

Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması

Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping and FMEA as Tools: A Case of Textile Industry

Sema BİLİCİ¹ , Fuat KOSANOĞLU² 

¹ Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 77200, Yalova Türkiye

² Yalova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 77200, Yalova Türkiye

Öz

Kurumlar her geçen gün zorlaşan piyasa koşullarında değer yaratabilmek ve hayatta kalabilmek için faaliyet gösterdikleri sektörlere göre yeni çözümler üretmelidirler. İhtiyaç duyulan iyileştirme çalışmalarının başlayabilmesi için problemlerin ortaya çıkış sebeplerinin tanımlanması gerekir. Değer akış haritalama (DAH), mevcut sistemin performansını ortaya koymak ve analiz etmek için veri toplanmasını içeren ve üretim sürecini planlamaya yönelik bir yalın üretim aracıdır. Bu çalışma, bir tekstil fabrikasında değer akış haritalama yöntemi kullanılarak belirlenen darboğazların yalın üretim uygulamalarıyla iyileştirme yapmayı amaçlamaktadır. Bunun için ilk olarak her bir istasyon incelenerek birçok problem tespit edilmiştir. Daha sonrasında Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemi ile bulunan hatalar arasında değerlendirilme yapılmış olup en yüksek puana sahip olan üç hata mevcut durum üzerinde haritalandırılmıştır. Değer akışı yöntemi ile takt zamanlar ve çevrim zamanları ortaya çıkarıldıktan sonra firmanın rekabet gücünü artırmak için olası iyileştirmeler tartışılarak gelecek durum üzerinde tekrar HTEA yöntemi uygulanarak değerlendirilmede bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: yalın üretim, değer akış haritalama, hata türleri ve etkileri analizi

Abstract

Institutions face to introduce new solutions to create value and survive in difficult market conditions. In order to make improvements in the organization, first factors causing problems must be identified. Value stream mapping is a lean manufacturing tool to plan a production process that involves collection of data to capture current system performance and analysis. This work aims to identify processes that causes bottleneck in a textile company by utilizing value stream mapping (DAH), and improve those process by lean manufacturing methods. First, the current states map of the organization is presented to identify sources of waste and then possible improvements are discussed to increase its competitiveness. Then, the most important three problem in the production system are identified by failure mode effect analyses (HTEA). Cycle times and takt times are calculated for studied production process. Finally, possible improvements are discussed and future value stream map is presented.

Keywords: lean production, value stream mapping, failure mode effect analyses

I. GİRİŞ

Üretim süreci boyunca işletme kaynaklarının, verimli ve planlı bir şekilde yürütülerek, maliyet ve zaman tasarrufu ile birlikte karlılık elde etmek günümüz rekabetçi koşullarında son derece önemlidir. Üretim yönetimindeki amaç, bu rekabetçi ortamlarda üretim sürecindeki gerekli ve gereksiz işlerin birbirinden ayrılması, israflardan kaçınılması, mevcut değerleri yalın bir şekilde sunarak şirket karlılığını arttırmaktır.

Yanlış ürün ya da hizmetin doğru veya doğru ürünün zamanından önce üretilmesi sadece israf olarak değerlendirilmektedir. Yalın bakış açısında müşteriye değer katmayan her şey israf olarak nitelendirilmektedir. Taiichi Ohno (1988), israfı “kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet” olarak tanımlamıştır. İsrafin ortadan kaldırılması ürünün tasarımından dağıtıma kadar pek çok süreçte üzerinde durulması gereken bir konudur. (Sang, Khairuzzaman, Abdul, Boon, & Yew 2013). Bu süreçte amaç israfın azaltılması ile müşteri taleplerini mümkün olduğunca en üst seviyede yerine getirmektir.

Bu bağlamda bu çalışmada kullanılan ilk yöntem olan DAH söz konusu ürün ailesinin geçtiği rotalar boyunca (hammadenin geldiği tedarikçiden müşteriye) ürüne değer katan ve katmayan faaliyetlerin gösterilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin asıl amacı resmin bütününe bakmakla birlikte bütünü iyileştirmeye çalışmaktır. Diğer bir yöntem olan HTEA ise ürünün tasarımında, sürecinde veya hizmetinde meydana gelebilecek potansiyel hataları önceden belirlemek ve kalitesizliğin önüne geçerek sıfır hatayı hedefler.

Bu çalışmanın amacı, siparişe göre üretim yapan bir firmada yalın üretimin uygulanabilirliğinin incelenip, yapılabilecek bir takım çalışmalar sonucunda ne tür kazanımlar elde edilebileceğinin araştırılmasıdır. Çalışma, müşteri talebini karşılamakta zorluk çeken bir tekstil işletmesinde yapıldığından ana amaç toplam çevrim ve toplam akış süresinin düşürmek ve ara stokları daha dengeli bir yapıya getirmek olmuştur. Çalışma içerisinde Yalın Üretim tekniklerinden biri olan değer akış haritalama tekniği (DAH) ve hataların analizinde önlenmesinde kullanılan hata türleri ve etkileri analizi (HTEA) yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada ilk olarak bir proste DAH yöntemi ile üretim birimlerinin her biri için takt zaman ve çevrim zamanları belirlenmiştir. Daha sonrasında ise HTEA yöntemi ile hatalar analiz edilerek, hataların oluşumunu en aza indirmek hedeflenerek uygun noktalarda dengelenmiş üretim akışı tasarlanacak şekilde iyileştirmeler ve öneriler sunulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan iyileştirme çalışmaları neticesinde deşe oranı %2.5 oranında azalırken, toplam akış süresi %48, toplam çevrim süresi ise %57'lik bir oranda azalmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde detaylı Yalın Üretim ve DAH ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemler ve uygulama yapılan şirketle ilgili bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde mevcut ve gelecek durum haritalaması ile yapılan uygulama çalışması gösterilmiştir. Son bölümde gelecek durum RÖS değerleri, iyileştirmeler ve öneriler sunulmuştur.

II. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür incelendiğinde yalın üretimin ve VSM tekniğinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Gupta ve Brennan (1995), yaptıkları çalışmada ufak çaplı bir firmada JIT uygulanabilirliğini ölçmüş ve bu uygulamanın yapılabilmesi için sürekli akışın olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Golicic ve Medland (2007), ABD'deki küçük bir firmadaki Yalın Üretim uygulamalarının üzerinde tedarik zinciri üyelerinin etkisini deneysel olarak açığa çıkarmıştır. Çalışma verileri göstermektedir ki, küçük firmalar müşterilerinin ve tedarikçilerinin üzerinde herhangi bir değişimde etkili değilse uygulanan Yalın Üretim'in kazancı da sınırlı olacaktır. Bamber ve Dale (2000), havacılık sektöründe faaliyet gösteren geleneksel üretim yapan bir firmada yalın üretim tekniklerinden biri olan kanban tekniği ile siparişe göre üretim yapıyor olmanın art ve eksi yönlerinden bahsetmiştir. Bonavia ve Marin (2006), bir seramik tuğla fabrikasında Yalın Üretim'in uygulanabilirliği konusunda çalışmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda bir takım Yalın Üretim

tekniklerinin kısıtlılığı kaldığını ve bunların standartlaştırılması gerektiği savunulmuştur. Crawford ve Blackstone (1988), yaptığı ankette yalın üretim uygulaması ve buna bağlı operasyonlara bağlı problemleri açıklamayı hedeflemiştir. Anket sonucuna göre işletmeler için, çalışan ve teknik problemlerdir. Gahagan (2007), VSM tekniğini bir benzetim modeli ile birlikte kullanmıştır. Arena programında geliştirilen bir VSM şablonu ile haritalamadaki bulguları doğrularak ve değer akışındaki değişiklikleri deneyerek kazanımların belirginleştirilmesini sağlamıştır. Sedefoğlu ve Akman (2018), VSM tekniğini Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) metodu ile birlikte kullanarak verimsiz bir üretim hattı için iyileştirmeler sunarak bir aksiyon planı oluşturmuşlardır. Mohanraj ve Sakthivel (2011), Değer Akış Haritalama ve Kalite Yayılım Fonksiyonu yöntemlerini birlikte kullanarak atıkların bilimsel olarak açıklanması ve israfın engellenmesi amaçlamışlardır. Akçaoğlu (2012), Bayes İnanç Ağları (Bayesian Belief Network) modeli kullanarak VSM tekniğine bağlı olarak belirlenen darboğaz süreçlerin ve sürelerinin iyileştirilmesinde çözüm önerileri sunmuştur. Vinoth ve Raghuraman (2013), üretim hattındaki atık ve katma değeri olmayan işleri analiz ederek performansı iyileştirmek için gerekli eylem planlarını VSM ve Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA) yöntemiyle oluşturmuştur. Emiliani ve Stec (2004), VSM ile liderlik üzerine çalışarak inanç, davranış ve rekabet konuları üzerinde durmuştur. Efe ve Engin (2012), VSM yöntemini kullanarak ultrason, tomografi, röntgen, laboratuvar sırasında bekleyen hasta grubu için bekleme süresini azaltıcı öneriler sunmuştur. Maraşlı, Akça ve Kama (2016), Yalın Üretim ilkeleri ışığında yaptıkları çalışmada bir dondurma üretim işletmesinde kalıp değişim sürelerini ve stok seviyelerini düşürerek ortaya çıkan yeni kalıp değişim süreleri gelecek durum haritasında göstermiştir. Ramesh ve Kodali (2012), VSM ile AHP yöntemlerini bir arada kullanarak israf türlerini belirlemek için bir karar sistemi kurmuşlardır. Agus ve Hajinoor (2012), üretim sektöründe 3 performans değişkeni olan ürün kalitesi performansı, yalın üretim performans ölçütü, işletme performansı ve alt boyutları arasındaki ilişkiyi gözlemlemiştir. Gurumurthy ve Kodali (2011), PVC ürün üreten bir firmada stok seviyeleri, çevrim süresi, işgücünün etkin kullanımı gibi performans ölçütleri ile iyileştirmeler ortaya koymuştur. Kaymaz ve Çavdur, (2018), yeniden işletme istasyonu ile çevrim süresini minimize etmeyi amaçlamıştır. Ömürgönülşen ve Çatman (2018), yaptığı çalışmada kamu kurumlarında kişilere daha iyi hizmet verilebilmesi için israfı en aza indirmeyi hedeflemişlerdir. Aşağıda verilen çizelge 1.1'de literatürdeki ilgili çalışmalar ve bu çalışmalar hakkında bilgiler özet olarak verilmiştir.

Tablo 1.1. Literatür araştırması ve ilgili çalışmalar hakkında özet bilgiler

Yıl	Yazar	Yöntem	Çalışmanın Faydaları
(1988)	Crawford ve Blackstone	Yalın Üretim	Yapılan ankette yalın üretim uygulaması ve buna bağlı operasyonlara bağlı problemleri açıklanmıştır
(1995)	Gupta ve Brennan	JIT	Ufak çaplı bir firmada JIT uygulanabilirliğini ölçmüş ve bu uygulamanın yapılabilmesi için sürekli akışın olması gerektiği sonucuna varılmıştır.
(2000)	Bamber ve Dale	Yalın Üretim Kanban	Havacılık sektöründe faaliyet gösteren geleneksel üretim yapan bir firmada yalın üretim tekniklerinden biri olan kanban tekniği ile sipariş göre üretim yapıyor olmanın art ve eksi yönlerinden bahsedilmiştir.
(2004)	Emiliani ve Stec	DAH	DAH ile liderlik üzerine çalışarak inanç, davranış ve rekabet konuları üzerinde durulmuştur.
(2006)	Bonavia ve Marin	Yalın Üretim	Yapılan çalışma sonucunda bir takım Yalın Üretim tekniklerinin kısıtlılığı kaldığı ve bunların standartlaştırılması gerektiği savunulmuştur.
(2007)	Gahagan	DAH	Arena programında geliştirilen bir DAH şablonu ile haritalamadaki bulguları doğrularak ve değer akışındaki değişiklikleri deneyerek kazanımların belirginleştirilmesi sağlanmıştır.
(2007)	Golicic ve Medland	Yalın Üretim	ABD'deki küçük bir firmadaki Yalın Üretim uygulamalarının üzerinde tedarik zinciri üyelerinin etkisi deneysel olarak açığa çıkarılmıştır.
(2011)	Mohanraj ve Sakthivel	Değer Akış Haritalama ve Kalite Yayılım Fonksiyonu	Atıkların bilimsel olarak açıklanması ve israfın engellenmesi amaçlanmıştır.
(2011)	Gurumurthy ve Kodali	Yalın Üretim	PVC ürün üreten bir firmada stok seviyeleri, çevrim süresi, işgücünün etkin kullanımı gibi performans ölçütleri ile iyileştirmeler ortaya koyulmuştur.
(2012)	Ramesh ve Kodali	DAH ve AHP	İsraf türlerini belirlemek için bir karar sistemi kurulmuştur.
(2012)	Agus ve Hajinoor	Yalın Üretim	Üretim sektöründe 3 performans değişkeni olan ürün kalitesi performansı, yalın üretim performans ölçütü, işletme performansı ve alt boyutları arasındaki ilişkiyi gözlemlenmiştir.
(2012)	Efe ve Engin	Yalın Üretim	Ultrason, tomografi, röntgen, laboratuvar sırasında bekleyen hasta grubu için bekleme süresini azaltıcı öneriler sunulmuştur.
(2012)	Akçaoğlu	Bayes İnanç Ağları ve AHP	Belirlenen darboğaz süreçlerin ve sürelerinin iyileştirilmesinde çözüm önerileri sunulmuştur.
(2013)	Vinoth ve Raghuraman	DAH ve HTEA	Üretim hattındaki atık ve katma değeri olmayan işleri analiz ederek performansı iyileştirmek için gerekli eylem planları oluşturulmuştur.
(2016)	Maraşlı, Akça ve Kama	Yalın Üretim	Bir dondurma üretim işletmesinde kalıp değişim sürelerini ve stok seviyelerini düşürülerek ortaya çıkan yeni kalıp değişim süreleri gelecek durum haritasında gösterilmiştir.
(2018)	Sedefoğlu ve Akman	DAH ve AHP	Verimsiz bir üretim hattı için iyileştirmeler sunularak bir aksiyon planı oluşturulmuştur.
(2018)	Kaymaz ve Çavdur	Yeniden İşleme İstasyonu	Bir işletmede çevrim süresini minimum seviyeye düşürmeyi amaçlanmıştır.
(2018)	Ömürgönülşen ve Çatman	DAH	Kamu sektöründe kişilere daha iyi hizmet verebilmek için israf unsurlarını en aza indirilmesi hedeflenmiştir.

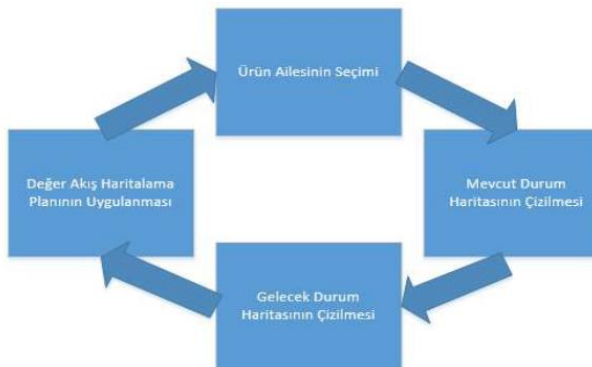
Bu çalışmada ise iplik üreten bir tekstil fabrikasında değer akışı haritalandırma yönteminin ve hata türleri ve etkileri analiz yönteminin entegre kullanıldığı bir yalın üretime geçiş uygulaması yapılmıştır. Yalın üretim tekniklerinden biri olan DAH ve toplam kalite yönetiminin bir parçası olan HTEA birlikte kullanılarak öneriler sunulurken işletmenin çevrim süresinin azaltılması, stok miktarının düşürülmesi, karşılaşılan problemlerin etkilerinin en aza düşürülmesi hedeflenmiştir.

III. METODOLOJİ

3.1. Değer Akış Haritalama

Girdileri (hammadde, enerji ,işgücü) çıktılara (ürüne ve/veya hizmete) dönüştüren süreçte çok sayıda faaliyet vardır. Bu faaliyetler arasında nihai ürüne değer katanların yanında değer katmayanlar da vardır. Yalın üretim tekniklerinden biri olan değer akışı haritalama metodu (Value Stream Mapping) nihai ürüne değer katmayan adımları gösteren bir harita sunmaktadır. Değer akış haritalama yöntemi, prosesleri tek tek iyileştirmek yerine sistemin bütünü iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bu yöntem ile fazla elleçlemenin ortadan kaldırılması, kaynakların etkin biçimde kullanılması, hammaddenin zamanında ürüne dönüştürülmesi, teslim sürelerinin kısaltılması, maliyetlerin azaltılması ve işletmeye bu sayede kârlılığın artırılması amaçlanmaktadır.

Değer akışı haritalandırma ile ortaya konulmak istenen; tasarımdan sevkiyata ürünün prosesinin izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her aşamanın sembolize edilmesidir. Daha sonraki aşamada gerekli anahtar sorular sorularak akışın nasıl olması gerektiğini gösteren 'gelecek durum haritası çizilecektir. Çalışma için ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun analiz edilmesi ve gerekli iyileştirmeler düşünülerek gelecek durumun tasarlanması ve buna bağlı faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarını oluşturmaktadır (Birgün, Gülen, & Özkan, 2006).



Şekil 3.1. Değer akış haritalama süreci.

Değer akışı bakış açısında amaç, yalnızca süreçler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmektir. Burada önemli olan nokta, değer oluşturan akışı yakalamaktır (Rother & Shook, 1999).

3.2. Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata türü ve etkileri analizi yöntemi, olası hata ve başarısızlık türlerini kaynağında yok etmeyi amaçlayan ve ilk defa ABD ordusunda kullanılan etkili bir toplam kalite yönetimi tekniğidir. Uygulama kolaylığı ve her sektörde kullanılabilmesi sebebiyle HTEA yöntemi, diğer kalite tekniklerine göre oldukça yararlı bir yöntemdir.

HTEA aşağıda listelenen bir grup faaliyetler içermektedir:

- Bir ürün veya hizmetin oluşum sürecindeki hata/başarısızlık türlerinin değerlendirilmesi,
- Söz konusu hata/başarısızlığın potansiyel sebeplerinin belirlenmesi,
- Olasılık, şiddet ve fark edilebilirliğe bağlı olarak hataların önceliğini ortaya çıkarılması,
- Sorunların izlenmesi ve düzeltici faaliyetlerin yapılması.

Olası durumda olan her hatanın risk esasına bağlı kritiklik durumuna bakılır. Hataların kritiklik durumunu ölçen ölçüt RÖS (Risk Öncelik Sayısı) olarak adlandırılır.

$$RÖS=P(\text{Oluşma Olasılığı}) \times S(\text{Şiddet}) \times D(\text{Fark Edilebilirlik})$$

RÖS'ün en büyük değeri en etkin hatayı gösterir. Bu durumda RÖS katsayısının en büyük olduğu değerden başlanır. Dolayısıyla RÖS katsayısı HTEA kullanımında belirleyici bir özellik taşımaktadır (Akın, 1998).

3.3. Balık Kılıcı Diyagramı

Tüm hataların potansiyel nedenleri kısmında, her bir hata türü için tespit edilen tüm muhtemel nedenler belirlenmelidir. Hataların nedenlerinin tespit yöntemlerinden biri de balık kılıcı diyagramıdır. Yöntem, hataların kaynaklarını tespit edebilmek amacıyla ana kategorilere ayrılarak oluşturulur. Yöntemin amacı ürün tasarımı ve kalite hatalarının en aza indirilmesidir.

Balık kılıcı diyagramı oluşturulurken metod, insan, makine, ölçüm ve çevrenin neden olduğu kısıtlar göz önüne alınmaktadır. Bu kategoriler göz önüne alınarak problemlerin ana nedenleri hakkında beyin fırtınası yapılır.

3.4. Materyal

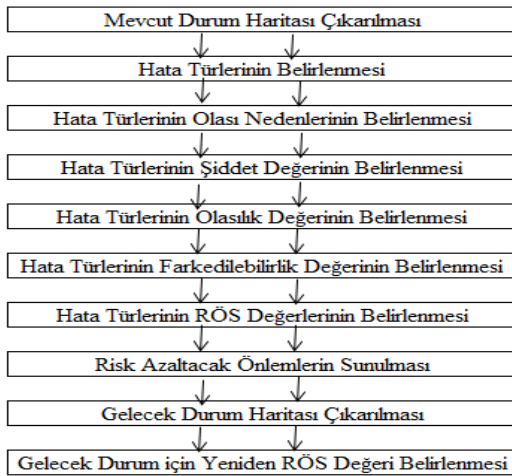
Bu çalışmada, 1200'ün üzerinde çalışanı ve 2 üretim tesisi bulunan , yaklaşık 60 ülkeye el örgü ipliği üreten bir tekstil işletmesinin müşteri memnuniyetini arttırmak ve üretim süreçlerini iyileştirmek için üretim alanında yaşanan sorunlara çözümler sunulması amaçlanmıştır. İşletmede hazırlama, ring, fantezi, kukalama, boyahane ve swa baskı gibi birçok önemli proses bulunmaktadır. Firma bünyesinde üretilen ürünlere ait ürün tasarımı ve dizaynı hem firmaya hem de müşteriye ait olabilmektedir.

Bu çalışmada, değer akışı haritalandırma yönteminin ve hata türleri ve etkileri analiz yönteminin entegre

kullanıldığı bir yalın üretime geçiş uygulaması yapılmıştır. Yalın üretim tekniklerinden biri olan DAH ve toplam kalite yönetiminin bir parçası olan HTEA ile öneriler sunulurken işletmenin çevrim süresinin azaltılması, stok miktarının düşürülmesi, karşılaşılan problemlerin etkilerinin en aza düşürülmesi hedeflenmiştir.

3.5. Metot

Üretim hattındaki sıklıkla karşılaşılan belli başlı bazı hataların sebeplerini ve etkilerini belirleyerek problemlerin detaylandırılması ve çözüm önerilerinin sunulması hedeflenmiştir. Bunun için öncelikle hataların meydana geldiği sürecin iyileştirilmesi için değer akış haritalama (DAH) tekniği kullanılmıştır. Daha sonrasında problemleri önceliklendirmek adına, üretilen ürün için hammaddenin tedarikinden final ürünün müşteriye sevkiyatına kadarki tüm prosesleri kapsayacak şekilde hata türleri ve etkileri analizi (HTEA) tekniği kullanılmıştır.



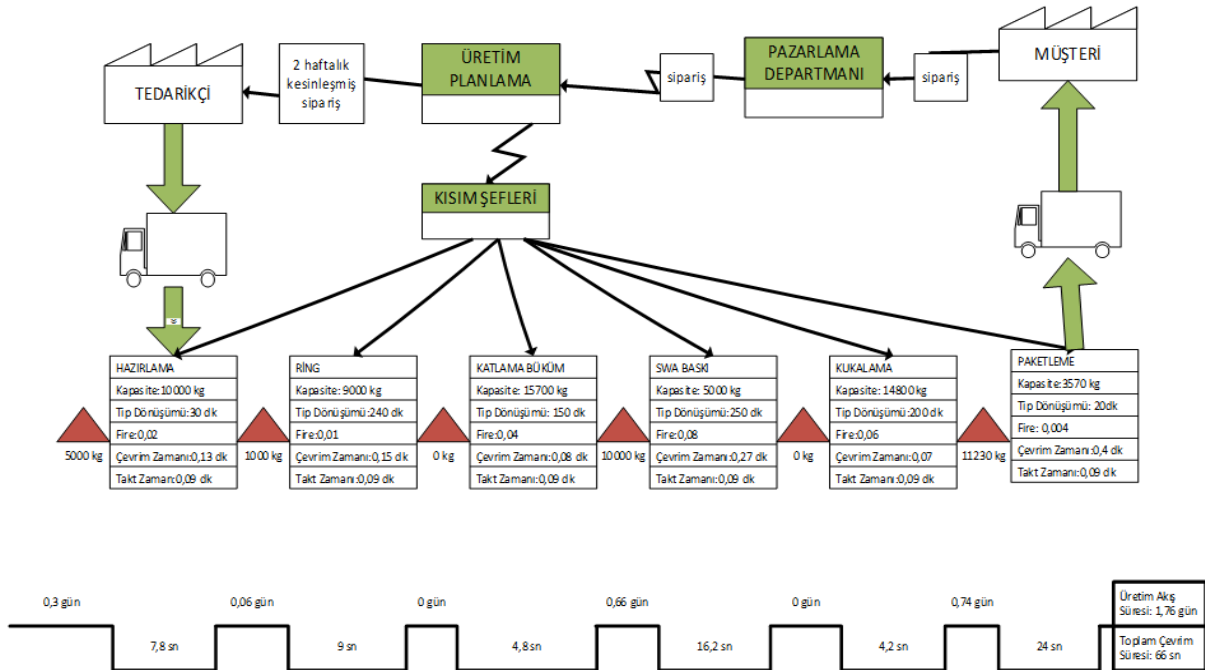
Şekil 3.2. Çalışmanın metodolojisi.

IV. UYGULAMA

4.1. Mevcut Durum Analizi

Mevcut durumda 15 tonluk bir sipariş için takt time, çevrim süreleri ve ara stoklar Şekil 4.1'deki gibi haritalandırılmıştır.

Süreç, müşteriden gelen sipariş için pazarlama departmanından bildirilen sipariş miktarlarına göre üretim planlama departmanının gerekli hammaddeyi tedarikçiye bildirmesi ile başlar. Seçilen proses için gerekli hammadde akriliktir ve bu hammadde talebi her ay yalnızca iki kez yapılabilmektedir. 6 hafta ile 10 hafta arasında değişen hammadde gelişi ile proses, hazırlama departmanı ile başlar. Devamında seçilen ürün ailesinin tipine göre, iplik üretimiminin diğer adımları olan ring, katlama büküm, swa baskı ve kukalama departmanlarında devam ederek ambarda paketlenir ve müşteriye sevk edilir. Söz kalite için müşteri talebi doğrultusunda üretilen her bir rengin bir paket içinde olması gerekmektedir. Bu işleme asortileme adı verilmektedir. Bu kısım da kukalama ve paketlenme arasında bazen kontrolsüz bir ara stok durumuna bazen de atıl kapasite durumu oluşturabilmektedir. Her bir departmanın çevrim süresi, çalışan ve makine kapasitesinden dolayı farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak sürecin her bölümünde, ara stoklar veya üretilen siparişin ürün bütünlüğüne göre değişkenlik gösteren kapasite dengesizliği oluşabilmektedir. Seçilen ürün ailesine ait sipariş 15 ton olup 40 gr düz kuka şeklindedir. İçeriği %100 akriliktir ve tüm üretim aşamaları fabrika bünyesinde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca her bir kuka üzerinde ve her bir koli üzerinde müşteri isteğine göre ürünle ilgili etiketler yapıştırılmaktadır.

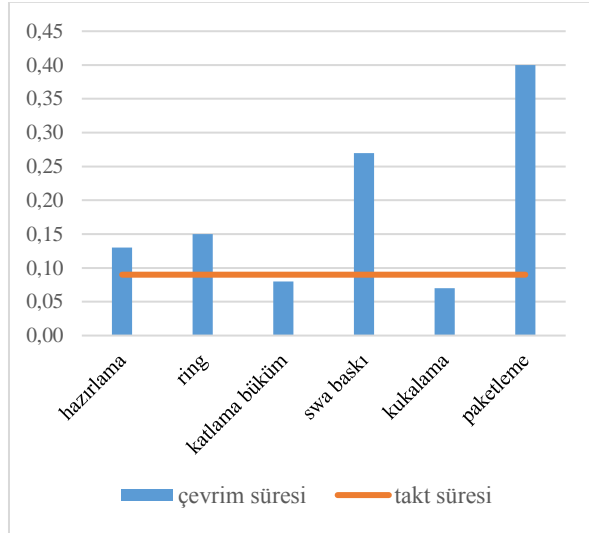


Şekil 4.1. Mevcut durum haritası.

Hammaddenin üretime hazır olduğu düşünüldüğünde toplam akış süresi 1,76 gün olup, toplam çevrim süresi ise 66 sn'dir. Toplam çevrim süresi her bir iş istasyonunun çevrim süreleri toplamından oluşurken toplam akış süresi ara stokların proses öncesi ne kadar beklediğinin toplamını da alır. Yalın üretimin en temel amacı, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektiği zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda amaç çevrim süresi ve takt zamanının olabildiğince yakın olmasını sağlamaktır.

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere bu işletmede takt süresi 0,09 dk'dır. Diğer bir deyişle müşteri 0,09 dakikada 1 kg ürün talep etmektedir.

Mevcut durum haritası, her bölümün çevrim süresi ile takt süresi arasındaki farkın çok fazla olduğunu göstermektedir. Bu durumda Şekil 4.2 'de görüldüğü gibi, bazı bölümlerde ara stok varken bazı bölümlerde atıl kapasite mevcuttur.



Şekil 4.2. Mevcut durum çevrim süresi grafiği.

Mevcut duruma ve yapılan HTEA çalışmasına bakıldığında, kukalama işleminin çevrim süresi takt süresine daha yakinken paketleme işleminin çevrim süresi takt süresine oldukça uzaktır. Bu durum iki bölüm arasında kontrolsüz bir ara stok durumu oluşturmaktadır. Müşteriden gelen siparişler doğrultusunda açılan hammadde talepleri tedarikçinin üretim durumuna göre 6-10 hafta gibi uzun bir sürede gelmektedir. Bu doğrultuda siparişin teslim süresinde problem yaşanmaktadır. Ayrıca makinelerden istenilen verim alınamamasının sebebi zayıf bakım planlamasından kaynaklandığı görülmüştür. Elverişli olmayan parçalar, çeşitli araç gereçler veya zarar görmüş makine parçaları, tip dönüşüm, takım değişimi

ve hazırlık süreslerinin uzamasına sebebiyet verebilmektedir.

4.2. Problemin Tanımı ve RÖS Değerlerinin Hesaplanması

Çalışmanın yapıldığı firmada gerçekleştirilen HTEA uygulaması temel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır.

- Proseste meydana gelen hataların ve nedenlerinin belirlenmesi,
- Olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerlerinin atanması ve risk öncelik katsayısının (RÖS) hesaplanması,
- Hataların RÖS değerine göre sıralanması ve önlemlerin saptanması.

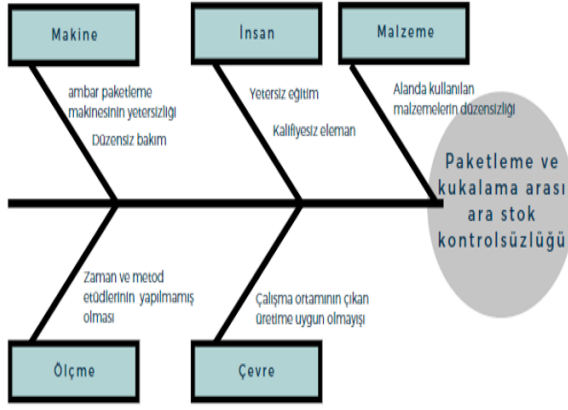
HTEA yönteminde çoğunlukla bir kişi süreçten sorumlu olsa da, bu yöntem farklı uzmanlık alanlarından gelen ve farklı fikirlere sahip kişilere ihtiyaç duyar. Sistemde oluşabilecek potansiyel hatalar belirlenirken kullanılan en yaygın yöntem beyin fırtınası tekniğidir. Yapılan düzenli toplantılarda her ekip üyesi fikrini beyan ettikten sonra grup üyelerinin fikirleri gruplanarak belirli başlık altında toplanır.

Bu çalışmada mevcut durumda görüleceği üzere iyileştirilecek proses için 3 tane endüstri mühendisi, 1 tane mekatronik mühendisi ve 1 tane tekstil mühendisi olmak üzere 5 kişilik ekip kurulmuştur. Kurulan ekip ihtiyacı olan bilgileri kalite, üretim, pazarlama, lojistik departmanlarındaki uzmanlar ve müşterilerden toplayarak karşılaşılan en büyük 6 probleme rastlamışlardır. Söz konusu 6 problem tespit edilirken yapılan toplantıların, ekip üyelerinin sorumluluklarının ve rollerinin bilincinde olmuş olması büyük önem taşımaktadır.

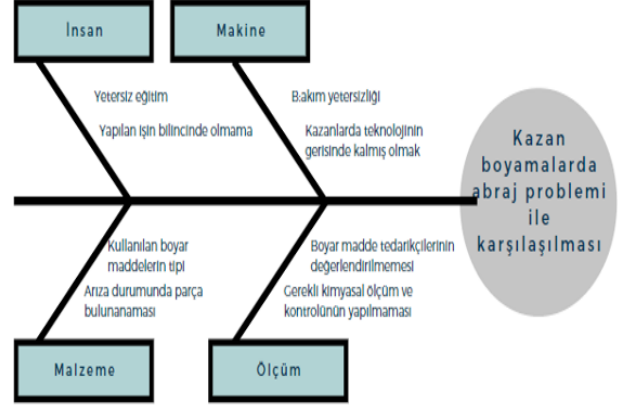
HTEA ekibi, belirlediği her bir hata türüne istinaden, olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerleri için belirlediği 1-10 arası bir değer vermiştir.

Ekip üyeleri tarafından olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerleri belirlenen hatalar kritiklik derecesine göre Çizelge 5.1 'de sıralanmıştır. Söz konusu HTEA çalışması üretilen tüm ürünler için hammaddenin tedarik edilmesinden final ürünün müşteriye sevkine kadarki tüm prosesleri ele alacak şekilde yapılmıştır.

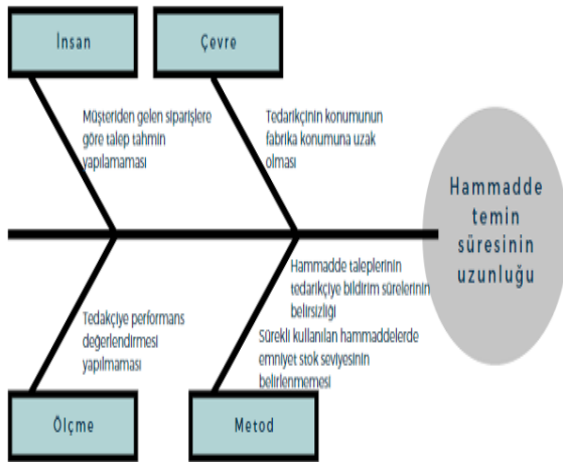
Potansiyel bir hatanın birden fazla nedeni olabilir ve bu şekilde birden fazla hataya da sebebiyet verebilir. Bu nedenle hataların kök neden analizini yapmak çok önemlidir. Grup üyeleri tarafından HTEA formu doldurularak hangi hatanın risk değerinin en fazla olduğunu bulabilmek için ise her hatanın şiddet, olasılık ve farkedilebilirlik derecesini gösteren tablolar oluşturulmuştur.



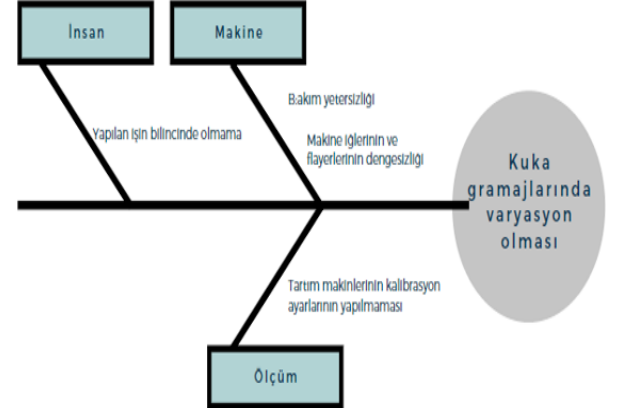
Şekil 4.3. Paketleme ve kükalama arası stoğun balık kılıçlı analizi.



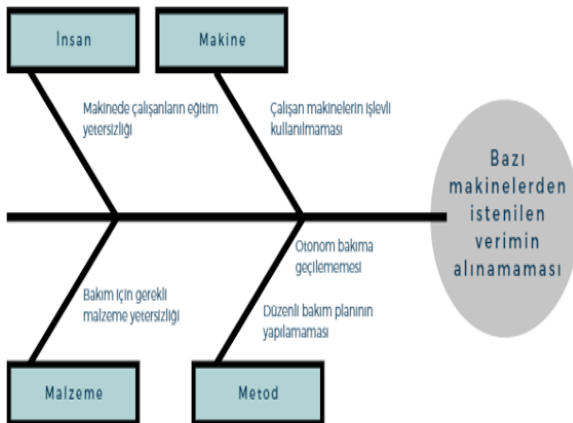
Şekil 4.6. Boyamalarda karşılaşılan abrajın balık kılıçlı analizi.



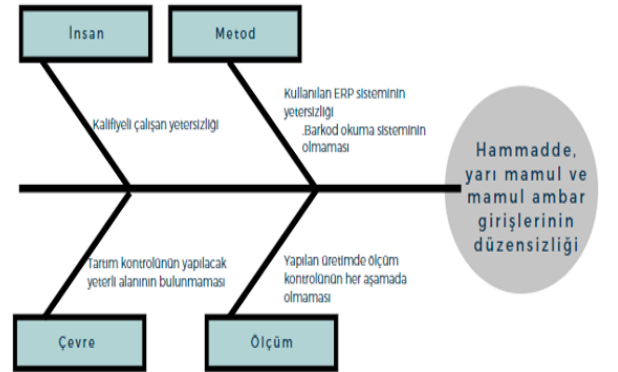
Şekil 4.4. Hammaddede temin süresinin balık kılıçlı analizi.



Şekil 4.7. Kuka gramajlarında karşılaşılan varyasyonun balık kılıçlı analizi.



Şekil 4.5. Verimsiz makinelerin balık kılıçlı analizi.



Şekil 4.8. Veri düzensizliğinin balık kılıçlı analizi.

Mevcut proses göz önüne alındığında her hatanın potansiyel nedenleri balık kılıçlı diyagramlarında rahatlıkla görülebilmektedir.

Söz konusu hataların hangisinin etkisinin daha yüksek olduğunu bulabilmek için RÖS değeri kısmına hatanın oluşma olasılığı, hatanın şiddeti ve farkedilebilirlik puanlarının çarpılması sonucu elde edilen sonuç yazılmıştır. Risk öncelik puanı 100'e eşit veya 100'den büyük hatalar için ilk adım, gerekli düzeltici faaliyetleri belirlemek ve daha sonra tekrarlanmaması için beraberinde önleyici faaliyetler belirlenmiştir.

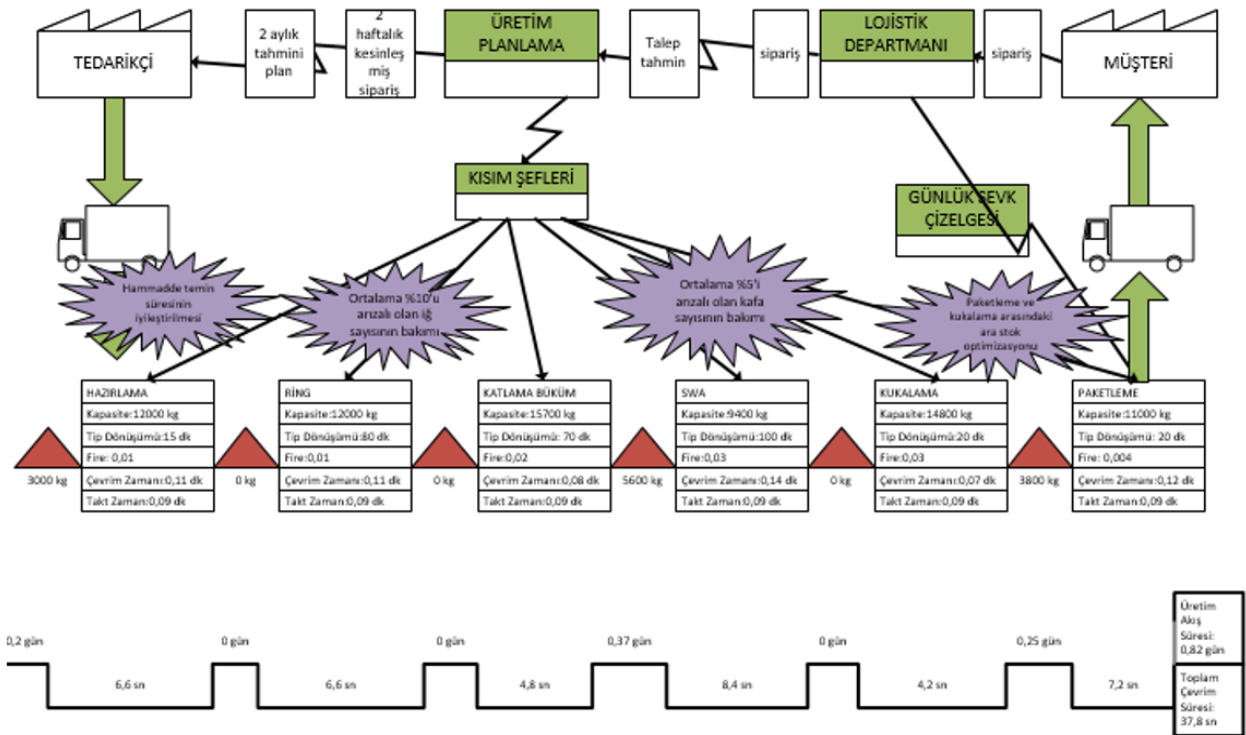
Tablo 4.1. Mevcut durum RÖS değerleri tablosu

Sıra No	Hata	RÖS(Olasılık x Şiddet x Farkedilebilirlik)
1	Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	RÖS $6 \times 8 \times 6 = 288$
2	Hammadde temin süresinin uzunluğu	RÖS $4 \times 8 \times 6 = 192$
3	Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınmaması	RÖS $4 \times 7 \times 6 = 168$
4	Kazan boyamalarda abraj ile karşılaştırılması	RÖS $6 \times 4 \times 4 = 96$
5	Kuka gramajlarında varyasyon olması	RÖS $5 \times 4 \times 3 = 60$
6	Hammadde, yarı mamul ve mamul ambarg girişlerin düzensizliği ve hatalı veriler	RÖS $3 \times 4 \times 5 = 60$

Yöntemin çalışma prensibi, hataların hesaplanan RÖS değerlerinin en yüksek olandan en düşük olana göre sıralanması üzerinedir. Nedeni ise bir önceki RÖS değerine sahip hatanın daha fazla risk barındırması ve iyileşmeye daha fazla ihtiyaç duymasıdır. Bundan sonraki adım ise üretim prosesinin tamamının üzerinde çalışılarak toplam üretim akış süresini, çevrim süresini ve mevcut durum RÖS değerlerini en aza indirmek olacaktır.

4.3. Gelecek Durum Analizi

Değer akış haritalama yöntemi ile üretim sürecinin çevrim zamanının, ara stok miktarının ve atıl kapasitenin azaltılması amaçlanmıştır. Değer akış haritalama ile mevcut durum ortaya çıkarılmış, sonuç ve öneriler kısmında detaylı anlatılacak olan kaizenler ile Şekil 5.3 'de verilen gelecek durum değer akışı haritası ortaya çıkarılmıştır.

**Şekil 4.9.** Gelecek durum haritası

Yapılan çalışmada aşağıdaki düzeltmeler ile karşılaşılan hatalardan ve israflardan kaçınılabileceği sonucuna varılmıştır. HTEA çalışmasını uygulanırken hataların sebeplerini görebilmek adına yapılan balık kıkığı diyagramı yardımı ile bir takım iyileştirmeler sunulmuştur.

- Eklenmesi önerilen lojistik departmanı ile müşterilerden gelebilecek siparişleri talep tahminleme yöntemleri ile geliş süresi 6-10 hafta arası olan hammadde tedariği daha kolay sağlanacaktır. Talep tahmin yöntemleri, gelecekteki satışların eldeki bilgiye göre tahmin etmeyi analiz etmeye yarar. Bu çalışmanın, düşük envanter, işletme bütçesinin oluşturulması, nakit akışının planlanması, tedarik gereksinimlerinin belirlenmesi ve nihai ürünler için pazarlama stratejilerinin saptanması gibi başlıca yararları vardır.

- En sık kullanılan hammaddeler için emniyet stok seviyeleri geliştirilerek fazla stok veya üretimi engeleyebilecek hammadde yoksunluğunun önüne geçilebilir. Örnek olarak, şekil 3.12’de görüleceği üzere, oluşturulan stok modelinde stokta olan ve açıkta iş emri olan miktara ve günlük kullanıma bakıldığında yeni sipariş verilmesi (ya da verilmemesi) gerektiği görülmektedir. Bu çalışma ile fazla stok tutmanın ve hammaddesiz kalmanın önüne geçilecektir.
- Hammaddenin istenilen terimde gelebilmesi için belirli aralıklarla tedarik performans değerlendirmesi yapılabilir. Bu değerlendirmede özellikle problem yaşanan teslimat süresinin iyileştirilmesi amaçlanarak tedarikçi ile ilişkiler yeniden gözden geçirilebilir.
- Paketleme bölümünün çevrim süresinin takt zamanından fazla olduğundan metot çalışması yapılarak bu durum dengelenebilir. Özellikle çalışması yapılan asortileme işlemi için her makinede birden fazla renkte üretim yapıldığında ürün gruplama işlemi daha kolay olacaktır. Ek olarak poşetleme ve poşet kapatma işlemi kukalama makinesi sonuna entegre edilip direk paketleme bölümüne hazır hale getirilebilir. Bu sayede paketleme bölümü çevrim süresi %70 oranında azalmıştır.

Tablo 4.2. Emniyet stok miktarı hesaplanması

Stok Kodu	Stok Adı	Öngörü Yöntemi	Öngörülen Stok Modeli	Stok	Açık İş Emirleri	Açık Satınalma Miktarı	Termin Süresi	Tahmini Stok	Günlük Ortalama Kullanım	Öngörülen Kullanım Günlük	Faktör	Asgari Stok Seviyesi	Azami Stok Seviyesi	Sipariş Miktarı
11112-001	Akrilik	Son 1 yıl	15-30	7841	20970	8624	45	-4505	5	5	0%	300	450	4955

Tablo 4.3. Paketleme bölümü zaman etüdü

Paketleme Bölümü İş Adımları	Mevcut Durum (dk)
Kukayı Gruplama	0,07
Poşetleme	0,19
Poşet Kapatma	0,08
Pakete Koyma	0,06
Toplam Ham Çevrim Süre	0,4
Paketleme Bölümü İş Adımları	Gelecek Durum (dk)
Kukayı Gruplama	0,07
Poşetlenen Ürünü Alıp Pakete Koyma	0,05
Toplam Ham Çevrim Süre	0,12

- Planlı bakım planı ile zaman içerisinde donanımı azalan parçaların onarımları gözden geçirebilir ve muhtemel hatalar önceden planlanarak bakıma alınabilir. Ayrıca planlı bakımın alt dalı olan önleyici bakım ile arızaların başlangıç safhasında ortaya çıkması önlenecektir.
- Mevcut durumda kukalama makinelerinde iğ uçları Şekil 4.10 ’daki gibidir. Bu durum işçi ürünü makineden çıkardığında kukanın ucunu makineden ayırmak için makasla kesmesi ve bu durumda fazladan ürünü deşe yapmasına neden olmaktadır. İyileştirilen durumda Şekil 4.11’de görüldüğü üzere iğ ucunda revizyon yapılmış olup kukalama işlemi

bittiğinde bu uç yardımıyla ürün makineden çıkarılmadan önce kukanın uç kısmı otomatik olarak kesilecektir. Bu revizyon sayesinde deşe oranı %2.5 oranında azalmıştır. Çalışması yapılan kalitede günlük alınan üretim 1680 kg iken yeni durumda 1720 kg olmuştur. Ayrıca uygulanması muhtemel planlı bakımlar sayesinde makinelerin duruş süreleri azalabilir ve daha verimli şekilde çalışılabilir.

**Şekil 4.10** Mevcut durum kukalama makinesi iğ ucu.**Şekil 4.11.** Gelecek durum kukalama makinesi iğ ucu.

Ayrıca aşağıdaki öneriler ile de daha iyi bir çalışma ortamı sağlanabilir.

- Tüm bölümlerde çalışanların bilinçlendirilmesi ve işi yapacak yeterli seviyeye ulaşması için çalıştıkları departmana uygun eğitimler verilebilir. Özellikle işe başlamadan önce detaylı verilecek oryantasyon programı ile işe olan yatkınlıkların arttıracaktır. Ayrıca belirli aralıklarla motivasyonu arttırıcı etkinlikler düzenlenebilir.
- Özellikle ara stoğunun fazla olduğu kukalama ve paketlemenin yapıldığı alan genişletilebilir ve kullanılan malzemeler 5S'e uygun şekilde düzenlenebilir.
- Ambardaki paketleme makinesi otomasyona uygun şekilde revize edilebilir. Otomasyon ile işçi sayısı optimize edilebilir.
- Ring bölümünde eleman dağılımları gözden geçirilerek duruş süreleri azaltılabilir. Fital kiloları artırılarak tip dönüşüm süreleri düşürülebilir. Bu sayede fazla iş gücü de engelenmiş olacaktır.
- Swa baskı bölümünde takım değişim süreleri azaltılabilir. Boya kazan kiloları artırılarak tip dönüşüm süresi düşürülebilir.
- Paketleme bölümünde eleman sayısı yeniden düzenlenerek kapasite arttırabilir. Biten ürünün kutulama işlemi kuka makine başlarında yapılarak paketleme bölümündeki iş yoğunluğu dengelenebilir.
- Her istasyonda 5S ile çalışanların çalışma ortamı iyileştirilmesi sağlanabilir.

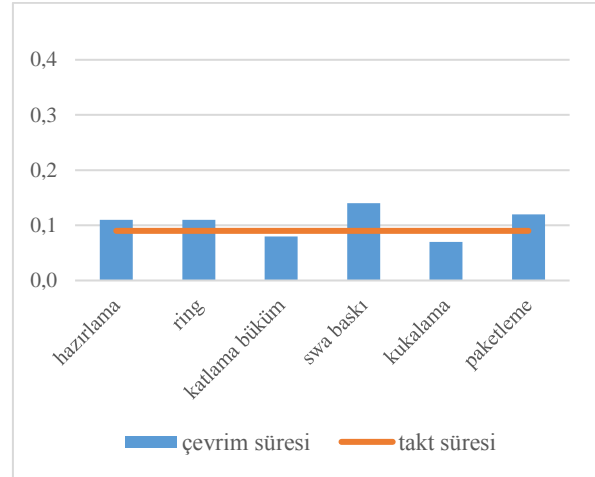
Tablo 4.4. Gelecek durum RÖS değerleri tablosu

Sıra No	Hata	RÖS(Olasılık x Şiddet x Farkedilebilirlik)
1	Paketleme sırasında yapılan asorti işlemi ile bir önceki proses olan kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü	RÖS $2 \times 2 \times 3 = 12$
2	Hammadde temin süresinin uzunluğu	RÖS $2 \times 3 \times 2 = 12$
3	Bazı makinelerden istenilen miktarda verim alınmaması	RÖS $3 \times 3 \times 2 = 18$

Önceki RÖS değeri 288 olan paketleme ve kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü için önerilen ambardaki paketleme makinesinin otomasyonu, o alanda çalışan işçi sayısının optimize edildiği ve 5S ile çalışma ortamının iyileştirildiği düşünüldüğünde bu hatanın gerçekleşme olasılığının ve şiddet değerinin 2, farkedilebilirlik değerinin ise 3 olabileceği kanısına varılabilir. Bu durumda sipariş müşterinin istediği termine uygun tarihte teslim edilebilir ve daha düzenli bir çalışma ortamı oluşturulabilir. Diğer bir problem olan hammadde temin süresindeki uzunluk probleminin önceki RÖS değeri 192 idi. Bu sayede problemin en büyük çözüm önerisi olan lojistik departmanı ve planlama departmanı daha entegre çalışacak olup, müşterinin geçmiş taleplerine bağlı olarak talep tahminleme yöntemi yapılacaktır. Bu

durumda müşteri durumdan çok etkilenmeyecek ve yaşanan en büyük problem olan termin problemi çözülecektir. Önerilen iyileştirmelerin yapıldığı durumda bu problem için yeni RÖS değeri 12 olacaktır. Önceki RÖS değeri 168 olan makinelerden istenilen verimin alınmaması probleminde kuka makinelerindeki iğlerin iğlerindeki iyileştirme ile deşe oranı %2.5 oranında azalmıştır. Çalışması yapılan kalitede günlük alınan üretim 1680 kg iken yeni durumda 1720 kg olmuştur. Ayrıca uygulanması muhtemel planlı bakımlar sayesinde makinelerin duruş süreleri azalabilir ve daha verimli şekilde çalışılabilir. Önerilen iyileştirmeler sonucu yapılan HTEA ile en yüksek RÖS değerine sahip 4 hata 100'ün altında kalmıştır. Bu durumda tekrar düzeltici ve önleyici faaliyetlere gerek kalmamıştır.

Şekil 4.12'de görüldüğü üzere önerilen iyileştirmeler, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile her bir iş istasyonunun çevrim zamanı ile takt zaman arasındaki fark azalmıştır. Dolayısı ile mevcut durum grafiğindeki atıl kapasiteler ve ara stoklar ortadan kaldırılarak mevcut durumun toplam akış süresi %48'li bir oranda iyileşerek 0,85 güne, toplam çevrim süresi %57'lik bir oranda iyileşerek 37,8 sn'ye düşürülebileceği görülmüştür.



Şekil 4.12. Gelecek durum çevrim süresi grafiği

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz dünyasında müşteri memnuniyetini ve karlılığı en üst seviyede tutmak kalitenin en temel amaçlarından ikisidir. Hatasız ve tam zamanında ürünü müşteriye teslim etmek yalın üretimin ve toplam kalite yönetiminin gerekliliklerindedir.

Yapılan çalışma sonucunda RÖS değeri en yüksek olan problemlerin; paketleme ile kukalama bölümü arasındaki ara stok yoğunluğu, hammadde temin süresinin uzunluğu ve bazı makinelerde istenilen verimin alınmaması olduğu görülmüştür.

Önerilen iyileştirmeler sonucu son olarak HTEA çalışması tekrarlanmış ve parametlerin yenilenmesi sonucu RÖS değeri 100'ün üzerinde olan her problemin RÖS değerinin oldukça azaldığı

görülmektedir. Oluşturulan HTEA ekibi; hammaddenin işletmeye girişi ile nihai ürünün ambalajlanma ve sekiyatına kadar olan ve müşteriden alınan geri dönüşlerin dökümanlarını inceleyerek değerlendirmiştir. Uygulama sadece bir ürün ailesine ait bir siparişin zamanında teslimi ve stok zaltımı üzerine yapılmıştır. Çalışmanın gelecekte tüm ürünleri kapsayacak şekilde yapılması ve iyileşmenin daha da artırılması hedeflenmektedir. Bu çalışma gelecek zamanda, üretimi yapılan diğer ürün gruplarına da uygulanarak Yalın Üretim anlayışının daha da gelişmesi ve gelecek çalışmalar için yol gösterici bir nitelikte olacaktır. Ayrıca çalışma terimin sürelerinin azaltılması, düşük stok seviyesi, darboğaz noktaları gibi kısıtları ele alarak dünyada ve Türkiye’de yapılmış diğer çalışmaları da destekler niteliğindedir. Çalışmanın gelecekte de uygulanabilir olması önerilerin ve iyileştirilmelerin sürdürülmesine bağlıdır. Unutulmaması gereken nokta şudur ki, iyileştirilen kısımların sürekliliği için yapılan çalışmaların devamlı hale getirilmesidir. Bununla birlikte sürecin sistemli bir şekilde devamlılığı da olmazsa olmazdır. HTEA ve DAH yalnızca bir araç olup yapılacak işlerin tam zamanında olması, gerekli görülen desteğin alınması ve yapılacak işlerin bir sorumlunun gözetiminde olması durumunda amacına ulaşacaktır. Başarılı bir HTEA ve DAH, sürekli katılımın ve belirlenen sürede tamamlanmış bir çalışmanın sonucudur.

Yalın üretim işletmelere karşılaşılan hataları önleme yolunda birden fazla teknikler sunmaktadır. Yapılan uygulamalar ve sonuçları ele alındığında yalın üretimin ne denli önemini yansıtan ve dikkat çekmeyi başaran bir yöntem olduğu göze çarpmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Agus, A., & Hajinoor, M. S. (2012). Lean Production Supply Chain Management As Driver Towards Enhancing Product Quality and Business Performance. Case Study of Manufacturing Companies in Malaysia. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 29(1), 92–121.
- [2] Akçaoğlu, Ö. (2012). *Değer Akış Haritalarında Belirlenen Darboğazların Çözümü için Bayes Ağları ile Senaryo Üretimi: Çamaşır Makinesi Fabrikasında Bir Uygulama*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [3] Akın, B. (1998). *Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)*. Bilim Teknik Yayınevi.
- [4] Bamber, L., & Dale, B. G. (2000). Lean Production: A Study Of Application In A Traditional Manufacturing Environment. *Production Planning & Control*, 291–298.
- [5] 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*, (Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama), 47–59.
- [6] Bonavia, T., & Marin, J. A. (2006). “An Empirical Study Of Lean Production In The Ceramic Tile Industry In Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 505–531.
- [7] Crawford, K. M., & Blackstone, J. H. (1988). A Study of JIT Implementation and Operating Problems. *Internat J. Production Res.*, 1561–1568.
- [8] Efe, Ö. F., & Engin, O. (2012). Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, (4), 79–102.
- [9] Emiliani, M. L., & Stec, D. J. (2004). Using Value-Stream Maps To Improve Leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 8(25), 622–645.
- [10] Gahagan, S. M. (2007). Adding Value To Value Stream Mapping : A Simulation Model Template For VSM. In *Proceedings of the 2007 Industrial Engineering Research Conference*.
- [11] Golicic, S. L., & Medland, S. (2007). Size Might Matter: A Case Study of Lean Implementation in an SME. *Society for Marketing Advances Proceedings*, 261–264.
- [12] Gupta, S. M., & Brennan, L. (1995). Implementation of Just In Time Methodology In A Small Company. *Production Planning and Control*, 358–368.
- [13] Gurumurthy, A., & Kodali, R. (2011). Design of Lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping with Simulation: A Case Study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(4), 444–473.
- [14] Kaymaz, E., & Çavdur, F. (2018). Montaj Hattı Dengelemede Çevrim Süresinin Minimasyonu için Yeniden İşleme İstasyonunun Kullanımı: Hata Oranı ve İstasyon Pozisyonunun Etkileri. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 201–210.
- [15] Maraşlı, H., Akça, C., & Kama, A. (2016). Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması. *International Journal of Academic Values Studies*, 4(2), 106–120.
- [16] Mohanraj, R., & Sakthivel, M. (2011). QFD integrated value stream mapping : an enabler of lean manufacturing. *Int. J. Productivity and Quality Management*, 7.
- [17] Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- [18] Ömürganülşen, M., & Çatman, R. (2018). Bir Kamu Kurumunda Değer Akış Haritalama ve Simülasyon Yöntemiyle Hizmet Sürelerinin Değerlendirilmesi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*.
- [19] Ramesh, V., & Kodali, R. (2012). A Decision Framework for Maximising Lean Manufacturing Performance. *International Journal of Production Research*, 50(8), 2234–2251.

-
- [20] Rother, M., & Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*. Yalın Enstitü Yayınları.
- [21] Sang, L. C., Khairuzzaman, W. I. W., Abdul, R. S. Z., Boon, H. K., & Yew, J. . (2013). Sustaining Customers' Loyalty: A Survey of A Coating Resins Manufacturer. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 731–734.
- [22] Sedefoğlu, G., & Akman, G. (2018). Improving an Inefficient Production Line Via AHP and Value Stream Mapping. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 14, 1–22.
- [23] Vinoth, G., & Raghuraman, S. (2013). Lean Engineering Principles: An Effective Way to Improve Performance and Process on Production Floor. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 2(3).