne düzeyde desteklemektedir? (Saha ziyareti gözlemlerine ve kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiç desteklememekte	Sınırlı düzeyde desteklemekte	Kısmen yeterli düzeyde desteklemekte	Yeterli düzeyde desteklemekte

3. Üretim planlama faaliyetlerinin, müşteri talebi doğrultusunda yürütülme ve takip edilme düzeyi nedir? (Kanıtı dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Müşteri talebine bağlı planlama bulunmamakta	Müşteri talebine bağlı planlama faaliyetleri oldukça sınırlı düzeyde bulunmakta	Müşteri talebine bağlı planlama faaliyetleri kısmen yeterli düzeyde bulunmakta	Müşteri talebine bağlı planlama faaliyetleri yeterli düzeyde bulunmakta

İşletme çekme sistemi boyutunda 9 puan üzerinden 8 puan olarak yüksek seviyededir. Kuruluşta üretim süreçlerinde iş emirlerinin bir sonraki süreci tetikleme mekanizması büyük ölçüde ERP sistemi üzerinden sağlanmaktadır. İlgili operasyonun mobil veya ERP girişinin tamamlanması, bir sonraki operasyonda işlem yapılabilmesi için zorunlu kılınmıştır. Bu uygulama süreçler arası koordinasyonu güçlendirmekte ve üretim akışının sürekliliğini desteklemektedir; hatalı veya eksik işlemlerin bir sonraki sürece geçmesini önlemekte ve neredeyse tüm süreçlerde iş emirlerinin bu şekilde takip edilmesi, siparişe dayalı üretimde süreç disiplini artırılmaktadır.

Tesis yerleşimi, organizasyon yapısı ve teknik altyapı, tam zamanında üretim (Just-In-Time) yaklaşımını kısmen desteklemektedir. Üretim alanları, malzeme akışını ve istasyonlar arası koordinasyonu belli ölçüde kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş ve ERP sistemi ile üretim süreci izlenebilir hâle getirilmiştir. Ancak bazı alanlarda süreçler

arası senkronizasyon eksiklikleri ve darboğazlar gözlemlenmiş olup, altyapının JIT prensiplerini tam olarak karşılayacak düzeye ulaşmadığı tespit edilmiştir.

Üretim planlama faaliyetleri resmi olarak sistematik bir planlama sürecine dayanmamakla birlikte, siparişe dayalı üretim (Make-to-Order) yaklaşımı sayesinde üretim süreçleri büyük ölçüde müşteri taleplerine paralel yürütülmektedir. Ürün bazlı üretim ve siparişlerin önceliklendirilmesi, müşteri taleplerinin karşılanmasını sağlayacak şekilde süreçleri yönlendirmekte ve takip etmektedir. Bu durum, resmi bir planlama mekanizması bulunmamasına rağmen, üretim akışının müşteri odaklı şekilde yürütülmesini temin etmekte ve müşteri talebine bağlı planlama faaliyetlerinin yeterli düzeyde yürütüldüğünü göstermektedir.

4.1.6. Sürekli iyileştirme

Sürekli İyileştirme boyutunda YODA ölçeğinde toplam 7 madde bulunmaktadır. Bu maddelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Yönetim, sürekli iyileştirme kültürünü teşvik etmek ve sürdürmek için araçlar (A3 ekipleri, Asakai toplantıları, düzenli eğitimler, Kaizen kutusu, ödül sistemi vb.) kullanmakta mıdır? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak, saha ziyareti gözlemlerine ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Herhangi bir araç kullanılmamakta	Oldukça sınırlı düzeyde araç kullanılmakta	Kısmen yeterli düzeyde araç kullanılmakta	Yeterli düzeyde araç kullanılmakta

2. Yönetim, sürekli iyileştirme kültürüne çalışanları dahil etmekte ve katkıda bulunan çalışanları teşvik etmekte midir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak, saha ziyareti gözlemlerine ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Çalışanlar, iyileştirme kültürünün bir parçası değil ve bunun için teşvik edilmemekte	Çalışanlar, iyileştirme kültürünün sınırlı düzeyde bir parçası ve bunun için yönetim tarafından teşvik edilmemekte	Çalışanlar, iyileştirme kültürünün bir parçası ve sınırlı düzeyde teşvik edilmekte	Çalışanlar, iyileştirme kültürünün bir parçası ve ödüllendirme sistemi gibi bir teşvik mekanizması dahilinde teşvik edilmekte

3. Problem çözme faaliyetleri bir sistem dahilinde yürütülmekte midir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Problemler kayıt altına alınmamakta ve çözümü için sistematik bir yaklaşım uygulanmamakta	Problemler kayıt altına alınmakta ancak bir sistem dahilinde çözüme kavuşturulmamakta	Problemler kayıt altına alınmakta ve kısmen sistematik bir yaklaşımla çözülmekte	Problemler kayıt altına alınmakta, sistematik bir yaklaşımla (Balık kılıcı, PUKÖ döngüsü vb.) kök nedenleri tespit edilerek kalıcı şekilde çözülmekte

4. Kuruluş süreç denetimi yaparak bunun sonucunda iyileştirici eylemleri belirleyip uygulamakta mıdır? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Süreç akışları mevcut değil ve süreç sahiplerinin yetki/sorumluluk alanı ve faaliyetleri tanımlanmamış	Süreç akışları mevcut ancak net ve ölçülebilir hedefler ile süreç denetimi yapılmamakta	Süreç akışları mevcut, yetki ve sorumluluk alanları belirli. Düzenli olarak denetim yapılmakta ancak çıktılara göre sürekli iyileştirme uygulanmakta	Süreç akışları mevcut, yetki ve sorumluluk alanları belirli. Düzenli olarak denetim yapılmakta ve çıktılar sonucunda sürekli iyileştirme uygulanmakta

5. Ana ve alt süreçlere ilişkin Anahtar Performans Göstergelerinin tanımlanma ve bunlara göre aksiyon alınma düzeyi nedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Net ve ölçülebilir göstergeler tanımlanmamış	Göstergeler tanımlanmış ancak bunlara göre aksiyon alınmamakta	Ana göstergeler tanımlanarak aksiyon alınmakta ancak alt göstergeler tanımlanmamış	Ana ve alt süreçler bazında göstergeler tanımlanmış ve bunlara göre aksiyon alınmakta

6. Kuruluşta görsel yönetim yaklaşımının (Grafikler, çizgiler, panolar vb. görsel yönetim araç ve tekniklerinin kullanımı) benimsenme düzeyi nedir? (Saha ziyareti gözlemlerine dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
İşletmede görsel yönetim benimsenmemiş	İşletmede görsel yönetim oldukça sınırlı düzeyde benimsenmiş	İşletmede görsel yönetim kısmen yeterli düzeyde benimsenmiş	İşletmede görsel yönetim yeterli düzeyde benimsenmiş

7. Kuruluşun üretim süreçlerinde dijital uygulamalara geçiş seviyesi ne düzeydedir? (Birimlerle yapılan görüşmeler dikkate alınarak, saha ziyareti gözlemlerine ve kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir.)

0	1	2	3
Hiçbir üretim sürecine ilişkin veri toplanmamakta	Üretim sürecine dair veri toplanmakta ancak bu veriler işlenemeyen veri kategorisinde bulunmakta	Üretim sürecine dair veri toplanmakta ve bu veriler analiz edilebilen veriler kategorisinde bulunmakta	Üretim sürecine dair veri toplanmakta ve bu veriler karar almaya yönelik öneri oluşturan veri kategorisinde bulunmakta

İşletme sürekli iyileştirme boyutunda 21 puan üzerinden 13 puan olarak orta düzeydedir. Kuruluş yönetimi, sürekli iyileştirme kültürünü desteklemek amacıyla bazı araçları sınırlı düzeyde kullanmakta olup, Kaizen uygulamaları ve A3 raporları henüz yaygınlaşmamış; yalnızca belirli alanlarda ödül ve motivasyon sistemleri ile Ar-Ge merkezinde kök neden analizleri uygulanmaktadır. Çalışanlar iyileştirme süreçlerine aktif olarak katılmakta ve sınırlı da olsa teşvik edilmekte, böylece sürekli iyileştirme kültürüne dahil edilmektedir. Problem çözme faaliyetleri kısmen sistematik yürütülmekte; problemler bazı durumlarda kayıt altına alınmakta ancak kök neden analizlerinin tüm hatlarda sürekli uygulanmadığı gözlemlenmektedir. Süreç denetimi kısmen gerçekleştirilmektedir; süreç akışları ve yetki-sorumluluk tanımlamaları mevcut olsa da denetimler düzenli ve kapsamlı şekilde yürütülmemektedir, bu nedenle iyileştirici eylemler tüm hat boyunca sistematik biçimde uygulanmamaktadır. Ana ve alt süreçler bazında Anahtar Performans Göstergeleri (KPI) kısmen tanımlanmış olup, bunlara dayalı aksiyonlar sınırlı düzeydedir. Görsel yönetim yaklaşımı bazı alanlarda uygulanmakta, panolar ve grafikler ile desteklenmekte fakat tüm süreçlerde yaygın değildir. Üretim süreçlerinden dijital veri toplanmakta ve bu veriler belirli analizlerle süreç performansını izlemeye yardımcı olmakta; ancak henüz karar almaya yönelik sistematik öneriler oluşturacak düzeyde kullanılmamaktadır. Tüm bu uygulamalar, kuruluşun sürekli iyileştirme kültürünü kısmen benimsemiş olduğunu, ancak araçların kullanımı, çalışan katılımı, problem çözme sistemi, süreç denetimi, KPI takibi, görsel yönetim ve dijital veri kullanımında geliştirmeye açık alanlar bulunduğunu göstermektedir.

YODA ölçeğinde son olarak, analizi gerçekleştiren kişi veya ekip tarafından işletmenin yalın olgunluk düzeyi hakkında genel bir değerlendirme yapılması beklenmektedir. Bu bağlamda, yapılan tüm analizler birlikte göz önünde bulundurulduğunda işletmenin yalın olgunluk düzeyi hakkında “Kısmen Yeterli”

değerlendirmesi yapılmış ve bu değerlendirme doğrultusunda YODA skoruna 2 puan eklenerek işletmenin toplam YODA skoru **56** olarak hesaplanmıştır.

4.2. Yalın Dönüşüm Planlaması

Bu çalışmada YODA ile analiz edilen işletmede, yalın üretim olgunluğu orta seviyede belirlenmiş olup, sürdürülebilir bir yalın dönüşüm için aşağıdaki adımların sistematik biçimde uygulanması önerilmektedir. Yalın dönüşüm planlaması kısa, orta ve uzun vadeli olmak üzere üç safhada ele alınmıştır.

İşletmenin yalın dönüşümü için kısa vadede üst yönetim ve çalışanlar düzeyinde yalın kültürün temellerini oluşturmak ve süreçleri görünür hale getirmek için faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, 0 – 6 aylık dönemde işletmeye önerilen faaliyetler aşağıda listelenmiştir:

- Üst yönetim için yalın liderlik ve kültürel dönüşüm eğitimlerinin düzenlenmesi.
- Yalın uygulamaları planlamak ve koordine etmek üzere “Yalın Dönüşüm Ekibi”nin oluşturulması.
- Değer akışı haritalandırma çalışmaları ile mevcut süreçlerin görselleştirilmesi.
- 5S uygulamalarının depo bölümünde olduğu gibi talaşlı imalat ve kalite kontrol bölümlerinde de başlatılması.
- ERP verilerinden süreç performansına ilişkin temel KPI’ların (verimlilik, hata oranı, çevrim süresi) belirlenmesi.
- Günlük performans göstergelerinin belirlenmesi ve panolar aracılığıyla görsel hale getirilmesi.

İşletmenin yalın dönüşümü için orta vadede süreçlerin akışkanlığını artırmak, israfları azaltmak ve standart çalışma biçimini oluşturmak gerekmektedir. Bu bağlamda, 6–18 aylık dönemde işletmeye önerilen faaliyetler aşağıda listelenmiştir:

- Üretim hattında darboğaz analizleri yapılarak öncelikli iyileştirme alanlarının belirlenmesi.
- Standart Operasyon Prosedürleri (SOP) ve zaman etütlerinin güncellenmesi.
- 5S uygulamalarının tüm üretim alanlarına yaygınlaştırılması.
- Kaizen ve A3 problem çözme yöntemleri ile çalışan katılımının teşvik edilmesi.
- Görsel yönetim sisteminin tüm bölümlerde kurumsallaştırılması.
- Planlı bakım ve TPM uygulamalarının başlatılması.
- Eğitim modülleriyle operatörlerin çoklu beceri geliştirmesi (Shojinka).

İşletmenin yalın dönüşümü için uzun vadede talep odaklı üretim modeline geçiş ve yalın kültürün kurumsallaştırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, 18-36 aylık dönemde işletmeye önerilen faaliyetler aşağıda listelenmiştir:

- Üretim hattında çekme sistemi (Kanban) pilot uygulamaları başlatılması.
- Heijunka ile üretim dengelemesinin yapılması.
- Günlük yönetim toplantılarının kurumsallaştırılması.
- Performans ölçüm sistemine stratejik KPI'ların (müşteri memnuniyeti, teslimat süresi, kalite maliyeti) dahil edilmesi.
- Yalın dönüşümün yıllık olarak YODA analiziyle izlenmesi ve gelişim seviyesinin yeniden değerlendirilmesi.
- Kurum içi yalın lider yetiştirme programı başlatılması.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, değirmen makineleri sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede yalın üretim sisteminin mevcut durumu, Yalın Organizasyon Değerlendirme Aracı (YODA) kullanılarak sistematik biçimde analiz edilmiştir. Değerlendirme; üst yönetim farkındalığı, standardizasyon, değer akışı, üretim akışı, çekme sistemi ve sürekli iyileştirme olmak üzere altı ana başlık altında yürütülmüştür. Bulgular, işletmenin yalın üretim olgunluğunun orta düzeyde olduğunu ve yalın dönüşüm sürecinin henüz kurumsal bütünlüğe ulaşmadığını göstermektedir.

İşletmede müşteri odaklı bir üretim anlayışının benimsenmiş olması, değer yaratma perspektifinin kurumsal kültürde yer bulduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bu anlayışın yalın sistemin diğer bileşenleriyle tam olarak bütünleşmediği tespit edilmiştir. Özellikle süreçlerde gözlemlenen darboğazlar, veri akışındaki kopukluklar ve senkronizasyon eksiklikleri, müşteri taleplerine hızlı ve esnek yanıt verilmesini kısıtlamaktadır.

Yönetim düzeyinde yalın üretim farkındalığı bulunmasına rağmen, liderlik ve yönetsel kararlılığın sistematik biçimde kurumsallaşmadığı görülmüştür. Bu durum, yalın kültürün organizasyon geneline yayılımını sınırlandırmakta ve çalışan motivasyonunu zayıflatmaktadır. Ayrıca, standardizasyon eksiklikleri ve görsel yönetim araçlarının yetersizliği, süreçlerin tutarlılığını ve sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir.

Değer akışı açısından yapılan analizlerde, üretim hattında katma değer yaratmayan faaliyetlerin mevcut olduğu, prosesler arası dengesizliklerin ise operasyonel verimliliği düşürdüğü belirlenmiştir. Üretim akışı genel olarak sağlanmış olsa da, proses senkronizasyonundaki kopukluklar ve manuel veri girişlerine dayalı ERP kullanımı, üretim takibini zorlaştırmakta ve hızlı müdahaleyi engellemektedir.

Çekme sistemine ilişkin bulgular, işletmede bu yaklaşımın henüz uygulanmadığını, üretimin ise ağırlıklı olarak itme sistemi mantığında yürütüldüğünü göstermektedir. Bu durum, yalın üretimin temel ilkelerinden biri olan talep odaklı üretim anlayışının hayata geçirilmediğini ortaya koymaktadır.

Sürekli iyileştirme kültürünün kısmen benimsenmiş olması olumlu bir gelişme olmakla birlikte, çalışan katılımının düşük olması, öneri sistemlerinin etkin çalışmaması ve problem çözme tekniklerinin sınırlı kullanımı, bu kültürün kurumsal bir yapıya dönüşmesini engellemektedir.

Genel olarak, işletmede yalın üretim felsefesinin temel prensipleri konusunda farkındalık düzeyinin olduğu ancak bunun bütüncül bir yalın dönüşüm stratejisine dönüşmediği sonucuna varılmıştır. Yalın üretimin yalnızca teknik araçlarla değil, aynı zamanda liderlik, çalışan katılımı ve kurumsal kültür boyutlarıyla birlikte ele alınması gerekmektedir.

Bu çalışma, işletmenin mevcut durumunu objektif biçimde ortaya koyarak, yalın dönüşüm sürecinde stratejik planlama, süreç standardizasyonu ve kültürel dönüşüm için somut bir temel oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlar, ilerleyen süreçte uygulanacak yalın dönüşüm yol haritası için yön gösterici niteliktedir.

5.2 Öneriler

Yalın olgunluk değerlendirmesi sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, işletmenin yalın dönüşüm sürecini daha etkin ve sürdürülebilir hale getirmek amacıyla teknik, yönetsel ve kültürel boyutları kapsayan bir dizi öneri geliştirilmiştir. Bu öneriler, yalın dönüşümün sistematik biçimde ilerlemesini ve kurumsal yapıya entegre edilmesini hedeflemektedir.

İlk olarak, üst yönetim liderliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Yalın üretim, yalnızca operasyonel bir iyileştirme aracı değil, aynı zamanda stratejik bir yönetim yaklaşımı olarak ele alınmalıdır. Üst yönetimin yalın felsefeyi sahiplenmesi, çalışanlarla etkili iletişim kurması ve dönüşüm sürecini doğrudan yönlendirmesi, organizasyon genelinde yalın kültürün yerleşmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda, yalın liderlik eğitimlerinin düzenlenmesi ve yöneticilerin performans göstergelerine yalın hedeflerin dâhil edilmesi önerilmektedir.

Standardizasyonun işletme genelinde yaygınlaştırılması, süreçlerin sürdürülebilirliği açısından kritik bir gerekliliktir. Bu doğrultuda, yazılı iş talimatları ve standart operasyon prosedürlerinin güncellenmesi, 5S uygulamalarının sistematik hale getirilmesi ve görsel yönetim araçlarının tüm üretim alanlarına entegre edilmesi önerilmektedir. Süreç standartlarının periyodik olarak gözden geçirilmesi, hem kalite sürekliliğini sağlayacak hem de çalışanların görev ve sorumluluklarını daha net biçimde anlamalarına katkı sunacaktır.

Değer akışı yönetimi açısından, ürün bazlı değer akış haritalarının oluşturulması ve bu haritalar üzerinden Kaizen çalışmaları yürütülmesi önerilmektedir. Böylece katma değersiz faaliyetler tespit edilip ortadan kaldırılabilir, süreç akışı dengelenerek darboğazlar giderilebilecektir. Bunun yanı sıra, ERP sistemiyle entegre gerçek zamanlı veri toplama ve performans izleme sistemleri devreye alınmalı; üretim süreçlerinin anlık

takibi sağlanarak gecikmelere veya kalite sapmalarına hızlı müdahale imkânı oluşturulmalıdır.

İşletmede çekme sistemine geçiş için aşamalı bir yaklaşım benimsenmelidir. Başlangıçta belirli bir ürün grubunda pilot uygulamalar yapılarak Kanban sisteminin devreye alınması, süreçlerin talep odaklı hale getirilmesine katkı sağlayacaktır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sistem kademeli olarak diğer üretim alanlarına yaygınlaştırılmalı, tedarikçi ilişkileri de bu sisteme uygun biçimde yeniden yapılandırılmalıdır.

Sürekli iyileştirme kültürünün güçlendirilmesi için çalışan katılımını artıracak sistematik bir öneri mekanizması oluşturulmalıdır. Bu sistem, çalışanların geliştirdiği fikirlerin değerlendirilmesi, uygulanması ve sonuçlarının paylaşılması süreçlerini kapsamalıdır. Ayrıca, PUKÖ döngüsünün etkin biçimde kullanılması, 5Neden ve Balık Kılçığı (Ishikawa) gibi problem çözme tekniklerinin tüm çalışanlara öğretilmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, işletmenin yalın dönüşüm sürecinin başarıya ulaşabilmesi için liderlik, süreç standardizasyonu, veri temelli yönetim ve kültürel dönüşüm boyutlarının ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan yalın dönüşüm yol haritası, kısa, orta ve uzun vadede uygulanabilecek somut adımlar sunmakta ve işletmenin yalın üretim kültürünü kalıcı hale getirmesine zemin hazırlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., Halk, B., 2017, Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: Büyük ölçekli bir traktör işletmesinde uygulama, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 244.
- Alberto, A., Lima, T. M., Charrua-Santos, F., & Gaspar, P. D., 2024, Assessment of Lean maturity levels in industries of the Luanda region, Angola. *Applied Sciences*, 14(11), 6949. <https://doi.org/10.3390/app14116949>
- Bilgin Sarı, E., 2018, Yalın üretim uygulamaları ve kazanımları. *UIİİD-IJEAS* (17. UIK Özel Sayısı), 585-600. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.439034>
- Burat, B., 2017, Yalınlık bir Türk şirketinin büyümesini nasıl sağlıyor? *Planet Lean*. <https://www.planet-lean.com/articles/lean-manufacturing-cimtas-precision-machining> (Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025)
- Chiera, M., Lupi, F., Rossi, A., & Lanzetta, M., 2021, Lean maturity assessment in ETO scenario. *Applied Sciences*, 11(9), 3833. <https://doi.org/10.3390/app11093833>
- Colín-Lozano, H. D., Guerra-Loji, S., Vargas-Alvarado, M. A., Valdez-de la Rosa, L. M., & Vázquez-Hernández, J., 2019, Lean Manufacturing Maturity Model for an automotive cluster: a case study in Mexico. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Toronto, Canada, October 23-25.
- Çankır, B., 2010, Yalın düşünce sistemini uygulayan kurumlarla uygulamayan kurumlarda çalışanlarda örgütsel vatandaşlık davranışı (Yüksek lisans tezi). *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.
- García-Alcaraz, J. L., Oropesa-Vento, M., & Maldonado-Macías, A. A., 2016,. *Kaizen Planning, Implementing, and Controlling (E-kitap)*. Springer International Publishing, s.16-17.
- Gross, J. M., & McInnis, K. R., 2003, *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. AMACOM, s.2-3.
- Helmold, M., Samara, M., & Diğerleri., 2022, Lean Production as Part of QM. In *Virtual and Innovative Quality Management Across the Value Chain*. Springer.
- Ibusuki, U. H., & Kakazu, K., 2022, Lean manufacturing maturity level in the Brazilian automotive spare parts sector: A case study. *Journal of Lean Systems*, 68–70. <http://leansystem.ufsc.br/>
- Koşan, L., & Akar, E., 2023, Yalın düşünce ve yalın üretim teknikleri. In Ş. Karabulut (Ed.), *Sosyal, beşerî ve idarî bilimlerde akademik tartışmalar* (s. 520). YAZ Yayınları.

- Liker, J. K., 2004, *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Ohno, T., 1988, *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press, s.4.
- Okçu, İ. A., 2023, Yalın olgunluk değerlendirme analizi. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/> [Ziyaret tarihi: 22 Nisan 2025]
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G., 2018, Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry: A case study. *Applied Sciences*, 8(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- Ruiz-de-Arbulo-Lopez, P., Fortuny-Santos, J., & Cuatrecasas-Arbós, L., 2013, Lean manufacturing: Costing the value stream. *Industrial Management & Data Systems*, 113(5), 647–668. <https://doi.org/10.1108/02635571311324124>
- Setianto, P., & Haddud, A., 2016, A maturity assessment of lean development practices in manufacturing industry. *International Journal of Advanced Operations Management*, 8(4), 294–322.
- Shah, F. A., Ramzan, A., Aziz, M. F., & Aziz, F., 2020, Lean assessment of manufacturing setup case study: Heavy Mechanical Complex Hydraulic shop, Pakistan. Riphah International University Lahore & University of Engineering & Technology Taxila.
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Tekin, E., 2018, Büyük ölçekli bir işletmede 5S uygulaması. *BUIJSHS*, 2(1), 113.
- Türkiye Yalın Üretim Derneği., 2012, TÜLOMSAŞ Yalın Dönüşüm Faz-1 Vaka Çalışması Raporu. <https://www.lean.org.tr/tulomsas-yalin-donusum-faz-1-vaka-calismasi-raporu/> (Erişim tarihi: 28 Mayıs 2025)
- Tüylü, D., Türkan, Y., 2022, Bulanık Bilişsel Haritalama İle Yalın Dönüşüm Başarı Faktörlerinin Değerlendirilmesi, 6140 Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi *Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem*
- Uçar, A., & Turanoğlu Şirin, B., 2024, İç lojistik faaliyetlerinde yalın tekniklerin kullanılması ve bir uygulama. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(3), 427.
- Womack, J. P., & Jones, D. T., 2015, *Yalın düşünce (Z. Dicleli, Çev.)* (3. baskı). Optimist Yayın Dağıtım. (Orijinal eser 1996'da yayımlanmıştır.)
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D., 1990, *The machine that changed the world: The story of lean production*. Rawson Associates.

EKLER

EK-1 Zaman etüdü örneği

OPERASYON ÜRÜN	DKUM	KABA	ALIN	SIRT	DELIKİÇİ	KOLÇAKIMI	FINİŞ	FREZE	TAŞLAMA	BALANS	KALİTE	DİŞLEME	KUMLAMA	PAKETLEME	TOPLAM ZAMAN
K.250.1000	00:04:33	00:58:49	00:28:51	00:14:57	00:16:10		00:35:25	00:09:54	00:07:30	00:09:24	00:08:00	03:11:32		00:08:00	06:33:05
K.250.1250	00:04:50	01:11:37	00:31:59	00:18:08	00:18:04		00:37:43	00:09:44	00:10:24	00:09:24	00:08:00	03:45:02		00:08:00	07:32:55
L.250.1000	00:04:33	00:59:03	00:33:13	00:14:54	00:17:25		00:35:42	00:09:38	00:10:17	00:09:24	00:08:00		00:28:07	00:08:00	03:58:16
L.250.1250	00:04:50	01:17:28	00:26:54	00:19:30	00:17:26		00:39:40	00:09:25	00:12:49	00:09:24	00:08:00		00:33:01	00:08:00	04:26:27

EK-2 CNC torna kullanım ve bakım talimatı

Doküman No BA-TA-01	Yayın Tar. 15.03.2010	Rev. No. 2 Rev. Tar. 17.02.2020	Sayfa No 1/1	CNC TORNA KULLANMA VE BAKIM
---------------------------	--------------------------	--	-----------------	--------------------------------

CNC TORNA KULLANMA TALİMATI

1. CNC torna tezgahı çalıştırılmaya başlamadan önce iş güvenliği önlemleri alınır, verilen kişisel iş güvenliği malzemeleri mutlaka kullanılır.
2. Her gün sabah işe başlamadan önce tezgah boşa iki dakika çalıştırılır.
3. İşe başlanacağı zaman tezgah ana şalterini açılır. Ana şalteri açtıktan sonra tezgah çalıştırma şalteri açılır.
4. Tezgah çalıştırıldıktan sonra x ve y eksenlerinde sıfırlanır.
5. Daha sonra tezgah taret kısmını aynaya en uzun kater değmeyecek şekilde güvenli bir uzaklığa getirilir.
6. Eğer ayna kullanılması gerekiyor ise; aynanın ayaklarının işlenecek parçanın çap ölçüsünü tutup tutmayacağını kontrol edilir. Tutması için gerekli olan ters ayak, düz ayaklardan hangisi uygunsa o ayaklar takılır. İki punta arasında işlenecek iş; Fener miline uygun Mors Koniği ve sabit punta takılır. Gezer puntaya da, puntanın özelliğine göre ya sabit punta yada boru puntası takılır ve parçanın boyuna uygun olarak gezer punta mesafesi ayarlanır ve sabitleştir.
7. İşlenecek parçanın programı yazılır, program önceden hazırlanmış ise yüklenir. Eğer varsa programın uygun olup olmadığı simülasyon işlemi ile kontrol edilir.
8. Aynaya bağlanan iş parçasının boyu alınır düzleme kateri ile sıfırlanır. Sıfırlama işleminden kasıt parçaya ait ölçülerin bir nokta referans alınarak işlenmesidir.
9. Bu işlemlerden sonra tezgahın hareketli kısımlarının yağlama ve diğer bağlantıları tekrar kontrol edilerek tezgah çalışacak hale getirilir.
10. Tezgahta iş parçası kesme hızı, ilerleme ve devir sayıları ayarlanır.
11. Eğer soğutma sıvısı kullanılıyor ise soğutma sıvısını kontrol ederek tam değilse ekleme yapılarak tam olması sağlanır.
12. İşe başlanması için gerekli olan tüm işlemlerin tamamlandığından emin olmak için her şey tekrar kontrol edilir ve işe başlanır.
13. İş parçası işlemesi sırasında bir ölçü değişikliği yapmak gerekiyorsa işlem bittikten sonra tezgah durdurulur ve programa girilerek değişiklik yapılır. Aksi halde tezgah otomatik durur ve kendini korumaya alır.
14. İş bırakıldığında tezgahın önce kaba talaşı süpürülerek alınır, sonra hava tabancasıyla hava tutulur, daha sonra bir bez yardımıyla yağ ve toz artıkları silinerek temizlenir.
15. Tezgahtın temizliğini bitirdikten sonra, önce tezgah çalıştırma şalteri daha sonra da ana şalter kapatılarak tezgah durdurulur.

CNC TORNA PİL DEĞİŞTİRME:

1. Tezgahtın ekranından takip edilerek pilin bittiğine emin olunur.
2. Değiştirme işlemine başlarken tezgahtın açık olması gerekmektedir.
3. Piller hazırlanır ve pil kutusu dikkatli bir şekilde açılır.
4. Piller tek tek ve takma yönüne dikkat edilerek değiştirilir.
5. Değiştirme işlemi bittikten sonra pil kutusunun kapağı kapatılır.

CNC TORNA BAKIM TALİMATI

> Haftalık Bakım

1. Her tamir/bakım işlemi ilgili bölüm müdürünün bilgisi dahilinde yapılmalıdır.
2. Bakıma başlamadan önce CNC tornanın elektriği kesilir, iş güvenliği önlemleri alınır.
3. Genel temizlik yapılır. Yağ sızıntısı olan yerler ve yağ seviyeleri kontrol edilerek eksik miktar eklenir. Yağ sızıntısı olan yerlerde kırık, çatlak ve gevşeme olup olmadığı kontrol edilir.
4. Cıvata ve somunlarda gevşeme olup olmadığı kontrol edilir, cıvata ve somunlarda gevşeme varsa sıkıştırılır.
5. Tezgahtın genel durumu kontrol edilir.

> Yıllık Bakım

6. Kırık, çatlak, aşırı derecede aşınmış parçalar tamir edilir, tamiri mümkün değil ise yenisi ile değiştirilir.
7. Tezgahtın gövde, kapak, kızak ve yataklarında eğilme, çizilme, aşınma vb. deformasyon olup olmadığı kontrol edilir.
8. Motor ve elektrik bağlantıları kontrol edilir. Klemens kutularının her zaman kapalı olmasına dikkat edilir.
9. Punta tırnaklarında aşınma ve kırılma olup olmadığı kontrol edilir.
10. Punta sallanarak milinde boşluk olup olmadığı kontrol edilir.
11. Taretin ve tarete bağlanan katerlerin sıkılığı kontrol edilir.
12. CNC torna boşa çalıştırılarak anormal ses ve titreşim olup olmadığı kontrol edilir.
13. Hidrolik hortum ve bağlantılarında sızdırma ve deformasyon olup olmadığı kontrol edilir.
14. Yapılan bakımlar, bakım da yapılan işler, bakım tarihi ve varsa değişen parçalar **BA-FR-01 Makine/Teçhizat Tamir/Bakım Kartı**na kaydedilir.

HAZIRLAYAN Talaş İmalat Sorumlusu	KONTROL EDEN ve ONAYLAYAN Genel Müdür
--------------------------------------	--