

ÜRETİM HATTI TASARIMINDA DEĞER AKIŞ HARİTALAMA TEKNİĞİNİN KULLANILMASI

Emre Bilgin SARI¹

Öz

Üretim işletmeleri, faaliyetlerini iyileştirmek ve daha iyi sonuçlara daha düşük maliyetler ile ulaşabilmek için devamlı bir arayış içerisinde. Yalın üretim, işletmeler için israfı ortadan kaldırarak, ekonomik ve kaliteli ürünler elde etmeye yönelik öneriler sunarak işletmeler için iyileştirme kapısını oluşturmaktadır. İyileştirme çalışmalarının başlayabilmesi ise problemin ortaya çıktığı noktanın tanımlanmasından geçmektedir. Değer Akış Haritalama işletmeler için sürekli iyileştirme felsefesini uygulamada kullanılabilir etkili bir tekniktir. Bu çalışmada, bir üretim işletmesinde değer akış haritalama yöntemini uygulayarak değer katan ve değer katmayan işlemlerin ayrıştırılması ve işletmenin müşteri talebini daha hızlı ve kolay bir şekilde karşılaması için yapılan iyileştirmeler ele alınmaktadır. Bu amaçla, işletmenin mevcut verilerine uygun şekilde mevcut durum akış haritası çizilmiştir. Mevcut durumda, çok fazla yarı mamul stoku bulunması, hammaddenin siparişten sonra geliş süresinin uzun olması, ürünlerin hatlarda izlenebilirliğinin zor olması, sipariş değişikliğinin çok olması ve bazı üretim süreçlerinde yaşanan darboğazlar nedeniyle teslim sürelerinin uzaması gibi problemler tespit edilmiştir. Bu problem noktalarında, üretim birimlerinin her biri için takt zamanları belirlenerek, uygun noktalarda dengelenmiş üretim akışı tasarlanacak şekilde iyileştirmeler yapılmıştır. Planlama ile ürünün eş zamanlı akışını sağlayacak ilkeler belirlenip, yalın üretim akışını tasarlayarak gelecek durum haritası çizilmiştir. Tasarlanan gelecek duruma ulaşmak için gereken iyileştirme hedefleri belirlenerek, muhtemel kazanımlar hesaplanmıştır. Mevcut ve gelecek durum kıyaslaması yapılmıştır.

Anahtar Kavramlar: Değer akış haritalama, üretim hattı tasarımı, talep karşılama problemi

JEL Kodları: M11, L60

USE OF VALUE FLOW MAPPING TECHNIQUE IN PRODUCTION LINE DESIGN

Abstract

Manufacturing enterprises are in a continuous research to improve their operations and achieve better results at lower costs. Lean manufacturing creates the improvement gates for businesses by offering proposals for obtaining economic and quality products by eliminating wastes for businesses. The improvement can be started is due to the definition of the point where the problem arises. Value Stream Mapping (VSM) is an effective technique that can be used to implement the philosophy of continuous improvement for businesses. In this study, the improvements are discussed for the business can meet the customer demand more quickly and easily while applying a DAH method in a production operation to separate value-added and non-value-added transactions. For this purpose, the current flow map has been drawn up in accordance with the operator's current data. In the current situation, problems such as the presence of too many semi-finished stocks, long delivery times after ordering, difficulty in traceability of the products in the lines, large order changes and bottlenecks in some production processes have been identified. At these problem points, improvements were made so that the production times for each of the production units were determined and the balanced production flow at the appropriate points was designed. The principles that would provide simultaneous flow of the product and the planning were determined and the future situation map was drawn by designing the lean production flow. Possible improvement objectives were determined and possible gains were calculated to achieve the designed future situation. Comparisons of current and future situation have been made.

Key Words: Value flow mapping, production line design, demand fulfillment

JEL Classifications: M11, L60

¹ Arş. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, emre.bilgin@deu.edu.tr

Giriş

Günümüzde, hayatın her alanında günden güne artarak çoğalan değişiklikler, teknolojik gelişmelerin gerektirdiği yenilikler ve bu doğrultuda artan müşteri talepleri nedeniyle oluşan ağır rekabet ortamı, işletmelerin sektörlerinde söz sahibi olabilmeleri için çeşitli iyileştirmeleri hayata geçirmelerini gerektirmektedir. Üretim işletmelerinin, süreçlerini geliştirmek, maliyetlerini azaltmak ve müşteri isteklerine cevap verebilmek için sürekli olarak operasyonlarını iyileştirme gereksinimini karşılamaya uygun olarak ise “Yalın Üretim” sistemi önerilmektedir. Yalın üretim sistemi, stokların azaltılmasından çevrim süresinin kısaltılmasına, üretim hattı dengelenmesinden darboğazların ortadan kaldırılmasına, tek parça akışının sağlanmasından israfın ortadan kaldırılmasına kadar pek çok iyileştirmeyi içinde barındırmaktadır. Bu noktada iyileştirme çalışmaları günümüzün çağdaş üretim sistemlerinin başında gelen yalın üretimden bağımsız düşünülemez.

Yalın üretim sistemi içinde yer alan birçok uygulama ile birlikte bütünlüğünü koruyarak ele alındığında anlam ifade etmektedir. Bu uygulamalar, işletmelerin müşteri gözünde ürüne değer katmayan faaliyetleri ortadan kaldırmalarına yönelmektedir. Ayrıca yalın üretim uygulamaları, israf olarak bilinen ve değer katmayan faaliyetlerin tespit edilerek iş süreçlerinden çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Bu uygulama, işletmenin müşteri memnuniyetini sağlarken maliyet tasarrufuna gitmeye imkân tanınması açısından önemli görülmektedir. Bir işletmede, üretim faaliyetleri için gerekli ve gereksiz işlemlerin birbirinden ayrılması ve üretimin yalınlaştırılması uygulamaları, ürüne değer katan ve katmayan faaliyetlerden oluşan değer akışının analiz edilmesi ile yapılmaktadır (Wang ve Yuan, 2009: 2). Yalın üretim için, değer akışlarının analiz edilmesinde kullanılan en önemli teknik ise, “Değer Akış Haritalama” tekniğidir.

Değer akışı ilk olarak 1990 yılında Womack, Jones ve Ross tarafından “Dünyayı Değiştiren Makine” kitabında kullanılmış ve sonrasında 1996 yılında “Yalın Düşünce” kitabında tartışılmış bir kavramdır. Değer akış haritalama ise, bir işletmede yer alan kayıpların belirlenmesinde ve analiz edilmesinde kullanılan bir yalın üretim uygulaması olarak bilinmektedir (Wolniak ve Zasadzien, 2014). Değer Akış haritalama tekniği ile üretim sürecinde hangi faaliyetlerin değer oluşturduğu görülür hale gelmektedir.

Bu çalışmada, bir üretim işletmesinde değer akış haritalama yöntemini uygulayarak değer katan ve değer katmayan işlemlerin ayrıştırılması amaçlanmaktadır. Çalışma giriş bölümünden sonra kavramsal çerçeve ile devam edilmektedir. Kavramsal çerçeve ile ileride bahsi geçen konular hakkında temel bilgiler sunulmaktadır. Ardından literatür taramasına yer verilmekte ve değer akış haritalama ile yapılan çalışmaların çeşitliliğine dikkat çekilmektedir. Yöntem olarak değer akış haritalama yöntemi detaylı olarak açıklandıktan sonra, çalışmanın uygulama kısmında ele alınan işletmenin müşteri talebini daha hızlı ve kolay bir şekilde karşılaması için yapılan iyileştirmeler açıklanmaktadır. Bu kapsamda ele alınan iyileştirme alanına ait mevcut durum ve gelecek durum haritaları çizilerek, mevcut durumda süreçte değer katmayan faaliyetler ve süreler tespit edilerek gelecek durum haritası için önerilerde bulunmaktadır.

1. Kavramsal Çerçeve

Yalın Üretim

Yalın üretim sistemi, işletmelere rekabet avantajı sağlayan çağdaş yaklaşımlardan birisidir. İkinci Dünya savaşı sonrasında Toyota'nın rakiplerini inceleyerek onların üretim avantajlarını ve kendi mevcut koşullarını göz önüne alarak, belirli amaçlara ulaşmak üzere ülkesinin kültürü ile harmanlaması sonucunda kendi yöntem ve tekniklerini geliştirmesi ve bu yöndeki sürekli iyileştirme çabalarının sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Morgan ve Liker'e (2007:19) göre; "Yalın üretim; daha iyi, daha hızlı ve daha ucuz; daha az mekâna, buluşa ve çalışma saatine ihtiyaç duyan; israfly uygulamaları ortadan kaldıran bir üretim sistemidir." Yalın üretimde, atölye tipi üretimin emek yönlü çeşitliliği ve seri üretimin avantajları birleştirilmektedir. Bu birleşme ile atölye tipi üretimin yüksek maliyetinden ve seri üretimin katılığından sakınılmış olmaktadır. Yalın üreticiler, çok çeşitlilikte ürün hacimleri üretebilmek için, işletmenin her alanında çok yönlü olarak geliştirilmiş işgücü çalıştırarak, yüksek esnekliğe sahip ve otomasyonu her geçen gün artan makineler kullanmaktadır (Womack vd; 1992:13). Yalın üretim; kalite, güvenlik, üretkenlik, maliyet düşürme, satışlar, pazar payı büyümesi ve pazar değeri konularında rakiplerini her zaman geride bırakmak için işletmelere kılavuz görevindedir (Sperar; 2006: 125).

Yalın üretim, ürün akışı boyunca israfı (katma değer yaratmayan faaliyetleri) tanımlayan ve ortadan kaldıran sistematik bir yaklaşımı savunmaktadır. Üretim alanında değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasının yanında, müşteri siparişi ile müşteriye teslimat arasındaki süreci kısaltan ve bu süreç boyunca israfı yok eden bir üretim felsefesidir. Bu üretim felsefesi temel ilkeler üzerine kurulmuştur.

Yalın üretim gerçek gücüne, baştan itibaren ürüne ve sürece yalın ilkeler uyguladığında ulaşmaktadır. Yalın üretim beş adımlı bir süreçtir (Morgan ve Liker; 2007: 323.). Değer, değer akımı, akış, çekme ve mükemmellikten oluşmakta ve bu bölümde detaylı olarak açıklanmaktadır.

- **Değer:** Yalın düşüncenin kritik başlangıç noktası değerdir. Womack ve Jones (1998:12), Değeri tanımlarken ancak nihai müşteri tarafından tanımlanacağını, değer tanımının anlamlı olması için, müşterinin ihtiyaçlarını belli bir zamanda belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün cinsinden ifade edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. (Womack ve Jones; 1998: 12). Yalın üretimde ilk soru her zaman "Müşteri bu süreçten ne bekliyor?" sorusudur ve değeri tanımlayan bu sorunun cevabıdır (Liker; 2005:51). Değerin tanımlanması aşamasında, ürünün belirli özellikler ve yetkinlikler ışığında üretilebilmesi için gerekli olan işlemlerin ortaya çıkarılması diğer değer katmayan işlemlerin belirlenerek ortadan kaldırılmasına yardımcı olunmasıdır. Böylelikle değer katmayan faaliyetler için emek ve kaynak israfının önüne geçilerek hedef maliyet hesaplanacaktır. Bu aşama, değer belirlenmesi ve israfın önlenmesi aşaması için kritik bir noktadır (Womack ve Jones; 1998: 17 - 40).
- **Değer Akımı:** Ürünü geliştirme, sipariş alma ve imalat aşamalarını sorgulamak, iyileştirmek ve giderek mükemmelleştirmek için öncelikle bu adımları doğru tanımlamak analiz etmek ve birbirleriyle ilişkilendirmek gerekmektedir. Geçmişteki yönetim yaklaşımları, büyük ölçüde bütünlüklerin, süreçlerin, departmanların ya da işletmelerin yönetimine odaklanarak birçok ürünü birlikte değerlendirme yaklaşımını takip etmektedir. Asıl amaç ise ürünlerin ayrı ayrı değer akımı yerine bütünlük yönetebilme becerisi kazandırılmasıdır (Womack ve Jones; 1998: 17 - 43).
- **Akış:** Her ürün veya hizmetin akış yolu basit ve doğrudan olmalıdır (Spear ve Bowen; 1999:98). Eğer bir üründen diğerine geçiş işlemi üretim zamanında bir kayba yol açıyorsa ya da herhangi bir makine üretim dışındaki makinelerle uyumlu hızda çalışmıyorsa, muda(israf) var demektir.

Akış düşüncesinde nihai amaç, üretim sürecinin tümünde duraklamaların ve beklemlerin ortadan kaldırılmasıdır. Değer akımını sağlamak için değeri belirledikten sonraki ilk adım, belirli bir ürün ya da faaliyet üzerine odaklanmak ve baştan sona kadar bunu gözden uzaklaştırmamaktır. İkinci adım ise, akışı engelleyen her ne ise bulup ortadan kaldırmaktır. Üçüncü adım, iş akışında kalitesizlik kaynaklı veya aksamalardan dolayı ortaya çıkabilecek her türlü geri dönüşün önlenmesine yönelik olarak atılmaktadır. Bu üç adım

doğru bir şekilde uygulandığı takdirde ürünün tasarım, sipariş ve imalat işlemlerinin sürekli akması sağlanmış olacaktır (Womack ve Jones; 1998: 64 - 77).

- **Çekme:** En basit tanımıyla çekme, sonraki adımdan talep gelmedikçe, önceki adımda ürün üretilmemesi anlamına gelmektedir. Womack ve Jones'a göre, "çekme düşüncesinin mantığı, işe müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlamak ve ürünün müşteriye ulaşmasına kadar geçen bütün aşamaları geriye doğru incelemektir." (Womack ve Jones; 1998: 87).

Yalın üretimde ideal; müşteriye istediği şeyi, istediği zamanda ve istediği miktarda vermektir (Liker; 2005: 140 - 142). Müşteri süreç bir ihtiyaç sinyali verene kadar tedarikçi süreç tarafından hiçbir şey üretilmemektedir (Marchwinski ve Shook; 2007:14). Çekme sistemleri ile sistem içindeki israfların azaltılması ve müşteri beklentilerinin karşılanması amaçlanmaktadır (Kabadurmuş ve Durmuşoğlu; 2005:3). Yalın üretimde değeri sistemin içinden çekmeyi öğrendikçe, müşteri siparişlerine anında yanıt verme becerisi de kazanılmaktadır. Ayrıca talep değiştikçe işletme bu değişime anında uyum sağlamaya başlamaktadır (Womack ve Jones; 1998: 93).

- **Mükemmellik:** Müşterileri ile kuvvetli ilişkilere sahip olan işletmeler, değeri tanımlamada, bir adım öndedirler. Müşteri isteklerine göre değeri tanımlayıp, akışı ve çekmeyi güçlendirerek, ürünün sürekli akmasında, müşterilerin gerçek istek ve ihtiyaçlarına yönelik işlemlerin yapılmasını sağlamaktadır. Böylece yalın düşüncenin beşinci ve son ilkesi mükemmellik ortaya çıkmaktadır (Womack ve Jones; 1998: 25). Mükemmelliğin herhalde en önemli hızlandırıcısı şeffaflıktır.

Yalınlık şeffaflık ilkesinden ötürü, her şeyin apaçık görüldüğü bir iş ortamı sağlamakta ve değer yaratmanın en iyi yollarını görülebilir hale getirmektedir. Ayrıca sistem iyileştirmeleri gerçekleştiren çalışanlara anında ve çoğunlukla olumlu geri bildirim sağlamaktadır ki bu özellik yalın iş ortamlarını hızlandırıcı en temel unsurlardan birini oluşturmaktadır (Womack ve Jones; 1998: 26).

Özetle, değer ile müşterinin karşılığını ödemek isteyeceği her şey tanımlamalı, değer akışı ile ürün bazından değer yaratan ve yaratmayan tüm faaliyetler ayrıştırılmalı, akışın sağlanması ile sadece değer yaratan adımlar ard arda beklemeksizin yapılmalı, çekme ile bir sonraki operasyon bir öncekinden parçaları çekmeli ve mükemmellik ile sürekli iyileştirme sağlanmalıdır.

Değer Akış Haritalama

Değer akış haritalama tekniği mevcut ürün değer akışını görmeye ve bu süreçteki israf kaynaklarını ortaya çıkarmakla birlikte ürün akışındaki iyileştirme noktalarını fark etmeye de yardımcı olmaktadır. Değer ve israfın birbirinden ayrılmasını kolaylaştıran bu yöntem ile bir işletmenin rakipleri karşısında fiyat, hız ve doğru ürün konusunda avantajlar sağlanmasına çalışanlarının etkin ve verimli olmasına ve işletmenin müşteriye odaklanmasına imkan tanınmaktadır. Üretim işletmelerinde, israfın ortadan kaldırılması ve kaynakların etkin kullanılması, hammaddenin hızlı bir şekilde ürüne dönüştürülmesi, birden fazla ürünün birbirinin akışını kesmeyecek şekilde üretilebilmesi, teslim süresinin kısaltılması, maliyetlerin azaltılması, karlılığın artırılması ve değer yaratmak amacı ile değer akış haritasının çizilmesi yöntemine başvurmaktadır.

Değer akışı haritalama tekniği "Toyota Üretim Sistemi" uygulayıcıları tarafından, yalın sistemleri kurmak için uygulama, planlama, geliştirme, sürecinde mevcut ve gelecek veya "ideal" durumları göstermek amacıyla kullanılmaktadır (Rother ve Shook; 1999: 1). Tedarik süreci, üretim ve müşteriye ulaştırma işlemlerini kapsayan bir değer akışı içinde, parça ve yarı mamuller için malzeme ve bilgi akış süreçlerinin haritalarının çıkarılması ise "değer akışı haritalandırma" olarak bilinmektedir (Seth ve Gupta; 2005: 44). Değer akış haritası yapmak en basit haliyle mevcut

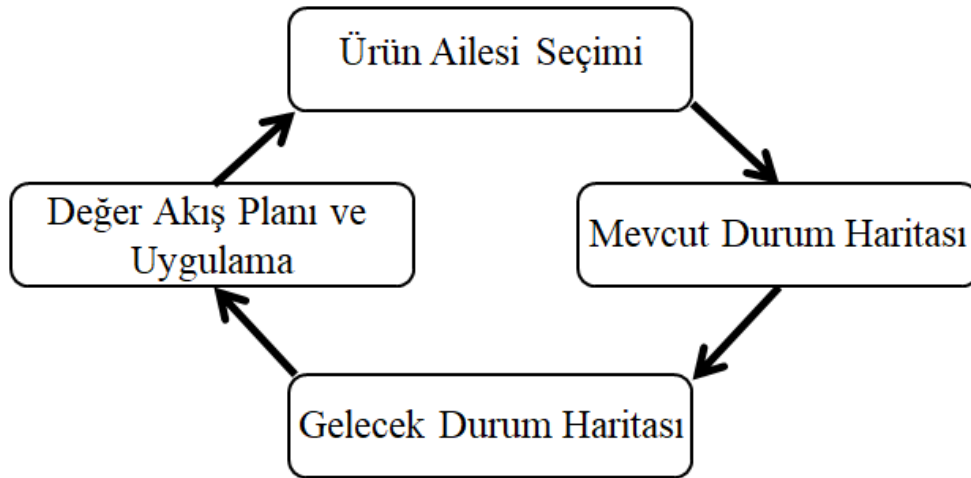
durumdaki bilgi ve malzeme akışlarını gözlemlemek, bunları görsel olarak özetlemek ve çok daha iyi bir performans hedefleyen bir gelecek durum oluşturma sürecidir (Jones ve Womack; 2001:1).

Değer akışı haritalama; süreç aşamaları ile bilgi akışını diğer önemli ilgili veriler ile birleştiren son derece güçlü bir araçtır. Bu araç uygulayıcılara kaynakların çoğunu mevcut yapan katı bir uygulama planı oluşturmasını sağlamaktadır (Manos; 2006: 64). Değer akışı haritalama üretim süreci için yaygın bir temel oluşturmakta ve böylece değer akışını geliştirmek için daha fazla üzerinde düşünülmüş kararlara kolaylık sağlamaktadır (Abdulmalek ve Rajgopal; 2007: 225). Değer akışı haritalama Ohno'nun 7 temel israfını temel alan değer katmayan aktiviteleri ve değer katan faaliyetlerin belirlenmesini içermektedir (Hines vd.; 1998:237).

Yalın açıdan herhangi bir işleme yaklaşırken yapılacak ilk şey süreç boyunca malzemenin izlediği yolu takip eden değer akımını yakalamaktır. Tam olarak yakalamak için bu yolu baştan sona fiilen gezmek gerekmektedir (Liker; 2005: 54). Önemli olan değer yaratan bir akışın uygulanmasıdır (Rother ve Shook; 1999: 5).

Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her sürecin dikkatli bir şekilde sembollerle çizilmesidir. Daha sonra, bir dizi kritik anahtar soru sorarak akışın nasıl olması gerektiğini gösteren 'gelecek durum' haritası çizilecektir. Ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun tasarlanması ve faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarını oluşturmaktadır (Birgün vd., 2006: 49). Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Değer Akış Haritalama Basamakları



Kaynak: Dan Jones ve Jim Womack, Bütünü Görmek Genişletilmiş Değer Akışı Haritalama, Ayperi Okur, Ülkü Kulaç ve Bülent Kılınç (çev.), İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları, Versiyon 1.0, 2002, s.1.

Değer akış haritalama tekniği uygulamasında kullanılacak temel ölçütlerin anlamlı bilgiler üretmesi ve yalın hedeflere zarar verici olmaması gerekmektedir. Seçilen ölçütlerin karar vermek için yöneticilere doğru bilgi sağlayıcı özellikler taşıması beklenmektedir (Rother ve Shook; 1999: 99). Yalın bir değer akışında kullanılan başlıca değerlendirme ölçütleri şunlardır:

- **Takt zamanı:** Takt ritim ya da metre anlamına gelen Almanca bir sözlüktür. Takt müşteri talebinin hızıdır ve üretim için hedef süredir (Rother ve Shook; 1999: 44). Takt zamanının amacı üretimin talep ile kesin olarak örtüşmesini sağlamak olarak görüldüğünden yalın üretimin kalp atışları olarak tanımlanmaktadır (Marchwinski ve Shook; 2007: 93). Bir hücre içinde tek parçalı akış oluşturulduğunda, bu hücrenin işlemesi için hangi hıza göre

tasarlanması gerektiği, makine kapasitesi, kaç çalışana ihtiyaç olacağı takt süresine göre belirlenmektedir (Liker; 2005: 128). Takt zamanı hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak makine ve operatör sayısı hesaplanmaktadır.

- **Çevrim süresi:** Bir süreç tarafından parça veya ürün tamamlanma sıklığıdır ve bitmiş ürünün hücrenin sonuna ne sıklıkla geldiğini ifade etmektedir. Eğer çevrim süresi takt zamanından daha kısa olursa aşırı üretim olacaktır ve bu durum fazladan operatör kullanıldığını göstermektedir (Rother ve Shook; 1999: 21).
- **Katma değer süresi:** Müşterinin parasını ödemeye istekli olduğu şekilde ürünü dönüştüren iş elemanlarının süresi olarak tanımlanmaktadır (Marchwinski ve Shook; 2007: 19).
- **Değer yaratmayan süre:** Müşterinin bakış açısından bir ürüne maliyet ekleyen fakat değer katmayan faaliyetler için harcanan süredir (Marchwinski ve Shook; 2007: 19).
- **Akış süresi:** Bir parçanın, bir süreçte veya değer akışında başlangıçtan bitişe hareketi boyunca geçen süredir (Rother ve Shook; 1999: 21).

Değer akışında ayrıca değer katkısı oranı olarak da bilinen değere katılan sürenin toplam iş bitim süresine oranı olan üretkenlik değerine de önem verilmektedir. İşletmelerin yalın üretime geçiş dönemlerinde değer anlayışının gelişiminin etkisiyle yukarıdaki ölçütlerde önemli gelişmeler görülmektedir.

3. Literatür Taraması

Değer akış haritalama tekniği, yalın üretim uygulamalarında sıkça kullanılmakta olduğu için, literatürde yer alan çalışmalara da pek çok kez konu olmuştur. Tablo 1’de yerli ve yabancı çalışmalarda değer akış haritalamanın kullanımına ilişkin özetleme yapılmaktadır.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar(lar)	Yıl	Uygulama Alanı	İyileştirme	Çalışma Başlığı
Emiliani M.L., Stec D.C.	2004	Değer Akış Haritalama Tekniği ile Liderlik	İnanç, Davranış ve Rekabet Konularına Etkisi	Using value-stream maps to improve leadership
Birgün S., Gülen K.G., Özkan K.	2006	Traktör Üretim İşletmesi, Hidrolik Kapak Montaj Hattı	Döküm Kapaklar, Talaşlı İmalat, Kaplama, Bitmiş Ürünler, Üretim Temin Süresi, Katma Değer Süresi, Toplam Envanter Devri	Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama
Manos T.,	2006		Derleme Yazısı	Value Stream Mapping-an Introduction
Garcia, F. C., Partner, P. E	2007	İşyeri Düzeninin İyileştirilmesi	Temin Süresi, İsrafın gözlenebilirliği, Süreç iyileştirme projelerinin etkisinin belirlenmesi	Using Value Stream Mapping to Develop Improved Facility Layouts
Gahagan S. M.	2007	Değer Akış Haritalama Tekniğinin Simülasyon Modeli ile Uygulanması	Kazanımların belirginleştirilmesi	Adding Value To Value Stream Mapping: A Simulation Model Template For VSM

Alaca H.	2010	Beyaz Eşya Sektörü, Kontrol Panosu Serigrafi Baskı	Tuş Baskı Süresi, Serigrafi Baskı Süresi, Kaynak Süresi	Değer Akış Haritalama Araçları İle Değer Zinciri Analizi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama
Singh E.P., Singh H.	2012	Traktör Üretim İşletmesi,	Temin süresi, Envanter Miktarı, Düşük İşgücü	Application Of Lean Tool (Value Stream Mapping) In Minimisation Of The Non- Value Added Waste (A Case Study Of Tractor Industry)
Efe Ö.F., Engin O.	2012	Acil servis, Muayene + Röntgen + Laboratuvar + Ultrason + Tomografi İşlemlerini Gören Hasta Grubu	Muayene, Laboratuvar, Röntgen, Tomografi, Ultrason Uygulamalarında Bekleme İşlem ve Temin Süresi	Yalın Hizmet - Değer Akış Haritalama Ve Bir Acil Serviste Uygulama
Akçaoğlu Ö.	2012	Beyaz Eşya Sektörü, Serigrafi, Kazan Hattı, Fabrika Stok Alanı	Malzemede değişim yapılması, yeni makina yatırımı yapılması, süreçlerde değişiklik yapılması	Değer Akış Haritalarında Belirlenen Darboğazların Çözümü İçin Bayes Ağları İle Senaryo Üretimi: Çamaşır Makinası Fabrikasında Bir Uygulama
Lv, M., Wang, Q., Zhang, N., Jiang, J. C.	2014	Ayakkabı Üretim Tesisi	Çekme Sistemi, Görsel Kontrol, Otomasyon	The Analysis and Application of VSM in a Shoemaking Enterprise
Meng, C., Kim, S., Kim, S., Son, Y. J.	2015	Değer Akış Haritalama Tekniğinin Simülasyon Modeli ile Uygulanması	Üretim verimliliği, Enerji Tüketimi	A Value Stream Mapping Interface for Manufacturing Simulation
Maraşlı H., Akça Ç., Kama A.	2016	Dondurma Üretim İşletmesi, Üretim Hattı	Toplam Hammadde Stok Envanteri, Toplam Üretim İstasyonları Arası bekleme süresi	Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması
Doğan N. Ö., Ersoy Y.	2016	Araştırma ve uygulama merkezi, Analiz Bölümü	Toplam İşlem Süresi, İşlem Güvenilirliği	Hizmet Sektöründe Değer Akış Haritalama Uygulaması: Bir Üniversite Araştırma Ve Uygulama Merkezi Örneği
Bulut K., Altunay H.	2016	Mobilya Üretim İşletmesi, Üretim Hattı	Delik Delme, Kenar İşleme Vardiya başına Ürün Kazanımı	Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama

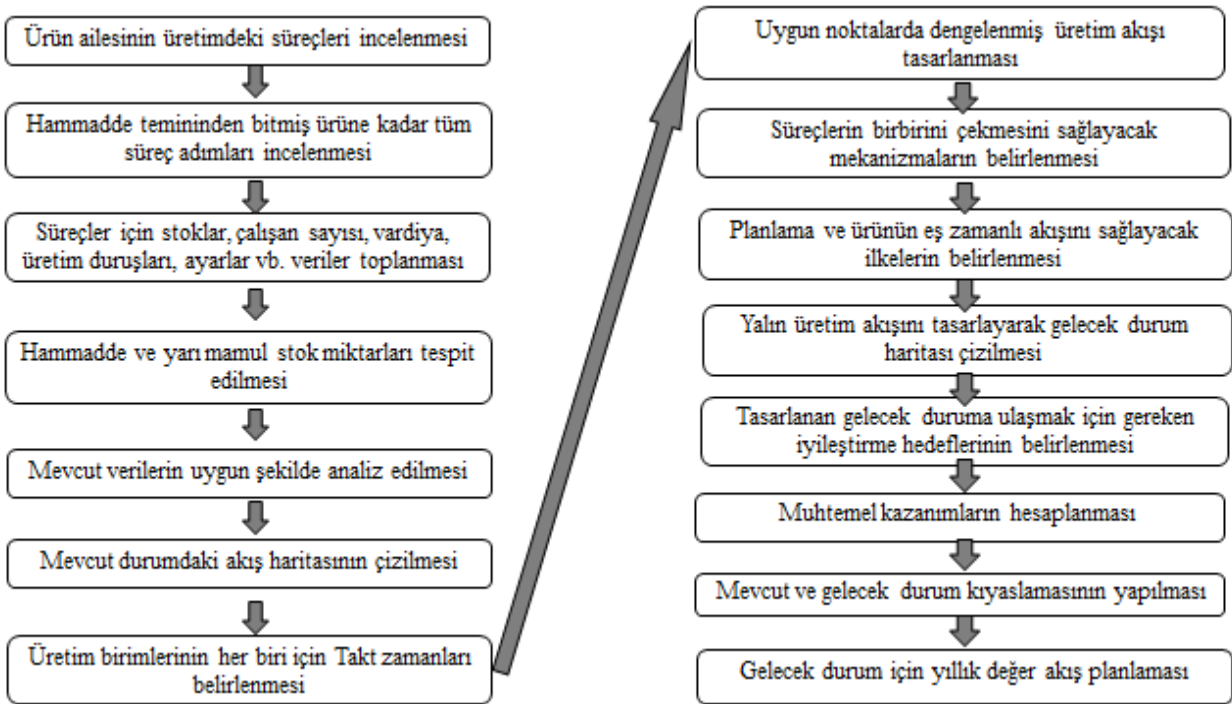
Adalı M.R., Kiraz A., Akyüz U., Halk B.	2016	Traktör Üretim İşletmesi,	Toplam Akış süresi; Çalışma süresi, Çevrim zamanı, Hazırlık süresi, Kapasite Kullanımı, Vardiya Sayısı	Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniklerinin kullanılması: Büyük ölçekli bir traktör işletmesinde uygulama
Chowdhury, A. H., Shahriar, S., Hossen, T., Mahmud, P.	2016	Ayakkabı üretim tesisi	Çevrim Süresi	Reduction of Process Lead Time Using Lean Tool - Value Stream Mapping (VSM)

Tabloda da görüldüğü üzere değer akış haritalama tekniğinin uygulama alanı değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca uygulama sonuçları uygulama alanının esnekliği ile birlikte sağladığı iyileştirmeler bakımından da değer akış haritalama tekniğinin faydaları olarak açıklanabilmektedir.

4. Üretim Hattı Tasarımında Değer Akış Haritalama Uygulaması

Otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren cıvata-somun üretim işletmesi, müşteri memnuniyetini arttırmak ve çalışmalarını iyileştirmek için üretim alanında yaşanan sorunlara çözüm arayışı içerisinde. İşletmenin problemleri, üretim alanında çok fazla yarı mamul stoku bulunması nedeni gözle görülür hale gelmektedir. Diğer problemler ise, hammaddenin sipariş sonrasında temin süresinin uzun olması, üretim hatlarında izlenebilirliğin zor olması, bazı üretim süreçlerinde yaşanan darboğazlar nedeniyle teslim sürelerinin gecikmesi gibi örneklerden oluşmaktadır. İşletme yalın üretime geçiş aşamasındadır ve yaşadığı olumsuzluklara çözüm bulmak amacıyla değer akış haritalama tekniği kullanarak problem noktalarını detaylandırmak istemektedir. İşletmenin bu amaçla izlemesi gereken yol Şekil 2’de özetlenmektedir.

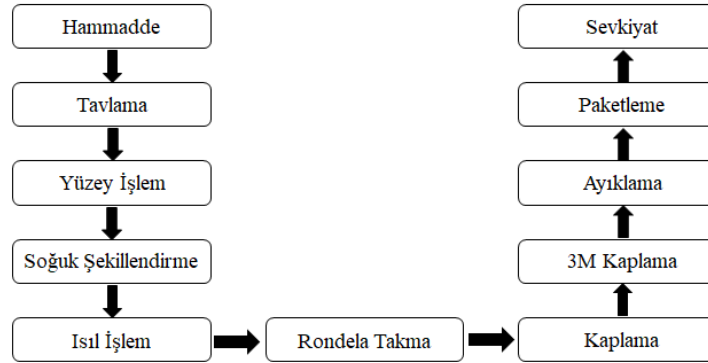
Şekil 2: Çalışmada İzlenen Yol



4.1. Ürün Ailesinin Seçimi

İşletmenin cıvata ve somun olarak iki ayrı ürün ailesi bulunmaktadır. İşletme yarı mamul stok miktarının daha fazla olması nedeniyle çalışmaya öncelikle cıvata üretim hattından başlamayı istemektedir. Bu amaçla cıvata ürün ailesinin geçirdiği ana süreçler incelemeye alınmıştır. Şekil 3'te ürün ailesinin üretim sürecinde geçtiği adımlar gösterilmektedir.

Şekil 3: Ürün Ailesinin Geçirdiği Ana Süreçler



Hammadde olarak gelen demir kangallar öncelikle tavlama işlemi görmektedir. Ardından yüzey işlem bölümünde kimyasal olarak ilk kaplamaları yapılmakta ve kitle üretimi yapan soğuk şekillendirme makinelerinde dakikada 200 adet ürün şeklini almaktadır. Ürünler rondela takma işlemi ile kullanım özelliğine göre şekillendirilmekte ve kaplama ile 3M kaplama işlemlerinde renk cila parlaklık ve mukavemet özelliğini destekleyici film kaplama yapılmaktadır. Ardından ayıklama işleminde ürünlerin boyut, form bozukluğu, çatlak kontrolü yapılarak paketlemeye hazır hale getirilmektedir. Ürünler müşteri talepleri doğrultusunda paketlenerek sevkiyata gönderilmektedir.

4.2. Mevcut Durum Analizi

Cıvata üretimi ile ilgili problemlerin görüldüğü üretim hattı üzerinde, mevcut durum haritası oluşturulması amacıyla akış boyunca süreci uygulayan çalışanlarla yüz yüze görüşerek bilgi toplanmıştır. Elde edilen bilgiler ile süreç haritası çıkarılmıştır. Ardından, teslimattan başlayıp, akış yönünün tersine doğru çalışılarak kronometre ile ölçüm yapılmış ve değer akışı haritasına işlenecek mevcut veriler temin edilmiştir. Haritalamanın anlaşılabilir olması için ürün ailesinin geçirdiği süreçleri kapsayan sade bir gösterimden yararlanılmıştır. Mevcut durum ile ilgili veriler Tablo 2 ile gösterilmektedir.

Tablo 2: *Mevcut Durum Verileri*

	Ürün XXX
Yarı Mamul Stok Miktarı	1928 ton
Hammadde Stok Miktarı	3538 ton
Katma Değerli Süre	3,5 sn
Katma Değer Yaratmayan Süre	86,7 gün
Hammaddenin Sipariştten Sonraki Geliş Süresi	80 gün
Darboğaz Görülen Süreçler	Kaplama Ayıklama

Değer akışı yaratmak için hedeflenen çekme noktaları stok miktarının fazlaca görüldüğü yerler olarak belirlenmiştir. Çözüm olarak, işlem aralarında, tavlı veya yüzey işlemleri için, yardımcı malzemeler, soğuk şekillendirme – ısıtma işlem süreçleri için süpermarket yapılması ve hammadde için kanban kartları kullanılması düşünülmüştür. Ayrıca, çalışma alanından öneriler toplanarak değerlendirmeye alınmıştır. Sunulan önerilerden değer akış haritalama ile ilgili olanlar;

- ✓ 5S uygulamalarının yapılması, üretim partilerinin küçültülmesi ve gerekli fiyestür- aparatların yapımı ile dengelenmiş üretim planının uygulanması
- ✓ FIFO'nun uygulanması ile işlerin günlük olarak planlanması, tek noktaya göre iş emri verilmesi ve diğer tüm birimlerin imalatının fiili üretime göre çalışması için sinyal mekanizmalarının oluşturulması,
- ✓ Süpermarketlerin kurulması, her parça için minimum maksimum stok seviyelerinin belirlenmesi ve kanban yerlerinin belirlenmesi,
- ✓ Kaplama, fason işlemler, ayıklama ve paketleme için planlama bölümü tarafından program yapılması,
- ✓ Âtıl stokların (hammadde + bitmiş ürün) değerlendirilmesi, hammaddenin daha sık gelmesi için alternatif yolların araştırılması
- ✓ Hammadde taşımalarının işletme tarafından organize edilmesi,
- ✓ TPM çalışmaları başlatılması, kalıp projesinin hızlandırılması, bakımların hızlandırılması için çalışma yapılması ve üretimde otomatik veri toplama sisteminin kurulması olarak sıralanmaktadır.

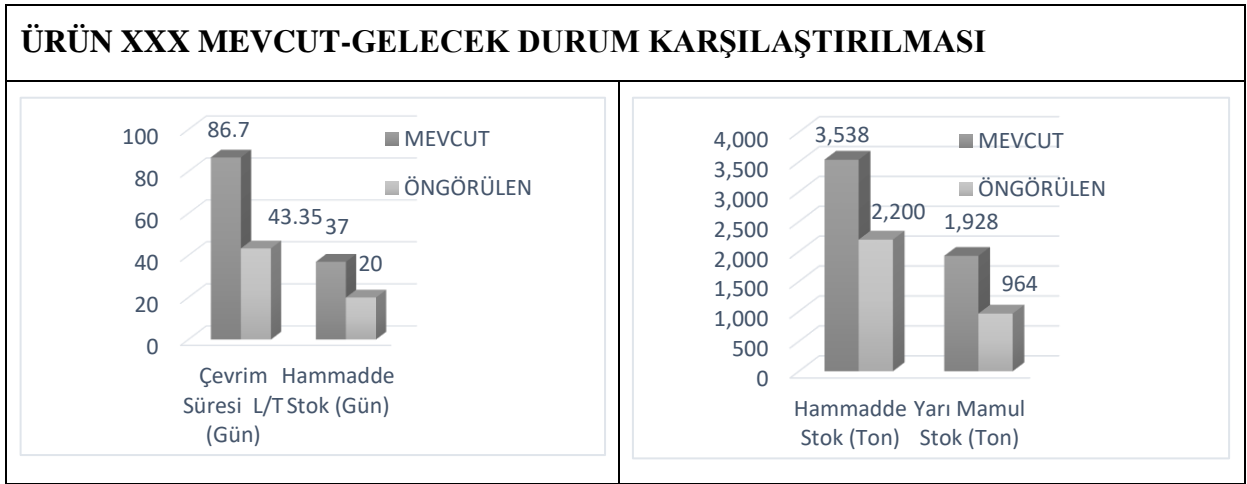
4.3. Gelecek Durum Analizi

İşletmenin amaçladığı iyileştirmeleri yapabilmek için fabrikada tüm bölümler kendi planlarını yapmaktadır. Mevcut durumda iyileştirmelerin ardından gelecek duruma ulaşıldığında elde edilecek sonuçlar kıyaslanarak Tablo 3'te gösterilmektedir. İşletmenin yapmış olduğu iyileştirmelerin faydası değerlendirilmektedir. Toplam akış süresinde gerçekleştirilmek istenen iyileştirme %50 oranındadır ve hammadde stok miktarı %45 oranında iyileştirilmektedir. Bu şekilde stok devir hızı iki katına çıkması hedeflenmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda üretkenlik %15 artacaktır.

Tablo 3: Mevcut Durum Hedeflenen Durum Değerleri

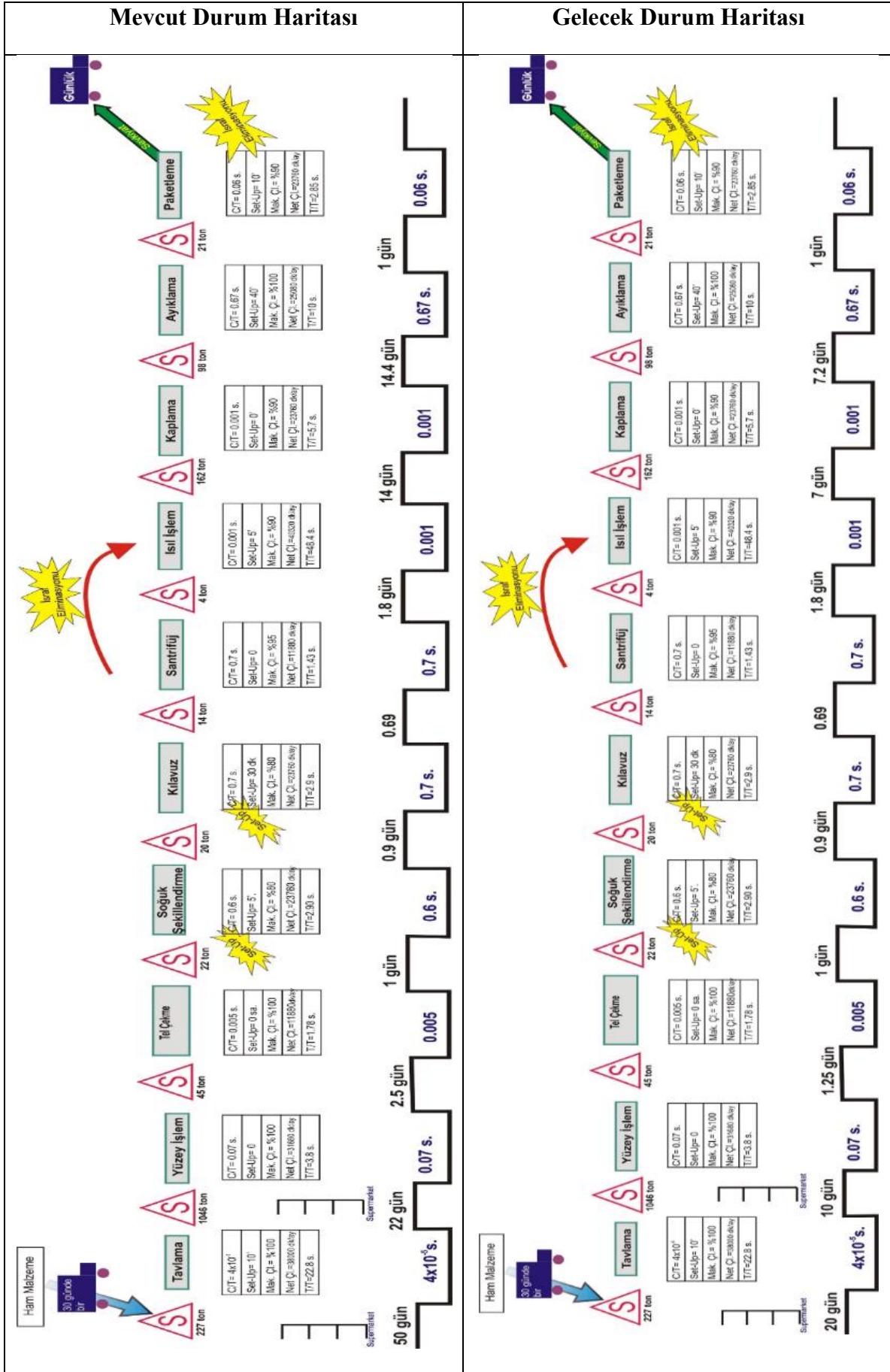
ÜRÜNLER	ÜRÜN	
	MEVCUT	HEDEF
TOPLAM AKIŞ SÜRESİ	86,7 Gün	43,45 Gün
HAMMADDE STOK	37 Gün	20 Gün
AYLIK STOK DEVİR HIZI	0.38	0.76
ÜRETKENLİK	% 15 artış	

Tablo 2’de verilen akış süresi, günlük hammadde stoku, aylık stok devir hızı gibi göstergelere ek olarak, hammadde ve yarı mamul stok miktarlarına ait mevcut durum ve gelecek durum karşılaştırılması Şekil 4’te gösterilen grafikler yardımı ile belirtilmektedir. Gelecek durumda yaşanması planlanan iyileştirmeler ortaya çıkarılmaktadır.

Şekil 4: Mevcut Durum Gelecek Durum Karşılaştırılması

Ürün XXX için belirlenen mevcut durumda yapılacak iyileştirmeler ışığında gelecek durumda olması planlanan noktaların işletmenin menfaatleri doğrultusunda olduğu açıkça görülmektedir. Bu menfaatlerin değer akış haritalama ile çizime dökülmesi ve mevcut durum haritası ile gelecek durum haritalarının oluşturulması amacıyla yapılan çalışmalar sonucu Şekil 5’te gösterilen süreç haritaları oluşturulmaktadır.

Şekil 5: Ürün I için Mevcut Durum ve Gelecek Durum Haritaları



4.4. Değer Akışı Plan ve Uygulama Karşılaştırması

İşletmeler en nihayetinde ekonomik örgütlerdir ve yapılan iyileştirmelerin maddi kazanımlarını görmek istemektedir. Tablo 4’te belirlenen mevcut durumda yapılacak iyileştirmeler ışığında gelecek durumda olması planlanan noktaların işletmeye sağlayacağı maliyet faydası gösterilmektedir.

Tablo 4: Ürün XXX için Maliyet Göstergeleri

	STOK	MALİYET
Hammadde	3538	2.350.000 €
Yarı Mamul	1928	1.928.000 €
Bitmiş Ürün	1469	1.700.000 €
Üretim		3.000.000 €
Kalitesizlik Maliyeti		477.000 €

Mamul-yarı mamul ve hammadde stoklarında yalın üretim felsefesinin uygulanması halinde %50 iyileştirme ile elde edilecek sonuçlar, Tablo 3’te gösterilmektedir. İşletme Ürün XXX için 5,978,000 € stok maliyetine katlanmaktan kurtulmaktadır. Değer akış haritalama tekniği ile oluşturulan gelecek durumda işletme için toplam 11,378,000 € maliyet tasarrufu öngörülmektedir. Bu durum işletmenin bu uygulamadan elde edeceği kazancı göstermekle birlikte azımsanmayacak kadar güçlü bir fayda sağlamaktadır.

Sonuç ve Değerlendirmeler

İmalat işletmeleri, faaliyetlerini iyileştirme konusunda çok fazla açık alan bulundurmaktadır. Günlük hayatta sürdürülen işlemlerin küçük müdahalelerle iyileştirilmesi işletmelere beklenenden çok daha fazla kazanım sağlayabilmektedir. Bu çalışmada da müşteri talebini karşılamada zorluk çeken bir sanayi işletmesinin çevrim süresinin kısaltılmasına yönelik yapılan araştırmalar sırasında stokların fazla tutulması ve işletmeye hantal bir yapı kazandırdığı problemi ile karşılaşmıştır.

Yalın üretim teknikleri ile iyileştirmeler yapılırken işletmenin çevrim süresinin azaltılması, stok miktarının düşürülmesi, karşılaşılan aksaklıkların giderilerek kalite maliyetlerinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Değer akış haritalama yöntemi kullanılarak işletmenin içinde bulunduğu mevcut durum gözler önüne serilmiş, yapılması planlanan iyileştirmelerin ardından işletmenin ulaşacağı nokta olarak gelecek durum haritası çizilmiştir.

İşletmenin yapılması önerilen iyileştirmelerden sağlayacağı fayda hesaplanmıştır ve %50 oranında bir iyileştirme öngörülmüştür. Bu oran işletmenin faaliyetlerini sürdürürken göremediği ancak değer katmayan faaliyetler olarak nitelendirilen israf kapılarının kapatılması ile ulaşılan noktadır. İsrafin ortadan kaldırılması, işletmeye stokların azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve kalitenin artırılması gibi faydalar sağlamaktadır. Bu çalışma gelecekte, işletmenin diğer ürün gruplarına da uygulanarak işletmenin yalın üretim yolunda ilerlemesine rehberlik görevi üstlenecek bir çalışmadır.

Kaynakça

Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., ve Halk, B. (2017). “Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama.” *Sakarya University Journal of Science*, 21(2), 242 – 251.

- Akçaoğlu, Ö. (2012). “Değer Akış Haritalarında Belirlenen Darboğazların Çözümü İçin Bayes Ağları İle Senaryo Üretimi: Çamaşır Makinası Fabrikasında Bir Uygulama” *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi).
- Alaca, H. (2010). “Değer Akış Haritalama Araçları İle Değer Zinciri Analizi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama” *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi).
- Birgün, S., Gülen, K. G., ve Özkan, K. (2006). “Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 47-59.
- Bulut, K., ve Altunay, H. (2016). “Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama.” *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 8(1), 48-55.
- Chowdhury, A. H., Shahriar, S., Hossen, T., ve Mahmud, P. (2017). “Reduction of Process Lead Time Using Lean Tool-Value Stream Mapping (VSM).” *In Applied Mechanics and Materials*. 860, 74-80.
- Doğan, N. Ö., ve Ersoy, Y. (2016). “Hizmet Sektöründe Değer Akış Haritalama Uygulaması: Bir Üniversite Araştırma Ve Uygulama Merkezi Örneği”. *Dumlupınar University Journal of Social Science*, 48, 103 - 116.
- Efe, Ö. F., ve Engin, O. (2012). “Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama”, *Verimlilik Dergisi*, 4, 79 – 107.
- Emiliani, M. L., ve Stec, D. J. (2004). Using Value-Stream Maps To Improve Leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 25(8), 622-645.
- Fawaz A. ve Rajgopal, J., (2007), “Analyzing The Benefits Of Lean Manufacturing And Value Stream Mapping Via Simulation: A Process Sector Case Study”, *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Gahagan, S. M. (2007). “Adding Value To Value Stream Mapping: A Simulation Model Template For VSM.” *In IIE Annual Conference. Proceedings Institute of Industrial and Systems Engineers*, 712 - 717.
- Garcia, F. C., Partner, P. E., ve Director, P. (2007) “Using Value Stream Mapping to Develop Improved Facility Layouts.” *IIE Annual Conference Proceedings*, 1-7.
- Hines, P., Rich, N., ve Ann E., (1998), “Creating a Lean Supplier Network: a Distribution Industry Case”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*. 4(4), 235-246.
- Jones, T. D., ve Womack. J.P., (2001), “Bütünü Görmek.” Ayperi Okur, Bülent Kılınç, Ülkü Kulaç (çev.), *İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları*, Versiyon 1.0, 2001.
- Kabadurmuş, Ö., ve Durmuşoğlu, M.B., (2005), “Aksiyomlarla Tasarım İlkelerini Kullanarak Çekme/Kanban Üretim Sistemlerinin Tasarımı”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 18(2), 2 – 28.
- Liker, J.K., (2005), “Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi”, Ümit Şensoy (çev.), *İstanbul: Orhan Holding Yayınları*.
- Lv, M., Wang, Q., Zhang, N., ve Jiang, J. C. (2014). “The Analysis and Application of VSM in a Shoemaking Enterprise” *In Applied Mechanics and Materials*,. 635, 1895-1899.
- Manos, T. (2006). “Value Stream Mapping-An Introduction”. *Quality Progress*, 39(6), 64.

- Maraşlı, H., Akça, C. ve Kama A. (2016). “Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması”, *International Journal of Academic Values Studies*, 2(4), 106 – 120.
- Marchwinski, C., ve Shook, J., (2007), “Yalın Kavramlar Sözlüğü”, Ayşe Soydan ve Regaip Baran(çev.), *İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları*.
- Meng, C., Kim, S., Kim, S., ve Son, Y. J. (2015). “A Value Stream Mapping Interface for Manufacturing Simulation”. *In IIE Annual Conference. Proceedings, Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*. 1060-1069.
- Morgan, J.M, ve Liker, J.K., (2007), “Toyota Ürün Geliştirme Sistemi”, Aysel Yılmaz(çev.), *İstanbul: Farba Yayınları*.
- Rother, M., ve Rick H., (2001), “Sürekli Akış Yaratmak”, Ülkü Kulaç (çev.), *İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları*, Versiyon 1.0.
- Rother, M., ve Shook, J., (1999), “Görmeyi Öğrenmek”, *İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları*, Versiyon 1.2.
- Seth, D., ve Gupta, V., (2005), “Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study”, *Production Planning and Control*, 16(1), 44 – 59.
- Singh, P., ve Singh, H. (2012). “Application of Lean Tool (Value Stream Mapping) in Minimisation of the Non-Value Added Waste (A Case Study of Tractor Industry)”. *In Applied Mechanics and Materials*, 110, 2062 - 2066.
- Spear, S.J., (2006), “Learning to Lead at Toyota”, HBR Business Review on Supply Chain Management, *Boston: Harvard Business School Press*.
- Spear, S.J., ve Bowen, H.K., (1999), “Decoding DNA of the Toyota Production System”, *Harvard Business Review*.
- Wang, L., ve Yuan, Q. (2009). “Lean Accounting Based On Lean Production. In Management and Service Science”, *International Conference on MASS'09*.
- Wolniak, R., ve Zasadzien, B.S. (2014). “The Use of Value Stream Mapping to Introduction of Organizational Innovation in Industry”. *Journal Of Metalurgija*, 53(4), 709-712.
- Womack J.P., ve Jones, D.T., (1994) “From Lean Production to the Lean Enterprise”, *Harvard Business Review*, March-April 1994.
- Womack, J.P., Jones, D., Ross, D., (1992) “Dünyayı Değiştiren Makine”, Osman Kobak(çev.), *İstanbul: Otomotiv Sanayi Derneği Yayınları*.
- Womack, J.P., ve Jones, D.T., (1998), “Yalın Düşünce”, Nesime Aras (çev.), *İstanbul: Sistem Yayınları*.
- Womack, J.P., Jones, D.T., ve Roos, D. (1990). “The Machine That Changed The World” *New York: Rawson Associates*.