



İÇ LOJİSTİK FAALİYETLERİNDE YALIN TEKNİKLERİN KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA

Ayşe UÇAR¹, Betül TURANOĞLU ŞİRİN^{1*}

¹Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, 25240, Erzurum, Türkiye

Özet: Yalın kavramı 1950'li yıllarda Japon şirketlerinde ortaya çıkmıştır. Yalın felsefe, iş süreçlerinde verimliliği artırmayı, israfları ortadan kaldırmayı ve müşteri değerine odaklanmayı amaçlayan bir felsefedir. Dünya genelinde yalın felsefe; küresel rekabette avantaj sağlamak, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak, hızlı piyasa değişimlerine adapte olmak, müşteri memnuniyetini artırmak gibi önemli amaçlar doğrultusunda birçok işletmeye fayda sağlamıştır. Günümüzde yalınlaşma ve yalın teknikler, imalat sistemleri ile birlikte hizmet sistemlerinde de kullanılmaktadır. Buna; eğitim, tedarik ve lojistik, bilişim ve teknoloji gibi iş kolları örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada, bir gıda firmasının iç lojistik süreçlerinde yalın teknikler kullanılarak süreç iyileştirme yapılmıştır. Öncelikle, söz konusu sürece değer katmayan işlemleri tespit edip ortadan kaldırmak için Değer Akışı Haritalama (DAH) kullanılmıştır. Bu süreçte manuel yürütülen işlemler elimine edilerek yeni bir sistem oluşturulmuştur. Mevcut durumda toplam 434 dakikada tamamlanan malzeme transfer süreci, yeni sistem önerisi ile 284 dakikaya düşürülmüştür. Daha sonra PUKÖ döngüsü ile yaşanan bazı problemler analiz edilerek çözüm önerileri sunulmuştur. Son olarak, spaghetti diyagramı ve Milk Run taşıma sistemi ile gereksiz taşımalar minimize edilmiştir. Bu sistemin kullanılmasıyla, yıllık ortalama taşımalar için harcanan 470 saatin 50,1 saate düşmesi öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Yalın iç lojistik, Süreç iyileştirme, Değer akışı haritalama, PUKÖ döngüsü, Spagetti diyagramı, Milk Run

Using Lean Techniques in Internal Logistics Activities and an Application

Abstract: The concept of lean emerged in Japanese companies in the 1950s. Lean philosophy is a mindset aimed at enhancing efficiency in business processes, eliminating waste, and prioritizing customer value. This philosophy has globally benefited numerous businesses for crucial purposes such as gaining a competitive edge in the global market, achieving sustainability goals, adapting to rapid market changes, and enhancing customer satisfaction. Today, simplification and lean techniques are employed not only in manufacturing systems but also in-service systems. Business sectors such as education, supply and logistics, informatics, and technology can be cited as examples. In this study, lean techniques were employed to improve the internal logistics processes of a food company. Initially, Value Stream Mapping (VSM) was utilized to identify and eliminate processes that do not contribute value to the targeted process. In this process, manual procedures were eliminated, and a new system was implemented. The material transfer process, which currently takes 434 minutes in total, has been reduced to 284 minutes with the new system proposal. Subsequently, issues encountered within the PDCA cycle were analysed, and potential solutions were proposed. Finally, unnecessary transportation was minimized through the spaghetti diagram and the implementation of the Milk Run transportation system. By using this system, it is anticipated that the annual average of 470 hours spent on transportation will decrease to 50.1 hours.

Keywords: Lean internal logistics, Process improvement, Value stream mapping, PDCA cycle, Spaghetti diagram, Milk Run

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, 25240, Erzurum, Türkiye

E mail: b.turanoglu@atauni.edu.tr (B. TURANOĞLU ŞİRİN)

Ayşe UÇAR



<https://orcid.org/0000-0002-0680-8137>

Betül TURANOĞLU ŞİRİN



<https://orcid.org/0000-0002-7910-6312>

Gönderi: 14 Şubat 2024

Kabul: 20 Mart 2024

Yayınlanma: 15 Mayıs 2024

Received: February 14, 2024

Accepted: March 20, 2024

Published: May 15, 2024

Cite as: Uçar A, Turanoğlu Şirin B. 2024. Using lean techniques in internal logistics activities and an application. BSJ Eng Sci, 7(3): 423-435.

1. Giriş

Yalın düşünce felsefesi 1950'li yıllarda Toyota Motor İşletmesi tarafından ortaya çıkmıştır. Yalın düşüncedeki temel amaç, değerlin hammaddeden mamul oluşuncaya kadar geçen sürede kesintisiz akmasıdır. Bu amaca ulaşmanın temelinde ise israfları öncelikle tespit edip ardından elimine etmek vardır. Az maliyet, az israf, hızlı üretim ve uygun fiyat ile en kaliteli üretimi yapabilmek fikridir (Yangınlar ve Bal, 2019).

Değer katmayan adımlar israf olarak tanımlanmakla beraber, literatürde Taiichi Ohno tarafından 1988 yılında 'Yedi Ölümcül İsrar' başlığı altında "gereksiz üretim, fazla bekleme, üretimde hata, fazla stok, gereksiz taşıma,

gereksiz işler ve gereksiz hareketler" olarak tanımlanmıştır (Topuz, 2021).

Globalleşen dünyada firmalar sektöre tutunabilmek için değişmek ve gelişmek zorunda bırakılmıştır. Bu süreçte işletmeler kaliteli ürünü daha ucuza üretmeyi hedeflemiştir. Hedeflere ulaşma yolunda Yalın araç ve tekniklerden faydalanılmıştır. Yeni yönetim kavramları ve süreç iyileştirmedeki süreklilik yalın felsefenin vurguladığı temel konulardan biri olmuştur.

İşletmeler bünyesinde yalınlaşmaya gidilecek bir konu da lojistik faaliyetlerdir. Fabrika içinde yalın lojistik yaklaşımı üretilen ürünlerin az maliyetle ve kısa sürede işletme içerisinde taşınmasıdır. Bu da iç lojistik kavramı olarak karşımıza çıkmaktadır (Topuz, 2021). Takip



edilebilir ve standart olmayan bir iç lojistik sistemi, işletmelerin stok hareketlerinde dengesizliğe ve katma değer oluşturmayan faaliyetlere neden olmaktadır. Taşıma yapan aracın etkili kullanılmamasından dolayı çalışanların katma değersiz işler yapması, malzemelerin zamanında tedarik edilememesi veya büyük miktarda yarı mamul birikimi gibi durumlar işletmeler için önemli bir maliyet unsurudur (Küçüköğlü ve ark., 2018).

Yalın düşünce kapsamında israfları yok ederken belli başlı araç ve yöntemler kullanılır. Bunlardan bazıları; 5S, SMED, Değer Akışı Haritalama, Spagetti Diyagramı, Milk Run, Hoshin Kanri, Poke-Yoke, A3, PUKÖ, Just in Time, Kök Neden Analizidir.

Literatürde iç lojistik, değer akışı haritalama, PUKÖ döngüsü ve Milk Run ile ilgili birçok uygulama çalışmasına rastlanmıştır. Bunlardan bazıları Tablo 1'de özetlenmiş ve aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

Gecü (2008) bir otomotiv firmasının iç lojistiğinde yaptığı çalışmada, her bir çalışan için üretimde lojistik rotalarını çizmiş, verimsizlikleri tespit etmiş ve yeni bir yerleşim planı oluşturmuştur. Zaman etütleri yaparak ihtiyaç duyulan işgücünü tespit etmiştir. Ayrıca, ana montaj hatlarında kit halinde üretime malzeme transferleri yapmış ve hat kenarında izlenebilirliği arttırmıştır. Sol (2011), çalışmada yalın üretim tekniklerinden Kanban, değer akışı haritalama, 5S ve spagetti diyagramını kullanmıştır. Operatör ve malzemelerin katma değer yaratmayan faaliyetlerinin belirlenmesi için süreç akış şemalarından faydalanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, set şeklinde sevkiyat sisteminin ara stok miktarlarını azalttığı, malzeme akışları ve hareketlerindeki kontrolleri kolaylaştırdığı ve taşımaları azalttığını tespit etmiştir. Kilic ve ark. (2012)

yaptıkları çalışmada, gerçek bir üretim ortamındaki gözlemlere dayanarak tesislerdeki Milk Run dağıtım problemini kategorize etmiş ve açıklamışlardır. Ana kategorilerden biri için modelleme yapmışlardır. Geliştirilen modellerin amacı, araç sayısını ve kat edilen mesafeyi en aza indirmektir. Çalışmada, modellerin uygulanabilirliğini göstermek için gerçek uygulamalardan esinlenerek sayısal bir örnek sunulmuştur. Koçan (2014) çalışmada, set şeklinde sevkiyat sisteminin hat besleme yöntemleri arasındaki yerini incelemiş ve hangi yöntemle hat kenarına parçaların taşınması gerektiğine karar vermeyi amaçlamıştır. Set şeklinde teslimat için bir süreç yaklaşım metodu geliştirmiştir. Ayrıca; Kanban, 5S ve süreç akış şemaları yalın teknikler olarak kullanılmıştır. Yapılan tüm bu süreç iyileştirme çalışmalarının set şeklinde sevkiyat sisteminin parça akış kontrolünü kolaylaştırdığı, hat kenarı alanlarından tasarruf sağladığı, ara stok miktarlarını azalttığı, daha esnek bir üretim sistemi sağladığı, malzeme ve parça taşımalarını azalttığı, katma değer yaratmayan faaliyetleri yok ederek çevrim süresini düşürdüğü ve üretkenliği artırdığı görülmüştür. Tyagi ve ark. (2015), gaz tribünleri üreten bir fabrikada değer akışı haritalamayı kullanarak ürün geliştirme sürecinin süresinde ortalama %50'lik bir azalma sağlamışlardır. Korytkowski ve Karkoszka (2016), bir montaj hattında Milk Run operatörünün verimliliği ve etkileşimlerini incelemek için simülasyon tabanlı bir model önerisinde bulunmuşlardır. Kuvvetli ve Erol (2017), ağaç ürünleri üreten bir işletmede malzeme taşıma sistemini simülasyonla incelemiş ve alternatif bir çözüm yöntemi sunmuştur.

Tablo 1. Özetlenmiş literatür araştırması

Yazar/lar ve Yayın Yılı	Uygulama Konusu	Kullanılan Teknikler
Gecü, 2008	İç lojistik / Malzeme taşıma	Zaman etütü
Sol, 2011	Malzeme taşıma sistemi	Kanban, 5S, DAH, Spagetti diyagramı
Kilic ve ark., 2012	İç lojistik / Dağıtım problemi	Milk Run
Koçan, 2014	İç lojistik / Sevkiyat sistemi	Kanban, 5S, Süreç akış şemaları
Tyagi ve ark., 2015	Ürün geliştirme süreci	DAH
Korytkowski ve Karkoszka, 2016	Montaj hattı verimliliği	Milk Run, Simülasyon
Kuvvetli ve Erol, 2017	İç lojistik / Malzeme taşıma	Simülasyon, İstatistik
Sangpikul, 2017	Öğrenme ve öğretme problemi	PUKÖ döngüsü
Realyvásquez-Vargas ve ark., 2018	Ürün kusurlarını azaltma	PUKÖ döngüsü
Küçüköğlü ve ark., 2018	İç lojistik / Malzeme taşıma	Matematiksel model
Turan, 2019	Süreç iyileştirme	DAH, AHP
Sevgili ve Antmen, 2019	Süreç iyileştirme	DAH
Patır, 2019	İç lojistik	DAH
Derdiyok, 2019	Kalite güvence sistemleri	PUKÖ döngüsü
Usuk ve Selvi, 2019	İç lojistik / Malzeme taşıma	Otomasyon
Doğan ve Kama, 2021	Tedarik zinciri	DAH
Grzegorz ve ark., 2021	Malzeme taşıma sistemi	Milk Run
Topuz, 2021	İç lojistik / Malzeme taşıma	Kanban, Milk Run, Süpermarket
Gu ve ark., 2021	Yönetim	PUKÖ döngüsü
Kuğu ve Köse, 2021	Süreç iyileştirme	DAH
Lu ve ark., 2021	Süreç iyileştirme	Nesnelerin interneti, DAH
Facchini ve ark., 2024	İç lojistik / Malzeme taşıma	Nesnelerin interneti, Milk Run

Mevcut durumda, vinçler ile çalışılan alanda konveyörlerin kullanılması durumu incelenmiş ve istatistiksel olarak konveyör kullanımının daha anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sangpikul (2017) çalışmasında, PUKÖ döngüsünü kullanarak bir akademik hizmet projesi için bir öğrenme ve öğretme modeli geliştirmiştir. Realyvásquez-Vargas ve ark. (2018), bir imalat işletmesinde ürün kusurlarını azaltmak için PUKÖ döngüsünden faydalanmışlardır. Analiz edilen üç farklı üründe, kusur oranı ortalama %70 oranında azaltılmıştır. Küçüköğlü ve ark. (2018) çalışmasında, bir otomotiv yan sanayi firmasında fabrika içi malzeme tedarik problemini ele almıştır. Fabrika içerisinde hat yanı stoklarını minimuma düşürmek ve daha sağlıklı bir malzeme taşıma süreci sağlamak için iki aşamalı bir çözüm yaklaşımı geliştirmiştir. Turan (2019), bir otomotiv yan sanayi fabrikasında değer akışı haritalama ile analitik hiyerarşi süreci yöntemini birlikte kullanarak iyileştirmeler yapmış ve yaşanan problemlere çözüm önerileri sunmuştur. Sevgili ve Antmen (2019) çalışmalarında, bir metal fabrikasında değer akışı haritalamayı kullanarak süreç iyileştirme yapmışlardır. Çalışmada; toplam üretim süresinde düşüş, üretim miktarında artış ve proses değişkenliğinde azalma sağlanmıştır. Patır (2019), bir otomotiv yan sanayi firmasının üretim lojistiği sürecini incelemiştir. İsrâfları gün yüzüne çıkarmak için değer akışı haritalama yönteminden faydalanmıştır. Bu çalışma sonunda, stoklarda yaklaşık %20 oranında azalma sağlanırken, lojistik maliyeti ve operatör sayısı gibi konularda da iyileştirmeler yapılmıştır. Derdiyok (2019), kalite güvence sistemlerinin üniversitelerde uygulanmasını yaygınlaştırmak amacıyla PUKÖ döngüsünü kullanan bir model önermiştir. Usuk ve Selvi (2019) çalışmasında, kabloşuz acil malzeme istek sistemi oluşturmuştur. Fabrika içi lojistik aksaklıklar nedeniyle malzemelerin sahaya geç teslim edilmesinden kaynaklanan hat duruşları ortadan kaldırılmıştır. Böylece, malzemelere ulaşmak daha kolay hale gelmiş ve taşıma işlemi standartlaştırılmıştır. Ayrıca, taşımalarda gerçekleşen israflar minimize edilmiştir. Doğan ve Kama (2021) çalışmalarında, bir imalat işletmesinin tedarik zincirindeki israfları belirleyip en aza indirmek için değer akışı haritalama yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonunda, bir ürünün hammadde sürecinden alıcıya ulaşmasına kadar geçen sürede %21'lik bir azalma sağlanacağı öngörülmüştür. Grzegorz ve ark. (2021), Milk Run taşıma sistemleri için referans bir model önerisinde bulunmuşlardır. Topuz (2021), beyaz eşya sektöründe yaptığı çalışmasında yalın üretim tekniklerinden Kanban, Milk Run ve süpermarket yöntemlerinin kullanıldığı bir metodoloji geliştirmiştir. Sonuç olarak malzeme taşıma, montaj sahasından alınarak bir süpermarket kurulmuştur. Toplam malzeme taşıma mesafesi %79 oranında azaltılmıştır. Gu ve ark. (2021) çalışmalarında, lisansüstü tıp öğrencilerinin yönetiminde yaşanan zorlukları gidermek amacıyla PUKÖ döngüsünden faydalanmışlardır. Kuğu ve Köse (2021), ısı değiştirici

üretim hattında uyguladıkları değer akışı haritalama ile ara stok miktarlarında ortalama %59'luk bir düşüş sağlarken işlem süresinde %31'lik bir azalma elde etmişlerdir. Lu ve ark. (2021), nesnelerin interneti teknolojisini kullanarak küçük ve orta ölçekli işletmeler için dijital ikiz tabanlı bir değer akışı haritalama yöntemi önermişlerdir. Facchini ve ark. (2024), bir otomotiv sanayi işletmesinde nesnelerin interneti tabanlı Milk Run taşıma ve rotalama problemini ele almışlardır. Çalışma sonunda her iş istasyonunun envanteri sağlanmış, çekici tren filosunun ortalama kullanım oranı iyileştirilmiş ve günlük kat edilen mesafe azaltılmıştır.

Bu çalışmada bir gıda işletmesinin iç lojistik süreçleri incelenmiş ve süreçlerde tespit edilen katma değersiz işlemler yalın teknikler olan değer akışı haritalama (DAH), PUKÖ döngüsü, kök neden analizi, Spagetti Diyagramı ve Milk Run kullanılarak minimize edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, bu çalışmanın katkıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bir gıda firmasının iç lojistik faaliyetlerinde süreç iyileştirme üzerine yapılan gerçek bir uygulama çalışmasıdır.
- DAH, PUKÖ döngüsü, kök-neden analizi, spagetti diyagramı ve Milk Run gibi beş farklı teknik kullanılmıştır.
- Firmanın deposunda uygulanan bu çalışma ile toplam işlem süresinde %31'lik bir azalma olmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçlar, malzeme taşıma için önerilen Milk Run sisteminin toplam malzeme taşıma süresinde yıllık %89'luk bir düşüş sağlayacağını göstermiştir.
- Çalışma kapsamında yapılan tüm çalışmalar, firma yönetimi tarafından kabul görmüş ve uygulamaya konmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. İç Lojistik Kavramı

Tedarik ve dağıtım lojistiği arasında kalan iç lojistik, bir diğer adı ile üretim lojistiği; hammaddelerin, nihai ürünün, yarı mamullerin tesis içindeki hareketi, stok yönetimi, planlama, depolama ve istiflenme, sipariş toplama ve dağıtım, malzeme taşıma araçlarının seçimi ve hareketlerine ilişkin kurallar gibi süreçleri kapsamaktadır. Bu süreçler aşağıdaki gibi detaylandırılabilir:

- Depolama: Mal kabulü, malzemelerin kayıt altına alınması, istifleme, taşıma, sevkiyat öncesi ürünleri hazırlama ve etiketleme, depolama alanların düzeni ve tertibi işlemlerinden oluşmaktadır (Erturgut, 2021).
- Stok yönetimi: Ürünlerin nerede stoklanacağı, ne kadar sipariş verileceği, siparişin teslim tarihi, ne stoklanacağı ile ilgili soruların cevaplarının arandığı bir yönetimdir.
- Planlama: Planlama aşamasında müşterilerin beklentilerinin karşılanması ve doğru zamanda nihai ürünün müşteriye ulaştırılması hedef alınarak

üretim, tedarikin ve sevkiyat süreçlerinin organize edilmesidir (Erturgut, 2021).

- Malzeme taşıma araçlarının seçimi: Günümüz işletme yapılarında maliyetlerin ve firmalar arası rekabetin artması kaynaklı üretim için harcanan maliyetin ve zamanın önemi ile beraber elleçleme için ayırdığı zamanı da değerli kılmıştır. Elleçleme de çalışma ortamına en uygun aracın seçilmesidir (Dur, 2019).
- Ambalajlama ve etiketleme: Ambalajlar ürünleri dış etkilerden koruyan, ürün tipine göre metal, plastik, cam vb. türevlerden oluşan malzemelerdir. Ambalajlama ve etiketleme gerek depolama esnasında gerek fabrika içi transferlerde güvenli, hatalı işlem yapma ve hasar riskini minimumda tutmaya doğrudan katkısı olan bir süreçtir. (Erturgut, 2021).

2.2. Yalın Üretim Kavramı

Yalın üretim katma değersiz işlemlerin elimine edilerek, tam anlamı ile israfların ortadan kaldırılmasına odaklanan bir sistem bütünüdür. Verimliliği ve esnekliği hedef alır (Mofolasoyoa ve ark., 2022).

Yalın üretim sisteminin tarihi 1950'li yıllara dayanmaktadır. Toyota firmasında Eiji Toyota ve Taiichi Ohno öncülüğünde atılmıştır. Amerika'da yer alan firmalara rakip olacak seviyeye gelebilmeyi hedeflemiş ve yeni bir yönetim biçimi arayışına girmişlerdir. Adım adım ilerleyerek tüm üretim sistemlerini gözden geçirmişlerdir. Seri üretimden ziyade küçük partiler halinde ve çeşitliliği artırarak düşük taleplere de cevap verebilecek bir üretim sistemi geliştirmişlerdir. Başta Japonya olmak üzere zamanla dünyaya yayılmış bir sistem haline gelmiştir (Kocabaş, 2014).

Yalınlaşmanın temelinde israfları yok etmek yatar. Değer ile israfı ayırt ederek odakları değer yaratan işlere yönlendirmeyi hedef alır. Değer müşterinin ödemeye istekli olduğu ürün ve süreçlerdir (Ertürk ve Özçelik, 2008).

Yalın üretim, sürekli iyileştirme ve kaynakları en etkili şekilde kullanma felsefesiyle tanınan bir üretim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, üretim süreçlerindeki israfları belirleyerek ve azaltarak verimliliği artırmayı hedefler.

Yalın üretimde yedi temel israf vardır:

- Fazla üretim: Siparişten önce, ihtiyaçtan fazla üretimi kapsamaktadır. Fazla üretimler için ek depolama alanları, malzeme akışında dengesizlik gibi problemlere yol açmaktadır.
- Fazla stok: Nihai ürün, hammadde, yarı mamul gibi stok türlerinde fazla tutulan stokları ifade eder. Fazla tutulan stoklar depolama maliyeti oluşturur. Depolardaki hareketin kısıtlanmasına sebep olmakla beraber hatalı işlem yapma oranını arttırmaktadır.
- Gereksiz işlem: Katma değersiz işlemler ile ilgilenmektir. Yalın üretim felsefesi katma değersiz işlemlerin elimine edilmesini hedeflenmektedir. Değer yaratan işlemler üzerinde çalışmaya odaklanmaktadır.

- Gereksiz hareket: Çalışanların, ürüne veya hizmete herhangi bir katkı sağlamayan nedenlerle gereksiz hareket etmeleri sonucu ortaya çıkan israftır. Üretimde kullanılacak malzemelerin hatlardan uzak olması, ergonomik açıdan zorlayan iş ekipmanları, aşırı harekete sebep olan düzenlemeler örnek olarak gösterilebilir.
- Hatalı üretim: Bir ürünü düzeltmek, onarmak ya da yenisi üretmek olarak tanımlanabilir. Bu israf ek hammadde ve işçilik maliyeti doğurmaktadır. Bununla beraber müşteri siparişlerinin teslimatında gecikmeye de sebep olmaktadır.
- Gereksiz bekleme: Personel veya makine, ekipmanların çalışma saatleri içerisinde boşta kalması ve beklemesi olarak tanımlanmaktadır. Makede bulunan arıza kaynaklı makinenin çalışmadan beklemesi, personelin makine hazırlık sürecinde makinenin hazırlanmasını beklemesi, makinenin personeli beklemesi gibi örnekler verilebilmektedir.
- Gereksiz taşıma: Gereksiz taşıma, ürünlerin bir noktadan diğerine taşınması sırasında oluşan israfı temsil eder. Yalın üretimde, minimum taşıma mesafeleri ve daha etkili lojistik süreçleri üzerinde çalışma önemlidir.

Bu çalışmada kullanılan yalın üretim teknikleri değer akışı haritalama, PUKÖ döngüsü, kök neden analizi, spaghetti diyagramı ve Milk Run taşıma sistemidir.

2.3. Değer Akışı Haritalama

Değer Akışı Haritalama (DAH), yalın felsefede kullanılan en önemli tekniklerden biridir. Üretim ve hizmet sektörlerinde yaygın olarak tercih edilen DAH, hammaddenin firmaya gelişinden ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar geçen süreçleri kapsamaktadır (Doğan ve Kama, 2021). Değer akışı, bir ürünü oluşturmak için temel olan ana akışlar boyunca ihtiyaç duyulan faaliyetleri kapsayan bir kavramdır. Bu faaliyetler hem katma değer yaratan hem de yaratmayan unsurları içerir. Eğer her bir ürün için gerekli olan ana akışları sıralarsak; hammaddenin müşteriye üretim akışı ile başlanabilir ve ardından ürün geliştirme süreci, yani tasarım, takip eder (Kuğu ve Köse, 2021).

DAH' da süreçler semboller ile ifade edilir. Sırasıyla, incelenecek ürün ailesinin veya sürecin belirlenmesi ile mevcut durum haritası çizilir. Süreçte yapılabilecek iyileştirmeler planlanarak gelecek durum haritası oluşturulur. İsrافی görselleştiren bir teknik olarak DAH ile gelecek durum haritası çizildikten sonra aktiviteler planlanır ve uygulamalar gerçekleştirilir. Bu süreç, işlemleri daha etkin hale getirerek israfı azaltmayı ve değeri artırmayı amaçlar.

DAH' da bazı veriler önem arz etmektedir. Bunlar; çevrim süresi, katma değer süresi, akış süresi, operatör sayısı, makine hazırlık süreleri, çalışma süreleridir (Birgün ve ark., 2006):

- Çevrim süresi (C/T): Boşaltma, yükleme, hazırlık süreleri dahil bir prosesin tamamlanma sıklığıdır.
- Katma Değer Süresi (V/A): Müşterinin değer olarak

tanımladığı iş elemanlarının süresidir.

- Akış Süresi (L/T): Bir işin başlama ve bitiş zamanları arasında geçen süre akış süresi olarak tanımlanmaktadır.

2.4. PUKÖ Döngüsü

İşletmelerde planlama, araştırma, tasarlama, üretim ve satışın birbirini takip eden bir çevrim olduğunu savunan W. Edward Deming, Deming Döngüsü olarak da anılan PUKÖ döngüsünü literatüre kazandırmıştır. Deming'in bu çevriminden esinlenen Japon yöneticiler, Deming' in bu çevrimini yönetimin tüm aşamalarına uygulayarak buna PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al) döngüsü adını vermişlerdir (Efil, 1994). Mükemmelliği aramayı hedefleyen yalın yönetim sisteminde de PUKÖ döngüsü önemli yer tutar. PUKÖ, iyileştirme ve geliştirme süreçlerinde önemli bir yol gösterici olarak kullanılmaktadır.

PUKÖ döngüsünün dört temel aşaması aşağıdaki gibi açıklanabilir (Realyvásquez-Vargas ve ark., 2018):

- Planla: Bu aşamada, iyileştirme fırsatları belirlenir ve daha sonra bunlara öncelik verilir. Aynı şekilde, analiz edilecek sürecin mevcut durumu tutarlı verilerle tanımlanır, sorunun nedenleri belirlenir ve çözmek için olası çözümler önerilir.
- Uygula: Bu aşamada, eylem planını uygulamak, bilgiyi seçmek ve belgelemek amaçlanır. Ayrıca, beklenmeyen olaylar, öğrenilen dersler ve edinilen bilgi göz önüne alınmalıdır.
- Kontrol Et: Bu adımda, önceki adımda uygulanan eylemlerin sonuçları analiz edilir. İyileştirmelerin olup olmadığı ve belirlenen hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir. Bu amaçla, Pareto çizelgesi veya Ishikawa diyagramı gibi çeşitli grafik destek araçları kullanılabilir.
- Önlem Al: Bu aşama, iyileştirmeleri standartlaştırmaya yönelik yöntemler geliştirmeyi içerir. Ayrıca, iyileştirmeyi tekrar test etmek ve yeni veri elde etmek için tekrar kanıtlanır veya uygulanan eylemlerin etkili iyileştirmeler sağlamadığı durumda proje terk edilir ve yeni bir proje ilk aşamadan başlanır.

2.5. Kök Neden Analizi

Kök neden analizi, bir sorunun temel nedenlerini belirlemek ve bu nedenleri ele alarak tekrarlayan problemleri önlemek amacıyla kullanılan bir analitik yöntemdir. Temelde bir olayın ya da sorunun yüzeydeki belirgin nedenlerinin ötesine geçerek, altında yatan temel nedenleri ortaya çıkarmayı hedefler. Bu analiz, problemlerin sadece semptomları değil, asıl kök nedenleri ele alarak kalıcı çözümler bulmaya odaklanır. Kök neden analizi genellikle "5 Neden" tekniği veya İngilizce adıyla "5 Whys" yöntemi kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemde, bir sorunun nedenini bulmak için sıralı olarak beş kez "Neden?" sorusu sorulur. Her soru, önceki cevaptan türetilmiş ve altında yatan temel nedeni daha da açığa çıkarmaya yöneliktir. Bu süreç, sorunun kök nedenine ulaşana kadar devam eder. Kök neden analizi, iş süreçlerindeki iyileştirmeleri,

tekrarlayan problemlerin önlenmesini ve etkili çözümler geliştirmeyi sağlayarak sürdürülebilir başarı için önemli bir araçtır (Dogget, 2006).

2.6. Spagetti Diyagramı

Spagetti diyagramı, bir iş akışı için çalışanın yaptığı tüm hareketleri gösteren ve bu hareketlerden ortaya çıkan israfın anlaşılmasını sağlayan yalın tekniklerden biridir. Spagetti diyagramı ile çalışanların kullandıkları her yol renklendirilerek bir harita oluşturulur. Bu harita üzerinden süreç ya da iş akışı için atılan toplam adım sayısı hesaplanır. Elde edilen toplam adım sayısı ile gerçekleşen hareket israfının azaltılması amaçlanır (Sönmez ve Yağmur, 2021). Spagetti diyagramları genellikle bir işyerindeki fiziksel alanları veya bir sürecin adımlarını temsil eden bir harita üzerinde çizilir. Bu diyagramlar, sürecin karmaşıklığını ve etkileşimlerini daha iyi anlamak için bir araç olarak kullanılır. Spagetti diyagramının temel amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- İş süreçlerindeki adımların ve aktivitelerin nasıl birbirine bağlı olduğunu gösterir. Bu sayede gereksiz hareketleri ve kayıpları belirleyebilir.
- İş süreçlerindeki fiziksel mesafeleri, hareketleri ve ilişkileri görselleştirerek mevcut durumu anlama ve değerlendirme imkânı sağlar.
- Çizgiler arasındaki karmaşık örüntüler sayesinde, süreçteki olası iyileştirme fırsatları daha net bir şekilde anlaşılabilir.

2.7. Milk Run

Milk Run kavramı, farklı satıcılardan farklı teslimatları maksimum kapasite ve minimum maliyetle gerçekleştirilmesini sağlayan bir teslimat yöntemi olarak açıklanabilir. Milk Run adı, kamyonların günlük süt ihtiyacını mandıra kooperatiflerine ulaştırmak için kullanılan yöntemden türetilmiştir. Milk Run, talep gereksinimini en az maliyetle ve etkili bir şekilde taşımayı karşılamak için minimum mesafe kat edilmesini ve maksimum talebin teslimat aracına taşınmasını sağlar. Bu, yükün birçok farklı yerde ve daha küçük birimlerde dağıldığı durumlarda uygulanır. Böyle bir durumda her merkezden tek tek taşıma çok pahalı olacağından ihtiyaca göre bir şema tasarlanmakta ve buna göre tüm farklı üniteler temin edilip taşınmaktadır.

Milk Run, birkaç iş istasyonunu bir tedarik döngüsüne bağlayan ve bir rota boyunca römorkör treninin çok kez yüklendiği ve boşaltıldığı bir taşıma sistemidir. Son on yılda, malzeme taşımanın yoğun olduğu işlerde artan bir popülerlik kazanmıştır. Forkliftlerin aksine, bir süpermarketi bir taşıma rotası boyunca birden fazla teslimat konumuyla birbirine bağlarlar (Facchini ve ark., 2024). Bu sistemlerin ana avantajı, sabit programlara göre çalışarak değişkenliği azaltmalarıdır. Böylece, bir tedarik ağı içerisinde stok, kapasite ve zaman tamponlarının azaltılmasına olanak tanır (Grzegorz ve ark., 2021).

Milk Run taşıma sistemleri, lojistik maliyetlerini azaltmaya katkısından dolayı işletmelerde tercih edilmektedir. Bu çalışmada, hammadde depodan üretim

cep depolara günlük olarak yapılan transferler ile ilgili Milk Run'dan faydalanılmıştır.

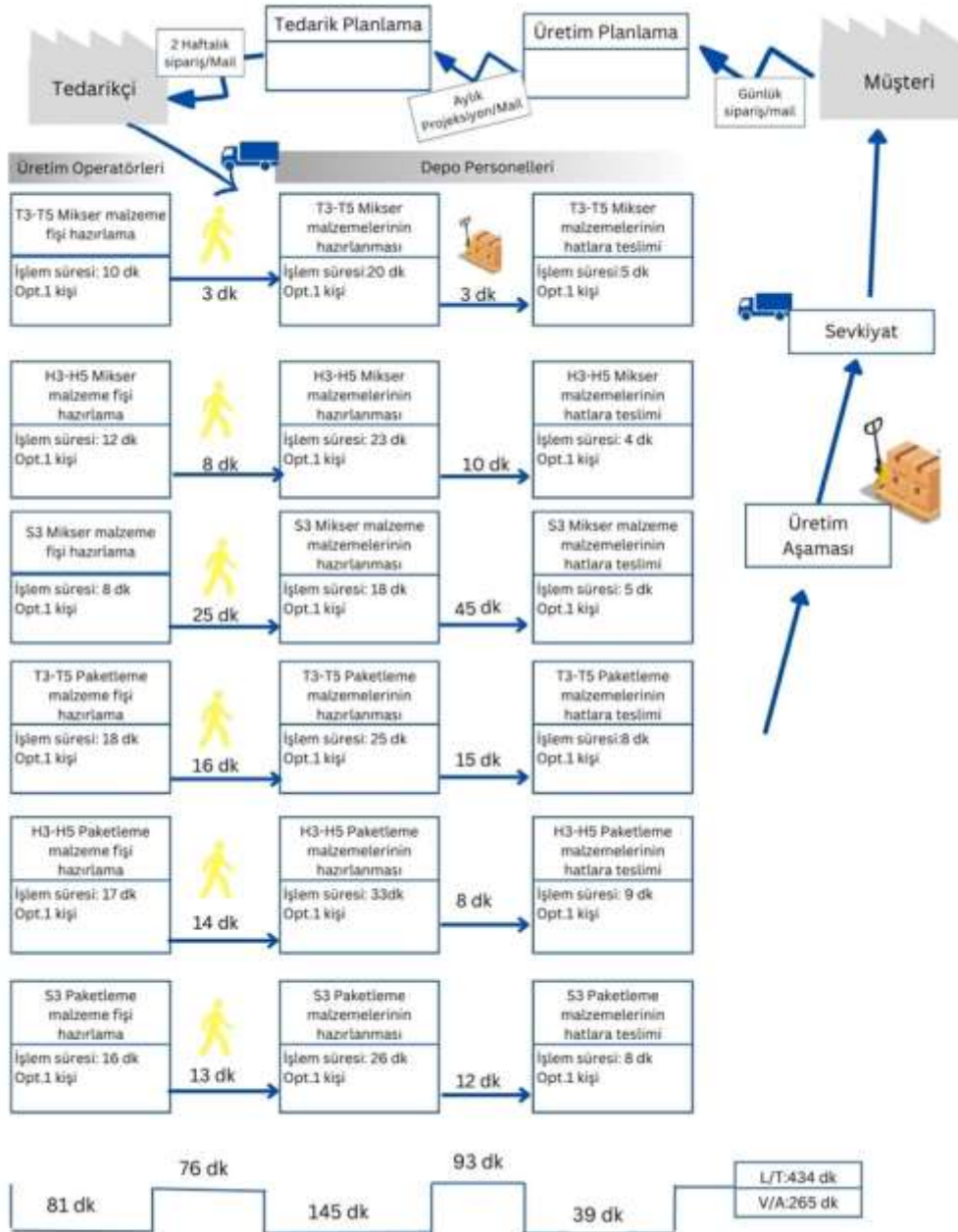
3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, üç vardiya olarak çalışan bir gıda işletmesinde yukarıda açıklanan teknikler uygulanmıştır. Hammadde depodan üretim hatlarına olan transfer süreçleri incelenmiş ve iyileştirmeler yapılmıştır. Mevcut durumda üretim cep depolarına hammadde transferleri 16.00-00.00 vardiyasında gerçekleşmekte olup depo personellerine operatörler tarafından gelen ihtiyaç listelerine göre yapılmaktadır. Her hattın operatörü öncelikle cep depo stoklarını kontrol ederek ihtiyaç listesini oluşturup depoya malzeme fişi götürmektedir. Fişteki malzemeleri hazırlayan depo personeli, ilgili hatlara malzemeleri transpalet yardımı ile transfer etmektedir. Bu süreçte manuel yapılan işlerin ve gereksiz

taşımaların olduğu gözlenmiştir.

Bu esnada, katma değerli faaliyetlerin tespiti için öncelikle değer akışı haritalama yönteminden faydalanılmıştır. Sahada kâğıt üzerinde elle çizilen çalışma, EdrawMax programına aktarılıp haritalandırılmıştır. Mevcut durum değer akışı haritası Şekil 1'deki gibidir.

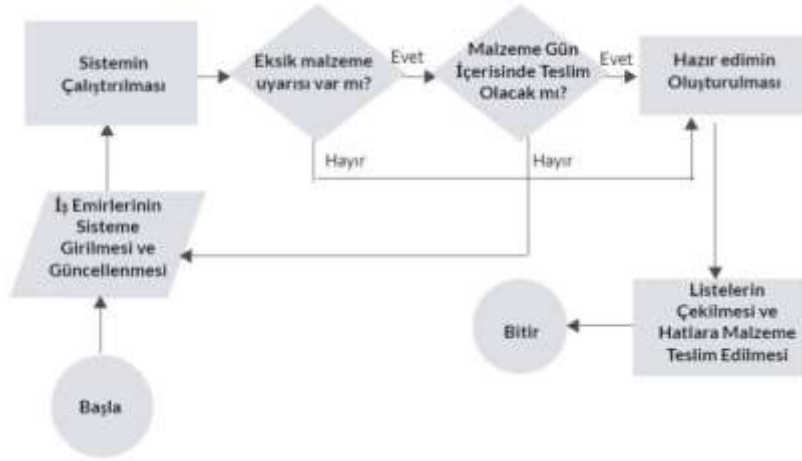
Haritalama ve saha gözlemleri sonucunda operatörlerin manuel olarak fiş hazırlamaya harcadığı zaman ile fişleri depoya teslim ederken harcadığı zamanların minimize edilmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu kapsamda, manuel yürütülen işlemlerin SAP ile yürütülmesi ve günlük gelen iş emirlerine göre doğrudan ihtiyaç listelerinin oluşturulması üzerine SAP uzmanları ile çalışılmıştır. Sistemde yapılacak değişikliklerin ilgili birimlere de aktarılması ve sürekliliğin sağlanması yönünde PUKÖ döngüsünden faydalanılmıştır.



Şekil 1. Mevcut durum değer akışı haritası.

Tarih: 4.05.2023			1.05.2023					8.05.2023								
PROJE PLANI			Planlanan Başlangıç	Planlanan Bitiş	Pzt	Sal	Çar	Per	Cum	Cmt	Paz	Pzt	Sal	Çar	Per	Cum
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1.Uygulama Yapılacak Problemlerin Belirlenmesi																
1.Açılış Toplantısı ve Planın Paylaşılması	4.05.2023	4.05.2023														
2.Depo personelleri ve operatörlere eğitim verilmesi	5.05.2023	5.05.2023														
3.Sistemsel hazırlık ve kontroller	6.05.2023	7.05.2023														
4.Pilot hattın seçilerek sayımının alınması	8.05.2023	8.05.2023														
5.Belirlenen pilot hat için hazır edimlerin hazırlanması ve problemlerin incelenmesi	9.05.2023	10.05.2023														
6.Sonuçların değerlendirilmesi ve kapanış	11.05.2023	11.05.2023														

Şekil 2. Plan çizelgesi.



Şekil 3. İş akış şeması.

PUKÖ döngüsünün aşamalarında yapılan işler sırasıyla aşağıda açıklanmıştır:

- “Planla” Aşaması: Bu aşamada, öncelikle problemin tanımlaması yapılmıştır. Problem, hammadde transferi sürecinde manuel yürütülen işlemlerden kaynaklı katma değeri olmayan adımların bulunması olarak tanımlanmıştır. Daha sonra, manuel yürütülen işlemlerin SAP’e entegre edilerek israfların ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Bu hedefe uygun olarak gelecek planların oluşturulmuştur. Plan çizelgesi Şekil 2’de verilmiştir.
- “Uygula” Aşaması: SAP sisteminden yürütülecek olan sistemin sağlıklı ilerleyebilmesi için öncelikli olarak ihtiyaçlar belirlenmiş ve SAP uzmanları ile paylaşılmıştır. SAP sisteminde mevcut bir çalışma olan hazır edim ekranı firma çalışma düzenine entegre edilerek çalışma tamamlanmıştır. İlk olarak, operatörlerin depoya malzeme listelerini ulaştırmak için harcadığı gereksiz işlemlerin ortadan kaldırılmasına odaklanılarak, malzeme listelerinin tamamen SAP üzerinden oluşturulma talebi sunulmuştur. Bu çalışma ile beraber operatörlerin yanlış, eksik veya fazla malzeme talep etmesi problemini önlemek amacıyla açık iş emirleri göz

önünde tutularak tamamen mamul reçetelerinden çekilecek hammadde miktarlarına göre üretim cep depo stokları ile karşılaştırılarak ihtiyaç listelerinin oluşturulması istenmiştir. Bu talep, geçmiş zamanlardan kalan açık iş emirlerinin kapatılma zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Ek olarak, transfer edilen malzemelerin paletli veya koli şeklinde olmasına göre veriler düzenlenmiştir. Örnek olarak; 25 kg’lık çuvallarda gelen bir malzeme için 10 kg ihtiyaç çıkartması durumunda 10 kg’ı 25 kg’ a yuvarlayarak ihtiyaç listesinde gösterme durumu verilebilir. Bu talebin sebebi, gıda güvenliği ve malzeme denkliliğini sağlamak için hammadde depoda açık malzemenin tutulmaması gerekliliğidir. Test sürümünde yapılan denemelerin ardından sistem, canlı sisteme taşınmıştır. Öncelikli olarak ilgili birim yöneticileri ile açılış toplantısı yapılarak süreç tanıtılmış ve sistemdeki kritik noktalar üzerine görüşülmüştür. Planla aşamasında oluşturulmuş olan planlama çizelgesindeki adımlar sırası ile planlanan tarihlerde tamamlanmıştır. Yeni sisteme ait süreç akış şeması oluşturulmuş ve ilgili personeller ile paylaşılmıştır. Her gün 16.00-00.00 vardiyasında bir sonraki güne ait iş emirlerinin gelmesinin ardından sisteme iş emirlerinin girilmesi, akışın ilk adımını oluşturacaktır. Sistemin

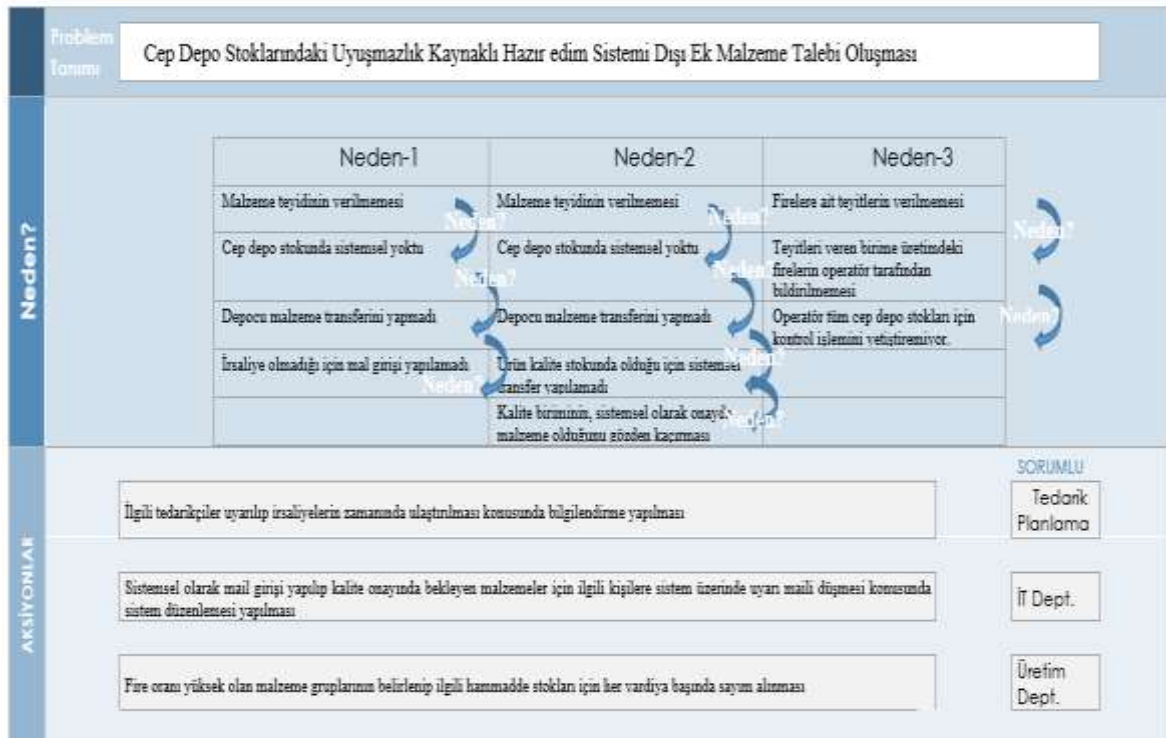
çalıştırılması ve kontrol işlemlerinin ardından hazır edim listeleri oluşturulacaktır. İlgili hatta ait bir günlük ihtiyaç listesi sistem üzerinden çekilip hatlara teslim edilecektir. Bu aşamaya ait iş akış şeması Şekil 3'te verilmiştir.

- “Kontrol Et” Aşaması: “Planla” ve “Uygula” aşamalarında yapılmış olan çalışmaların kontrolleri bu aşamada gerçekleştirilmiştir. Hazır edim sistemi sürecine ait pilot çalışmalar yapılmış ve yaşanan problemler üzerine odaklanılmıştır. Bu kapsamda, karşılaşılan problemlerin kaynağının tespit edilmesinde kök neden analizinden faydalanılmıştır. Kök neden analizi çalışması işletmede depo personeli, operatör, teyit personeli eşliğinde gerçekleştirilerek doğrudan sürecin içinde yer alan kişilerin deneyim ve gözlemlerinden faydalanılmıştır. Sistem iyileştirmesi esnasında karşılaşılan temel problem, sistemsel ve fiziksel cep depo stoklarındaki uyumsuzluk olmuştur. Bunun için ilgili birimler eşliğinde problem sebepleri incelenmiş ve aksiyonlar alınmıştır. Yapılan kök neden analizi Şekil 4'te verilmiştir. Alınan aksiyonların sonuçları yeniden incelenmiş, sistemsel ve fiziksel stoklardaki fark miktarlarında düşüş gözlenmiştir. Aksiyon alınmadan önce hazır edim dışında haftalık depodan manuel olarak talep edilen malzeme kalem sayısı 24 iken aksiyon sonrası bu sayı haftalık 9 kaleme düşmüştür.
- “Önemli” Aşaması: Yapılan kontrollerin ve kök-neden analizinin ardından, süreçte yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçmek için aşağıdaki önlemler alınmıştır:
 - ✓ Cep depo stoklarındaki uyumsuzluğun önüne

geçmek için fire oranları yüksek olan hammaddeler tespit edilmiş ve her vardiya sonunda sayımları alınıp fire hammadde çıkışları yapılarak sistem stoklarının kontrol altına alınması hedeflenmiştir.

- ✓ Depo tarafından her mal girişi yapıldığında kalite onayı için ilgili birimlere mail düşmesi üzerine çalışma yaparak, kalite onayında uzun süre malzeme kalması önlenerek fiziksel olarak üretim hattında teslim edilen malzemenin sistemsel olarak da hatlara transferleri sağlanmış olup teyit süreçleri daha sağlıklı hale getirilecektir.
- ✓ Tedarikçinin geç irsaliye yönlendirmesinden kaynaklı mal girişinin gecikmesi probleminin önüne geçmek için ilgili tedarikçilerin uyarılacak ve takip sıklaştırılacaktır.

PÜKÖ döngüsünden de faydalanılarak adım adım malzeme transfer süreçlerinde iyileştirme üzerine çalışmalar yapılmıştır. Mevcut durum DAH’ da tespit edilen manuel işlemler sistem üzerinden takip edilmeye başlanmış, mevcut sisteme dahil olmak durumunda kalan 6 personel bu süreçte ilgili iş için sistemden çıkarılmıştır. Bu iş yerine sahada bulunan mevcut işlerine ayırarak zamanları artmıştır. 6 personel yerine 1 üretim planlama sorumlusunun sistemsel işlemi ile süreç yönetilmeye başlanmıştır. Girilen iş emirlerine göre sistemde bulunan cep depo stokları ile karşılaştırma yaparak ihtiyaç listeleri dijital ortama taşınmıştır. Daha sonra, değer akışı haritalama Şekil 5'teki gibi tekrar çizilmiştir. Mevcut durumda toplam 434 dakikada yürütülen bu işlem, iyileştirme sonrası 284 dakikaya düşmüştür. Aynı şekilde katma değersiz işlemlerin toplam süresi 265 dakikadan 191 dakikaya düşürülerek bir iyileşme sağlanmıştır.



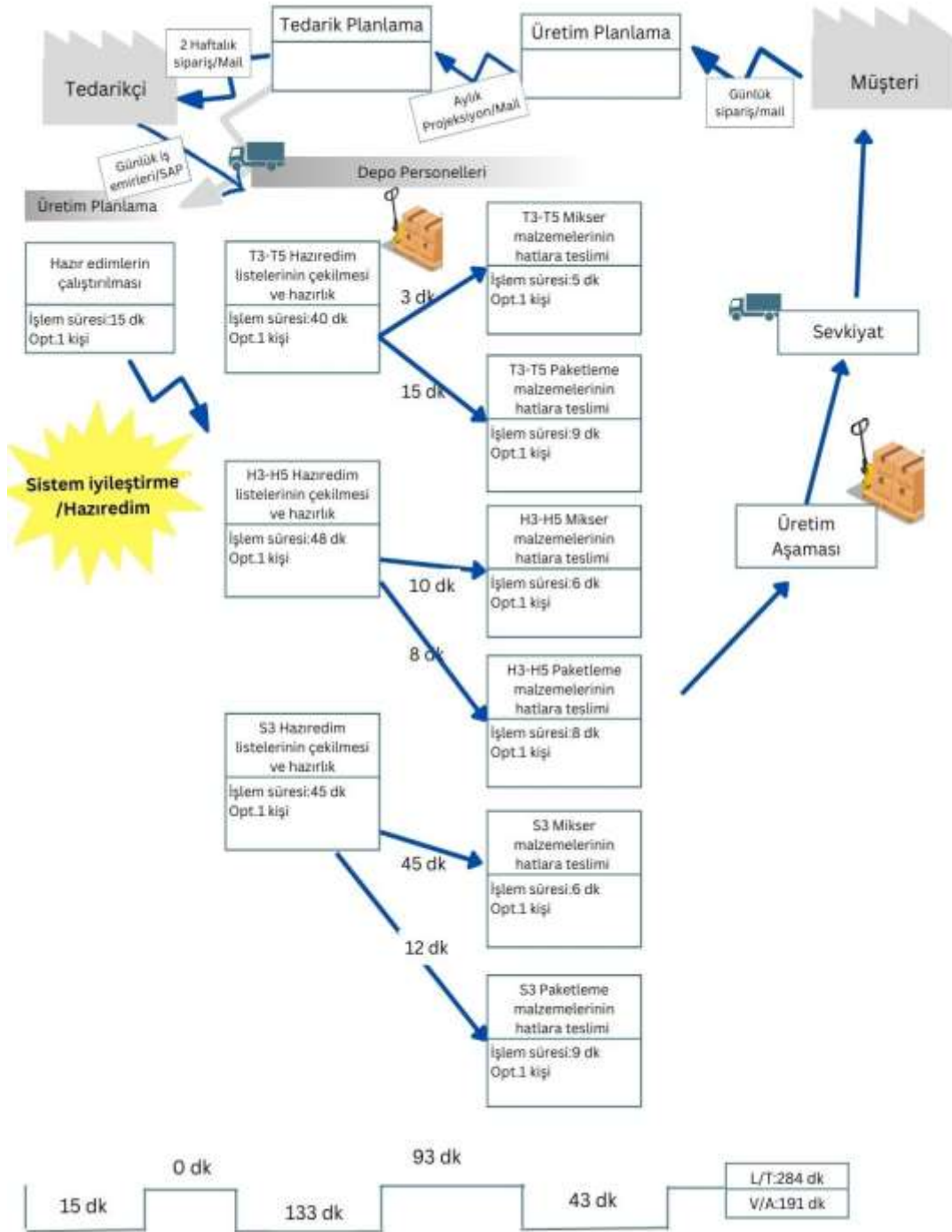
Şekil 4. Kök neden analizi.

Bir diğer iyileştirme çalışması, 7 temel israftan biri olan gereksiz taşımalar üzerine yapılmıştır. Malzeme transfer süreci esnasında günlük kat edilen rota spagetti diyagramından faydalanılarak çizilmiştir. Fabrika bünyesinde depo personellerinin ofislerinin de bulunduğu ve süreci yönettiği ham madde depo ve paketleme malzemelerinin depolandığı ambalaj depo olmak üzere iki ana depo vardır. Kısa ömürlü mamullerin günlük olarak düzenli üretimleri yapıldığı için 5 hat üzerinde çalışma yapılmıştır.

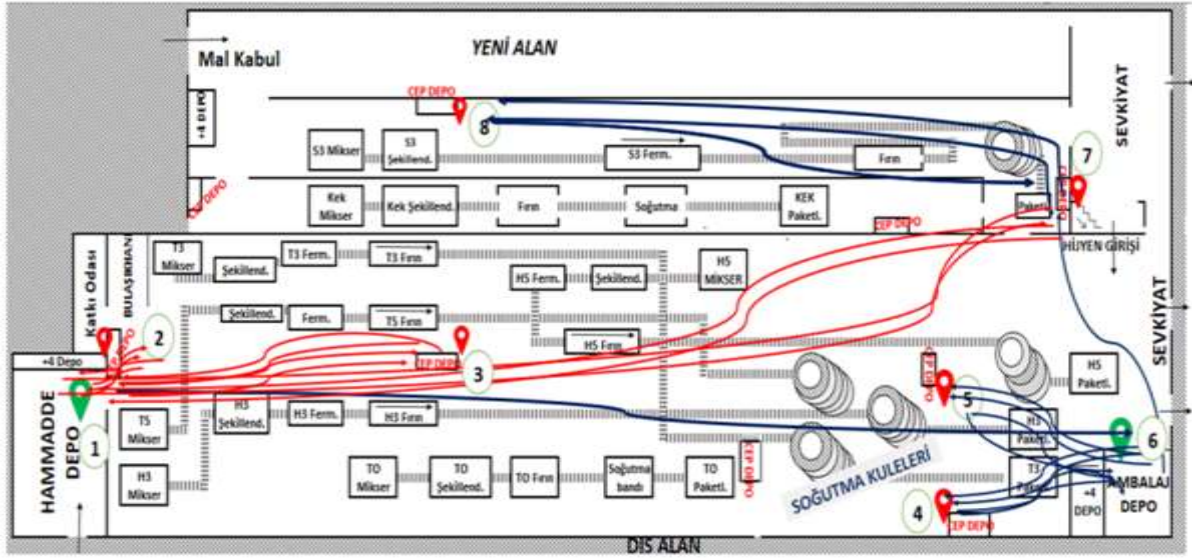
Uzun ömürlü ürün gruplarına ait üretimler dönemsel olduğundan çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır. Öncelikle cep depolar ve hammadde depolar harita

üzerinde belirtilerek mesafeler ölçülmüştür. Mevcut durum spagetti diyagramı Şekil 6'daki gibi çizilmiştir. Burada, hammadde ve ambalaj depo dahil tüm uğranan cep depolar numaralandırılmıştır.

Rotalar arası mesafelerin ölçümünde lazer metre ve metre kullanılmıştır. Sürecin dakika cinsinden karşılığın ulaşmak için personellerin ortalama 1 dakikada yüklü transpalet ile kat ettiği yol ölçülmüştür. Süreç incelemesinin ardından ambalaj depo ve hammadde depo çevresinde yoğunluk olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda malzemeler plastik paletlere istiflenip hatlara teslim edilmektedir. Taşıma esnasında trans palet kullanılmaktadır.



Şekil 5. İyileştirilmiş durum değer akışı haritası.



Şekil 6. Mevcut durum spagetti diyagramı.

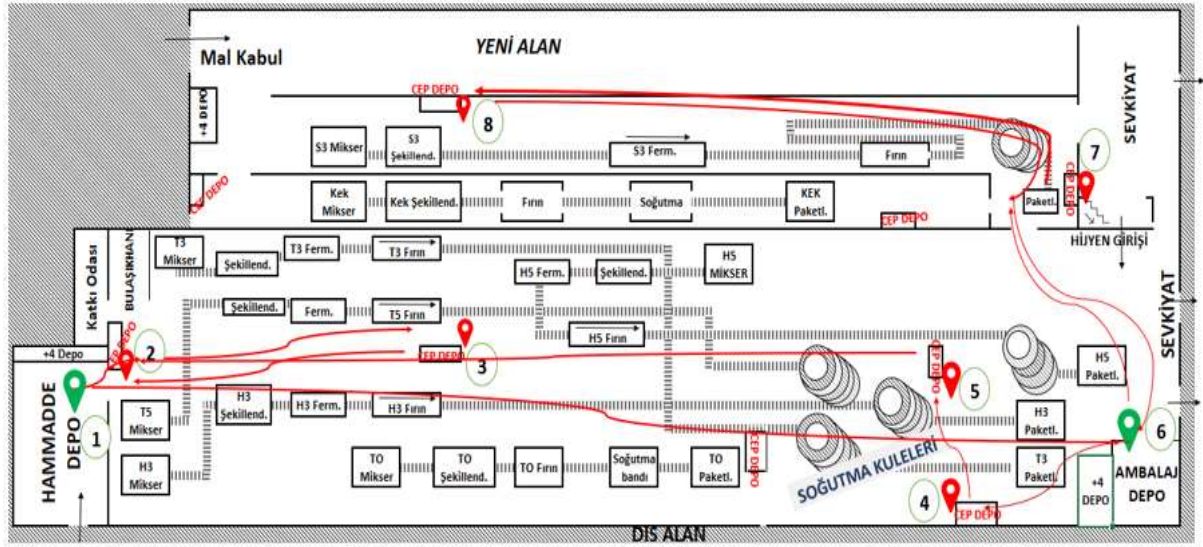
Malzeme transferlerinin zamanında yetişmesi için bu işlem iki personel ile yapılmaktadır. Bir personel tek seferde bir paletlik malzemeyi çekebilmektedir ve ilgili cep depoya teslim ettikten sonra ikinci bir paleti almak için tekrar depoya dönmek zorunda kalmaktadır. Mevcut durum spagetti diyagramında, kırmızı çizgiler kat edilen yolları göstermektedir. Bu yolların oluşturduğu toplam taşıma mesafesini minimuma düşürmek için, işletmeye Milk Run taşıma sistemi önerisi sunulmuştur. Örnek bir Milk Run aracı Şekil 7'de gösterilmiştir. Milk Run taşıma sistemine geçiş için, öncelikle ihtiyaçlar belirlenmiş ve yapılacak yatırımın maliyeti tespit edilmiştir. Her bir cep depoya günlük olarak transfer edilen malzeme miktarının palet cinsinden karşılığı bulunmuştur. Günde 12 palet ve her bir cep depoya 2 paletlik transfer yapıldığı verisine ulaşılmıştır. İşletme için uygun araç özellikleri üzerinde araştırma yapılmış ve fiyat bilgisi toplanmıştır. Ürünler paletli taşındığı için her bir vagon ölçüsünün 100x120 cm ölçülerinde olmasına karar kılınmıştır.



Şekil 7. Örnek bir Milk Run taşıma aracı.

Tedarikçi firmanın saha incelemesi sonrası 4 vagonlu bir çekici önerilmiştir. Personellerin 1 dakikada transpalet ile kat ettiği yol ölçülerek ilgili yolun dakika cinsinden karşılığı 470 saat olarak hesaplanmıştır. Bir personelin ilgili işletmeye saatlik maliyeti 120 TL'dir. Bu işlem yılda 56.400TL'ye mal olmaktadır. Milk Run aracının kapasitesi göz önünde tutularak rota önerisinde bulunulmuş ve günlük 835 metre, yılda toplam 250.500 metreye tekabül eden rota planlanmıştır. Çekicinin teorikte saatlik 5,76 kW yaktığı ve 2023 yılı ağustos ayı ücretlerine göre 1 kW elektrik tutarının 4,6 TL olduğu bilinmektedir. Çekici için önerilen hız sınırı saatte 5 km/saat 'tir. Önerilen rotaya ve hız sınırına göre bu işlem Milk Run aracı ile yıllık 50,1 saate tekabül etmektedir. 50,1 saatte harcadığı elektrik enerjisi maliyeti de 1327,4 TL'dir. 4 adet vagon ve 1 çekicinin maliyeti 349.600,20 TL'dir. Trans paletli taşımadan Milk Run sistemine geçişinde işletmenin yıllık kazancı 49.060,60 TL olacaktır. Son olarak yatırımın geri ödeme süresi yönteminden faydalanılarak proje verileri somutlaştırılmıştır. Geri ödeme süresi; yatırımlarda, toplam yatırım tutarının net kâr üzerinden geri dönüş süresi olarak ifade edilir. Toplam yatırım tutarı kazanca bölünerek sonuca ulaşılır. Çalışma kapsamında önerilen sistemin geri ödeme süresi 7,12 yıl olarak bulunmuştur. Önerilen Milk Run aracının sisteme dahil edilmesiyle spagetti diyagramı Şekil 8'deki gibi olacaktır. Bu diyagrama göre, kırmızı çizgilerin ifade ettiği toplam taşıma mesafesinin mevcut duruma göre azaldığı açıkça gözükmektedir.

Bir gıda firmasının depo bölümünde, yalın teknikler kullanılarak yapılan tüm bu iyileştirme çalışmalarının öncesi ve sonrası Tablo 2'de özet olarak verilmiştir. Bu tabloya göre; depo personeli sayısında %83'lük, toplam işlem süresinde %31'lik, katma değersiz işlem süresinde %28'lik ve malzeme taşıma süresinde yıllık ortalama %89'luk bir iyileşme sağlanmıştır.



Şekil 8. İyileştirilmiş durum spagetti diyagramı.

Tablo 2. İyileştirme öncesi ve sonrası elde edilen veriler

	İyileştirme Öncesi	İyileştirme Sonrası	% İyileştirme
Depo personeli sayısı	6	1	%83
Toplam işlem süresi (dk.)	434	284	%31
Toplam katma değersiz işlem süresi (dk.)	265	191	%28
Yıllık toplam malzeme taşıma süresi (saat)	470	50,1	%89

4. Sonuç

Bu çalışmada, bir gıda firmasına ait iç lojistik süreçleri incelenmiş ve süreçler yalın teknikler yardımıyla israflardan arındırılmaya çalışılmıştır. Başlangıçta malzeme transferi işlemi için sahada bir değer akışı haritalama yapılmış ve bunun sonucunda manuel yürütülmüş olan işlemlerin SAP üzerinden takip edilmesine karar verilerek bir iyileştirme çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonunda, toplam işlem süresi 434 dakikadan 284 dakikaya düşmüştür. Zaman açısından elde edilen kazancın yanında çalışmanın aşağıdaki faydaları da olmuştur:

- ✓ Üretim cep depo stoklarının düzenli kontrol edilmesi görevi operatörlere verilerek personele sorumluluk bilinci aşılanmıştır.
- ✓ Malzeme teslim süreçlerinde personel kaynaklı hatalı veya eksik malzeme alımının önüne geçilmiştir.
- ✓ Depodan eksik malzeme talep etme kaynaklı ani malzeme ihtiyaçlarının ve bu ihtiyaç kaynaklı üretimde yaşanan aksaklıklar önlenmiştir.
- ✓ Çalışma kapsamında personeller ile yapılan kök-neden analizi çalışması sonucu personeller problem çözme yolunda kendilerini geliştirmiş ve bu çalışmayı sahada kullanmaya başlamışlardır.

Milk Run tasarımı ile işletme içi taşımaların minimize edilmesi hedeflenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre iki personel ile toplamda yıllık 470 saati alan malzeme transferi işlemi, tek personel ile yıllık toplam 50,1 saatte yapılabilecektir. Yapılacak olan yatırım sadece bu çalışmada kullanılacağı düşünülerek 7,12 yılda kendini

amorti edebilecektir. Milk Run sistemi işletmeye ek olarak aşağıdaki faydaları sağlayacaktır:

- ✓ Malzeme transferlerinde rol alan depo personelleri taşıma için ayıracağı zamanı mevcut koşullarda yetismeyen işlerine ve depo düzenine ayırabilecektir.
- ✓ Manuel yapılan taşıma işlemi çekici ile taşınacağı için ergonomik açıdan konfor sağlanmış olacaktır.
- ✓ Öneri olarak sunulan Milk Run vagonlarının koruma ekipmanlı olması manuel taşıma esnasında sık karşılaşılan, çuvalı malzemelerin paletten kayıp devrilmesi sonucu oluşacak hasar miktarını en aza düşürerek fayda sağlayacaktır.

İç lojistikte yalın tekniklerin kullanımıyla ilgili gelecekte yapılabilecek çalışmalar için aşağıdaki öneriler verilebilir:

- ✓ Üretim veya hizmet sektörlerinin farklı alanlarında benzer yöntemler kullanılarak süreç iyileştirme çalışmaları yapılabilir.
- ✓ Aynı veya farklı iş kollarında, farklı yalın teknikler kullanılabilir.
- ✓ Milk Run araçlarının seçimi, çok kriterli bir karar verme problemi olarak ele alınıp çözülebilir.
- ✓ Milk Run araçlarının rotalanması için bir matematiksel model ve çözüm önerisi sunulabilir.

Katkı Oranı Beyanı

Yazar(lar)ın katkı yüzdesi aşağıda verilmiştir. Tüm yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	A.U.	B.T.Ş.
K	70	30
T	50	50
Y	20	80
VTI	100	
VAY	80	20
KT	50	50
YZ	50	50
KI	40	60
GR		100
PY	20	80
FA	50	50

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon, PY= proje yönetimi, FA= fon alımı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay Beyanı

Bu araştırmada hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma, Ayşe UÇAR'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Birgün S, Gülen KG, Özkan K. 2006. Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: İmalat sektöründe bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniv Fen Bil Derg, 5(9): 47-59.

Derdiyok, T. 2019. Üniversitelerde kalite güvence sistemi kapsamında PUKÖ yönetim döngüsü uygulamasında bir model önerisi. Ufuk Üniv Sos Bil Enst Derg, 8(15): 173-198.

Dogget M. 2006. Root cause analysis: a framework for tool selection. Quality Manag J, 12(4): 34-45.

Doğan NÖ, Kama A. 2021. Tedarik zincirinde değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması: İmalat sektöründe bir değer akış haritalama uygulaması. Niğde Ömer Halisdemir Üniv Müh Bil Derg, 10(1): 91-99.

Dur Z. 2019. AHP'ye dayalı bulanık Utastar yaklaşımı: malzeme taşıma ekipmanı uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, pp: 72.

Efil İ. 1994. Grup halinde problem analizi ve çözümünde iyileştirme çalışmaları. Uludağ Üniv İİBF Derg, 15(2): 139-159.

Erturgut R. 2021. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi. Nobel Yayınevi, İstanbul, Türkiye.

Ertürk, H, Özçelik F. 2008. Yalın üretim uygulayan işletmeler için yalın muhasebe. Uludağ Üniv İİBF Derg, 27(1): 15-45.

Facchini F, Mossa G, Sassanelli C, Digiesi S. 2024. IoT-based milk-run routing for manufacturing system: an application case in an automotive company. Int J Product Res, 62(1-2): 536-555.

Gecü B. 2008. İç lojistik sistemlerinin yalın üretim bakışıyla

yeniden tasarlanması ve otomotiv sektöründe örnek bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, pp: 117.

Grzegorz B, Izabela N, Arkadiusz G, Zbigniew B. 2021. Reference model of milk-run traffic systems prototyping. Int J Product Res, 59(15): 4495-4512.

Gu S, Zhang A, Huo G, Yuan W, Li Y, Han J, Shen N. 2021. Application of PDCA cycle management for postgraduate medical students during the COVID-19 pandemic. BMC Medic Educ, 21(1): 308.

Kilic HS, Durmusoglu MB, Baskak M. 2012. Classification and modeling for in-plant milk-run distribution systems. The Int J Adv Manufact Technol, 62: 1135-1146.

Kocabaş D. 2014. Yalın lojistik ve değer akışı haritalandırma yöntemi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, pp: 115.

Koçan A. 2014. İç lojistikte setleme/sıralama sisteminin tasarımı ve otomotiv sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, pp: 185.

Korytkowski P, Karkoszka R. 2016. Simulation-based efficiency analysis of an in-plant milk-run operator under disturbances. The Int J Adv Manufact Technol, 82: 827-837.

Kuşu S, Köse R. 2021. Isı değiştirici üretim hattında değer akış haritalama uygulamasının etkileri. Kırklareli Univ J Eng Sci, 7(1): 135-146.

Kuvvetli Y, Erol R. 2017. Ağaç ürünleri üreten bir işletmede malzeme taşıma sisteminin ağaç ürünleri üreten bir işletmede malzeme taşıma sisteminin simülasyon yaklaşımı ile iyileştirilmesi. Çukurova Üniv Müh Mim Fak Derg, 32(1): 215-222.

Küçüköğlü İ, Yağmahan B, Çağlıyan MS, Yıldız A, Aktokluk D. 2018. İç lojistik sisteminde malzeme tedariki için geliştirilmiş matematiksel modelleme yaklaşımı: Bir uygulama. Uludağ Üniv Müh Fak Derg, 23(4): 159-176.

Lu Y, Liu Z, Min Q. 2021. A digital twin-enabled value stream mapping approach for production process reengineering in SMEs. Int J Comput Integrated Manufact, 34(7-8): 764-782.

Mofolasayoa A, Young S, Martinez P, Ahmad R. 2022. How to adapt lean practices in SMES to support industry 4.0 in manufacturing. Procedia Comput Sci, 200: 934-943.

Patir E. 2019. Otomotiv yan sanayi firmasında yalın üretim ve yalın lojistik uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye, pp: 104.

Realyvásquez-Vargas A, Arredondo-Soto KC, Carrillo-Gutiérrez T, Ravelo G. 2018. Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. Appl Sci, 8(11): 2181.

Sangpikul, A. 2017. Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. J Hospit Leisure Sport Tour Educ, 21: 83-87.

Sevgili A, Antmen ZF. 2019. Yalın üretim tekniklerinden değer akış haritalandırmanın bir metal işleme fabrikasında süreç iyileştirme amacıyla uygulanması. Avrupa Bil Teknol Derg, 16: 219-228.

Sol E. 2011. Set şeklinde teslimat ile hat kenarı besleme sisteminin karşılaştırılması, yalın lojistik bakışıyla iç lojistik faaliyetlerin tasarlanması ve örnek bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, pp: 239.

Sönmez V, Yağmur C. 2021. Hastane kan toplama merkezinde yalın üretim uygulaması. Uluslararası Müh Araş Gelişt Derg, 13(3): 173-187.

Topuz T. 2021. Üretim sistemlerinde çekme tipi esaslı iç lojistik sistemi tasarımına yönelik bütünlük bir metodoloji önerisi:

- Beyaz eşya sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, pp: 253.
- Turan H. 2019. Bulanık ÇKKV metodu kullanarak değer akış haritalama uygulaması. Uluslararası İİB Derg, 5(1): 77-93.
- Tyagi S, Choudhary A, Cai X, Yang K. 2015. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. Int J Product Econ, 160: 202-212.
- Usuk MS, Selvi İH. 2019. Fabrika içi lojistik sürecinde kablosuz acil parça istek sistemi otomasyonu: bir otomotiv fabrikası uygulaması. Acta Infologica, 3(1): 1-12.
- Yangınlar G, Bal N. 2019. Yalın yönetim ve yalın lojistik kavramlarının irdelenmesi. Strat Sos Araşt Derg, 3(1): 151-161.