

## **YALIN ÜRETİME GEÇİŞ SÜRECİNDE DEĞER AKIŞI HARİTALAMA TEKNİĞİNİN KULLANILMASI: İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**Semra BİRGÜN\***, **Kemal Güven GÜLEN\*\***, **Kadriye ÖZKAN\*\*\***

### **ÖZET**

Günümüz rekabet ortamında eğilim, müşteri talebine hızlı cevap vermek ve yüksek kaliteli, düşük fiyatlı ürünler sunmaktır. Dünya çapında firma olmak için israfı ortadan kaldırmak ve etkin bir iş akışı gerçekleştirmek tüm yöneticilerin hedefi olmalıdır. Bu, tam olarak yalın üretim felsefesinin ulaşmaya çalıştığı hedefdir. Değer akışı haritalandırma, kullanıcılara ne durumda olduklarını ve hangi israf yaratan faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerektiğini anlamalarına olanak sağlar. Diğer bir deyişle, değer akışı haritalandırma, bir değer akışı üzerindeki değer, israf ve israf kaynaklarını görmek için kullanılır. Değer akışı haritalandırma, her imalatçı için başvurulacak değerli bir araçtır. Bu çalışmada, dünya traktör imalatı sektöründe en büyük firmalardan biri olan UZEL A.Ş.'de müşteri beklentilerini karşılamak üzere yalın üretim projesi dahilinde bir değer akışı haritalandırma çalışması yürütülmüştür. Önerilen gelişmeler ve beklenen faydalar, çalışmanın sonuçları olarak yöneticilere sunulmuştur.

*Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, İsrâf Analizi, Değer Akışı Haritalandırma, Etkinlik*

### *USING VALUE STREAM MAPPING TECHNIQUE THROUGH THE LEAN TRANSFORMATION PROCESS: AN APPLICATION IN MANUFACTURING SECTOR*

### **ABSTRACT**

The trend in today's competitive environment is to provide high quality low priced diverse products and quick response to customer demands. In order to become a worldwide company, an effective simplification of workflow and elimination of waste must be the targets for all manufacturers. This is exactly what the lean philosophy tries to achieve. Value Stream Mapping is a way to allow users to understand where they are and what wasteful acts need to be eliminated. In another words, value stream mapping is used to see value, waste, and also the sources of waste in a value stream. Value stream mapping is gaining acceptance as a valuable tool for manufacturers of all types. In this paper, a value stream mapping study as a project to achieve lean manufacturing has been carried out to meet customer's expectations in UZEL Co., one of the biggest companies in the world for tractor manufacturing sector. The results of this study, outlining improvements and expected benefits, are proposed to executives.

*Keywords: Lean Production, Waste Analysis, Value Stream Mapping, Efficiency*

---

\* İstanbul Ticaret Üniversitesi, sbirgun@iticu.edu.tr

\*\* İstanbul Ticaret Üniversitesi, kgulen@iticu.edu.tr

\*\*\*kadriye.ozkan@tempapano.com

## **1. GİRİŞ**

Yalın üretim, sistemdeki israfları ortadan kaldırmak ve sürekli olarak sistem etkinliğini artırmak temeline dayanan bütünsel bir yaklaşımdır. Toyota Üretim Sistemi'nin babası Taiichi Ohno (1988), israfı “kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet” olarak tanımlamıştır; başka deyişle, değer katmayan ama maliyet yaratan bir faaliyettir. Ford, “değer katmayan herşeyi israf olarak tanımlamıştır (Suzaki, 1988). Hay (1988) tarafından israf, bir ürüne değer katmak için mutlaka gerekli olan minimum miktarda donanım, malzeme ve işgücü kaynağı dışında kalan herşey” olarak tanımlanmıştır (Ertay ve diğerleri, 2001a). Müşteriler, satın aldıkları ürünün üreticide ne kadar yol kat ettiği, kaç kere muayene edildiği, ne kadar süre zorunlu ya da gereksiz bekletildiği gibi konularla ilgilenmez ve bu gerekçelere ödeme yapmayı üstlenmezler. Bunların hepsi israftır. Müşteri, satın aldığı malın istediği işlevi görüp görmediği, istediği kaliteyi sağlayıp sağlamadığı ya da kendisine sunduğu fayda gibi faktörlerle ilgilidir (Birgün, 2006). Buna göre yalın düşüncenin başlangıç noktası olan “değer”, müşterinin ödemek istediği ve ihtiyaçlarını belirli zaman diliminde, belirli fiyattan karşılayan, belirli özelliklere sahip belirli bir ürün ve/veya hizmet yaratılması (Rother ve Shook, 1998) olarak tanımlanabilir.

“Değer akışı”, her ürün için esas olan ve temel akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetler bütünüdür. Hammaddeden müşteriye üretim akışı ve ürün geliştirme süreci, her bir ürün için geçerli olan temel akışlar olarak tanımlanabilir (Rother ve Shook, 1998).

Tedarikçiler, imalat ve müşteriye sevkiyatı 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). Değer akışı haritalandırma, tüm çalışanların israf kaynaklarını görmelerini ve bunları azaltmak için gelecek durum geliştirmelerini mümkün kılmaktadır.

Değer Akışı Haritalandırma, imalat ve hizmet kapsamlarında pek çok uygulama alanı bulmuştur. Sullivan, McDonald ve Van Aken (2002) donanım yenileme kararı; Haque ve Moore (2004) havacılık endüstrisinde yeni ürün geliştirme, Childerhouse ve Towill (2003) 32 Avrupa firmasının oluşturduğu tedarik zinciri; Simons ve Zokaei (2005) kırmızı et endüstrisi, Taylor (2005) üreticisinden tüketiciye kadarki gıda endüstrisinde toplam tedarik zinciri, Seth ve Gupta (2005) otomotiv endüstrisi tedarikçisi, Özkan ve diğerleri (2005a) otomotiv sektörü, Birgün ve diğerleri (2006a) tarım makineleri imalatında süreçlerin iyileştirilmesinde değer akışı haritalandırma yöntemine başvurmuşlardır. Comm ve Mathaisel (2003) ise üniversite ve kolejler tarafından kullanılacak bir yalın işletme modeli sunmuştur. Bunun yanında değer akışı haritalandırma, ofis süreçlerinde de uygulama alanı bulmuştur (Tapping ve

Shuker, 2003; Birgün ve diğerleri, 2006b; Emiliani ve Stec, 2004; Dhandapani ve diğerleri, 2004; Snyder ve diğerleri, 2005).

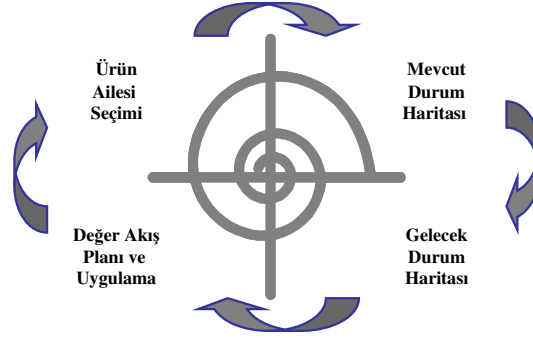
Bu çalışmada, önce değer akışı haritalandırma kısaca açıklanmış, daha sonra dünya çapındaki bir tarım makinaları imalatçısında gerçekleştirilen değer akışı haritalandırma çalışması sunulmuş ve son olarak çalışmanın bulguları değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

## **2. DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA**

Değer akışı haritalandırma, bir değer akışındaki değeri, israfı ve israf kaynaklarını görmek ve tek bir proseten daha fazlasını göz önünde canlandırmak için başvuru olan bir yöntemdir. Değer akışı bakış açısı, yalnızca parçalar üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmayı ve sadece tek tek prosesleri değil bütünü iyileştirmeyi gerektirir. Değer akışı haritaları, ‘kapıdan-kapıya’ bütün akışın nasıl işleyeceğinin tasarlanmasına yardım ederek yalın uygulama için bir plan oluşturmaktadır. Katma değer yaratmayan adımlar, temin süresi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi sayısal değerler, üretilen bir çok nicel teknikten ve yerleşim planı hazırlamaktan daha faydalıdır. Değer akışı haritalandırma, akışı yaratmak için işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan görsel bir araçtır (Rother ve Shook, 1998).

Müşterilerin bir fabrikada üretilen tüm ürünlerle değil, kendi spesifik ürünleriyle ilgilenmeleri nedeni ile haritalandırma için tek bir ürün ailesi üzerinde odaklanılması gerekmektedir. Küçük ve tek ürünlü bir fabrika olmadıkça, bütün ürün akışlarının tek bir haritada gösterilmesi oldukça karmaşık olmaktadır. Değer akışı haritalandırma, tek bir ürün ailesi için fabrika içinde kapıdan-kapıya, malzeme ve bilgi akışı ile ilgili proses adımları boyunca yürümek ve onları şematik hale getirmek demektir. İlk önce Toyota Üretim Sistemi uygulamacıları tarafından yalın sistemleri kurma aşamasında mevcut, gelecek ve ideal durumların tanımlanması için kullanılmıştır. Değer akışı haritalandırma ile anlatılmak istenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunun izlenerek malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde sembollerle çizilmesidir. Daha sonra, bir dizi kritik anahtar soru sorarak akışın nasıl olması gerektiğini gösteren ‘gelecek durum’ haritası çizilir. Ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun tasarlanması ve faaliyet planının hazırlanması, değer akışı haritalandırmanın temel adımlarıdır (Şekil 1).

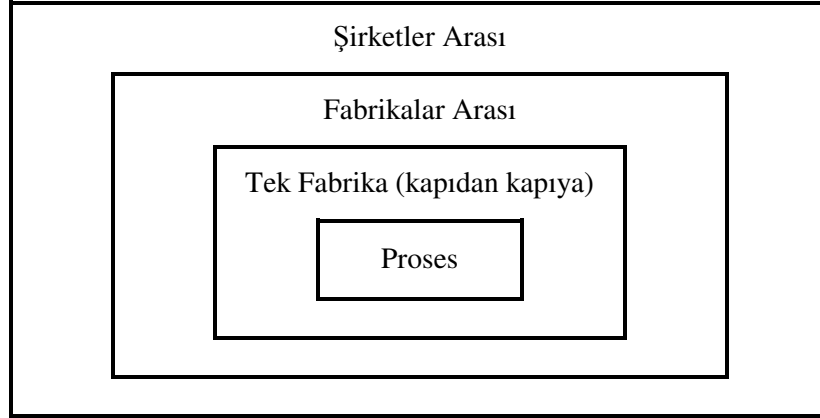
Müşteriler tarafından algılanan ‘değerin’ belirlenmesi sonrasında başlatılan değer akışı haritalandırmada ilk adım, seçilen bir ürün veya hizmet ailesi için değer akışının tanımlanmasıdır. Tanımlanan değer akışı için sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun haritası çizilir. Mevcut durum haritası, gelecek durumun tasarlanması için ihtiyaç duyulan bilgiyi sağlamaktadır.



**Şekil 1. Değer Akışı Haritalandırma Adımları**

Mevcut durum haritası çizilirken başlangıç noktası son proseslerdir ve ilk proseslere doğru yürünerek ve gerekli inceleme ve gözlemler yapılarak devam edilir. Çevrim süresi, makina hazırlık süreleri, üretim parti büyüklükleri, ürün çeşitleri, operatör sayısı, paket büyüklüğü, çalışma süresi (molalar haricinde), iskarta oranı, makina kullanım oranları, vb. değerler gelecek duruma karar vermek için gerekli ölçütlerdir. Mevcut durum haritası incelenerek problemler belirlenir ve çözümleri kararlaştırılır. Tetikleyici ve süpermarket prosesler belirlenerek ürün karması oluşturulur ve gelecek durum haritalandırılır.

Mevcut ve gelecek durumdaki gelişmeler birbirini etkileyen çalışmalardır. Gelecek durum ile ilgili fikirler, mevcut durum haritası çizilirken oluşturulur. Tüm bu faaliyetlerin sonucunda bir faaliyet planı hazırlanır (Rother ve Shook, 1998; Womack ve Withers, 2000; Ertay ve diğerleri, 2001a). Faaliyet planı, mevcut durumdan tasarlanan yeni duruma geçişin nasıl, ne zaman ve kimler tarafından gerçekleştirileceğini açıklar. Gelecek durum ile ilgili planlar hayata geçirildikçe belirli bir zaman içerisinde yeni bir mevcut duruma dönüşecektir ve böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkartılarak haritalandırma prosesi tekrarlanacaktır. Diğer bir deyişle değer akışı sürecinde bir "sürekli iyileştirme" sağlanmaktadır. Haritalandırma düzeyleri Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Haritalandırma Düzeyleri

### 3. HİDROLİK KAPAK AKIŞINA DEĞER AKIŞI HARİTALANDIRMA UYGULAMASI

Uygulamanın yapılmış olduğu UZEL Makine A.Ş., üretim hacmi açısından dünyanın en büyük 10 traktör üreticisinden birisi olmasının yanı sıra, dizel motor üretimi ve otomotiv sistemleri sektörlerinde de lider bir kuruluştur. 47-120 HP güç aralığında sekiz ana modelde 182 farklı tip ürün gamına sahip olan firma, % 42'lik pazar payı ile Türkiye traktör piyasasındaki talebin çok büyük kısmını karşılamaktadır. Firma, müşterilerinin beklentilerine daha iyi cevap verecek farklı çözümler üretmeye devam ederken aynı zamanda ürün ve hizmetlerinin uluslararası yetkinlik ve kalite standartlarını karşılayacak düzeyde olması konusunda da son derece hassastır. Bu nedenle, müşteri memnuniyetini sağlamak ve düşük maliyetli üretimi gerçekleştirmek için firmada yalın üretime geçişi hedefleyen bir proje başlatılmıştır. Bu kısımda, UZEL Makine A.Ş tarafından üretilen hidrolik kapak ürün ailesine ilişkin değer akış sürecinin iyileştirilmesi için gerçekleştirilen değer akış haritalandırılması çalışması sunulmuştur.

#### 3.1. Ürün Ailesinin Seçimi

UZEL A.Ş.'de başlatılan yalın üretim projesi kapsamında daha önce yapılan çalışmada "çamurluk kompleksi ürün ailesi" için değer akışı haritalandırma uygulanmış ve bu ürün ailesine ait değer akış süreci üzerinde yapılacak iyileştirmeler yöneticilere sunulmuştur (Özkan ve diğerleri, 2005b). İkinci aşamada ise, hidrolik kapak üretim hattı üzerindeki aksaklıkların traktör son montaj hattını olumsuz yönde etkilemesi nedeni ile yöneticiler ile yapılan toplantılar sonucunda bu hat için değer akışı haritalandırma uygulanmasına karar verilmiştir. Şekil 3'te gösterilen hidrolik

kapaklar, traktör arkasına bağlanan ekipmanlara (pulluk, ilaçlama ve tırmık, vb.) hareket veren üç nokta askı sistemli mekanizmalardır.



**Şekil 3. Hidrolik Kapak**

UZEL Makine A.Ş.'de üretilen traktörler için otuzbir çeşit hidrolik kapak kullanılmaktadır. Her traktörde bir adet hidrolik kapak kullanılmaktadır. UZEL Makine'nin yıllık ortalama üretim miktarı olan 17000 traktörün %18'i ihraç edilmektedir.

Hidrolik kapaklar iki çeşit döküm malzemeden imal edilmektedirler; pik döküm ve sifero döküm. Hidrolik kapaklar mukavemetleri ve maliyetleri bakımından birbirinden farklılıklar göstermektedir. Sifero döküm kapaklar yüksek güç ve tork isteyen büyük tip traktörlerde kullanılmaktadır.

### **3.2. Sistem Tanımı: Hidrolik Kapak Değer Akışı**

UZEL A.Ş., hidrolik kapaklar için üç tedarikçi ile çalışmakta ve tedarikçilerini A ve B olmak üzere iki kategoriye ayırmaktadır. A kategorisindeki tedarikçilerden dökülmüş olarak tedarik edilen hidrolik kapaklar, hiçbir kontrolden geçirilmeden üretim hattına veya ambara alınmakta, B kategorisinden gelenler ise ilk önce tesellüm ambarına giriş yapmaktadır. Tesellüm birimi elemanı kamyon üzerindeki partiden örnekleme yöntemiyle aldığı numuneleri gözle kontrol etmekte, boya kontrolü yapmakta ve firma raporunu resim değerleriyle karşılaştırmaktadır. Alınan numunelerde sıfır hata amaçlanmaktadır. En fazla bir hatalı ürün çıkması halinde parti red edilmektedir. Tesellümden “onay” alan partiler yarı mamul ambarında stoklanmaktadır.

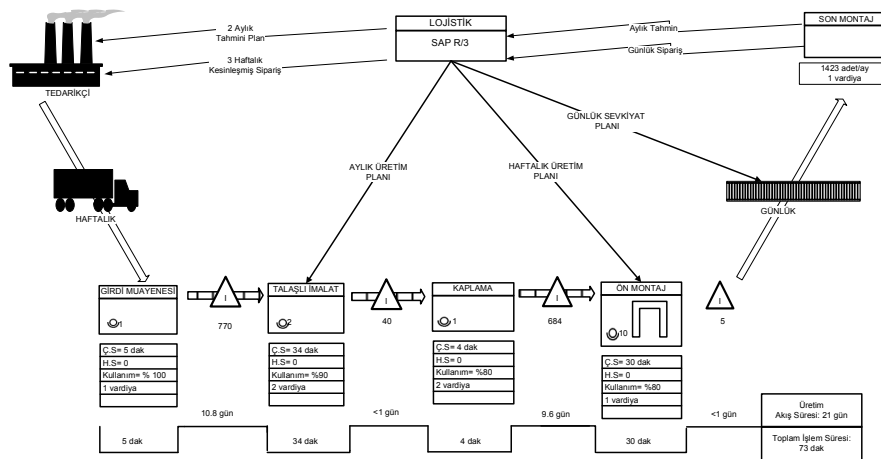
Haritalandırma çalışmasında ele alınan tedarikçi firma, en büyük tedarikçi konumunda olması, haftalık olarak küçük partiler halinde teslimat yapılmasına karşın malzeme kalitesinde ve miktarında daha fazla sorun yaşanması dolayısıyla B kategorisindedir; bu nedenle gelen her parti teste tabi tutulmaktadır. Yarı mamul ambarından iki CNC tezgahının bulunduğu talaşlı imalat prosesine gönderilen hidrolik kapaklar üzerinde sırayla, yüzeylerin kaba işlenmesi, merkezleme (pim)

deliklerinin işlenmesi, bağlantı yüzeylerinin işlenmesi, deliklerin delinmesi, kılavuz çekimi, hassas çapların borlanması (hassas çap işleme) operasyonları gerçekleştirilmektedir. Sadece hidrolik kapak işleyen CNC'ler iki paletli sistem yapısına sahiptirler. Bu sayede bir malzeme işlenirken operatör diğer malzemeyi tezgaha bağlamaktadır. Talaşlı imalatı tamamlanan kapaklar operatörler tarafından mastarlarla kontrol edilmekte, hatalı parçaların bir sonraki prosese geçmesi engellenmektedir.

Kaplama ünitesine gönderilen hidrolik kapaklar, uzun ambar beklemelelerinde paslanmamaları için antipas karışımı sıcak madde ile yıkanmaktadır. Bu üniteden çıkan kapaklar montaj ambarına stoklanmak üzere gönderilmekte, daha sonra buradan ön montaja alınmakta, burada 64 işleme hidrolik kapak üzerine çeşitli parçalar eklenmekte, hidrolik kapak kompleksi merkez arka gövde üzerine bağlanmakta ve hidrolik testleri yapılmaktadır. Alt montajı yapılan kapaklar ana montaj hattına gönderilerek traktöre monte edilmektedir. Traktörler yurt dışına ihraç edilmekte veya yurt içinde bayilere gönderilmektedir.

### 3.3. Mevcut Durum Analizi

Üretime ilişkin veriler toplanırken stok tespit edilen alanlarda tek tek sayım yapma ve bu sayımı doğrularak olası hataları engellemek amacıyla SAP R/3'de stok takip ekranlarından sayım bilgilerini teyid etme üzere iki yöntem izlenmiştir. Toplanan bilgiler ışığında hidrolik kapak ürün ailesi için mevcut durum Şekil 4'teki gibi haritalandırılmıştır.



Şekil 4. Hidrolik Kapak Ürün Ailesi Mevcut Durum Haritası

Hidrolik kapak mevcut durum haritası, ana tedarikçiden malzeme tedariki ile hidrolik kapak kompleksinin UZEL'in son montaj hattına teslimi arasında hidrolik kapakların kapıdan kapıya akışı ile sınırlandırılmıştır.

Lojistik departmanı, SAP R/3 ERP paketini kullanmakta ve siparişleri "İlk Gelen Önce - İGÖ" kuralına göre işlemektedir. İmalat proseslerine haftalık ve/veya aylık çizelge ve sevkiyata günlük çizelge göndermektedir. Hem bayilerden aylık olarak hem de son montaj hattından gelen siparişler doğrultusunda ana tedarikçiye iki aylık tahmini siparişleri ve üç haftalık kesinleşmiş siparişleri göndermektedir.

Döküm hidrolik kapaklar, tedarikçiden haftada bir alınmaktadır. Parçalar, hidrolik kapak hattında girdi muayenesi, talaşlı imalat, pas önleyici kaplama ve ön montaj olmak üzere dört proses boyunca ve 40 birimlik taşıma partileri ile itme sistemine göre akmaktadır. Şekil 4'de görüldüğü gibi ön montajı tamamlanmış hidrolik kapaklar, traktör gövdelerine monte edilmek üzere son montaj hattına gönderilmektedir. Hidrolik kapakların müşterisi durumunda olan son montaj hattında günde 8 saat ve ayda 20 gün çalışılmaktadır. Son montaj hattı, ayda 1423 hidrolik kapak günlük sevkiyatlar olarak talep etmektedir.

Ön montaj prosesi günde tek vardiya ve 10 operatörle çalışmaktadır ve bir hidrolik kapak kompleksi için çevrim süresi 30 dakikadır. Analiz sırasında prosesin önünde 684 hidrolik kapağın biriktiği ve beş hidrolik kapak kompleksinin de son montaja gönderilmek üzere beklediği gözlenmiştir.

Kaplama prosesi ise bir vardiyada tek operatörle ve günde iki vardiya olarak çalışmaktadır. Bu proses, diğer ürünlerin ortak kullanımındadır. Kaplama prosesinin çevrim süresi 4 dakikadır. Prosesin önünde toplam 40 hidrolik kapağın biriktiği gözlenmiştir. Talaşlı imalat prosesinde tüm makinaların kullanım oranları % 90'dır ve her makina önünde bir operatör çalışmaktadır. Proseste iki CNC tezgahında üç çeşit operasyon gerçekleştirilmektedir. Prosesin toplam çevrim süresi 34 dakikadır. Prosesin önünde toplam 770 birimlik envanter biriktiği gözlenmiştir. Talaşlı imalat prosesinde tüm operatörler ve makinalar günde iki vardiya çalışmaktadır.

Haftada bir tedarikçiden teslim alınan döküm kapaklar girdi muayene prosesindeki işçi tarafından 5 dakikalık girdi testine tabi tutulmaktadır. Döküm kapaklar kamyondan doğrudan girdi muayeneye teslim alındığı için analiz sırasında herhangi bir envanter gözlenmemiştir.

Harita incelendiğinde, bir parçanın imalatında değer katan faaliyetlerin 73 dakika olmasına karşılık girdi kabulden sevkiyata kadar toplam akış süresinin 21 gün olduğu belirlenmiştir. Bu, kullanılan zamanın % 99.99'unun israf edildiği anlamını taşımaktadır. Rother ve Shook (1998), değer akışı haritalandırmanın amacının israf kaynaklarının ortaya çıkarılması ve bunların kısa zamanda gerçekleştirilebilecek bir "gelecek durum değer akışı" uygulaması ile ortadan kaldırılması olduğunu belirtmişlerdir.



Envanterin, en büyük israf olarak tanımlanması sonucunda, sistemdeki israfların tümünün minimize edilmesi veya ortadan kaldırılması için envanterin azaltılması gerektiği açıktır. Hammaddenin bir haftadan daha kısa aralıklarla tedarik edilmesi önerilebilir. Ana tedarikçi, B kategorisinde bulunduğu için döküm parçalara girdi muayenesi yapılmaktadır. Fabrika yerleşimi de israflara neden olmaktadır. İrafları ortadan kaldırmak için bu konularda kaizen faaliyetleri gerekmektedir.

#### 3.4. Gelecek Durumun Tasarımı

Yalın üretimin temel prensibi, gerekli parçaların gereken miktarlarda ve gerektiği zamanda üretilmesidir. Bu prensibi yerine getirebilmek için takt zamanının bilinmesi gerekmektedir. Womack ve Withers (2000) takt zamanını satış hızına bağlı olarak müşteri ihtiyacını karşılamak için bir ürünün üretileceği zaman aralığı olarak tanımlamıştır. Üretim hızı takt zamanından yüksek olduğunda envanter birikecek, aksine üretim daha yavaş olduğunda ise müşteri talebi karşılanamayacaktır. Takt zamanı, vardiya başına müşteri talep hızının, vardiya başına kullanılabilir çalışma süresine bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Ertay ve diğerleri, 2001b). UZEL A.Ş. için takt zamanı 6,7 dakika olarak hesaplanmıştır; diğer bir deyişle, müşteri (son montaj hattı) her 6,7 dakikada bir hidrolik kapak kompleksi talep etmektedir.

Çizelgeleme noktası ön montaj prosesinin başlangıcı olduğu için tetikleyici proses olarak ön montaj prosesi seçilmiştir. Tetikleyici proses, dış müşterinin siparişi ile kontrol edilen procestir ve bu procesten sonra nihai ürün süpermarketine kadar sürekli akış sağlanmalıdır (Rother ve Shook, 1998). Hammaddenin müşteriye kadar her zaman tamamen sürekli akış sağlanamayacağı ve önceki prosesler hala parti üretimini sürdürdüğü için tetikleyici procesten önceki proseslerde üretimi seviyelendirmek ve kontrol etmek amacı ile süpermarketlere ihtiyaç olmaktadır. Bu nedenle sistemde, biri talaşlı imalat prosesi diğeri de ön montajda olmak üzere iki süpermarket kurulmuştur. Ön montaj ile talaşlı imalat prosesleri arasında çekme kontrolü, ön montaj operasyonları arasında ise itme kontrolü planlanmıştır.

Analiz edilen ürün ailesi iki çeşit hidrolik kapaktan ibarettir. Sistemin gelecek durumunu haritalandırmak için tetikleyici procesta üretimi seviyelendirmek gerekmektedir. Ancak, talep yapısına bağlı olarak son montaj hattındaki sıralama, hidrolik kapak seviyelendirmesini belirlemektedir. Analiz esnasında sadece bir çeşit hidrolik kapak üretilmekte olduğu için bu seviyelendirme yapılmamıştır.

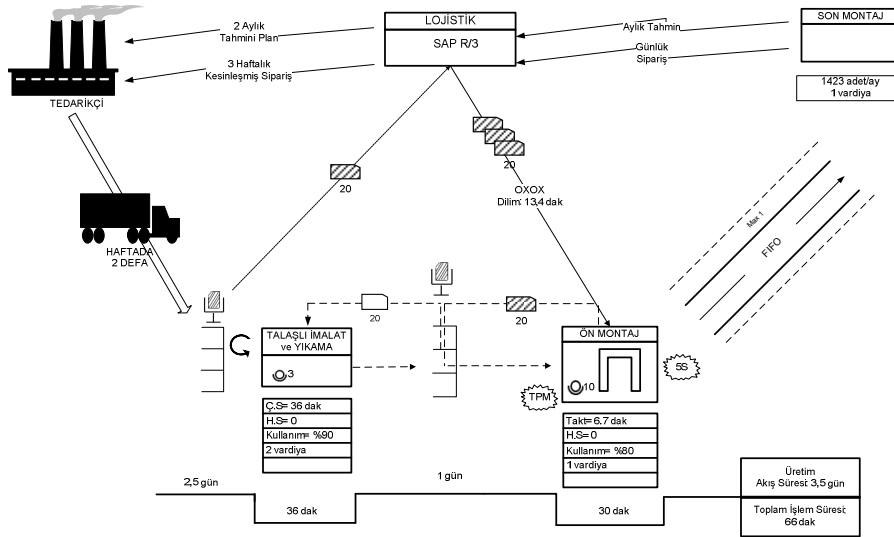
Tedarikçiden döküm halinde gelen hidrolik kapaklar için süpermarket kurulmalı ve tedarikçi haftada iki defa sevkiyat yapmaya teşvik edilmelidir. Böylelikle malzeme stokları 10,6 günden 2,5 güne indirilerek %75lik bir iyileştirme sağlanması mümkün olacaktır. Bunun yanında, tedarikçiyi A sınıfı kategorisine yükseltmek için girişimde bulunularak girdi muayenesinin ortadan kaldırılması ile 5 dakikalık işlem tasarrufu sağlanacak, bekleme ve yığılmalar engellenecektir.

Ön montaj ile talaşlı imalat arasında kanban sistemi kurularak talaşlı imalatın ihtiyaca göre üretim yapması ve böylelikle bu prosesler arasında ara stokların eritilmesi

sağlanabilir. Kanbanlar süpermarket çekme sistemlerine göre tasarlanmıştır. Kanban sisteminin kurulmasıyla gerektiği zaman gerektiği kadar malzeme çekme sağlanabilecek, malzeme gecikmelerinden ve yanlış gelişlerinden kaynaklanan sorunlar yok edilecektir. Çekme kontrolü gerçekleştirildiğinde, dengesiz üretim dolayısıyla uzun bekleme sürelerine maruz kalan işlenmiş parçaların paslanmasını önlemek amacıyla yapılan koruyucu maddede ile kaplama operasyonuna gerek kalmayacak, hidrolik kapakları talaşlarından arındırmak için yıkamak yeterli olacaktır. Yapılacak ek yatırımlarla parçaların montaj atölyesinin içinde bulunan yıkama yağlama ünitesine getirilmeden CNC tezgahlarına bağlanan ek aparatlarla yıkamaları sağlanarak kaplama prosesi ortadan kaldırılacak, böylelikle ek maliyet getiren taşıma ve depolama faaliyetlerini bertaraf etmek mümkün olabilecektir. Ön montaj hattında üretilen her hidrolik kapak FIFO sitemi esasına göre traktöre takılmak üzere montaj hattına iletilecektir.

Bundan başka, ön montaj istasyonunda başlatılacak toplam verimli bakım faaliyetleriyle kullanılan ekipman ve malzemelerin periyodik bakımları yapılacak ve böylelikle ekipman arızasından kaynaklanacak hataların ve duruşların önüne geçilebilecektir. Ayrıca 5S uygulaması sayesinde hücre içinde düzen kurulacak ve yerleşimden kazanımlar sağlanacaktır.

Önerilen tüm gelişmeler Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Hidrolik Kapak Gelecek Durum Haritası

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, değer akışı haritalandırma yönteminin kullanıldığı bir yalın üretime geçiş projesi yürütülmüştür. Haritalandırma ile değer akışı üzerinde değer nasıl aktığı, israf ve israf kaynaklarının neler olduğu açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır. Mevcut sistem analiz edilmiş ve sistem performansını yükseltecek gelişmeler önerilmiştir. Tablo 1, önerilen iyileşmelerin planlanan etkilerini göstermektedir.

**Tablo 1. Sistemin Mevcut ve Gelecek Durumunun Karşılaştırılması**

	Döküm Kapaklar	Talaşlı İmalat	Kaplama	Bitmiş Ürünler	Üretim Temin Süresi	Katma Değer Süresi	Toplam Envanter Devri
<b>Önce</b>	10.8 gün	<1 gün	9.6 gün	5 gün	21 gün	73 dak.	1
<b>Sürekli Akış ve Çekme</b>	2.5 gün	1 gün		0	3.5 gün	66 dak.	6

Yöneticilerin, önerileri özellikle de çekme sisteminin kurulmasını gerçekleştirdikleri takdirde temin süresinin 21 günden 3,5 güne kısılması ve envanter devrinin 6 kat artması mümkün olacaktır. UZEL A.Ş., tedarikçilerini A kategorisine çıkartarak gerek hammadde, gerekse süpermarkette bulundurduğu yarı mamul envanterini daha fazla azaltabilir ve el işçiliği gerektiren işleri daha iyi yapacak şekilde operatörleri eğiterek daha fazla iyileşme elde edebilir. Bunların yanında, daha iyi performans ve müşteri tatmini için toplam kalite yönetimi gerekmektedir.

Tedarik sıklığının haftada ikiden fazla olmasının sistemde yaratacağı etkiyi görebilmek için simülasyon yönteminden faydalanılabilir. Başarılı bir yalın uygulama için üretim faaliyetlerinin yalın felsefe ışığında planlanması zorunludur. Bu nedenle UZEL A.Ş. yöneticilerinin yıllık faaliyet planı hazırlamaları gerekmektedir. Sürekli iyileşme bakış açısı ile daha iyi sistem performansı elde etmek amacıyla haritalandırma periyodik olarak tekrarlanmalıdır.

#### Teşekkür

Yazarlar, UZEL A.Ş.'de gerçekleştirilen bu çalışmada, imalat sistemlerini inceleme fırsatı vermeleri, bilgi ve deneyimlerini paylaşmaları sonucunda verdikleri destekten dolayı firma yöneticileri ve mühendislerine teşekkür etmektedirler.

#### 5. KAYNAKÇA

Birgün, S., (2006), "Aksiyomlarla Tasarım Yoluyla Değer Akışı Haritalandırma", Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği XXVI. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 35-40, Kocaeli Üniversitesi, 3-5 Temmuz 2006.

Birgün, S., Özkan, K. ve Gülen, K. G., (2006a), “Value Stream Mapping: A Case Study on Manufacturing Industry”, CD-ROM of IMS'2006: 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems Agents and Virtual Worlds.

Birgün, S., Gülen, K. G. and Özkan, K., (2006 ), “A Case Study on Eliminating Waste from the Business Processes”, Proceedings of the 15th Annual World Business Congress, International Management Development Association, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, , 41-46.

Childerhouse, P. and Towill, D.R., (2003), “Simplified Material Flow Holds the Key to Supply Chain Integration”, Omega, 31, 17 – 27.

Comm, C.L. and Mathaisel, D.F.X., (2003), “Less Is More: A Framework for a Sustainable University”, International Journal of Sustainability in Higher Education, 4, 4, 314-323.

Dhandapani, V., Potter, A. and Naim, M., (2004), “Applying Lean Thinking; A Case Study of an Indian Steel Plant”, International Journal of Logistics: Research and Applications, 7 (3), 239-250.

Emiliani, M.L. and Stec, D.J., (2004), “Using Value-Stream Maps to Improve Leadership”, The Leadership & Organization Development Journal, 25, 8, 622-645.

Ertay, T., Birgun Barla, S. and Kulak, O., (2001a), “Mapping the Value Stream for a Product Family towards Lean Manufacturing: A Case Study”, CD-ROM of International Conference on Production Research ICPR-16, Prague.

Ertay, T., Birgun Barla, S. and Kulak, O., (2001b), “The Studies for Lean Implementation in A Manufacturing Environment : A Case Study”, Proc. of the Int. Conf. on Industry, Engineering, and Management Systems (IEMS) and The Int. Conf. on Computers and Industrial Eng. (28<sup>th</sup> ICC&IE/IEMS), 890-895, Cocoa Beach, Florida.

Haque B. and James-Moore, M., (2004), “Applying Lean Thinking to New Product Introduction”, Journal of Engineering Design, 15, 1, 1–31.

Hay, E.J., (1988). The Just-in-Time Breakthrough-Implementing the New Manufacturing Basics. USA: John Wiley&Sons.

Ohno, T., (1988), Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Cambridge, MA.

Özkan, K., Birgün, S., Kılıçoğulları, P. and Akman, G., (2005a), “Responding to Customer Requirements with Value Stream Mapping: An Automotive Industry Application”, The Proc. of the 35<sup>th</sup> Int. Conference on Computers & Industrial Engineering, Editors: M. Bülent Durmuşoğlu, Cengiz Kahraman, Muhammed I.Dessouky, Gürsel A. Süer, Sadek Eid, 1517-1522, Istanbul, Turkey.

Özkan, K., Birgün, S. ve Kılıçoğulları, P., (2005b), “Müşteriden Tedarikçiye Değer Yaratma: Otomotiv Endüstrisinde Değer Akışı Haritalandırma Uygulaması”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Editörler: Semra Birgün, Kemal Güven Gülen, Vedat Zeki Yenen, Tuncay Altınpulluk, 307-312, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.

Rother, M. and Shook, J., (1998), “Learning to See”, Versiyon 1.2., The Lean Enterprise Institute Inc, Brookline, Massachusetts.

Seth, D. and 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.

Simons, D. and Zokaie, K., (2005), “Application of Lean Paradigm in Red Meat Processing”, British Food Journal, 107, 4, 192-211.

Snyder, K.D., Paulson, P. and McGrath, P., (2005), Improving Processes in a Small Health-Care Network: A Value-Mapping Case Study”, Business Process Management Journal, 11, 1, 87-99.

Sullivan, W.G., Mcdonald, T.N. and Van Aken, E.M., (2002), “Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing”, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 18, 255–265.

Suzaki, K., (1987), The New Manufacturing Challenge – Techniques for Continuous Improvement, The Free Press, NY.

Tapping, D. and Shuker, T., (2003), “Value Stream Management for the Lean Office”, Productivity Press, New York, NY.

Taylor, D.H., (2005), “Value Chain Analysis: An Approach To Supply Chain Improvement In Agri-Food Chains”, Inter. Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 35, 10, 744-761.

Womack J.P. and Withers S., (2000), “How Can We Create a Value Stream”, <http://www.lean.org>, Alıntı tarihi: 12.05.2004.