



ISI DEĞİŞTİRİCİ ÜRETİM HATTINDA DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASININ ETKİLERİ

Seda KUĞU^{1*}, Ramazan KÖSE¹

¹Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZ

Günümüz şartlarında rekabet koşulları göz önüne alındığında emek yoğun olarak üretim yapan işletmelerde verimlilik çalışmaları önem arz etmektedir. Verimlilik artırma çalışmalarının temelinde yalın üretim çalışmaları vardır. Bu çalışmada yalın üretim çalışmaları kapsamında bir proje olarak seçilen ısı değiştirici akışında yapılan değer akış haritalama çalışmasına yer verilmiştir. Mevcut durum detaylı olarak incelenerek, elde edilen veriler ışığında kaizen noktaları belirlenmiştir. Belirlenen kaizenler için aksiyon planı oluşturularak, tüm çalışmaların tamamlanması için 12 haftalık termin süresi verilmiştir. Yapılan çalışmalar ışığında gelecek durum haritası hazırlanarak proses sürelerinde %30, ara stok miktarlarında %50 düşüş hedefi verilmiştir. Çalışmalar tamamlandığında proses sürelerinde %31,1 ve ara stok miktarlarında %59,1 azalma görülmüş ve verilen hedefler tutturularak daha etkin bir çalışma elde edilmiştir. Alınan aksiyonların etkinliği hat düzeni ve diğer çalışma hatlarını da pozitif yönde etki etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değer akış haritalama, yalın üretim, verimlilik, ısı değiştirici, süreç iyileştirme

Abstract

Considering the competitive atmosphere in recent conditions, productivity operations are important in labour intensive enterprises. Lean production studies are the basis of productivity enhancement efforts. In this study, the value stream mapping study in the heat exchanger product which selected as a project carried out within the scope of lean production studies is included. The current situation was examined in detail and the kaizen points were determined based on the data obtained. An action plan was created for the determined kaizens and 12 weeks deadline was given to complete all works. Based on the studies carried out, a future situation map has been prepared, targeting a 30% reduction in process times and a 50% reduction in intermediate stock amounts. When the studies were completed, a decrease of 31.1% in process cycle times and 59.1% in the amount of buffer stocks was observed, and more effective work was achieved by achieving the given targets. The effectiveness of the actions taken had a positive effect on the line layout and other working lines.

Keywords: Value stream mapping, leanmanufacturing, efficiency, heat exchanger, process improvement

Sorumlu Yazar: Seda KUĞU, sedahkugu@gmail.com

1.GİRİŞ

Bu çalışma; ısı değiştirici sektöründe üretim yapan bir işletmede, katma değeri yüksek ürün grubu olarak üretimi yapılan bir ürün hattında yapılan değer akış çalışması üzerine hazırlanmıştır. Hazırlanan çalışmada, yıllık sipariş adeti diğer ürünlere oranla yüksek olan ve tek kod olarak üretilen ısı değiştiricisi incelenmiştir.

Verimlilik artırma ve yalın üretim çalışmalarına büyük ölçüde önem verildiği için ısı değiştirici üretim hattı; her açıdan incelenmiş ve iyileştirme noktaları belirlenerek aksiyon planları oluşturulmuştur. Aksiyonlar takip edilip gerçekleştirilmesi sağlanarak, çalışmanın sonunda, en başta verilen hedefler gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar ortalama 12 hafta gibi bir sürede tamamlanmış ve 12 haftanın sonunda sürekliliği sağlamak için hat üzerinde takip çalışmaları devam etmiştir.

Isı değiştiriciler; bakır boru, alüminyum boru, çelik boru, çelik tel, alüminyum sac, çelik levha, bakır tel vb. gibi başlıca malzemelerle üretilmektedir. Kullanılan malzemeler mekanik ve termofiziksel özelliklerine göre uygun işlemlerden geçirilerek üretilmektedir. Üretim hacmi yüksek ve değişken adetlerde hatlardan geçirilen ürünler genellikle emek yoğun olarak üretilmektedir. Bu sebeple hatlarda çalışan operatörlerde dikkat ve yetkinlik aranmaktadır. Üretim adetleri ve çeşitliliğin fazla olduğu bu tarz üretim yapan işletmelerde, kaliteden ödün vermeden kendi içerisinde bir takım çalışmalar yaparak daha ucuza mal etmek önemlidir. Yapılan bu çalışmalar rekabet edilebilir olmak açısından da gereklilik arz eder.

Isı, sıcaklık farkının neden olduğu geçiş halindeki bir enerji şeklidir. Bu işlem, ısı geçişi olarak adlandırılır. Bir bölgeden diğer bölgeye ısı enerjisinin geçişi iletim, taşınım ve ışıyım olmak üzere üç şekilde görülebilir. [1]

Isıl uygulamalarda en çok karşılaşılan işlemlerden biri, katı bir cidarla birbirinden ayrılan farklı sıcaklıklarda bulunan akışkanlar arasındaki ısı alış verişidir. Farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı değişimini sağlayan bu sistemler ısı değiştiriciler diye adlandırılır [2]. Isı değiştiricilerin pratikte geniş bir uygulama alanı bulunmakta olup değişik tasarımda olabilirler [3].

Isı değiştiricileri genelde akış düzenlemelerine ve konstrüksiyon tiplerine göre sınıflandırılırlar. En basit ısı değiştirici konstrüksiyonu, iç içe eş eksenli iki boru içinde, sıcak ve soğuk akışkanların birbirine göre aynı ya da ters doğrultuda hareket etmesi ile gerçekleştirilebilir. Örnek olarak, paralel

akışlı düzenlemede, sıcak ve soğuk akışkanlar ısı değiştiricinin aynı ucundan girerek aynı doğrultuda akarlar ve ısı değiştiricinin diğer ucundan ısı değiştiriciyi terk ederler. [4]

Bu çalışmada, soğutma sistemlerinde evaporatör (buharlaştırıcı) olarak kullanılan ısı değiştiricinin değer akış çalışması ile üretim aşamaları ve iyileştirme çalışmaları anlatılmıştır.

2. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ

Değer akış haritalama, israfı ya da mudaları yok etmek için yaygın olarak kullanılan bir yalın araçtır. Değer akış haritalama, bir ürünün değer zincirindeki malzeme ve bilgi akışında yer alan her sürecin haritasını ortaya çıkardığı için faydalıdır. Mevcut durum ve gelecek durum olarak çizilir. Hammadde alımından bitmiş ürünün müşteriye teslim edilene kadar tüm aşamalarını gösterir. Klasik bir süreç haritasından ya da altı sigma süreç iyileştirme çalışmalarından daha kapsamlıdır ve daha fazla bilgi içerir [5].

Değer akış, her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Her ürünün akışı için gerekli olan ana akışları sıralamak gerekirse; hammaddeden müşteriye üretim akışı, ürün geliştirme süreci yani tasarım olarak verilebilir. [6]

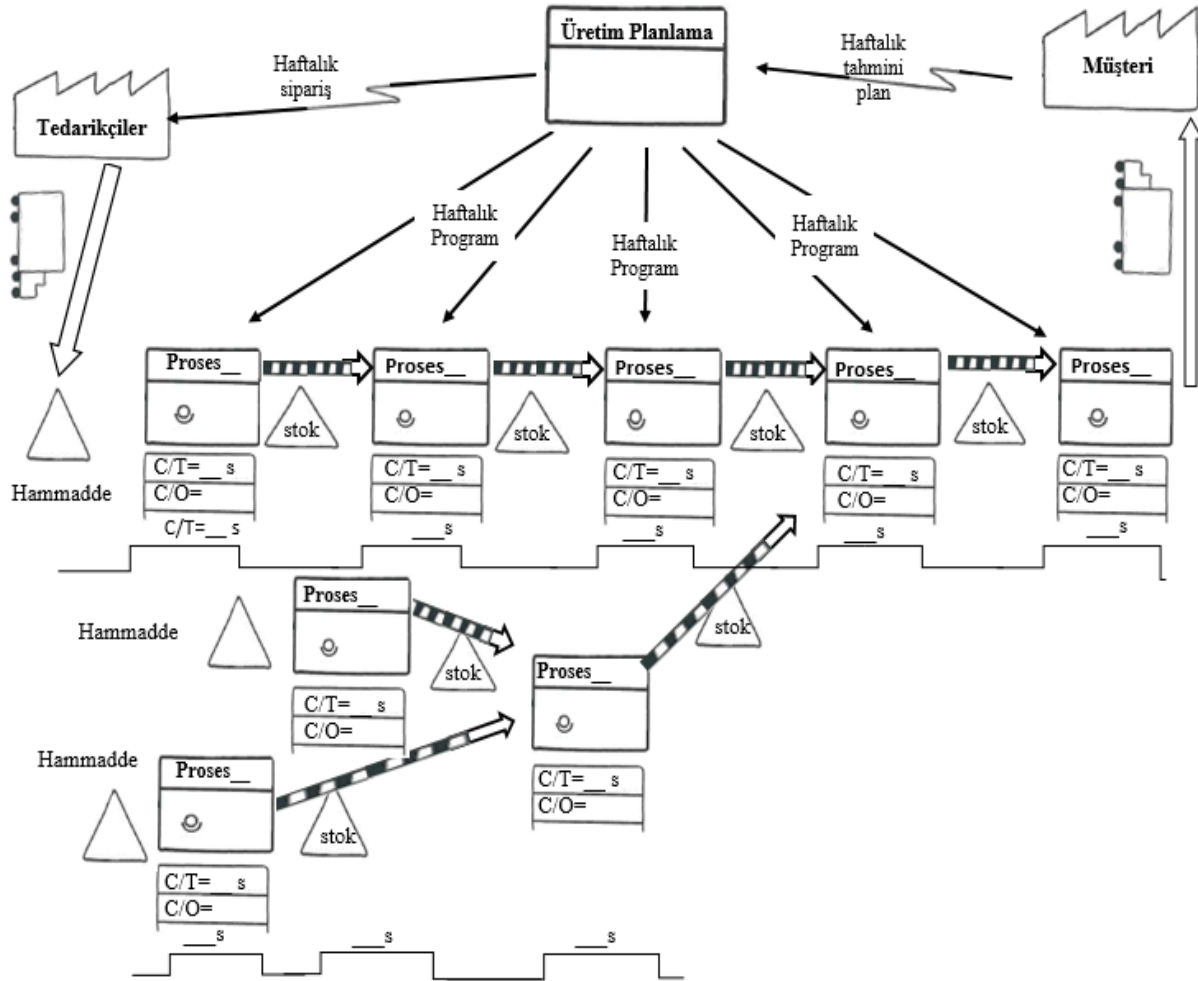
İşletmelerde konusu geçen iyileştirme kavramının temeli, yalın üretim sistemlerinden gelmektedir. Yalın üretim bir şirketin her bir faaliyetinde bulunan israf ve gecikmeleri yok ederek faaliyetin katmış olduğu değeri maksimize eden üretim sistemleridir. İşletmelerin imalat süreçleri olup olmamasına bakmaksızın süreçleri iyileştirmek çok önemlidir [5].

Yalın sistemlerin hedefi muda olarak adlandırılan sekiz israfı ortadan kaldırmaktır. Bu sekiz israf; fazla üretim, fazla işlem, gereksiz taşıma, gereksiz hareket, bekleme, hatalı üretim, fazla stok, çalışandan az yararlanma olarak sıralanabilir. Yalın sistemlerde, mudaları ortadan kaldırarak gerek duyulduğunda ürün ve hizmet üretmek ve sürekli iyileştirme amaçlanır. Sürekli iyileştirme yaklaşımı için Japonca kaizen terimi kullanılır [5].

Yalın sistemlerde en popüler olan öğelerden biri de kanban sistemidir. Kanban, Japonca kart ya da görünür kayıt anlamında olup üretimin akışını kontrol etmede kullanılır. Üretimde kullanılan kapların her birine kart eklenir. Bu kaplar günlük üretimin belli oranda yüzdesini karşılar. Kaptaki ürünler tamamen tükendiğinde, kaptaki ürünleri kullanan operatör kartı kaptan alarak sipariş kutusuna asar. Boş kap depolama alanına gider ve asılan kart yeni parçalara ihtiyaç olduğunu haber

verir. Kap doldurulduğunda kart tekrar dolu kaba gider ve üretime verilir. Çevrim bu şekilde devam eder. Kanban sistemleri çoklu üretim yapan hatlarda kullanılır [5].

Hammaddelerin işletmeye girdiği andan itibaren her bir kademede işlenip üzerine bir şeyler eklenerek bitmiş ürün olana kadar ardışık işlemlerden oluşan yola üretim hattı denir. Üretim hattında bulunan operasyonların gerçekleştirildiği alanlar iş istasyonu olarak tanımlanır [8].



Şekil 1. Değer akış haritalama yöntemi [6]

Şekil 1’de ve uygulamada verilecek olan değer akış haritalama çalışmasında bazı kısaltmalara yer verilmiştir. C/T ürün çevrim süresi, C/O model değiştirme süresi, s saniye, sa saat olarak kullanılmaktadır.

Rother ve Shook (1999) değer akış haritalama adımlarını anlattıkları çalışmalarında: sırası ile ürün ailesi seçimi, mevcut durum çizimi, gelecek durum çizimi ve iş planını açıklamışlardır. Benzer bir iyileştirme çalışmasında da, iyileştirmeler ve sürekli akış açıklanmıştır [7].

Değer akış haritalama yönteminin verildiği Şekil 1' de, işlemlerin anlaşılır olması için proses ve akışı gösteren bazı sembol ve şekiller kullanılmıştır. Sağ tarafta dağıtım noktası olarak sipariş gönderen işletme, sol tarafta hammaddelerin alındığı tedarikçiler verilmiştir. Üretim planları üretim yapacak işletmeye gelir ve üretim başlar. Üretim aşamaları operasyon olarak gösterilmiştir. Üretilen ürünler sevkiyata ile dağıtım noktasına gider. Süreç bu şekilde gösterilmiştir. Bu şekilde mevcut durum ve gelecek durum haritası hazırlanır. Gelecek durum ile ilgili fikirler mevcut durum haritasını çizerken oluşacaktır. Gelecek durumun geliştirilmesi mevcut durumun analizi ile başlamaktadır [6].

3. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI

Yapılan değer akış haritalama çalışmasında, üretim adeti yüksek bir ürün seçilmiştir [9]. Hattaki mevcut durumu çıkarmak için tüm üretim bölümleri incelenmiştir. Ürünün ambara tesliminden başlayarak ilk proseslere doğru tüm aşamalar tek tek, bir ekip halinde incelenmiştir. Üretimi aksayan yerler, darboğaz noktaları, fazla stok miktarı, bekleyen operasyonlar gibi verimsizlik noktaları kaydedilmiştir. Operasyonların süreleri, makine sayıları ve operasyon sayıları zaman etüt formuna kaydedilerek saniye cinsinden ortalama üretim süresi çıkarılmıştır [6].

Mevcut durum haritasında iyileştirme yapılacak kaizen noktaları sembol içine alınmış olup Şekil 2'de gösterilmektedir. Kaizen noktalarına gelecek durum için uygulama adımları adı altında aksiyon planı hazırlanmıştır [6].

Tablo 1. Evaporatör üretim süreleri - önceki durum

Evaporatör Üretim Hattı	Önce			
	Süre (s)	Makine sayısı	Çalışan Operatör Sayısı	Ortalama süre (s)
Boru kesim	12,5	1,0	1	12,5
Boru uç işlem	7,0	1,0	1	7,0
Tel kaynak	33,0	1,0	2	16,5
Boru uç büküm	114,0	3,0	2	19,0
Tel kesim	31,5	4,0	2	31,5
Evaporatör birleştirme kaynağı	229,0	1,0	2	114,5
Kaçak testi	93,0	1,0	2	46,5
Tapa takma	73,0	0,0	3	73,0
Çinko kaplama	110,0	1,0	2	55,0
Görünüş kontrol	56,0	0,0	2	56,0
Laklama	40,0	1,0	2	20,0
Gruplandırma-1	22,0	0,0	2	22,0
Gruplandırma-2	45,0	0,0	2	45,0
Gruplandırma-3	59,5	0,0	3	59,5
Ambalajlama	12,0	0,0	1	12,0
Toplam	937,5	10,0	28,0	590,0

Tablo.1’de görüldüğü gibi, üretim hattında toplam 15 sıralı operasyon ve 10 makine vardır. Toplamda da 29 operatör çalışmaktadır. Toplam proses süresi 937,5 saniyedir.

Mevcut durum oluşturulduktan sonra gelecek durum haritası hazırlanmaya başlanır [6]. Gelecek durum için kanban, çekme sistemleri kullanılabilir [5]. Seçilen ürünün adetleri yüksek olduğundan üretim akışı ve sürelerde iyileşme hedeflenen şekilde hazırlanmıştır [9]. Hazırlanan gelecek durumda, bitmiş ürünlerin ambara daha kısa sürede gittiği yani proses sürelerinin iyileşerek kısaldığı görülebilir [10].

hali eklenmiştir [6].

Çalışmalar tamamlandıktan sonra güncel süreler alınarak hattın verimliliği hesaplanmıştır. Üretim hattına yeni hedefler verilerek üretim takip edilmiştir. İyileştirilmiş sürelerde Tablo 2’de, görüldüğü gibi, proses sürelerinde düşüş olmuştur. Çalışma başlangıcında 15 adet proses varken iyileştirme sonrası proses sayısı 14’e düşürülmüş ve operatör sayısı azalmıştır.

Çalışmada israf sayısı minimuma indirilmiştir [6]. Fazla üretim ortadan kaldırılarak bazı proseslerde çekme sistemi için kanban kullanılmıştır [5]. Bazı proseslerde çevrim süresini en kısa süreye getirerek istasyon sayısını küçültmek ve hatlardaki denge kaybını en aza indirmek amaçlanmıştır [8].

Tablo 2. Evaporatör üretim süreleri - sonraki durum

Evaporatör Üretim Hattı	Sonra			
	Süre (s)	Makine sayısı	Çalışan Operatör Sayısı	Ortalama süre (s)
Boru kesim	9,8	1,0	1	9,8
Boru uç işlem	4,5	1,0	1	4,5
Tel kaynak	16,0	1,0	2	8,0
Boru uç büküm	78,0	3,0	2	13,0
Tel kesim	0,0	0,0	0	0,0
Evaporatör birleştirme kaynağı	135,0	1,0	2	67,5
Kaçak testi	72,0	1,0	2	36,0
Tapı takma	48,0	0,0	3	48,0
Çinko kaplama	110,0	1,0	2	55,0
Görünüş kontrol	52,0	0,0	2	52,0
Laklama	40,0	1,0	2	20,0
Gruplandırma-1	24,0	0,0	2	24,0
Gruplandırma-2	24,0	0,0	2	24,0
Gruplandırma-3	24,0	0,0	3	24,0
Ambalajlama	9,0	0,0	1	9,0
Toplam	646,3	10,0	27	394,8

İyileştirme çalışmaları yapıldıktan sonra, proseslerin son süreleri verilmiştir. Hatta gözle görülür

bir iyileştirme sağlanmıştır. Çalışmaların tamamlanması 12 haftayı bulmuştur. İyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması için düzenli olarak günlük, haftalık ve aylık denetim planı hazırlanarak devreye alınmıştır [10].

Evaporatör değer akış çalışması öncesi ve iyileştirme sonrası değerler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Evaporatör üretim süreleri – kazanım tablosu

Evaporatör Üretim Hattı	Önce			Sonra		
	Süre (s)	Çalışan Operatör Sayısı	Stok Miktarı (adet)	Süre (s)	Çalışan Operatör Sayısı	Stok Miktarı (adet)
Boru kesim	12,5	1	350	9,8	1	350
Boru uç işlem	7	1	1.250	4,5	1	600
Tel kaynak	33	2	9.000	16,0	2	3.600
Boru uç büküm	114	2	450	78,0	2	450
Tel kesim	31,5	2	1.200	0,0	0	
Evaporatör birleştirme kaynağı	229	2	120	135,0	2	60
Kaçak testi	93	2	8	72,0	2	5
Tapa takma	73	3	30	48,0	3	3
Çinko kaplama	110	2	50	110,0	2	30
Görünüş kontrol	56	2	7	52,0	2	30
Laklama	40	2	80	40,0	2	7
Gruplandırma-1	22	2	55	24,0	2	10
Gruplandırma-2	45	2	12	24,0	2	10
Gruplandırma-3	59,5	3	24	24,0	3	2
Ambalajlama	12	1	64	9,0	1	32
Toplam	937,5	29	12.700	646,3	27	5.189
Ortalama	32,3			23,9		
Süre kazanımı (saat)		10.113		saat/yıl		
Süre kazanımı (TL)		404.514		TL/yıl		
Operatör kazanımı (çalışan sayısı)		2,0		operatör/yıl		
Operatör kazanımı (TL)		85.860		TL/yıl		
Toplam Kazanım (TL)		490.374		TL/yıl		

Tablo 3'te görüldüğü gibi; toplam süre 937,5 s'den 646,3 s'ye düşürülerek %31,1 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Yine aynı şekilde, toplam stok miktarı 12700 adetten 5189' a düşürülerek %59,1 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Toplam operatör sayısı 29 kişiden 27 kişiye indirilmiştir. Operatör maliyeti yıllık ortalama 42.930 TL'dir, 2 operatör için toplam kazanım 85.860 TL olmuştur.

Değer akış haritalama için seçilen ürünün yıllık sipariş miktarı 125.000 adettir. Bu adet için süre kazanımı yıllık olarak 10.113 saat, karşılığı olan maliyet indirimi 404.514 TL olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇLAR

Günümüzde üretim yapan işletmeler sıkı rekabet içerisindedir. Benzer sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler ise kalite ve maliyet faktörleri açısından daha fazla rakip olmuş durumdadırlar. Değişen teknoloji ve isteklere karşı hızlı reaksiyon verebilmek de önemlidir. İşletmelerin artan maliyetler, rekabet içerisindeki işverenler ve rekabet edilebilir ürün fiyatları karşısında güçlü kalabilmeleri için kar etmeleri gerekmektedir. Kar edebilmenin yolu kaliteden ödün vermeden verimlilikleri artırıp maliyetleri düşürmekten geçer. Verimlilikleri artırmak için işletmenin uyguladığı bazı uygulamalar ve teknikler vardır. Bu tekniklerden biri olan değer akış haritalama çalışması bu çalışmada uygulanmıştır. Mevcut durum haritası hazırlanarak kaizen noktaları belirlenmiş ve bu noktalara iyileştirmeler uygulanmıştır. Planlanan iyileştirmelere göre gelecek durum değer akış haritası oluşturularak proses sürelerinde, ara stok miktarlarında, operatör sayılarında, hat düzeninde iyileştirme yapılmıştır. Ürünün üretim süresi kısaltılarak daha kısa sürede ve stok maliyeti daha düşük ürün üretilebilir hale getirilmiştir. Hat düzeninin standartlaşması için hat sürekli takip edilerek yeni düzenin devam etmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmanın sonunda, seçilen ürün için değer akış haritalama çalışmasından elde edilen toplam kazanım 490.374 TL olarak hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Genceli, O. F., Parmaksızoğlu, C., Kalorifer Tesisatı, Tmmob Makine Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/ 352/ 8, S 27-30, 2016.
- [2] Onat, K., Genceli, O. F., Arısoy, A., Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları (3. Baskı), S 138-145, 1998.
- [3] Çengel, Y., A., Boles, M. A., Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik (5. Baskı), Nobel Matbaacılık, S 242-244, 2008.
- [4] Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Isı Ve Kütle Geçişinin Temelleri (4. Baskı). Literatür Yayınları, S 630-633, 2006.
- [5] Krajewski, L., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K., Üretim Yönetimi (9. Baskı), Nobel Akademik Yayıncılık, S 306-320, 2014.
- [6] Rother, M., Shook, J., Görmeyi Öğrenmek (Versiyon 1.2), The Lean Enterprise Institute, Brooklie, Massachusetts, Usa, 1999, S 310-313, 1999.
- [7] Rother, M., Harris, J., Sürekli Akış Yaratmak (Versiyon 1.0), The Lean Enterprise Institute, Brooklie, Massachusetts, Usa, S 1-60, 2001.
- [8] Tanyaş, M., Baskak, M., Üretim Planlama Ve Kontrol, İrfan Yayıncılık Alioğlu Matbaacılık, 3. Yayın 5. Baskı, S 323-375, 2013.
- [9] Patil, V.M., Bhatwadekar, S.G., Application of Value Stream Mapping for Lead Time Reduction And Inventory Control, International Journal Of Engineering, Business And Enterprise Applications (IJEBA), S 1-4, 2015.
- [10] Rosa, D.C., Ferreira, J. C. E., Use of Value Stream Mapping to Evaluate The Implementation of Conwip and Kanban In A Manufacturing Company, 20th Internatonl Progress Of Mechanical Engineering, Brasil, November, S 15-20, 2009.