KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMİZLİK KAĞIT ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİYLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

SEVİM DEMİR

KOCAELİ 2024

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMİZLİK KAĞIT ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİYLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

SEVİM DEMİR

Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI **Danışman, Kocaeli Üniv.**	**.....**
Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN **Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**	**.....**
Prof. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN **Jüri Üyesi, Balıkesir Üniv.**	**.....**

Tezin Savunulduğu Tarih: 26.09.2024

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

■ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/altyapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Sevim DEMİR

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki makale, kitap, tebliğ, lisans, patent gibi çalışmalarda kullanımı, danışmanımın isim hakkı saklı kalmak koşuluyla ve her iki tarafın bilgisi dâhilinde bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***"Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

■ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Sevim DEMİR

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yalın üretim, günümüz koşullarında fabrikalarda vazgeçilmez bir çalışma sistemi haline gelmiştir. Günümüz koşullarında artan rekabetle birlikte, fabrikalar sıfır hatayla çalışmayı prensip haline getirmiş ve sağlanan optimum çalışma ortamı; fabrikalara daha iyi çalışma koşulları, sürekli artış içinde olan verimlilik ve kar sağlamıştır. Bu çalışmada, pek çok sektörde kullanılan Değer Akış Haritalama yöntemi temizlik kağıdı üretim sektöründe uygulanarak sonuçları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın başlangıç ve sürdürülme aşamalarında desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocamız Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI'ya, ve fabrika çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos – 2024 Sevim DEMİR

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
2. YALIN ÜRETİM 3
2.1. Yalın Üretimin Amacı 4
2.1.1. Sıfır Hata 4
2.1.2. Sıfır Envanter 4
2.1.3. Sıfır Hazırlık Zamanı 6
2.1.4. Sıfır Çevrim Zamanı 6
2.2. Yalın Üretimde Temel Yedi İsraf 6
2.2.1. Aşırı Üretim 7
2.2.2. Bekleme 7
2.2.3. Taşıma 7
2.2.4. Aşırı İşlem 7
2.2.5. Aşırı Stokla Çalışma 8
2.2.6. Üretime Yönelik Olmayan Faaliyetler 8
2.2.7. Hatalı Ürünler 8
2.3. Yalın Üretimin İlkeleri 9
2.3.1. Değer 9
2.3.2. Değer Akışı 9
2.3.3. Akış 9
2.3.4. Çekme Sistemi 10
2.3.5. Mükemmellik 10
2.4. Yalın Üretim Sisteminin Faydaları 10
2.5. Yalın Üretimin Yöntemleri 11
2.5.1. Tam Zamanında Üretim-JIT 11
2.5.2. Kanban Sistemi 12
2.5.3. Karışık Yükleme ve Üretim Proseslerinde Düzenlilik 13
2.5.4. U-Hatları 14
2.5.5. Makineler ve Atölyeler Arası Senkronizasyon (Eş Zamanlılık) 15
2.5.6. Poka-Yoke (Hata Önleyici Düzenekler) 16
2.5.7. Deney Tasarımı 17
2.5.8. Kalite Çemberi 18
2.5.9. Toplam Üretken Bakım 19
2.5.10. Tek Parça Akışı (One-Piece Flow) 21
2.5.11. Otonomasyon (Jidoka) 21
2.5.12. Smed (Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme) 22
3. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA 23
3.1. Değer Akış Haritalama Adımları 23

3.2. Değer Akış Haritalama Sembolleri 25
3.3. Değer Akışında Kullanılan Ölçütler ve Gerekli Bilgiler 29
3.4. Değer Akış Haritalama Avantajları 30
4. LİTERATÜR TARAMASI 32
5. UYGULAMA 35
5.1. Ürün Ailesinin Seçimi 35
5.2. Mevcut Durum Analizi 36
5.3. Detaylı İnceleme 42
5.4. Gelecek Durum Analizi 42
5.4.1. SMED Çalışma 43
5.5. Değer Akış Planı ve Uygulama Karşılaştırması 48
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 52
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 55
ÖZGEÇMİŞ 56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Yalın Üretimde 7 İsraf Kaynağı 6
Şekil 2. 2. Üretim Hücrelerinde U-Tipi Yerleşim 14
Şekil 3. 1. Değer Akış Haritalama Yönteminin Adımları. 23
Şekil 5. 1. ABC Analizi Satış Adedi Grafiği 35
Şekil 5. 2. Kağıt Üretim Prosesi 36
Şekil 5. 3. Dublaj Prosesi 37
Şekil 5. 4. Sarma Prosesi 38
Şekil 5. 5. Mihver Boru Prosesi 38
Şekil 5. 6. Kesme Prosesi 39
Şekil 5. 7. İlk Ambalaj Prosesi 39
Şekil 5. 8. Son Ambalaj Prosesi 40
Şekil 5. 9. Değer Akış Haritalama Mevcut Durum Haritası 41
Şekil 5. 10. Değer Akış Haritalama Gelecek Durum Haritası 47

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3. 1. Değer Akış Haritalama Sembolleri 25
Tablo 5. 1. Sağma 1 Ünitesi Mevcut Durum Setup Gözlem Formu 44
Tablo 5. 2. Sağma 2 Ünitesi Mevcut Durum Setup Gözlem Formu 44
Tablo 5. 3. Sağma 1 Ünitesi İyileştirme Sonrası Setup Gözlem Formu..... 45
Tablo 5. 4. Sağma 2 Ünitesi İyileştirme Sonrası Setup Gözlem Formu..... 46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

KK	: Kalite Kontrol
KYM	: Kritik Yol Metodu
PUKÖ	: Planla-Uygula-Kontrol et-Uygula
ROI	: Return on Investmen (Yatırımların Geri Dönüşü)
SH	: Sıfır Hata
SMED	: Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)
SKK	: Sıfır Kalite Kontrol
TK	: Tuvalet Kağıdı
TKK	: Toplam Kalite Kontrol
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TVB	: Toplam Verimli Bakım
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
5S	: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (Ayıklama, Düzen, Temizlik, Standardizasyon, Disiplin)

TEMİZLİK KAĞIT ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİYLE SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

ÖZET

Son yıllarda rekabetin iş dünyasında yoğunlaşması, firmalar için hem bir fırsat hem de bir tehdit oluşturmaktadır. Müşterinin söz sahibi olduğu günümüz iş ortamında, firmalar rekabet avantajı sağlayabilmek için esnek iş süreçlerine sahip olmak durumundadır. İşletmeler bu amaçlara ulaşabilmek için son dönemlerde yalın üretim tekniklerini yaygın olarak kullanmakta ve üretim süreçlerini iyileştirmektedir. Yalın üretimin prensiplerinden biri de değer akış haritalama yöntemidir. Değer akış haritalama çalışması bir işletmede hammadde girişinden, ürünün müşteriye sevkine kadar uygulanan tüm süreç adımlarını kapsar. Değer akış haritalama yönteminde öncelikle uçtan uca operasyonel tüm süreçler analiz edilerek mevcut durum haritası oluşturulmakta, mevcut durumdaki darboğazlar üzerinde çalışılarak iyileştirme fırsatları değerlendirilmekte ve bu fırsatlar doğrultusunda gelecek durum haritası çıkartılarak yüksek etkinlik, verimlilik ve kaliteye sahip süreçler tasarlanmaktadır. Bu tez çalışmasında yalın üretim sistemine sahip bir işletmede, Değer Akış Haritalama yöntemiyle, ürün bazında A tuvalet kağıdının üretim sürecine ilişkin tüm işlem ve aktiviteler sorgulanarak iyileştirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Değer, Değer Akış, Hızlı Kalıp Değişimi, Yalın Üretim Sistemi.

PROCESS IMPROVEMENT STUDY USING VALUE STREAM MAPPING METHOD IN THE TISSUE PAPER PRODUCTS INDUSTRY

ABSTRACT

The intensification of competition in the business world in recent years poses both an opportunity and a threat for companies. In today's business environment, where the customer has a say, companies must have flexible business processes in order to gain competitive advantage. In order to achieve these goals, businesses have recently widely used lean production techniques and improved their production processes. One of the principles of lean production is the value stream mapping method. Value stream mapping study covers all process steps applied in a business, from raw material entry to the shipment of the product to the customer. In the value stream mapping method, first of all, all end-to-end operational processes are analyzed to create a current state map, by working on the current bottlenecks, improvement opportunities are evaluated, and in line with these opportunities, a future state map is created and processes with high effectiveness, efficiency and quality are designed. In this thesis work, improvements were made by investigating all processes and activities related to the production process of toilet paper A on a product basis that using the Value Stream Mapping method in a company which has lean production system.

Keywords: Value, Value Flow, Smed, Lean Manufacturing System.

1. GİRİŞ

Günümüz rekabetçi iş ortamında, şirketler sürekli olarak maliyetleri düşürmeye, verimliliği artırmaya ve müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarmaya odaklanmaktadır. Bu hedeflere ulaşmanın etkili yollarından biri de Yalın Üretim felsefesini benimsemek ve uygulamaktır. Yalın Üretim, Toyota Üretim Sistemi'nden ilham alarak geliştirilmiş bir yönetim felsefesidir ve iş süreçlerinde israfı (muda) minimize etmeyi, kaynakları en verimli şekilde kullanmayı amaçlar.

Yalın Üretim'in temel araçlarından biri olan Değer Akış, iş süreçlerini anlama, analiz etme ve iyileştirme için güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Değer Akış Haritalama, bir işletmenin veya bir iş sürecinin tüm adımlarını ve bunların birbirleriyle ilişkisini görsel olarak açıklayarak işletmeye derin bir bakış sağlar. Bu yöntem, iş süreçlerindeki israfı ve gereksiz aktiviteleri belirlemeye yardımcı olarak, süreçlerin daha verimli hale getirilmesini sağlar.

Değer Akış Haritalama, iş süreçlerinin şeffaf bir şekilde görünür kılınmasını sağlayarak, operasyonel mükemmellik için kritik adımların belirlenmesine olanak tanır. Bu sayede, işletmeler hem süreçlerindeki potansiyel kayıpları azaltabilir hem de müşteri odaklılığı artırarak rekabet avantajı elde edebilirler.

Bu tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm çalışmanın konusu ve akışı hakkında bilgi verilen giriş bölümüdür.

İkinci bölümde Yalın Üretim hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. Yalın üretimin tanımı, tarihçesi, amacı, ilkeleri ve yöntemleri anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde Değer Akış Haritalama yöntemi anlatılarak yöntemin uygulama aşamaları, yöntemde kullanılan semboller, gerekli ölçütler ve avantajlar gibi detaylı bilgilere yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde “Değer Akış Haritalama” yöntemine ait literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Bu yönteme ait farklı sektörlerde uygulanan çalışmalar incelenip derlenmiştir.

Beşinci bölümde çalışma konusu olan “Değer Akış Haritalama” yönteminin kağıt üretimi yapan bir firmadaki uygulamasına yer verilmiştir. Bölümde çalışmanın yapıldığı ürün

ailesi seçilmiş ve seçilen ürün grubuna ait proses akışları anlatılmıştır. Ardından yöntemin aşamaları doğrultusunda A tuvalet kağıdı ürününe ait mevcut durum analiz edilerek üretimdeki dar boğaz ve kayıplar tespit edilip süreci iyileştirecek öneriler verilmiştir. Üretim kayıplarının ortadan kaldırılması için smed çalışmaları yapılmış ve verimsiz süreler minimuma indirilmiştir. Verilen öneriler ve uygulanan çalışmalar sonrasında gelecek durum haritası çıkarılarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümü olan sonuç ve öneriler kısmında "Değer Akış Haritalama" yöntemine ait elde edilen bilgiler derlenerek uygulama çalışmasının sonuçlarından bahsedilmiştir.

2. YALIN ÜRETİM

Yalın üretim, üretimde meydana gelen israfları yok etmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Temel amacı üretim hızını arttırıp, akış sürelerini minimuma indirerek kalite, maliyet, lojistik performansı gibi konuları iyileştirmeyi amaçlar.

En kısa ifadeyle yalın üretim; "Minimum kaynakla, en az sürede, en az maliyetli şekilde ve sıfır hata ile üretimi, müşteri isteği doğrultusunda yüzde yüz uygun ve cevap verebilecek şekilde, israfları minimuma indirgenmiş ve bütün üretim kalemlerini en esnek düzeyde kullanıp, potansiyellerinin hepsinden faydalanıp nasıl gerçekleştiririz?" sorularına yanıt aramaktadır.

Yalın üretimi temsil eden yönetim ve üretim sistematiklerinin temel prensipleri, ilk defa 1950'lerde Toyota'dan Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno'nun liderliğinde atılmıştır. Toyoda ailesinin lideri Sakichi Toyoda, 1910'da Amerika seyahatinde otomobillerin geleceğini görmüş ve aile otomobil şirketine yatırım yapmıştır. Taiichi Ohno, Toyota Üretim Sistemi'nin fikir önderi olarak, yöneticileriyle birlikte Amerika'ya yaptığı gezide yalın üretim tekniklerine ilk adımı atmıştır. Hedefleri, Amerikan şirketleriyle rekabet edebilecek seviyede üretim yapmaktır. Ancak gözlemledikleri sistem, Henry Ford tarafından geliştirilen ve hala kullanılan kitlesel üretim tarzıdır. Bu sistem, talebin düzenli olduğu zamanlarda uygundur ancak Taiichi Ohno tarafından kabul edilmemiştir. Taiichi Ohno ve ekibi daha sonra Toyota Üretim Sistemi adı altında kalite, etkinlik ve verimlilik çalışmalarına başlamışlardır (Okur, 1997).

İşletmeler, kısa süre içinde önemli sonuçlar elde etmeye başlamışlardır. Örneğin:

• 1980'lerin başlarında, Toyota Motor Şirketi, Batı'daki rakiplerinden yaklaşık 10 kat daha az işçi ile dünya üreticileri arasında ikinci sıraya yükselmiş, araç üretiminde 3.5 milyon birimle öne çıkmıştır.
• General Motors'un 1987'deki fabrikalarında bir aracın montajı ortalama 31 saat sürerken, Toyota'da bu süre yaklaşık 16 saatti ve hata oranı oldukça düşüktü.
• General Motors'da her 100 araçta 145 hata oluşurken, Toyota'da bu sayı 45'e kadar düşmüştür.
• Büyük pres makinelerinde kalıp değiştirme süresi 8 saatten 3 dakikaya düşürülmüştür.

• Japonya'da daha uzun mesai saatleri ve sürekli iyileştirme teknikleri anahtar faktörlerdir. 1940'larda Toyota Amerikan otomobil şirketleriyle rekabet etmeyi düşünürken, 1980'lerde Amerika Japonlarla rekabet etmeye başlamıştır.

2.1. Yalın Üretimin Amacı

Yalın üretimin ana hedefi, israfı azaltmaktır. Bu israf, katma değer sağlamayan unsurları içerir. Üretim sürecinin her aşamasında bulunan hammadde, yarı mamul ve nihai ürün stokları ile satın alınan veya üretilen parçalardaki kabul edilemez kalite seviyeleri, en büyük israf kaynaklarıdır. Yalın üretimde, her aşamada israfı azaltmak için iki ana hedef belirlenmiştir. Bunlar;

• Hammadde, ara ürün ve nihai ürün düzeyinde stokları sıfıra indirme,
• Üretilen ve satın alınan parçalarda sıfır hata hedefi.

Yukarıdaki iki hedef ulaşılması gerçekte imkansız olan hedeflerdir. Burada önemli olan bu imkansız hedefler doğrultusunda devamlı iyileştirmek için çabalamak ve bu yolda israfı engelleyip maliyetleri azaltabilmektir.

2.1.1. Sıfır Hata

Belli düzeylerdeki hatayı engellemek imkansızdır. Geleneksel üretimde önce hata oranlarına bakılıp, değerlendirilir, bu hatalar kabul edilebilir düzeyde olup olmadığı konusunda gerekli kontroller yapılır. Aşağıdaki iki yöntemle ölçülebilir:

• Kabul edilebilirlik testi, örneklem yöntemiyle gerçekleştirilir.
• Ortalama israf miktarı belirlenir.

Yalın Üretim ise başlangıçta ortaya çıkabilecek ve sonunda gerçekleşebilecek sorunların nedenlerini minimuma düşürmek için çalışır.

2.1.2. Sıfır Envanter

Üretim sistemlerinde envanter, önemli bir unsur olarak kabul edilir. Geleneksel üretim yaklaşımına göre, envanterin varlığı güvenli bir imalat ortamı sağlar ve makinelerin en verimli düzeyde üretim yapmasını destekler.

Yalın üretim hedefleri arasında envanter tutulmadan üretim bulunmaktadır. Envanter, üretim sisteminde eksik tasarımı, yetersiz bağlantı ve operasyonu temsil eder.

Sanayide, imalatı durdurmamak amacıyla stok tutarak imalat tercih edilir. Bu tercih ile bazı sorunlarla karşılaşılabilir (Womack and Jones, 1998):

• Stok bulundurma maliyetleri, ürünün üretim maliyetlerine eklenir.
• Beklemelerin (katkısı olmayan süreçlerin) artması gözlemlenir.
• Değişiklik yapıldığında bu durumu yönetmek daha zor hale gelir.
• Kalitenin izlenebilirliği ve kontrol edilmesi zorlaşır.
• Görsel yönetim uygulamak zorlaşır.
• İstasyonlar arasındaki iş yükleri dengesizleşir.
• Müşterinin talep ettiği dinamikliği, maliyetlerden ve/veya rekabet alanında ödün verilmeden ulaşılamaz.
• Fazla stok prosesteki sorunları örtbas eder ve genellikle çözüm yolları için çaba gösterilmez.
• Yönetim, günlük ve acil aksiyon alınması gereken durumlarla uğraşmak için büyük çaba sarf eder.
• Müşteri taleplerinin değişkenlik gösterdiği durumlarda, ani istek taleplerine hızlı hızlı aksiyon almak zorlaşır.

Aynı zamanda çok fazla stok tutmak, aşağıdaki sorunların fark edilmemesine neden olabilir;

• Üretilen ürünlerde kusur
• Üretim kalitesi sorunları
• Güvenilirlik eksikliği
• Tedarikçi sorunları
• Makinelerdeki arızalar
• Ürün bozulması
• Verimlilik düşüklüğü
• Layout sorunları
• İyi tasarlanmayan prosesler
• İmalat süreçlerinin kısa olmaması

• Ön hazırlık zamanlarının fazlalığı

2.1.3. Sıfır Hazırlık Zamanı

Geleneksel düşünceye göre, hazırlık sürelerinin kaçınılmaz olduğuna ve bu sürenin en aza indirilemeyeceğine inanılır. Gelenekselleşmiş ekonomik yapı, üretim miktarı ve formülleri belirlerken, hazırlık sürelerinin maliyetlerinin envanter maliyetleriyle değiştirildiği bir modeli benimser. Yalın düşünce ise hazırlık sürelerinin en aza indirilmesinin önemini vurgular. Hazırlık süresi en aza indirilebildiğinde, optimum üretim seviyesine ulaşılabilir. Üretim hattında bir modelden diğerine geçiş yapılırken geçen sürenin minimum olması gerektiği vurgulanır. Yalın üretim yaklaşımına göre, bu hazırlık süresi, makine ve işçilerin boşta beklemesine neden olan bir kayıptır.

2.1.4. Sıfır Çevrim Zamanı

Yalın üretimde çekme sistemi uygulandığı için küçük gruplarda imalat yapılır ve hazırlık süreleri kısadır. Bundan dolayı üretim sistemlerinin tasarlanmasında esneklik esas alınmıştır. Bir ürünü üretmek için geçen zaman çevrim süresini niteler ve bu süre minimum olmalıdır.

2.2. Yalın Üretimde Temel Yedi İsraf

İmalat sistemlerinde, Taichi Ohno tarafından Toyota'da tanımlanan ve ilk kez P.J. Womack ve D.T. Jones'un bir kitapta yayımladığı temel yedi israf bulunmaktadır. Bu israf başlıkları Şekil 2.1.'de gösterilmiş olup detayları aşağıdaki gibidir:



Şekil 2. 1. Yalın Üretimde 7 İsraf Kaynağı (Tepeli 2012)

2.2.1. Aşırı Üretim

Aşırı üretimin en önemli sebebi, bir sonraki adımın ihtiyacından çok daha fazla üretim yapmasıdır. Bu durum üretim istasyonlarında envanter stoklarını oluşturmaktadır. Üretim istasyonları arasında oluşan bu fazla envanterler, üretimi olumsuz etkiler ve bütün sisteme zarar verir. Müşterinin ve/veya bir sonraki prosesin ihtiyacı olduğu malzemeyi tam zamanında ulaştırabilmesi için o süre zarfında üretim gerçekleştirilmelidir. Ancak işletmeler çoğunlukla ihtiyaç olan talebi karşılayabilmek amacıyla ve gerçekleşebilecek sorunları göz önünde bulundurarak güvenlik stoğu tutarlar. Böylece üretim hattında bir duruş yaşanmasını engellenmiş olur.

2.2.2. Bekleme

Üretim hattında işgücü ve makinenin durduğu her dakika zaman kaybı olarak nitelendirilir. Bu sebeple az kapasite ile çalışılması söz konusudur. Bekleme süresinin nicel hale getirilmesi oldukça zordur. Çünkü bu süre, üretimde çalışan operatör tarafından saklanır. Oysa verimlilikteki yükseliş için, makine ve işgücünün verimli kullanımı şarttır.

2.2.3. Taşıma

Taşıma, katma değeri olmayan ve büyük bir israf kaynağı olan bir faaliyettir. Ürünlerin farklı işlem gereksinimleri olan koşullarda veya farklı stoklama noktaları arasında taşınması gerekebilir. Taşıma, ek işgücü, stoklama alanı ve artan maliyetlerle sonuçlanabilir. Fabrika yerleşiminde, işlemler yakınlaştırılarak düzenlemeler yapılabilir, böylece taşınan miktarlar ve tekrarlar azaltılabilir. Bu tür düzenlemeler, önemli ölçüde israfı azaltabilir.

2.2.4. Aşırı İşlem

Sadece proses bir başına israf sebebi olarak değerlendirilebilir. Ürün kalitesinde artış ve proses sürelerinde azalış sağlanabilmesi için prosesler üzerinde bir takım iyileştirmeler yapılması gerekir. Proses sayısını azaltma ise, israfın önüne geçmek için önemli bir adımdır.

2.2.5. Aşırı Stokla Çalışma

Genellikle, aşırı stok bulundurma eğilimi, üretimdeki sorunları, örneğin ekipman veya araç arızaları, uzun hazırlık süreleri ve prosesler arasındaki koordinasyon eksiklikleri gibi faktörleri gizlemeyi amaçlar. Stok miktarları arttığında, bu tür sorunlar fark edilmeyebilir. Ancak, aşırı stok tutma, sorunların var olmadığına dair yanıltıcı bir izlenim yaratır ve üretim maliyetlerini artırır. Bunun yerine, stok miktarlarını azaltarak olası sorunları belirlemek ve çözmek önemlidir. Tedarik, üretim ve koordinasyon konularında gerekli adımların atılması ve yalın üretim ilkelerine uygun olarak hareket etmek, aşırı stok oluşumunu önleyebilir.

2.2.6. Üretime Yönelik Olmayan Faaliyetler

Üretim amaçlı olmayan ancak üretim için gereken bazı faaliyetler ve gereksiz hareketler, israf olarak kabul edilir. Örneğin, bir işçinin malzeme aramak için zaman harcaması, uzak mesafeleri yürümesi veya el-kol hareketleri, katma değer sağlamayan gereksiz aktivitelerdir. İşin basitleştirilmesi ve metodoloji çalışmaları, bu tür israfları en aza indirmek için kullanılabilecek en etkili yöntemlerdir.

2.2.7. Hatalı Ürünler

Hatalı parçaların gerçek maliyetlerini hesaplamak oldukça zordur çünkü hurda miktarı, işçilik ve envanter maliyetlerini içerirler. Bu maliyetler genellikle tahmin edilenden daha yüksektir ve bu maliyetlerin sebeplerini araştırmak ve çözüm yolları bulmak önemlidir. Ayrıca üretim sistemlerinde yaşanan problemler, aksamalar ve zamanında teslimat yapılamaması gibi sorunlar da görünmeyen maliyetler oluşturur. Üretim akışındaki kesilmeler ve kalite sorunları, israfın temel kaynağıdır. Ayrıca, aşağıdaki unsurlar da önemli israf kaynakları olarak kabul edilir:

• Büyük partiler halinde üretim.
• Proses hazırlık süreçlerinin yeterli olmaması ve proses değişimlerinin kısa sürede bitmemesi.
• Üretim performansında hedef düşüklüğü ve boş bekleyen ekipmanlar.
• Ekipman düzeninin proses gereksinimlerini karşılamaması.
• Yetersiz dokümantasyon ve performans standartları.

• Yetersiz bağlantı ve kontrol.

2.3. Yalın Üretimin İlkeleri

Yalın düşünce, israfı değere dönüştürmeyi amaçladığı için bu amaca yönelik çalışmalara hızlı bir şekilde geri bildirim vererek etkin sonuçlar elde etmek için yol gösterir.

Yalın üretimde; makine ve otomasyon sistemleri yüksek düzeyde esnek olmalı, çalışan işçi ve ekiplerin bilgilerinin güncelliği korunması için düzenli eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Bunun sebebi üretim sistemlerinde farklı ürünler üretilmektedir. Yalın üretim sisteminde, piyasadan doğabilecek taleplere hızlıca cevap verebilmek için yöneticilerden operatöre ve tedarikçilere kadar tüm çalışanlar birleştirilir. Farklı bir deyişle yalın üretim, insanların çalışma stiline yön verir. Yalın yaklaşım ilk olarak herkesin "sistemin tümünü" görmesine yardımcı olacak ortak bir dil oluşturur ve sistemin tümüne etkisi olacak iyileştirmeler yapar (Erkek, 2008).

2.3.1. Değer

Değer kavramı müşterinin isteklerini karşılayan, bilerek veya bilmeyerek yararlandığı, istediği anda ve mekanda sahip, karşılığını ödemeye niyetli olduğu ürün veya hizmettir. Yalın düşüncenin başlangıç noktasıdır. Değerin, müşteri kendi perspektifinden bakarak müşteri ve üretici birlikte tanımlar. Değerin oluşturulduğu akış üstünde var alan her şirket değeri kendi bünyesindeki ihtiyaçları farklı şekilde tanımlar.

2.3.2. Değer Akışı

Değer akışı, ham maddelerin ürüne dönüşüm sürecindeki tüm adımları içerir. Değerin tanımlanması ve değer akışındaki israfın belirlenmesinin ardından, geriye kalan katma değer oluşturan aşamaların ardışık ve sürekli bir akışının sağlanması amaçlanır.

2.3.3. Akış

Müşterinin istemediği ürünlerin zorla satılması yerine, müşterinin talep ettiği ürünleri istediği zaman çekebilmesi, birçok israfı ortadan kaldırabilir. Sürekli bir akış sağlandığında, sipariş alma, ürün geliştirme ve fiziksel üretim işlemleri çok daha kısa sürede tamamlanabilir. Bu, müşterinin istediği ürünleri tam olarak istediği zaman

tasarlama, düzenleme ve üretme imkanı sağlar.

2.3.4. Çekme Sistemi

Değerin son tüketici tarafından kaynağından çekilmesini öngörür. Çekme, müşteri talebi olmadan hiçbir şekilde üretim yapılmaması anlamına gelir. Çekme ilkesi, son müşterinin belli bir ürünü talep etmesiyle başlar, ürün müşteriye gidene kadar geçen sürede her istasyon bir önceki istasyonun talebi ile üretim yapar. Çekme sistemli üretim yapıldığında stok yapmaya gerek kalmaz, istenmeyen üretimin sebep olduğu hurda ve boşluklar engellenir.

2.3.5. Mükemmellik

Yalın üretim düşüncesiyle işgücü yapısındaki verimlilikte, işin tamamlanma süresinde, stoklarda, müşteriye ulaşan kalite problemi olan ürünler ile hurda oranlarında, ürünü piyasaya sunma süresi gibi parametrelerin hepsinde gözle görülür iyileştirmeler olur.

Değerin tanımı doğru yapılıp, üretimden katma değeri olmayan adımlar çıkarıldıktan sonra tüm süreçte çaba, zaman, yer, maliyet ve hataların azaltılması gibi konularda sorun olmadığı görülür. Akış devamlı iyileştirildikçe çekme sistemi daha iyi çalışacağı için süreç bir önceki durumdan her zaman daha iyi olacaktır. İsrafların sistemden çıkarılması sonucunda toplam akış zamanında, ürün geliştirmede 50%, sipariş işlemede 75% ve var olan üretimde 90%'lara varan iyileşmeler sağlanır (Womack ve Jones, 2003).

2.4. Yalın Üretim Sisteminin Faydaları

• Yalın üretim sisteminde kaynakları optimum düzeyde kullanarak maksimum değer yaratmak ve israfı yok etmek hedeflenir.
• Maliyetleri azaltır, işçi ve makine konularında verimlilik artışı sağlanır.
• Müşteri memnuniyetini artırma rolü üstlenir ve müşterilerin kendi iş süreçlerine daha uygun, yüksek kaliteli ve maliyet etkin ürün ve hizmetlere erişimini sağlar.
• Piyasa şartlarına uyum sağlama potansiyeli sunar.
• Nakit akışını hızlandırır, işletmenin karlılığını ve rekabet gücünü artırır.
• Yalın üretim sistemini benimseyen şirketler, hammadde ve ara stok seviyelerinde önemli iyileşmeler kaydeder (Okur,1997).

2.5. Yalın Üretimin Yöntemleri

Yalın üretim anlayışında, müşterinin üretim taleplerini minimum kaynakla, en kısa sürede, en az maliyetle ve sıfır hatalı ürün olarak karşılanmasını amaçlar. Yani, hatasız, tam istenilen zamanında, küçük partiler şeklinde, maksimum çeşitlilikte üretimi öngörür.

Yalın üretimde kullanılan metodolojiler aşağıda açıklanmıştır.

• Tam Zamanında Üretim.
• Kanban Sistemi
• 5S
• Makineler Arası Senkronizasyon
• U-Hatları
• Poka-Yoke
• Toplam Üretken Bakım
• Kalite Çemberleri
• Karışık Yükleme ve Üretim Proseslerinde Düzenlilik
• Tek Parça Akışı
• Hızlı Kalıp Değişimi

2.5.1. Tam Zamanında Üretim-JIT

JIT (Just-in-Time) sistemleri bugünün koşullarında üretim sektörünün yanında diğer tüm sektörlerde de kullanılmaya başlamıştır. Ürün üzerinde katma değer yaratmayan taşıma ve stok gibi faaliyetleri olabildiğince minimuma indirmek birim ürün maliyetini düşürecektir. Bu sebeple üretimin her adımında, stoksuz çalışmayı hedefleyen JIT anlayışın kullanılması, firmaların minimum maliyetli üretim amaçlarını destekleyecektir (Santos ve diğ., 2006).

JIT müşterinin talebi, gereksinim duyulan ürünün, minimum miktarda malzeme, teçhizat, işgücü ve yer kullanarak, gereksinim duyulan anda, gereksinim duyulan miktarları üretme yöntemidir. Üretim sistemi içerisinde aksamaları göz ardı etmeyen bir sistem oluşturur, üretimde israfı minimuma indirir, akış zamanını kısaltır.

JIT üretimin özellikleri şunlardır:

• Operasyon adımları baz alınarak makinelerde sıralamalar yapılır.
• Az yer kaplayan ve az maliyetli teçhizat vardır.
• Tek parça akış üretimi olur.
• Çok yönlü işgücü sağlanır.
• Kolayca üretimde kullanılabilir hale getirilebilen veya çıkartılabilen operasyon adımları bulunur.
• U tipi hücresel yerleşim düşünceleri vardır.
• Takt zamanına göre planlanmış üretim olur.
• Standartlaştırılmış ve tanımlanmış operasyonlar bulunur.

2.5.2. Kanban Sistemi

Kanban, Japonca'da "kart" anlamına gelir. Üretim ve ürün akışını yönetmek için kullanılan bir bilgi sistemidir; üretim süreçlerinde hangi malzemenin, ne zaman, ne kadar üretileceğini ve nereye sevk edileceğini belirtir. Kanban sistemi sayesinde ürün ve bilgi akışı birlikte ele alınır, ek stok yönetimine gerek kalmaz, aşırı üretim önlenir ve israf en aza indirilir; bununla birlikte, kaynak tüketimi minimum seviyede kalır. Kanban yaklaşımı, JIT ortamında malzeme hareketlerinin kontrol edilmesi ve üretim faaliyetlerinin planlanması için bir kontrol yöntemi olarak tanımlanabilir (Aksin ve Goldberg, 2002).

Üretimde "Çekme" modeli, bir sonraki adımın, ihtiyaç duyduğu parçaları, ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda alması anlamına gelir. Çekme sistemi, bir sonraki üretim adımındaki bir işçinin, kendi üretimi için o anda ihtiyaç duyulan malzemeyi "çekmesine" dayanır; bu, "İtme" sisteminin tam tersidir. Çekme sisteminin malzemeyi çekmesi, bir yandan bir önceki istasyon için "yeni üretime başla" sinyali verirken, diğer yandan yeni üretim için miktar ve çeşitlilik bilgilerini belirtir. Herhangi bir üretim adımında, ancak talep edilen miktar ve çeşitte ürün üretilir. Aynı ilişkiler, diğer ardışık istasyonlar için de geçerlidir. Dolayısıyla, hiçbir üretim adımı, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki iş merkezinden alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez ve hiçbir zaman üretim, talep edilenden fazla veya farklı olmaz. "Çekme" sisteminin başlangıç noktası son montaj hattıdır. Bu montaj hattından başlayarak parçalar, iş merkezinden diğerine, yan sanayiden ana sanayiye doğru çekilir. Kanban, bu sistemin akışını sağlayan bir mekanizmadır.

Kanban sisteminin yarattığı avantajlar çok fazladır. Kanban sisteminin getirisi basit ve kolay anlaşılabilir bir süreç sağlamasıdır. Bilgi akışı nedeniyle az maliyetler ve değişime hızlı ayak uydurma avantajları sağlamaktadır. Süreçlerde kapasiteyi aşan fazlalıklar belirlenir ve buna yol açan sorunlar, hatalar hemen tespit edilir. Üretimdeki her adımın görünebilirliğini ve takip edilebilirliğini arttırarak aşırı üretim engellenir, israf (muda) azaltılır. Çalışanlara kendilerini geliştirmeleri için yetki ve sorumluluk verilir (Orbak ve Bilgin, 2005).

2.5.3. Karışık Yükleme ve Üretim Proseslerinde Düzenlilik

Japonyalı üreticiler ve Türkiye dahil dünya genelinde birçok otomobil şirketi, son montaj istasyonunda "karışık yükleme" adı verilen, farklı modelleri veya ürünleri birbiri ardına monte etme yöntemini benimsemektedir. Karışık yükleme, üretimin farklı taleplere hızlıca uyum sağlamasına yardımcı olurken, bitmiş veya işlemde olan ürün stoğunu göz ardı ederek esneklik sağlar. Ayrıca, aynı işyerinde birden fazla modelin veya ürünün montajı, ihtiyaç duyulan toplam işyeri sayısını ve dolayısıyla fabrika içinde kullanılan toplam alanı azaltır. Karışık yüklemenin bir diğer faydası ise, ürünlerin son tüketici talebine hemen cevap verilerek, üreticilerin gereksiz depolama alanlarından tasarruf etmelerini sağlamaktır (Sapancalı, 1998).

Karışık yükleme uygulamasında önemli olan ve dikkat edilmesi gereken bir husus bulunmaktadır. Yan sanayi kuruluşlarının veya tesis içi iş merkezlerinin JIT ile üretime çekildiği durumlarda, son montaj istasyonunda karışık yükleme probleminin önlenmesi için düzenli bir planlamanın yapılması gerekmektedir. Aksi halde, önceki üretim hatları ve yan sanayi kuruluşlarının yedek stok tutması gerekeceğinden, sıfır stok prensibine aykırı olacaktır.

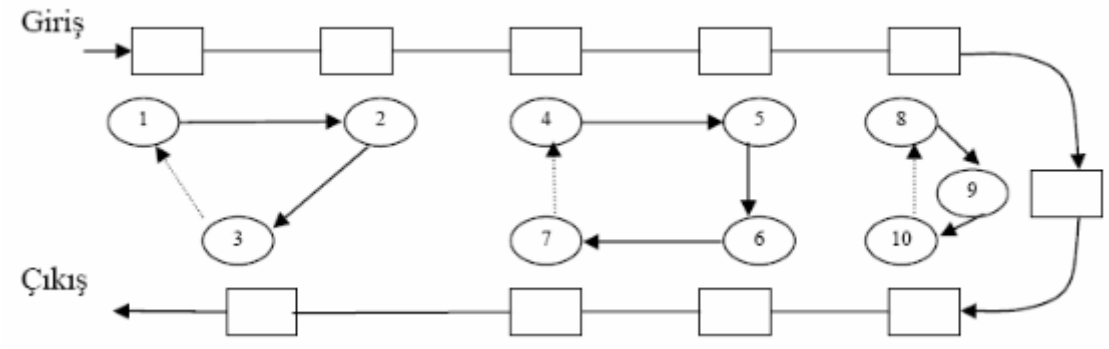
Üretimin sorunsuz ilerlemesi için tek çözüm, önceki hatlar ve yan sanayi işletmelerinin ürün stoklarına sahip olmalarıdır. Yalın üretim sisteminde, bu tür durumların önlenmesi için, son birleştirme istasyonunda farklı yükleme her daim belirli bir düzen içinde gerçekleştirilir ve son ürünler, istasyondan mümkün olduğunca az miktarda ayrılacak şekilde düzenlenir. Karışık yükleme planlamasını belirleyen şey ise müşteri talep miktarı ve bileşimidir.

İşte üretimin kesintisiz ve bir düzen içinde ilerletilmesi ve ürünlerin miktar açısından birbirlerine olan oranlarının mümkün olduğunca en küçük birimlere düşürülerek üretilmesi, "üretimde düzenlilik" olarak tanımlanır.

Üretimde yapılan talep değişikliği sonucunda stok tehlikesini ortadan kaldırmak, düzenlilik prensiplerinin en önemli faydalarından biridir. Bu durum çok önemlidir, çünkü çoğu şirket birden ortaya çıkan talep değişiklikleri konusunda ne yapacağını şaşırır. Üretimde düzenlilik, benzer konumdaki pek çok şirket için çok uygundur (Sapancalı, 1998).

2.5.4. U-Hatları

Yalın üretim prensiplerine göre, bir tesisin işleyişinde en büyük zaman kayıplarını oluşturan şey, işçilerin bir noktadan diğerine ulaşması, makineleri denetlemek veya makine başında beklemek gibi hiçbir katma değer sağlamayan pasif faaliyetlerdir. Bu tür zaman kayıpları, üretimi en aza indiren önemli unsurlardır. Bu aktif olmayan faaliyetlerin azaltılmasıyla iç müşterilerden maksimum verim elde edilebileceği, Taiichi Ohno tarafından 1950'lerde fark edilmiş ve bu amaç doğrultusunda etkili yöntemler geliştirilmiştir, bunlar pek çok alanda görülebilir.



Şekil 2. 2. Üretim Hücrelerinde U-Tipi Yerleşim (Monden, 1998)

Yalın düşünceye göre, üretim istasyonlarındaki atıkları ortadan kaldırmak için U hatları kullanılmaktadır. Şekil 2.2.' de gösterildiği gibi U şeklinde tasarlanmış bu hatlar, öncelikle üretim istasyonlarındaki malzeme ve insan hareketlerini en aza indirmeyi hedefler; ayrıca, hat dışındaki operasyonların optimize edilmesini ve kapasitelerin

dengelenmesini sağlayarak esneklik sağlar.

U tipi hatlarda, birden fazla iş merkezi bulunduğunda, parça transferleri hatlar arası mesafenin azaltılması veya akışın basitleştirilmesi sırasında kolaylıkla uygulanabilir. Ayrıca, iş sağlığını önemseyen U tipi hatlarda çalışan sayısının düzenlenmesi, düz hatlara göre daha rahattır. Çünkü U tipi hatlarda, çalışan sayısının azalması durumunda bile iş merkezleri arasındaki yürüme mesafesi düz hatlara kıyasla daha az olduğundan, verimlilik kayıpları minimal olacaktır. Bu nedenle, üretim potansiyelinde bir azalma olduğunda, çalışan sayısının azaltılması, hat potansiyelindeki azalmaya rağmen hat verimliliğinden fazla ödün vermemektedir.

2.5.5. Makineler ve Atölyeler Arası Senkronizasyon (Eş Zamanlılık)

Bir proses tabanlı hat oluşturulduktan ve üretim tek parça akışına geçtikten sonra, hala yalın üretim için uygun olmayan durumlar mevcuttur. Özellikle, hattaki makineler aynı anda aynı üretim miktarında çalışmıyorsa ve sürekli olarak aktif durumdaysa, en hızlı üretim yapan makine nedeniyle parça birikimi yaşanabilir. Bu durum, tek parça akışını engelleyebilir. Prosese dayalı iş merkezlerinin etkin bir şekilde çalışabilmesi için, hattaki makinelerin işlem tamamlama sürelerinin birbiriyle uyumlu olması gereklidir. Bu uyum, ancak iş makinelerinin birbirleriyle koordineli bir şekilde çalışmasıyla sağlanabilir.

Tek parça akışının sağlandığı süreç bazlı iş merkezi, stokun oluşmasını veya mümkün olduğunca azaltılmasını amaçlayan en etkili sistemlerden biridir. Ancak, proses tabanlı iş merkezlerinin kurulması tek başına yeterli değildir, çünkü kanban gibi, bu sistemlerin de sınırları bulunmaktadır. Süreç tabanlı iş merkezlerinin gerçekten etkin olabilmesi için, aynı istasyonu oluşturan makinelerin üretim hızlarının veya kapasitelerinin dengelenmesi gereklidir. Örneğin, bir istasyonda önce gelen makinenin işleme süresi 1 dakika ise, sonraki makinenin işleme süresi ise 4 dakika ise, sonraki parçanın tamamlanma süresi, önceki parçaların beklememesi için 4 dakikadır. Eğer makineler sürekli olarak çalışıyorsa, bir sonraki makineye giden parçalar artan miktarlarda birikmeye ve stok oluşturmaya başlayacaktır.

Bu durumda besleme yapılmayan üretim tipi tek-parça akışı yapılamayacaktır. Yalın üretimdeki bu sorun, istasyondaki makineleri birbiriyle uyumlu hale getirerek, yani bütün

makinelerin aynı zaman içinde üretilen parçaların aynı miktarda olmasını sağlayarak çözülmüştür. Üretim potansiyeli yüksek olan, yani çevrim süresi diğer istasyonlardaki makinelere göre kısa olan, belli bir miktar malzemeyi işledikten sonra kendini otomatik olarak durduran sınırlayıcı anahtarlar yerleştirilmiştir. Yüksek üretim potansiyeli olan makinelerin, düşük üretim potansiyeli olan makinelere göre bu şekilde uyum içinde olmaları (ya da makine üretim potansiyellerinin birbirlerine yakın hale getirilmesi) ise, yalın düşüncede "toplam-iş denetimi" şeklinde ifade edilir.

2.5.6. Poka-Yoke (Hata Önleyici Düzenekler)

Poka Yoke, Japon dilinde Hata Bulma anlamına gelmektedir. Toyota Üretim Sistemini geliştirmede önemli rolü olan Shigeo Shingo tarafından 1961 yılında geliştirilerek Sıfır Kalite Kontrol (SKK) olarak düzenlenmiştir. Bir operasyon adımını unutmayı, dikkatsiz davranmayı ve yanlış adım atmayı gibi kişisel unsurlardan kaynaklanan olaylara karşı çeşitli, hataları önleyen ve operasyon adımlarına yardımcı araç ve/veya yöntemleri kullanarak, fakat daha fazla denetleme araçlarına gerek kalmadan hatasız üretimi oluşturmayı hedeflemektedir.

Yalın üretim ilkelerini benimsemek için gereken en önemli koşullardan biri, üretimde kalitenin sağlanmasıdır. Yalın düşünceye göre, herhangi bir firmanın en önemli odak noktası kalitedir. Ancak, yalın üretimi benimseyen firmalar ile konvansiyonel yaklaşımı benimseyen firmalar arasında hedefler ve uygulanan yöntemler bakımından önemli farklar bulunmaktadır. Bu farklar o kadar büyüktür ki, kalite kavramı birçok firma için neredeyse anlamını yitirmektedir. Konvansiyonelı yaklaşıma göre etkinlik gösteren birçok şirkette %1-5 arasında hurda oranı kabul edilebilir bir seviyede görülürken, yalın üretim anlayışında ürün kalitesi için belirlenen minimum hedef, hurda oranının milyonda bir seviyesine indirilmesi olarak hesaplanır, yani ppm (parça başına milyon) seviyesine gelinmesidir.

Kitle üretimi yaklaşımına göre, birçok şirkette %1 ile %5 arasında hurda oranı kabul edilebilir bir düzeydeyken, yalın düşünceye göre ürün kalitesi için belirlenen minimum hedef, hurda oranının yüzde (%), binde veya on binde değil, "milyonda" ifade edilmesi olan ppm (parça başına milyon) seviyesine ulaşmaktır (her milyon üretilen parçada kaç hatalı parça olduğu). Hatta bu seviye bile yeterli değildir, son hedef "hatasız üretim"

seviyesine ulaşmaktır (Şimşek, 2004).

Ppm ölçütünün bu kadar önemli olmasının sebebi; yalın üretim anlayışında, kalitesiz üretimin bir maliyeti/maliyetleri vardır. Birincisi, eğer firma ürettiği ürünlerinin kalitesi hakkında beklenen değer için garanti veremiyorsa, devamlı kalite kontrol uygulamaları içinde yer almak zorunda kalır. Oysa “kalite kontrol" aslında ürüne katma değer yaratmayan, birçok elemanın zamanını çalarak işgücü maliyetinde artışa sebep olan bir etmendir. İkincisi, kaliteli olmayan üretim, üretimin tamamlandıktan sonra tekrar elden geçirilmesi ve hatanın ortadan kaldırılmaya çalışılması gibi onarımları gerektirir. Oysa hatalardaki onarım, işgücü ve yıpranma payı maliyetini gereksizce arttıran bir faktördür. Üçüncüsü, kaliteli olmayan üretim, üretilen hatalı ürünün/parçanın ıskarta edilmesine neden olur. Yani, üretilen ürünler/parçalar için işgücü ve makina zamanının boşa harcanmış olmasına neden olur. Sonuncu konu ise, kalitesiz ürünlerin son tüketiciye gitmesi durumunda, tüketici kullanırken ortaya çıkan arızalanmalar gereksiz maliyetlere katlanma anlamına gelmektedir. Öyleyse, tüm kalitesizlikten kaynaklanan maliyetlere katlanmak yerine, sıfır hatalı ürün üretebilecek seviyeye gelmek çok daha doğrudur (Şimşek, 2004).

2.5.7. Deney Tasarımı

"Kalite ürün ile birlikte tasarlanır" düşüncesi ile üretimdeki kritik problemleri ortadan kaldıracak tasarımın yapılmasıdır.

Deney tasarımı teknikleri yalnızca istatistiksel bir yöntem olarak kalmaz; aynı zamanda araştırma ve geliştirme süreçlerinde kaliteyi artırmak, maliyetleri azaltmak ve sonuçların güvenilirliğini güçlendirmek için kullanılabilen kapsamlı araçlardır. Bu teknikler, diğer kalite yönetim stratejilerini destekleyip tamamlayarak performansı ve kaliteyi artırır, kaynakları daha etkin kullanır, AR-GE faaliyetlerini hızlandırır ve ürün ya da süreçlerin kalitesini etkileyen kontrol edilmesi zor veya maliyetli faktörlere karşı daha az hassas hale getirir.

Bu yöntem ara sıra akla geldikçe uygulamak yerine, düzenli olarak günlük belirli periyotlarda uygulanırsa ürün kalitesinde yaklaşık 6 ay içerisinde bir bölü yüz oranında iyileştirme görülebilir. Yani eskiden on bölü yüz olan hurda oranı, deney tasarımı tekniği

ile altı ay içerisinde yüzde 0.1 indirilebilir. Bu doğrultuda üründe hataya sebep olan birden fazla durum söz konusudur, bu etkenlerde olası birlikteliği yakalayan bir tekniktir.

2.5.8. Kalite Çemberi

Kalite çemberleri, firmadaki çalışanların ürettikleri işlerle ilgili sorunların sebeplerini; ekip çalışmasıyla ve belirli aralıklarla toplantılar oluşturup konu hakkında bilgi edinilerek, problemlere çözüm yolu bulan, çözüm yolunu hayata geçiren ve yönetime çalışmaları rapor halinde sunan işe istekli kişilerden oluşan çalışma ekipleridir.

Kalite çemberlerinin başlangıç noktası Japonya'dır. Ortaya çıkış nedenleri, firmadaki kalitesel konulardaki sorunları ve maliyetleri düşürmek olan bu çemberler, ilerleyen zamanlarda, spesifik kalite sorunlarını ve verimlilik sorunlarında da çözüm üretmek için kullanılmaya başlamıştır.

Kalite çemberi, benzer işte çalışan veya aynı alanda faaliyet gösteren istekli bireylerin oluşturduğu, düzenli aralıklarla bir araya gelerek sorunları çözmeye odaklanan ve üst yönetime çeşitli çözüm önerileri sunan çalışma gruplarıdır.

Katılımı isteklendirmeyi arttırıcı bir yönetim yolu ve insan kaynağını geliştirmek için bir aracı olan kalite çemberlerinin birçok alanda yaygın olarak kullanımı söz konusudur. Mal ve hizmet üretimi yapan her kuruluş, kalite çember faaliyetlerini ihtiyaç duyduğu her yerde uygulayabilir. Çalışanların yaptıkları işlerde motive olmalarını sağlayarak grup olarak karar vermelerini destekler. Böylelikle şirketin verimliliğinin artmasını ve kalitenin devamlı gelişmesini sağlar. Çember faaliyetleri, yönetim ve iş yapan arasında güzel ilişkiler oluşturulmasında oldukça faydalıdır. Böylece etkisi olmayan kapasiteler kullanılmakta ve devamlı gelişmeye olanak sağlanmış olmaktadır. Bir işletme bölümünde sürekli iyileştirmeyi sağlayabilmek için seçilen en popüler davranış E. Deming'in sürekli iyileştirme yöntemidir. Bu yöntemin aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

Planla: Bu süreç diğer evrelere göre en zaman alıcı evredir. Temel amaç farklı görüşteki kişileri toplayıp, birlikte nasıl çalışılacağını ifade etmektir. Bu tür farklı kişilerin yorumlarını dikkate alarak kullanılan yöntemler beyin fırtınası veya balık kılçığı yöntemidir. Temel sorun alt sorunlara ayrılır ve alt sorunlar da daha küçük sorunlara ayrılır. Daha sonra ekip problemi çözmeye yarayacak bilgileri biriktirmeye başlar. En

önemli adımlardan biridir çünkü gerçek bilgiyi toplamak sorunun çözümü için ana yapı taşıdır. Daha sonra, biriktirilen bilgiler analiz edilir. Bu analiz kontrol şemaları, etki-tepki diyagramları v.b. teknikler yardımı ile yapılır. Analizin sonuçlarından sonra problemin hangi şekilde çözüleceğinin planlanması yapılır.

Uygula: Planlamadan sonra, planın uygulandığı evredir. Bu evrede, pilot bir alan belirlenip uygulama test edilir ve planın düzgünce çalışıp çalışmayacağı açıklanır.

Kontrol et: Pilot alanda yapılan çalışmanın sonuçları incelenir ve değerlendirilir.

Önlem Al: Kontrol adımı uygulandıktan sonra değerlendirme sonuçlarına göre planın hayata geçirilip geçirilmeyeceğine veya yeni çözümlerin bulunup bulunmayacağına karar verilir. Eğer, bu plan firmada uygulanacaksa, örgütsel bölgeler çizilir, yönet için destek istenir ve bütün bunlar yapıldıktan sonra planlama evresine tekrar dönülerek sürekli iyileştirmenin adımları aranır.

2.5.9. Toplam Üretken Bakım

Toplam üretken bakımı en basit şekilde ifade etmek gerekirse, bir işletme kullanılan teçhizatın verimliliğini veya faaliyetini arttırıcı yönde ve oluşabilecek makine hatalarından kaynaklanacak hurdaların önüne geçmek amacıyla yapılan tüm çalışmaları içeren bir terimdir. Toplam üretken bakım diğer yalın üretim yöntemlerine nazaran daha çok destek veren bir kalite tekniğidir.

Toplam üretken bakımın 5 bölümden meydana gelen tanımı aşağıdaki gibidir:

• Toplam üretken bakım, üretimde kullanılan ekipmanların faaliyetlerini en üst düzeye çıkarmayı amaçlar.
• Toplam üretken bakım, ekipmanın tüm yaşam döngüsü boyunca periyodik bakımın tam anlamıyla bir sistemini kurar.
• Toplam üretken bakım sadece bir departmanda değil, diğer departmanlarda da uygulanır.
• Toplam üretken bakım, üst yönetimden sahadaki çalışanlara kadar tüm personeli içine alır.
• Toplam üretken bakım, otonom küçük ekip faaliyetleri ile motivasyon yönetimini

oluşturan üretken bakımın ana hatlarını içerir.

Toplam üretken bakımın genel karakteristikleri:

• Ekonomik etkinlik,
• Toplam sistem,
• Otonom bakımdır.

Toplam üretken bakımda "toplam"ın üç anlamı vardır:

1. Kullanılan teçhizatın faaliyetini artırıcı çalışmaların, teçhizatın "tüm" ya da "toplam" bozulana kadarki sürecinde sürdürülmesi ki bu süre teçhizatın ilk temin edilmesinden, hurdaya çıkarılışına kadar geçen toplam zamanı kapsar.

2. Teçhizatın çalışmaya başlamadan beklemesine sebep olan, yine "tüm" etkenlerin denetim altına alınması. Bu etkenleri de aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

• Ekipman arızaları,
• Kalıp değiştirme süreleri (hazırlık süreleri),
• Diğer sebeplerle ekipmanın kısa sürelerle durdurulması,
• Ekipmanın hızının azalması,
• Hatalı ürünler nedeniyle ekipman verimliliğinin düşmesi,

3. Teçhizatın etkinliğini artırma çalışmalarına, şirkette görev alan "tüm" çalışanların katılması.

Bu son maddenin anlamı, Toplam üretken bakımın püf noktasıdır. Çünkü Toplam üretken bakım, şirkette üst yönetim sisteminden başlayan fabrika zeminine kadar inen bir süreçtir.

Toplam üretken bakım, U tipi hatların oluşturulmasında önemli bir rol oynar. Bu hatlarda stok kullanılmadığı için, herhangi bir ekipman arızası, tüm hattın durmasına neden olabilir. Bu nedenle, U tipi hatlara geçmeden önce, toplam üretken bakım çalışmalarının başlatılması önemlidir ve bu bakımın, U tipi hatlarının ayrılmaz bir parçası olarak görülmesi gerekmektedir.

2.5.10. Tek Parça Akışı (One-Piece Flow)

Herhangi bir zamanda hat boyunca üretilecek ürünlerin tüm parçalarının, ilgili zaman diliminde üretilmesi esasına dayanır. Tüm üretim bölümlerinin, kanban ve düzenlilik prensiplerine uygun olarak en az miktarlarda çalışabilmesi için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu şartlar:

• Verimlilik seviyesi oldukça yüksek olmalıdır.
• Üretim süreleri son derece kısa olmalıdır.
• Üretim akışında bekleme süreleri olmamalıdır.

Yalın üretim, zaman kaybını en aza indirerek her bir parçanın işlem gördüğü bütün makinelerin, parçaların şekil alımı sürecine dayalı olarak ardışık bir düzende konumlandırılmasıyla ve parçaların bir önceki işlem için kullanılan makineden bir sonraki işlem için bekletilmeden geçirilmesiyle ilgilidir. Bu düzene "süreç bazlı yerleşim" veya "süreç bazlı hat" denir ve parçaların süreçler arasında beklemeden birer birer aktarılmasına "tek parça akışı" adı verilir. Tek parça akışı, süreçler arasındaki aktarma miktarının minimuma indirilerek stokun "sıfıra indirilmesi" olarak da ifade edilebilir (Çevik ve dig., 1998).

Başarılı bir tek parça akış uygulaması aşağıdaki sonuçları verir:

• Toplam kaliteli üretim için çalışan sorumluluğu artar.
• İşin tekrar dengelenmesi gerekmez.
• Kapladığı alan değiştiğinde ya da operatör yokluğunda problemlerle karşılaşılmaz.
• Ürünün ve miktarının tespit edilmesi kolaylaşır.
• Katma değer ile zaman oranlarında yükseliş meydana gelir.
(Çevik ve dig., 1998).

2.5.11. Otonomasyon (Jidoka)

Yalın üretim düşüncelerinin temel fikri mudaları tamamen yok etmektir. Bu fikrin dayandığı ana yapılardan biri de jidokadır (Ohno, 1998). Jidoka, ekipmanlarda oluşabilecek problemlere bağlı olmadan çözüm üretebilecek cihazların konumlandırılmasıdır.

2.5.12. Smed (Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme)

SMED, Yalın Üretim sistemlerinde stok miktarlarının azaltılması, sürekli akışın sağlanması ve küçük partilerle üretim yapılması gibi hedeflerin önemini vurgular. Bu hedeflere ulaşabilmek için karşımıza çıkan en büyük engel yüksek hazırlık/model değişim süreleridir. Bu sürenin kısaltılması amacıyla geliştirilen SMED - Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (Single Minute Exchange of Die) yöntemi, ilk olarak Japon Shigeo Shingo tarafından önerilmiştir.

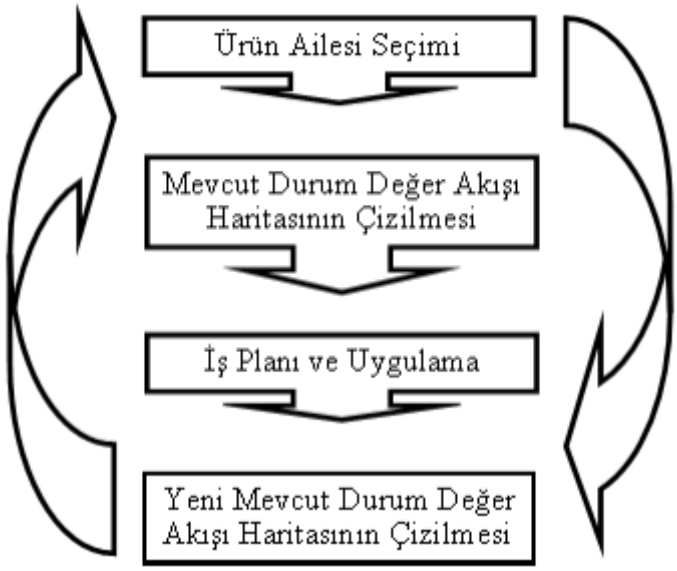
Parça Değişim Süresi (SMED), bir partinin son parçasının üretimi ile sonraki partinin ilk hatasız parçasının üretimi arasındaki zaman dilimidir. SMED, parça, alet, ekipman hazırlığı, parça değişimi, yerleştirme ve ayarlama gibi unsurları içerir. SMED, yalın üretim tekniği olan TZÜ üretiminde model değişikliklerini en kısa sürede gerçekleştirmeyi sağlayan bir yöntemdir. SMED süreleri, daha sık model değişiklikleri, daha küçük parti boyutları, daha hızlı geçişler ve azalan stok miktarları gibi faktörlerle kısaltılır (Özkan, 2005).

3. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA

Değer akış haritalama, üretim süreçlerindeki değer yaratan ve değer yaratmayan faaliyetleri görselleştiren yalın üretim yöntemlerinden biridir. Değer akış haritalama, mevcut malzeme ve bilgi akışını analiz ederek, istenilen akışa ulaşmak için değer yaratmayan faaliyetleri en aza indirmeye yardımcı olur. “Bir ürünün değer zincirindeki malzeme ve bilgi akışında yer alan her sürecin görsel bir haritasını ortaya çıkartmaktır “ (Birgün, 2013). Tedarikçiler, imalat ve müşteriye sevkiyatı kapsayan bir değer akışı içinde, parça ve yarı mamuller için malzeme ve bilgi akış süreçlerinin haritalarının çıkarılmasına “değer akışı haritalama” denir.

3.1. Değer Akış Haritalama Adımları

Değer akış haritalama adımları dört aşamadan oluşmaktadır. Bu adımlar Şekil 3.1.’de gösterilmiş olup detay bilgileri aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 3. 1. Değer Akış Haritalama Yönteminin Adımları (Çakır, 2024).

1. Ürün ailesini belirlemek: İlk adım olarak sistemin barındırdığı ürün ailelerinden, müşterilerin talebi doğrultusunda müşterinin istediği ürün ailesi seçilir. Değer akış haritalama, bir ürün için, hammadde depodan sevkiyata kadar geçen proses adımlarını

çizmektedir.

2. Mevcut durumu çizmek: Ürün ailesini belirledikten sonra müşteri tarafından algılanan değer hedeflenerek, ürün üzerindeki tüm operasyonları analiz edip akışı çizmektir. Çizim müşteriden tedarikçiye doğru yapılır.

3. Gelecek durumu çizmek: Mevcut durum çizimi sonrasında yapılan analizler ile problemler saptanır ve problemin çözüm yöntemi belirlenir. Amaç, tüm süreçteki israfları ve darboğazları kaldırmaktır.

a. Gelecek durum haritasını çizmeden önce mevcut durum haritası incelenmeli, akışın herhangi bir yerinde emin olunmayan bir durum yaşanıyorsa, ilgili alan tekrar gözden geçirilmelidir.

b. Gelecek durum haritası esnek yapıya sahip olmalı. Güncel bilgiler elde edildiğinde harita kolayca revize edilmelidir.

c. Haritanın gelecek durum çizimine başlarken ilk olarak bağlantılar arasındaki ilişkiler ok işareti ile gösterilmelidir. Bu bağlantılar tüketici, üretici ve tedarikçi gruplarından oluşur.

d. Haritaya, üretim için hammadde tedarik süresi, üretilen ürünlerin müşteriye sevkiyat için geçen süreler eklenmelidir. Bu aşamalar tamamlandıktan sonra gelecek durum organize edilebilir. Bu süreçte hassas noktalardan bazıları şunlardır:

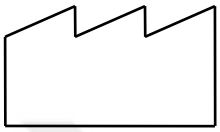
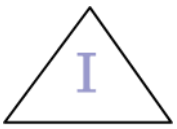
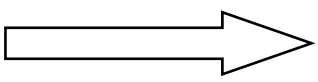
• Takt süresi, müşteri talepleriyle ve net çalışma zamanıyla bütünleştirilerek hesaplanır.
• Her yerde uygulanabilen sürekli akış prensibi benimsenir.
• Üretim kontrollerinde süpermarketlerde kullanılır.
• Müşteri talebine göre oluşturulan çekme sistemi kullanılır ve üretim miktarı derecelendirilir.

4. Uygulama planı: Aksiyon planı, mevcut durum sonrasında planlanan aşamaların, kim tarafından hangi şartlarda, ne kadar sürede yapılacağını gösteren takvimdir. Aksiyon planları gerçekleştikçe gelecek durum mevcut duruma dönüşür, böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkarılır. Böylelikle “Sürekli iyileştirme” sağlanacaktır.

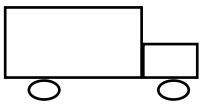
3.2. Değer Akış Haritalama Sembolleri

Haritada süreç ve akışları göstermek için çeşitli semboller kullanılır. Bu semboller Tablo 3.1.'de anlamları ile birlikte açıklanmıştır.

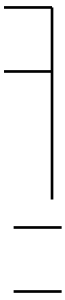
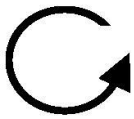
Tablo 3. 1. Değer Akış Haritalama Sembolleri (Yurdagül, 2018)

Madde Sembolleri	**Anlamı**
FABRİKA 	Akış haritasında sol üst köşede kullanılıyorsa tedarikçiyi, sağ üst köşede kullanılıyorsa müşteriyi temsil eden bir semboldür.
İMALAT SÜRECİ 	Malzemenin son halini alana kadarki geçirdiği işlemleri içinde barındırır. Birbiri ile bağlantısı olan her bir süreç için ayrı ayrı imalat süreci sembolü kullanılır.
ENVANTER 	İki süreç arasında stok bulunan noktalarda kullanılan bir semboldür. Bu stoklar, hem bitmiş ürünler hem de hammadde depolarını içerebilir. Eğer süreçler arasında birden fazla stok birikimi varsa, her biri için ayrı semboller çizilir. Bu noktalarda üretim akışı durur. Miktar veya günlük müşteri talebi, stok seviyesini günlük olarak belirler. Sembole iliştirilen alt yazıda miktar belirtilir.
MÜŞTERİYE MAMUL 	Tedarikçiden tedarik edilen malların hammadde depoya taşınmasını ve mamul hale getirilen ürünlerin müşteriye taşınmasını gösteren bir semboldür.

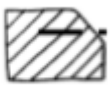
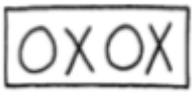
Tablo 3. 1. (Devam) Değer Akış Haritalama Sembolleri (Yurdagül,2018)

Madde Sembolleri	**Anlamı**
VERİ KUTUSU 	Genellikle diğer sembollerin altında bulunur. Harita yöntemiyle oluşturulan sistemlerin incelenmesi ve gözlenmesi için gerekli verileri içerir. Fabrika sembolündeki veri kutusunda, her vardiyada gerçekleşen sevkiyat sıklığı, malzeme lojistik bilgileri, transfer parti miktarı, her aralıkta talep miktarı gibi bilgiler bulunur. İmalat süreci sembolündeki veri kutusunda ise aşağıdaki açıklamalar yer alır: ÇZ (Çevrim Zamanı) [C/T (Cycle Time)] HS (Hazırlık Süresi) [C/O (Changeover Time)] ÇS (Çalışma Süresi) [Uptime] HPH (Her parça her) [EPE "Every Part Every"] İşgören sayısı Hurda oranı Transfer parti miktarı
TESLİMAT 	Müşteri ve tedarikçi sevkiyatlarında kullanılır. Burada sevkiyat frekansları belirtilir.
İTME 	İmalat haritasında bir prosesten diğer prosese malzemenin iletilmesini gösterir.

Tablo 3. 1. (Devam) Değer Akış Haritalama Sembolleri (Yurdagül,2018)

Madde Sembolleri	**Anlamı**
SÜPERMARKET 	Bir malzemenin süpermarketini tanımlar. Eğer talep yeterince öngörülebilirse, ürün akışı kesintisiz olabilir (tek parça akışı), bu durumda bir süpermarket gereksiz olur. Ancak, kesintisiz akış mümkün olmadığında ve ayrıca hammaddeye yakın operasyonlar gruplar halinde işlem yapmak zorunda kalındığında, bu sembol iki operasyon arasına konulmalıdır. Bu şekilde, fazla üretimden kaynaklanan stok maliyeti ve kalite problemleri önlenmiş olur.
FİZİKSEL ÇEKME 	Ürün akışı denetim sistemlerinden çekme sistemine gidişi ifade eder. SUPERMARKET sembolü ile bağlantılandırılır.
FIFO 	CONWIP (süreçte sürekli çalışma)' de kullanılır. Önceki proses, FIFO alanına yerleştirilecek yeni bir malzeme için boş alan bulduğunda, malzemeyi gönderir. Eğer FIFO alanında boş yer yok ise, malzemeyi gönderemez ve kendini kilitler veya üretime hiç başlanmaz. Böylelikle bir önceki prosesin ihtiyaç dışında üretim yapmasına engel konulur. FIFO alanının alabileceği maksimum kapasite miktarı not edilmelidir.

Tablo 3.1. (Devam) Değer Akış Haritalama Sembolleri (Yurdagül,2018)

Madde Sembolleri	**Anlamı**
BİLGİ AKIŞI 	Haritada bilgi akışını ifade eder. Düz bir ok sembolüdür. Zikzaklı olarak gösterilen ok, elektronik akışı sembol eder. Buna çoğunlukla ufak bir kutu eklenir ve bu bilgi/veri değiş tokuşun sıklığı, kullanılan iletişim kanal çeşidi belirtilir.
ÜRETİM KANBANI 	Müşteriden gelen talepler doğrultusunda üretim adetlerinin belirtildiği semboldür.
ÇEKME KANBANI 	Malzemeleri toplama listesidir. Malzeme listesi, üretim için hangi malzemelerin kullanacağını gösterir ve hat besleyen kişi listeye göre malzemeleri çeker.
SIRALI – ÇEKME TOPU 	Ürünün daha önceden tanımlanmış çeşitte ve adette süper market kullanmadan çoğunlukla bir birim üretimi için montajlama prosesine bilgi veren çekme sistemini ifade eder.
YÜK SEVİYELEME 	Kanbanı parti duruma getirmek için belli bir periyottaki ürün hacmi ve karmasını düzgünleştirmek için kullanılır.
SİNYAL/ÜÇGEN KANBAN 	Proses çevresinde yer alan süper marketten temin edilen envanter miktarı, yeniden sipariş verilmesi için sınır olan adete düşüldüğünde uyarı niteliğinde kullanılan bir semboldür.

Tablo 3.1. (Devam) Değer Akış Haritalama Sembolleri (Yurdagül,2018)

Madde Sembolleri	**Anlamı**
KAIZEN FLAŞI 	Proseslerdeki eksiklikleri gidererek gelişimi sağlayacak durumları ve küçük iyileştirmeleri belirtmek amacıyla kullanılan semboldür.
EMNİYET STOĞU 	Sistemde oluşabilecek herhangi bir arıza, kalitesel problem ve üretimdeki düzensizliğe karşı emniyet amaçlı tutulan stoktur.
İŞ GÖREN 	Bu sembol, imalat kutusunda gösterilir, işyerindeki operatörü temsil eder. İşyerinde birden fazla operatör varsa o sayıya göre ekleme yapılır.

3.3. Değer Akışında Kullanılan Ölçütler ve Gerekli Bilgiler

Değer akış haritasını oluşturmadan önce, belirli bilgilere ihtiyaç vardır. Üretim süreciyle ilgili bilgiler, tedarikçiden müşteriye doğru uzanan adımlarda girdi ve çıktıların, proses adımlarının, sürelerinin ve talep miktarlarının sahada incelenerek toplanması ve değer akış haritalama mantığına uygun bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Değer akış haritalama çalışması yapmadan önce toplanması ve hazırlanması gereken bilgiler şu şekilde sıralanabilir:

• Bir vardiyadaki toplam çalışma süresi,
• Bir vardiyadaki net çalışma süresi,
• Bir vardiyada imalat yapılan net süre,
• Bir paletteki sipariş miktarı,
• Aylık veya günlük müşteri sipariş miktarı,
• Çevrim süreleri,

• Model değiştirme süreleri,
• Prosesler arası stok miktarları
• Parti miktarları,
• Operatör sayıları,
• Operasyonların yapıldığı vardiya sayısı,
• Sipariş verme sıklığı,
• Ürün farklılığı sayısı,
• Ambalaj ve kasa büyüklüğü

Bu önemli bilgilerden bazıları değer akış haritasında direkt olarak kullanıldıkları için aşağıda kısaca açıklanmıştır:

• Çevrim süresi(C/T); Bir proseste art arda üretimi gerçekleştirilen iki ürün arasındaki süredir. Çevrim süresi takt zamanından daha kısa olmamalıdır. Eğer bu durum yaşanırsa aşırı üretim yapılmış olur.
• Takt zamanı; Müşterinin üretici firmaya sipariş verme sıklığıdır. Vardiyadaki net çalışma süresi / Vardiyadaki müşteri talebi formülünden hesaplama yapılır.
• Model değiştirme süresi(C/O); Bir modelden diğer modele geçiş süresi.
• Akış süresi(L/T); Bir parçanın, işlenmeye başlandığı andan bitiş anına kadar geçen sürece denir.
• Katma değer süresi(V/A); Müşterinin satın aldığı ürün için parasını ödemeye razı olduğu toplam süredir.
• Üretim parti büyüklüğü (EPE); Örneğin farklı ürünlerin üretimi sıralı olarak yapılmayıp gruplar halinde üretiliyorsa bu gruplar üretim parti büyüklüğü olarak adlandırılır.
• Değer yaratmayan süre: Müşterinin ürün üretiminde değersiz gördüğü ancak üretim için zorunlu olan hareketlerin yapılmasındaki toplam süredir.
• Uptime; Makina kullanım oranı.
• Operatör sayısı; Prosesteki çalışan sayısı.
• Kullanılabilir çalışma süresi; Planlanan çalışma saatinden mola, toplantı gibi sürelerin çıkarılması ile bulunan süredir. Saniye cinsinden ifade edilir.

3.4. Değer Akış Haritalama Avantajları

Değer akış haritalama adımları uygulanarak oluşturulan çalışmanın avantajları aşağıdaki

gibidir:

• Üretim süreçlerini genel olarak gözden geçirme ve değerlendirme fırsatı sunar.
• Üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların yanı sıra bu atıklara neden olan sorunları da belirler.
• Prosesler için evrensel bir değerlendirme dili oluşturur.
• Üretim süreçlerini malzeme ve bilgi akışlarıyla ilişkilendirir.
• Tüm çalışanların kolayca anlayabileceği bir dil olduğu için eksik veya yanlış yapılmış noktaları tartışmak mümkündür. Bu nedenle, uygulamada yanlış adımların önceden engellenmesine yardımcı olur.
• Değer akış haritalama hammaddeden son ürüne kadarki tüm prosesleri ele aldığından dolayı, değer akış haritalama iyi proseslerin tasarlanmasına olanak sağlayarak yalın üretim düşüncesine geçişte önemli adım oluşturur.

4. LİTERATÜR TARAMASI

• Alaca çalışmasını beyaz eşya sektöründe Değer Akış Haritalama metodunu kullanarak uygulamıştır. Bu çalışmasında 3 farklı haritalama yönteminden yararlanmış ve analizleri doğrultusunda değer katkısı olmayan operasyonları minimuma indirmek için fikirlerini sunmuştur. Çalışmanın sonucunda da ürünlerin teslim zamanlarını düşürmüş, stokları optimum seviyeye çekerek kalitesel iyileştirmeler yapmıştır (Alaca, 2010).

• Çobanoğlu Değer Akış Haritalama yöntemini treyler fabrikasındaki darboğaz istasyonları ortaya çıkarmak için uygulamıştır. Bu çalışmayla hat dengelemeleri yapılıp, Kaizen fırsatları değerlerlendirilmiş, 5S adımları uygulanarak operasyonlardaki yürüme ve taşıma mesafelerinin azaltılması planlanmıştır. Çalışmanın sonucunda akışlar azaltılarak kapasiteler arttırılmış ve işçilik giderlerinden tasarruf sağlanmıştır (Çobanoğlu, 2011).

• Tekin ve arkadaşları çalışmasını un fabrikasında yapmıştır. Değer Akışı Haritalama metodu ile süreç bütünüyle ele alınmış, değer katan ve katmayan tüm operasyonlar analiz edilmiştir. Çalışmada yalın üretim teknikleri kullanılarak israfa sebep olan bütün etkenlerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır (Tekin ve dig., 2018).

• Demirci ve Gündüz Bir tekstil firmasında üretim sürecini başından sonuna kadar izleyerek operasyon süresini kısaltmak için değer akış haritalama yöntemini metot zaman analizi ile analiz ederek tekstil firmasında iyileştirmeler sağlamıştır (Demirci ve Gündüz, 2020).

• Ertek Bir işletmedeki yazılım süreçlerinin analizini değer akış haritalama yöntemi ile yapmış ve israfların tespit edilerek en çok israf oluşturan durumların iyileştirilmesi için öneriler vermiştir (Ertek, 2020).

• Kökten Değer akış haritalama çalışmasını ahşap sektöründe uygulamıştır. Mevcut durumu çıkartarak faydalı ve faydasız işleri görünür hale getirmiştir. Ardından gelecek durumu belirleyerek, operasyon süresinin azaltılmasını, hataların düzeltilmesini, proses akışını etkileyen faktörlerin kaldırılmasını ve kalite süreçlerinde iyileştirmeyi hedeflenmiştir. Personel eğitimiyle, farklı iş birimlerinde personelin çalışmasını sağlayarak beklenmedik durumlarda personel eksikliğinin yaşanmasını ortadan kaldırmıştır. Bu çalışma sonucunda, hammadde kullanımında tasarruf, akış sürecinde iyileştirme, müşteri teslimat sürelerinde azalma, minimum stok seviyesi ve ilk seferde kaliteli üretimde iyileşme görülmüştür (Kökten, 2021).

• Guleria ve arkadaşları Değer Akış Haritalama yöntemini şanzıman bileşenlerinin üretim hattında uygulamışlardır. Mevcut durum haritası çizildikten sonra 5S ve 6S yöntemine çalışmada yer verilmiştir. Çalışmalar sonucunda; üretim alanında alan kazancı sağlanmış, red oranı, taşıma mesafesi ve tedarik süresi azaltılmıştır (Guleria ve dig., 2022).
• Ferreira ve arkadaşları imalat sektöründe Değer Akışı Haritalama metodunun Endüstri 4.0 ile entegrasyonunu karşılaştırarak çalışma yapmışlardır. Çalışma endüstri 4.0 ile malzeme, makine, proses ve bilgi süreçlerinin takibinin yapabileceğini anlatmaktadır (Ferreira ve dig., 2022).
• Sirajudeen ve Krishnan Yapısal beton malzemelerinin üretimini yapan firmada mudaları yok etmek, verimliliği ve kaliteyi yükseltmek için değer akışı haritalama yöntemini tercih etmişlerdir. Bu çalışma ile malzemelerin tedarik süresinde 363 dakikalık kazanç elde etmişlerdir (Sirajudeen ve Krishnan, 2022).
• S.N. Dinesh Karton üretimi yapan bir tesiste değer akış haritalama yöntemi ile israflar ve darboğazlar için çözümler getirilmiştir. Üretim proseslerinde yüksek verimlilik elde etmişlerdir (Dinesh, 2022).
• Argun, İ. D., ve Çelik, S. Bir otomotiv sektöründe değer akışı haritalama yöntemiyle üretimde verimlilik oluşturup, ürünlerin teslimat süresini azaltılmayı sağlamışlardır (Argun, ve Çelik, 2023).
• Coşkun, E., ve Özcan, S. Bir imalat işletmesinde değer akış haritalama yöntemi uygulayarak proseslerde üretim akış süresi düşürülmüş ve ürünün gereksiz hareketi ortadan kaldırılmıştır (Coşkun, ve Özcan, 2023).
• Yurtseven, Ç ve Arkadaşları ile birlikte değer akış haritalama yöntemini otomotiv sektöründe uygulamışlar ve üretimi yapılan bir ürün ailesinde israfları ortadan kaldırarak ürünün teslimat süresini kısaltmayı amaçlamıştır (Yurtseven ve dig., 2024).
• Çakır, G, Yalın üretim sistemi: Seramik fabrikasında bir uygulama çalışması ile seramik sektöründe değer akış haritalama yönteminin üretim hatlarında oluşan israfları yok edebileceği, müşteri talep ve isteklerini en kısa sürede yerine getireceği, işletmeye esnek bir yapı kazandıracağı, maliyetleri düşüreceği ve verimliliği arttıracağı görülmüştür (Çakır, 2024).

Literatürlerdeki çalışmalar incelendiğinde görüldüğü gibi farklı sektörlerde, farklı süreçlerde değer akış haritalama yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde işletmeler süreçlerinde yüksek kazanımlar ve verimlilikler elde etmişlerdir.

Araştırmalar sonucunda temizlik kağıt ürünlerinde böyle bir çalışmaya rastlanmadığı için özgün bir çalışma olup, diğer firmalara da örnek olacaktır.

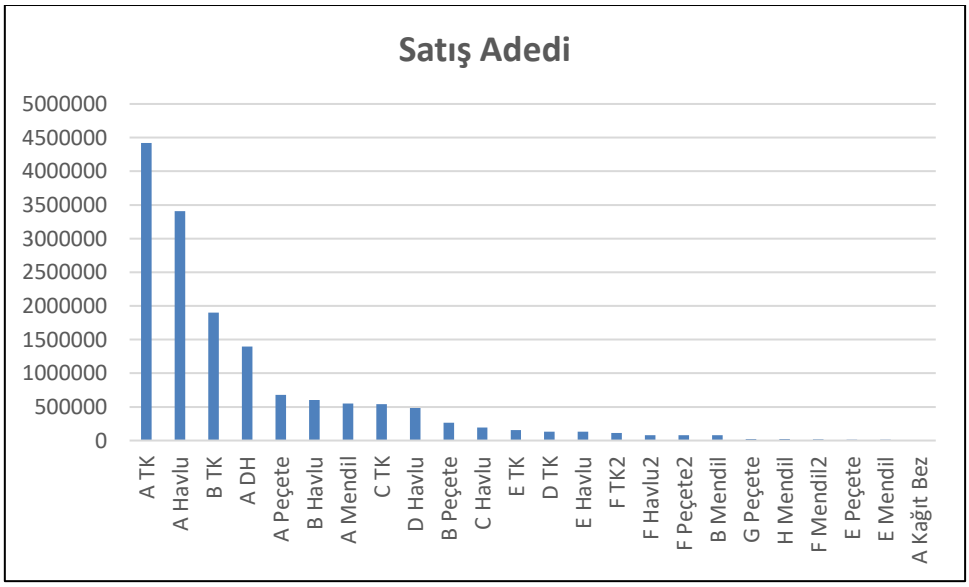
5. UYGULAMA

Bu tez kapsamında değer akış haritalama çalışması temizlik kağıt ürünleri üretimini yapan bir fabrikada uygulanmıştır. 1969 yılından beri faaliyet gösteren bu fabrikada tuvalet kağıdı, havlu peçete, kutu ve cep mendillerin üretimi yapılmaktadır. Üretim süreci kağıt ve konverting üretim olarak iki ana bölümden oluşmaktadır. Fabrika dört vardiyalı çalışma düzeninde olup 7/24 çalışarak üretim yapmaktadır. Çalışmanın uygulandığı ürün grubu için süreçler detaylı olarak uygulama adımlarında anlatılmıştır.

5.1. Ürün Ailesinin Seçimi

Temizlik kağıt ürünleri üretimini yapan şirkette üretilen ürünler; farklı markalara ait tuvalet kağıdı, havlu peçete, kutu ve cep mendillerdir.

Bu ürünler içerisinden ürün ailesinin seçimi ABC analizi yapılarak karar verilmiştir. ABC analizi 2023 yılına ait sevkiyat adetleri üzerinden yapılmıştır. Şekil 5.1.'de görüldüğü gibi en yüksek satış A markalı tuvalet kağıdı olduğu için haritalama A marka tuvalet kağıdı ürün ailesinde yapılmıştır.



Şekil 5. 1. ABC Analizi Satış Adedi Grafiği

5.2. Mevcut Durum Analizi

A TK ürünün üretim süreci kağıt üretim, dublaj üretim, konverting sarma- kesme ve ambalajlama proseslerinden geçerek tamamlanmaktadır. A TK ürününe ait mevcut durum haritasını oluşturmak için akış boyunca, gözlemler yapılarak, operasyonu gerçekleştiren çalışanlarla, makine teknisyenleri ve vardiya amirleri ile görüşerek bilgiler elde edilmiştir. Edinilen bilgilerle bir süreç haritası oluşturulmuştur. Daha sonra, teslimattan başlayarak, akışın tersine doğru çalışılarak kamera ve kronometre kullanılarak ölçümler yapılmış ve mevcut veriler değer akışı haritasına entegre edilmiştir. Haritalamanın anlaşılabilir olması için ürün ailesinin geçtiği süreçleri kapsayan bir gösterimden faydalanılmıştır. Bu, mevcut durumla ilgili verileri içermektedir. Pazarın istekleri:

• Ayda 1,7k ton A TK üretimi
Takt time = 1,55 sn
• 50 Koli A TK paletlere koyulur.
• Dökme sistemi ile ortalama 1100 koli sevkiyat yapılır.
• Siparişler tedarik planlama bölümünün oluşturmuş olduğu planlar üzerinden üretilir.

A TK'nın süreç aşamaları detaylı olarak aşağıdaki gibidir.

Kağıt Üretim Hattı: Selüloz hammaddesi ilk olarak ilgili kimyasallar ve yan ürünler ile silolarda hamur haline getirilir. Hamur olan yarı ürün kağıt üretim makinesinden prosesine uygun şekilde sarımlı bobin kağıt haline getirilir. Kağıt üretime ait hat görseli Şekil 5.2. 'de gösterilmiştir.

A TK ürününün tamponları KM2 ve KM3 makinelerinde üretilmektedir.



Şekil 5. 2. Kağıt Üretim Prosesi

KM2 makinesinde A TK için 3 farklı spekte tampon üretimi yapılmaktadır. Bu speklerin üretim oranları üzerinden saatteki üretimi 4512 kg/s olup stok miktarı 8 tampondur. Hatta 3 operatör çalışmaktadır.

KM3 makinesinde A TK için 6 farklı spekte tampon üretimi yapılmaktadır. Bu speklerin üretim oranları üzerinden saatteki üretimi 9968 kg/s olup stok miktarı 8 tampondur. Hatta 4 operatör çalışmaktadır.

Makinelerdeki speklerin üretim oranları ve üretim miktarları göz önünde bulundurularak hattın üretim verisi ağırlıklı ortalamadan 8283,6 kg/s olmaktadır.

Dublaj Hattı: Kağıt üretimden çıkan tek katlı bobinleri iki katlı bobine dönüştürmek ve talep edilen ölçüde kesmek için uygulanan prosestir. Dublaj üretime ait hat görseli Şekil 5.3. ‘de gösterilmiştir.

A TK bobinlerinin üretimi DM2 ve DM3 hatlarında üretilmektedir. Kağıt makinelerinde üretilen tüm tamponlar dublaj makinelerine girmemektedir.



Şekil 5. 3. Dublaj Prosesi

DM2 üretim verileri; 1 kat: 1000 m/dk, 2 kat: 900 m/dk, 3 kat: 800 m/dk, 4 kat: 700 m/dk. Kg cinsinden hattın ortalama üretim verisi 2522 kg/s olup stok miktarı 3 gündür. Hatta 2 operatör çalışmaktadır.

DM-3 üretim verileri; 1 kat: 1100 m/dk, 2 kat: 1200 m/dk, 3 kat: 900 m/dk. Kg cinsinden hattın ortalama üretim verisi 3222 kg/s olup stok miktarı 3 gündür. Hatta 2 operatör çalışmaktadır.

Sarma Hattı: Şekil 5.4. ‘da gösterilen sarma prosesinde kağıt üretimden ve dublajdan gelen kağıt bobinleri sağma ünitelerine bağlanarak sağma, gofraj, sarma, uç tutkal ünitelerinden geçerek kat sayısı, deseni ve perferasyon işlemleri tamamlanarak tuvalet kağıdı loglarının üretimi yapılır. Loglar ortalama 2.5 m uzunluğundaki tuvalet kağıtlarıdır.



Şekil 5. 4. Sarma Prosesi

Üretim süresi ortalama 29 log/dk’dır. Bu log da 3726 kg/s’ e tekabül etmektedir. 0,01 günlük (400 log adet) stoğu bulunmaktadır. Günlük 191,52 dakika bobin değiştirme operasyonu vardır. bobin değişim süresi ortalama 10 dk’dır.

Mihver Boru Hattı: Tuvalet kağıtlarının üzerine sarıldığı karton borunun üretiminin yapıldığı prosestir. Mihver boru üretimine ait hat görseli Şekil 5.5. ‘de gösterilmiştir.



Şekil 5. 5. Mihver Boru Prosesi

Üretim süresi ortalama 26 log/dk'dır. 650 log adetlik stoğu bulunmaktadır.

Kesme Hattı: Sarma hattında üretilmiş olan logları istenen uzunlukta kesen ve tuvalet kağıdı rulolarının oluşturulduğu prosestir. Kesme haatına ait görsel Şekil 5.6. 'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 6. Kesme Prosesi

Üretim kapasitesi 931 rulo/dk'dır. Bu da 4469 kg/s' e tekabül etmektedir. 1 logdan 27 adet rulo kesilmektedir.

İlk Ambalaj Hattı: İki ayrı konveyör sisteminden oluşan prosestir. Üretimi yapılan tuvalet kağıtlarının istenen paket içi miktar kadar polietilen ile paketlendiği hattır. Birinci konveyör hattında paket içi fazla olan speklerin üretimi yapılıp, ikinci konveyörde hattı dengelemek adına paket içi az olan speklerin üretimi yapılması tercih edilmektedir. İlk ambalaj hattına ait görsel Şekil 5.7. 'da gösterilmiştir.



Şekil 5. 7. İlk Ambalaj Prosesi

Üretim hızları ortalama birinci konveyör için 31 paket/dk, ikinci konveyör için 42 paket/dk olup bunlar da ortalama 3312 kg/s ile 1471 kg/s e tekabül etmektedir. Günlük 20 dakika polietilen değiştirme, polietilen değişim süresi ortalama 5 dk'dır. Haftalık 425,17 dakika üretim değişimi vardır ve üretim değişim süresi ortalama 18 dk'dır.

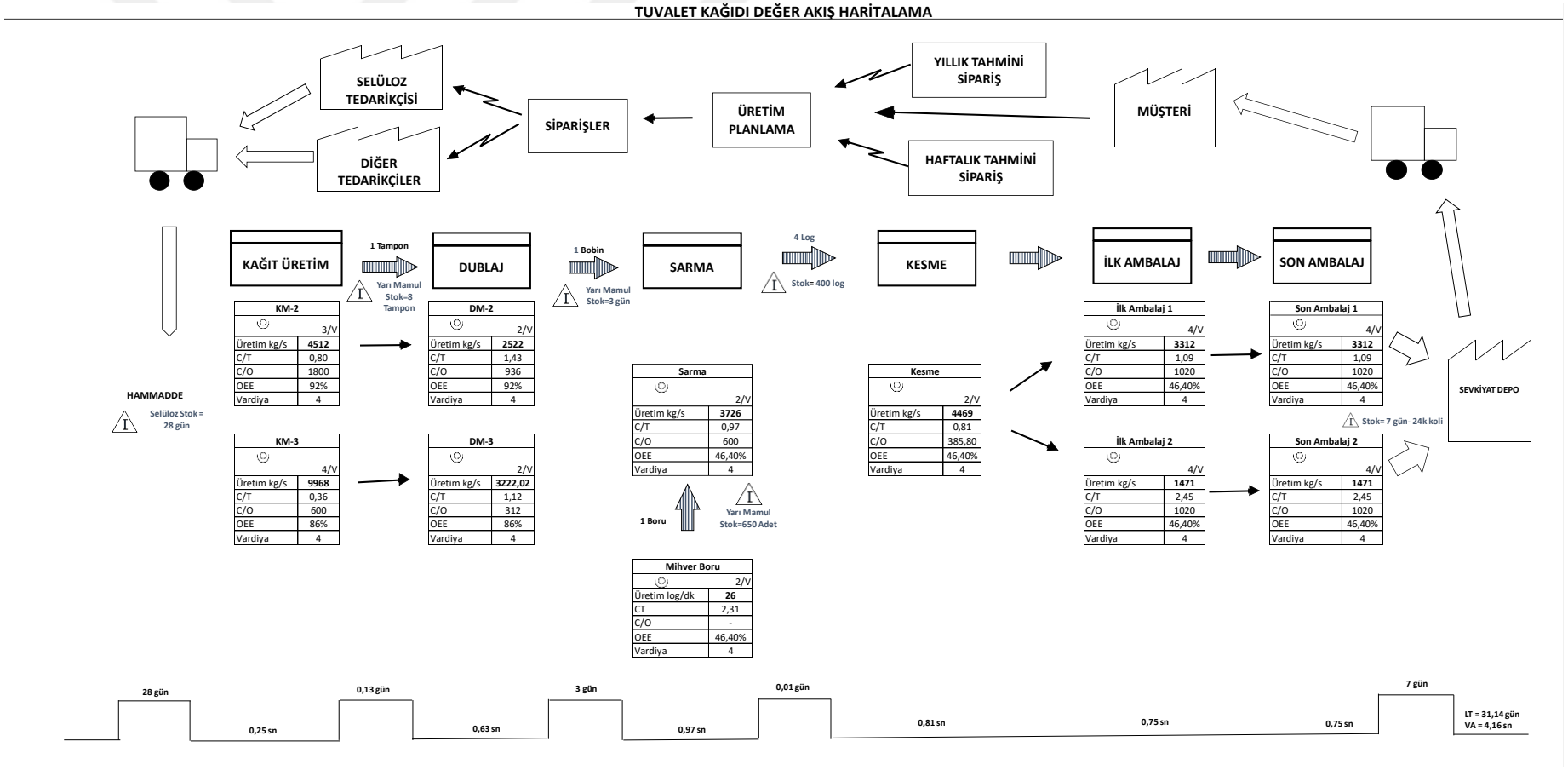
Son Ambalaj Hattı: İki ayrı konveyör sistemi oluşan prosestir. Üretimi yapılan tuvalet kağıdı paketlerinin paket içi miktarlarına göre kolilendiği hattır. Son ambalaj hattına ait görsel Şekil 5.8. 'da gösterilmiştir.



Şekil 5. 8. Son Ambalaj Prosesi

Üretim hızları ortalama birinci konveyör için 10 koli/dk, ikinci konveyör için 6 koli/dk'dır. Bunlar da ortalama 3312 kg/s ile 1471 kg/s 'e tekabül etmektedir. Stok miktarı 7 gündür. Haftalık 20 dakika polietilen değişimi vardır ve polietilen değişim süresi ortalama 5 dk'dır. Haftalık 64,25 dakika üretim değişimi vardır ve üretim değişim süresi ortalama 17 dk'dır.

Proseslere ait üretim verileri derlenerek Şekil 5.9. 'deki mevcut durum haritasında gösterilmiştir.



Şekil 5. 9. Değer Akış Haritalama Mevcut Durum Haritası

5.3. Detaylı İnceleme

Üretim sahasında değer akış haritalama çalışmasını A TK üretim sürecinde, prosesler arası hareketleri iyileştirme, kayıp süreleri ortadan kaldırma, darboğazları tespit edip çözüm yöntemini geliştirme amaçlanmıştır.

Mevcut durum haritasının oluşturulması ile üretim sürecinde tespit edilen problemler aşağıda belirtilmiş olup harita üzerinde ilgili prosesler işaretlenmiştir.

• Yarı ürün ve mihver boru kalitesinin standart üretim değerleri dışında gelmesi durumunda sarma hattında hız kaybının oluşması
• Mihver boru ve uç tutkal proseslerinin dar boğaz oluşturması
• Ambalaj proseslerindeki paketleme ekipmanlarının paket içi miktarına bağlı olarak dar boğaz oluşturması ve ekipmanların kullanım ömrünün tükenmesi ile yaşanan problemler
• Sık bobin değişimi operasyonunun varlığı
• Sevkiyat için kolilerin dökme yöntemi ile tıra yüklenmesi verimlilik ve ergonomik anlamda kayıpların oluşması

Değer akışı yöntemi ile bu problemler detaylı olarak incelenmiş ve gelecek durum analizinde anlatılmıştır.

5.4. Gelecek Durum Analizi

Değer akış haritalamanın amacı en kısa zamanda yapılabilecek olan gelecek durum akışının hayata geçirilmesi ile israf sebeplerini ortaya çıkarmak ve bu israfları ortadan kaldırmaktır.

Mevcut durum haritasının çıkarılması ile tespit edilmiş problemler göz önüne alındığında aşağıdaki aksiyonlar planlanmıştır:

• Darboğaz olan mihver boru sarma ekipmanın ve ambalaj hatlarının yenilenmesi ile üretim süresinin hızlandırılması,
• Uç tutkallama operasyonundaki ekipmanda revizyon yaparak operasyon süresinin hızlandırılması
• Ambalaj hattındaki paketleme operasyon sürelerinin iyileştirilmesi için makine revizyonunun yapılması,

• Bobin değişimlerinde SMED çalışması yapılarak bobin değişimindeki kayıp operasyonların ortadan kaldırılması ve değişim sürelerinin hızlandırılması
• Sevkiyat için tıra otomasyon ile yükleme yapılması

Değer akışı yöntemi ile bu problemler detaylı olarak incelenmiş ve problemlerin giderilmesi sonrasındaki öngörü çalışması Şekil 5.10. ‘deki gelecek durum haritasında anlatılmıştır.

5.4.1. SMED Çalışma

Sarma hattında yer alan iki sağma ünitelerinde vardiyada ortalama 4’er defa bobin değişimi yapılmaktadır. Bu bobin değişimleri incelendiğinde operasyon sürelerinde iyileştirme noktaları olduğu tespit edilmiştir. Çalışma analizinin öncesi ve sonrası aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Mevcut durumda bobin değişimleri analiz edildiğinde operasyonlar makinede 2 personel olmasına rağmen 1 personel ile yapılmaktaydı. 1 personel ile yapılan bobin değişim operasyonunun analizleri Tablo 5.1. ‘de ve Tablo 5.2. ‘de verilmiştir.

Sağma-1 ünitesinde bobin değişimi 262 saniye, sağma-2 ünitesinde bobin değişimi 337 saniye sürmektedir.

Operasyon adımları ve süreleri incelendiğinde mevcut sürelerde iyileştirme planlanarak operasyon adımları 2 personel üzerinde paylaştırılarak toplam sürede iyileştirme hedeflenmiştir. 2 personel ile yapılan bobin değişimi süreleri Tablo 5.3. ‘de ve Tablo 5.4. ‘de verilmiştir.

Çalışma sonucuna göre bobin değişim süreleri sağma 1’de 262 saniyeden 187 saniyeye, sağma 2’de 337 saniyeden 243 saniye düşürülmüştür. Elde edilen kazanımlar değer akış planı ve uygulama karşılaştırmasında bahsedilmiştir.

Tablo 5. 2. Sağma 1 Ünitesi Mevcut Durum Setup Gözlem Formu

SETUP GÖZLEM FORMU

Yapılan İş	Bobin Değişimi
MAKİNE	TK4 - Sağma 1

YÜRÜME
İNSAN
BEKLEME
MAKİNE

ADIM	İŞLEM	SÜRE
1	Butona Basma ve bekleme - Makineyi durdurmak için	29
2	Butona basma ve bekleme - Bobinin taşıyıcı kolun ucuna gelmesi	8
3	Yürüme	3
4	Falçata ile bobin dibindeki kağıdı kesme	5
5	Kağıdı düzeltme	4
6	Yürüme Vinç kumandasına	3
7	Yeni bobinin konumuna yerleştirilmesi	24
8	Butona basma	1
9	Askıların bobinden çıkarılarak eski bobine geçirilmesi	18
10	Eski bobinin dışarı alınması ve kumandanın bırakılması	27
11	Butona basma	1
12	Makine içine girme	3
13	Alt kağıttaki çift taraflı bandın etiketinin çıkarılması	12
14	Kağıdın alt kattaki yeni bobine bağlanması	28
15	Üst kağıttaki katın açılması çift taraflı bandın etiketinin çıkarılması	19
16	Kağıdın üst kattaki yeni bobine bağlanması	33
17	Kağıdın bolluğunu kontrol etme	5
18	Makineden çıkma ve kapıyı kapatma	4
19	Yürüme - Sağma ekranına	3
20	Kağıdın bolluğunu alma - Sağma ünitesi	27
21	Üretimi başlatma - Sağma ünitesi	5
	TOPLAM SÜRE	262

ZAMAN (DAK)

Tablo 5. 3. Sağma 2 Ünitesi Mevcut Durum Setup Gözlem Formu

SETUP GÖZLEM FORMU

Yapılan İş	Bobin Değişimi
MAKİNE	TK4 - Sağma 2

YÜRÜME
İNSAN
BEKLEME
MAKİNE

ADIM	İŞLEM	SÜRE
1	Butona Basma ve bekleme - Makineyi durdurmak için	25
2	Bekleme - Bobinin taşıma kolunun ucuna gelmesi	8
3	Butona basma - Bekleme Kapı onayı	1
4	Makine içine girme	4
5	Bobin dibindeki kağıdı kesme	5
6	Falçatayı cebine koyma	1
7	Üstten geçen kağıdı koparmak için basamağa çıkma	3
8	Kağıdı koparma	6
9	Üst sağmadan gelen kağıdı toplayarak kenara bırakma	11
10	Makineden çıkma	7
11	Butona basma	2
12	Yürüme	4
13	Yeni bobinin konumuna yerleştirme	46
14	Butona basma - Bobini kilitleme	2
15	Askıların bobinden çıkarılarak eski bobine geçirilme	10
16	Eski bobinin makine dışına alınması	32
17	Makine içine girme	7
18	Yapışkan bandın etiketini çıkarma kenara bırakma	11
19	Alt sağmadan gelen kağıdın bolluğunu alma	10
20	Kağıdı hizalayarak yapıştırma	20
21	Fazlalık olan kağıdı koparma	12
22	Kontrol düzeltme	7
23	Üst sağmadan gelen kağıdı alma bobin üzerinde hizalayıp ucunu sarma	36
24	Üst noktadan geçen kağıtları birbirine sararak tutma	13
25	Bandı alıp kağıtları birbirine bantlama	36
26	Yerdeki fazlalık kağıtları alma	2
27	Makineden çıkma	7
28	Butona basma - Üretimi başlatma	9
	TOPLAM SÜRE	337

ZAMAN (DAK)

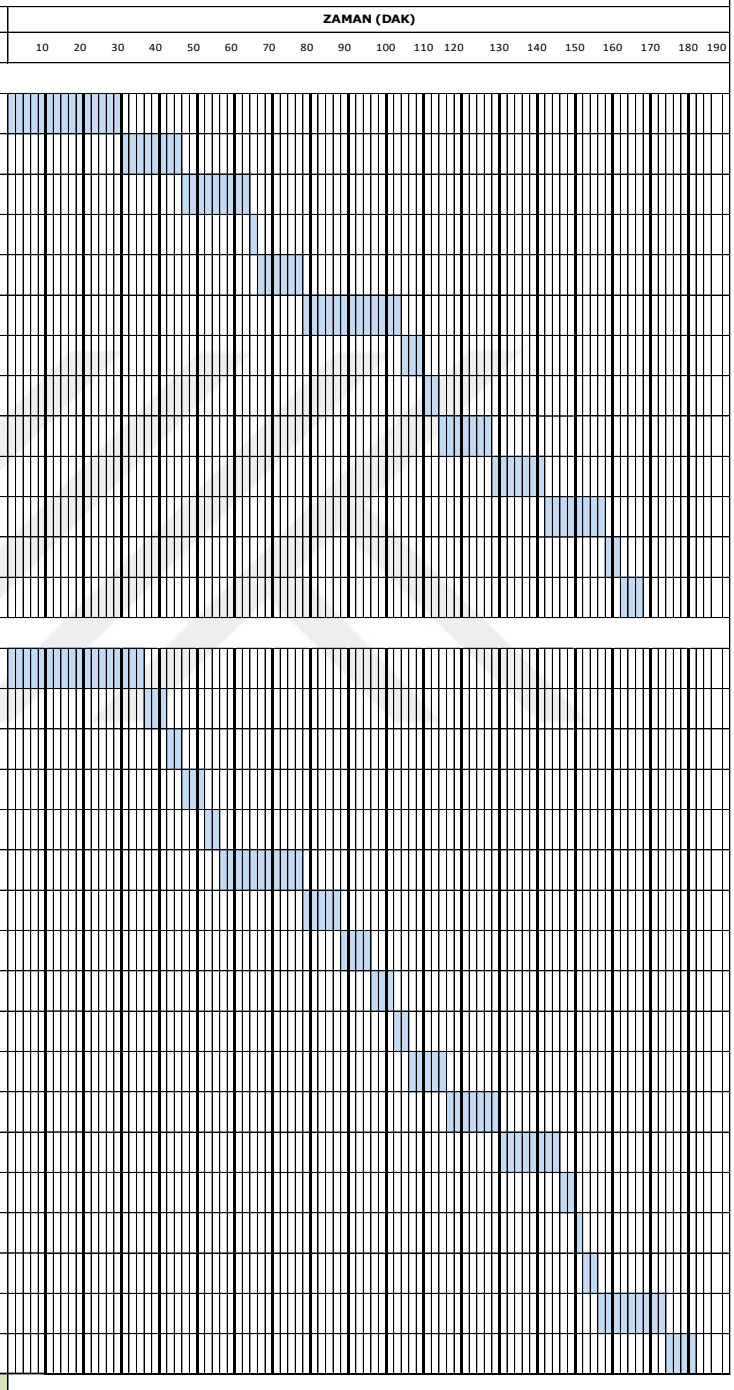
Tablo 5. 4. Sağma 1 Ünitesi İyileştirme Sonrası Setup Gözlem Formu

SETUP GÖZLEM FORMU

YÜRÜME
İNSAN
BEKLEME
MAKİNE

Yapılan İş	Bobin Değişimi
MAKİNE	TK4 - Sağma 1

ADIM	İŞLEM	SÜRE
Makine Ustası		
1	Butona Basma ve bekleme - Makineyi durdurmak için	30
2	Butona basma ve bekleme - Bobinin taşıyıcı kolun ucuna gelmesi	16
3	Yeni bobinin konumuna yerleştirilmesi	19
4	Butona basma	1
5	Askıların bobinden çıkarılarak eski bobine geçirilmesi	11
6	Eski bobinin dışarı alınması ve kumandanın bırakılması	24
7	Makine içine girme	6
8	Alt kağıttaki çift taraflı bandın etiketinin çıkarılması	3
9	Kağıdın alt kattaki yeni bobine bağlanması	14
10	Üst kağıttaki katın açılması çift taraflı bandın etiketinin çıkarılması	14
11	Kağıdın üst kattaki yeni bobine bağlanması	16
12	Kağıdın bolluğunu kontrol etme	4
13	Makineden çıkma ve kapıyı kapatma	5
Makine Teknisyeni		
1	Bekleme makinenin durması ve bobinin uç noktaya gelmesi	46
2	Bobini düzeltme	5
3	Falçata ile bobin dibindeki kağıdı kesme	5
4	Kağıdı düzeltme	5
5	Yürüme	4
6	Bekleme	21
7	Butona basma bobini kilitleme ve kontrol	11
8	Makine içine girme	7
9	Bekleme - yapışkanın etiketinin yarısının çıkarılması	6
10	Kalan etiketi çıkarma	3
11	Kağıdın alt kattaki yeni bobine bağlanması	11
12	Üst kağıttaki katın açılması çift taraflı bandın etiketinin çıkarılması	14
13	Kağıdın üst kattaki yeni bobine bağlanması	16
14	Kağıdın bolluğunu kontrol etme	3
15	Makineden çıkma	2
16	Yürüme - Sağma ekranına	4
17	Kağıdın bolluğunu alma - Sağma ünitesi	17
18	Üretimi başlatma - Sağma ünitesi	7
	OPERASYON SÜRESİ	187



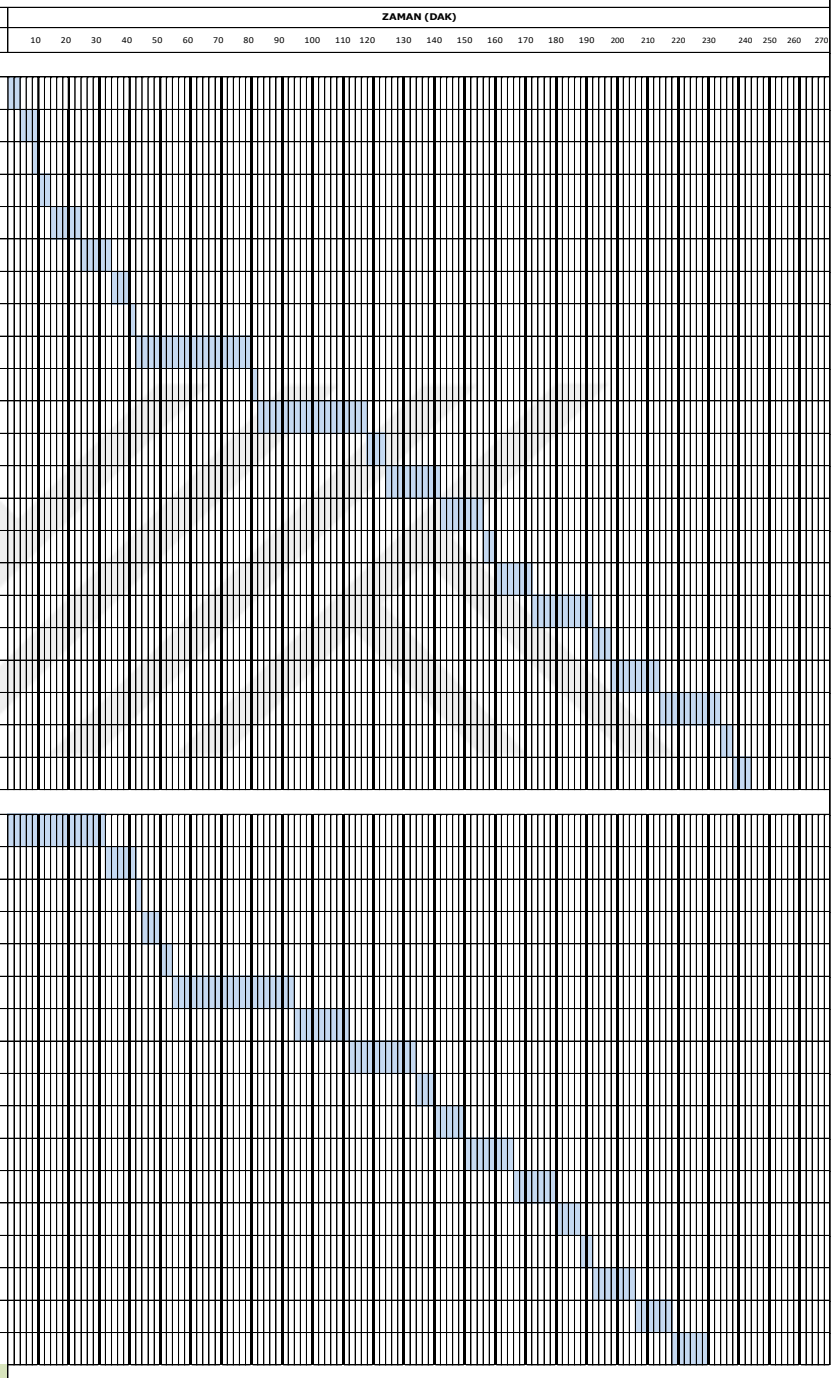
Tablo 5. 5. Sağma 2 Ünitesi İyileştirme Sonrası Setup Gözlem Formu

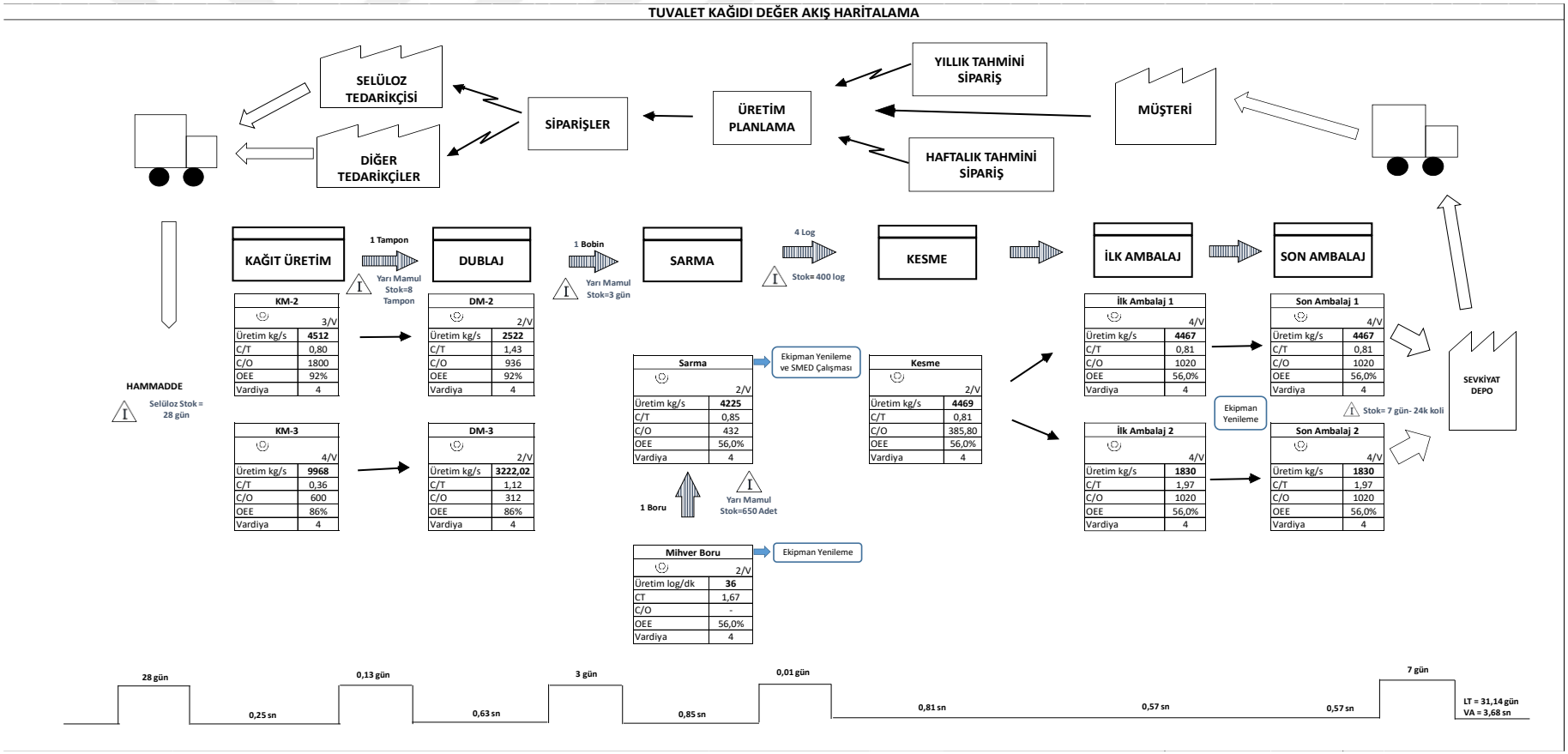
SETUP GÖZLEM FORMU

YÜRÜME
İNSAN
BEKLEME
MAKİNE

Yapılan İş	Bobin Değişimi
MAKİNE	TK4 - Sağma 1

ADIM	İŞLEM	SÜRE
Makine Ustası		
1	Makine içine girme	4
2	Bobin dibindeki kağıdı kesme	5
3	Falçatayı cebine koyma	1
4	Üstten geçen kağıdı koparmak için basamağa çıkma	3
5	Kağıdı koparma	11
6	Üst sağmadan gelen kağıdı toplayarak kenara bırakma	10
7	Makineden çıkma	5
8	Butona basma	1
9	Bekleme - Yeni bobinin konumuna yerleştirilmesi	37
10	Butona basma - Bobini kilitleme	3
11	Bekleme - Eski bobinin dışarı alınması	37
12	Makine içine girme	5
13	Kağıdı hizalayarak yapıştırma	17
14	Kağıttaki fazlalık kısmı koparma	14
15	Bant alma	4
16	Sarma tarafından gelen kağıdının ucunu toparlama	12
17	Sarmadan gelen kağıt ile fazlalık kağıdı birbirine bağlama	20
18	Kağıdı kendi geçiş noktasından geçirme	7
19	Üst sağmadan gelen kağıdı alma bobin üzerinde hizalayıp ucunu sarma	17
20	Bandı alıp kağıtları birbirine bantlama	20
21	Yerdeki fazlalık kağıtları alma	4
22	Makineden çıkma	6
Makine Teknisyeni		
1	Butona Basma ve bekleme - Makineyi durdurmak için	32
2	Butona basma ve bekleme - Bobinin taşıma kolunun ucuna gelmesi	10
3	Butona basma - Bekleme Kapı onayı	2
4	Bekleme	7
5	Vinç kumandasına yürüme	4
6	Yeni bobinin konumuna yerleştirilmesi	37
7	Askıların bobinden çıkarılarak eski bobine geçirilmesi	17
8	Eski bobinin makine dışına alınması	23
9	Makine içine girme	5
10	Yapışkan bandın etiketini çıkarma kenara bırakma	11
11	Kağıdı hizalayarak yapıştırma	17
12	Kağıttaki fazlalık kısmı koparma	14
13	Fazlalık kağıtları alma ve atma	6
14	Üst sağmadan gelen kağıdı alma bobin üzerinden ön tarafa bırakma	13
15	Sağmadan gelen kağıdı hizalama	14
16	Makine içindeki fazlalıkları alıp makineden çıkma	11
17	Butona basma üretimi başlatma	12
	OPERASYON SÜRESİ	243





Şekil 5. 10. Değer Akış Haritalama Gelecek Durum Haritası

5.5. Değer Akış Planı ve Uygulama Karşılaştırması

Değer akış haritalama çalışması sonucunda üretimdeki problemler çıkarılmış ve problemleri minimuma indirmek için gerekli çalışmalar önerilmiştir. Bu çalışmaları aşağıdaki gibi açıklayabiliriz:

• Mihver boru hattının mevcuttaki üretim kapasitesi dakikada 26 log'tur. Ekipmanın yenilenmesi ile üretim kapasitesi arttırılarak 36 loga çıkarılmıştır.
• Sarma hattındaki bobin değişimi süresi smed çalışması ile 10 dakikadan 7,2 dakikaya düşürülmüş ve bu süre kazanımı ile senelik 127k koli üretim kapasitesi arttırılmıştır.
• Sarma hattının mevcuttaki hızı uç tutkal ünitesinin kısıtından dolayı 485 m/dk ile çalışırken, uç tutkal ünitesinin revizyonu ile 550 m/dk ya çıkarılacaktır. Bu durumda dakikada ortalama 29 log üretim yapan sarma hattının kapasitesi 4 log arttırılarak 33 loga çıkarılacaktır. Bu revizyon çalışma metodunda değişiklik içermektedir. Mevcut durumda hareketli tutkallama aparatı ile işlem yapılırken revizyon ile tuvalet kağıdının uç noktasını daldırma yöntemi ile işlem yapılacaktır. Bu revizyonun maliyeti ortalama 450 K € olup ROI'si 1,5 yıl olarak hesaplanmaktadır. Örnek ROI hesabı aşağıda verilmektedir.
• Ambalaj hattındaki paketleme makinelerinin üretim kapasitesi, ürün speklerindeki paket içi miktarlara ve ruloların diziliş yöntemine göre değişim göstermektedir. Ortalama baz alındığında ilk ambalaj hattı dakikada 31 paket üretim yapabilmektedir. Paket içi miktarı 32 olan tuvalet kağıtları için ise dakikada ortalama 26 paket üretim yapabilen bu hatlarda müşteri talebini karşılayamadığı durumlar yaşanmaktadır. Ambalaj hatlarındaki makinelerin kurulumları eski yıllara dayandığı için makine hızları revizyon ile hızlandırılamayıp yenilenmesi gerekmektedir. Bu yenilemenin maliyeti ort 1.4 M € olup ROI'si 2,5 yıl 'dir. Bu yatırım ile özellikle paket içi miktarı 32 olan tuvalet kağıtlarının dakikadaki üretim adedi 26 paketten 40 pakete artması, toplam üretim kapasitesinin de senelik 10k ton arttırılması öngörülmektedir.
• Sevkiyat için mevcut durumda tıra manuel olarak dökme yöntemi ile yükleme yapılmaktadır. Sevkiyatta çalışan personeller paletler üzerinde bulunan kolileri tek tek tıra yükleme yapmaktadır. Bunun yerine otomasyon ile yükleme yapılması önerilmektedir. Bu otomasyon ile yükleme ile operasyon süresi 2 saatten 1,5 saate düşürülerek süre anlamında ve ergonomik anlamda kazançlar sağlayacaktır. Operatör destekli otomatik yükleme sistemi için alınan teklifler ortalama 250 € - 350 € arasında

olup bu maliyetler ile ROI 1,5 - 2 yıl olarak hesaplanmaktadır.

ROI = (Net Kazanç / Yatırım Tutarı) x 100 şeklinde ifade edilir. Örneğin, bir yatırımın net kazancı 10,000 TL ve yatırım tutarı 50,000 TL ise, ROI = (10000 / 50000) x 100 = 20% olur. Bu, yatırımın yıllık %20 kar ettiği anlamına gelir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yalın üretim, ikinci dünya savaşından sonra Toyota'nın başlattığı ve geliştirdiği bir tekniktir. Bu anlayış müşteri ilişkilerinde, üretim operasyonlarında, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde, ürün geliştirme alanlarında uygulanabilir. Yalın üretimle birlikte sistemin işgücü verimliliği artar, işlerin tamamlanma zamanları ve envanter miktarı, iş kazaları, müşteriye giden hatalı ürünler ve süreçteki hurda miktarları azalır. Yeni ürünlerin pazara sunuş zamanı kısalır. Düşük maliyetlerle ürün çeşitliliği arttırılır, yeni müşteriler kazanılır ve sermaye yatırımı düşük düzeyde kalır.

Değer akış haritalama yöntemi de yalın üretimin uygulanmasında kullanılan araçlardan biridir. Bu yöntem yalnızca bir araç olmanın ötesinde, organizasyonel değişim için bir strateji haline gelmiştir. Uygulamada elde edilen sonuçlar, VSM'nin organizasyonların rekabet avantajı elde etmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Ancak, VSM'nin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için üst yönetim desteği, çalışanların katılımı ve yeterli eğitim gibi faktörler önemlidir.

Sonuç olarak, değer akış haritalama yöntemi, süreçlerin optimize edilmesi, israfın azaltılması ve sürdürülebilir bir iyileştirme kültürü oluşturulmasında önemli bir araçtır. Gelecekte bu yöntemin daha da geliştirilmesi ve dijital dönüşüm süreçleriyle entegrasyonu, organizasyonların verimliliğini artırma potansiyelini daha da güçlendirecektir.

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar ile temizlik ürünleri kağıt üretim firmasında yalın üretim sistemi prensipleri göz önüne alınarak değer akış haritalama çalışması uygulanmıştır. Bu uygulama ile TK ürün ailesine ait üretim sürecinde değer akış haritalama yöntemiyle problemler tespit edilerek iyileştirme önerileri verilmiş, bazı öneriler sahada uygulanmıştır. Bu doğrultuda konverting prosesinde uygulanan smed çalışması ile bobin değişimi süresi 10 dakikadan 7,2 dakikaya düşürülerek senelik 127k koli üretim kapasitesi arttırılmıştır. Uygulanan ve önerilen çalışmaların sonucunda konverting prosesesine ait OEE değeri 46,4%'dan 56% ya artırılması ile senelik ortalama 1M koli artışı öngörülmüştür. Aynı zamanda proses içindeki ürün kalitesine etki eden etmenler çıkartılarak ürünün kalitesini arttırmaya yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Literatürde yapılan incelemeler, temizlik kağıdı üretim yapan tesislerde değer akış haritalama yönteminin henüz uygulanmadığını göstermektedir. Bu nedenle, söz konusu çalışma hem bilime hem de temizlik kağıdı üretimi yapan firmalara önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., Halk, B. (2017). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21*(2), 242-251. DOI: 10.16984/saufenbilder.283787

Alaca, H. (2010). Değer Akış Haritalama Araçları ile Değer Zinciri Analizi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10465.

Argun, İ. D., Çelik, S. (2023). Değer Akışı Haritalama Yöntemiyle Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Firmanın Teslimat Süresinin Azaltılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 22*(43), 94-112. DOI: 10.55071/ticaretfbd.1252423

Bekiyev, M. (2004). Toplam Kalite Yönetimi ve İşletmenin Rekabet Gücüne Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 247516.

Coşkun, E., Özcan, S. (2023). Değer Akış Haritalama Yöntemi ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26*(4), 881-894.

Çakır, G. (2024). Yalın üretim sistemi: Seramik fabrikasında bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik, 10585269.

Çetinkaya, K. (2000), *Toplam Tasarım*, (1) Ankara: Gazi Kitapevi.

Çevik, O. ve Zeydan, M. (1998), "Toplam Kalite Yönetimi Ve Tam Zamanında Üretim Sisteminin Entegrasyonu Ve Uygulanabilirliği", *Verimlilik Dergisi, 14*(4), 93-112.

Çıngay, E. (2023). Yalın Üretim Tekniklerinin İşletmelerde Uygulanması. Doktora Tezi, Dublin Universitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Dublin, 23294100.

Çobanoğlu, S. (2011). Yalın Üretim Sisteminin Otomotiv Sektöründe Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 410007.

Demirci, Ö., Gündüz, T. (2020). Combined Application Proposal of Value Stream Mapping (VSM) and Methods Time Measurement Universal Analysis System (MTM-UAS) Methods in Textile Industry. *Endüstri Mühendisliği, 31*(2), 234-250. DOI: 10.46465/endustrimuhendisligi.728061

Erkek, S. (2008). Yalın Üretim Anlayışı. *Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Merkezi*, 465, 35-45.

Ertek, E. (2020). Yazılım Proje Geliştirme Sürecinde Değer Odaklı İyileştirme ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 630603.

Ferreira, P. W., Armellini, F., de Santa-Eulalia, L. A., Thomasset-Laperrière, V. (2022). Extending the Lean Value Stream Mapping to the Context of Industry 4.0: An Agent-Based Technology Approach. *Journal of Manufacturing Systems, 63*(1), 1-14.

Guleria, P., Pathania, A., Sharma, S., Sá, J. C. (2022). Lean Six-Sigma Implementation in an Automobile Axle Manufacturing Industry: A Case Study. Materials Today: *Proceedings, 50*(1), 1739-1746.

Karajewski J. L., Ritzman P. L., Malhotra K.M. (2013). Birgün, S., (Ed.), *Üretim Yönetimi, Süreçler ve Tedarik Zinciri*, (9), Ankara: Nobel Yayınları.

Kaya, K. (2023). SMED yöntemi kullanılarak kalıp hazırlık sürelerinin azaltılması= Reducing mold preparation times with SMED method. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, T10796.

Şahin, A. (2004). Yönetim Kuramlari ve Motivasyon İlişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11*, (1), 523-547.

Kökten, E. S. (2021). Değer Akış Haritalama Yöntemi ile İşletmelerde Üretim Kayıplarının Azaltılması: Ahşap Sektöründe Bir Uygulama. Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük, 10393787.

Nursoy, M. (2001). Toplam Kalite Yönetiminde Performans Ölçümü ve Bir Uygulama. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10045023.

Okur, A. S. (1997), *Yalın Üretim – 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayi İçin Yapılanma Modeli*, (1). İstanbul: Söz Yazın.

Orbak, A. Y., Bilgin, S. (2005), Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği, *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozymu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.

Özkan, Y. (2005). *Toplam Kalite*. (2). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

Shabeen, S. R., Krishnan, K. A. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. *Materials Today: Proceedings, 65*(1), 1105-1111. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.04.159.

Jia, S., Yuan, Q., Lv, J., Liu, Y., Ren, D., Zhang, Z. (2017). Therblig-embedded value stream mapping method for lean energy machining. *Energy*, *138*(1), 1081-1098. DOI: 10.1016/j.energy.2017.07.120.

Dinesh, S. N., Shalini, M., Vijay, M., Mohan, R. V., Saminathan, R., Subbiah, R. (2022). Improving the productivity in carton manufacturing industry using value stream mapping (VSM). *Materials Today: Proceedings, 66*(1), 1221-1227. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.05.015.

Santos, J., Wysk, R. A., Torres, J. M. (2006). *Improving production with lean thinking* (1). New Jersey: John Wilen, Sons. Inc.

Sapancalı, F. (1998). Üretimde esnek yapılanma, işgücü organizasyonunda değişim ve endüstri ilişkileri. *Verimlilik Dergisi, 4*(1), 61-92.

Seda, K. U. Ğ. U., Ramazan, K. Ö. S. E. (2021). Isı Değiştirici Üretim Hattında Değer Akış Haritalama Uygulamasının Etkileri. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 7*(1), 135-146, DOI: 10.34186/klujes.947052.

Şahan, S., Altınbay, A. (2023). Yalın Üretim Sistemi Ve Bir Uygulama Örneği. *Gümrük ve Ticaret Dergisi, 10*(34), 21-39.

Şimşek, M., (2004), *Toplam Kalite Yönetimi*. (1). İstanbul: Alfa Yayıncılık.

Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., Tekin, E. (2018). Değer Akışı Haritalamasının Büyük Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması. *Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Zirvesi*. İstanbul, Türkiye, 16-18 Mayıs 2018.

Tepeli, F. N. (2012). Yapı malzemeleri üreten bir işletmede yalın dönüşüm. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 327066.

Uçar, A., Şirin, B. T. İç Lojistik Faaliyetlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması ve Bir Uygulama. *Black Sea Journal of Engineering and Science, 7*(3), 423-435.

Yurdagül, U. (2010), Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10769.

Yurtseven, Ç., Aydın, D., Ekici, M., Aktepe, S., Yürek, E. E., Orbak, A. Y. (2024), Değer Akış Haritalama Tekniğinin Otomotiv Sektöründe Bir Uygulaması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 29*(1), 19-36.

Womack, J.P, Jones, D.T, (1998), *Yalın Düşünce* (1). İstanbul: Sistem Yayıncılık.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Demir, S., (2023). Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama Yöntemi ve Temizlik Kağıt Ürünleri Üretim Fabrikasında Uygulama Çalışması, *2. Uluslararası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi,* İstanbul, 16-17 Aralık 2023.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimimi Uşak'ta tamamladım. 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Endsütri Mühendisliği bölümünde lisans eğitimimi tamamladım. 2018-2022 yılları arasında otomotiv yan sanayiide operasyonel mükemmelik departmanında görev aldım. Şu anda hızlı tüketim ürünleri sektöründe süreç geliştirme departmanında çalışmaktayım.