

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Süreç İyileştirmede Değer Akış Haritalama ve Narenciye
Paketleme Tesisinde Uygulama**

Evrin KILIÇ

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Ocak, 2025

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Süreç İyileştirmede Değer Akış Haritalama ve Narenciye
Paketleme Tesisinde Uygulama

Evrin KILIÇ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi xx/xx/xxxx Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş
ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Ali KOKANGÜL (Danışman)

: Prof. Dr. Adı SOYADI

: Doç. Dr. Adı SOYADI

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	2
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL ve METOT	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. İşletme Hakkında Genel Bilgiler.....	13
3.1.2. Narenciye Sektörü.....	14
3.1.3. Narenciye Paketleme Aşamaları	16
3.2. Metot	20
3.2.1. Yalın Üretim.....	20
3.2.2. Değer Akış Haritalama Metodu	23
3.2.3. Spagetti Diyagramı.....	31
3.2.4. Simülasyon Modelleme.....	31
4. UYGULAMA	33
4.1. Araştırmanın Yöntemi.....	33
4.2. Ürün Ailesi Seçimi	34
4.3. Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması.....	34
4.4. Mevcut Durum Simülasyon Modelinin Oluşturulması	38
4.4.1. Simülasyon Modelinin Doğrulanması ve Geçerliliğinin Test Edilmesi.....	40
4.5. İyileştirme Önerileri	42
4.5.1. Hat Tasarımı ile Çevrim Süresinin Azaltılması	42
4.5.2. Hat Duruş Sürelerinin Azaltılması	46
4.5.3. Spagetti Diyagramının Oluşturulması.....	46
4.6. Gelecek Durum Simülasyon Modelinin Oluşturulması	50
4.7. Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması	51
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	59
EKLER.....	61

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Süreç İyileştirmede Değer Akış Haritalama ve Narenciye Paketleme Tesisinde Uygulama

Evrin KILIÇ

Danışman: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Rekabetin yoğun olduğu günümüzde, işletmeler rekabet avantajlarını sürdürebilmek, daha hızlı ve daha düşük maliyetli üretim yapabilmek için süreçlerini sürekli gözden geçirmeli ve iyileştirmelidirler. Bu iyileştirme çalışmaları yalın üretim ve yönetim yaklaşımları ile yapılmaktadır.

Narenciye paketleme tesisinde yapılan bu çalışmada yalın üretim araçlarından biri olan Değer Akış Haritalama metodu ile üretim sürecindeki israfların azaltılması ve akışın hızlandırılması amaçlanmıştır. Malzeme ve bilgi akışı analiz edilerek mevcut durum resmedilmiş, israf noktaları belirlenmiştir. İsrafların azaltılması amacı ile Kaizen çalışması yapılarak hat tasarımında iyileştirmeler yapılmıştır. Spagetti Diyagramı ile hareket ve taşıma mesafeleri kısaltılmıştır. İş gücü dağılımının doğru yapılarak ara stokların azaltılması ve hat duruşlarının minimize edilmesi için ise simülasyon yardımı ile alternatifler değerlendirilerek en uygun sonuç elde edilmiştir. Kaizen ve Simülasyon sonuçlarına dayanarak bir gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Bu iyileştirmeler sayesinde mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırıldığında katma değerli sürede %2.28, hareket ve taşıma mesafesinde 160,50 metre kazanç sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Değer Akış Haritalama, Simülasyon, Kaizen

Value Stream Mapping In Process Improvement And Application In Citrus Packing Facility

Evrin KILIÇ

Advisor: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL

Department of Industrial Engineering

ABSTRACT

In today's highly competitive environment, businesses must continuously review and improve their processes to maintain competitive advantages, achieve faster production, and reduce costs. These improvement efforts are carried out using lean production and management approaches.

In this study conducted at a citrus packaging facility, the aim was to reduce waste and accelerate the production flow using the Value Stream Mapping method, one of the lean production tools. Material and information flows were analyzed, and the current state was visualized to identify points of waste. A Kaizen study was implemented to reduce waste, leading to improvements in line design. The Spaghetti Diagram was utilized to shorten movement and transportation distances. To reduce intermediate stocks and minimize line stoppages, workforce allocation was optimized, and alternatives were evaluated through simulation to achieve the best results. Based on the findings from the Kaizen and simulation efforts, a future state map was developed. As a result of these improvements, when comparing the current state and the future state, a %2.28 increase in value-added time and a reduction of 160.50 meters in movement and transportation distances were achieved.

Keywords: Value Stream Mapping, Simulation, Kaizen

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen ve bilgi birikimi ile beni yönlendiren değerli danışmanım Prof. Dr. Ali KOKANGÜL'e teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda olan, bana her daim inanan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Literatür araştırması	9
Çizelge 3.1. Türkiye'de narenciye üretim miktarları (ton)	14
Çizelge 3.2. Türkiye'de narenciye ihracat miktarları (ton)	15
Çizelge 3.3. Değer akış haritalamada kullanılan malzeme akış sembolleri	27
Çizelge 3.4. Değer akış haritalamada kullanılan bilgi akış sembolleri	28
Çizelge 3.5. Değer akış haritalamada kullanılan genel semboller	30
Çizelge 4.1. Çalışan sayısı	36
Çizelge 4.2. İşlem sürelerine ait istatistiksel dağılımları	39
Çizelge 4.3. Mevcut durum hareket ve taşıma mesafeleri	48
Çizelge 4.4. Gelecek durum hareket ve taşıma mesafeleri	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Üretim Miktarları.....	13
Şekil 3.2. Aylara Göre İhracat Miktarları (Kg).....	14
Şekil 3.3. İş Akış Diyagramı.....	16
Şekil 3.4. Yıkama Hattı	18
Şekil 3.5. Boylama Ünitesi	19
Şekil 3.6. Değer Akış Haritalandırma Adımları (Rother ve Shook, 1999).....	25
Şekil 4.1. Ölçüm Örneği	35
Şekil 4.2. Mevcut Durum Haritası	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 4.3. Modele Ait Örnek Bir Input Analyzer Çıktısı	39
Şekil 4.4. Mevcut Durum Simülasyon Modeli	41
Şekil 4.5. .Kaizen formu	43
Şekil 4.6. Kaizen Formu	44
Şekil 4.7. Kaizen formu	45
Şekil 4.8. Mevcut Durum Spagetti Diyagramı	47
Şekil 4.9. Gelecek Durum Spagetti Diyagramı.....	49
Şekil 4.10. Process Analyzer Çıktısı	51
Şekil 4.11. Gelecek Durum Haritası	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

L/T : Akış Süresi

C/T : Çevrim Süresi



1. GİRİŞ

İşletmeler, faaliyet gösterdikleri alanda en iyi paya sahip olmak, müşteri taleplerini en doğru şekilde ve tam zamanında karşılamak için sürekli olarak süreçlerini iyileştirme gereksinimi duymaktadırlar. Bu gereksinimleri karşılayabilmek ise yalın üretim yaklaşımı ile mümkündür.

İlk olarak Toyota tarafından Toyota Üretim Sistemi olarak ortaya çıkan yalın üretim sürekli iyileştirme ve israfların yok edilmesi temeline dayanmaktadır. Yalın üretimin amacı israfları önlerken kaynakların da en verimli şekilde kullanımını sağlamaktır. İsrafların yok edilmesi, katma değer oluşturmayan faaliyetlerin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması ile sağlanabilmektedir.

İsrafların ortadan kaldırılabilmesi ve verimliliğin artırılabilmesi için 5S, Kanban, Poka-Yoke, Jidoka, Kaizen, Altı Sigma, SMED, Değer Akış Haritalama, Toplam Üretken Bakım gibi birçok yalın üretim yaklaşımı vardır. Bu yaklaşımlardan değer akışının görülebilmesi için kullanılan en etkili yöntemlerden biri Değer Akış Haritalama yöntemidir (Bulut ve Altunay, 2016). Değer akış haritalama ile ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını içeren tüm süreçler bir bütün olarak ele alınmakta, bu doğrultuda ürüne değer katan ve katmayan faaliyetler belirlenmektedir. Değer akış haritalama; süreçlerin anlaşılmasına ve düzenlenmesine yardımcı olan görsel bir araç olarak tanımlanmaktadır. Değer akış haritalama metodu ile çizilen mevcut durum haritası hangi süreçlerin iyileştirilmesi gerektiğinin görsel olarak anlaşılmasını sağlarken, gelecek durum haritası ise yapılan iyileştirmelerin değer akışını göstermektedir (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durum haritasında sunulan iyileştirme önerilerinin sonuçlarını uygulamalı olarak görmek zaman alabilmektedir. İyileştirme önerilerini daha hızlı değerlendirebilmek için gerçeği temsil eden simülasyon modellerini kullanmak daha kısa sürede sonuç vermektedir. Bu nedenle çalışmada değer akış haritalama metodunu desteklemek ve iyileştirme önerilerini karşılaştırmak amacıyla değer akış haritalama ve simülasyon modelleme birlikte kullanılmıştır.

Çalışmada tespit edilen hareket ve taşıma israflarını minimize etmek için ise yalın üretim yaklaşımlarından biri olan spagetti diyagramı kullanılmıştır. Ayrıca hat tasarımı yapılarak çalışanların verimini düşüren ve üretim süresini arttıran üretim hatları ile ilgili iyileştirmeler yapılmıştır.

Değer akış haritalama metodu birçok üretim ve hizmet sektöründe uygulanmaktadır. Türkiye için yaş meyve ve sebze sektörü ekonomik öneme sahip olduğundan dolayı, sektöre katkı sağlaması amacıyla bu çalışma narenciye paketleme tesisinde yapılmıştır. Çalışma kapsamında, süreç boyunca mevcut darboğazları gösteren ve darboğazları elimine etmek için önerilen iyileştirme alternatiflerine istinaden simülasyon modelinin oluşturulduğu bir problem tanımlanmıştır. Tanımlanan bu problem doğrultusunda iyileştirme alternatifleri değerlendirilmiş ve uygulama sonuçları ortaya konmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde değer akış haritalama metodu kullanılarak yapılan literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde materyal başlığı altında narenciye paketleme süreçlerine ilişkin bilgiler sunulmuştur. Metot başlığı altında ise çalışmada kullanılan yöntemler

detaylı olarak anlatılmıştır. Dördüncü bölümde narenciye paketleme tesisinde yapılan uygulamaya yer verilmiştir. Son bölümde ise çalışma sonuçları değerlendirilerek ileride yapılacak olan çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada narenciye paketleme yapan bir firmada değer akış haritalama metodu ve spagetti diyagramı kullanılarak israfların belirlenmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması, süreçlerin iyileştirilmesi, verimliliğin artırılması ve yaşanan sorunlara çözümler sunulması amaçlanmıştır. Önerilen iyileştirmelerin etkinliğini görebilmek için ise simülasyon modelleme yöntemi kullanılmıştır.

İşletmenin rekabet üstünlüğü sağlayabilmesi ve müşterilerin taleplerine en iyi ve en hızlı şekilde cevap verebilmesi için hem ihracatı yapılan hem de yurt içi piyasada satılan narenciye ürünlerinin talep edilen standartlara uygun kalitede ve miktarda işlenmesi, depolanması ve taşınması ile ilgili sorunların giderilerek ürün kayıplarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle ürünlerin paketleme tesisinde işlenmesinden müşteriye ulaşana kadar geçtiği tüm süreçler incelenmiştir. İşletmenin müşteri isteklerine en hızlı ve doğru şekilde cevap verebilmesi ve narenciye ihracatının ülke ekonomisine önemli oranda katkı sağlaması açısından bu çalışma önem kazanmaktadır. Ayrıca narenciye meyveleri çabuk bozulabilen gıdalar olduğu için ürünlerin en az israf ile müşteriye ulaştırılması bakımından süreçte iyileştirme yapılması bu çalışmanın önemini artırmaktadır.

Bu çalışma yaş meyve ve sebze paketleme tesisleri için yol gösterici nitelikte olacaktır ve bu tür çalışmaların sektörde yaygınlaşması ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde önceki çalışmalar incelenerek yalın üretim ve yalın yönetim kapsamında değer akış haritalama metodunun hangi alanlarda ne amaçla kullanıldığı ve ne gibi faydalar sağladığı üzerinde durulmuştur.

Seth ve Gupta (2005) otomotiv sektöründe gerçekleştirdikleri çalışmada, çevrim süresini azaltmak ve verimliliği artırmak amacıyla değer akış haritalama yöntemini kullanmışlardır. Uyguladıkları Kanban sistemi ile kişi başına düşen üretim miktarının artmasını sağlamışlardır. Aynı zamanda yüksek olan stok seviyelerini azaltmak için milk-run sistemini önermişlerdir. Milk-run sistemi ile ara stok ve bitmiş ürün stokları düşürülmüş, bu da daha verimli bir üretim sürecine katkı sağlamıştır.

Birgün ve ark. (2006), traktör imalatı yapan bir firmada yaptıkları değer akış haritalama çalışmasına istinaden belirli süreçler arasında süpermarket ve kanban sisteminin kurulmasını önermişlerdir. Önerilen faaliyetlerin uygulanması ile üretim temin süresi 21 günden 3,5 güne düşmüştür. Ayrıca, tedarikçiden haftada bir döküm halinde gelen hidrolik kapakların haftada iki defa gelmesi halinde malzeme stokları 10,6 günden 2,5 güne indirilerek %75'lik bir iyileştirme sağlanmıştır.

Abdulmalek ve Rajgopal (2007), çelik üretimi yapan büyük ölçekli bir işletmede simülasyon destekli değer akış haritalama çalışmasında itme sistemine dayalı üretim yerine, süpermarket sistemine geçilmesini, Kanban sistemiyle ürünlerin taşınmasını ve toplam üretken bakım (TPM) uygulanmasını önermişlerdir. Bu iyileştirmeler sonucunda, üretim temin süresi 48 günden 15 güne düşürülmüş ve süreç içi envanter ortalama %90 oranında azaltılmıştır.

Singh ve Sarma (2009) krank mili dişli üretim hattında gerçekleştirdikleri değer akış haritalama çalışmasında, saatlik talebin karşılanması için Kanban sisteminin uygulanmasını önermişlerdir. Aynı zamanda sevkiyattan hammadde deposuna akan üretim kanbanı önermişlerdir. Hammadde stok miktarları yüksek olduğundan dolayı tedarikçiler ve uygulama yapılan firma arasında milk-run yönteminin uygulanması ile nakliye maliyetleri ve hammadde stok miktarını azaltmışlardır. Öneriler sonucunda teslim süresinde %92,58, işlem süresinde %2,17, süreçler arası stok miktarında (WIP) %97,1 ve işgücünde %26,08 azalma sağlanmıştır.

Jiménez ve ark. (2012), bir şarap imalathanesinde değer akış haritalama metodu kullanarak bir çalışma yapmışlardır. İşletmede, üretim teslim süresi ve hammadde miktarının azaltılması gerektiğini belirlemişlerdir. Geleneksel itme sistemine göre üretim yapan işletmeye, Kanban sistemine geçilerek bir süpermarket kurulması ve İlk Giren İlk Çıkar (FIFO) prensibinin uygulanması önermişlerdir. Bu öneriler sonucunda, süreçteki envanter ve aşırı üretim azalmış ve toplam üretim temin süresi 440.11 günden 162.5 güne düşürülmüştür.

Efe ve Engin (2012), bir hastanenin acil servisinde yaptıkları çalışmada hastaların kayıt işleminden taburcu olana kadar geçtikleri tüm hizmet sürecini ele almışlardır. Mevcut durum haritası

ile 7 israf belirlemişler ve gelecek durum haritasında bu israfların azaltılması için Kaizen önerileri sunmuşlardır. Böylece mevcut akış süresini 132,5 dakikadan 84 dakikaya indirerek %36,6 iyileştirme sağlamışlardır.

Tanco ve ark. (2013), çikolata üretimi yapan bir işletmede sezonluk üretimi yapılan nuga ürününe ait mevcut durum analizi yapmışlardır. Çalışmada, karton ambalajlama aşamasından önce yüksek düzeyde nuga bar stoğu oluşumunun, ambalajlama makinasındaki verimsizlikten kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Çözüm olarak, flowpack paketleme makinasının günde iki kez çalışması ve karton ambalajlama makinasının yarım günde iki parti üretmesi gerektiğini belirlemişlerdir. Bu iyileştirmeyle, flowpack paketlemedeki nuga bar envanteri ortalama 10,4 günden 0,25 güne düşürmüşlerdir. Ayrıca, üretim hattı için zaman etüdü yaparak, üretime ait spaghetti diyagramlarını çizmişlerdir. Üretim hattında, kesim görevini yerine getiren işçinin aynı zamanda tartım işini de yapması ve U-tipi akışın benimsenmesi gibi iki iyileştirme önermişlerdir. Bitmiş ürün stoklarını azaltmak amacıyla, günlük sevkiyat önerilmiş ve stok seviyeleri 5 günden 0,5 güne düşürülmüştür. Bir diğer iyileştirme, müşteri taleplerinin önceden belirlenerek, ambalaj ve ürün tedarikinin bu doğrultuda yapılmasıdır. Mevcut durum ile gelecek durum kıyaslandığında, teslimat süresi 18 günden 3 güne düşmüştür. Katma değer süresi sabit kalırken, teslim süresindeki azalma sonucunda iş döngüsü verimliliği %1,12'den %6,23'e çıkarılmıştır.

Rohac ve Januska (2015), sağlık sektöründe kullanılmak üzere plastik ürünler üreten bir işletmede yaptıkları çalışmada lojistik süreçlerin iyileştirilmesine odaklanmışlardır. Çalışmada kapıdan kapıya değer zinciri analizi yapmışlar ve çekme sisteminin kurulması, üretim tesisinin yakınında bir lojistik merkezinin oluşturulması gibi çeşitli öneriler sunmuşlardır. Ayrıca, depoda bulunan eski ürünler nedeniyle her bir ürün hattının stok yaşları ve miktarları hakkında bilgi sunan özel bir değer akış haritalama raporunun hazırlanmasını tavsiye etmişlerdir. Tüm bu önerilerin uygulanmasıyla birlikte, işletmenin mevcut durumuna kıyasla verimliliğinin üç kat artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

Hossain ve Uddin (2015) mango suyu üretim tesisinde değer akış haritalama metodu ve Pareto analizi uyguladıkları çalışmada teslim süresini azaltmayı ve proses döngü verimliliğini iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Mevcut durumda %15,28 olarak hesaplanan proses döngü verimliliği önerilen just in time ve 5S uygulamaları ile gelecek durumda %34,05'e yükseltilmiştir. Değer katmayan aktivitelerin süresi 84600 saniyeden 29580 saniyeye indirilmiş ve böylece teslim süresi 99870 saniyeden 44850 saniyeye düşürülmüştür.

Özveri ve Güçlü (2015) ayakkabı sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede yaptıkları çalışmada mevcut durum haritasını çizerek iyileştirilmesi gereken 6 konu tespit etmişlerdir. Daha sonra Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemini uygulayarak öncelikli olarak iyileştirilmesi gereken üç sorunu belirlemişlerdir. İlk sorun iş istasyonları arasındaki stok kontrolünün yetersiz olması olarak belirlenmiş ve çözüm olarak kanban kartları ile çekme sistemi oluşturulmuştur. Belirlenen ikinci sorun ise hammadde sipariş sisteminin kontrolünün yetersiz olmasıdır ve çözüm olarak sipariş

kontrol sistemi paket yazılımı kullanılmaya başlanmıştır. Taban etiketlerinin düzensiz yerleşimi sorunu için, şeffaf etiket kutuları kullanılmıştır. Böylece iş istasyonları arasındaki sorunlar üzerine yapılan iyileştirmeler sonucunda mevcut durum haritasındaki toplam 515 gün+108,5 dakikalık sürenin, gelecek durum haritasında 392,5 gün+108,5 dakikaya düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Sa'udah ve ark. (2015) gıda endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmede DAH metodunu kullanarak iş istasyonları arasındaki mesafeyi ölçmüşler ve bazı süreçleri birleştirerek tesis yerleşimini yeniden tasarlamışlardır. Mevcut durum ve gelecek durum haritalarını simülasyon modellerini oluşturarak iş istasyonları ile işlem süresi arasındaki mesafenin önemli ölçüde azaldığını görmüşlerdir. Böylece, işçiler daha hızlı hareket edecek ve üretkenlik artacaktır. Günlük operasyonun değişken maliyeti azalacaktır.

Maraşlı ve ark. (2016), dondurma imalat işletmesinde uyguladıkları değer akış haritalama metodu ile üretim aşamasındaki en önemli sorunun aşırı stoklar olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle üretim hatlarındaki aşırı stoğun kullanılması yerine emniyet stoku kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca üretim hattındaki 3 süreç tek bir çatı altında toplanarak üretim istasyonları arasındaki bekleme süresi kısaltılmıştır.

Adalı ve ark. (2017) bir traktör fabrikasının platform imalatı hattında yaptıkları değer akış haritalama çalışmasında mevcut yerleşim planına göre süreçler arası mesafelerin çok olması nedeniyle atölye tipi üretim yerine hücresel imalat yöntemine geçilmesini önermişlerdir. Böylece toplam akış süresi 13,08 günden 4,35 güne indirilmiştir. Çevrim süresinde ise %8 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

Çil ve Yalçın (2018) bankacılık sektöründe değer akış haritalama ile diğer yalın uygulama teknikleri ve simülasyon modellemeyi birlikte kullanarak müşterilerin bekleme sürelerinin %50 oranında azalmasını sağlamışlardır.

Sarı (2018) otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren cıvata-somun üretim işletmesinde yaptığı çalışmada çok fazla yarı mamul stoku bulunması, hammaddenin siparişten sonra geliş süresinin uzun olması, ürünlerin hatlarda izlenebilirliğinin zor olması, sipariş değişikliğinin çok olması ve bazı üretim süreçlerinde yaşanan darboğazlar nedeniyle teslim sürelerinin uzaması gibi problemler tespit etmiştir. Bu problemlerin; 5S uygulamalarının yapılması, üretim partilerinin küçültülmesi, her parça için minimum maksimum stok seviyelerinin belirlenmesi, FIFO'nun uygulanması ve kanban yerlerinin belirlenmesi ile çözüleceğini tespit etmiştir. Böylece stok miktarı %45 oranında iyileştirme sağlanırken stok devir hızı iki katına çıkmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda üretkenlik %15 artmıştır.

Tekin ve ark. (2018) büyük ölçekli bir un fabrikasında yaptıkları DAH çalışması ile belirledikleri değer katmayan aktiviteleri kaizen, SMED, 5S, Jidoka ve süreç iyileştirme çalışması yaparak elimine etmişlerdir. Üretim akış süresi 276,9 günden 271,5 güne, işlem süresi 1,51 günden 1,01 güne düşürmekle birlikte kalıp değiştirme süresinin azaltılmasını ve personel tasarrufu sağlamışlardır.

Maalouf ve Zaduminska (2019) yalın üretim tekniği olan Tekli Dakikalarda Model Değişimi (SMED) ve değer akış haritalama metodunu kullanarak, yüksek mevsimsel talep olan bir gıda üretim işletmesinde çalışma yapmışlardır. İyileştirme yapılacak üretim hattında yer alan makinenin hem önünde hem arkasında kurulum çalışmaları yapılmaktadır. Bu nedenle kurulum için tek işçi yerine iki işçinin aynı anda paralel işlemleri gerçekleştirmesi önerilmiştir. Ayrıca işletme yüksek talep olan dönemlerde geçici işçi alarak çift vardiya çalışmaktadır. Bu da genellikle üretim hatalarının artması ve ürün kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir. Hataların önüne geçilmesi ve maliyetlerin azalması için iki vardiyalı çalışma sistemi yerine işçilerin çalışma saatlerini 8 saatten 10 saate çıkarılması önerilmiştir. Önerilen iyileştirmeler uygulandığında kalıp değiştirme süresi %34 oranında azalmış, üretim kapasitesi %11 artmıştır.

Uygun ve ark. (2019) otomotiv sektöründe değer akış haritalama metodunu uygulamışlardır. İşletmede 5S, Kanban ve Toplam Verimli Bakım çalışmaları yapılması sonucunda verimlilik oranının artırılabilceğini vurgulamışlardır. Yapılan iyileştirmeler sonucu yıllık yaklaşık 4579,30 € tasarruf sağlanabilecektir.

Liu ve ark. (2020) dondurulmuş mısır üretimi yapan bir firmada DAH metodunu uygulamışlardır. Tarımsal gıdaların doğal mevsimselliği nedeniyle, mısır üretimi yalnızca 30 günlük bir süreçte gerçekleştiğinden dolayı bu süre içerisinde hedeflenen üretim miktarına ulaşılabilmesi için ek bir soğutma odasına, üretim hattına bir buhar makinası eklenmesine, ek bir kabuk soyma ve bir tane de temizleme seti eklenmesini önermişlerdir. Ayrıca üretim hattına üç süpermarket alanının yerleştirilmesi, Kanban ve FIFO uygulanması önerilmiştir. İlk süpermarket, mısır koçanlarının geç teslimat veya yanlış hacim nedeniyle arzın tükenmesini önlemek için, kabuk soyma ve temizleme işleminden hemen sonra yerleştirilmesi önerilen diğer iki süpermarket ise bu iki işlemin yenilenmesini tetiklemek için kullanılacaktır. Böylece ürünlerin durmak yerine akış halinde olduğu bir üretim hattının tasarlanması sağlanarak dengesiz işleme partileri ve gereksiz taşıma sürelerinin önüne geçilmiştir.

Zahraee ve ark. (2020), DAH ve simülasyon modeli kullanarak ısıtıcı imalat sanayiinin kaynak bölümünde verimliliği arttırmayı hedeflemişlerdir. Üretim faaliyetleri arasında gecikmeye neden olan en önemli faktör olan kuyruğun, darboğazların oluşmasına neden olduğunu belirlemişlerdir. Bu sorunun giderilmesi için üretim hattına iki operatör ve iki kaynak makinesi daha eklenmesini önermişlerdir. Bir diğer önemli sorun ise çevrim sürelerindeki yüksek farklılıklar nedeniyle süresiz akıştır. Bu sorundan kaynaklanan her bir faaliyetin stok israfını azaltmak için Kanban yönteminin uygulanması ve süreçler arasına süpermarketler kurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak üretim temin süresini 17.5 günden 11 güne, katma değer süresi 3412 saniyeden 2415 saniyeye düşürmüşlerdir.

Aydın ve Çetin (2020) otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede ürün ailesi olarak arka koltuk parçasını seçmişlerdir. İşletmede iki farklı model koltuk üretimi için iki ayrı montaj hattı bulunmaktadır. Model miktarındaki değişimin montaj hattını olumsuz etkilediği belirlenerek iki

farklı model koltuk üretiminde ortak montaj hattına geçilmesine, ekipmanların düzenlenmesine ve üretim için sadece telemail sistemi bilgisinin kullanılmasına karar verilmiştir. Ortak hat üretimi için her modele ait bir subline hat oluşturulmuştur. Subline hatlar modele ait işleri kapsayan yardımcı bir hat olarak çalışmaya başlamıştır ve ön hazırlık zamanlarını üstlenerek montaj hattını desteklemiştir. Böylece alan tasarrufu sağlanmış, akış süresi kısaltılmış, hatalar ve hat duruş zamanı azaltılmıştır.

Bilici ve Kosanoğlu (2021) tekstil fabrikasında yaptıkları çalışmada değer akış haritalama ile Hata Türleri ve Etkileri Analizi yöntemini kullanmışlardır. Mevcut süreci dikkate alarak her hatanın potansiyel nedenlerini balık kılçığı diyagramlarında göstermişlerdir. Makinelerden yeterli verimin alınamamasının nedeninin zayıf bakım planlamasından kaynaklandığı görülmüştür. Planlı bakım planı ile karşılaşılabilecek hatalar önceden planlanarak bakıma alınabilecektir. Lojistik departmanı eklenerek talep tahminleme yönteminin kullanılması neticesinde termin problemi çözülecektir. Bunlara ek olarak en sık kullanılan hammaddeler için emniyet stok seviyeleri belirlenerek fazla stok veya üretimi engelleyebilecek hammadde yoksunluğunun önüne geçilebilecektir. Önerilen iyileştirmeler ile her bir iş istasyonunun çevrim zamanı ile takt zaman arasındaki farkı azaltmışlardır.

Emir ve Gergin (2021) şekerleme üretimi yapan bir fabrikanın paketleme hatlarında israfları azaltmak için DAH metodu kullanarak darboğazları belirlemişler, 5S ve Kaizen yöntemleri ile iyileştirme önerileri sunmuşlardır. Önerilen iyileştirmelerin simülasyon modeline entegre edilmesiyle teslim süresi, hazırlık süresi, verimlilik ve üretim oranında önemli ölçüde gelişmeler elde edildiği görülmüştür.

Ahmad ve ark. (2022) atıştırmalık ürünler üreten bir işletmede kurutulmuş mantar cipsi ürününü ele alarak değer akış haritalama ve gemba walk metodlarını uygulamışlardır. Yapılan çalışmada fazla stok, uzun teslim süresi ve hatalı üretim gibi israflar tespit etmişlerdir. Tüm israfların minimuma indirilmesi için üretimin "stoğa üretim" yerine "siparişe göre üretim" yapılması, itme sistemi yerine çekme sistemi kullanılması, hatalı üretimi azaltmak için "Do It Right the First Time" (DIRFT) metodu olmak üzere 3 temel öneride bulunmuşlardır. Böylece teslim süresi 3 günden 1 güne, hatalı üretim oranı %13'ten %1'e düşürülmüştür ve ortalama kaynak kullanımı artırılmıştır.

Coşkun ve Özcan (2023) ayakkabı sünger üretimi yapan bir işletmede ABC analizi yapmış ve değer akış haritalama metodunu uygulamışlardır. Yaptıkları çalışma ile üretim akış süresini ve ara stok miktarlarını azaltmışlardır. Üretim akışı 32,35 günden 23,5 güne indirmişlerdir. Spagetti diyagramı ile gereksiz hareketleri tespit etmişler ve taşıma mesafesini 262,25 metreden 233,8 metreye düşürmüşlerdir.

Yurtseven ve ark. (2024) otomotiv parçaları üreten bir firmada mevcut durum haritası çizerek fazla stok ve gereksiz taşımalar olduğunu belirlemişlerdir. Kaizen önerileri doğrultusunda FIFO ve e-kanban sistemine geçiş yapılmasını önermişlerdir. Böylece 461,64 sn olan çevrim süresi 444,85 sn'ye, teslim süresi ise 90,2 günden 43,4 güne düşürmüşlerdir.

Literatür araştırması sonucunda değer akış haritalama metodunun hem üretim hem hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde yaygın olarak uygulandığı görülmüştür. Uygulayıcılar işletmeye değer katmayan süreçleri elimine etmeyi hedeflerken, sadece değer akış haritalama metodunu kullanmanın yanı sıra farklı tekniklerle bütünleşmiş biçimde uygulayarak da çalışmalar yaptıkları görülmüştür. Yapılan çalışmalara bakıldığında işletmeler çevrim süresi, kurulum süresi, işçi sayıları gibi birçok konuda iyileştirme sağlayarak karlılıklarına olumlu etki eden sonuçlar elde etmişlerdir.

Aşağıda verilen Çizelge 2.1.'de literatürdeki ilgili çalışmalar hakkında bilgiler özet olarak verilmiştir.



Çizelge 2.1. Literatür araştırması

YAZAR	ÇALIŞMA ALANI	KULLANILAN METOD	İYİLEŞTİRME YÖNTEMİ	SONUÇ
Seth ve Gupta (2005)	Otomotiv sektörü	Değer Akış Haritalama	Kanban, Milk-run Sistemi	Kişi başına üretim miktarında artış sağlamışlardır. Ayrıca ara stok ve bitmiş ürün stoklarını azaltmışlardır.
Birgün ve ark. (2006)	Traktör imalatında hidrolik kapak üretim süreci	Değer Akış Haritalama	Kanban, Süpermarket, Haftada İki Malzeme Tedariği	Belirli süreçler arasında süpermarket ve kanban sisteminin kurulması ve tedarikçiden haftada bir döküm halinde gelen hidrolik kapakların haftada iki defa gelmesini önermişlerdir. Böylece üretim temin süresi ve malzeme stokları önemli ölçüde azalmıştır.
Abdulmalek ve Rajgopal (2007)	Çelik üretimi	Değer Akış Haritalama, Simülasyon	Kanban, Süpermarket, Toplam Üretken Bakım	Ürün temin süresini 48 günden 15 güne indirmişlerdir ve süreç içi envanterin ortalama %90 oranında azaltılmasını sağlamışlardır.
Singh ve Sharma (2009)	Krank mili dişli üretim	Değer Akış Haritalama	Kanban, Elektronik bilgi akışı, Milk-run	Teslim süresinde (lead time) %92,58, işlem süresinde %2,17, süreçler arası stok miktarında (WIP) %97,1 ve işgücünde %26,08 azalma sağlamışlardır.
Jiménez ve ark. (2012)	Şarap imalat süreci	Değer Akış Haritalama	Kanban, Süpermarket, FIFO	Toplam üretim temin süresi 440.11 günden 162.5 güne düşürülmüştür.
Efe ve Engin (2012)	Eğitim araştırma hastanesi acil servis hizmet süreci	Değer Akış Haritalama	Kaizen	Mevcut akış süresini düşürerek %36,6 iyileştirme sağlamışlardır.
Tanco ve ark. (2013)	Nuga üretim süreci	Değer Akış Haritalama, Zaman Etüdü, Spagetti Diyagramı	U-Tipi Üretim Hattı	Teslimat süresinin 18 günden 3 güne düşürülmüş, iş döngüsü verimliliğindeki iyileşme %1,12'den %6,23'e çıkmıştır.
Rohac ve Januska (2015)	Sağlık sektörüne yönelik plastik ürünlerin üretimi	Değer Akış Haritalama	Çekme Sistemi	Mevcut duruma kıyasla üç kat daha yüksek verimlilik sağlanacaktır.

Hossain ve Uddin (2015)	Mango suyu üretim süreci	Değer Akış Haritalama, Pareto Analizi	JIT, 5S	Değer katmayan aktivitelerin süresi 84600 saniyeden 29580 saniyeye indirilmiş ve böylece teslim süresi 99870 saniyeden 44850 saniyeye düşürülmüştür.
Özveri ve Güçlü (2015)	Ayakkabı üretim süreci	Değer Akış Haritalama, AHP	Kanban Çekme Sistemi, Paket Yazılım, Şeffaf Etiket	Mevcut durum haritasındaki toplam 515 gün+108,5 dakikalık süre, gelecek durum haritasında 392,5 gün+108,5 dakikaya düşmüştür.
Sa'udah ve ark. (2015)	Gıda endüstrisi	Değer Akış Haritalama, Simülasyon	Süreç birleştirerek süreç sayısının düşürülmesi	iş istasyonları ile işlem süresi arasındaki mesafenin önemli ölçüde azalmıştır. Böylece günlük operasyonun değişken maliyeti azalacaktır.
Maraşlı ve ark. (2016)	Dondurma üretim süreci	Değer Akış Haritalama	Emniyet stoku, Süreç birleştirme	Stoklar en aza indirilmiş ve üretim istasyonları arasındaki bekleme süresi kısaltılmıştır.
Adalı ve ark. (2017)	Traktör imalatı	Değer Akış Haritalama	Hücre sel imalat yöntemi	Toplam akış süresi 13,08 günden 4,35 güne indirilmiştir. Çevrim süresinde ise %8 oranında iyileştirme sağlanmıştır.
Çil ve Yalçın (2018)	Bankacılık sektörü	Değer Akış Haritalama, Simülasyon	6S, Kaizen, Hata Önleme (Poke Yoke)	Müşterilerin bekleme sürelerinin %50 oranında azalmasını sağlamışlardır.
Sarı (2018)	Cıvata-somun üretim işletmesi	Değer Akış Haritalama	5S, Kanban, FIFO, Üretim partilerinin küçültülmesi, Minimum maksimum stok seviyelerinin belirlenmesi	Stok miktarı %45 oranında iyileştirme sağlanırken stok devir hızı iki katına çıkmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda üretkenlik %15 artmıştır.
Tekin ve ark. (2018)	Un fabrikası	Değer Akış Haritalama	Kaizen, SMED, 5S, Jidoka , Süreç İyileştirme	Üretim akış süresi, işlem süresi ve kalıp değiştirme süresinin azaltılmasını ve personel tasarrufu sağlamışlardır.
Maalouf ve Zaduminska (2019)	Gıda üretim işletmesi	SMED, Değer Akış Haritalama	Kalıp değişimi için iki işçinin çalıştırılması, Çalışma saatlerinin artırılması	Kalıp değiştirme süresi %34 azalmış, üretim kapasitesi %11 artmıştır.
Uygun ve ark. (2019)	Otomotiv Sektörü	Değer Akış Haritalama	5S, Kanban, Toplam Verimli Bakım	Yıllık yaklaşık 4579,30 € tasarruf sağlanabilecektir.

Liu ve ark. (2020)	Dondurulmuş mısır üretimi	Değer Akış Haritalama	Üretim hattına ek makine, Süpermarket, Kanban, FIFO	Üretim hattı dengelenerek akış halinde olan bir üretim hattı tasarlanmıştır.
Zahraee ve ark. (2020)	Isıtıcı imalat sanayii	Değer Akış Haritalama, Simülasyon	Üretim hattına iki operatör ve iki kaynak makinesi eklenmesi, Kanban, Süpermarket	Üretim temin süresini 17.5 günden 11 güne, katma değer süresi 3412 saniyeden 2415 saniyeye düşürmüşlerdir.
Aydın ve Çetin (2020)	Otomotiv sektörü	Değer Akış Haritalama	Montaj hatlarının birleştirilmesi ve subline hat kurulması	Alan tasarrufu sağlanmış, akış süresi kısaltılmış, hatalar ve hat duruş zamanı azaltılmıştır.
Bilici ve Kosanoğlu (2021)	Tekstil sektörü	Değer Akış Haritalama, Hata Türleri ve Etkileri Analizi, Balık Kılçığı Diyagramı	Planlı ekipman bakımı, Talep tahmin yöntemi, Emniyet stoğu	Her bir iş istasyonunun çevrim zamanı ile takt zaman arasındaki farkı azaltmışlardır.
Emir ve Gergin (2021)	Şekerleme üretim tesisi	Değer Akış Haritalama, Simülasyon	5S, Kaizen	Paketleme hatlarında yapılan çalışmalar sonucunda teslim süresi, hazırlık süresi, verimlilik ve üretim oranında önemli ölçüde iyileştirme sağlanmıştır.
Ahmad ve ark. (2022)	Kurutulmuş mantar cipsi üretimi	Değer Akış Haritalama, Gemba Walk	Siparişe göre üretim, Çekme sistemi, DRIFT	Teslim süresi, hatalı üretim oranı azaltılmış, ortalama kaynak kullanımı artırılmıştır.
Coşkun ve Özcan (2023)	Ayakkabı sünger üretimi	ABC Analizi, Değer Akış Haritalama, Spagetti Diyagramı	Üretim planının değiştirilmesi, Hücresel üretim	Üretim akışını 32,35 günden 23,5 güne, taşıma mesafesini 262,25 metreden 233,8 metreye düşürmüşlerdir.
Yurtseven ve ark. (2024)	Otomotiv parçaları üretimi	ABC Analizi, Değer Akış Haritalama	FIFO, e-kanban	461,64 sn olan çevrim süresi 444,85 sn'ye, teslim süresi ise 90,2 günden 43,4 güne düşürmüşlerdir.



3. MATERİYAL ve METOT

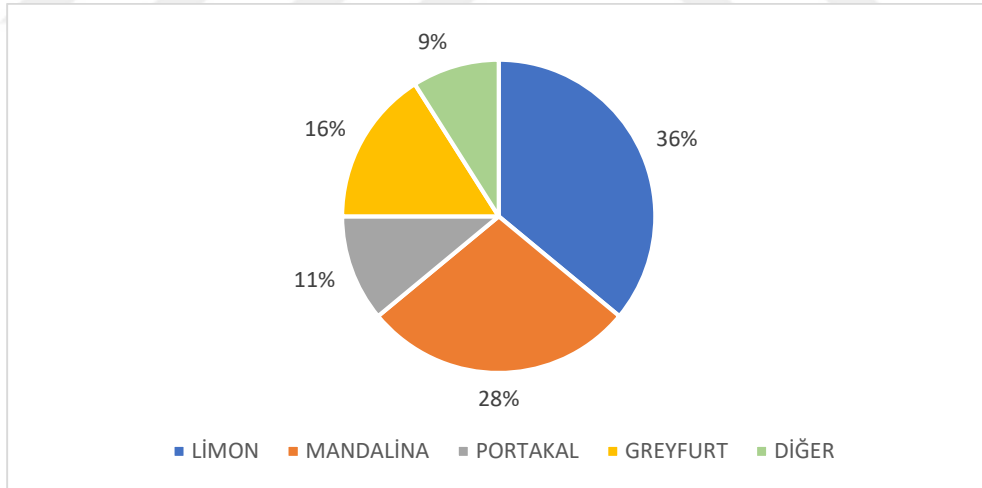
Bu bölümde, çalışmada ele alınan materyal ve metotlar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Materyal kısmında işletme ve üretim süreci hakkında bilgi verilmiştir. Metot kısmında ise çalışmada kullanılan yalın üretim, değer akış haritalama ve simülasyon modelleme detaylı olarak anlatılmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışmanın materyali, narenciye paketleme sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin üretim süreçlerinden oluşmaktadır.

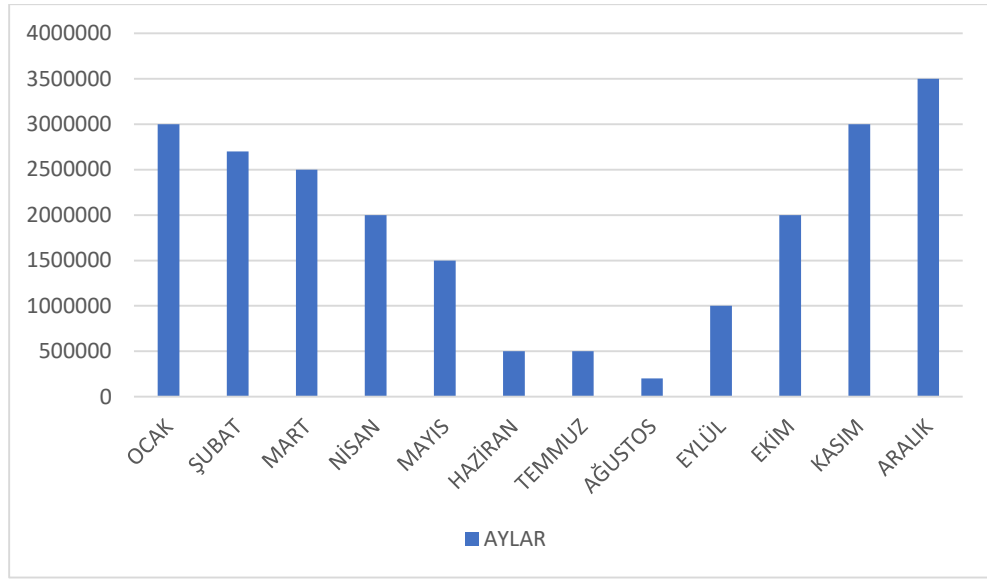
3.1.1. İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Yaş meyve ve sebze paketleme sektöründe faaliyet gösteren firma, 2007 yılında Mersin’de kurulmuş olup ağırlıklı olarak narenciye paketleme yapmaktadır. Siparişe göre üretim yapan firma başta Rusya, Azerbaycan ve Avrupa ülkeleri olmak üzere 40’a yakın ülkeye ihracat yapmaktadır. Üretimin yaklaşık %90’ı ihraç edilmektedir. Şekil 3.1. ‘de görüldüğü üzere üretilen ürün miktarları sıralamasında ilk sırada limon ikinci sırada mandalina, üçüncü sırada greyfurt, dördüncü sırada portakal yer almaktadır. Son sırada yer alan diğer ürünler şeftali, mısır, karpuz, nektarin gibi meyvelerden oluşmaktadır. Bu ürünler narenciyeden farklı işlem süreçlerinden geçmektedirler.



Şekil 3.1. Üretim Miktarları

İşletme verilerine bakıldığında en yüksek ihracatın Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Aylara Göre İhracat Miktarları (Kg)

3.1.2. Narenciye Sektörü

Turunçgiller olarak da adlandırılan narenciye; portakal, mandalina, limon ve greyfurt (altıntop) gibi meyve topluluğuna verilen genel isimdir. Bunların dışında kamkat ve pomelo (ağaç kavunu) gibi meyve türlerini de kapsamaktadır fakat ülkemiz açısından bunların ekonomik önemi yok denecek kadar azdır. Türkiye’de yetiştirilen narenciye çeşitlerinin üretim dönemleri, türlerine göre farklılık göstermekle birlikte üretim dönemleri genellikle Eylül ayında başlayıp Mayıs ayına kadar devam edebilmektedir (Tepge, 2021). Fakat narenciye paketleme yıl boyunca devam etmektedir.

TÜİK istatistiklerine göre, Türkiye’de 2020 yılında 4,3 milyon ton, 2021 yılında 5,3 ton ve 2022 yılında 4,7 milyon ton narenciye üretilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Türkiye’de narenciye üretim miktarları (ton) (TÜİK)

	Portakal	Mandalina	Limon	Greyfurt	Turunç	TOPLAM
2018	1.900.000	1.650.000	1.100.000	250.000	2.052	4.902.052
2019	1.700.000	1.400.000	950.000	249.185	2.230	4.301.415
2020	1.333.975	1.585.629	1.188.517	238.012	2.609	4.348.742
2021	1.742.000	1.819.000	1.550.000	249.000	2.615	5.362.615
2022	1.322.000	1.865.000	1.323.000	198.000	2.808	4.710.808

FAO verilerine göre (Çizelge 3.2.) Türkiye’de 2022 yılında 1,9 milyon ton turunçgil ihracatı gerçekleşmiştir. Bu ihracatın %45,85’i mandalina, %30,81’i limon, %16,39’u portakal ve %6,94’ü greyfurttan oluşmaktadır. Turunç ihracatı çok düşük olduğu için çizelgede yer verilmemiştir.

Çizelge 3.2. Türkiye'de narenciye ihracat miktarları (ton) (FAO)

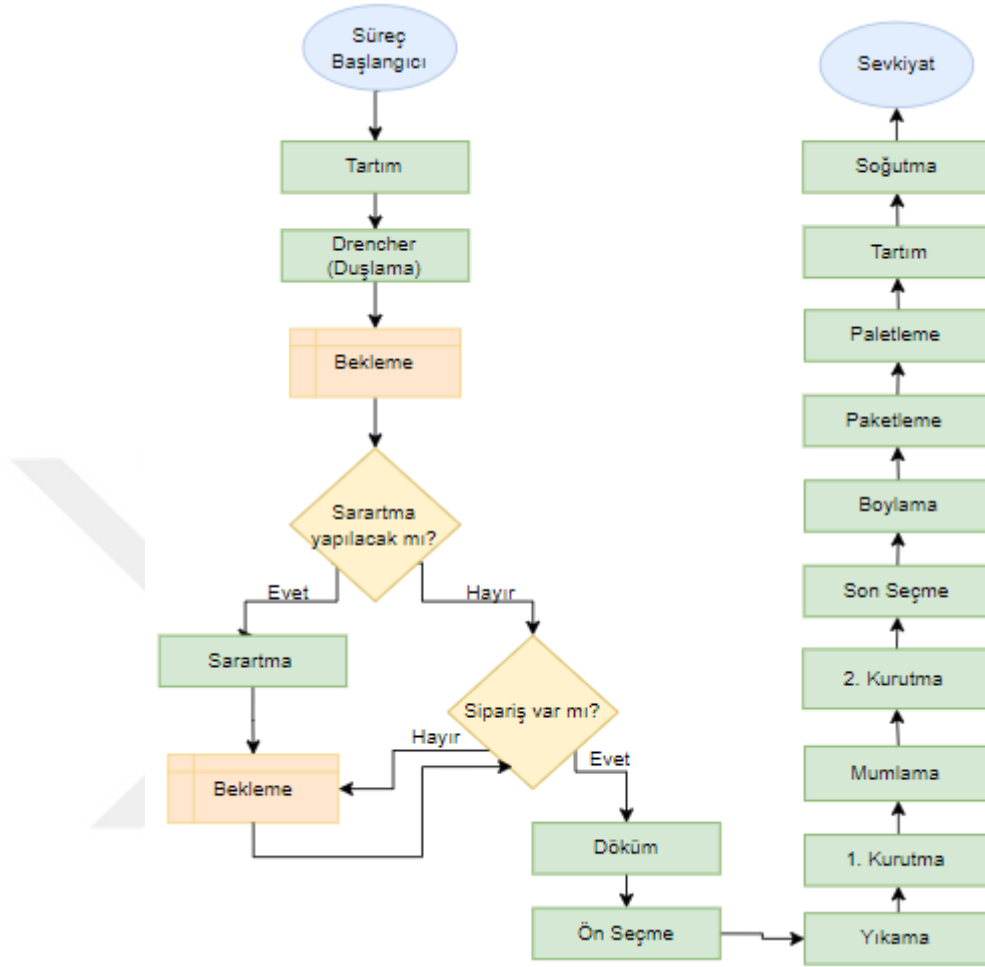
YIL	Portakal		Mandalina		Limon		Greyfurt		TOPLAM MİKTAR
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	
2018	449.763	22,40	740.026	36,85	625.269	31,14	193.064	9,61	2.008.123
2019	238.679	14,91	752.116	46,97	471.211	29,43	139.290	8,70	1.601.297
2020	282.940	15,68	868.569	48,13	468.729	25,97	184.393	10,22	1.804.631
2021	255.450	13,10	928.151	47,61	617.363	31,66	148.707	7,63	1.949.672
2022	314.313	16,39	879.164	45,85	590.703	30,81	133.128	6,94	1.917.309

C vitamini yönünden zengin olan narenciye taze olarak tüketilmesinin yanı sıra meyve suyu, reçel ve marmelat yapımı gibi alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca, gün geçtikçe kozmetik sektörü, ilaç sanayi, uçucu yağ ve kurutulmuş meyve üretimi gibi farklı kullanım alanlarına sahip olmaya başlamıştır. Kullanım alanlarının artmasıyla birlikte turuncgil ihracatında da artış gözlemlenmiştir (Tepge, 2021).

Yaş meyve ve sebzeler bol miktarda su içerdiklerinden dolayı çevre koşullarından çabuk etkilenir ve özelliklerini kaybederler. Ayrıca yaş meyve ve sebzeler hasat sonrası hala canlı olduklarından terleme ve solunum yaparlar ve böylece fizyolojik olarak ağırlık kaybına uğrarlar. Bu nedenle hasat edilen ürünlerin özelliklerini kaybetmemeleri için mümkün olan en kısa sürede işlenmeli, ambalajlanmalı ve soğutma bölümünde muhafaza edilmelidirler (Subaşı ve ark., 2014). Paketleme tesislerinde, bahçelerden hasat edilen ürünlerin temizlenmesi, sınıflandırılması, ambalajlanması ve uygun şekilde depolanması sağlanarak satışa ve tüketime uygun hale getirilmektedir.

3.1.3. Narenciye Paketleme Aşamaları

Önerilen metodun uygulanacağı süreçlere ait iş akış diyagramı şekil 3.3.'de yer almaktadır.



Şekil 3.3. İş Akış Diyagramı

Süreçler paketleme öncesi süreç, paketleme hattı süreci ve paketleme sonrası süreç olarak 3 aşama olarak ele alınmıştır ve detaylı olarak anlatılmıştır.

Paketleme Öncesi Süreç

Yaş meyve ve sebze ürünlerinde, ürüne zarar vermeden özenle yapılan hasat depolama performansını olumlu yönde etkilemektedir. Aksi durumda ürünlerde hastalıklar veya bozulmalar görülebilmektedir. Bu da ürün kalitesini ve pazarlanabilir ürün miktarını olumsuz etkilemektedir (Gökkür ve Çelik, 2016).

Bahçeden hasat edilip kasalara doldurulan ürünler kamyonlarla paketleme tesisine taşınmakta ve tesiste tartım işlemi yapıldıktan sonra kalite kontrolden geçirilmektedir. Kalite kontrol sırasında her partiden alınan numuneler fiziksel ve duyuşal yöntemlerle kontrol ve analize tabi tutulmaktadır. Ürünlerde trips, ekşi çürüklük, mantar, yeşil ve kahverengi küf, akdeniz sineği vb.

herhangi bir hastalık varsa tespit edilip, buna göre mücadele yöntemleri ve kullanılacak kimyasallar belirlenmektedir. Ayrıca kalite kontrolde ürünlerin boy ve renk oranları tespit edilerek sınıflandırma yapılmaktadır.

Paketleme tesislerinde ürünler kalitelerine aşağıdaki gruplara ayrılmaktadır (Megep, 2012);

Extra: En yüksek kaliteli ürünlerdir. Ürünler şekil, renk ve gelişim açısından çeşide özgü gelişmeyi tamamlamış sapı üzerinde ve sağlamdır.

1. kalite (Birinci sınıf): İyi kaliteye sahip ürünlerdir. Çeşide özgü nitelikler extra kalitede olduğu gibidir. Fakat hafif şekil, renk ve gelişim kusurları vardır.

2. kalite (İkinci sınıf): Yeterli kaliteye sahip ürünlerdir. Bu ürünler aranan zorunlu şartları taşımaktadırlar. Kusur sınırları birinci sınıfa göre genişletilmiştir.

Iskarta : Yukarıdaki sınıfların özelliklerine göre oldukça düşük kalitede olan ürünlerdir.

Fakat uygulama yapılan işletmede ürünler kalitelerine göre sadece ıskarta ve ihracata uygun ürünler olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Kalite kontrol sürecinden sonra ürünler ön yıkama ve ilaçlama yapılmak üzere paletli halde Drencher ünitesine (duşlama) konulmaktadır. Ünitenin her tarafından paletlere ilaçlı su püskürtülerek ürünlerin olası hastalıklardan korunması ve üzerlerinde bulunabilecek zarar verici böceklerden, mantar ve mikroorganizmalardan arındırılması sağlanmaktadır. Bu ilaçlama suyu birkaç defa kullanılabilir. Bu işlem sonucunda ürünler dezenfekte edilmiş olmaktadır.

Drencher ünitesinde ön yıkama ve ilaçlama işlemi tamamlanan ürünler minimum 24 saat dinlendirilmek üzere bekleme alanlarında bekletilmektedirler. Ürünler dinlendirildikten sonra paketleme için uygun renkte olmayanlar sarartma odalarına alınmaktadır. Hasat sonrası uygun renk kalitesinde olmayan yeşil renkli narenciyelere özel şartlar altında etilen gazı verilmesi sonucu meyve kabuğunda oluşan renk değişim işlemine sarartma denir. İhraç edileceği ülkenin uzaklığına göre sarartma ürünlerin sarartma süreleri değişkenlik göstermektedir. Örneğin yakın ülkelere gönderilecek ürünler ortalama 2 gün sarartma odalarında bekletilirken, uzak ülkelere gönderilecek ürünler ortalama 8-12 saat bekletilmektedirler. Sarartma işlemi tamamlanan ürünler minimum 24 saat bekletilmek üzere tekrar bekleme alanına alınmaktadır. Ön yıkamadan sonra ürünlerin üzerindeki ilacın kurumması ve sarartma odasına ıslak veya nemli girmemesi gerekmektedir. Aksi takdirde ürünler çabuk bozulacak ve ürünlerde kararlar meydana gelecektir. Bekleme süreçleri tamamlanan ürünler daha sonra paketleme sürecine dahil edilmektedir.

Paketleme Hattı Süreci

Müşteriden henüz sipariş alınmamışsa, sipariş geldiği zaman işleme alınmak üzere, ürünler bekleme alanında bekletilmeye devam etmektedir. Eğer müşteriden sipariş alınmışsa, dinlendirilen ürünler paketleme hattı girişindeki boşaltma ünitesine götürülmektedir.

Döküm ünitesine götürülen ürünlerin döküm işlemi elle veya otomatik olarak yapılabilir. Elle döküm sistemlerinde işçi yardımıyla kasalar hareketli mekanizma üzerine yerleştirilmektedir ve hareketli mekanizma belli bir açı ile kasalara eğim vermektedir. Böylece ürünler ön seçme bandına dökülmekte daha sonra boş kasalar işçi tarafından alınmaktadır. Otomatik döküm sistemlerinde ise beşerli veya altışarlı kasalar bir mekanizma ile bir araya getirilip asansör benzeri bir sistemle yükseltilmekte ve ürünler sıralı halde boşaltılmaktadır. Boş kasalar ayrı bir bant tarafından alınmaktadır. Uygulama yapılan işletmede elle döküm sistemi kullanılmaktadır.

Sonraki aşama olan ön seçme işleminde paketleme hattına boşaltılan ürünlerin içinde çürük, ezik ve zarar görmüş ürünler ayıklanmaktadır. Bu işlemi işçiler elle yapmaktadır. Paketlenemeyecek durumdaki ürünler elendikten sonra kalan ürünler yıkama tüneline gitmekte ve ürünlerin üzerindeki toz, toprak, böcek ve yağmur suyu izleri temizlenmektedir.

Yıkama hattı boyunca fırçalı makaralar üzerinde ilerleyen ürünler önce köpüklenmekte daha sonra su püskürtülerek durulanmaktadır. Durulanan ürünler yıkama hattında süngerli makaralar üzerinde ilerlerken ürün üzerindeki bir kısım su emilmektedir.



Şekil 3.4. Yıkama Hattı

Ürünler daha sonra kurutma tüneli içerisinde geçmekte ve üzerine sıcak hava üflenerek tamamen kurutulmaktadır. Kurutma tünelinden sonra ürünlerin tamamen kuruması gerekmektedir. Çünkü sonraki aşama olan mum hattında verilen mum suyla çözünen bir madde olduğundan dolayı ıslak veya nemli olan ürünlerde mumun bir etkisi olmayacaktır.

Ürünler yıkandıktan sonra doğal mum tabakasını kaybetmektedir. Mum tabakasını kaybeden meyve ve sebzelerde su kaybının hızlanması sonucu ürünlerde yumuşama ve matlaşma meydana gelmektedir. Ayrıca mum tabakasını kaybeden ürünler dışarıdaki bakteri ve funguslara karşı savunmasız kalmaktadır. Bu nedenle kurutma sonrası, ürünler mumlama ünitesine girmekte ve mum emülsiyonlar, fırçalı makaralar üzerinde ilerleyen ürünlere püskürtülerek mumlama işlemi uygulanmaktadır. Böylece mumlama ile çürüme ve su kaybı minimum seviyeye indirilirken, parlaklık ve albeni artmaktadır. Mumlama işleminden sonra ürünler ikinci kurutma tüneline girmektedir. Mum kurutma tüneline çıkan ürünler son seçme ünitesine girerek, işçiler tarafından ıskarta ürünler ayıklanıp ıskarta bandına aktarılmaktadır.

Son seçme ünitesinden sonra ıskarta haricinde kalan ürünler boylama ünitesine girerek boyutlarına göre sınıflandırılmaktadır. Boylama ünitesi ürünleri boyutlarına göre 12 ayrı sınıfa ayırabilmektedir. Boylama ünitesinde her iki makara arası çap genişliği başta az iken giderek artmaktadır. Bu nedenle hat boyunca ilerleyen her ürün kendi çapına uygun aralıktaki bölmeye ayrılmaktadır.



Şekil 3.5. Boylama Ünitesi

Uygulama yapılan tesiste ürünler sadece kalite ve boylarına göre ayrılmaktadır fakat bazı tesislerde bunlara ek olarak ürünler ağırlık ve renklerine göre de ayrılabilir. Bu sınıflandırmalar daha gelişmiş teknolojideki makinelerle mümkün olmaktadır.

Sınıflandırılmış ürünler bantlı götürücüler ile paketlemenin yapıldığı üniteye götürülmektedir. Böylece her üniteye belirlenmiş tek boydaki ürünler gitmektedir. Bu ürünler işçiler tarafından ünite üzerinden alınıp, siparişe uygun ambalajlara yerleştirilmektedir. Paketlemede karton, tahta ve plastik kasalar veya file kullanılmaktadır. Kullanılan ambalajlar ürünleri fiziksel

olarak hasardan koruyarak ürünlerin dayanıklılık sürelerini artırmaktadır. Ambalaj türünü ürünlerin ihraç edildiği ülkelerdeki müşterilerin talepleri belirlemektedir.

Paketlemesi tamamlanan ürün kasaları banda yerleştirilmekte ve bant üzerinde reklam etiketleri yapıştırılmaktadır. Bandında sonuna ulaşan ürünler işçiler tarafından bant üzerinden alınmaktadır. Bant üzerinden alınan kasalar üst üste konularak paletlenmektedir ve işlemi tamamlanan paletler köşebent, şapka ve şeritler yardımıyla sabitlenmektedir. Böylece paketleme hattı üzerindeki işlemleri bitmiş olmaktadır.

Paketleme Sonrası Süreç

Paketleme hattındaki süreçleri tamamlanan ürünler tartılarak, ürün cinsi, brüt – net ağırlığı, palet cinsi, ambalaj çeşidi gibi bilgiler bilgisayar sistemine girilmektedir. Narenciye ürünleri çabuk bozulabilen ürünler olduğu için hasat edildikten sonra bozulmayı önlemek amacıyla uygun şartlarda depolanarak muhafaza edilmelidir. İşlemleri biten paletler ön soğutma yapılmak üzere soğuk hava depolarına alınmaktadır. Ön soğutma yapılmak üzere bitmiş ürünler yaklaşık olarak 3 saat soğuk hava depolarında bekletilmektedir. Bu süre hava o an ki hava koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Hava çok sıcak ise bekletme süresi uzayabilmektedir.

Soğutma işlemi tamamlanan ürünler nakliye araçlarına (konteyner, tır) yüklenerek müşteriye gönderilmektedir.

Tüm bu süreçlerin başarılı bir şekilde yönetilmesi ile ürün değeri artmış olacaktır. Böylece müşteri memnuniyeti sağlanacak ve rekabet gücü de artacaktır (Gökkür ve Çelik, 2016).

3.2. Metot

Metot kısmında sırasıyla değer akış haritalama metoduna, spaghetti diyagramına ve simülasyon modelleme yöntemine yer verilmiştir. Daha sonra ise değer akış haritalama ve simülasyon modelleme yöntemleri bütünleşik olarak ele alınmıştır.

3.2.1. Yalın Üretim

İkinci Dünya Savaşı sonrası, otomobil şirketi Toyota'da Eiji Toyoda ve Taichi Ohno önderliğinde Toyota Üretim Sistemi olarak adlandırılan yalın üretimin temelleri atılmıştır (Türkan, 2010).

Yalın Üretim Sistemi, müşteri memnuniyetini sağlamak için sürekli iyileştirme yoluyla tüm israfları belirleme ve ortadan kaldırmaya yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Yalın Üretim Sisteminin birincil amacı, israfları ortadan kaldırarak maliyeti azaltmak ve verimliliği artırmaktır (Maalouf ve Zaduminska, 2019). Yalın üretimde önceki proses sonraki prosesin ihtiyaç duyduğu ürünü ihtiyaç duyduğu miktarda ve zamanda üretmesi sağlanmaktadır (Rother ve Shook, 1999).

Yalın kavramını benimseyen işletmeler önem derecesine göre müşterileri en üst sıraya koymaktadırlar. Bu yaklaşıma göre en değerli kaynak çalışanlardır ve işin yapıldığı yer odak

noktasıdır. Yalın bir işletmenin olmazsa olmazı ise israfların ortadan kaldırılarak sürekli iyileştirme yapılmasıdır (Çil ve Yalçın, 2018). Yalın üretim sistemi stokların azaltılması, çevrim süresinin kısaltılması, üretim hattı dengelenmesi, darboğazların ortadan kaldırılması, tek parça akışının sağlanması gibi pek çok iyileştirmeyi kapsadığından dolayı iyileştirme çalışmaları yalın üretimden bağımsız düşünülememektedir (Sarı, 2018).

Yalın düşünce kavramının değer, değer akışı, sürekli akış, çekme sistemi ve mükemmellik olmak üzere 5 temel ilkesi bulunmaktadır.

Değer

Yalın düşüncenin başlangıç noktası değer kavramıdır. Değer; belli bir zaman içerisinde belli bir fiyattan müşterinin ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir. Değer müşteri tarafından tanımlanır ve üretici tarafından oluşturulur (Womack ve Jones, 1996).

Değer Akışı

Bir ürünü elde etmek için ürünün hammaddeden müşteriye sunulmasına kadar olan süreçte gerçekleşen faaliyetlerin tümüdür (Womack ve Jones, 1996).

Sürekli Akış

Değer akışındaki israflar yok edildikten sonra değer katan aşamaların süreç boyunca akışını sağlamaktır. Sürekli akış sağlandığında bir ürün veya hizmetin sunulması, sipariş verilmesi ve tedarik edilmesi faaliyetlerinin tümü hareket israfı olmadan, kesintiye uğramadan ve kuyruk oluşmadan art arda sürekli akış halinde gerçekleşir (Womack ve Jones, 1996).

Çekme

Müşteri ihtiyaç duymadıkça bir ürün veya hizmetin üretilmemesidir. Böylece ürünü müşteriye itmek yerine müşterinin ihtiyaç duydukça çekmesini sağlamaktır (Womack ve Jones, 1996).

Mükemmellik

Ürün veya hizmet sunarken emek, yer, zaman, hata ve maliyet azaltmak suretiyle süreci sürekli iyileştirerek mükemmelliğe ulaşmayı hedeflemektir (Womack ve Jones, 1996).

Yalın üretim ilkelerinin hedefi müşteri değerini doğru tanımlama, değer akışındaki her adımı belirleme, akışı sağlama, çekme sistemi oluşturarak nihai müşterinin değeri kaynağından çekmesi ve sürekli olarak mükemmelliğe ulaşmaya çalışmaktır (Womack ve Jones, 1996).

Yalın üretimde, hammaddenin başlangıçtan nihai ürün olarak müşteriye teslimine kadar kesintisiz olarak, yeniden işlem yapmadan ve ürüne değer katmayan, boşa harcanan çaba ve zamanı

sürekli azaltarak tek parça akış sağlanmalıdır. Liker (2021), akışı kesintiye uğratan her şeyi israf (muda) olarak tanımlamıştır. Seth ve Gupta (2005), kaynakları kullanan ancak ürüne herhangi bir değer katmayan unsurların tamamını israf olarak nitelendirmiştir.

İsraf ve kayıpların tamamen yok edilmesi için dikkat edilmesi gereken iki nokta vardır (Ohno, 1998) :

1- Etkinliğin artırılması sadece maliyeti düşürdüğünde anlamlı olacaktır. Maliyeti düşürmek için sadece ihtiyaç kadar üretilmeli ve iş gücü minimum düzeyde kullanılmalıdır.

2- Her işçinin ve her prosesin etkinliği gözlemlenmelidir. Etkinliğin ayrı ayrı ve bütün olarak artırılması için işçiler grup olarak ele alınmalı ve bütün tesisin etkinliği değerlendirilmelidir.

Yalın üretim uygulamasında ilk olarak israf faktörlerinin neler olduğu açık ve net olarak belirlenmelidir (Ohno, 1998).

Ohno (1998) fazla üretim, bekleme, gereksiz taşıma, gereksiz işlem, fazla stok, gereksiz hareket ve hatalı parça üretimi olmak üzere 7 temel israf türü belirlemiştir (Ohno,1998). Ancak Jeffrey K. Liker, Toyota Tarzı (The Toyota Way) adlı kitabında kullanılmayan çalışan yaratıcılığını sekizinci israf türü olarak tanımlamıştır (Liker, 2021).

Bu israf türleri aşağıdaki gibi kısaca özetlenebilir:

- **Fazla Üretim:** Müşteri talebinden daha fazlasını üretmek veya sonraki prosesin ihtiyacı olandan daha fazla üretim yapmak israf oluşturmaktadır. Bu israf türü diğer israf türlerinin de oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin; fazla üretimden kaynaklanan aşırı stok sebebiyle fazla işgücü, gereksiz depo alanı ve nakliye masrafı gibi israflar ortaya çıkmaktadır (Rother ve Shook, 1999; Liker, 2021).
- **Bekleme:** Önceki prosesin sonraki procesten daha hızlı üretim yapması sonucu malzemenin bir sonraki proceste işlemde geçirilmek üzere beklemesidir (Liker, 2021).
- **Gereksiz Taşıma:** Çalışma alanlarının düzensizliğinden kaynaklı olarak malzemeleri ve ara stokları depo veya süreçler arasında uzun mesafeler boyunca taşımak bu israfa yol açmaktadır (Liker, 2021).
- **Gereksiz İşlem:** Parçaları işlemek için gerekli olmayan adımlardan, müşteri beklentisinin altında kaliteye sahip ürün üretiminden veya gerektiğinden fazla kalitede ürün üretiminden kaynaklanan israf türüdür (Liker, 2021).
- **Fazla Stok:** Fazla hammadde ve müşteri talebinden fazla ürün üretiminin sebep olduğu israf türüdür. Aşırı stok nakliye ve depolama maliyet kalemlerinin oluşmasına sebep olmaktadır (Liker, 2021).

- **Gereksiz Hareket:** Çalışanların iş sırasında malzeme arama, malzeme getirmek için yürüme gibi ürüne katkısı olmayan ve değer katmayan faaliyetlerinden oluşan israftır (Liker, 2021).
- **Hatalı Parça Üretimi:** Müşteri talebini karşılamayan ürünlerin üretilmesidir (Liker, 2021).
- **Çalışanların Yaratıcılığını Kullanmamak:** Çalışanların bilgi, beceri ve tecrübelerinden yararlanılmamasıdır. Bu da zaman, fikir, yetenek, ilerleme ve öğrenme fırsatını yitirmeye yol açmaktadır (Liker, 2005).

Kanban, Tam Zamanında Üretim, Poka Yoke, 5S, Jidoka, Kaizen, Altı Sigma, SMED, Toplam Üretken Bakım, Heijunka, Değer Akış Haritalama gibi yöntemler üretim yalınlaştırmada kullanılan belli başlı yalın üretim araçlarıdır. Bu araçlardan değer akış haritalama metodu detaylı olarak ele alınmıştır.

3.2.2. Değer Akış Haritalama Metodu

Değer akış haritalama üretim ve hizmet süreçlerinde her prosesin semboller ile gösterildiği bir yalın üretim aracıdır (Rother ve Shook, 1999). Değer akış haritalama metodunu diğer yalın üretim yöntemlerinden ayıran en önemli özellik, süreç adımlarını tek tek ele almak yerine süreci bütün olarak ele alması ve gelecekteki ideal durumu kapsayacak şekilde sonuç odaklı iyileştirmeler sunmasıdır (Uygun ve ark., 2019). Değer akış haritalama, hammaddenin işletmeye gelerek bir takım üretim süreçlerinden geçip son ürün olarak müşteriye ulaşmasına kadar gerçekleşen tüm süreçleri kapsamaktadır (Adalı ve ark., 2017). Değer akış haritalama sembolleri ile çizilen, malzeme ve bilgi akışında yer alan tüm süreçleri kapsayan harita çevrim süresi, kalıp değişim süresi, stok durumu gibi verileri içermektedir (Singh ve Sharma, 2009).

Bu yöntem ile kaynakların verimli biçimde kullanılması, hammaddenin zamanında ürüne dönüştürülmesi, maliyetlerin azaltılması ve karlılığın artırılması amaçlanarak sistemin tümünde iyileştirme sağlanmaktadır (Bilici ve Kosanoğlu, 2021). Bu iyileştirmelerle birlikte israflar azaltılarak ürün değeri artırılmış olacak ve işletme rakipleri karşısında avantaj sağlayacaktır.

Değer akış haritalama süreçlerinde faaliyetler 3 gruba ayrılmaktadır.

1. Değer katmayan faaliyetler (non-value adding)
2. Değer katmayan fakat yapılması zorunlu faaliyetler (necessary but non-value adding)
3. Değer katan faaliyetler (value adding)

Bunlardan ilki değer katmayan ve kaçınılmaz faaliyetlerdir. Bu faaliyetler işletmenin kaynaklarını kullanırlar fakat ürüne değer katmazlar ve kar kaybına neden olurlar (Türkan, 2010).

Bekleme süresi, ara ürünlerin istiflenmesi ve çift elleçleme gibi gereksiz eylemleri içerdiği için tamamen ortadan kaldırılması gerekmektedir (Seth ve ark., 2008).

İkincisi değer katmayan fakat gerekli olan faaliyetlerdir. Bu durum israf yaratır fakat mevcut süreç prosedürleri kapsamında gereklidir. Bu tür faaliyetleri ortadan kaldırmak için, büyük değişiklikler yapmak gerekmektedir. Bu değişiklikleri yapmak hemen mümkün olmayabilir (Seth ve ark., 2008).

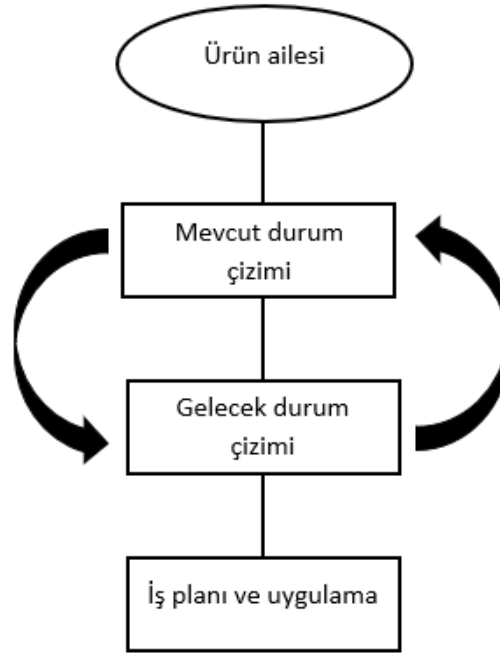
Değer katan faaliyetler ise nihai ürün veya hizmet son tüketicinin istediği yönde değer yaratır. Parçaların alt montajı, gövdenin boyanması gibi süreçleri içerir (Seth ve ark., 2008).

Değer akış haritalama metodunun kullanılma nedenleri ve sağladığı avantajlar aşağıda açıklanmıştır (Rother ve Shook, 1999).

- Süreçteki sadece tek bir noktayı değil, tüm süreci bütün olarak görme imkanı sağlamaktadır.
- İsrafların yanı sıra israf kaynaklarının da belirlenmesini sağlamaktadır.
- Sürecin herkes tarafından aynı şekilde tanımlanabilmesi için ortak bir iletişim dili oluşturmaktadır.
- Süreçle ilgili alınan kararlar görünür olduğundan dolayı, uygulamada hatalı yapılabilecek tespitlerin ve hatalı alınabilecek kararların önüne geçmektedir.
- Hammaddeden son ürüne kadar tüm süreçleri kapsadığından dolayı yalın uygulamalar için plan oluşturmaktadır. Plan doğrultusunda yalın dönüşüm çalışması yapacak işletmeleri başarıya götürmektedir.
- İsrafları ortadan kaldırmak için en uygun yalın tekniğin seçilmesine yardımcı olmaktadır.
- Malzeme ve bilgi akışı arasındaki ilişkiyi gösteren tek araçtır.
- Katma değer yaratmayan adımlar, stok seviyesi, temin süresi gibi sayısal değerler üreten nicel tekniklere göre daha faydalı olan ve işletmenin nasıl ilerlemesi gerektiğini gösteren nitel bir araçtır. Bu nedenle değer akış haritalama nicel verileri değiştirmek için neler yapılması gerektiğini tanımlamaktadır.

Değer Akış Haritalarının Oluşturulması

Değer Akış Haritalama; (1) Ürün Ailesinin Seçimi, (2) Mevcut Durum Haritasının Çizimi, (3) Gelecek Durum Haritasının Çizimi, (4) Faaliyet Planının Hazırlanması ve Uygulanması adımlarından oluşmaktadır (Rother ve Shook, 1999).



Şekil 3.6. Değer Akış Haritalandırma Adımları (Rother ve Shook, 1999)

Müşteriler bir işletmede üretilen tüm ürünlerle değil, sadece kendi ihtiyaçları olan ürünle ilgilendiklerinden dolayı ve birden fazla ürün üretilen fabrikalarda karmaşıklık yaratmaması adına haritalandırmanın tek bir ürün ailesi üzerinden yapılması gerekmektedir (Birgün ve ark., 2006). Bu nedenle değer akış haritalamada ilk adım olarak ürün ailesi belirlenmektedir.

İkinci aşamada, sahadan gerekli bilgiler toplanarak ve çizelge 3.3.'de yer alan semboller kullanılarak sürecin ayrıntılı bir şekilde görselleştirildiği mevcut durum haritası çizilir. Mevcut durum haritası, doğrudan üretim bölümünden toplanan bir dizi veriye dayalı olmalı ve çizelge 3.3.'de gösterilen standart simgeler kullanılarak çizilmelidir (Braglia ve ark., 2006). Yalın üretimde bilgi akışı malzeme akışı ile aynı öneme sahip olduğundan sadece malzeme akışını haritalandırmak yanlış olacaktır. Bu nedenle malzeme akışının yanı sıra bilgi akışının da haritalandırılması gerekmektedir (Rother ve Shook, 1999).

Üçüncü adım değer akışı boyunca karşılaşılan israfların tanımlanması ve analizinden oluşmaktadır (Braglia ve ark., 2006). İyileştirilmesi gereken noktalar belirlenerek ideal üretim sürecini temsil edecek bir gelecek durum haritası çizilir. Gelecek durum haritası israf kaynaklarının ortadan kaldırılmasını ve müşteri için değer artırılmasını sağlamaktadır. Son adımda ise bir uygulama planı hazırlanır ve aktif olarak kullanılmaya başlanır (Rother ve Shook, 1999).

Bu adımların uygulanması ve takibi için değer akış haritalama yöneticisine ihtiyaç duyulmaktadır. Yönetici çalışmayı başından sonuna kadar yürütme sorumluluğunu üstlenerek;

- Mevcut ve gelecek durum haritalarının çizilmesini ve uygulama planının hazırlanmasını yönlendirir.
- Gelişmeleri üst yönetime raporlar.

- Uygulama adımlarını belli aralıklarla günceller.
- Uygulamaya öncelik verilmesini sağlar (Rother ve Shook, 1999).

Mevcut durum, sürecin nasıl ilerlediğine ve iyileştirme potansiyellerinin hangi noktalarda olduğuna dair anlık görüntü yakalamak için haritalandırılır. Gelecek durum haritası ise takt time gereksinimlerini dikkate alarak sürecin nasıl ilerlemesi gerektiğini gösterir (Seth ve Gupta, 2005). Gelecek durum haritasında her prosesin sonraki prosese sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve sonraki prosesin ihtiyaç duyduğu ürünün ihtiyacı olduğu zaman ve miktarda üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri olması amaçlanmaktadır (Rother ve Shook, 1999).

Mevcut durum haritası çizilirken aşağıdaki sorulara cevap aranarak gözlem ve değerlendirmeler yapılmalıdır (Rahani ve ark., 2012).

- i. Takt zamanı nedir?
- ii. Bulunan darboğaz ve kısıtlamalar nelerdir?
- iii. Envanter (veya kuyruk süresi) nerede azaltılabilir?
- iv. Akışı nerede iyileştirilebilir?
- v. Gelecekteki durum tasarımı için potansiyel süreç iyileştirmeler neler olabilir?

Mevcut durum haritasında bir ürün üretmek veya hizmet sunmak için gereken tüm adımların akış sırası belirlenmekte ve her adımın detaylı bir analizi yapılmaktadır (Brunt, 2000).

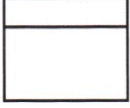
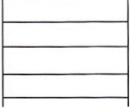
Mevcut durum haritasının çiziminde dört aşama vardır (Brunt, 2000):

1. Müşterinin gereksinimleri ile ilgili detaylar toplanır.
2. Fiziksel akış tüm süreçler, veri kutuları ve envanter üçgenleriyle detaylandırılır.
3. Malzeme tedarikinin haritası oluşturulur.
4. Bilgi akışları haritalandırılarak itme ve çekme sistemi belirlenir.

Mevcut durum haritası oluşturulurken her adım için döngü süresi (cycle time), Takt time, work in progress (WIP) ve set up süresi gibi parametreler ölçülür veya hesaplanır, bu da üretim sürecindeki katma değerli ve katma değeri olmayan faaliyetlerin tanımlanmasını kolaylaştırır (Maalouf ve Zaduminska, 2019).

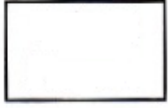
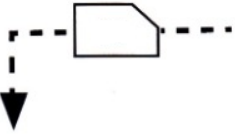
Çevrim süresi Takt zamanının üzerindeyse, iyileştirme yapmadan sürekli akış sağlamak mümkün değildir (Brunt, 2000).

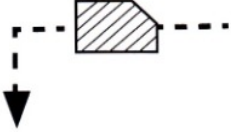
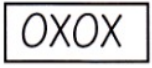
Çizelge 3.3. Değer akış haritalamada kullanılan malzeme akış sembolleri (Rother ve Shook, 1998)

MALZEME AKIŞ SEMBOLLERİ	SEMBOL TANIMI	AÇIKLAMA
	ÜRETİM PROSESİ (PROSES KUTUSU)	Malzemenin geçtiği montaj, kaynak, imalat gibi süreçleri tanımlamak için kullanılan semboldür.
	DIŞ KAYNAKLAR	Değer akış haritasında malzeme akışının başladığı ve bittiği noktalara tedarikçi ve müşterinin temsil edilmesi amacıyla kullanılan semboldür.
	BİLGİ KUTUSU	Süreçlerdeki çevrim süresi (CT), Hazırlık süresi (CO), vardiya, hatalı parça sayısı, müşteri vb. bilgilerin yer aldığı semboldür.
	STOK	İki proses arasındaki stok miktarını gösterir. Prosesler arasında oluşan her envanter ayrı bir stok sembolü ile gösterilmesi gerekmektedir.
	KAMYONLA SEVKİYAT	Tedarikçiden gelen malzemelerin veya müşteriye gönderilen ürünlerin hangi periyotlarla sevk edildiğini gösterir.
	ÜRETİLEN MALZEMENİN İTME İLE HAREKETİ	Bir sonraki prosesin ihtiyacının olup olmadığına bakılmaksızın malzemenin sürekli olarak üretilip itme yoluyla aktarılmasını sembolize eder.
	BİTMİŞ ÜRÜNÜN MÜŞTERİYE HAREKETİ	Malzemenin tedarikçiden işletmeye gelmesini veya üretim tamamlandıktan sonra işletmeden müşteriye gönderilmesini ifade eden semboldür.

	SÜPERMARKET	Gelecek durum haritasında kullanılan süpermarket sembolü prosesler arasındaki akışı iyileştirme ve üretim süreleri birbirinden farklı olan prosesler arasında ara stoğun birikmemesi amacıyla kullanılan semboldür.
	ÇEKİŞ	Süpermarketten malzeme çekişlerini ifade eder. Süreçler arasında çekme sistemi olduğunu gösterir.
	İLK GİREN İLK ÇIKAR SIRALI AKIŞ	Malzeme akışının ilk giren ilk çıkar sistemine göre yapıldığını gösterir.

Çizelge 3.4. Değer akış haritalamada kullanılan bilgi akış sembolleri (Rother ve Shook, 1998)

BİLGİ AKIŞI SEMBOLLERİ	SEMBOL TANIMI	AÇIKLAMA
	MANUEL BİLGİ AKIŞI	Manuel bilgi akış (word, excel dosyası vb.) yönünü belirtmek için kullanılan semboldür.
	ELEKTRONİK BİLGİ AKIŞI	Bilgi akışının elektronik olarak (ERP, internet vb.) sağlandığını göstermek için kullanılır.
	BİLGİ	Değer akış haritasında özel olarak sembolize edilmeyen bilgilerin yazıldığı, bilgi akışını temsil eden semboldür.
	ÜRETİM KANBANI	Hangi parçadan ne kadar üretileceğini gösteren kanban sistemini temsil eden semboldür. Yani tedarikçi prosese, ihtiyaç kadar malzeme göndermesi gerektiğini bildirir.

	ÇEKME KANBANI	Süpermarketten müşteri prosese malzeme transfer edilmesi gerektiğini temsil eden semboldür.
	SİNYAL KANBANI	Süpermarketteki stok seviyesi belirlenen seviyeye düştüğünde tedarikçi prosese üretim emri verilmesi gerektiğini ifade eder.
	SIRALI ÇEKME TOPU	Süpermarketin kullanılmadığı alt montaj proseslerde tedarikçi prosesin önceden belirlenen miktarı (genellikle 1 adet) müşteri prosesin siparişi için üretim yapmasını temsil eden semboldür.
	KANBAN KUTUSU	Akış içerisinde kanbanların toplandığı ve tutulduğu noktaları gösteren semboldür.
	YIĞIN HALİNDE KANBAN HAREKETİ	Bir veya birden fazla ürün çeşidi için tedarikçi prosese gönderilen kanban grubunu ifade eder.
	YÜK SEVİYELENDİRME	Malzeme akışını düzenlemek için planlanan kanbanların gruplandırılmasını ifade eden semboldür.
	“GİT-GÖR” ÜRETİM ÇİZELGELEME	Bir sorumlu tarafından süreç çıktılarının manuel olarak raporlaması gerektiğini gösteren semboldür.

Çizelge 3.5. Değer akış haritalamada kullanılan genel semboller (Rother ve Shook, 1998)

GENEL SEMBOLLER	SEMBOL TANIMI	AÇIKLAMA
	KAİZEN İYİLEŞTİRMELERİ	Süreçlerde yapılan iyileştirmelerin belirtilmesi için kullanılan semboldür.
	TAMPON VEYA EMNİYET STOĞU	Proseslerde meydana gelebilecek plansız duruşlarda stoksuz kalmamak adına oluşturulan emniyet stoğunu veya müşteri siparişlerindeki ani dalgalanmalara karşı tampon stoğu temsil eder. Emniyet stoğu problem çözülünceye kadar kullanılan geçici bir stoklama olmalıdır.
	OPERATÖR	Süreçlerde görev alan operatörleri temsil eder.
	ÇALIŞMA HÜCRESİ	Sürekli akışın olduğu birden fazla prosesin tek bir sembol ile birleştirildiği üretim hücrelerini ifade eder.
	ZAMAN EKSENİ	Akış sürelerinin yer aldığı semboldür.

Mevcut durum haritası oluşturulurken ilk olarak haritanın sağ üst köşesine müşteriye temsil eden dış kaynak sembolü çizilir. Müşteri sembolünün altına müşteri taleplerinin yazılacağı bilgi kutusu yerleştirilir. Burada müşteri tarafından algılanan değer doğru ve net bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Aksi halde müşteri beklentileri karşılanamayacak ve zaman kaybına yol açacaktır. Sonraki adımda proses kutusu kullanılarak ana üretim süreçleri çizilir. Bir proses kutusu birden fazla iş istasyonunu içerebilir ve tek bir sembol ile gösterilebilir. Malzeme akışının özellikle sürekli akışın olduğu iş istasyonları için bir proses kutusu kullanılır. Genel akış oluşturulduktan sonra her proses kutusunun altına bilgi kutusu çizilir. Sahada değer akışı boyunca yürürken veri kutularına yazılacak olan çevrim süresi, model değişim süresi, operatör sayısı, makine kullanım oranı gibi bilgiler toplanmalıdır ve akış sürelerinin birimi saniye olmalıdır. Ürünün malzeme akışı boyunca yürürken stokların biriktiği yerler tespit edilerek, stoğun yerini ve miktarını göstermek için stok üçgeni sembolü kullanılır. Bitmiş ürünün müşteriye sevkiyat bilgilerini ve periyotlarını göstermek için müşteri sembolünün altına kamyon sembolü ve kalın ok yerleştirilir.

Haritanın sol üst köşesine, müşteri için çizilen sembol tedarikçi için de çizilir ve tedarikçiden fabrikaya malzeme sevkiyatı için tedarikçi sembolünden ilk prosese kalın ok ve kamyon sembolü yerleştirilir. Sevkiyat karayolu dışında havayolu veya denizyolu ile yapılıyorsa bunlara uygun semboller kullanılabilir. Üretim kontrol departmanı için proses kutusu çizilir. Üretim miktarı ve zamanını belirten bilgi akışları oklarla gösterilir. Bir süreçten diğerine malzeme akışı ise itme okuyla gösterilir. Son olarak üretim akış süresini hesaplamak için proses kutularının ve stok üçgenlerinin altına zaman eksenini çizilir (Rother ve Shook, 1999).

Mevcut durum haritası tamamlandıktan sonra israflara neden olan noktalar görünür hale gelmektedir (Yurdugül, 2010). Mevcut durum haritasının bir kopyası üzerinde, bu israfların yok edilmesi hedeflenerek iyileştirme yapılması gereken noktalar semboller ile işaretlenir ve gelecek durum haritası çizilir (Özveri ve Güçlü, 2015). Gelecek durum haritaları çevrim ve bekleme sürelerinin mevcut duruma göre daha kısa olduğu haritalardır (Yurdugül, 2010).

Değer akış haritalamada kullanılan bazı veriler aşağıda tanımlanmıştır (Rother ve Shook, 1999).

Akış süresi (Lead Time L/T): Bir parçanın değer akışında başlangıçtan bitişe ulaşana kadar geçirdiği süredir.

Çevrim süresi (Cycle Time C/T): Bir proses tarafından bir parça veya ürünün tamamlanma sıklığıdır.

3.2.3. Spagetti Diyagramı

Spagetti diyagramı akış boyunca ürünlerin ve çalışanların izlediği yolları ve hareket mesafelerini gösteren yalın bir araçtır. Spagetti diyagramı ile israfa neden olan gereksiz hareketler ve taşımalar belirlenir. Bu doğrultuda çalışan sayısında azaltma ve çalışma alanı düzeninde yapılacak değişiklikler konusunda yol gösterir (Senderská ve ark., 2017).

Spagetti diyagramının amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir: (Uçar ve Şirin, 2024)

- Süreç içindeki adımların ve faaliyetlerin birbirleriyle olan bağlantılarını gösterir. Böylece, adımlar arasındaki gereksiz hareketler ve zaman kaybına yol açabilecek faaliyetler kolayca tespit edilebilir.
- İş süreçleri arasındaki kat edilen mesafeleri, hareketleri görsel olarak ortaya koyar.
- Diyagramdaki karmaşık örüntüler, süreçteki potansiyel iyileştirme alanlarını daha açık bir şekilde ortaya koyar.

3.2.4. Simülasyon Modelleme

Simülasyon, gerçek veya önerilen bir sistemin bilgisayar ortamında modellenerek, belirli koşullar altında nasıl davranacağını anlamak ve analiz etmek amacıyla sayısal deneyler yapılması

sürecidir. Bu süreç, fiziksel olarak gerçekleştirmenin zor, maliyetli ya da zaman alıcı olacağı durumlar için alternatif sağlar. Simülasyon sayesinde sistemin performansı, olası senaryolara karşı tepkisi veya optimize edilebilecek alanları tespit edilebilir (Kelton ve ark., 2002).

Simülasyon yalın üretim ilkelerini geliştirmek ve bu ilkelerin işletme üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla modellenip kullanılabilir (Çil ve Yalçın, 2018). Örneğin, bir üretim hattındaki darboğazları tespit etmek, stok seviyelerini azaltmak veya üretim sürelerini kısaltmak gibi yalın üretim stratejilerinin etkilerini önceden görmek simülasyonlarla mümkündür. Bu tür simülasyonlar, üretim süreçlerinin farklı senaryolar altında nasıl çalışacağını, hangi adımların verimliliği artıracak ve hangi israf noktalarının ortadan kaldırılması gerektiğini belirlemek için kullanılabilir.



4. UYGULAMA

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve iklim özellikleri itibarıyla narenciye yetiştirilmesi ve pazarlanması yönünden avantajlı bir konuma sahiptir. Özellikle Akdeniz Bölgesi narenciye üretimi ve ihracatı ile ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Subaşı ve ark., 2014). Bu doğrultuda, Akdeniz Bölgesinde bulunan ve Türkiye'nin en çok narenciye yetiştirilen illerinden biri olan Mersin'de yer alan bir narenciye paketleme tesisinde değer akış haritalama, simülasyon ve spagetti diyagramı yöntemleri kullanılarak uygulama yapılmıştır.

4.1. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın uygulama kısmında süreç içerisindeki değer katmayan faaliyetleri belirlemeyi sağlayan değer akış haritalama ve simülasyon yöntemi birlikte kullanılmıştır. Gereksiz hareket ve taşımayı azaltmak için ise Spagetti Diyagramı kullanılmıştır. İlk olarak, çalışmanın gerçekleştirildiği narenciye paketleme tesisinde yönetici ve çalışanlar ile görüşmeler yapılmıştır. Bununla birlikte gözlem ve saha gezileri yapılarak nitel ve nicel veriler toplanmış ve süreç analiz edilmiştir. Süreç analizi sonucu süreci aksatan ve darboğaz yaratan israflar belirlenmiş ve yalın üretim tekniklerinden olan değer akış haritalama metodu ile mevcut durum haritası oluşturulmuştur. Mevcut durum haritası incelenerek israf kaynakları ve iyileştirilmesi gereken noktalar belirlenmiştir. Mevcut durumda görülen israfların yok edilmesi ve üretim sorunlarına çözüm sunulmasına yönelik iyileştirme önerilerinde bulunulmuş ve gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Simülasyon modelleri ile iyileştirme önerilerinin etkilerini görebilmek için gelecek duruma ilişkin senaryolar oluşturulmuştur. Süreç analizi yapılırken hareket ve taşıma mesafelerinin fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu mesafeleri kısaltmak için spagetti diyagramı oluşturulmuş ve gerekli iyileştirmeler yapılmıştır.

Uygulama adımları aşağıdaki gibidir;

1. Gözlem yapılması
2. Ürün ailesi seçimi
3. Mevcut durum haritası çizimi
4. Mevcut durum simülasyon modelinin oluşturulması
5. Kaizen çalışması
6. Spagetti diyagramı çizimi
7. Gelecek durum simülasyon modelinin oluşturulması
8. Gelecek durum değer akış haritası çizimi

4.2. Ürün Ailesi Seçimi

Değer akış haritalamada tek bir ürün ailesi seçilerek çalışmaya başlanması gerekmektedir. Narenciye paketlemede ürün gruplarının hepsi (limon, portakal, mandalina vs.) aynı işlem süreçlerinden geçmektedir fakat ürün boyutları farklılık gösterdiği için işlem süreleri değişmektedir.

Uygulama yapılan işletmede en fazla üretim miktarına sahip olması nedeniyle ürün ailesi olarak limon seçilmiştir.

4.3. Mevcut Durum Haritasının Oluşturulması

İşletmede narenciye paketleme süreci analiz edilerek, mevcut durum haritası yardımıyla süreçteki israf noktaları tespit edilmiştir. Bu analiz sonucunda, süreçte yer alan faaliyetler değer katan ve değer katmayan olarak sınıflandırılmıştır.

- **Değer katan faaliyetler**, sürece doğrudan olumlu katkı sağlayan ve müşteri beklentilerini karşılayan gerekli faaliyetlerdir. Ürünlerin kalite kontrolü, paketlenmesi ve sevkiyata hazırlanması gibi süreçlerdir.
- **Değer katmayan faaliyetler** ise, sürece katkı sağlamayan ve genellikle israf olarak kabul edilen gereksiz adımlardır. Ürünlerin süreçler arasında gereksiz bekleme süreleri, fazla taşıma veya gereksiz hareketlerdir.

Bu sınıflandırma, süreç iyileştirme çalışmaları için kritik bir başlangıç noktasıdır. Özellikle değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi, süreç verimliliğini arttıracak ve israfları azaltacaktır.

İşletmede siparişe göre üretim yapılmaktadır. Değer akışı tedarikçilerden narenciye ürünlerinin alınmasıyla başlamaktadır ve müşteriye sevkiyatı ile son bulmaktadır.

Üretim planlama departmanı önceki yılların satışlarını göz önünde bulundurarak, sezon başında tedarikçilerden alınacak ürün miktarlarını sezgisel olarak hesaplamaktadır.

Mevcut durum haritası oluşturulmadan önce çalışma alanında tüm süreçler incelenip, yönetici ve çalışanlarla görüşülerek bilgi toplanmıştır. Süreç boyunca israfların tespit edilmesi ve kayıpların ortadan kaldırılması için her bir prosesin çevrim süresine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat işletme tarafından işlem süreleri bilinmemektedir. Bu nedenle akış yönünün tersinden başlanarak kronometre yardımı ile ölçümler yapılmıştır.

Narenciye paketleme, sürekli akışın olduğu bir üretim sistemine sahip olduğu için akış boyunca ürünlerin süreç boyunca takip edilip akış süresinin hesaplanması oldukça zordur. Bu nedenle, ürün ailesi olarak seçilen limonun süreç ölçümlerinin yapılabilmesi için birbirini takip eden 3 kasa limonun içerisine referans ürün olarak mandalina konulmuş ve mandalinaların takibi yapılmıştır. Mandalinaların ilerleyişi izlenerek, her bir sürecin ölçümü yapılabilmüş ve akış süresi hesaplanabilmiştir. Her bir sürecin ölçüm değerleri ve ortalama işlem süreleri EK.A. 'da yer

almaktadır. EK.A.' da görüldüğü üzere paketleme sürecinde işlem süreleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların temel nedeni, boyutlarına göre ayrılan ürünlerin boyutlarına göre ayrılarak her üniteye kasalara farklı sayılarda yerleştirilmesidir. Örneğin; 1 nolu paketleme ünitesinde bir kasaya 45 adet ürün yerleştirilirken, 3 nolu paketleme ünitesinde aynı kasaya 60 adet ürün yerleştirilmektedir. Ürünlerin birim hacimleri nedeniyle oluşan bu değişiklik, üniteler arasında süre farkına yol açmaktadır.



Şekil 4.1. Ölçüm Örneği

Tesiste 08:00 – 19:30 saatleri arasında çalışılmaktadır. Buna göre bir iş günü 11,5 saat olarak belirlenmiştir. Gün içinde 2 kere 15'er dakikalık molalar, 2 kere olmak üzere de 60 dakikalık yemek molaları verilmektedir.

$$\text{Toplam Çalışma Süresi} = 11,5 \text{ saat/gün} \times 60 \text{ dk/saat} = 690 \text{ dk/gün}$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 690 \text{ dk/gün} - (2 \times 15 \text{ dk/gün} + 2 \times 60 \text{ dk/gün})$$

$$\text{Net Çalışma Süresi} = 540 \text{ dk/gün} = 9 \text{ saat/gün}$$

Tesiste tek vardiya olarak çalışılmakta ve siparişlerin yoğun olduğu dönemlerde fazla mesai yapılmaktadır.

Mevcut durum haritasında,

- her bir sürecin işlem süresi, vardiya sayısı, işçi sayısı gibi bilgilere yer verilmiştir.

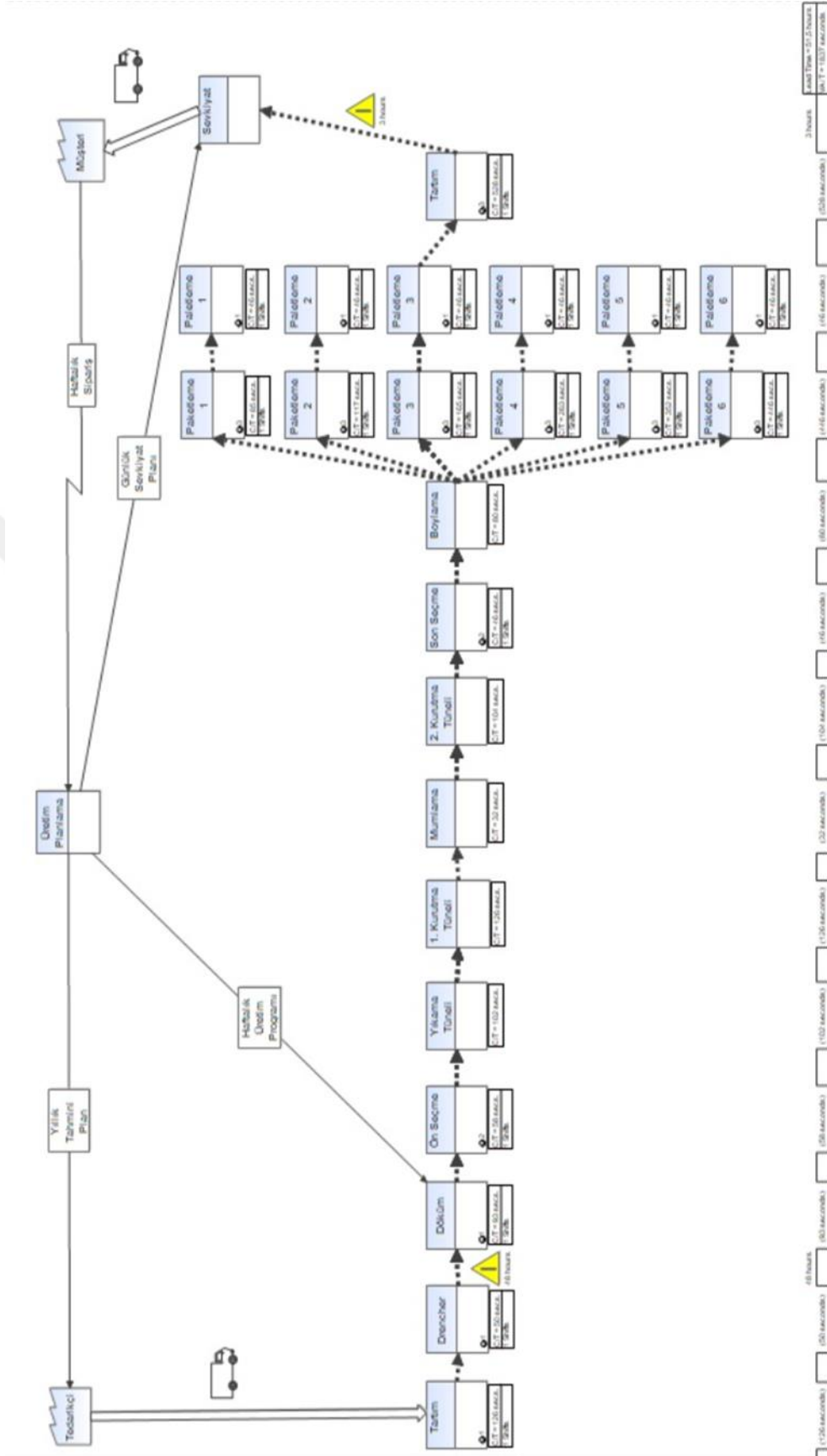
- bilgi ve malzeme akışları gösterilmiştir.
- sarartma (48 saat) ve ön soğutma (3 saat) süreleri sabit kabul edilmiştir.
- mandalının üretim hatlarındaki geçiş süreleri, süreç boyunca 3 kasa limonun akış süresini temsil edecek şekilde analiz edilmiştir.
- işlem süreleri hesaplanırken iki makara arasındaki ürün sayısı 3 kasa limon olarak kabul edilmiştir.

Her süreç için çalışan sayısı Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Fakat sadece 3 kasa ürün elde etmek için tüm çalışanlar görev almamaktadır. Bu nedenle mevcut durum haritası oluşturulurken 3 kasa ürünün elde edilmesi içine her bir süreçte görev alan çalışan sayısı yazılmıştır.

Çizelge 4.1. Çalışan sayısı

Süreç	Toplam Çalışan Sayısı	3 Kasa Ürün İçin Çalışan Sayısı
Tartım	2	1
Drencher	3	1
Döküm	3	1
Ön Seçme	4	4
Yıkama	-	-
1. Kurutma	-	-
Mumlama	-	-
2. Kurutma	-	-
Son Seçme	2	2
Boylama	-	-
Paketleme	60	18
Paletleme	12	6
Palet Tartım	4	4

Elde edilen bilgiler doğrultusunda çizilen mevcut durum değer akış haritası şekil 4.2. 'de yer almaktadır.



Şekil 4.2. Mevcut Durum Haritası

Her bir iş istasyonunun çevrim süresi toplanarak toplam çevrim süresi hesaplanmıştır. Toplam çevrim süresine ara stokların proses öncesi bekleme süreleri eklenerek toplam akış süresi bulunmuştur. (Bilici ve Kosanoğlu, 2021).

Seçilen ürün grubuna ait tartımdan sevkiyata kadar olan süreçte ürün akış süresi 51,5 saat, ürünün katma değerli süresi toplam 1837 saniye olarak bulunmuştur.

Mevcut durum haritası ile süreci olumsuz etkileyen ve değer katmayan faaliyetler problemler tespit edilmiştir. Bu problemler:

1. Hat içerisindeki istasyonlar arası dengesizlik ve sebebiyet verdiği kayıplar
2. Hat tasarımından kaynaklı kayıplar
3. Tesis içerisinde yoğun taşıma trafiği

Tespit edilen bu problemler ve iyileştirme önerileri sonraki bölümlerde detaylı olarak ele alınmıştır.

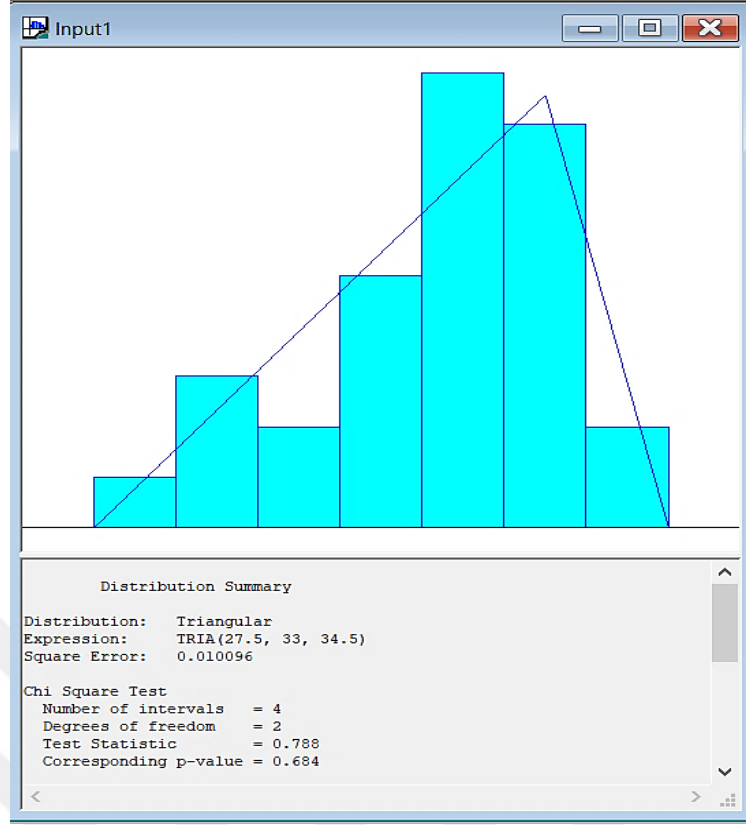
4.4. Mevcut Durum Simülasyon Modelinin Oluşturulması

Değer Akış Haritalama metodunu desteklemek ve iyileştirme önerilerinin sonuçlarını değerlendirmek amacıyla ARENA programı kullanılarak ayrıntılı bir simülasyon modeli geliştirilmiştir.

Simülasyon modeli oluşturulurken kabul edilen varsayımlar aşağıdaki gibidir;

- Simülasyon modeli kurulurken arıza ve bakım kaynaklı duruşlar yok sayılmıştır.
- Sarartma ve soğutma işlemleri göz ardı edilmiştir.
- Fazla mesailer dikkate alınmamıştır.
- Tüm çalışanlar tek vardiya olarak molalar hariç günde 540 dakika çalışmaktadır.

Toplanan verilerin istatistiksel dağılımları, Arena programı içerisinde yer alan “Input Analyzer” ile elde edilmiştir. Her süreç için ölçülen süreler Text dosyası olarak kaydedilip histogramları oluşturulmuş ve “fit all” seçeneği ile bu değerlerin hangi dağılıma uygun olduğu bulunmuştur. Şekil 4.3. ‘te örnek bir histogram sunulmuştur.



Şekil 4.3. Modele Ait Örnek Bir Input Analyzer Çıktısı

Tüm süreçlerin input analyzer ile elde edilen istatistiksel dağılım değerleri çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. İşlem sürelerine ait istatistiksel dağılımları

Süreç	İstatistiksel Dağılımlar	"p" Değeri
Tartım	TRIA(118, 128, 132)	0.531
Döküm	$79.5 + 31 * \text{BETA}(0.999, 1.25)$	0.351
Ön Seçme	$44.5 + 25 * \text{BETA}(0.95, 0.884)$	0.273
Yıkama	$80.5 + 51 * \text{BETA}(0.617, 0.818)$	0.0788
1. Kurutma	$122 + 7 * \text{BETA}(1.2, 1.45)$	0.195
Mumlama	TRIA(27.5, 33, 34.5)	0.684
2. Kurutma	$102 + 5 * \text{BETA}(1.08, 1.11)$	> 0.75
Son Seçme	$42.5 + 6 * \text{BETA}(1.4, 0.975)$	0.493
Boylama	$59.5 + 34 * \text{BETA}(1.26, 0.94)$	0.304
Paketleme 1	$75.5 + 17 * \text{BETA}(1.57, 1.28)$	0.485
Paketleme 2	TRIA(108, 120, 124)	0.491
Paketleme 3	$158 + 16 * \text{BETA}(1.29, 1.3)$	0.379
Paketleme 4	$254 + 16 * \text{BETA}(1.33, 1.13)$	0.588
Paketleme 5	$342 + 20 * \text{BETA}(1.55, 1.28)$	> 0.75
Paketleme 6	$436 + 23 * \text{BETA}(1.16, 1.4)$	0.172
Paletleme	$39.5 + 13 * \text{BETA}(1.3, 1.29)$	0.75
Palet Tartım	$160 + 36 * \text{BETA}(1.27, 1.15)$	> 0.75

4.4.1. Simülasyon Modelinin Doğrulanması ve Geçerliliğinin Test Edilmesi

Bir modelin doğrulanması (verification) ve geçerliliğinin (validation) test edilmesi, modelin doğru bir şekilde tasarlanıp tasarlanmadığını ve belirlenen gereksinimleri karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek için önemli iki aşamadır.

Simülasyon modelinin doğru bir şekilde oluşturulup oluşturulmadığını ve istenilen şekilde çalışıp çalışmadığını kontrol etmek amacıyla modelin doğrulanması gerekmektedir. Arena programı ile simülasyon modeli oluşturulduktan sonra program içerisinde bulunan “Check Model” sekmesi kullanılmıştır. “No errors or warnings in model” (Modelde hata bulunmadı) uyarısı ile modelin doğrulandığı sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak simülasyon çalıştırılarak ürünlerin sisteme girişinden çıkışına kadar bütün akışları izlenmiştir ve varlıkların bütün adımları sırasıyla geçtiği gözlemlenmiştir.

Simülasyon modeli çalıştırılırken replication length (tekrar uzunluğu) 10, warm-up period (ısınma süresi) 5, number of replication (tekrar sayısı) 10, hours per days (günde kaç saat çalıştığı) 9 saat, base time units ise dakika olarak baz alınmıştır.

Çalışmada, literatürde önerildiği üzere, ısınma periyodu toplam simülasyon süresinin %10'u olarak belirlenmiştir (Banks ve ark., 2005).

Simülasyon modelinden elde edilen çıktılar ve gerçek sistemden alınan veriler karşılaştırılarak modelin geçerliliğinin test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla modelden elde edilen verilerle gerçek sisteme ait çıktılar bağıl hata oranına hesaplanmıştır.

$$\varepsilon_{b(x)} = \frac{|x_t - x_m|}{x_m} \quad (4.1)$$

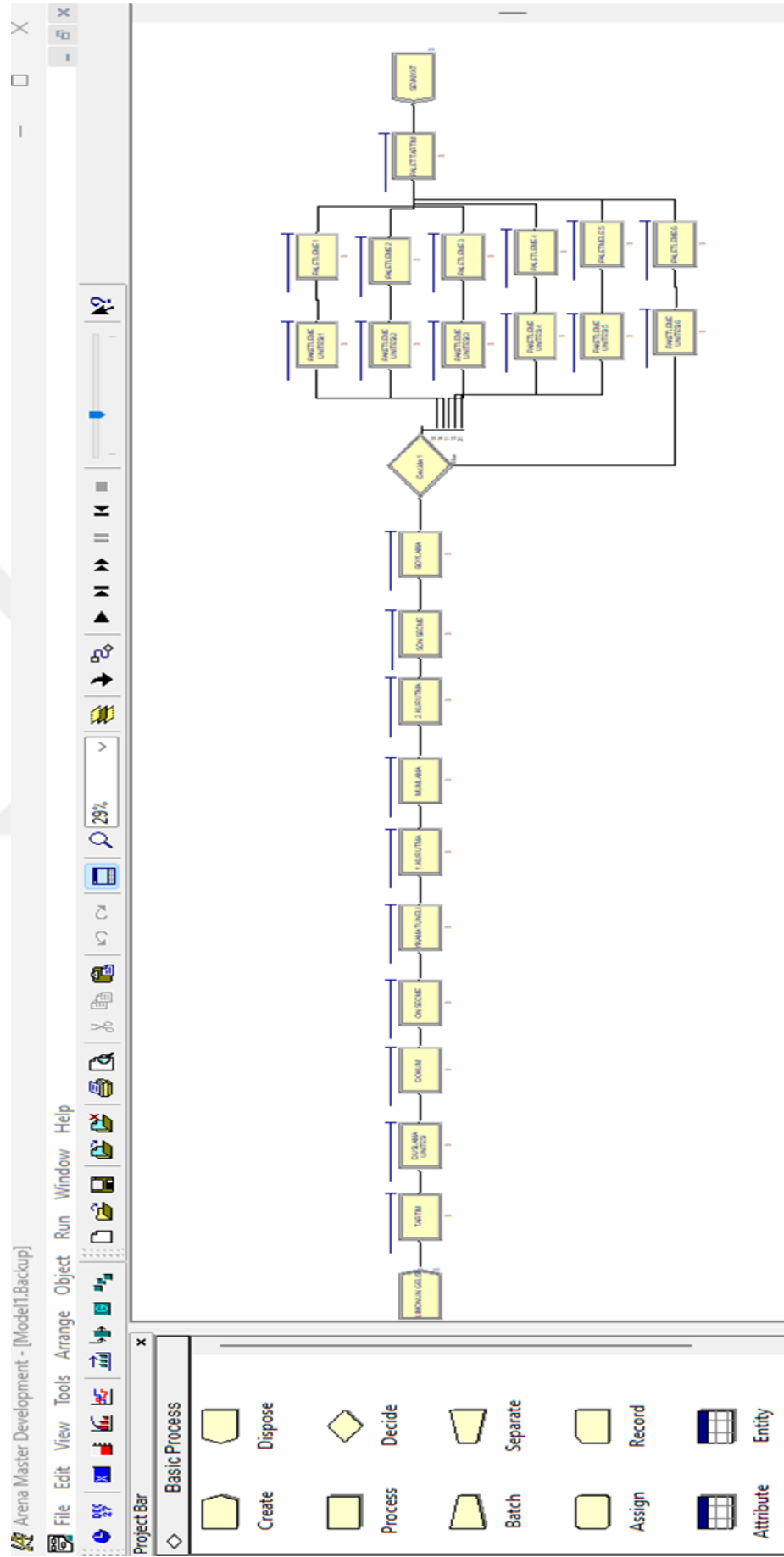
x_t = gerçek değer

x_m = ölçülen değer

$$\varepsilon_{b(x)} = \frac{|1837 - 2079|}{1837} \cong 0,13$$

Bağıl hata yaklaşık %13 bulunmuştur. Kabul edilebilir bir oran olduğu için modelin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

İş akışı ‘Limonun gelişi’ adlı Create modülü ile başlamaktadır. Daha sonra Process ve Decide modülleri tüm iş akışı gösterilmiştir. Bulunan dağılımların programda ilgili yerlere yazıldığı mevcut durum simülasyon modeli Şekil 4.4. ‘de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Mevcut Durum Simülasyon Modeli

Oluşturulan simülasyon modeli ile mevcut süreç analiz edilerek süreçteki darboğazlar belirlenecektir. Gelecek durum modelleri ile bu darboğazlar ortadan kaldırılarak daha verimli ve sürekli bir akış sağlanacaktır.

4.5. İyileştirme Önerileri

Mevcut durum haritası ve mevcut durum simülasyon modeli ile elde edilen sonuçlara göre iyileştirme noktaları belirlenmiştir.

4.5.1. Hat Tasarımı ile Çevrim Süresinin Azaltılması

Ekipmanların tesisteki yerleşimi, malzeme akışını optimize etmek amacıyla dikkatle planlanmalıdır. Makineler arasındaki mesafeler ve iş gücü akışları göz önünde bulundurulmalıdır.

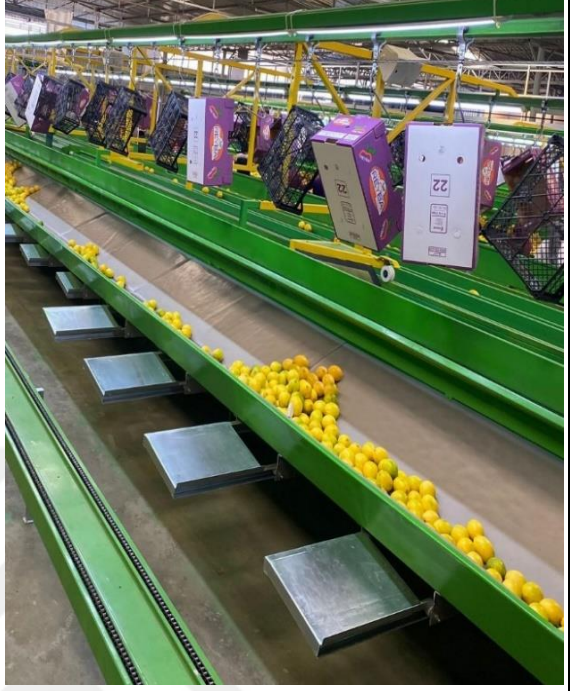
Paketleme ünitesinde hat tasarımından kaynaklı zaman ve iş gücü kaybı olduğu tespit edilmiştir. Ünitenin ergonomik olmaması işçilerin zorlanmasına ve paketleme hızlarının düşmesine neden olmaktadır. Hat tasarımından kaynaklı 3 problem tespit edilmiş ve Kaizen çalışması yapılarak çözüm önerileri sunulmuştur.

Kaizen, Japonca kökenli bir kavram olup, "daha iyiye doğru sürekli değişim" anlamını taşır. Bu anlayış, operasyonları düzenli olarak geliştiren ve çalışanların tamamının sürece katılımını teşvik eden bir Japon iş felsefesi olarak öne çıkar. Kaizen, iyileştirme süreçlerini adım adım ve sistematik bir şekilde ele alarak verimliliği artırmayı hedefler (Koca, 2023).

Günümüzde, bu felsefe toplam kalite yönetiminin önemli bir parçası olarak birçok sektörde uygulanmaktadır ve müşteri memnuniyetini artırma, maliyetleri azaltma ve süreçlerin verimliliğini yükseltme gibi sonuçlar sağlamaktadır.

Tespit edilen problemler ve çözüm önerileri aşağıdaki gibidir;

1. Paketleme ünitesinin üst kısmında yer alan teleferikte asılı olan kasaların gereğinden fazla yüksekte olması nedeniyle işçiler kasaları alırken zorlanmaktadırlar. İşçiler, kasaları almak için yukarıya doğru uzanmak zorunda kaldıkları için hem zaman kaybı yaşanmakta hem de iş verimliliği düşmektedir.

ÖNCE/SONRA KAİZEN FORMU				Kaizen No: 001				
AÇIKLAMA, FOTOĞRAF, ÇİZİM		KAİZEN ÖNCESİ DURUM		KAİZEN SONRASI DURUM				
								
Problem Açıklaması: Kasaların olması gerekenden fazla yukarda durması		Çözüm Açıklaması: Teleferik sistemi daha aşağı seviyeye indirilmiştir, böylece işçilerin kasalara ulaşması kolaylaştırılmıştır.						
Kaizen Kazançları	Maliyet		İşgücü	✓	Ergonomi	✓	Enerji	
	Kalite		İSG		Zaman	✓	Alan	

Şekil 4.5. Kaizen formu

Teleferik sisteminin işçilerin kolayca erişebileceği bir seviyeye indirilmesi ile işçilerin erişim süresi kısalmış, fiziksel zorlanma azaltılmış ve iş verimliliği artırılmıştır.

2. Paketleme işlemi sırasında kasaların oturtulduğu zemin çok aşağıda kalmaktadır. İşçiler iki kasayı üst üste koyarak paketleme yapmak zorunda kalmaktadırlar. Ancak, üst üste yerleştirilen kasaların devrilme riski bulunduğundan, bu durum iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikeli ve uygun değildir.

ÖNCE/SONRA KAİZEN FORMU					Kaizen No: 002			
		KAİZEN ÖNCESİ DURUM			KAİZEN SONRASI DURUM			
AÇIKLAMA, FOTOĞRAF, ÇİZİM								
	Problem Açıklaması: Kasaların oturtulduğu zemin çok aşağıda kalmaktadır. İşçiler iki kasayı üst üste koyarak paketleme yapmak zorunda kalmaktadırlar.			Çözüm Açıklaması: Çalışanların hareketlerini kolaylaştırmak ve ergonomik çalışma ortamı sağlamak amacıyla kol boyuna uygun sehpa sistemleri kurulmuştur.				
Kaizen Kazançları	Maliyet		İşgücü	✓	Ergonomi	✓	Enerji	
	Kalite		İSG	✓	Zaman	✓	Alan	

Şekil 4.6. Kaizen Formu

Kol boyuna uygun sehpa sistemleri kurularak işçilerin hareketleri daha az efor gerektirecek şekilde düzenlenmiş ve iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun bir ortam sağlanarak kasaların devrilme riski ortadan kaldırılmıştır.

3. Kasalar doldurulduktan sonra paletlenmek üzere ünitenin alt kısmında yer alan bantlara yerleştirilmektedir. Bu bantların konumları uygun olmadığından işçilerin kasaları bantlara yerleştirirken eğilmeleri gerekmektedir. Ayrıca, kayar bant ürünlerin döküldüğü alanın altında ve paketleme için kasaların oturtulduğu zeminin arka kısmında yer aldığı için işçilerin kasaları kaldırıp banda yerleştirmeleri zorlaşmaktadır.

ÖNCE/SONRA KAİZEN FORMU					Kaizen No: 003			
AÇIKLAMA, FOTOĞRAF, ÇİZİM	KAİZEN ÖNCESİ DURUM				KAİZEN SONRASI DURUM			
								
	Problem Açıklaması: İşçiler kasaları doldurduktan sonra paletlenmek üzere, kasaları kayar bant sisteminin üzerine koymaktadır. Bunu yapmak için eğilerek kasaları kaldırmaları gerekmektedir.				Çözüm Açıklaması: İşçilerin eğilmeden ve zorlanmadan kasaları bant üzerine yerleştirebilmeleri için işçilerin yan taraflarına yeni bant sistemi kurulmuştur.			
Kaizen Kazançları	Maliyet		İşgücü	✓	Ergonomi	✓	Enerji	✓
	Kalite		İSG	✓	Zaman	✓	Alan	

Şekil 4.7. Kaizen formu

İşçilerin yan taraflarına yeni bir bant sistemi kurularak fiziksel zorlanma ve yorgunluk azalmış ve sürecin daha düzenli ve akıcı bir şekilde işletilmesi sağlanmıştır.

Tespit edilen bu problemler hem ergonomik açıdan hem de iş verimliliği açısından soruna neden olmaktadır. Yapılan düzenlemeler ile;

- Ergonomik bir çalışma ortamı sağlanmış,
- İşçi memnuniyeti yükselmiş,
- Fazladan hareketler azaltılarak zaman kaybı önlenmiş,
- İş sağlığı ve güvenliği açısından riskler minimize edilmiş,
- Paketleme hızının ve iş verimliliğinin artırılması sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında bu problemler için sunulan iyileştirme önerileri şirket yönetimi tarafından kabul görmüş ve uygulamaya konmuştur. Bu tür iyileştirmeler hem çalışan memnuniyetini hem de üretim süreçlerinin etkinliğini artırarak tesisin genel performansını yükseltecektir.

Önerilen üç Kaizen'in uygulanması sonucu, bir kasa ürünün paketlenme süresi ortalama 37 saniye kısaltılmıştır. Her paletin 42 kasa içerdiği göz önüne alındığında, palet bazında toplamda 1554 saniye tasarruf edilmiştir.

4.5.2. Hat Duruş Sürelerinin Azaltılması

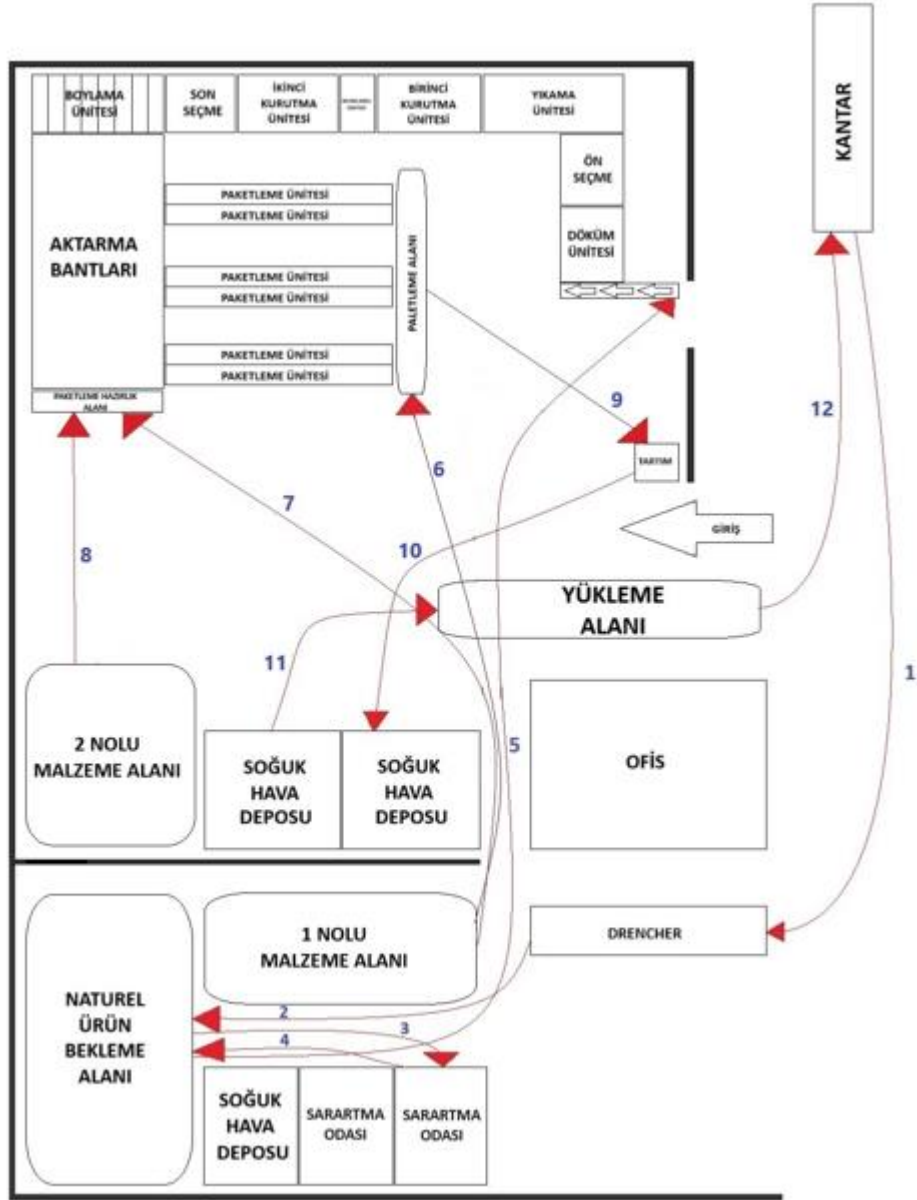
Hat duruşları, işletmelerin üretim verimliliğini azaltmakta ve teslimat sürelerini geciktirmektedir. Hat duruşlarını minimize etmek hem operasyonel mükemmeliyet sağlamak hem de rekabet avantajı elde etmek için kritik öneme sahiptir.

Mevcut durum haritası ve simülasyon modeline bakıldığında paketleme ünitelerinde oluşan ara stokların darboğaza neden olduğu tespit edilmiştir. Her paketleme ünitesine o ünite için belirlenen boydaki ürünler gitmektedir. Ürün boylarındaki dengesiz dağılımından dolayı bazı ünitelerde yığılma olmaktadır. Bu da dökümden paketleme ünitesine kadar olan tüm hatların durdurulmasına neden olmaktadır. Paketleme ünitelerinde işçiler ürünleri paketlemeye devam etmektedirler. Ürün miktarı olması gereken seviyeye geldiğinde hatlar tekrar çalıştırılmaktadır. Bu süreçte zaman kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle hat duruş sürelerinin azaltılması gerekmektedir.

İşlenen partide belirli boydaki ürünlerin fazlalığı, paketleme ünitelerindeki iş yükünün eşit dağılmasını engellemektedir. Hat duruşlarının minimize edilmesi amacıyla oluşturulan simülasyon modelinde alternatif senaryolar değerlendirilecektir.

4.5.3. Spagetti Diyagramının Oluşturulması

Değer akış haritasını oluşturmak için gözlem yapılırken çalışanların gereksiz hareketleri ve taşımaları dikkat çekmiştir. Değer akış haritalama uygulamasında yerleşim planına yer verilmediği için hareket ve taşıma israfları tespit edilememektedir. Bu israfları belirleyebilmek için Microsoft Office programı ile spaghetti diyagramı çizilmiştir. Spagetti diyagramı oluşturulurken çalışanların hareketleri ve taşımaları gözlemlenmiş, ürünlerin tesis içinde izlediği yollar takip edilmiş ve birbirini izleyen süreçlerin birbirlerine olan uzaklıkları ölçülmüştür.



Şekil 4.8. Mevcut Durum Spagetti Diyagramı

Mevcut düzende hareket rotasını gösteren diyagram Şekil 4.5. 'de ki gibi oluşturulmuştur. Diyagramda numaralandırılmış oklar hareket adımlarını sırasıyla göstermektedir. 1 ve 2 nolu malzeme alanlarından aktarma bantlarının önünde bulunan paketleme hazırlık alanına kasalar taşınmaktadır. 1 nolu malzeme alanından hem paletleme alanına palet ve ambalaj malzemeleri hem de paketleme hazırlık alanına kasalar taşınmaktadır. Tesis içindeki taşımalar forklift, transpalet gibi araçlar ile yapılmaktadır. Çizelge 4.3.'de mevcut duruma ait hareket ve taşıma mesafeleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Mevcut durum hareket ve taşıma mesafeleri

Hareket Adımları	Hareket Açıklaması	Mevcut Duruma Göre Mesafe (m)
1	Kantar - Drencher	67
2	Drencher - Ürün Bekleme Alanı	36,5
3	Ürün Bekleme Alanı - Sarartma Odası	30
4	Sarartma Odası - Ürün Bekleme Alanı	30
5	Ürün Bekleme Alanı - Döküm Ünitesi	91
6	1 Nolu Malzeme Alanı - Paletleme Alanı	49
7	1 Nolu Malzeme Alanı - Paketleme Hazırlık Alanı	56
8	2 Nolu Malzeme Alanı - Paketleme Hazırlık Alanı	23,5
9	Paletleme Alanı - Tartım	21,6
10	Tartım - Soğuk Hava Deposu	35
11	Soğuk Hava Deposu - Yükleme Alanı	24,4
12	Yükleme Alanı - Kantar	35
Toplam		499

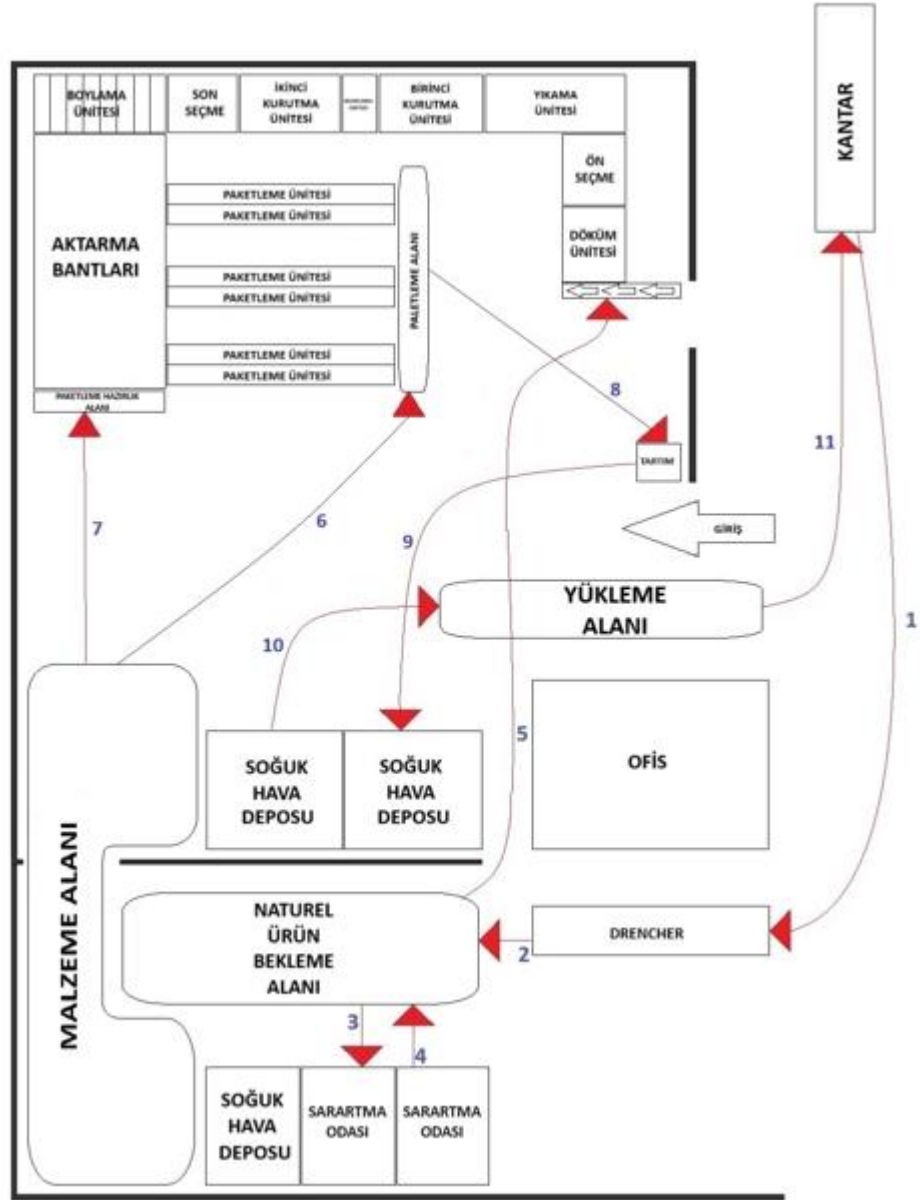
6,7 ve 8 nolu hareket adımları malzeme taşımalarını gösterirken diğer adımlar ürün taşımalarını göstermektedir. Malzeme taşımalarının mesafesi 128,5 metre, ürün taşımaları ise 370,5 metre olarak ölçülmüştür. Tüm hareketlerin mesafelerine bakıldığında kat edilen toplam mesafe 499 metre olarak ölçülmüştür.

Spagetti diyagramı ürün bekleme alanının kendinden önceki ve sonraki süreçlere uzak olduğunu göstermektedir. Yerleşim planında iyileştirme yapılarak hareket ve taşıma mesafelerinin azaltılması amaçlanmıştır.

İyileştirme önerileri aşağıdaki gibidir;

1. Ürün bekleme alanı ile 1 nolu malzeme alanının konumlarının değiştirilmesi
2. Malzeme alanları arasında koridor açılarak tek alan olarak kullanılması

İyileştirme önerileri dikkate alınarak yeni duruma göre şekil 4.10.'da spagetti diyagramı oluşturulmuştur.



Şekil 4.9. Gelecek Durum Spagetti Diyagramı

Ürün bekleme alanının sarartma odalarına, drencher ve döküm ünitesine yakınlştırılması amacıyla malzeme 1 nolu malzeme alanı ile konumları yer değıştirilmiştir. 1 nolu malzeme alanından taşımaları kolaylaştırmak için 1 ve 2 nolu malzeme alanının arasındaki duvar kırılarak alanlar birleştirilmiştir. Böylece tek malzeme alanı elde ederek taşıma mesafeleri kısaltılmıştır.

Çizelge 4.4. Gelecek durum hareket ve taşıma mesafeleri

Hareket Adımları	Hareket Açıklaması	İyileştirme Sonrası Mesafe (m)
1	Kantar - Drencher	67
2	Drencher - Ürün Bekleme Alanı	12
3	Ürün Bekleme Alanı - Sarartma Odası	9
4	Sarartma Odası - Ürün Bekleme Alanı	9
5	Ürün Bekleme Alanı - Döküm Ünitesi	60
6	Malzeme Alanı - Paletleme Alanı	42
7	Malzeme Alanı - Paketleme Hazırlık Alanı	23,5
8	Paletleme Alanı - Tartım	21,6
9	Tartım - Soğuk Hava Deposu	35
10	Soğuk Hava Deposu - Yükleme Alanı	24,4
11	Yükleme Alanı - Kantar	35
Toplam		338,5

Gelecek durum spagetti diyagramında 6 ve 7 numaralı hareket adımları malzeme taşımalarını göstermektedir. Hem malzeme taşımaları bir adım azaltılmış hem de malzeme alanı paletleme alanına yakınlaştırılmıştır. Böylece malzeme taşıma mesafeleri 65,5 metre, ürün taşımaları ise 273 metre olarak ölçülmüştür. Tesis düzenindeki planlanan değişiklikler sayesinde malzeme taşıma mesafesi 128,5 metreden 65,5 metreye, ürün taşımaları mesafesi ise 370,5 metreden 273 metreye düşürülmüştür. Toplam hareket ve taşıma mesafeleri 499 metreden 338,50 metreye düşürülerek 160,50 metre kazanç sağlanmıştır.

4.6. Gelecek Durum Simülasyon Modelinin Oluşturulması

Paketleme ünitesinde meydana gelen yığılmayı önlemek ve hat duruş sürelerini azaltmak için işçi dağılımının etkin bir şekilde yapılması oldukça önemli bir adımdır. İşçi kaynaklarının paketleme üniteleri arasında daha dengeli bir şekilde dağıtılması, üretim hattının verimliliğini artıracaktır. Paketleme ünitelerindeki işçi sayısını, her üniteye gelen ürün boyları ve miktarına göre belirlenmesi büyük önem taşır. Eğer bir ünite daha fazla ürün talep ediyorsa, daha fazla işçi atanabilir. Bu, birimin aşırı yüklenmesini engelleyerek, tıkanıklığı önleyecektir.

Simülasyon modeli üzerinde farklı iş gücü dağılım senaryoları test edilmiş ve bu senaryolar arasında en verimli olanı belirlenmiştir. Senaryolara istinaden oluşturulan modeller, gelecekteki durumu temsil etmektedir ve süreç performansını daha verimli hale getirmek için hangi adımların atılması gerektiğini göstermektedir.

Mevcut durum simülasyon modelinde 6 numaralı paketleme ünitesinde ara stoğun olduğu ve bu durumun süreçte darboğaz oluşturduğu tespit edilmiştir. Oluşan darboğazı minimize etmek için gelecek durum simülasyon modelinde 6 numaralı paketleme ünitesine diğer ünitelerden işçi

transfer edilmesi planlanmıştır. Hangi paketleme ünitelerinden eleman ataması yapılabileceğine ise alternatif senaryolar denenerek karar verilmiştir.

Arena programında ‘process analyzer’ sekmesi kullanılarak 6 farklı senaryo oluşturulmuştur. 1, 2 ve 3 numaralı paketleme ünitelerinde 6 numaralı üniteye eleman transferi yapılabileceği görülmüştür. 4 ve 5 numaralı paketleme ünitelerinden eleman transferi yapıldığı zaman bu hatlarda ara stok oluştuğu gözlemlenmiştir. Çalışmada 1 numaralı üniteden eleman transferi yapılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde ara stok miktarı azaltılmış, hat duruşu minimize edilmiş ve üretim akış hızı artmıştır.

Scenario Properties		Controls						Responses					
Name	Reps	Paketleme Elemanı 1	Paketleme Elemanı 2	Paketleme Elemanı 3	Paketleme Elemanı 4	Paketleme Elemanı 5	Paketleme Elemanı 6	1. Queue Waiting Time	2. Queue Waiting Time	3. Queue Waiting Time	4. Queue Waiting Time	5. Queue Waiting Time	6. Queue Waiting Time
Scenario 1	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.065
Scenario 2	10	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Scenario 3	10	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Scenario 4	10	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	4.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Scenario 5	10	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	4.0000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Scenario 6	10	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	4.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000

Şekil 4.10. Process Analyzer Çıktısı

Gerçekleştirilen optimizasyon, iş gücü maliyeti ile operasyonel verimlilik arasında dengeli bir çözüm sunmuş ve süreç performansını önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bu sonuçlar, simülasyon tabanlı karar verme süreçlerinin etkinliğini açıkça ortaya koymaktadır.

4.7. Gelecek Durum Haritasının Oluşturulması

Mevcut durum değer akış haritası kullanılarak, ürünlerin ve bilgilerin süreç boyunca nasıl hareket ettiği kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme, süreçlerdeki israf ve kayıpların net bir şekilde ortaya çıkmasını sağlamış ve iyileştirme fırsatlarını gözler önüne sermiştir.

Bu bölümde, yalın üretim araçlarıyla gerçekleştirilen gelecek durum simülasyon modellerinin sonuçları ve Kaizen uygulamalarından elde edilen bulgular ve yapılan iş yükü planlaması doğrultusunda iyileştirme yapılan alanları gösteren bir gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Önerilen iyileştirmeler sayesinde üç kasa ürünün süreç boyunca geçirdiği katma değerli süre 1837 saniyeden 1795 saniyeye düşürülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşletmeler için değer kavramı büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, bir narenciye paketleme tesisinde değer yaratmak amacıyla Değer Akış Haritalama, Simülasyon ve Spagetti Diyagramı ile bütünselik bir şekilde kullanılmıştır. İlk olarak zaman etüdü yapılarak süreçlerin işlem süreleri bulunmuştur. Bu süreler ve yapılan gözlemler doğrultusunda israf kaynaklarını tespit etmek, iyileştirme alanlarını belirlemek ve rekabet avantajı sağlamak amacı ile mevcut durum haritası çizilmiştir. Mevcut durumun detaylı bir analizi yapılarak süreçteki darboğazlar ve israf alanları tespit edilmiştir.

Mevcut durumda paketleme ünitelerinde yaşanan fiziksel zorlanma, iş yükü dengesizliği ve ara stok birikimi gibi problemler süreç performansını olumsuz etkileyen temel unsurlar olarak tespit edilmiştir.

Kaizen yöntemiyle gerçekleştirilen yeni hat tasarımı ile süreç verimliliği ve işçi ergonomisi açısından önemli kazanımlar elde edilmiştir. Teleferik sistemi iyileştirilmiş, kol boyuna uygun sehpa sistemleri kurulmuş ve yeni bant sistemi oluşturulmuştur. Böylece işçilerin eforu azaltılmış, işçilerin hareketleri ergonomik hale getirilmiş işlem süresi kısaltılarak iş verimliliği artırılmıştır.

Paketleme ünitelerindeki iş yükü dengesizliğinin giderilmesi ve ara stok birikimlerinin önlenmesi amacıyla simülasyon modeli üzerinde iş gücü dağılımı senaryoları geliştirilmiştir. 6 numaralı paketleme ünitesindeki darboğazı minimize etmek için 1 numaralı paketleme ünitelerinden işçi transferi yapılmış, bu yaklaşım ara stok miktarını azaltarak üretim akış hızını artırmıştır.

Spagetti Diyagramı, tesis içindeki gereksiz hareketleri ve taşıma mesafelerini ortaya koymuş, bu mesafelerin optimize edilmesiyle iş gücü kayıpları minimize edilmiştir. Tesisteki ürün bekleme alanı ile malzeme alanının konumları yer değiştirilerek ve iki malzeme alanı arasında koridor açılarak tek alan olarak kullanılması sonucu hareket ve taşıma mesafeleri azaltılmıştır.

Mevcut durumdaki eksiklikler ve verimsizlikler göz önünde bulundurularak gelecekteki akışın nasıl daha etkili hale getirilebileceği üzerine bir gelecek durum haritası çizilmiştir. Bu harita, iyileştirme hedeflerinin ve daha verimli bir iş akışının nasıl sağlanacağını göstermektedir.

Kaizen uygulamaları ve doğru iş yükü planlaması sayesinde, 3 kasa ürün üretilmesi için katma değerli süre 1837 saniyeden 1795 saniyeye düşürülmüştür. Spagetti diyagramı kullanılarak yapılan analizde ise hareket ve taşıma mesafeleri 499 metreden 338,50 metreye düşürülmüştür. Bu durumda mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırıldığında katma değerli sürede %2.28, hareket ve taşıma mesafesinde 160,50 metre kazanç sağlanmıştır. Bununla birlikte, süreç kamyon bazında ele alınırsa bu sürelerde önemli ölçüde tasarruf sağlanacaktır.

Sonuç olarak, uygulanan iyileştirme yöntemleri sayesinde narenciye paketleme tesisinde taşıma mesafesi azaltılmış, işlem süresi kısaltılmış ve genel verimlilik artırılmıştır. Bu tür entegre

süreç iyileştirme teknikleri, üretim ve paketleme sektöründe operasyonel performansın yükseltilmesi için etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda süreçlerin daha da detaylandırılabilceğı ve üretim süresi ile işlem süresinin daha da kısaltılabilir. Bununla birlikte, değ er akış haritasının sürekli güncellenmesi, yeni iyileştirme alanlarının ortaya çıkarılmasını sağlayacaktır. Bu da işletmenin uzun vadeli başarısını sürdürülebilir kılacaktır.



KAYNAKLAR

- Abdulmalek F. A., Rajgopal J., (2007). Analyzing The Benefits Of Lean Manufacturing And Value Stream Mapping Via Simulation: A Process Sector Case Study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., Halk, B. (2017). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması: Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 242-251.
- Ahmad, R., Amin, R. F. M., Mustafa, S. A. (2022). Value Stream Mapping with Lean Thinking Model for Effective Non-Value Added Identification, Evaluation and Solution Processes. *Operations Management Research*, 1-20. Springer. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00265-9>
- Aydin, H., Cetin, C. (2020). Değer akışı haritalama ile süreçlerin iyileştirilmesi: Yalın organizasyonda bir vaka çalışması. *Business and Economics Research Journal*, 11(2), 445-459.
- Banks, J., Carson, J., Nelson, B., ve Nicol, D. (2005). *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall, New Jersey, 662 s.
- Bilici, S., Kosanoğlu, F. (2021). Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(1), 131-142.
- Birgün, S., Gülen, K. G., Özkan, K. (2006). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 47-59.
- Braglia, M., Carmignani, G., Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19), 3929-3952. <https://doi.org/10.1080/00207540600690545>
- Brunt, D. (2000). From Current State to Future State: Mapping the Steel to Component Supply Chain. *International Journal of Logistics*, 3(3), 259-271.
- Bulut, K., Altunay, H. (2016). Değer akışı haritalandırma yöntemi: mobilya sektöründe bir uygulama. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 8(1), 48-55.
- Coşkun, E., Özcan, S. (2023). Değer Akış Haritalama Yöntemi Ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(4), 881-894.
- Çil, İ., Yalçın, S., (2018). Yalın Üretimin Bankacılık Sektörüne Uyarlanması ve Bir Benzetim Çalışması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 624-638.
- Efe, Ö. F., Engin, O. (2012). Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, (4), 79-107.

- Emir, O., Gergin, Z. (2021). Yalın Sistem Tasarımı İçin Simülasyon Destekli Değer Akış Haritalama Uygulaması. *Journal of Industrial Engineering*, 32(1), 108-126.
- Ersöz, T., Sarız, K., Ersöz, F. (2020). Demir-çelik üretim hattında yalın üretim. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 801-826.
- Gökkür, S., Çelik, Z. (2016). Meyve ve Sebze Ürünlerinde Küresel Değer Zinciri. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. *Meyve Bilimi*, 1, 50-55.
- Hossain, M. M., Uddin, M. K. (2015). An approach to improve the process cycle efficiency and reduce the lead time of a Mango juice processing line by using lean tools: A case study. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(1), 1442-1452.
- <https://www.fao.org/faostat/en/#compare>
- https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity_exports
- Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E. (2012). Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector. *International Journal of Production Research*, 50(7), 1890-1904.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., Sadowski, D. A. (2002). *Simulation with ARENA*. McGraw-Hill, Inc..
- Kılıç, A., Ayvaz B. (2016). Türkiye Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 29, 29-60.
- Koca, D. (2023). Kaizen Yaklaşımı ile Süreç İyileştirme Kapsamında Toplam Ekipman Etkinliği Analizleri ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Liker, J. K. (2001). *Toyota Tarzı. Optimist Yayın Grubu (Çeviri: Ümit Şensoy)*.
- Liker, J. K. (2005). *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi. Orhan Holding (Çeviri: Ümit Şensoy)*.
- Liu, Q., Yang, H., Xin, Y. (2020). Applying Value Stream Mapping In An Unbalanced Production Line: A Case Study Of A Chinese Food Processing Enterprise. *Quality Engineering*, 32(1), 111-123.
- Maalouf, M., Zaduminska, M. (2019). A Case Study Of VSM And SMED In The Food Processing Industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60-68.
- Maraşlı, H., Akça, C., Kama, A. (2016). Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması. *International Journal of Academic Value Studies*, 2 (4), 106-120.
- MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi). (2009). *Taze Sebze ve Meyveleri Satışa Hazırlama*. Milli Eğitim Bakanlığı. (<https://megep.meb.gov.tr>)
- Ohno, T. (1998). *Toyota Ruhu. Scala Yayıncılık (Çeviri: Canan Feyyat)*.
- Özveri, O., Güçlü, P. (2015). Değer Akış Haritalamada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Uygulanması. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(1), 1-12.

- Rahani, A. R., Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis Through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734.
- Rohac, T., Januska, M. (2015). Value Stream Mapping Demonstration On Real Case Study. *Procedia Engineering*, 100, 520-529.
- Rother, M., Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*, İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları (Çeviri: Ayşe Soydan).
- Sa'udah, N., Amit, N., Ali, M. N. (2015). Facility layout for SME food industry via value stream mapping and simulation. *Procedia Economics and Finance*, 31, 797-802.
- Sarı E.B., (2018). Üretim Hattı Tasarımında Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56), 67-81.
- Senderská, K., Mareš, A., Václav, Š. (2017). Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 79(1), 139-150.
- Seth, D., Gupta, V. (2005). Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study. *Production Planning and Control*, 16(1), 44- 59.
- Seth, D., Seth, N. Goel, D. (2008), Application of Value Stream Mapping (VSM) for Minimization of Wastes in the Processing Side of Supply Chain of Cottonseed Oil Industry in Indian Context, *Journal of Manufacturing Technology and Management*, 19 (4), 529-550
- Singh, B., Sharma, S. K. (2009). Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. *Measuring business excellence*. 13(3), 58-68.
- Subaşı, O. S., Uysal, O., Ünlü, M. (2014). Mersin İli Turunçgil İhracatı Yapan Paketleme Tesislerinin Yaşadıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Alatırım Dergisi*, 13(1), 37-43.
- Tanco, M., Santos, J., Rodriguez, J. L., & Reich, J. (2013). Applying Lean Techniques To Nougat Fabrication: A Seasonal Case Study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68, 1639-1654.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). (2021). Ürün raporu turunçgiller. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>)
- Tekin, M., Arslanere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., Tekin, E. (2018). Değer Akışı Haritalamasının Büyük Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması. *Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Zirvesi*, 300-311.
- TÜİK, Meyve Ürünleri İçecek ve Baharat Bitkileri Üretim Miktarları (<https://data.tuik.gov.tr/>)
- TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu, (<https://data.tuik.gov.tr/>) [Son erişim tarihi: 14.07.2023].
- Türkan, Ö. U. (2010). Üretimde yalın dönüşümün temel performans kriterleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 28-41.
- Uçar, A., Şirin, B. T. (2024). İç Lojistik Faaliyetlerinde Yalın Tekniklerin Kullanılması ve Bir Uygulama. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(3), 423-435.
- Uygun, M., Taş Ü., Pak E. (2019). Değer Akış Haritalandırma Yöntemi ile Verimliliğin Artırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Vaka Çalışması. *Verimlilik Dergisi*, (3), 7-39.

- Womack, J. P., Jones D. T. (1996). Yalın Düşünce, Optimist Yayın Grubu (Çeviri : Oygur Yamak).
- Yurdugöl, U. (2010). Değer akışı haritalandırma yöntemi ve bir uygulama. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Zahraee, S. M., Toloioe, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., Stasinopoulos, P. (2020). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. Procedia Manufacturing, 51, 1379-1386.



ÖZGEÇMİŞ

Evrin KILIÇ ilk, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 2013 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2021 yılında Çukurova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2013 yılından bu yana çalışma hayatına devam etmektedir.







EKLER



EK A. İşlem Süresi Ölçümleri

İşlem Süresi Ölçümleri (saniye)									
Ölçüm	Tartım	Döküm	Ön Seçme	Yıkama	1. Kurutma	Mumlama	2. Kurutma	Son Seçme	Boylama
1.	120	81	68	131	127	32	102	44	76
2.	124	110	54	114	125	33	103	44	70
3.	128	103	47	102	128	34	105	47	62
4.	129	86	69	81	128	30	102	45	89
5.	131	90	58	92	127	32	103	47	78
6.	123	87	65	85	127	28	104	44	92
7.	128	104	68	130	128	31	104	48	67
8.	130	80	45	121	126	32	106	45	93
9.	126	93	52	82	123	33	104	47	60
10.	119	81	55	98	127	34	103	44	81
11.	122	92	62	116	125	33	102	45	78
12.	125	97	56	89	123	33	105	43	90
13.	130	101	48	107	127	30	106	48	85
14.	130	89	61	96	126	31	104	46	76
15.	128	90	57	88	129	33	103	46	68
16.	122	102	64	85	127	31	106	48	86
17.	127	106	65	107	124	29	105	48	84
18.	126	95	65	124	127	32	103	47	89
19.	126	86	53	102	124	32	105	44	78
20.	125	85	67	99	128	33	105	47	91
21.	128	95	52	124	123	33	105	48	82
22.	129	107	45	90	123	32	102	48	88
23.	118	104	65	98	126	29	104	45	75
24.	125	92	64	98	125	31	106	45	69
25.	128	101	57	130	124	33	103	46	76
26.	128	85	51	123	124	29	102	48	85
27.	119	82	46	81	123	32	106	44	90
28.	126	95	48	102	124	31	105	46	63
29.	127	84	59	97	126	32	104	46	81
30.	125	89	67	81	126	32	102	48	85
Ortalama	125,73	93,07	57,77	102,43	125,67	31,67	103,97	46,03	79,57

(EK A. 'nın devamı)

İşlem Süresi Ölçümleri (saniye)								
Ölçüm	Paketleme 1	Paketleme 2	Paketleme 3	Paketleme 4	Paketleme 5	Paketleme 6	Paletleme	Palet Tartım
1.	81	119	160	264	352	447	45	164
2.	85	116	170	267	350	442	42	193
3.	89	112	166	258	355	449	48	173
4.	78	117	163	263	361	436	50	185
5.	91	110	172	270	348	447	41	177
6.	87	116	159	260	356	452	49	179
7.	76	118	165	255	351	441	47	188
8.	88	109	171	268	353	446	43	163
9.	84	119	168	262	342	437	51	180
10.	90	117	158	266	360	451	46	167
11.	84	115	169	259	356	443	44	190
12.	86	120	164	265	347	439	50	183
13.	79	122	162	269	349	451	52	174
14.	92	116	173	257	356	448	40	169
15.	80	117	167	264	345	440	48	176
16.	85	120	161	261	353	445	42	191
17.	87	118	165	267	349	450	47	175
18.	89	120	167	256	359	458	49	181
19.	78	120	160	263	354	449	50	178
20.	89	116	170	270	347	441	41	186
21.	82	119	165	259	356	437	43	160
22.	90	115	172	268	351	450	46	189
23.	79	121	163	262	346	454	44	184
24.	86	119	159	264	360	456	51	181
25.	85	120	166	266	360	438	50	169
26.	85	112	168	258	353	443	48	171
27.	87	116	161	269	348	450	40	195
28.	83	120	167	257	354	438	45	173
29.	82	118	162	265	357	453	47	166
30.	89	123	171	264	346	448	46	192
Ortalama	84,87	117,33	165,47	263,20	352,47	445,97	46,17	178,40