



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA
YÖNTEMİ: BİR İMALAT İŞLETMESİNDE
UYGULANMASI

Bengüsu OKUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Bengüsu OKUR tarafından hazırlanan “Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi: Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması” adlı tez çalışması 04/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Yakup KARA
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Seda HEZER
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

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

.....

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.

Bengüsu OKUR

Tarih: 04.07.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA YÖNTEMİ: BİR İMALAT İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

Bengüsu OKUR

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Seda HEZER

2024, 63 Sayfa

Jüri
Dr. Öğr. Üyesi Seda HEZER
Prof. Dr. Yakup KARA
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

Değer Akış Haritalama (DAH) yöntemi, israfı, verimsizliği, katma değeri olmayan işlemleri ve süreçleri görebilmek için kullanılan bir görsel tekniktir. DAH, işletmelerin, üretim süreçlerindeki israfı net bir şekilde görebilmelerine ve üretim süreçlerini iyileştirebilmek için potansiyel projeler geliştirmelerine imkân sağlar. Bu çalışmada DAH ile israfı ortadan kaldırarak, tedarik süresini ve ürünün teslim zamanını azaltarak, verimliliği ve kaliteyi artıran böylece tüm sistem akışını optimize eden yalın bir değer akışı tasarlamaktır. Seçilen bu yöntem ile öncelikle mevcut durum çizilerek, daha önce göz önüne alınmamış ya da fark edilmemiş israflar belirlenmiştir. Mevcut duruma ve işletmeden elde edilen gerekli diğer verilere göre hazırlanmış olan gelecek duruma ilişkin üç adet alternatif harita oluşturularak, israfları azaltmaya ya da bertaraf etmeye yönelik önerilerde bulunulmuştur. Toplam 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan akış süresi hazırlanan üç alternatif haritada sırasıyla, 669.140, 842.895 ve 756.010 saniyelere düşürülmüştür. Bu veriler de yaklaşık olarak 8, 10, ve 9 günlere tekabül etmektedir. Sonuç olarak da yapılan önerilerle ve çeşitli alternatifler ile birlikte her bir alternatif için akış zamanlarında sırasıyla %51, %39 ve %45'lik iyileşme oranları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaizen, Değer Akış Haritalandırma, İsraf, Yalın, Yalın Üretim

ABSTRACT

MS THESIS

VALUE STREAM MAPPING METHOD: AN APPLICATION IN A MANUFACTURING FACTORY

Bengüsu OKUR

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

Advisor: Assist. Prof. Dr. Seda HEZER

2024, 63 Pages

**Jury
Assist. Prof. Dr. Seda HEZER
Prof. Dr. Yakup KARA
Assist. Prof. Dr. Kemal ALAYKIRAN**

The Value Stream Mapping (VSM) method is a visual technique used to see waste, inefficiency, non-value added operations and processes. VSM allows businesses to clearly see the waste in their production processes and develop potential projects to improve their production processes. The aim of this study is to design a lean value stream that eliminates waste, reduces lead time and lead time, increases productivity and quality, and thus optimizes the entire system flow. With this chosen method, firstly the current situation was drawn and wastes that had not been considered or recognized before were identified. Three alternative maps for the future situation, which were prepared according to the current situation and other necessary data obtained from the enterprise, were created and suggestions were made to reduce or eliminate wastes. The total flow time of 1.430.950 seconds (16,5 days) was reduced to 669.140, 842.895 and 756.010 seconds respectively in the three alternative maps. These data correspond to approximately 8, 10, and 9 days. As a result, 51%, 39% and 45% improvement rates in the flow times for each alternative were obtained with the suggestions made and various alternatives, respectively.

Keywords: Kaizen, Lean, Lean Production, Value Stream Mapping, Waste,

ÖNSÖZ

Tezli yüksek lisans eğitim ve öğretimim boyunca başta çağdaş ve kaliteli yaklaşımı ile hizmet sunan Konya Teknik Üniversitesi'ne, çalışmamı gerçekleştirirken her türlü yardımlarından dolayı uygulama yapmış olduğum firma çalışanlarına ve firma sahibine, yardım ve katkılarıyla bana yol gösteren kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Seda Hezer'e, bu süreçte her zaman arkamda olduklarını hissettiğim çok değerli aileme ve bu süreçte beni yalnız bırakmayan sevgili arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bengüsu OKUR
KONYA-2024



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE METOT.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Yalın Üretim Kavramı	10
3.1.2. Yalın Üretimin Temel İlkeleri	11
3.1.3. Yalın Üretim Teknikleri.....	12
3.1.4. Uygulama Yapılan İşletmenin ve Ürünün Tanıtımı	15
3.2. Metot.....	29
3.2.1. Değer Akışı Haritalandırmada Kullanılan Kriterler	31
3.2.2. Standart Değer Akışı Haritasının Çizimi	32
3.2.3. Değer Akış Haritalandırmanın Adımları	36
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	41
4.1. Hazırlık	41
4.2. Mevcut Durum Analizi	41
4.3. Gelecek Durum Analizi	45
4.3.1. Birinci Gelecek Durum Haritası	46
4.3.2. İkinci Gelecek Durum Haritası	48
4.3.3. Üçüncü Gelecek Durum Haritası.....	52
4.4. Planlama ve Uygulama	54
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

CONWIP	:	Constant Work in Process
ÇS	:	Çalışma Süresi (Uptime)
ÇZ	:	Çevrim Zamanı
DAH	:	Değer Akış Haritalama
FIFO	:	First In First Out
FMEA	:	Hata Türü Etkileri Analizi
GO	:	Güvenilirlik Oranı
HS	:	Hazırlık Süresi
SMED	:	Single Minute Exchange of Dies
TOPSIS	:	Tercih Sıralama Tekniği
TPS	:	Toyota Production System
TÜS	:	Toyota Üretim Sistemi
VSM	:	Value Stream Mapping

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet ortamında firmaların pazarda yerlerini koruyabilmeleri ve büyüebilmeleri için müşteri taleplerine göre çok çeşitli, olabildiğince kısa sürede teslim edilen, mükemmel kalitede ve düşük fiyata sahip olan ürünler üretmeleri gerekmektedir. Üretim faaliyetleri müşteri odaklı, hızlı ve kaliteli olmalıdır. Ayrıca firmaların verimli bir üretim yapabilmesi rekabet avantajı sağlamanın yanı sıra firmalara maliyet tasarrufu ve yatırım da sağlamaktadır.

İşletmelerin rekabetçi ve verimli üretim arayışı, yalın üretim olarak bilinen üretim modelinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Rekabet ortamının sağlanması, ürün maliyetinin artması, işgücü maliyetinin artması yeni makineler veya mevcut iş gücü satın almak gibi alternatifler yerine, yalın üretim yöntemlerinin uygulanması ve bir takım verimlilik yöntemleri ile mümkün olabilir

Yalın Üretim, ilk olarak Toyota tarafından geliştirilmiş, hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurları en aza indiren Toyota Üretim Sistemi felsefesidir. Toyota Üretim Sistemi'nin endüstriye entegre ettiği en temel prensip, her şeyi, her zaman, istenilen miktarda, müşterinin ihtiyacına göre üretmek ve gereksiz stokları tamamen ortadan kaldırmaktır. Günümüzde “Toyota Üretim Sistemi” kavramındansa artık “Yalın Üretim” kullanılmaktadır. Bu çalışmanın devamında ise “yalın üretim” kavramı olarak kullanılmaya devam edilecektir. Yalın üretim, en az insan gücüyle, en az üretim alanı kullanarak, en az kaynak tüketerek, en az seviyede stok tutarak, en az hata yaparak, en kısa sürede ürün üreterek ve müşteri memnuniyetsizliğini en aza indirerek üretim yapmayı amaçlayan sistem olarak ifade edilebilir (Womack ve Jones, 1990).

Yalın üretim, mevcut sistemde var olan tüm sorunları ve aksaklıkları ortaya çıkarmaktadır. Yalın üretim uygulayan işletmelerde istenilen miktarda üretim, belirlenen zamanda, kusursuz ve israf olmadan gerçekleşebilmektedir. İsrafsız üretimde maliyetten ve yatırımdan tasarruf sağlanmaktadır.

Yalın üretim düşüncesinin temel amacı, müşteriye değer katmayan faaliyetleri en aza indirerek, üretim sürecini optimize etmek ve verimliliği artırmaktır. Bu yaklaşım, israfın azaltılması, kaliteyi iyileştirme, teslimat sürelerini kısaltma ve esnekliği artırma gibi hedeflerle müşteri memnuniyetini artırmayı amaçlar. Yalın üretim, sürekli iyileşme ve sürdürülebilirlik prensipleri üzerine kurulmuştur.

Yalın üretimde üretim sisteminin yeniden değerlendirilmesi ve israfların bertaraf edilmesi için çok etkili bir araç olan değer akışı haritalandırma (DAH) yöntemi kullanılmaktadır. Değer akışı haritalandırma, işletmenin mevcut işleyişinin şeklini, israf edilen kaynakları anlamak ve planlamak için yalın uygulamaları görmek için kullanılan bir tekniktir. Değer akışı haritalandırma, ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışının gözlemlenmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan bir “kâğıt kalem” tekniğidir.

Bu çalışmada otomotiv yedek parça üreten bir firmada, tedarik zincirinin tamamı için değer akışı haritaları oluşturulmuş olup, israflar belirlenmiştir ve bu israfların ortadan kaldırılmasına yönelik eylem planları oluşturulmuştur.

Uygulama esnasında üretim yerlerinde ölçümler yapılmıştır ve de operasyonların sırasıyla çevrim süreleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre ise iyileştirme yöntemleri ve hat dengeleme yöntemleri uygulanmıştır, bunlarla birlikte aynı zamanda değer akışı haritaları çizilerek katma değeri olmayan işler tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, siparişe göre üretim yapmakta olan bir otomotiv yedek parça üreticisi işletmede yalın üretimin uygulanabilir olup olmadığı incelenmiştir ve yapılabilecek olan birtakım yalın üretime dayalı çalışmalar sonucunda ne tür kazanımlar elde edilebileceği araştırılmıştır. Tez içerisinde yalın üretim tekniklerinden olan değer akışı haritalandırma (DAH) bu çalışmada kullanılmak üzere yöntem olarak belirlenmiştir. Uygulamada ilk olarak bir süreçte DAH yöntemi ile üretim birimlerinin her biri için takt zamanları ve çevrim zamanları belirlenmiştir ve daha sonra oluşturulan mevcut durum ve gelecek durum haritalardan yola çıkılarak gerekli yerlerde kaizenler uygulanıp akış süresinin azaltılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Konya’da ağır vasıta fren sistemleri üretimi gerçekleştiren bir işletmede mevcut durumda üretimdeki sorunları ele alıp yalın üretim tekniklerinden değer akışı haritalandırma (DAH) ile bu sorunlara çözüm bulup, çözüm önerilerinde bulunmaktır. Bu amaçla yapılmış olan bu çalışmanın birinci bölümünde yalın üretim kavramı ele alınmıştır ve kısaca tarihçesinden bahsedilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde DAH ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise yalın üretim kavramı geniş çaplı olarak açıklanmıştır ve çalışmada kullanılan metotla yani DAH ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise DAH uygulamaları ve bununla birlikte elde edilen bulgular bulunmaktadır. Beşinci kısımda ise uygulama sonuçları ve öneriler yer almaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, DAH konusunda yalın üretim alanında çalışmalar incelenmiştir. Ulaşılan bulgular kapsamında DAH ile ilgili ulusal ve uluslararası lisansüstü çalışmalar, araştırma makaleleri incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu otomotiv ve üretim sektörü gibi daha birçok sektörde değer akış haritalandırmanın ve yalın üretimin daha birçok metodunun kullanıldığı ve uygulama çalışmaları yapıldığı görülmektedir. Kaynak araştırması sonucu ulaşılan bulgular aşağıdaki gibidir:

Womack ve diğ. (1990) bu çalışmada, Endonezya Cumhuriyeti Ulaştırma Bakanlığı Hava Ulaştırması Genel Müdürlüğü Uçuşa Elverişlilik ve Uçak İşletme Müdürlüğünde yalınlığı sağlamak için değer akış haritalamasını (DAH) uygulamışlardır. Katma değer sağlayan ve sağlamayan faaliyetleri veya israfı belirlemek için mevcut durum haritalaması yapılmıştır. Toplam teslim süresinin azaltılması, toplam akış süresinin %69 gibi önemli bir oranda azalmasını ve 94,5 günden 29,5 güne düşmesini sağlamıştır.

Barker (1994), üretim alanında değer katan faaliyetleri belirterek, süreçlerin ve makinelerin iyileştirilmesiyle işin tamamlanma zamanına değer katacak iyileştirmeler hedeflemiştir.

Gündoğdu (2002) tarafından hazırlanan bu çalışmada makine yerleşiminde değişiklik yapılarak, doğrusal akış korunacak şekilde ürüne göre düzenleme yapılmıştır. Böylece iş akışı basitleşmiş, süreç içi taşımalar ve yarı mamul stokları azalmış, toplam üretim süresi ve müşteriye teslim süresi kısalmıştır. Sonuç olarak; hammadde, yarı mamul, ürün stoklarının azaltılması ve temin sürelerinin kısaltılmasıyla önemli miktarda maliyet tasarrufu sağlanmıştır.

Özkan ve diğ. (2005) tarafından hazırlanmış olan bu çalışma ile; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenmesi ile mevcut durum haritasının yaratılması, yalın teknik, metot ve kavramları kullanarak gelecek durum haritasının yaratılması, gelecek durum için iyileştirme planlarının yaratılması gibi değer akışı analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma, ürün karmaşasının yüksek olduğu, talebin değişkenlik gösterdiği otomotiv endüstrisinde uygulanmıştır.

Birgün (2006) tarafından hazırlanan bu çalışmada, dünya traktör imalatı sektöründe en büyük firmalardan biri olan UZEL A.Ş.'de müşteri beklentilerini karşılamak üzere yalın üretim projesi dahilinde bir değer akışı haritalandırma çalışması yürütülmüştür. Önerilen gelişmeler ve beklenen faydalar, çalışmanın sonuçları olarak

yöneticilere sunulmuştur. Mevcut durum haritasında akış süresi 203 gün olarak görülürken gelecek durumda bu 46 güne düşürülmüştür ve % 77,3 lük bir iyileşme oranı gözlemlenmiştir.

Gahagan (2007), DAH'ı bir benzetim modeliyle kullanmıştır. Arena programında geliştirilmiş olan bir DAH şablonuyla haritalarda ulaşılmış olan bulguları teyit ederek ve ürünün üretimdeki akışındaki değişimleri uygulayarak bulgular gözle görülür hale getirilmiştir.

Bu çalışmada, Dağ (2009) tarafından düzlemsel güneş enerjisi kolektörleri üreten ve yalın üretim uygulamalarının başlangıç aşamasında olan bir işletmede, tedarik zincirindeki değer akışının haritalandırılması, israfların belirlenmesi ve bu israfların ortadan kaldırılması amacıyla eylem planları oluşturulmuştur. İşletmenin ürünlerine olan günlük talep 110 adet olup, takt süresi 295 saniyedir. Mevcut durum haritasına göre, akış süresi 13,6 gün ve değer katmayan faaliyetlerin oranı %99,6 olarak tespit edilmiştir. Gelecek durum haritasına göre ise, akış süresi 2,6 gün ve değer katmayan faaliyetlerin oranı %98,2'ye düşürülmüştür. Bu uygulama kapsamında, malzeme ve ürün sevkiyatı sıklıkları artırılmış, tesis yerleşimi değiştirilmiş ve montaj hattı kurulmuştur. Böylece, malzeme taşımaları azaltılmış, malzeme akışları düzgünleştirilmiş ve ara stok miktarları azaltılarak gelecek durum haritasında belirtilen hedeflere ulaşılmıştır.

Slomp ve diğ. (2009) tarafından, yalın üretimle kontrol mekanizmalarının siparişe göre üretim yapan işletmelerde uyarlanabilirliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda teslim süreleri yapılan DAH çalışmasıyla olumlu olarak ilerleyerek sonuçta değişiklik ve iyileşmeler gözlenmiştir.

Gurumurthy ve Kodali (2011), PVC ürün üretmekte olan bir işletmede stok seviyelerini, çevrim süresini, işgücünün etkin kullanılmasını gösteren performans çıktılarıyla çalışmalar yürütüp bunun sonucunda çeşitli iyileştirmeler ortaya koymuştur.

Mohanraj ve Sakthivel (2011), DAH yöntemini ve kalite yayılım fonksiyonu yöntemini bir arada kullanmıştır ve bu çalışma ile atıkların bilimsel olarak açıklanması ve de israfın engellenmesi amaçlanmıştır.

Ermeğan (2011) tarafından hazırlanan çalışmada, otomotiv, tarım ve iş makineleri endüstrilerindeki ana sanayi işletmelerinin sistem ve ünite ihtiyaçlarını karşılayan bir işletmede yalın üretim uygulanmıştır. Çalışma, yüksek parça sayısına ve ürün çeşitliliğine sahip bir pompa montaj hattında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, talepteki değişikliklere uyum sağlayabilen esnek bir montaj hattı tasarlanmış ve üretim ile kalite verimliliğinde önemli bir artış gözlenmiştir.

Güzel (2011) tarafından yapılan çalışmada bir hazır giyim fabrikasında yalın üretime geçiş süreci ele alınmıştır. Çalışmanın amacı, bu fabrikada israf nedenlerini belirlemek ve bu israfları ortadan kaldıracak iyileştirme çalışmalarını yapmaktır. Çalışma, ayrıca hat tasarımı ve dengeleme çalışmalarını içermektedir. Bu çalışma, örnek olay yöntemi kullanılarak, değer akış haritalandırma, hat dengeleme ve zaman etüdü olmak üzere üç ana aşamada gerçekleştirilmiştir.

Ar ve Al-Ashraf (2012), seçilen bir otomotiv üretim tesisi için yalın üretim ilkelerinin uygulandığı bir vaka üzerinde çalışmışlardır. Yapılan bu çalışmayla, stok kontrolünün sağlanması, ürün kalitesinin geliştirilmesi ve normale göre iyileştirilmiş bir operasyonel kontrol sağlaması amaçlanmıştır.

Agus ve Hajinoor (2012) tarafından hazırlanan bu çalışmada, üretim sektöründe bulunan üç performans değişkeni; mevcutta olan yalın üretim performansının ölçütü, ürün kalitesinin performansı, işletme performansı ve alt başlıkları arasındaki ilişki gözlemlenmiştir.

Anvari ve diğ. (2013) tarafından, bulanık mantık yaklaşımıyla israfı önlemek amacıyla bütünleşik model ortaya koyulmuştur.

Vinoth ve Raghuraman (2013), üretim hattındaki katma değeri olmayan, atık işleri gözden geçirip inceleme altına alarak çeşitli gözlemlerde bulunmuşlardır. Bu gözlemler sonucu performansı geliştirmek için gerekli olan eylem planını DAH ve Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA) yöntemiyle ortaya koymuşlardır.

Gönen (2013) tarafından hazırlanan çalışmada amaç DAH tekniğinden faydalanılarak, bir ürünün meydana getirilmesi sırasında gerçekleştirilen bütün faaliyetlerin ortaya çıkarılması, israfa neden olan faaliyetlerin belirlenmesi ve israfa sebebiyet veren çeşitli faaliyetlerin yalın üretim teknikleri ile ortadan yok edilmesi sonunda, ortaya çıkan ürünün müşteriye teslim süresinin kısaltılması, çevrim sürelerinin kısaltılması ve değişim sürelerinin kısaltılması, stok miktarının ve işi meydana getiren kişi sayılarında düzenlemeye gidilmesi, maliyetlerin mümkün olabildiğince azaltılması, verimlilik oranının yükseltilmesi, zamana dayalı rekabetin elde edilmesi, işin, üretimin akışından kaynaklanan problemleri ortadan kaldırmak, müşterinin ve çalışanların memnuniyetlerinin oranının artırılmasıdır. Bu çalışmada eşzamanlı mühendislik yaklaşımı ile DAH tekniğinin birlikte kullanılması sonucu ürünün tasarım sürecinde oluşan israfa sebep olan bulguların oluşmadan önce önlenmesiyle tavsiye edilen gelecek durumdan daha da fazla kar elde edilebileceği düşünülmüştür.

Adalı ve diğ. (2017) tarafından hazırlanan bu çalışmada, Sakarya ilinde faaliyet göstermekte olan bir traktör üretim fabrikasında DAH yönteminin uygulanması hedeflenmiştir. Mevcut durumun analiz edilmesiyle platform imalatındaki israflar ve boşa geçmekte olan süreler belirlenip bu süreler hesaplanmıştır. Gelecek durum analiziyle de ortaya çıkarılan israfların önlenmesi üzerinde çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır ve bu sayede değer akışının süresi büyük ölçüde indirilmiştir.

Sevgili ve Antmen (2019) tarafından hazırlanan çalışmada, Adana ilinde bulunan bir metal işleme fabrikasında, gereksiz yeniden işleme ve düzeltme işlemlerinin A3 yalın problem çözme yönteminin kullanılması ile yok edilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmaların sonucunda, toplam üretim süresinin azalması, verimliliğin ve üretim parti miktarının artırılması ve üretim sürecindeki değişkenliğin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Ürün düzeltme işlemleri ortadan kaldırıldıktan sonra FIFO düzeninde parça akışı, çevrim süresinin azaltılması ve çekme-kanban sistemi uygulanarak ara stok miktarlarının minimuma indirilmesi, üretim akış süresinin azaltılması ve günlük üretim miktarının artırılması önerilmektedir.

Sarucan ve Yılmaz (2019), bir imalat işletmesindeki üretim alanında bulunan israfların önlenmesini, ortadan kaldırılmasını ve daha verimli bir üretim gerçekleştirilmesini amaçlamıştır. Konya’da katlanır bomlu vinç imalatı yapılan bu firmada, ilk olarak mevcut durum haritası çıkarılmıştır ve israflar gözlenmiştir. İsrafların ortadan yok edilebilmesi için yalın üretim tekniklerinden faydalanılmıştır. Yapılan bu iyileştirmeler ile gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Üretim tesisindeki montaj alanına yeni kurulan yeni üretim sistemiyle birlikte israflarda önem oranda düşüş sağlanarak montaj hattının üretim kapasitesi artırılmıştır.

Bilici'nin (2019) çalışmasında, işletmenin çevrim süresini azaltmak, stok miktarını düşürmek ve karşılaşılan problemlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla, yalın üretim tekniklerinden DAH ve toplam kalite yönetiminin bir parçası olan FMEA yöntemleri kullanılarak çeşitli öneriler sunulmuştur.

Akın'ın (2020) yılında yapmış olduğu çalışmasında, yalın düşünce prensipleri doğrultusunda üretim sürecindeki israf kaynaklarını tespit etmek ve ortadan kaldırmak amacıyla Kayseri'de faaliyet gösteren bir firmada yatak ürün ailesi için Değer Akış Haritalandırma (DAH) uygulanmıştır. Çalışmada, ilk olarak mevcut durum haritası oluşturularak israf kaynakları tespit edilmiştir. Ardından, israfı ortadan kaldırmayı hedefleyen gelecek durum haritası hazırlanmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda, işletmede haftalık üretim miktarının yaklaşık 150 adet artırılabilceği belirlenmiştir.

Bulut'un (2020) çalışmasında, değer akış haritalandırma tekniği kullanılarak darboğazlar ve israf kaynakları tespit edilmiştir. Çalışma, Türkiye'deki büyük bir gıda ambalajlama üreticisinden Avrupa'daki müşterilere lojistik partnerler aracılığıyla yapılan mevcut lojistik ve nakliye süreçlerini inceleyen uygulamalı bir vaka çalışması olarak sunulmuştur. Bu araştırma, firma için merkezden varış noktasına kadar olan nakliye sürecini detaylı bir şekilde analiz etmeyi ve rotaları optimize etmek için çözümler bulmayı hedeflemiştir. Ulaştırma değer akışı haritalandırma analizlerinin ardından, Beresford zaman-maliyet-mesafe modeli kullanılarak, ulaşım maliyetleri, transit süreleri ve mesafeleri açısından en uygun rotalar belirlenmiştir. Almanya, Belçika ve Hollanda gibi ülkeler için olası tüm nakliye yolları avantaj ve dezavantajları açısından değerlendirilmiştir.

Doğan ve Kama (2021) çalışmasında DAH yöntemini işletmedeki tedarik zincirine uygulamışlardır. Çalışmanın amacı, imalat sektöründeki bir işletmenin tedarik zincirinde DAH yöntemi kullanarak israf ve israf kaynaklarını tespit etmektir. İlk olarak mevcut durum haritası çizilmiş ve tedarik zinciri boyunca gerçekleşen akışta bulunan israf ve israf kaynakları belirlenmiştir. Daha sonra bu israf kaynaklarının ortadan kaldırıldığı veya en aza indirildiği yalın akış, gelecek durum haritası ile gösterilmiştir. Çalışmanın sonunda, araştırmanın kısıtları ve geleceğe yönelik öneriler de sunulmuştur.

Birol'un (2021) çalışmasında, bir otomotiv yağ pompası firmasının değer akış haritası oluşturulmuş ve iyileştirme aksiyonları yönetim ekibi ile tartışılmıştır. İdeal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralama tekniği (TOPSIS) kullanılarak bu aksiyonlar değerlendirilmiş, ardından Kaizen ve 5S gibi yalın üretim sistemi teknikleriyle düzeltici faaliyetler gerçekleştirilmiştir. Bu süreç sonucunda, gelecekteki durum değer akış haritası hazırlanmıştır.

Kiriş'in (2021) çalışmasında, yalın üretim kapsamındaki DAH kavramı araştırılmış ve bu uygulama bir işletmede gerçekleştirilerek sonuçları değerlendirilmiştir. İşletmenin mevcut durumu belirlenmiş ve planlanan iyileştirme çalışmalarının sonuçlarına göre gelecekteki durum haritası oluşturulmuştur. İki harita arasındaki fark analiz edilerek kazanımlar değerlendirilmiştir. Mevcut durum değer akış haritası incelendiğinde, geleneksel yöntemle üretim yapan bir işletmenin durumu ve israf ve arıza kaynaklı duruşlardan dolayı üretim akış süresinin uzadığı belirtilmiştir. Yalın üretim tekniklerinin uygulanması ve yapılan iyileştirmeler sonucunda, israfların ortadan kalktığı, süreçlerin uyumlu çalıştığı ve müşteri talebi doğrultusunda değer aktığı gelecek durum haritası oluşturulmuştur.

Kökten'in (2021) tez çalışmasında, üretim sektöründe faaliyet göstermekte olan işletmenin üretimde karşılaşmış olduğu sorunlara çözüm olarak müşteri memnuniyetini fazlaştırmak amacıyla değer akışı analizi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, uygulama yapılan ahşap kablo makarası üretiminde mevcut durum haritası hazırlanmıştır ve iyileştirme alanları saptanmıştır. Üretim sürecinin iyileştirilmesine dair çeşitli çözüm yaklaşımları geliştirilmiş ve bu potansiyel iyileştirmelerle gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Sayısal analizler yapılarak iyileştirme çalışmaları değerlendirilmiştir ve elde edilen sonuçlara göre mevcut durumla gelecek durum karşılaştırılmıştır.

Aktaş'ın (2022) çalışmasında, yalın üretim teknikleri ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Değer akış haritalandırma tekniği kullanılarak müşteri için katma değer yaratan faaliyetler belirlenmiştir. Üretim sistemleri arasında siparişe dayalı atölye tipi üretim incelenmiş ve siparişe göre az hacimde çok çeşitli üretim kavramı hakkında bilgiler sunulmuştur. Çalışmada, uygulama yapılan işletme için mevcut ve gelecek durum haritaları oluşturularak israflar tespit edilmiş ve çeşitli Kaizen'ler ile süreçlerde ve akışta gerekli iyileştirmeler önerilmiştir.

Sarı'nın (2022) çalışmasının amacı, DAH yönteminin Endüstri 4.0 bağlamındaki uygulamalarını gözden geçirerek bu konu için bir çerçeve önermektir. Araştırmada, Endüstri 4.0 teknolojileriyle bağdaştırılmış DAH yaklaşımlarının neler olduğunu, bu teknolojilerin DAH'ı nasıl desteklediğini ve DAH'daki boşlukların ve ana araştırma yönlerinin Endüstri 4.0 bağlamında nasıl şekillendiğini belirtmeye çalışmıştır. Bu doğrultuda, sistematik bir literatür taraması yapılmış olup 152 çalışma incelenmiştir. İncelenen çalışmalardan elde edilen bulgularla, Endüstri 4.0 ile dönüşen DAH için kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur.

Özer (2022) çalışmasında, yalın üretim sisteminin ürün ve hizmet yaratma sürecindeki israfları ortadan kaldırarak kaliteyi ve verimliliği artırmayı, müşteri memnuniyetini üst düzeye çıkarmayı ve maliyetleri minimuma indirmeyi hedefleyen bir üretim sistemi olarak tanımlanmasını ele almaktadır. Bu çalışma, alüminyum iletken üretimi yapan bir işletmede maliyetleri azaltmak, kaliteyi artırmak, israfları minimize etmek ve daha sade ve verimli bir üretim gerçekleştirmek amacıyla yalın üretim sisteminin uyarlanması amaçlanmaktadır. Mevcut durumu analiz edebilmek için, öncelikle Değer Akış Haritalandırma (DAH) tekniği kullanılmıştır. DAH tekniğinde, üretim akışının malzeme ve bilgi akışlarından oluştuğu belirtilmiştir. Seçilen ürün grubunun değer akış haritası, mevcut durum haritası ile oluşturulmuştur. Bu çalışma, alüminyum iletken sektörü gibi sürekli üretim yapan bir işletmede yalın üretim

tekniklerinin uygulanması konusunda literatüre önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Alanyüz (2023) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, bir zeytinyağı işletmesinde yalın üretim kapsamında değer akış haritalandırma tekniği kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. İşletmenin mevcut durumu analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda, işletmedeki değer katmayan faaliyetler tespit edilerek, değer akış haritalandırma tekniği ile yalın üretime dair gerekli teknikler uygulanmıştır. İşletmenin önceki ve sonraki durumları karşılaştırılarak yapılan iyileştirmeler ortaya konulmuştur.

Argun ve Çelik (2023) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, değer akışı haritalandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin temel amacı, israfları belirleyerek ortadan kaldırılması için gerekli adımları atmaktır. Araştırma, yalın üretim uygulayan otomotiv sektöründe faaliyet gösteren otomobil koltuk kılıfı üreticisi Toyota Boshoku Sewtech Türkiye'nin yalınlaştırılması üzerine odaklanmıştır. Araştırma sonucunda, müşteri memnuniyetinin artırılması, akış süresinin kısaltılması, israf kaynaklarının tespit edilmesi ve nakit dönüşünün artırılması hedeflenmiştir. İşletmedeki değer katan ve katmayan faaliyetler, değer akışı analizi ile ayrıştırılmıştır. Çalışmanın sonunda, çeşitli öneriler sunulmuştur.

Coşkun (2023) tarafından yapılan bu çalışmada, ayakkabı yan sanayisinde üretim yapan bir firmada, değer yaratmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak üretim süresini kısaltmak ve müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermek hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşmak için değer akışı haritalandırma yöntemi kullanılmış ve ürün ailesi seçimi için ABC analizi uygulanmıştır. Sünger malzeme ile üretilen ürünler için mevcut durum haritası çizilmiş ve iyileştirme önerileri belirlenmiştir. İstenen iyileştirmeler doğrultusunda yapılabilecek adımlar belirlenmiş, gelecekteki durum haritası ve spaghetti diyagramı oluşturulmuştur. Yapılan iyileştirmeler sonucunda, üretim süresi 32,25 günden 23,5 güne, malzeme dolaşımı ise 262,25 metreden 233,8 metreye düşürülmüştür.

Yurtseven ve diğ., (2024) tarafından hazırlanan çalışmada, bir otomotiv yağ pompası firmasında değer akış haritası çizilmiş ve iyileştirme aksiyonları yönetim ekibi ile tartışılmıştır. İdeal çözüme benzerlik yolu ile tercih sıralama tekniğiyle (TOPSIS) değerlendirilerek Kaizen ve 5S gibi yalın üretim sisteminin bazı teknikleri kullanılarak düzeltici faaliyetler yapılmıştır ve gelecekteki durum DAH yöntemi ile ortaya çıkarılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmanın temel materyali, DAH uygulaması gerçekleştirilen işletmenin sahip olduğu ürünler, üretim süreçleri ve sahip olduğu üretim imkânlarından oluşmaktadır. Uygulama, ağır vasıta fren sistemleri, yedek parçaları ve tamir kitleri imalatı yapan bir işletmede gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Yalın Üretim Kavramı

Yalın üretim sistemindeki yalın düşüncenin temel amacı, müşteriye değer katmayan faaliyetleri en aza indirerek, sürekli iyileştirme ve verimlilik artışıyla üretim sürecini optimize etmektir. Bu düşünce, Toyota Üretim Sistemi (TPS) tarafından başlatılmış ve birçok endüstride geniş bir şekilde uygulanmıştır.

Yalın üretim, sistemdeki değişkenliğin minimuma indirilmesi ile maksimum kapasitede kullanımı ve en düşük envanter seviyesini birleştiren üretim sistemi olarak ifade edilmektedir. Burada amaç, israfın ortadan kaldırılıp, minimum maliyet ile operasyonların yönetilmesidir (Wacker 2004; De Treville ve Antonakis 2006).

Yalın üretim, ürün maliyetlerini düşürmeyi, özellikle ürüne değer katmayan işlemleri ortadan kaldırarak israfı önlemeyi, gerekli parçaları gerekli miktarda, tam zamanında üretimi, ve üretimde çalışan işçilerin yeteneklerini ortaya çıkarmayı amaçlar (Womack ve Jones, 1998).

Yalın üretim felsefesinde, katma değeri olmayan bütün faaliyetler 'israf' olarak adlandırılmaktadır ve bu israfların yok edilmesi veya en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Üretim sistemlerinde yaygın olarak hatalı üretim, fazla üretim, fazla stok, gereksiz işler, gereksiz taşıma, gereksiz hareketler ve bekleme olmak üzere yedi tür israf bulunmaktadır (Ohno, 1988).

Yedi israf aşağıda açıklandığı gibidir (Öksüz ve Öner, 2017):

Hatalı üretim: Ürünün teknik özelliklerine uygun olarak üretilmemesiyle ortaya çıkan hatalar veya tamir gerektiren ürünler israf olarak kabul edilir. Bu durumlar firmalar için hem zaman hem de maliyet kaybına neden olur.

Fazla üretim: Müşterilerin talebinden daha fazlasını üretmek veya erken üretim israf olarak görülür. Bu durum stokların fazlalaşmasına yol açar ve müşteri için değer yaratmayan fazla bilgi ve belge üretimi de bu kategoriye girer.

Fazla stok: Üretim için gereğinden fazla malzeme elde tutulması israftır. Bu durum, depolama maliyetlerinin artmasına ve hataların zamanında tespit edilememesine yol açar. Gereğinden fazla ofis malzemesi ve dokümanlar da stok israfıdır.

Gereksiz işler: Müşteriye değer katmayan iş adımları israf olarak kabul edilir. Üretim sürecindeki tüm gereksiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Karmaşık süreçler, gereğinden fazla kontrol ve onay işlemleri de bu kapsamdadır.

Gereksiz taşıma: Gereksiz ekipmanlar, gereksiz hammadde ve mamul taşımaları da israf olarak değerlendirilmektedir. Üretim yerinin yanlış tasarımı nedeniyle ortaya çıkan fazla taşıma mesafeleri ve belgelerin sık dolaşımı bu kategoriye girmektedir.

Gereksiz hareketler: İyi organize edilmemiş bir iş ortamında meydana gelen gereksiz insan hareketleri israf olarak görülür. Çalışma ortamındaki malzemelerin uzak mesafede olması veya ihtiyaç duyulan dosya ve araçların araması bu duruma örnektir.

Bekleme: Makine işlemlerini veya tamirleri beklemek, ayrıca bilgi veya insan beklemek israf olarak kabul edilir. Üretim sürecine başlamadan önceki hazırlık süreleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir.

3.1.2. Yalın Üretimin Temel İlkeleri

Yalın üretimin temel ilkeleri, Krafcik (1988), Womack ve arkadaşları (1990) ve Womack ve Jones (1996) tarafından tanımlanmıştır. Yalın üretim ile ilgili tanımlanmış olan beş temel ilke aşağıda sıralandığı gibidir (Fuentes ve Diaz 2011):

- Değer
- Değer Akışı
- Akış
- Çekme
- Mükemmellik

Yukarıda verilen beş temel ilke aşağıda kısaca açıklanmıştır (Womack ve Jones, 1998):

Değer: Yalın üretim kavramı, bu kavramın temel ilkelerinden biri olan değer kavramının tanımlanması ile başlamaktadır. Yalın üretim bakış açısına göre değer kavramı sadece müşteriler tarafından tanımlanabilmektedir. Ürünün fiyat ve diğer

özellikleri bakımından müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verme ölçüsü olarak kabul edilmektedir.

Değer Akışı: Değer akışı, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünü olarak kabul edilir. Değer akışı, bir ürünün işletmedeki problem çözmek, bilişim yönetimi ve fiziksel dönüşüm görevi gibi görevler olmak üzere üç yönetim görevinden geçmesinde gerekli olan tüm adımlardır.

Akış: Değerin tanımlanmasından sonra, değer akımının üzerinde israfa yol açan aşamaları kaldıran yalın işletmede bir sonraki aşamaya geçilebilmektedir. Yani değer yaratan aşamaların bir akış halinde dizilmesini sağlamaktır.

Çekme: Çekme, ileriki aşamalarda bulunan, müşteri istemeden önceki son aşamalarda herhangi bir ürünün veya hizmetin üretilmemesi durumudur. Burada amaç, üretim aşamalarındaki gereksiz üretimi önlemeye çalışmaktır. Çekme sistemi, şu amaçlara ulaşmak için uygulanmaktadır (Womack ve Jones, 1998):

- İleriki süreçlerde taleplerde oluşabilecek dalgalanmaları önceki aşamalara iletebilmek,
- Ara stoklardaki değişkenliği azaltarak stok kontrolünü daha kolay bir hale getirmek,
- Stokların kontrolünde olduğu gibi üretimin kontrolünü de dağıtarak üretim sistemini basitleştirmek.

Mükemmellik: Firmanın değeri, ürünlerin süreçler arasında doğru tanımlanmasıyla ve de bir değer akışı ile müşterilere sunulduğu zaman gözler önüne serilmektedir. Bu durumda, firma çalışanları müşteri beklentilerini artırırken iş yükünü azaltmak için ve maliyetleri düşürmek, hataları minimuma indirmek için sürekli çaba göstermektedirler. Bu süreçte, 'mükemmellik' kavramı kaçınılmaz olarak görülebilir.

3.1.3. Yalın Üretim Teknikleri

Yalın üretim ilkeleri, maliyetleri ve teslim sürelerini azaltmayı, sürecin akışını iyileştirmeyi, müşteri beklentilerini karşılamayı, çevresel kaliteyi artırmayı ve çalışanların bağlılığını ve motivasyonunu sağlamayı hedefler (Vinodh ve ark., 2011). Bu amaçları gerçekleştirmek ve sürdürülebilir kılmak için önerilen çeşitli yalın teknikler bulunmaktadır. Bu teknikler arasında kanban, tek parça akışı, hücresel üretim, U şeklindeki üretim hatları, tekli dakikalarda kalıp değişimi (SMED), kaizen, 5S, poka-

yoke, hat dengeleme ve yamazumi, standart operasyon prosedürleri ve değer akış haritalandırma (DAH) yer almaktadır. Bu yalın teknikler, işletmelerin verimliliğini artırmak ve israfları minimize etmek için önemli araçlar olup, tekniklerin her biri aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Kanban: Kanban, Japonca'da 'kart' anlamına gelir ve Toyota sisteminin temelini oluşturur (Aşkın ve Goldberg, 2002). Kanban sistemi, malzeme hareketlerinin kontrol edilmesi ve üretim etkinliklerinin planlanması için kullanılan bir üretim kontrol yaklaşımıdır (Pinedo ve Chao, 1998). Kanbanlar, kullanım yerlerine veya amaçlarına göre farklı isimler alabilir; temel olarak çekme kanbanı ve üretim kanbanı olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Ayrıca tedarikçi kanbanı ve sinyal kanbanı gibi diğer türleri de mevcuttur.

Tek Parça Akışı: Tek parça akışı, ürünlerin tamamlanana kadar beklemeden ve geri dönüş olmaksızın operasyonlar arasında ilerlemesini ifade eder. Bu, süreçler arası malzeme transferlerinin birer adet olarak yapılması ve iki süreç arasında malzeme stokunun bulunmaması anlamına gelir (Efe, 2011).

Hücreyel Üretim: Hücreyel üretim, ürünlerin baştan sona devam eden bir akışta işlenebildiğinden, fiziki olarak birbirlerine yakına yerleştirilmiş makinelerden oluşan bir grupta gözlemlenebilir ve gerçekleştirilebilir (Ballakur ve Steudel, 1987). Bu teknik, ürün ailelerini üretmek için makinelerin ve insanların gruplandırıldığı bir sistemdir (Reynolds, 1998).

U Şeklindeki Üretim Hatları: Bu üretim hatları, makinelerin veya tezgahların U şekilli bir hat etrafında ürünün üretim sürecindeki sırasına göre düzenlenmesi ile oluşturulur. Operatörler, U hattının içinde çalışır ve ürün akışı ile operatör hareketleri saat yönünde gerçekleşir (Miltenburg, 2001). U şeklindeki üretim hatlarının giriş ve çıkış tarafı aynıdır.

Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED): Shigeo Shingo (1985) tarafından geliştirilen bu teknik, kalıp değişim sürelerini azaltmayı amaçlar. SMED, makinelerin on dakikadan daha kısa bir sürede bir üründen diğerine geçiş yapmasını sağlayan teknikleri içerir (Womack ve Jones, 2010).

Toplam Üretken Bakım: Womack ve Jones (2010) tarafından, üretim sürecinde bulunmakta olan bütün makinelerin, üretimi aksatmayacak şekilde devamlı olarak işlevsel olmasını sağlamak amacı ile kullanılmakta olan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

Kaizen: Sürekli geliştirme, daha iyi hale getirmektir. Ana hedef israfı azaltıp verimliliği ve üretkenliği yükselterek, üretimin maliyetini düşürmektir. Bir üretim aşamasını veya işi daha iyiye götürmek için getirilen büyük veya küçük her öneri “kaizen”dir (Yazgan vd., 1998).

5S: 5S, işyeri temizliği ve düzenine çalışanların katılımını teşvik eden, organizasyonlarda kaliteli bir çalışma ortamı oluşturan ve bunun devamlılığını sağlayan sistematik bir yaklaşım olarak kabul edilir. 5S’in en önemli özelliği basit olmasıdır ve bu sebeple de kolayca uygulanabilir bir tekniktir. Üretim süreciyle ilerleyen aşamaların sonraki adımları için aslında bir temel oluşturan 5S, işyeri düzenlemede ve süreçleri iyileştirmede öncelik taşımakta olan en temel kavramlardan biri olarak kabul edilmektedir (Ercan, 2013).

5S, problem çözme sürecinde standartlar için ilk adımı oluşturur ve tüm ekip üyeleri için uygun iş ortamını oluşturma temelidir. 5S'nin adımları şunlardır: Seiri (Ayıklama), Seiton (Düzen), Seiso (Temizlik), Seiketsu (Standartlaştırma), Shitsuke (Disiplin).

Poka-Yoke: "hata engelleme" anlamındaki terimdir. Japoncadır. Poka-yoke operatörlerin manuel iş yapma sırasında hata (*poka*) yapmalarını engelleyen (*yokeru*) yalın üretim yöntemidir. Amacı insan hatalarını daha oluşmadan önce engelleme, düzeltme veya bunları ortaya çıkarmaktır. Toyota Üretim Sisteminin bir parçasıdır (Grout, 1997).

Hat Dengeleme ve Yamazumi: Yamazumi dengeleme, Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System- TPS) içinde geliştirilmiş bir tekniktir. Adını, Japonca "yama" (iş parçacığı) ve "zumi" (dengeli) kelimelerinin birleşimlerinden almaktadır. Bu teknikte, üretim hattındaki iş yükünün dengeli olarak dağıtılması ile takt zamanının optimize edilmesi hedeflenmektedir. Burada amaç, her imalat bölümündeki iş süreçlerini dengeli bir şekilde ayarlamaktır ve bu şekilde üretim hattındaki zayıf halkaları güçlendirmektir. Bu nedenle, her bir imalat bölümünün eşit bir şekilde yüklenmesi ve üretim hattının daha verimli bir şekilde çalışması amaçlanmaktadır.

Müşteri talebini karşılayacak şekilde bir üretim gerçekleştirilmesi için takt zamanına veya takt zamanını aşmayacak şekilde her bir istasyondaki işlerin yeniden dengelenmesi beklenmektedir (Townsend 2012).

Standart Operasyon Prosedürleri: Afet ve risk durumlarında uygulanması gereken kuralları içeren ve tutulması gereken kayıtların içinde bulunduğu belgelerdir. Bunlar, sürekli güncellenmelidir ve performans artışına katkı sağlayacak şekilde

oluşturulmalıdırlar. Standart operasyon prosedürleri, beklenmeyen durumlara karşın önden bilgi sahibi olmayı ve acil durum müdahalelerinde daha etkili olmayı sağlamaktadır. Bu prosedürler, toplumun güvenliği, mal varlığı ve iş sürekliliği için tehlikelerle başa çıkılmasına yardımcı olmaktadır (Bodur, 2017).

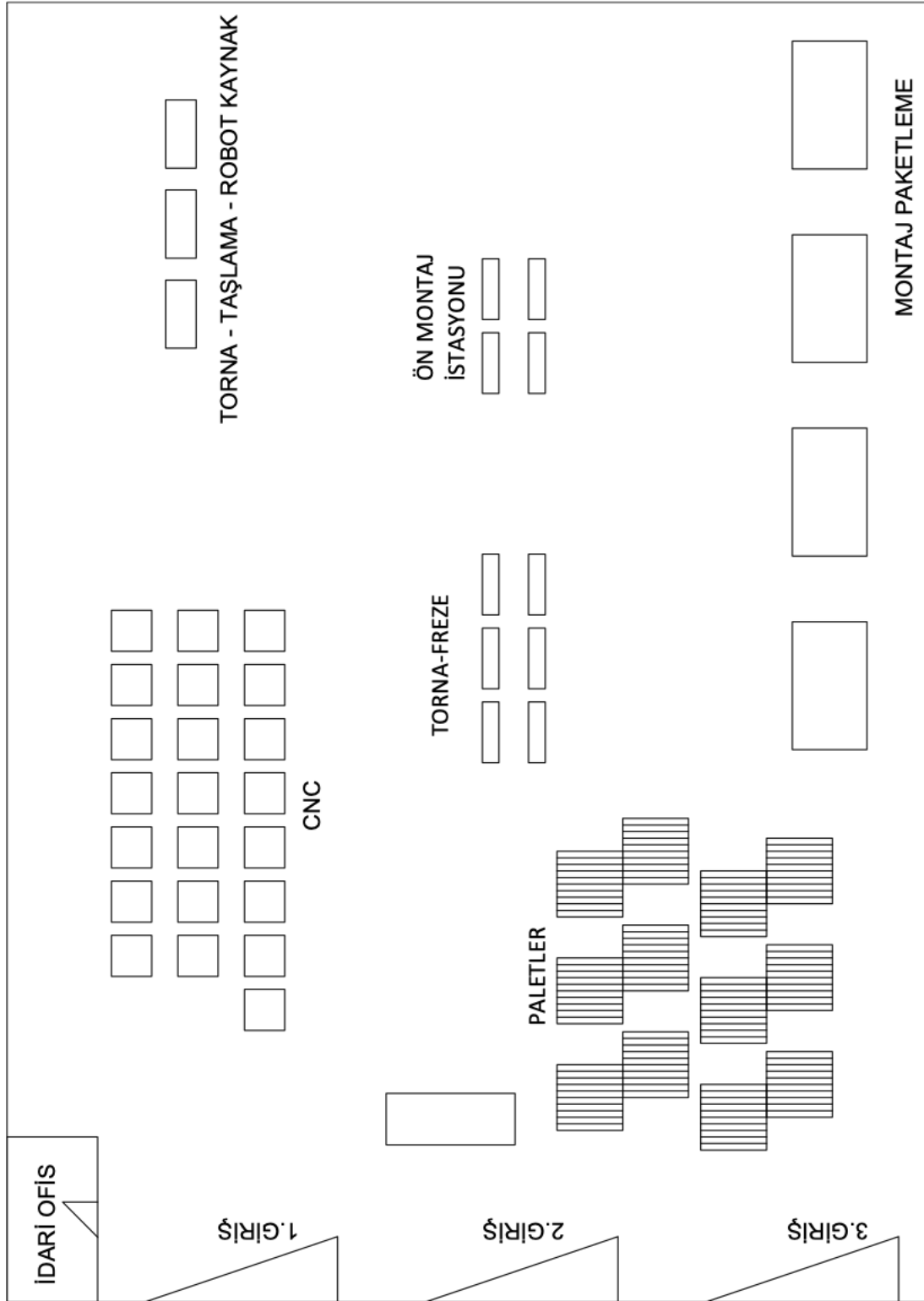
Değer Akış Haritalandırma: Mike Rother ve John Shook’a göre değer akışı “Her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür”. Hammaddenin temininden, müşteriye teslimata kadar değer akışının kalem kâğıt ile görselleştirilmesi ise Değer Akış Haritalandırma olarak adlandırılmaktadır (Rother ve Shook, 1999). Değer Akış Haritalandırma yöntemi, tez çalışması kapsamında kullanılacağı için 3.2. Metot bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır.

3.1.4. Uygulama Yapılan İşletmenin ve Ürünün Tanıtımı

Bu bölümde uygulama yapılan işletmenin ve ürünün tanıtımı yapılmıştır, işletme ve ürün hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

3.1.4.1. Uygulama Yapılan İşletmenin Tanıtımı

2008 yılında Konya’da kurulan işletme otomotiv sektöründe yer almaktadır ve “havalı disk fren kaliper tamir takımları” üretmektedir. İşletme, yönetim ve üretim alanı olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yönetim kısmında yönetici odaları, toplantı salonları, dış ticaret, satın alma vb. gibi idari bölümler yer alırken üretim alanı kısmında ise genel bir yerleşim düzeninde CNC makineleri, kaliper mekanizması ara montajı ve fren diski son montajı istasyonları, paketleme bölümü, depo ve yükleme kapıları bulunmaktadır. İşletmenin üretim alanının mevcut yerleşim planı, iki ve üç boyutlu olarak Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.’de ve fotoğraf görüntüleri Resim 3.1, Resim 3.2 ve Resim 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3.1. Üretim alanının iki boyutlu yerleşim planı



Şekil 3.2. Üretim alanının üç boyutlu yerleşim planı



Resim 3.1. Fabrika üretim alanı 1. Kısım



Resim 3.2. Fabrika üretim alanı 2. Kısım



Resim 3.3. Fabrika üretim alanı 3. Kısım

3.1.4.2. Uygulama Yapılan Ürünün Tanıtımı

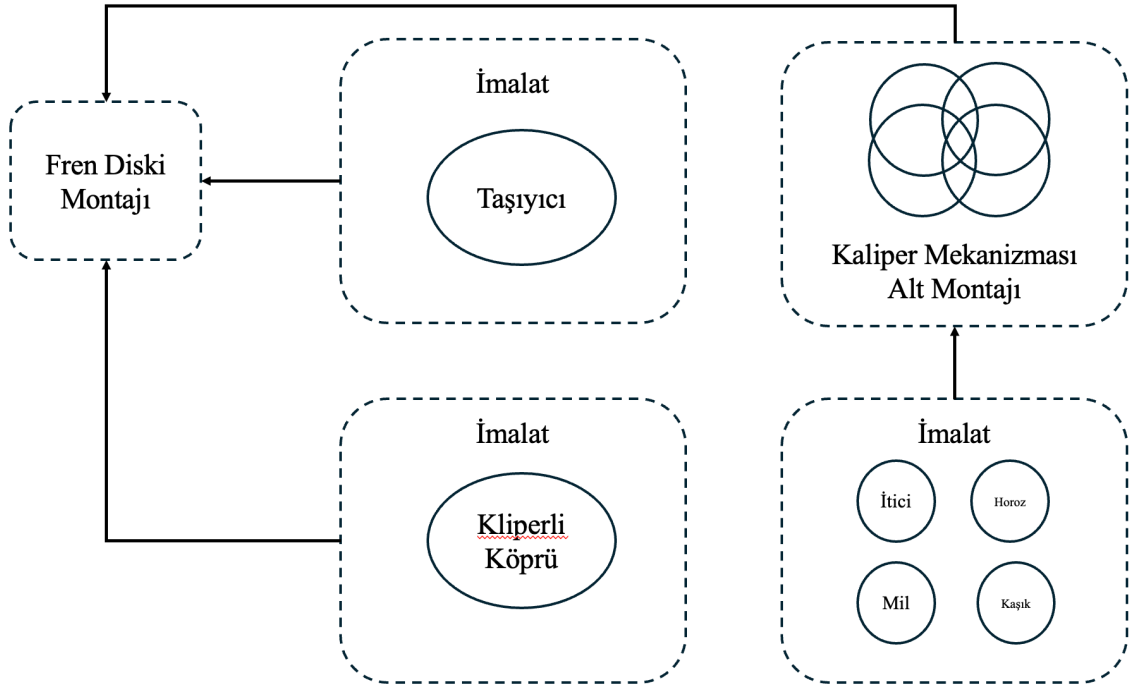
Tez çalışması kapsamında, çeşitli marka ve modeller için üretilmekte olan ağır ticari araçlarda kullanılmak üzere tasarlanan havalı fren diskinin üretim süreci incelenmiştir. Fren diskinin Üretim süreci incelemesi için seçilen firmada birçok marka ve model araç için fren diskleri ve bunların yedek parçaları ile tamir kitleri üretimi yapılmaktadır. Tez çalışmasında incelenmek üzere seçilen havalı fren disk en çok üretimi yapılmakta olan fren diskidir.

Fren disk sistemi, hava basıncıyla çalışan bir sistemdir ve genellikle kamyonlar, otobüsler ve diğer ağır ticari araçlarda kullanılmaktadır. Fren diskleri genellikle aracın tekerlerinin arkasında yer almaktadırlar. Metal alaşımından yapılmaktadırlar ve dış yüzeyleri pabuçlarla temas eden oluklar veya delikler içermektedir. Bu oluklar veya delikler, sürtünme sırasında oluşan ısıyı ve suyu daha hızlı dağıtarak fren performansını artırmaktadır. Havalı disk fren sistemine ilişkin bir fotoğraf görüntüsü Resim 3.4'te verilmiştir.

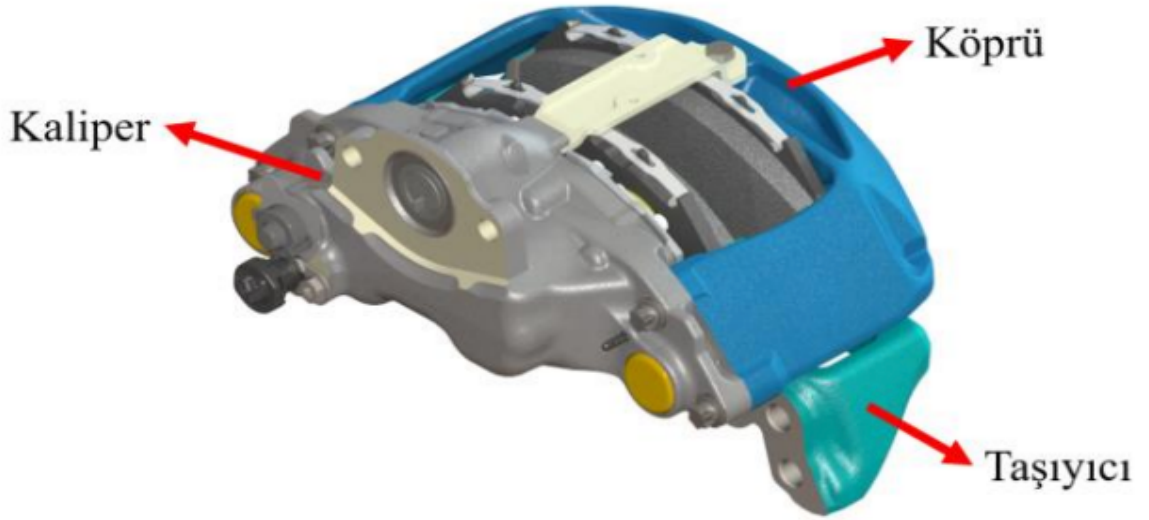


Resim 3.4. Havalı disk fren sisteminin tamamlanmış simülasyon görüntüsü

Ağır ticari araçlar üzerinde kullanılan fren sistemleri bu araçların yüksek hızda seyretme yetenekleri ve yüksek tonajları nedeniyle emniyet açısından hayati bir öneme sahiptir (Limpert, 2011). Frenlerin hasar görmesi halinde araçta sağa veya sola çekme, şerit dışına taşma, gerekli frenleme ivmesini oluşturamama gibi sorunlar görülebilmektedir (Tagesson ve Kristoffer, 2014.) Havalı disk fren sisteminin temel bileşenlerini gösteren şema Şekil 3.3.'te verilmiştir ve havalı disk fren sistemini oluşturan bileşenlerin yer aldığı teknik resmi Şekil 3.4'te verilmiştir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, “havalı disk fren sistemi” ifadesi yerine “fren disk” ifadesi kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Fren diskinin bileşenlerini gösteren şema



Şekil 3.4. Fren diskinin teknik çizimi (Yılmaz ve diğ., 2024)

Fren diski köprü, taşıyıcı (kızak), kaliper ve kaliper mekanizması olmak üzere dört bileşenden oluşmakta olup, her bileşen aşağıda kısaca açıklanmıştır:

1.Kaliper: Frenleme işlemini gerçekleştiren bileşendir. Fren kaliperi, tekerleğin dönen diskinin her iki tarafına monte edilen ve hidrolik basınçla çalışarak fren balatalarını diske doğru sıkıştıran bir mekanizmadır. Bu sıkıştırma hareketi, diskin dönme hızını azaltarak aracın durmasını sağlar.

Fren kaliperi, disk fren sisteminin kritik bir bileşeni olup, aracın güvenli ve etkili bir şekilde durmasını sağlar. Fren sistemi bakımında, kaliperlerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi veya değiştirilmesi önemlidir. Bu, fren performansının yüksek seviyede kalmasını ve aracın güvenliğini sağlar.

2.Köprü: Fren kaliperini yerinde tutan ve disk fren sisteminde hareketli parçaların doğru şekilde çalışmasını sağlayan kritik bir bileşendir. Bu parçalar, genellikle sağlam malzemelerden yapılır ve frenleme sırasında oluşan kuvvetlere dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu parça, fren diskini çeviren fren kaliperi için bir sabitleme noktası sağlar ve fren balatalarının diske düzgün bir şekilde temas etmesini sağlar. Aynı zamanda fren kaliperinin hareketini yönlendirir ve fren balatalarının disk yüzeyine paralel kalmasını sağlar. Böylece, frenleme sırasında güvenilirlik ve tutarlılık sağlanır. Köprü, fren sisteminin etkin ve güvenilir çalışmasını sağlamak için önemli bir rol oynar. Resim 3.5’de köprü bileşeninin fotoğraf görüntüsü verilmiştir.



Resim 3.5. Fren diskinin köprü bileşeni

Tez çalışması kapsamında incelenen fren diski modeli için kaliper ve köprü birleşik olarak dışarıdan tedarik edilerek, işletmede frezeleme işlemi uygulanmaktadır. Tedarik edilen iki parçanın fotoğraf görüntüsü Resim 3.6’da verilmiştir.



Resim 3.6. Birleştirilmiş kaliper ve köprünün görüntüsü

3. Taşıyıcı: Fren diskinin önemli bir parçasıdır. Kaliper taşıyıcı, fren kaliperini taşıyan ve onu fren diskine uygun şekilde hizalayan bileşendir. Kaliper taşıyıcısının birkaç ana işlevi vardır ve bu işlevler aşağıda sıralanmıştır:

- **Kaliperi Sabitlemek:** Kaliper taşıyıcısı, fren kaliperinin doğru pozisyonda sabitlenmesini sağlar. Kaliper, fren diski (rotor) çevresinde hareket ederek frenleme işlemini gerçekleştirir.
- **Fren Balatalarını Yerinde Tutmak:** Kaliper taşıyıcısı, fren balatalarının yerinde durmasını sağlar. Fren balataları, fren kaliperinin iç kısmında yer alır ve fren diskine temas ederek frenleme gücü oluşturur.
- **Hareketi Yönlendirmek:** Kaliper taşıyıcısı, kaliperin diskin etrafında hareket etmesine izin verirken, doğru konumda kalmasını sağlar. Bu, fren balatalarının diske doğru ve geri hareketini kontrol eder.

Kaliper taşıyıcıları genellikle sağlam malzemelerden, çoğunlukla dökme demir veya alüminyum alaşımından yapılır ve zamanla aşınmaya dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Taşıyıcıya ilişkin bir fotoğraf görüntüsü Resim 3.7’de verilmiştir.



Resim 3.7. Fren diski taşıyıcısı (kızak)

Taşıyıcı, döküm olarak tedarik edildikten sonra işletmede ilave işlemler uygulanmaktadır. Kaliper, köprü ve taşıyıcıya ilişkin akış diyagramları Şekil 3.5’te verilmiştir.

Kaliper Mekanizması: Temel olarak, tekerleğin dönüşünü yavaşlatmak veya durdurmak için fren diskine baskı uygulayan bir sistemdir. Kaliper mekanizması, hidrolik basınçla çalışan pistonları ve bu pistonların hareketiyle fren balatalarını diske doğru iten bir yapıdan oluşur. Kaliper Mekanizması, yüksek sürtünme ile güçlü frenleme, disklerin havalandırılması ile daha iyi ısı dağılımı ve soğutma sağlamaktadır. Kaliteli malzemelerle üretildiğinde, uzun ömürlü ve dayanıklıdır. Kaliper mekanizmasının çalışması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

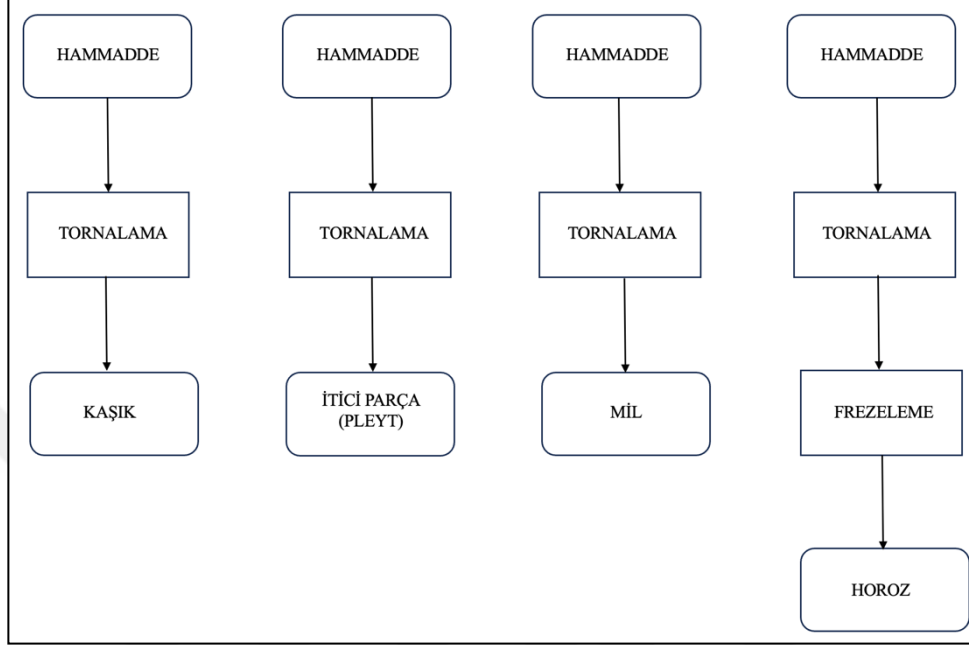
1. Fren pedalına basıldığında, fren ana silindiri fren sıvısına basınç uygular.
2. Bu basınç, fren sıvısının fren hatları boyunca hareket etmesini ve kaliper pistonlarına ulaşmasını sağlar.
3. Pistonlar hidrolik basınç altında ileri doğru hareket ederek fren balatalarını diske doğru iter.
4. Fren balataları, diske temas ederek sürtünme oluşturur ve bu sürtünme aracın yavaşlamasını veya durmasını sağlar.

Kaliper mekanizması, modern otomobillerin güvenli ve etkin bir şekilde fren yapmasını sağlayan kritik bir bileşendir. Hem güvenlik hem de performans açısından önemli bir rol oynamaktadır. Resim 3.8’de kaliper mekanizmasının fotoğraf görüntüsü yer almaktadır.



Resim 3.8. Kaliper mekanizması

Bir kaliper mekanizması kaşık, itici parça, mil ve horoz olmak üzere 4 ana parçadan oluşmaktadır. Bu parçalar, döküm olarak dışarıdan tedarik edildikten sonra işletmede, farklı imalat işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemler ve adımları Şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. Kaşık, itici parça, mil ve horoz parçalarının akış diyagramları

Kaşık, genellikle fren balatalarının konumlandırılmasında ve sabitlenmesinde kullanılan küçük metal parçaları ifade eder. Bu parçalar, fren balatalarını kaliper gövdesine veya tutucularına doğru şekilde yerleştirir ve sabitler. Kaşıklar, fren balatalarının doğru pozisyonda kalmasını sağlayarak düzgün bir frenleme performansı elde edilmesine yardımcı olur. Kaşık parçasına ilişkin fotoğraf görüntüsü resim 3.9’da verilmiştir.



Resim 3.9. İşlenmiş ve işlenmemiş kaşık parçalarına ilişkin fotoğraf görüntüsü
(Sol eldeki parça: işlenmiş, sağ eldeki parça: işlenmemiş)

İtici Parça, kaliper pistonları olarak adlandırılır. Bu pistonlar, fren pedalına basıldığında hidrolik basınçla hareket ederek fren balatalarını fren diskine (rotora) doğru iten bileşenlerdir. İtici parça, frenleme kuvvetinin doğrudan fren balatalarına iletilmesini sağlayan kritik bir bileşendir ve fotoğraf görüntüsü Resim 3.10’da verilmiştir.



Resim 3.10. İşlenmiş ve işlenmemiş itici parçalara ilişkin fotoğraf görüntüsü
(Fotoğrafın üst kısmındaki parça: işlenmiş, fotoğrafın alt kısmındaki parça: işlenmemiş)

Mil, kaliper gövdesinin veya fren balatalarının düzgün bir şekilde hareket etmesini sağlayan parçalardan biridir. Mil, genellikle yüzer kaliper sistemlerinde kullanılır ve kaliper gövdesinin veya fren balatalarının serbestçe hareket etmesine olanak tanır. Resim 3.10’da mile ilişkin fotoğraf görüntüsü verilmiştir.

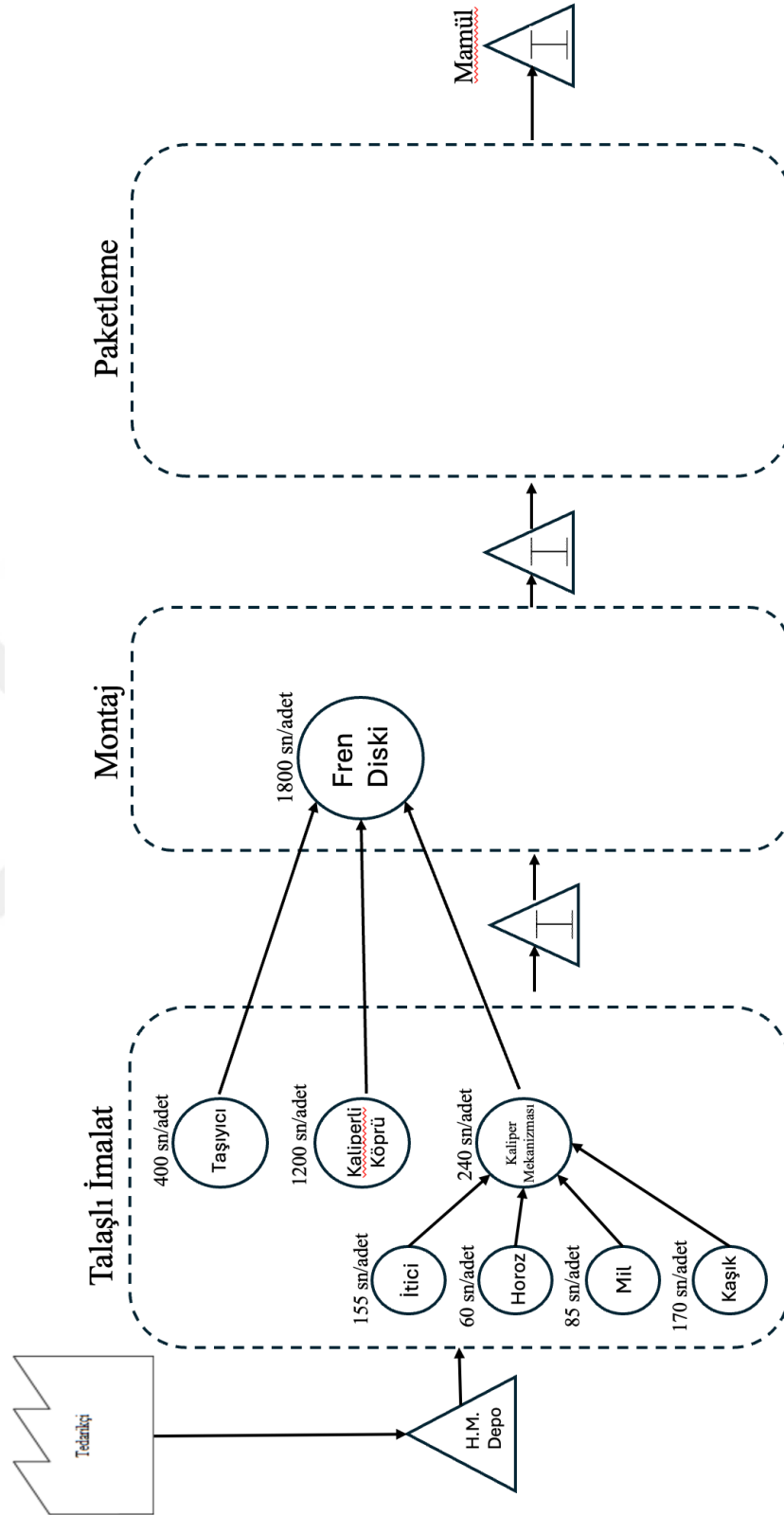


Resim 3.11. İşlenmiş ve işlenmemiş mil parçasına ilişkin fotoğraf görüntüsü
(Sağ taraftaki parça: işlenmiş, sol taraftaki parça: işlenmemiş)

Horoz, fren sisteminin genel performansını ve güvenliğini artırmada kritik bir rol oynar. Fren pedalına basıldığında, hidrolik sıvı basıncı kaliper pistonunu iter, bu da fren balatalarını disk yüzeyine bastırır. *Horoz* ise, bu hareketin düzgün ve verimli olmasını sağlayarak frenleme işleminin güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleşmesini temin eder. Resim 3.12’de horoz parçasının fotoğraf görüntüsü verilmiştir.



Resim 3.12. İşlenmiş ve işlenmemiş horoz parçalarına ilişkin fotoğraf görüntüsü
(Sağ taraftaki parça: işlenmiş, sol taraftaki parça: işlenmemiş)



Şekil 3.6. Fren Diskinin Temel Süreç Şeması

Fren diskinin üretim sürecini gösteren temel süreç şeması Şekil 3.6’da gösterildiği gibidir.

3.2. Metot

Çalışma kapsamında, fren diskinin üretim sürecindeki değer katan ve katmayan faaliyetleri incelemek amacıyla değer akış haritalandırma (DAH) yöntemi uygulanmıştır.

3.2.1. Değer Akışı Haritalandırma Yönteminin Tanımı

DAH, Toyota üretim sistemi tarafından geliştirilen ve yalın yönetimin temel bileşenlerinden biridir. Mike Rother ve John Shook tarafından geliştirilen bu metodoloji, bir ürünün sipariştten teslimata kadar olan süreçteki malzeme ve bilgi akışlarını temsili bir diyagramla göstermektedir (Kuhlang ve ark., 2008). Değer akış haritaları, zaman içindeki farklı durumları yansıtarak iyileştirme fırsatlarını belirlemek için kullanılır. Rother ve Shook (1999), değer akış haritalandırma yöntemini ayrıntılı olarak tanıtarak yalın üretim literatürüne önemli bir katkı sağlamışlardır.

DAH, bir ürün için malzeme ve bilgi akışlarını göstererek, katma değer sağlayan veya sağlamayan faaliyetleri belirler. Bu sayede israflar ve bu israfların kaynakları tespit edilebilir. Mevcut durumda bulunan israfları yok etmek veya azaltmak için süreçte iyileştirmeler yapılır ve gelecek durum haritaları oluşturulur. DAH, belirli periyotlarla tekrarlanarak süreçlerin sürekli iyileştirilmesini sağlar.

Değer akışı, bir ürünü hammaddeden başlayarak ana akışlar boyunca getirmek için gerekli tüm eylemlerin katma değerli ve katma değeri olmayan bir bütünüdür ve müşteride sona erer. Bu eylemler, genelde tedarik zinciri içindeki hem bilgi hem de malzeme akışını dikkate almaktadır.

Değer akışı bakış açısını benimsemek, bireysel süreçler üzerinde değil, büyük resim üzerinde çalışmak anlamına gelmektedir. DAH, üretim süreci için ortak bir temel oluşturarak değer akışını iyileştirmek için daha düşünceli kararların alınmasını kolaylaştırmaktadır. DAH yönteminin sağladığı diğer faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Abdulmalek ve Rajgopal, 2007):

DAH yöntemi,

- İsraftan fazlasının görülmesine yardımcı olur.
- Üretim süreci hakkında konuşmak için ortak bir dil sağlar.
- Yalın kavram ve teknikleri birbirine bağlar, bu da gereksiz tercihlerden kaçınmaya yardımcı olur.

- Giriş ve çıkış olmak üzere akışın tamamını tasarlayarak uygulama planının temelini oluşturur.
- Akışla ilgili kararı görünür hale getirir.

DAH yönteminin bir işletmeye sağladığı d en belirgin güçlü yönleri ise şu şekilde sıralanabilir (Solding ve Gullander, 2009):

- Hızlıdır ve gerçekleştirilmesi kolaydır.
- Özel bir alete ya da bilgisayar programına ihtiyaç duyulmadığından ucuzdur. İlk çalışma sırasında yalnızca adam saatler harcanır.
- Basittir ve öğrenmesi ve anlaması kolaydır.
- İhtiyaç duyulan tüm araçlar kalem ve kağıttır
- Tartışmalar ve kararlar için iyi bir temel sağlar.
- Müşterinin, ürünün ve bilgi akışının ve kayıpların anlaşılmasını artırır.
- Çoğunlukla DAH konusunda deneyimli bir kişinin yardımıyla sisteme doğrudan dahil olan kişilerle gerçekleştirilebilir.

Yukarıda ifade edilen faydalarına ve güçlü yönlerine rağmen, zayıf yönleri de vardır. DAH kâğıt kalem yöntemi olduğundan modelleme gücü sınırlıdır. DAH aynı zamanda dinamik davranışı tanımlayamayan ve karmaşıklığı veya belirsizliği ele alamayan statik bir araçtır. Ayrıca, değişikliklerin ve iyileştirmelerin etkilerini gözlemlemek için en az birkaç ay boyunca sürekli izlenmesi gerebilir. DAH'ın diğer zayıf yönleri şu şekilde sıralanabilir (Solding ve Gullander, 2009):

- DAH analizi başına yalnızca bir ürünün veya ürün tipinin akışı analiz edilir.
- DAH, atölyedeki durumun yalnızca belirli bir andaki anlık görüntüsünü verir.
- DAH haritası gerçek durumun kabaca basitleştirilmesidir.
- Önerilen yeni sistem ve düzenleri denemek zor olabilir.

Öte yandan, kullanım kolaylığı ve imalat camiasında giderek yaygınlaşması nedeniyle DAH modelleme dilinin koruması istenmektedir. Üstelik DAH, uygulamadaki başarısının temeli olan mevcut üretim durumunu Yalın Gelecek Durumuna dönüştürmek için adım adım bir yaklaşımı da içermektedir (Lian ve Landeghem, 2011).

3.2.1. Değer Akışı Haritalandırmada Kullanılan Kriterler

Değer Akış Haritalandırmada, aşağıda belirtilmiş olan kriterler ve metrikler kullanılarak sürecin detaylı bir analizini yapmayı sağlar. Böylece israfın ortadan kaldırılması ve süreçlerin iyileştirilmesi için gerekli adımlar belirlenir.

Takt Time: "Takt", bir orkestra şefinin müzisyenlerin çaldığı hızı, ritmi veya zamanlamayı düzenlemek için kullandığı sopanın Almanca kelimesidir. Yalın terminoloji, müşteri talebini karşılamak için tamamlanmış bir ürünün bitirilmesi gereken oran olarak Takt Süresini kullanır. Takt süresi (3.1) numaralı denkleme göre belirlenmektedir:

$$\text{Takt Zamanı} = \frac{\text{Günlük Kullanılabilir Üretim Seviyesi}}{\text{Günlük Müşteri Talebi}} \quad (3.1)$$

Çevrim Süresi: Çevrim süresi, bir iş sürecinin veya görevin başladığı anından tamamlandığı anına kadar geçen süreyi ifade etmektedir. Çevrim süresi, prosesinizin başlangıcından sonuna kadar geçen toplam süredir.

Teslim Süresi: Bir müşteri isteğini veya talebini karşılamak için tedarikçi tarafından tanımlanan süre miktarıdır. Teslim süresi, nihai ürünü müşteriye teslim etme taahhüdüdür.

Katma değer süresi: Bir süreçteki tüm katma değerli faaliyetlerin kümülatif süresidir. Katma değerli zaman, müşterinin gerçekte para ödediği bir faaliyettir.

Katma değeri olmayan süre: Süreçteki katma değeri olmayan tüm faaliyetlerin kümülatif süresidir. Katma değeri olmayan zaman, müşterinin aslında para ödemediği bir faaliyettir.

Zaman İçinde Değişim: Bir modelden geçiş dönemi.

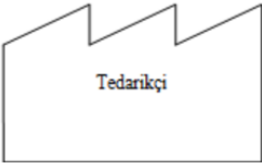
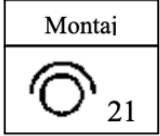
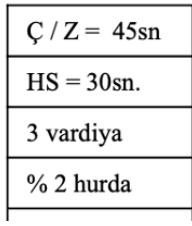
Çalışma Süresi: Makine kullanım oranı.

Operatör Numarası: Süreçteki çalışan sayısı.

Mevcut çalışma süresi: Süreler toplam üretim süresinden çıkarılır. Mola zamanı, toplantı zamanı vb.

3.2.2. Standart Değer Akışı Haritasının Çizimi

DAH, önceden tanımlanmış bir dizi standart ve evrensel semboller kullanılarak oluşturulan bir kalem ve kâğıt aracıdır (Sullivan ve McDonald, 2002). Bir değer akışı haritasında kullanılan en yaygın simgeler Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de verilmiştir:

Malzeme Akış Sembolleri	Anlamları
 (İşletme)	Bu sembol müşterileri, tedarikçileri ve dışarıda gerçekleştirilen üretim proseslerini göstermek için kullanılmaktadır.
 (İmalat Süreci)	Bu sembol, malzemenin içinden aktığı bir sürece, işleme, makineye, hücreye veya bölüme işaret etmektedir.
 (Bilgi Kutusu)	Bu sembol; üretim süreci, departman ve müşteri ile ilgili bilgileri kaydetmek için kullanılmaktadır. Bilgi kutusu içinde şu bilgiler yer almaktadır: • Çevrim zamanı • Makine hazırlık süresi • Güvenilirlik oranı (GO) • HPH (her parça her) üretim hızının ölçüsünü verir • Operatör sayısı • Ürün değişikliği sayısı • Mevcut kapasite • Hurda oranı • Transfer parti miktarı
 (Stok)	Miktar ve süreyi sembolize etmektedir.
 Pzt + Crs. (Kamyonla Sevkiyat)	Sevkiyat sıklığını sembolize etmektedir.

Şekil 3.7. DAH’da Kullanılan Malzeme Akış Sembolleri (Rother ve Shook, 1999)



(Üretilen
malzemenin
İTME hareketi)

Bir sonraki prosesin ihtiyaçlarından önce üretilen ve de ileriye doğru itilen malzeme; genellikle çizelgeye bağlıdır.



Bitmiş ürünün müşteriye hareketini anlatmaktadır.



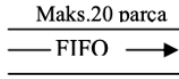
(Süpermarket)

Bir önceki prosesin üretimini çizelgelemek için kullanılan kontrollü parça stokudur. Eğer talep kestirilebilirse, o zaman ürün akışı sürekli, yani tek parça halinde olur ve bir süpermarket ihtiyacı ortaya çıkmaz. Bununla birlikte sürekli akis olmadığı ve hammaddeye yakın süreçler parti biçiminde işlem yapmak zorunda oldukları zaman bu sembol iki süreç arasına yerleştirilmelidir. Böylece fazla üretimi durdurmuş ve müşteri ihtiyacı üzerinde görsel bir geri besleme sağlanmış olur.



(Çekiş)

Süpermarketten malzeme çekişlerini sembolize etmektedir.



(İlk Gelen İlk
Çıkar)

Prosesler arasında miktarı sınırlayan ve FIFO (First In First Out) akışını sağlayan bir araçtır. En fazla miktar kaydedilmelidir. Bu sembol, CONWIP (constant work in process) 'de kullanılır. Önceki süreç, FIFO depolama alanına eklenecek yeni bir ürün için boş bir alan bulunduğu zaman, ürünü gönderir. Eğer FIFO alanı dolu ise ürünü gönderemez ve kendini bloke eder veya FIFO alan dolu iken hiç üretime başlamaz. Böylece önceki sürecin fazla üretim yapması engellenmiş olur.

Şekil 3.8. (devamı) DAH'da Kullanılan Malzeme Akış Sembolleri (Rother ve Shook, 1999).

Bilgi Akış Sembolleri

Anlamları

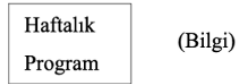
 (Manuel Bilgi Akışı)

Örneğin; üretim veya akış çizelgesini ifade etmektedir.



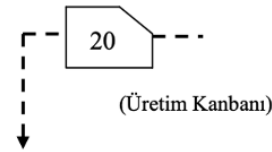
(Elektronik Bilgi Akışı)

Elektronik veri değiş-tokuşu internet, yerel ağ şebekesi, geniş ağ şebekesi vb. işaret etmektedir.



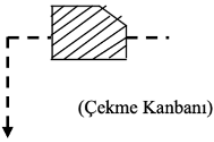
(Bilgi)

Bilgi akışını tanımlamaktadır.



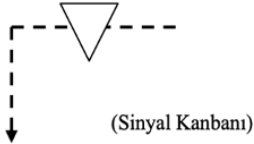
(Üretim Kanbanı)

Üretim sürecine hangi parçadan kaç tane üreteceğini söyleyen ve yapması için izin veren bir araçtır.



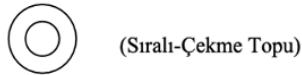
(Çekme Kanbanı)

Süpermarketten müşteri prosese emrini veren araçtır. İhtiyaç olan kadar parça çekilmesini göstermektedir.



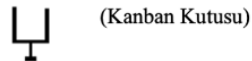
(Sinyal Kanbanı)

Bu sembol, iki süreç arasında bulunan süpermarketteki stokun yeniden sipariş noktasına düşmesi durumunda kullanılan kanbanı gösterir. Model değişikliği gerektirdiği için yığın üretim yapılması gereken süreçlerde kullanılmaktadır.



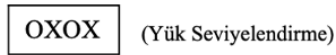
(Sıralı-Çekme Topu)

Bu sembol, süpermarket kullanmaksızın alt montaj sürecine daha önce belirlenmiş miktar ve tipte hemen üretim yapma emrini veren çekme sistemini göstermektedir.



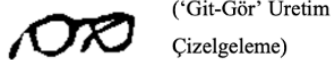
(Kanban Kutusu)

Kanbanların toplandığı ve dağıtılması için tutulan yeri işaret etmektedir.



(Yük Seviyelendirme)

Bir zaman diliminde üretim hacmini ve ürün karmasını seviyelendiren araçtır.



('Git-Gör' Üretim Çizelgeleme)

Stok seviyelerini kontrol etmeyi ve buna göre çizelge düzenlemeyi işaret etmektedir.

Şekil 3.9. DAH'da Kullanılan Bilgi Akışı Sembolleri: (Rother ve Shook, 1999).

Genel Semboller	Anlamları
 (Kaizen İyileştirme)	Bu sembol, sürecin geliştirilme ihtiyaçlarını vurgulamak ve KAİZEN uygulamasını planlamak için gelecek durum haritasında kullanılmaktadır.
 (Tampon veya Emniyet Stoku)	Bu sembol, arızalar gibi sorunlara karşı tutulan envanteri göstermek, müşteri siparişlerinde veya sistemsel hatalarda ani dalgalanmalara karşı sistemi korumak için kullanılan stoku işaret etmektedir.
 (Operatör)	İş göreni sembolize eder. İş gören sayısına işaret etmektedir

Şekil 3.10. DAH'da Kullanılan Genel Semboller:(Rother ve Shook, 1999).

Şekil 3.7'de verilen semboller, kalem ve kâğıt üretim yöntemi kullanılarak çizilmektedir. Malzemelerin üretimi, bilgi, süreç akışı bu sembollerin her biriyle ifade edilmektedir. Elektronik veya bilgisayar gibi süreçler arasındaki bilgi akışının otomatik bir yöntemle sağlandığı, ayrıca kâğıt üzerindeki iş emirleri gibi süreçler arasındaki iletişimin sağlandığı, çizilen değer akışı haritalarında görülebilmektedir. Ayrıca bu evrensel semnollerin kullanılması, haritaya baktığınızda çalışan herkesin aynı şeyleri görmesini ve anlamasını sağlamaktadır.

Herhangi bir sürecin ayrıntılı haritasını çıkarılmaya başlanmadan önce, tüm sürecin temel özelliklerine ilişkin bir genel bakış geliştirilmesi yararlı olacaktır. Genel bakış aşağıdakilerin gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır (Alanyüz, 2023):

- Akışların görselleştirilmesi.
- Atıkların nerede oluştuğunu belirlenmesi.
- Yalın üretim ilkelerinin bütünleştirilmesi.
- Uygulama ekiplerinde kimlerin yer alması gerektiğine karar verilmesi.

- Bilgi ve fiziksel akışlar arasındaki ilişkileri gösterilmesi.
- Akışın görselleştirilmesi hem bilginin hem de ürünün organizasyon içerisinde nerede, ne zaman ve nasıl aktığını görme kabiliyetini yaratır.

3.2.3. Değer Akış Haritalandırmanın Adımları

DAH, 4 temel adımdan oluşmaktadır. İlgili adımlar ve adımların uygulanma sırası Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. DAH uygulama süreci (Locher, 2008)

Dört temel adım aşağıda açıklanmıştır:

3.2.3.1. Hazırlık:

Hazırlık aşamasında 3 adımda yol alınır. Bu adımlar (Locher, 2008);

1. Değer Akış Haritalandırma uygulaması yapılacak olan ekibin belirlenmesi, seçilmesi,
2. Ürün ailesinin seçimi,
3. Seçilen ürün ailesinin DAH ile nasıl haritalandırılacağına karar verilmesidir.

Haritalandırma uygulamasının başarılı olması için doğru ve kalifiye bir ekip seçimi önemlidir.

Öncelikli olarak hangi ürün ailesinin proseslerinin haritalanacağı tespit edilir. Müşteri takt zamanı (müşteri talebinin karşılanması için gereken üretime ayrılan maksimum süre) hesaplanır ve üretim sürecinde yer alan her bir operatörün mevcut kapasitesi kontrol edilir. Ürün aileleri belirlenirken üretim süreçleri benzer olan veya benzer girdilere sahip ürünler dikkate alınmalıdır.

Değer Akış Haritalandırma (DAH) ekibi, belirledikleri ürün ailesi için işletme ve üretim süreci ile ilgili çeşitli verileri toplamalıdır. Bu veriler, işletmenin mevcut durumunu anlamak ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için önemlidir. İşletme ve üretim süreciyle ilgili toplanması gereken bazı temel veriler şunlardır (Özgürler, 2007):

- Ürün ailesine ait tüm ürünlerin listesi ve özellikleri: Ürünlerin türleri, varyasyonları, özellikleri, talep miktarları ve müşteri gereksinimleri gibi bilgilerin belirlenmesi önemlidir.
- İşletme içi süreçlerin haritası: Üretim hattındaki adımların, süreçlerin ve imalat bölümlerinin detaylı bir haritası. Bu, ürünün üretim aşamalarını adım adım takip etmeyi ve süreçler arasındaki bağlantıları anlamayı sağlar.
- İş istasyonlarının verimliliği: Her iş istasyonunda yapılan işlerin türü, süresi, çalışma verimliliği ve hatalı ürünlerin oranı gibi verilerin toplanması önemlidir. Bu veriler, verimlilik artışı ve hataların azaltılması için hedeflenen iyileştirmelerin belirlenmesine yardımcı olur.
- Süreç akışı ve çevrim süreleri: Ürünün işletmedeki hareketini gösteren süreç akışının belirlenmesi ve her adımdaki çevrim sürelerinin ölçülmesi önemlidir. Bu, işletmenin genel süreç performansını değerlendirmek ve iyileştirme fırsatlarını tanımlamak için gereklidir.
- Stok seviyeleri ve envanter yönetimi verileri: İşletme içindeki stok seviyeleri, stok dönüş hızı, malzeme taşıma süreleri ve tedarik zinciri verimliliği gibi envanter yönetimi verilerinin toplanması önemlidir. Bu veriler, stok maliyetlerinin azaltılması ve envanter süreçlerinin optimize edilmesi için önemlidir.
- İş gücü verileri: İşletmedeki işçi sayısı, işçilerin beceri düzeyi, iş yükü dağılımı ve işçi verimliliği gibi iş gücü verilerinin toplanması önemlidir. Bu veriler, işgücü yönetimi stratejilerinin belirlenmesine ve işçi performansının artırılmasına yardımcı olur.
- Bu verilerin toplanması ve analizi, Değer Akış Haritalandırma ekibine işletmenin mevcut durumunu anlama ve iyileştirme fırsatlarını belirleme konusunda temel

bir çerçeve sağlar. Bu sayede, işletmenin verimliliği artırılabilir, atıl kaynaklar azaltılabilir ve müşteri değeri artırılabilir.

3.2.3.2. Mevcut Durum Analizi:

Seçilen ekip ve ürün ailesi kararları sonrasında ikinci aşama olan mevcut durum haritasının çizilmesi adımına geçilmelidir.

Mevcut durumun analizi, malzeme ve bilgi akışlarını değerlendirerek israfi ortadan kaldırmayı amaçlar (Stan, 2015). Bir haritanın performansını ölçmek için iki kontrol aracı kullanılır: "Teslim zamanının verimliliği" ve üretim sürecinin dengelenmesi. İlk kontrol aracı, katma değer yaratmayan zamanı belirleyerek iyileştirme alanlarını gösterir. İkinci araç ise, her işleme ait çevrim zamanlarını hesaplayarak kalite ve hazırlık sürelerine yönelik kayıpları dengeleme grafiğinde gösterir (Erlach ve Sheehan, 2016).

Mevcut durum haritası çizilirken, ilk olarak son süreçlerden başlanarak adım adım ilerlenir ve gerekli gözlemler yapılır. Çevrim süresi, hazırlık süreleri, üretim parti büyüklükleri, ürün çeşitleri, operatör sayısı, paket büyüklüğü, çalışma süresi (molalar hariç), ıskarta oranı ve makine kullanım oranları gibi faktörler, gelecek durumu belirlemek için gereken kriterlerdir. Mevcut durum haritası incelenerek sorunlar tespit edilir ve bunların çözümleri üzerinde kararlar alınır. Süpermarket gerektiren süreçler belirlenerek ürün çeşitliliği göz önüne alınır ve gelecek durum haritası oluşturulur (Birgün ve diğ., 2006).

Mevcut durum haritası çizilirken Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de verilen semboller kullanılarak aşağıdaki adımlar izlenmektedir (Özgürler, 2007):

Adım 1: Üretim kontrolünü, tedarikçi ve müşteriye temsil eden sembol çizilir. Tedarikçi sembolü sol üst köşeye, müşteri sembolü sayfanın sağ üst köşesine ve üretim kontrol sembolü ise bu ikisinin arasına yerleştirilir.

Adım 2: Müşteri sembolünün tam altına bir veri kutusu çizilir ve müşterilerin talepleri bu kutuya yazılır.

Adım 3: Sevkiyat ve satın alma bilgileri girilir. Tedarikçiden fabrikaya ve fabrikadan müşteriye sevkiyat sembolleri çizilir, bu sembollerin üzerine kamyon sembolleri yerleştirilir ve kamyonların üzerine sevkiyat sıklıkları yazılır.

Adım 4: İmalat süreçleri sayfanın altına konumlandırılır; ilk süreç solda, son süreç sağda olacak şekilde çizilir. Her imalat süreci kutusunun altına bir veri kutusu yerleştirilir.

Süreçler arasında boşluk bırakılarak, envanter tutuluyorsa bu envanter miktarları ve elde tutma süreleri bu boşluklara yazılır.

Adım 5: İmalat sürecini sembolize eden şekillerin altındaki veri kutularının içlerine akış bilgileri yazılır. Hazırlık süreleri (HS) vardiya başına kaydedilir. Çalışma süreleri (ÇS – Uptime), her bir süreç için gerçek operasyon süresinin net çalışma süresine bölünmesiyle hesaplanır. Gerçek operasyon süresi, net çalışma süresinden hazırlık sürelerinin çıkarılmasıyla elde edilir. Net çalışma süresinin belirlenmesi, vardiyadaki toplam çalışma süresinden planlanmış duruşların (molalar) çıkarılmasıyla gerçekleşir

Adım 6: Müşteri ve tedarikçiyle üretim sürecinin kontrolü arasındaki bilgi akışları belirtilir. Genellikle bu akışlar elektronik olarak gerçekleşir. Aynı şekilde, üretim kontrolü ile imalat süreçleri arasındaki bilgi akışları da gösterilir, ancak bunlar genellikle manuel olarak gerçekleştirilir. Bütün bilgi akışını sembolize şekillerinin üzerine tahminler yazılır ve sipariş sıklığı eklenir.

Adım 7: İmalat süreçleri arasında envanterler varsa buralara envanter sembolleri çizilir. Her envanter kutusunun altına envanter miktarları ve envanterlerin elde bulundurulma süresi yazılır. Envanterlerin elde tutma süreleri envanter miktarının müşterinin günlük talep miktarına bölünmesi ile elde edilir.

Adım 8: İtme, çekme ve FIFO sistemleri ile işleyen yerler harita üzerinde gösterilir.

Özetle, ürün ailesi, müşteri talepleri (nerede, ne zaman, ne kadar ve ne sıklıkla), üretilen birimler, taleplerin paketlenmesi ve müşterinin tuttuğu stok bilgisi müşteri talebi aşamasında toplanır.

Bilgi akışı aşaması, müşteri tahminlerinden veri toplar ve bu verinin organizasyon içinde nasıl işleneceğine karar verir. Bu bilgi, tedarikçiden gelen tahmin verisi kadar değerlidir.

3.2.3.3. Gelecek Durum Analizi:

DAH uygulamalarında, mevcut durumun analiz edilip mevcut durum haritasının çizilmesinden sonra yapılacak iş, gelecekteki durumun tasarlanması ve bu durumu gösteren bir haritanın oluşturulmasıdır. Gelecek durum haritasının temel amacı, yalın üretime geçiş sürecinde kullanılacak araç ve tekniklerin değer akışı boyunca nerelerde uygulanacağını belirlemesidir. Bu harita, ulaşılmak istenen yalın değer akışını temsil eder.

Gelecek durum haritasını çizmeye başlamadan önce, mevcut durum haritası gözden geçirilmelidir. Akışın herhangi bir bölümünde tereddüt yaşıyorsa, o bölüm tekrar incelenmelidir. Gelecek durum haritası esnek olmalı ve daha sonra edinilen daha iyi veya doğru bilgiler doğrultusunda değiştirilebilecek şekilde çizilmelidir.

3.2.3.4.Planlama ve Uygulama:

Gelecek durum haritası oluşturulduktan sonra bir uygulama planı hazırlanır. Bu plan, değer akışını izleyerek organizasyondaki diğer ürünler veya ürün aileleri için genişletilebilir ve gelecekteki yeni durumlar için de uygun olabilir (Lovelley, 2001)

Değer akış haritalandırma uygulamasının son adımı gelecek durum haritasını esas alarak bir eylem planı hazırlamak ve bunu uygulamaya koymaktır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hazırlık

Öncelikli olarak hangi ürün ailesinin proseslerinin haritalanacağı tespit edilir. Müşteri takt zamanı (müşteri talebinin karşılanması için gereken üretime ayrılan maksimum süre) hesaplanır ve üretim sürecinde yer alan her bir operatörün mevcut kapasitesi kontrol edilir. Ürün aileleri belirlenirken üretim süreçleri benzer olan veya benzer girdilere sahip ürünler dikkate alınmalıdır.

4.2. Mevcut Durum Analizi

Bu aşamada işletmenin değer akışının mevcut durum haritası Bölüm 3.2.3’de verilen sekiz adım izlenerek oluşturulmuştur. Bu adımların uygulanmasına ilişkin sonuçlar aşağıda sırasıyla anlatılmıştır.

Adım 1: Mevcut durumu gösteren ve açıklayan gerekli semboller, mevcut durum haritasında gerekli yerlere çizilmiştir.

Adım 2: Bu adımda, müşteri sembolünün altına bir veri kutusu çizilmiştir ve müşterilerin günlük taleplerinin çizilen sembol içerisine yazılması gerekmektedir. Bu sebeple de işletmenin çalışma sistemi hakkında çeşitli bilgiler toplanmıştır ve bu işlem için gereken hesaplamalar aşağıda açıklanmıştır.

Uygulama yapılan işletmede ayda 20 işgünü (Yılda 240 işgünü) çalışılmaktadır. Bu işletmede tek vardiya çalışma sistemi tercih edilmektedir. Bir işgünü saat 08.00’da başlamakta olup, 18.00’de sona ermektedir. Dolayısıyla bir işgünü 10 saat toplam çalışma süresinden meydana gelmektedir. Toplam 10 saatlik çalışma süresinin 1 saati öğle yemeği molasıdır. Bunun dışında, gün içinde 15 dakikalık iki adet çay-kahve molası verilmektedir. Bu bilgiler ışığında, toplam çalışma süresi ve net çalışma süresi saniye cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Toplam Çalışma Süresi} = 10 \text{ sa/gün} \times 60 \text{ dk/sa} \times 60 \text{ sn/dk} = \mathbf{36.000 \text{ sn/gün}}$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 10 - 1 - 2 \times 0,25 = 8,5 \text{ sa/gün}$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 8,5 \text{ sa/gün} \times 60 \text{ dk/sa} \times 60 \text{ sn/dk} = \mathbf{30.600 \text{ sn/gün}}$$

İşletmenin net çalışma süresinin hesaplanmasının ardından, müşterinin günlük talebinin hesaplanmasına geçilmiştir. Bu amaçla, işletmenin 2023 yılındaki satış miktarları aylar bazında incelenmiş ve Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Aylık müşteri satış verileri

Aylar	Satış Miktarı (adet/ay)	Aylar	Satış Miktarı (adet/ay)
Ocak	530	Temmuz	495
Şubat	440	Ağustos	430
Mart	450	Eylül	475
Nisan	485	Ekim	525
Mayıs	503	Kasım	420
Haziran	522	Aralık	415
		TOPLAM	5690

Çizelge 4.1’e göre işletmenin 2023 yılı toplam satış miktarı 5690 adettir. İşletmede yılda 240 işgünü çalışıldığı düşünülürse;

$$\text{Günlük Talep} = 5690/240 = 23,7 \sim \mathbf{24 \text{ adet/gün'dür.}} \text{ Buna göre;}$$

$$\text{Takt Süresi} = 30.600 \text{ saniye} / 24 \text{ adet} = \mathbf{1275 \text{ saniye/adet}}$$

Adım 3: Sevkiyat, satın alma bilgileri mevcut durum haritasına girilmiştir. Tedarikçiden fabrikaya, fabrikadan da müşteriye sevkiyat sembolleri çizilerek bu sembollerin üzerine kamyon sembolleri yerleştirilmiştir ve de kamyon sembollerinin üstüne sevkiyat sıklıkları yazılmıştır. İşletmenin temel tedarikçisinden fabrikaya haftada 3 defa sevkiyat gerçekleştirilirken, işletme müşterilerine haftada 3 defa sevkiyat gerçekleştirmektedir.

Adım 4: İmalat süreçleri sayfanın altına, ilk süreç solda ve son süreç sağda olacak şekilde çizilmiştir. Her imalat süreci kutusunun altına bir veri kutusu yerleştirilmiştir. Tüm imalat süreci kutularının arasına süreçler arasındaki envanterlere ilişkin miktarlar ve elde tutma süresi bilgilerinin yazılması için boşluklar bırakılmaktadır.

Adım 5: İmalat süreci kutularının altındaki veri kutular sürecin verileri ile doldurulmuştur. Veri kutularında yer alan bilgiler Çizelge 4.2. ’de özetlenmiştir.

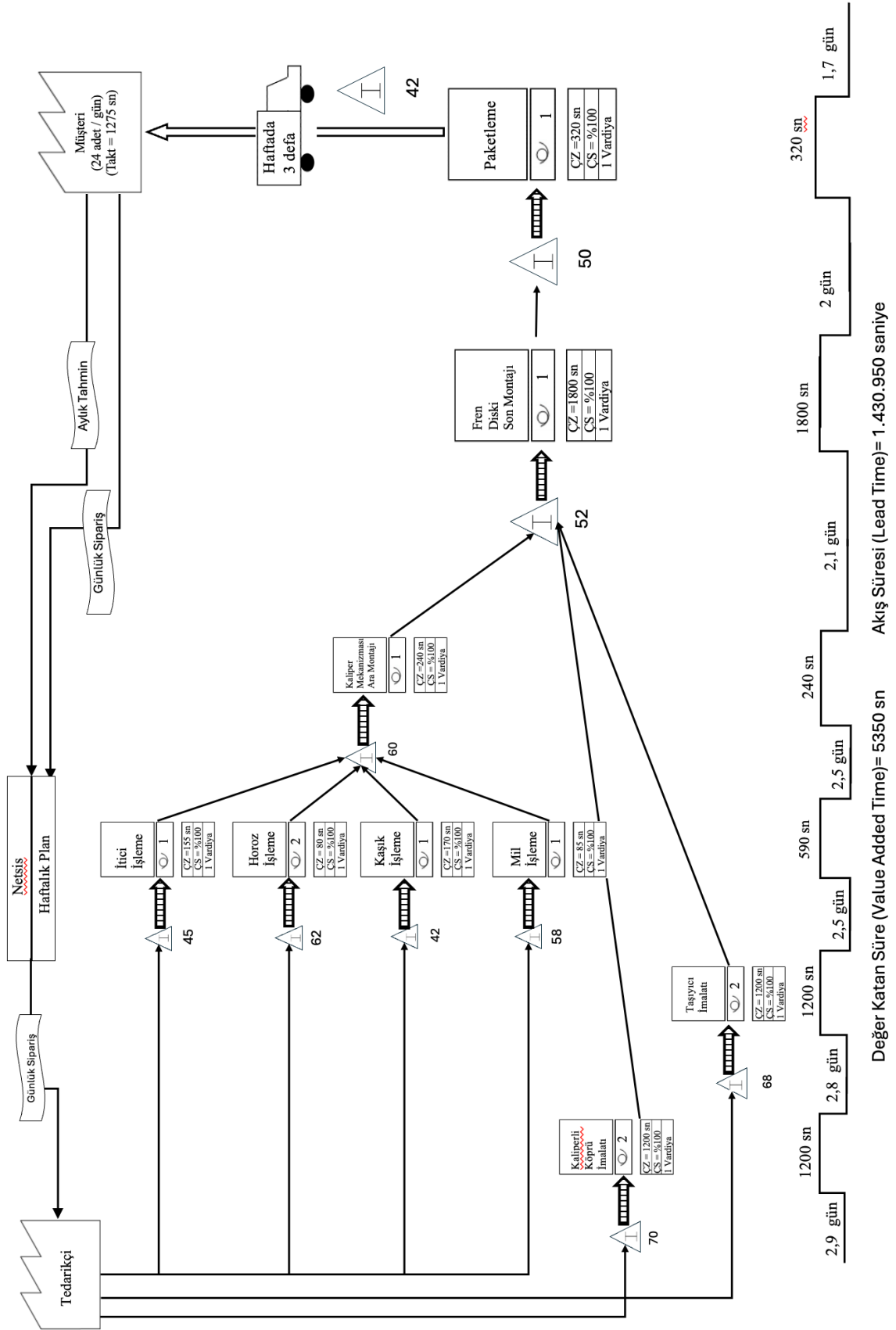
Çizelge 4.2. Süreç parametrelerinin değerleri

Süreç Parametreleri	İtici İmalatı	Horoz İmalatı	Mil İmalatı	Kaşık İmalatı	Kaliperli Köprü İmalatı	Taşıyıcı İmalatı	Kaliper Mekanizması Montajı	Fren Diski Montajı	Paketleme
Net Çalışma (sn/gün)	30600	30600	30600	30600	30600	30600	30600	30600	30600
Çevrim Zamanı (sn)	1200	1200	490	170	1200	1200	240	1800	320
Çalışma Süresi (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
İş gören Sayısı (Adet)	1	2	1	1	1	1	1	1	1

Adım 6: Üretim kontrolünün tedarikçi, müşteri ve imalat süreçleri arasındaki bilgi akışları harita üzerinde gösterilmiştir. Bilgi akışlarının üzerine tahminlerin ve siparişlerin sıklığı yazılmıştır. Üretim kontrolü, geçmiş dönemlere ait verilerden yola çıkarak aylık satış tahminleri yapmaktadır. Üretim kontrol ayrıca, işletmenin imalat süreçlerine günlük üretim programları iletmektedir.

Adım 7: Tüm imalat süreçleri arasında envanterler bulunduğu için buralara envanter sembolleri çizilmiştir. Her envanter kutusunun altına, haritanın hazırlandığı dönemde sayılan envanter miktarları yazılmıştır.

Adım 8: İmalat süreçleri arasında itme sistemi işlemektedir. Dolayısıyla buralar harita üzerinde gösterilmiştir. DAH ekibi tarafından yukarıdaki sekiz adımın uygulanması sonucu hazırlanan mevcut durum haritası Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Mevcut durum haritası

Mevcut durum haritasına ve elde edilen sayısal verilerden yola çıkılarak ürüne değer katan süre ve akış süresi göz önüne alındığında 5.350 saniyelik ürüne değer katan süre bulunmaktadır. Bununla birlikte akış süresi ise toplam 1.430.950 saniye yani yaklaşık olarak 16,5 gün olarak hesaplanmıştır. Bu verilerden yola çıkılarak görülmektedir ki değer akışının %99,6'sı ürüne değer katmayan faaliyetlerden meydana gelmektedir. Oluşturulacak gelecek durum haritalarının amacı ürüne değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasına yönelik olmalıdır.

Mevcut yerleşimde bulunan *Kaliper Mekanizmasının Oluşturulması* (kaşık, itici parça, mil, horoz parçalarının talaşlı imalatı) ve *Kaliper Mekanizmasının Ara Montajı* istasyonları fabrikanın üretim alanında çok yakın yerleşimlerde bulunmalarına rağmen ayrı olarak sınıflandırılmaktadır. Bu şekilde bir yerleşim de akış süresine olumsuz olarak etki etmektedir.

Bununla birlikte mevcut durum haritasında gözlemlenen bir diğer çıkarım ise, montaj istasyonunda harcanan süre yine akış süresini etkileyen ciddi bir zamandan oluşmaktadır. Bu da yine değer katan sürenin, akış süresine olan oranın artmasının sebeplerinden bir tanesidir.

4.3. Gelecek Durum Analizi

Üretim süreci incelenen ve DAH uygulanan işletmede mevcut durum haritasından yola çıkılarak ve genel olarak işletmedeki üretim süreci baz alınarak aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Fren diski son montajı istasyonundaki harcanan sürenin, hesaplanmış olan takt zamanından fazla olmasının sebebi, her ürünün montajının sadece 1 işçi tarafından yapılmasıdır.
- Fren diskinin meydana getirilmesi aşamasında bulunan kaliper mekanizmasının oluşturulması ve kaliper mekanizmasının montajı isimli iki üretim bölümü yerleşim olarak çok yakın olmalarına rağmen sınıflandırma ve konumlandırma olarak iki farklı üretim bölümü olarak düşünülmektedir ve bu durum gereksiz ara stoklara neden olmaktadır.
- Üretim sürecinin gerçekleştiği bazı alanlarda, kötü yerleşim düzeni nedeniyle gereksiz taşıma, ihtiyaç duyulan ekipmanların zamanında bulunamaması vb. durumlar nedeniyle zaman israfı ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda yerleşim

düzenini iyileştirmeye yönelik iyileştirmeler yapılarak, akış süresini etkileyecek şekilde zamandan tasarruf edilebilmektedir.

Yukarıda açıklanan bulgular ve mevcut durum haritası incelenerek, üç alternatif gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritaların hepsinde ortak düzenlemeler de mevcuttur. Bu düzenlemeler şu şekilde sıralanabilir:

- Darboğaz oluşturduğu ve üretimi yavaşlattığı belirlenen ve düzeltilmesine gerek duyulan imalat bölümlerine ve montaj istasyonlarına süpermarket çekme uygulamaları önerilmiştir.
- Fabrika içerisinde gerek görülen imalat bölümleri etrafında 5S çalışmaları yapılmıştır ve bu çalışma gelecek durum haritalarında gösterilmiştir.

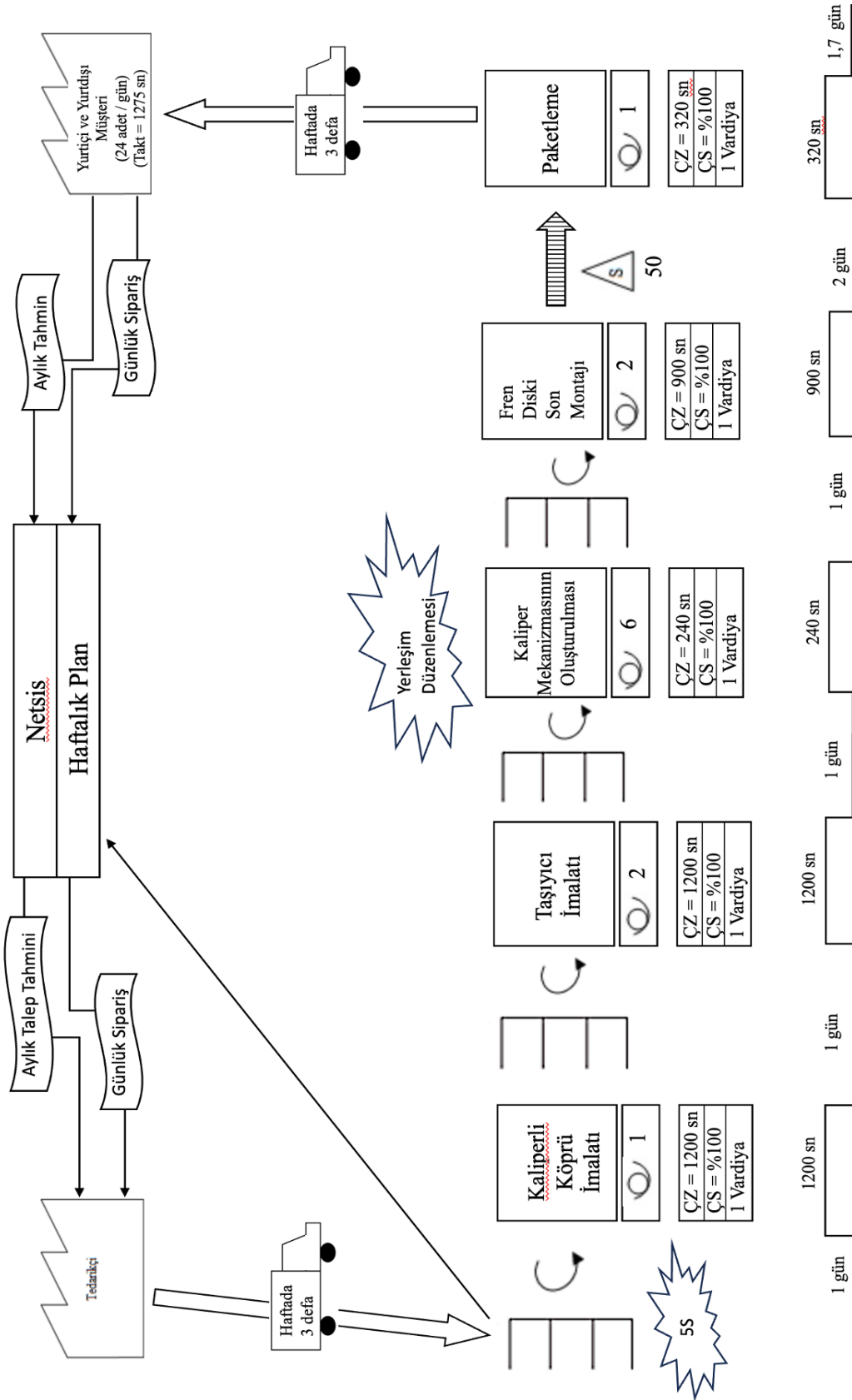
4.3.1. Birinci Gelecek Durum Haritası

Mevcut durum haritasından yola çıkılarak hazırlanmış olan gelecek durum haritasında, önerilmiş olan çalışan sayısı değişikliklerine ek olarak fabrikada birtakım imalat bölümleri ve montaj istasyonları için yerleşim düzenlemesi önerilmiştir. Önerilen bu düzenlemeler Şekil 4.2’de de gösterilmiştir.

Önerilmiş olan bu yerleşim düzenlemesi şu şekilde açıklanabilir:

İtici işleme, horoz işleme, kaşık işleme, mil işleme gibi talaşlı imalat işlemlerinin gerçekleştirildiği imalat bölümleri ve tüm bu kaliper mekanizması parçalarının montajının gerçekleştirildiği kaliper mekanizması ara montajı istasyonları, fabrika yerleşiminde uzak olmayan biçimde konumlandırılmamış olmasına rağmen birleşik olmadıkları için taşıma meydana gelmektedir. Taşımadan doğan bu süre kaybını minimum düzeye indirmek veya ortadan kaldırmak için de bu ikinci gelecek durum alternatifinde tüm imalat bölümleri ve montaj istasyonunun tek çalışma alanı altında birleştirilmeleri önerilmiştir.

Fren diski son montajında çalışan kişi sayısının 1 olması nedeniyle çevrim süresi 1800 saniye olup 1275 saniye olan takt zamanından fazladır bundan dolayı bu sürenin takt zamanının altına düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için de fren diski son montajında çalışan kişi sayısının bir işçiden iki işçiye çıkarılması önerilmiştir.



Şekil 4.2. Gelecek durum haritası birinci alternatif

Fren diski son montajı istasyonundaki harcanan sürenin, hesaplanmış olan takt zamanından fazla olmasının sebebi, her ürünün montajının sadece bir işçi tarafından yapılmasıdır. Bu da akış süresine fazlaca etki etmektedir. Her bir fren diskinin montajının bir yerine iki kişi tarafından yapılması istasyonda harcanan zamanı yarı yarıya düşüreceği için kişi sayısının artırılması işletme için maliyetli olsa dahi süreye etkisi bakımından önerilmiştir. Bu düzenleme, montaj istasyonundaki başka çalışanların bu konu üzerine eğitilerek (fren diski montajı) fren diski montajına yine fabrikadaki montaj hattı içinden çalışan ekleyerek de ikiye çıkarılabilir.

Şekil 4.2 incelendiğinde, DAH tekniğinin uygulanması ile oluşturulmuş olan mevcut ve gelecek durum haritası ile birlikte geliştirilen öneriler sonucunda Şekil 4.2’de gösterilen birinci alternatif için toplamda 5.350 saniyelik değer katan faaliyetler 3.860 saniyeye düşmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 669.140 saniye yani yaklaşık olarak toplam 8 güne indirilmiştir bu da gelecek durum haritasından yola çıkılarak %51’lik bir iyileşme sağlamaktadır. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresinin daha fazla azaldığı görülmektedir bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alınmıştır.

4.3.2. İkinci Gelecek Durum Haritası

İkinci gelecek durum haritasında, fren diski son montajı istasyonuna ilişkin iyileştirme çalışmaları önerilerek 1800 saniye olan çevrim zamanının 1275 saniye olan takt zamanının altına düşürülmesi sağlanmıştır.

Bu alternatif özelinde fren diski son montajı için fabrikada bir metot etüdü çalışması gerçekleştirilmiştir. İlgili metot etüdü çalışmasında mevcut ve önerilen olmak üzere iki adet işçi tipi iş akış şeması hazırlanmıştır. Bu şemalar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’te verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, fren diski son montajı istasyonunda gereksiz taşıma ve mesafeden kaynaklanan faaliyetlerin olduğu gözlemlenmiştir. Fren diski son montajının yapıldığı istasyonda yer alan malzeme dolabının kötü yerleşimi nedeniyle gereksiz taşıma faaliyetleri ve bu faaliyetlere bağlı olarak gereksiz süreler ortaya çıkmaktadır. Bu israfları azaltmak için, bu bölümde yerleşim düzenlemeleri önerilmiştir. Çizelge 4.4’e göre bu önerinin uygulanması durumunda çevrim zamanı 1600 sn’ye düşmesine rağmen, hala takt zamanından fazladır. Bu nedenle, işletmede değer

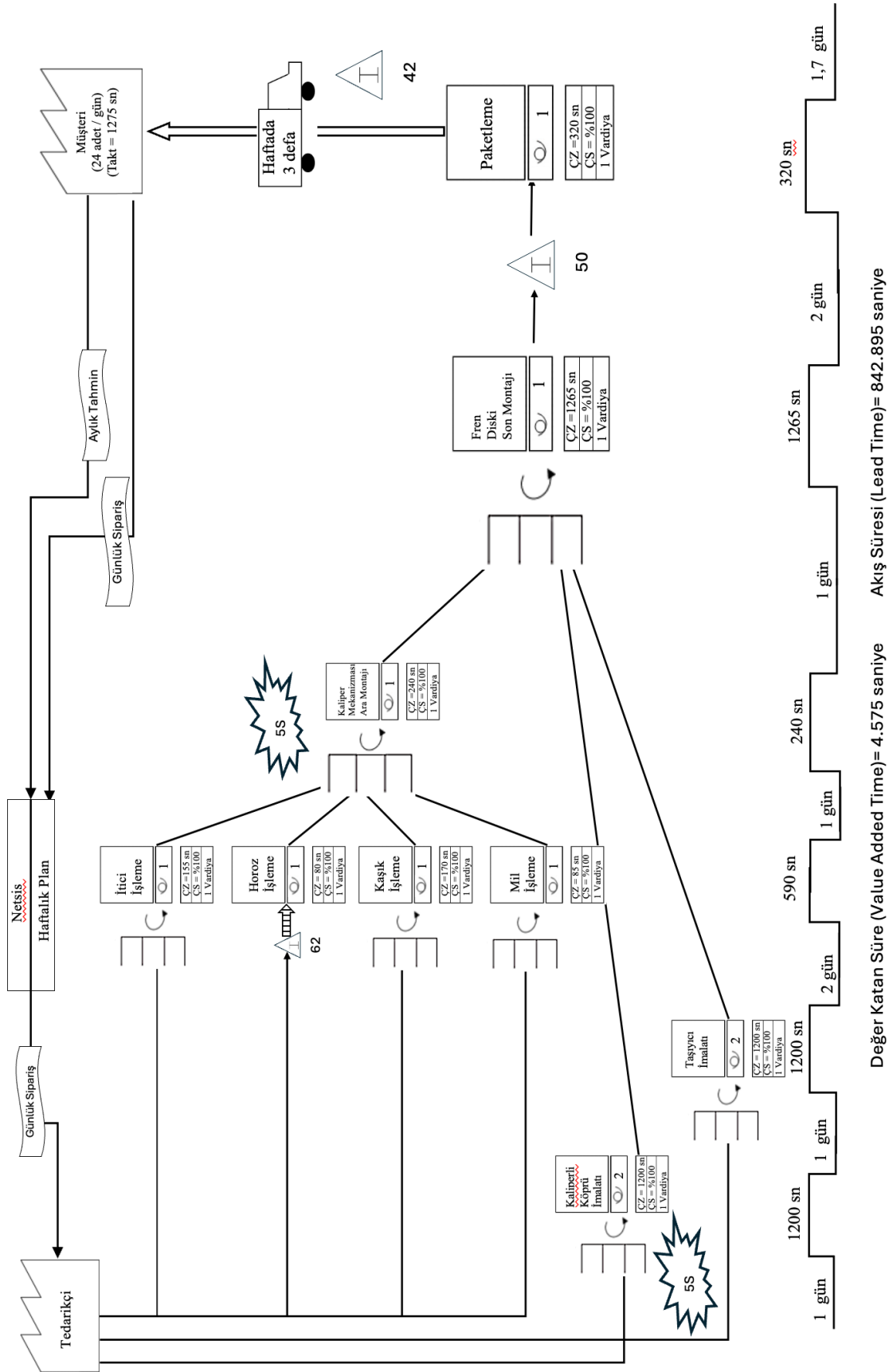
akışı haritalandırma ile ilgili kurulan ekiple ve yönetici ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sırasında, montaj istasyonunda çalışan işçinin yaptığı işin gerektirdiği yeteneklere ve iş disiplinine ilişkin eğitimlere tabii tutulması ile çevrim zamanının takt zamanına yakın bir süreye düşürülebileceği sonucuna varılmıştır. Buna göre ikinci gelecek durum haritası Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Fren diski son montajı istasyonu için yapılmış metot etüdü (Mevcut durum)

Tanım	Uzaklık (m)	Zaman (sn)	Simge					Açıklamalar
			○	→	□	□	▽	
İtici parçanın kasadan alınması								
Kaşığın kasadan alınması								
İtici parça ve Kaşığın montajı		60						
Milin kasadan alınması								
Milin mekanizmaya montajı		60						
Horozun kasadan alınması								
Horozun mekanizmaya montajı		60						
Dolaba yürüme	1,5	50						
Dolaptan kaliperli köprü getirme		50						
Dolaba yürüme	1,5	50						
Dolaptan taşıyıcı getirme		50						
Kaliperli köprü ve taşıyıcı montajı		660						
Kaliper mekanizmasının diğer monte edilen parçalara montajı		600						
Montajı tamamlanan fren diskinin kontrolü		80						El ile
Montajı tamamlanan parçanın alınıp kasaya koyulması								
Montajı biten fren disklerinin lazer makinesine taşınması		20						
Lazerle kod işlenmesi		30						Lazer cihazı ile
Lazerle tarih işlenmesi		30						Lazer cihazı ile
Paketlemeye gönderilmesi								
TOPLAM		1800						

Çizelge 4.4. Fren diski son montajı istasyonu için yapılmış metot etüdü (Önerilen durum)

Tanım	Uzaklık (<u>m</u>)	Zaman (<u>sn</u>)	Simge					Açıklamalar
			○	➡	D	□	▽	
İtici parçanın kasadan alınması								
Kaşığın kasadan alınması								
İtici parça ve Kaşığın montajı		60						
Milin kasadan alınması								
Milin mekanizmaya montajı		60						
Horozun kasadan alınması								
Horozun mekanizmaya montajı		60						
Kaliperli köprü ve taşıyıcı montajı		660						
Kaliper mekanizmasının diğer monte edilen parçalara montajı		600						
Montajı tamamlanan fren diskinin kontrolü		80						El ile
Montajı tamamlanan parçanın alınıp kasaya koyulması								
Montajı biten fren disklerinin lazer makinesine taşınması		20						
Lazerle kod işlenmesi		30						Lazer cihazı ile
Lazerle tarih işlenmesi		30						Lazer cihazı ile
Paketlemeye gönderilmesi								
TOPLAM		1600						

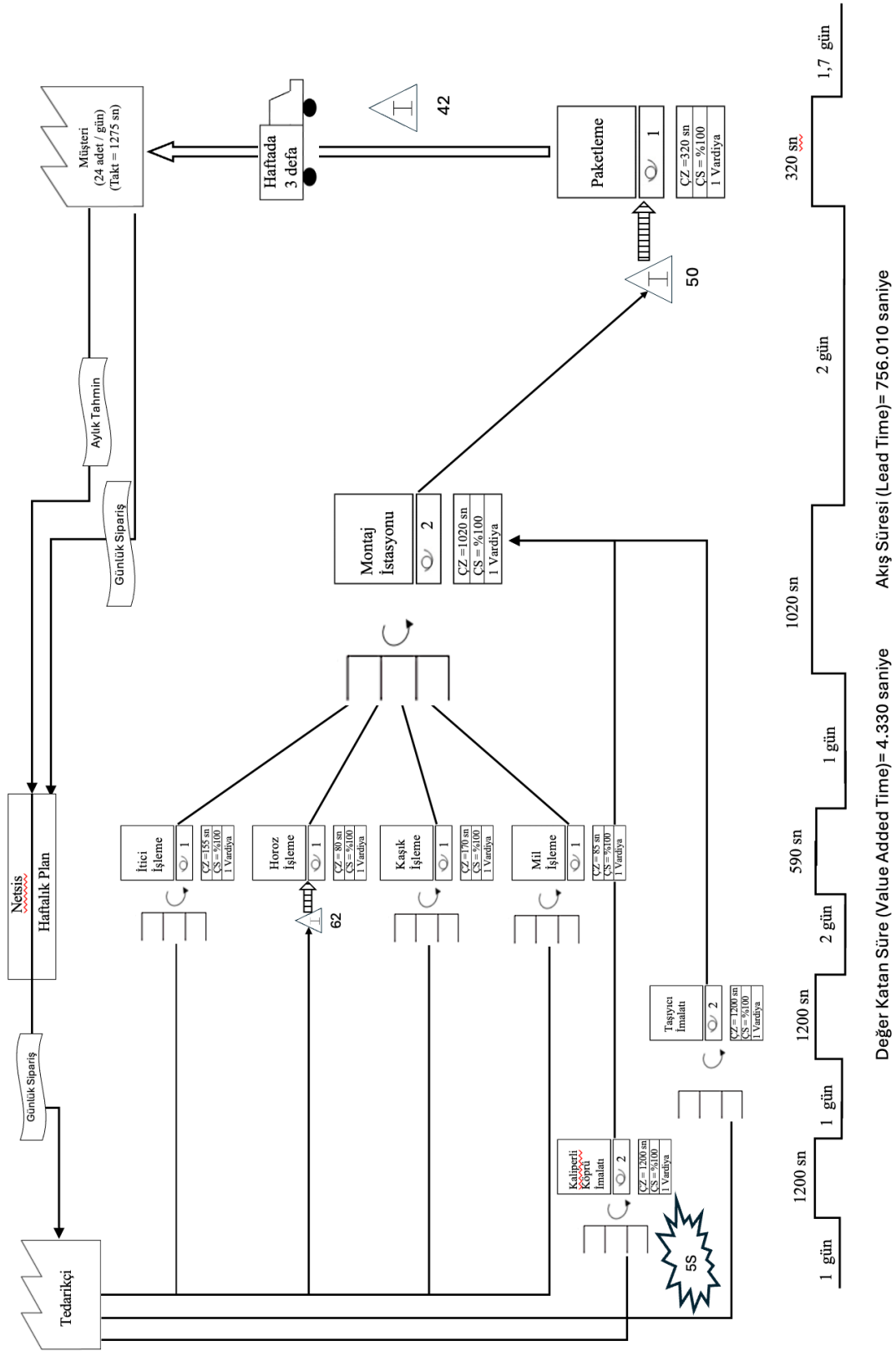


Şekil 4.3. Gelecek durum haritası ikinci alternatif

Şekil 4.3 incelendiğinde, toplam 5.350 saniye süren değer katan faaliyetler 4.575 saniyeye düşürülmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 842.895 saniye yani yaklaşık olarak toplam 10 güne indirilmiştir. Bu da gelecek durum haritasından yola çıkılarak %39'luk bir iyileşme oluştuğunu göstermektedir. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresi daha fazla azaldığı görülmektedir bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alındığı görülmektedir.

4.3.3. Üçüncü Gelecek Durum Haritası

Mevcut durum haritasından yola çıkılarak hazırlanmış olan gelecek durum haritalarından üçüncüsünde ise kaliper mekanizmasının ara montajı istasyonu ve fren diski son montajı istasyonlarının tek bir montaj istasyonu çatısı altında birleştirilmesi önerilmiştir. Diğer istasyonlardan montaj için gelen parçaların hepsinin tek bir yerde sistematik ve düzenli şekilde toplanıp daha sonra yeni montaj istasyonunda, diğer istasyonlarda çalışan iki kişi tarafından işlemin gerçekleştirilmesi önerilmiştir. Birleştirilen bu istasyonlarda çalışan kişilerin gerekli eğitim ve bilgilendirmelerle yapmaları gereken montaj işlerinde yetkin duruma gelmesi ve dolayısıyla 2040 saniyeye ulaşan yeni istasyonun çevrim süresinin, iki çalışan sayesinde yaklaşık 1020 sn'ye ye düşürülebileceği öngörülmektedir. Üçüncü gelecek durum haritası Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Gelecek durum haritası üçüncü alternatif

Şekil 4.4 incelendiğinde 5.350 saniye süren değer katan faaliyetler, 4.330 saniyeye düşmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 756.010 saniye yani yaklaşık olarak toplam 9 güne indirilmiştir. Bu azalma da gelecek durum haritasından yola çıkılarak %45’lik bir iyileşmeye tekabül etmektedir. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresi daha fazla azaldığı görülmektedir bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alınmıştır.

4.4. Planlama ve Uygulama

Mevcut ve gelecek durum haritaları incelenerek, ulaşılan bulgulara göre aşağıdaki değerlendirmelere varılmıştır:

- İmalat süreçleri arasında taşıma, bekleme gibi fazladan zaman oluşturan faaliyetlerin bulunması akış süresini uzatan önemli faktörlerdendir. Akış süresin azaltılması için fazladan süre yaratan bu faaliyetlerin ortadan kaldırılması ara stokların ve beklemelerin azalmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda ara montaj istasyonu ve imalat süreçleri, yeni yerleşimle bir imalat sürecinde gerçekleştirilip tek parça akışı sağlanabilir.
- Montaj istasyonunda harcanan süre akış süresini etkileyen ciddi bir zaman oluşturduğundan, bu istasyondaki çalışan iş gücü sayısının birden ikiye çıkarılması akış süresinde iyi yönde kayda değer bir değişim oluşturabilir.
- Kaliper mekanizmasının ara montaj istasyonu ve fren diski son montajı istasyonlarının tek bir montaj istasyonu çatısı altında birleştirilmesi önerilmiştir. Diğer imalat bölümlerinden montaj için gelen parçaların hepsinin tek bir yerde sistematik ve düzenli şekilde toplanıp daha sonra yeni montaj istasyonunda, diğer istasyonlarda çalışan iki kişi tarafından işlemin gerçekleştirilmesi önerilmiştir.
- Fabrikanın üretim alanında bulunan yerleşime ve düzenlemelere ek olarak ileride yapılması planlanan çalışmalarla birlikte üretim alanında çeşitli imalat bölümleri ve montaj istasyonların bulunduğu noktalarda 5S yalın üretim tekniğinin uygulanması önerilebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yalın üretim teknikleri, maliyet, kalite ve performans açısından iyileşmeyi hedefleyen firmalar tarafından sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmanın uygulama bölümünde, siparişlerini zamanında yetiştirmekte zorlanan ve üretimde yüksek envanter gibi sorunlar yaşayan bir firmada, yalın üretime geçiş sürecinde israf kaynaklarını belirlemek için değer akış haritalama yöntemi kullanılmıştır. Fren diski ve alt parçalarının üretim süreci incelenmiş, mevcut durum değer akış haritası oluşturulmuştur. Daha sonra israf kaynakları tespit edilerek, bu israfların azaltılması için iyileştirme önerileri sunulmuş ve gelecekteki durum değer akış haritası oluşturulmuştur.

Gelişen dünyada firmalar arasındaki rekabet her geçen gün zorlaşmaktadır. Firmaların varlıklarını sürdürebilmeleri için sürekli olarak kendilerini geliştirmeleri, yenilemeleri ve rekabet edebilecek durumda olmaları gerekmektedir. Ancak, bu gelişimlerin maliyetleri her zaman makul olmayabilir; düşük maliyetli iyileştirmeler bile beklenenden daha fazla katkı sağlayabilir.

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda işletmeye sunulan önerilerle ulaşılan sayısal veriler 3 alternatif altında incelenmiştir. Bu alternatifler için yapılan ortak önermeler darboğaz oluşturduğu ve üretimi yavaşlattığı belirlenen ve düzeltilmesine gerek duyulan imalat bölümlerine ve montaj istasyonlarına süpermarket çekme uygulanması ve fabrika içerisinde gerek görülen imalat bölümlerine ve montaj istasyonları etrafında 5S çalışmaları yapılması önerilmesi olarak sıralanmaktadır.

Oluşturulan gelecek durum haritalarından birincisi için yapılan öneriler talaşlı imalat işlemlerinin gerçekleştirildiği imalat bölümleri ve kaliper mekanizması ara montajı istasyonu, fabrika yerleşiminde uzak olmayan biçimde konumlandırılmamış olmasına rağmen birleşik olmadıkları için bir taşıma meydana gelmektedir. Taşımadan doğan bu süre kaybını minimum düzeye indirmek veya ortadan kaldırmak için de bu ikinci gelecek durum alternatifinde tüm imalat bölümleri ve montaj istasyonlarının tek çalışma alanı altında birleştirilmeleri gibi sıralanmaktadır.

Oluşturulan gelecek durum haritalarından ikincisi için yapılan öneriler fren diski son montajı için fabrikada bir metot etüdü çalışması gerçekleştirilmesi, çeşitli adımların sadeleştirilmesi ve akış süresinin azaltılmasıdır.

Oluşturulan gelecek durum haritalarından ikincisi için yapılan öneriler ise kaliper mekanizmasının ara montajı istasyonu ve fren diski son montajı istasyonlarının tek bir montaj istasyonu çatısı altında birleştirilmesidir.

Fren diski son montajında çalışan kişi sayısının 1 olması nedeniyle çevrim zamanı, takt zamanından fazladır ve bu zamanın takt zamanının altına düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için de fren diski son montajında çalışan kişi sayısının birden ikiye çıkarılması önerilmiştir.

Hazırlanan üç gelecek durum haritası alternatifine ilişkin elde edilen veriler sırasıyla şu şekilde özetlenebilir.

Birinci alternatif için toplamda 5.350 saniyelik değer katan faaliyetler 3.860 saniyeye düşmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 669.140 saniye yani yaklaşık olarak toplam 8 güne indirilmiştir bu da %51'lik bir iyileşme sağlamaktadır. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresi daha fazla azaldığı görülmektedir bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alınmıştır.

İkinci alternatifte hazırlanmış olan metot etüdü tablolarından da yola çıkılarak görülmektedir ki toplam 5.350 saniye süren değer katan faaliyetler 4.575 saniyeye düşürülmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 842.895 saniye yani yaklaşık olarak toplam 10 güne indirilmiştir. Bu da %39'luk bir iyileşme oluştuğunu göstermektedir. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresi daha fazla azaldığı görülmektedir bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alınmıştır.

Üçüncü alternatifte görülmektedir ki toplamda 5.350 saniye süren değer katan faaliyetler, 4.330 saniyeye düşmüştür ve toplam değer akışı 1.430.950 saniye (16,5 gün) olan firmanın toplam değer akışı bu düzenlemelerle ve uygulanan tekniklerle 756.010 saniye yani yaklaşık olarak toplam 9 güne indirilmiştir. Bu azalma da %45'lik bir iyileşmeye tekabül etmektedir. Dolayısıyla ürüne değer katan faaliyetlerin süresi azalmış olmasına rağmen değer katmayan faaliyetlerin süresi daha fazla azaldığı görülmektedir. Bu da işletme için istenen bir durumdur. Bu bilgilerden hareketle yapılan iyileştirmelerden olumlu şekilde sonuç alınmıştır.

Yapılan bu çalışma sonucunda fren diski üretimi aşamalarında uygulanmış olan DAH tekniği ile üretim sürecinin her üç alternatifte de daha verimli hale getirilebileceği görülmektedir. Bu sonuçlar, DAH yönteminin, fren diski üretim sürecine ilaveten,

fabrikada üretilen diğer ürünlerin üretim süreçlerine de uygulanması ile maliyet, süre, müşteri memnuniyeti, hatasız ürün miktarı vb. bakımından daha etkin ve verimli çıktılara ulaşılacağını göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Acar, D., Ömürbek, N., & Eroğlu, A.H., 2006, Tam zamanında üretim sisteminin tekstil sektöründeki uygulama boyutları, *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(1), 21-40.
- Acar, N., 2003, Tam Zamanında Üretim, 6.Basım, MPM Yayınları, *Ankara*, 80-81.
- Adalı, M., R., Kiraz, A., Akyüz, U., Halk, B., 2016, Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalandırma tekniğinin kullanılması: büyük ölçekli bir traktör işletmesinde uygulama, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 242-251.
- Ahuja, I.P.S, J.S. Khanba, 2008, imalar productive maintenance: literature review and direction, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Akçaoğlu, Ö., 2012, “Değer akış haritalarında belirlenen darboğazların çözümü için bayes ağları ile senaryo üretimi: çamaşır makinesi fabrikasında bir uygulama”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Akdeniz, A., Aksaraylı, M., 2003, Bir imalat işletmesinde çok aşamalı üretim-stok planlaması, *Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 10(1), 11-30.
- Akgeyik, T., 2000, Teknolojik değişim; post-fordist eğilimler ve endüstri ilişkilerinde yeni arayışlar, *Çimento İşveren Dergisi*, 14(3), 3-16.
- Akgüneş, S., 2008, Rexam yönetim sisteminde yalın altı sigmanın yeri, 5S, SMED bilgi ve uygulama örnekleri, *Altı Sigma-Yalın Konferansları – Bütünsel Deneyim Paylaşımı Oturumları*, TMMOB, İzmir.
- Akıl, B., 2013, Kamu sektöründe 5S ve kaizen uygulamaları, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- Aktaş Haktanır, E., 2022, “Customer oriented new product design and analysis of design risks using fuzzy sets extensions”, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Alaca, H., 2010, Değer akış haritalandırma araçları ile değer zinciri analizi: beyaz eşya sektöründe bir uygulama, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Alanyüz, E., 2023, ‘‘ Zeytinyağı işletmesinde yalın üretimde değer akış haritalandırma uygulaması’’, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Alataş, E., 2015, Kaizen maliyetlemenin maliyet minimizasyonuna etkisi: bir ısıcam işletmesinde uygulama, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Alanya.

- Allen, J., Robinson, C., Stewart, D., 2001, *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*, Society of Manufacturing Engineering press, USA: Dearborn, Michigan, 174-175.
- Argun, İ. D., Çelik, S., 2023, Değer akışı haritalandırma yöntemiyle otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın teslimat süresinin azaltılması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 22(43), 94-112.
- Bass, I., 2007, *Six sigma statistics with Excel and Minitab*, Vol. 7, New York, NY, USA:: McGraw-Hill, 386.
- Başer, H., 2011, *Lean manufacturing, value stream mapping a case study in a production company*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Fatih Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Başlıgil Yırcalı, S. E., 2011, *An application of process management and process improvement*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Fatih Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Berber, İ., 2013, *Yalın üretim teknikleri, kaizen ve sektörel uygulamaları*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay.
- Bilici, S., 2019, *Değer akış haritalama yöntemi kullanılarak tekstil sektöründe yalın üretim uygulaması* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), *Yalova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü*, Yalova.
- Birgün, S., Gülen, K., Özkan, K., 2006, *Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama*, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 49-50.
- Coşkun E., 2023, “ Değer akış haritalama ve ayakkabı yan sanayisinde uygulanması”, *Yüksek Lisans Tezi*, *Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Karabük.
- Çetin, O., N. Altuğ., 2005, *Çevik Üretim, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 301-306.
- Dağ, H., İ., 2009, *Yalın üretime geçişte değer akışı analizi ve haritalandırma ile israf kaynaklarının belirlenmesi: güneş enerjisi kolektörleri üreten bir işletmede uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi), *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Dereli, T., Baykasoğlu, A., 2013, *Kalite ve hayata izdüşümleri*, 1. Baskı, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara.
- Ergüneş, E., 2014, *Gemi inşaatında yalın üretim ve değer akış haritalaması*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kocaeli.
- Eşme, S., İlhan, E., 2003, *Toplam verimli yönetim anlayışı ile ekipman verimliliğinin artırılması*, *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(7), 236-240.

- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., Probert, S. D., 2004, Implementing total productive maintenance in nigerian manufacturing industries", *Applied Energy*, 79(4), 385-401.
- Filiz, H., 2008, Yalın üretim tekniklerinden hızlı kalıp değişimi ve bir uygulama, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- Goetsch, D. L., Davis, S., Goetsch, D., Doğan, İ., Topoyan, M., Argun, N., 2016, Toplam kalite yönetimi-örgütsel mükemmellik için-: toplam kaliteye giriş, 7. Baskı, Çev. Ed. Özlem Doğan İpekligil, Mert Topoyan, *Nobel Akademik Yayınları*, İzmir.
- Goldratt, E. M., Cox, J., 2013, Amaç, Çev. Ayşe Bilge Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul.
- Gökçe, İ., 2006, Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.
- Gündoğdu E. 2002. Sipariş tipi üretim yapan bir mobilya fabrikasında değer akışı haritalandırma ile stok maliyetinin minimizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi), *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Hagemeyer, C., Gershenson, J. K., Johnson, D. M., 2006, Classification and application of problem solving quality tools: A manufacturing case study. *The TQM Magazine*, 18(5), 455-483.
- Han, C. F., Shen, X. S. 2006 China electrical manufacturing services industry values stream mapping collaboration. *Int. J. Flex Manuf Syst* (2006) 18:285-303
- Henderson, B., Larco, J., 1999, Lean transformation: how to change your business into a lean enterprise, A.B.D: *Richmond, Oaklea Press*, 41-44.
- Hiranabe, K., 2008, Kanban Applied To Software Development: From Agile To Lean, InfoQ.
improvement process, *Strojniški Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 5(55), 1-9.
- Jones, D., Womack, J., 2011, Bütünü Görmek, *Yalın Enstitü Derneği*, İstanbul.
- Kaewchaineim, R., Phusavat, K., 2011, Quality management control tool developmen for working with epc project, *2011 International Conference on Management and Service Science*, Singapore.
- Kahriman, M., 2013, Otomotiv endüstrisinde simülasyon bütünleşik değer akış haritalama uygulaması, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Kama, A., Doğan, N. Ö., 2021, Tedarik zincirinde değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması: imalat sektöründe bir değer akış haritalama uygulaması, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 91-99.

- Kanat, S., Güner, M., 2006, Tam zamanında üretim sisteminin tekstil ve konfeksiyon sanayine uygulanabilirliği, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 4(16), 274-278.
- Karakaya, M., 1997, Esnek üretim sistemlerinin maliyet bilgi sistemi üzerindeki etkileri ve bazı öneriler, *14-16 Mayıs 3. Verimlilik Kongresi*, Ankara: MPM Yayınları: 599, 389.
- Kaya, İ., Ağa, A., 2004, Kalite iyileştirme sürecinin yedi temel aracı ve motor-traktör imalatı yapan bir işletmede uygulanması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 447-468.
- Kiriş, M. 2021, ‘‘Değer akış haritalama ve bir üretim işletmesinde uygulaması’’, Yüksek lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Kovancı, A., 2011, Toplam kalite yönetimi fakat nasıl?, *Sistem Yayıncılık*, İstanbul.
- Kökten, E. S., 2021, ‘‘Değer akış haritalama yöntemi ile işletmelerde üretim kayıplarının azaltılması: Ahşap sektöründe bir uygulama’’ Doktora tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Krafçik, J. F., 1988, Triumph of the lean production system, MIT International Motor Vehicle Program.
- Kurt, Ş., 2010, Maliyet iyileştirmesinde kaizen yaklaşımı ve bir uygulama, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Limpert, R., 2011, Brake design and safety Third Edition, SAE international.
- Locher, D.A. 2008. Values Stream Mapping for Lean Development, CRC Press, New York, ISBN-13: 978-1-56327-372-8 (Softcover)
- Lovelle, J. (2001). ‘‘Mapping the Value Stream - Use Value-Stream Mapping to Reveal the Benefits of Lean manufacturing’’, *IIE solutions*, 33(2): 26-33.
- Mai, M., 2006, Kaizen, japonya’nın rekabetteki başarısının anahtarı, 6. Baskı, *Kalder Yayınları*, İstanbul.
- Marchwinski, C., 2011, Yalın kavramlar sözlüğü, 1. Baskı, Çev. Ayşe Soydan, Regaip Baran, *Optimist Yayınları*, İstanbul.
- Muchiri, P., Pintelon, L., 2008, Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International journal of production research*, 46(13), 3517-3535.
- Oakland, J. S., 2003, Statistical Process Control, *Butterworth Heinemann*, Oxford.
- Ohno, T., 2012, Toyota ruhu, toyota üretim sistemi’nin doğuşu ve evrimi, 5. Baskı, Çev. Canan Feyyat, *Scala Yayıncılık*, İstanbul.

- Okur, S., A., 1997, 2000'li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli: Yalın Üretim, *Söz Yayınları*, İstanbul, 25-40.
- Özçelik, F., Ertürk, H., 2010, Yalın üretim işletmeleri için değer akış yönetimi ve değer akış maliyetlemesi, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(29), 52-84.
- Özer, P.S., 2022, ‘‘Yalın üretim araçları uygulanarak alüminyum kablo üretim sürecinin iyileştirilmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özgürler Ş. 2007. Değer akışı haritalandırma ve CONWIP sistemine yönelik bir tasarım. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Pak, C., 1990, OEE master el kitabı, elektronik kitap.
- Perez, P., Sanchez, A., 2000, Lean production and supplier relations: a survey of practices in the aragonese automotive industry, *Technovation* 20, 665-676.
- Pimblott, J. G., 1990, Managing improvement—where to start, *In Quality Forum* 4(16), 165-173.
- Rooney, J. J., Heuvel, L. N. V., 2004, Root cause analysis for beginners, *Quality progress*, 37(7), 45-56.
- Rother, M., Harris, R., 2001, Sürekli akış yaratmak: yöneticiler, mühendisler ve üretim çalışanları için bir eylem kılavuzu, *Yalın Enstitü Derneği*, İstanbul.
- Rother, M. and Shook, J., (1999), Learning to See. Value stream mapping to create value and eliminate muda. The Lean Enterprise Institute Inc, USA.
- Salaam, H.A., How, S., B., Faisae, M., F., 2011, Productivity improvement using industrial engineering tools, *1st International Conference on Mechanical Engineering Research*, 1-6.
- Singh, R., Gohil, A., Shah, D., Desai, S., 2013, Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: a case study, *Procedia Engineering*, 51, 592-599.
- Sokovic, M., Jovanovic, J., Krivokapic, Z., 2009, Basic quality tools in continuous improvement process. *Strojniški vestnik*, 55(5).
- Tagesson, K., 2014, Truck steering system and driver interaction, Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
- Taylor, F. W., 2013, Bilimsel yönetimin ilkeleri, 6. Baskı, Çev. Bahadır Akın, *Adres Yayınları*, Ankara.

- Tazegün, A., 2009, Toplam verimli bakım ve çimento sektöründe uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Tekin, İ., 2009, Üretim kayıp maliyetlerinin belirlenmesi ve bir uygulama, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Tekin, M., Yalçın Tekin, T., Koyuncuoğlu, Ö., Tekin E., 2015, Implementation of lean manufacturing philosophy and techniques in a textile business, *International Interdisciplinary Business- Economics Advancement Conference*, USA, Florida, 213.
- Tekin, M., Zerenler, M., 2007, Esnek işletme, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara.
- The Deming Institute, Transforming Japanese Industry With Honor And Respect, <https://deming.org/deming-the-man/timeline> [Ziyaret Tarihi: 25 Nisan 2024].
- Topoyan, M., Bilgin Sarı, E., 2016, İyileştirme faaliyetlerinin yapılacağı öncelikli makinelerin seçimi için değiştirilmiş bir pareto yaklaşımı, *Uluslararası Katılımlı Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul.
- Wittenberg, G., 1994, Kaizen-the many ways of getting better, *Assembly Automation*; 4(14), 12-17.
- Womack, J., Jones, D., 2016, *Yalın Düşünce*, Çev. Oygur Yamak, *Optimist Yayın Dağıtım*, İstanbul, 17-77.
- Womack, J., Jones, D., Ross, D., 1990, Dünyayı Değiştiren Makine, Çev. Osman Kabak, İstanbul, *Panel Matbaacılık*, 16-70.
- Womack, J., Jones, D. and Roos, D. (1990) The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry. Free Press, New York.
- Yüksel, E., 2000, Yalın üretim ve bazı yalın üretim teknikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği, İstanbul.
- Yükselen, C., 2012, "Yalın Düşünce ve Yalın Üretim, Jidoka", Yayınlanmış Makaleler, Yalın Üretim Serisi-3, Ankara.