

**ENDÜSTRİYEL ÜRÜN İMALATI YAPAN BİR İŞLETMEDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI**Emine Ebru BAŞAK<sup>1\*</sup>, İlayda Sena YILMAZ<sup>2</sup>, Nurcan DENİZ<sup>3\*</sup><sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, MMF, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-5469-2972><sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, MMF, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-7958-279X><sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Eskişehir  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-6617-3700>

Anahtar Kelimeler	Öz
Yalın üretim Kanban Değer Akış Haritalama SMED Genchi gembutsu	<i>Yalın üretim, müşterinin gözünde değer yaratmayan israfları ortadan kaldırmayı hedefler. Bu hedefleri sürekli iyileştirme felsefesiyle, her ürünün üretimi için gerekli parçaların, istenen zamanda, istenen miktarda ve istenen yerde beslenmesi ilkesine uyarak gerçekleştirir. Uygulama yapılan işletmede öncelikle genchi gembutsu aracılığıyla Değer Akışı Haritası (DAH) çizilmiştir. Temel problemin ara stok ve ara taşımaların kontrol edilememesi olduğu tespit edilmiştir. Bu problemi çözmek amacıyla, Tam Zamanında Üretim felsefesine uygun üretim gerçekleştirebilmek için yalın üretim araçlarından kanban sistemi kurulmasına karar verilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan diğer yalın üretim aracı ise hazırlık sürelerini kısaltmayı hedefleyen SMED'tir. Çalışmanın sonuçları üretimin yalın üretim felsefesi doğrultusunda çekme sistemine dönüştürülmesi, sürekli akışın sağlanması ve yalın kültürün oluşturulması anlamında önemlidir.</i>

**A LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION IN AN INDUSTRIAL PRODUCT MANUFACTURER**

Keywords	Abstract
Lean manufacturing Kanban Value Stream Mapping SMED Genchi gembutsu	<i>Lean manufacturing, aims to remove wastes that does not create value in the eyes of the customer. This is achieved through the philosophy of continuous improvement and feeding every part of the work in the required time and amount. The first study in the company was drawing Value Stream Map (VSM) via genchi gembutsu. It is detected that the main problem in the company is the inability to control work in process and transportation. It is decided to design kanban system- a lean tool used to achieve Just-in-Time production- to cope with these problems. SMED is the other lean tool used in this study to reduce setup times. The results of the study make contribution to the transformation of the production system from push to pull, to maintain the continuous flow and to build a lean culture.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 09.08.2019	Submission Date : 09.08.2019
Kabul Tarihi : 25.10.2019	Accepted Date : 25.10.2019

**1. Giriş**

Küreselleşmenin de etkisiyle rekabet artmakta ve toplum değişmektedir. Kitlesel üretimden kitlesel bireyselleştirmeye geçiş sırasında uygulanan tekniklerden biri de yalın üretimdir (Gunasekaran ve Ngai, 2012). Yalın üretim sisteminin temeli Toyota

Üretim Sistemi'dir. Otomotiv sektörünün önemli kuruluşlarından biri olan Toyota'nın rekabette öncü olabilmesinin ve sektörde bu noktaya gelebilmesinin anahtarı yalın üretim felsefesini benimsemiş olmasıdır. İşletmelerin başarıyı yakalayabilmeleri için Toyota üretim modelini kopyalamaktansa, yalın

\*Sorumlu yazar; e-posta : [nurcanatikdeniz@gmail.com](mailto:nurcanatikdeniz@gmail.com)

üretim ilke ve değerlerini benimsemeleri gerekmektedir (Liker ve Hoseus, 2010).

Ana üretim konusu endüstriyel ürünler olan bir işletmenin dikey genişleme tankı üretim bölümünde yürütülen bu çalışmada ilk olarak genchi gembutsu, değer akış haritalama, spagetti diyagramları ve metot etüdü çalışmalarının yanı sıra işyerindeki çalışanlarla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada fabrika içinde ara stok ve taşımaların fazla ve kontrolsüz olması nedeniyle bir karmaşa, akışta aksaklıklar, bazı ürün gruplarının zamanında teslim edilememesi ve yüksek stok maliyetleri gibi sorunlar tespit edilmiştir. Tespit edilen problemlerin çözümünde üretim hızının artırılması, geciken teslimatların azaltılması, çevrim süresinin kısaltılması, kalitenin yükseltilmesi, üretim tedarik süresinin azaltılması, yarı mamul miktarının düşürülmesi, düzensizliğin giderilmesi, değişkenliğin azaltılması, sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflerine ulaşmak amacıyla yalın üretim araçlarından faydalanılmasına karar verilmiştir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde yazın taraması gerçekleştirilmiştir. Üçüncü bölümde yalın düşünce ve uygulamada kullanılan yalın araçlara yer verilmiştir. Dördüncü bölüm uygulama çalışmasına ilişkindir. Beşinci bölümde tartışma ve altıncı bölümde ise sonuçlar yer almaktadır.

## 2. Yazın Taraması

Yalın üretim konusunda yazın taraması yapıldığında hem imalat ve hem de hizmet sektöründe çok sayıda uygulama gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu uygulamalarda bağlama uygun şekilde farklı yalın araçların kullanıldığı görülmektedir. Bu makalede DAH, genchi gembutsu, kanban ve SMED araçları kullanıldığı için yazın taraması bu araçların kullanıldığı çalışmalar özelinde gerçekleştirilmiştir.

Wesana, Gellynck, Dora, Pearce ve De Steur (2019) Uganda'da süt ürünleri değer zincirindeki kayıpları DAH aracılığıyla önlemeye çalışırken, Sarı (2018) da DAH kullanarak üretim hattı tasarımı gerçekleştirmiştir. Dinis-Carvalho, Guimaraes, Sousa ve Leao (2019) çalışmalarında israf tanımlama diyagramı ile DAH'ı karşılaştırmışlardır. Deniz ve Özçelik (2018) sağlık hizmetlerinde yalın düşüncüyü uyguladıkları çalışmada DAH yanı sıra heijunka, A3, genchi gembutsu ve Kaizen araçlarından da yararlanmışlardır. Lacerda, Xambre ve Alvelos (2016) ise otomotiv imalatı için donanım üreten bir şirkette gerçekleştirdikleri DAH uygulaması

sonucunda çevrim süresi ve işgücünde azalma kaydetmişlerdir. Kılıç ve Ayvaz (2016) otomotiv yan sanayinde gerçekleştirdikleri uygulamada DAH, 5S, SMED, Kaizen'den yararlanmışlardır. Henrique, Rentes, Filho ve Esposto (2016) ise sağlık sektörü için yeni bir DAH önermiştir. Shou, Wang, Wu, Wang ve Chong (2017) 1999- 2016 yılları arasında 131 DAH makalesini sektörler arası karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmada, DAH'ın en çok imalat sektöründe kullanıldığı sonucuna varmıştır.

Powell (2018) yalın üretim çalışmasında Kanban aracını kullanırken, Leonardo ve diğ. (2017) kanban sistemini CONWIP (sabit süreç içi stok) ile birleştirerek stok devir oranlarında %38 artış sağlamışlardır. Uzun Araz, Araz ve Özgür (2015) ise dinamik üretim sistemleri için kanban sayısının belirlenmesine yönelik bütünlük bir yöntem önermişlerdir. Rahman, Sharif ve Esa (2013) ve Tuzkaya ve Aksu (2013) da kanban uygulamışlardır. Orbak ve Bilgin'in (2005) çalışması da bir kanban uygulamasını ele almaktadır. Junior ve Filho (2010) gerçekleştirdikleri yazın taraması sonucunda e-kanban, esnek kanban, eş zamanlı kanban gibi değişik kanban uygulamaları olduğunu göstermektedir.

Singh, Singh ve Singh (2018) çalışması imalat sektöründe hazırlık zamanlarını azaltmaya dönük yalın araç olan SMED uygulaması üzerinedir. Karasu ve Salum (2018)'un çalışmasında SMED uygulamasında parametrelerin ayarlanması için bulanık çıkarım sistemlerinden faydalanılmıştır. Boran ve Ekincioglu (2017) ise SMED'i yeni ve bütünlük bir yaklaşımla kullanmıştır. Ashif, Goyal ve Shastri (2015) endüstriyel valf imalatı yapan bir işletmede gerçekleştirdikleri çalışmada SMED tekniğini uygulamışlardır. Benjamin, Murugaiah ve Marathamuthu (2013) ise bir imalat şirketinde küçük duruşları önlemek için SMED kullanan çalışmalardan bir diğeridir. Almomani, Aladeemy, Abdelhadi ve Mumani (2013)'in çalışmasının diğer SMED çalışmalarından farkı geleneksel tekniği AHP ve TOPSIS adlı çok ölçütlü karar verme teknikleri ile birleştirmesidir. Tanık (2010) gerçekleştirdiği yalın altı sigma uygulamasında kalıp ayar sürelerini SMED ile iyileştirirken, Kanat ve Güner (2006) Tam Zamanında Üretim sisteminin tekstil ve konfeksiyon sanayine uygulanabilirliğini inceledikleri çalışmada Kanban, heijunka, Kaizen, standartlaştırma ve görsel kontrolün yanı sıra SMED'ten de yararlanmışlardır. Silva ve Filho (2019) SMED konusunda gerçekleştirdikleri en güncel yazın taramasında 1995-2018 yılları arasında yayınlanan 130 adet makaleden 26'sında hedeflenen 10

dakikadan az sürede hazırlık zamanı kaydedildiği ifade edilmektedir.

### 3. Yalın Üretim

Yalın üretimin kökeni olan Toyota Üretim Sistemi (TÜS), 2. Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan ekonomik kriz sonrasında Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno'nun 1950 yılında Ford'un Detroit'teki büyük Rouge tesisine inceleme yapmak üzere gitmesine ve esneklikten yoksun, katı bir hiyerarşiye dayanan seri üretim sisteminin Japonya için uygun olmadığı sonucuna varmaları üzerine kendi üretim sistemini geliştirmeye karar vermelerine dayanmaktadır (Womack, Jones ve Roos, 1990). Yalın üretimin beş temel ilkesi vardır. Bunlar belirli bir ürün için "değer"i kesin ve açık bir şekilde tanımlamak, her ürünün "değer akışı"ni saptamak, değer "sürekliliği"ni sağlamak, müşterinin değerini üreticiden "çekme"sini sağlamak ve "mükemmellik" peşinde koşmaktır (Womack ve Jones, 1998).

Yalın üretimde istenmeyen durumları tanımlamak için 3M (Muda, Muri ve Mura) kavramı kullanılır. Muda, Japonca'da israf anlamına gelmektedir. Özellikle hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir. Muri, esnekliğin aşırı zorlanması anlamında kullanılır. Kapasite aşımı gibi sonucu risk içeren süreçlerdeki kayıpları ifade eden bir terimdir. Mura ise süreçteki standardın olmayışını ve değişikliğin olduğunu ifade etmek için kullanılan bir terimdir (Womack ve Jones, 1998). İmalat sistemlerinde yedi adet temel israf tanımlanmıştır: Fazla üretim, bekleme, gereksiz taşıma, gereksiz ve uygun olmayan işler, fazla stok, gereksiz hareketler, hatalı parça üretimi (Ohno, 1998).

Yalın üretim kapsamında kullanılan birçok araç vardır. Bu çalışmada söz konusu yalın araçlardan genchi gembutsu, Değer Akış Haritalama (DAH), kanban ve SMED kullanılmıştır.

#### 3.1 Genchi gembutsu

Japonca'da "genchi" gerçek yer, "gembutsu" da gerçek malzeme ya da ürün anlamına gelmektedir (Liker, 2015). Yalın üretim çalışmalarının ilk adımı, gerçek durumu kavramak adına, işin yapıldığı yere (gemba) gitmektir ve bu tekniğin Toyota tarzını öteki yönetim anlayışlarından ayıran özelliklerinden biri olduğu ifade edilmektedir (Liker, 2015). Yalın düşüncenin temelinde yatan "değer" sadece "gemba"da oluşturulabilmektedir. Haritalama

çalışmalarına yol göstermesi anlamında da çok önemlidir (Womack ve Jones, 1998).

#### 3.2 Değer akış haritalama (DAH)

Toyota'da "Malzeme ve Bilgi Akışı Haritalama" olarak bilinen Değer Akış Haritalama (DAH) her ürün için esas olan ana akış boyunca değer katan ve katmayan tüm faaliyetlerin tek tek değil bir bütün olarak görselleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Değer akışı haritalama bir iletişim aracı olmanın yanı sıra, bir iş planlama aracı ve değişim sürecinin yönetilmesinde faydalanan bir araçtır (Rother ve Shook, 1999). Williams (2009), herhangi bir süreç içerisinde israfı ortaya çıkarmak için kullanılan esas yöntemin değer akış haritalama olduğunu ifade etmektedir. Değer akışı haritalamanın adımları ürün ailesi seçimi, mevcut ve gelecek durum çizimi ve son olarak iş planı ve uygulamadır (Rother ve Shook, 1999). Hines, Silvi ve Bartolini (2002) tarafından önerilen "Süreç Haritalama" ve Womack ve Jones (2010) tarafından önerilen "Bütünleşik Tüketim ve Tedarik Haritası" da haritalama amacıyla kullanılacak yalın araçlardır (Deniz ve Ozelik, 2018).

Mevcut durumu analiz etmek için kullanılan diğer bir haritalama aracı da "Spagetti Diyagramları"dır. Spagetti diyagramları aracılığıyla, bir ürünün değer akışı boyunca sistem içerisinde süreçler arasındaki yolculuğunu izlemek görsel olarak kolaylaşmaktadır. Spagetti diyagramları ayrıca, akışların karmaşıklığını ve darboğazları göstermesi anlamında da önemlidir (Hines ve diğ., 2002).

#### 3.3 Kanban

Taichi Ohno, bir şirketin elindeki stok ne kadar fazlaysa ihtiyacı olan şeyi elde etme şansının o kadar az olduğunu ifade etmektedir (Liker, 2015). Toyota Üretim Sistemi'nin temel taşlarından biri olan Tam Zamanında Üretim (TZÜ), her iş etkinliğinin istenen parçalarla, istenen zamanda ve istenen miktarlarda beslenmesi temeline dayanan bir iş örgütlenmesi ilkesidir (Ohno, 1998). TZÜ sisteminin işleyişi kanban kart sistemiyle gerçekleştirilmektedir. Japonca'da kanban, "kart" anlamına gelmektedir. Yalın üretimde üretim ve malzeme akışını kontrol etmek için üretim süreçlerine neyi, ne zaman, ne kadar üreteceklerini ve nereye göndereceklerini söyleyen bir bilgi sistemi olarak kullanılmaktadır. Temel olarak üretim kartı ve tedarikçi kanbanı olarak iki tür kanban vardır. Üretim kartı üretim

kanbanı ve sinyal/malzeme kanbanı şeklinde olabilirken; çekme kartı ve fabrika içi kanban tedarikçi kanbanı içerisinde sınıflandırılmaktadır (Suzaki, 2013).

### 3.4 SMED

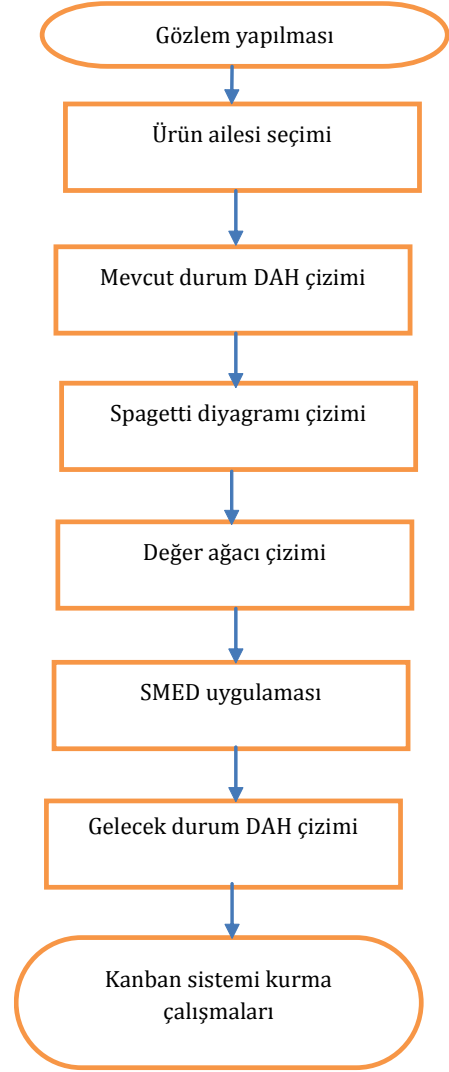
Üretim makinelerinin on dakikadan daha kısa sürede bir üründen diğerine geçebilmeleri için Shingo Shingo 'nun öncülüğünde geliştirilen bir dizi teknikten oluşan Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme (SMED - Single Minute Exchange of Dies) (Womack ve Jones, 2010), hazırlık sürelerinin iç ve dış şeklinde ayrılması esasına dayanır. İç hazırlık faaliyetleri, sadece makine ve teçhizatın durduğu sürede yapılabilen işlemler iken dış hazırlık için makinenin durması gerekmemektedir (Liker, 2015). Toyota Üretim Sistemi fazla üretim israfı ile mücadelede küçük partiler halinde üretim yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Üretim israfı ile mücadelenin yanı sıra talepteki değişimlere hızlı cevap vermek için de çok faydalıdır (Shingo, 1989). Tam Zamanında Üretim'in köşetaşı olan SMED, küçük partiler halinde imalat yapmak için çok önemlidir. Partiler arasındaki hazırlık süresini on dakikadan az bir süreye düşürmek için Shingo'nun önerisi iç ve dış hazırlık faaliyetlerini ayırdıktan sonra iç hazırlık faaliyetlerini dış hazırlık faaliyetlerine dönüştürmektir (McIntosh, Culley, Mileham ve Owen 2000).

### 4. Uygulama

Yalın üretim uygulamasının gerçekleştirildiği (2017-2018) A işletmesi, kondenser ve metal parça üreten bir işletmedir. 20 tondan 650 tona kadar geniş bir pres makinesi yelpazesine sahip işletmede metal şekillendirme ve montaj işlemleri gerçekleştirilmektedir. İşletmede 19 farklı ürünün 6 farklı çeşidi üretilmektedir.

Söz konusu işletmede yalın üretim uygulamaları kapsamında yapılan çalışmalar Şekil 1'de görselleştirilmiştir. Öncelikle mevcut durumun analiz edilmesi amacıyla öncelikle genchi gembutsu aracılığıyla işin yapıldığı yerde (gemba) gözlemler gerçekleştirilmiştir. İşletmeyi tanımak için belirlenen noktalarda günün farklı zamanlarında üretim izlenilerek gemba tekniği kullanılmıştır. Üretimi detaylı bir şekilde anlamak ve sorgulamak için bir plan doğrultusunda üretime inilmeden önce gözlemlenecek süreçle ilgili sorular hazırlanarak teknikler hakkında araştırmalar yapılmıştır. Gemba tekniği uygulanırken iş etüdü, DAH gibi sürecin

detaylı öğrenilmesini sağlayacak tekniklerden de yararlanılmıştır.



Şekil 1. Uygulama Süreci Süreç Akış Şeması

Genchi gembutsu sonucunda tespit edilen problemler şu şekilde sıralanabilir:

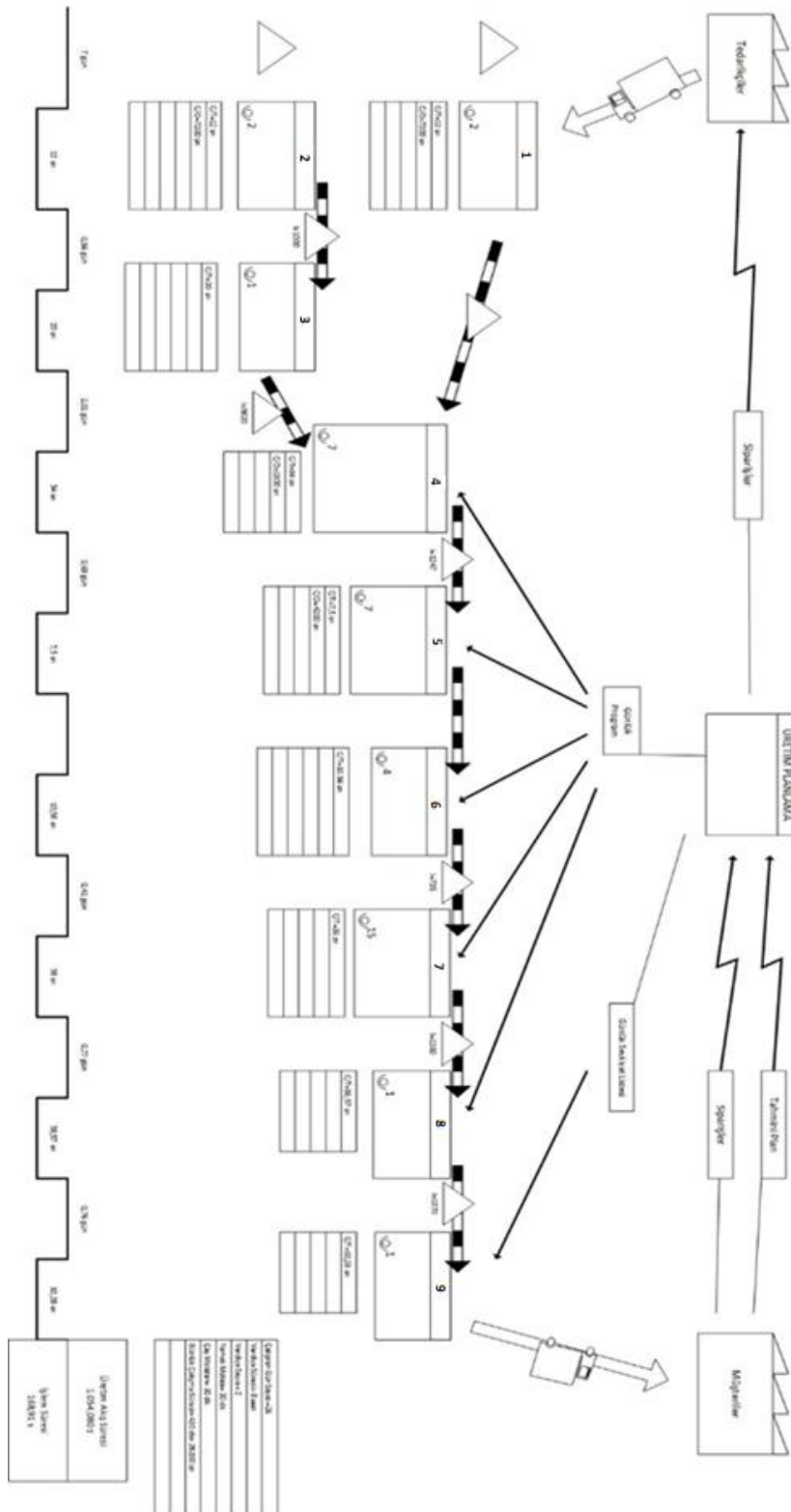
- Tezgâhların önünde işlem görmeyi bekleyen ara stokların fazlalığı
- İş görenlerin herhangi bir işi yapmak için fabrika içerisinde çok fazla hareket etmeleri ve malzeme taşınması yapmaları
- Kalıp değiştirme süreleri ürün cinsine göre farklılık göstermekle birlikte çok uzun sürmesi

- Hammadde tedarikinde yaşanan aksaklıklardan dolayı üretim planında ani değişikliklerin yaşanması
- Beşinci işlemin olduğu tezgâha işlemin yapılabilmesi için gerekli parçaların doğru zamanda ve doğru miktarda gelmemesi
- İlk üretim yapıldıktan sonra seri üretime geçiş için gerekli kalite onayının gecikmesinden doğan beklemelerin fazla olması
- Çalışanların görev tanımlarının net olmaması
- Altıncı işlemde sonra yedinci işleme ürün transferi yapılırken işçilerin her parçayı elle tek tek geçirmesi
- Tezgâhların bakım planlama çalışmalarının eksikliğinden dolayı sık sık arıza vermesi
- Fabrika içi yerleşimin sık sık değişmesi
- İş performans ölçümünün olmamasından dolayı aynı işlemi yapan iki farklı işçinin iş yapma sürelerinin birbirinden çok farklı olması
- İşlemlerin standart olmaması
- Çalışma alanında bazı ergonomik sıkıntıların olması

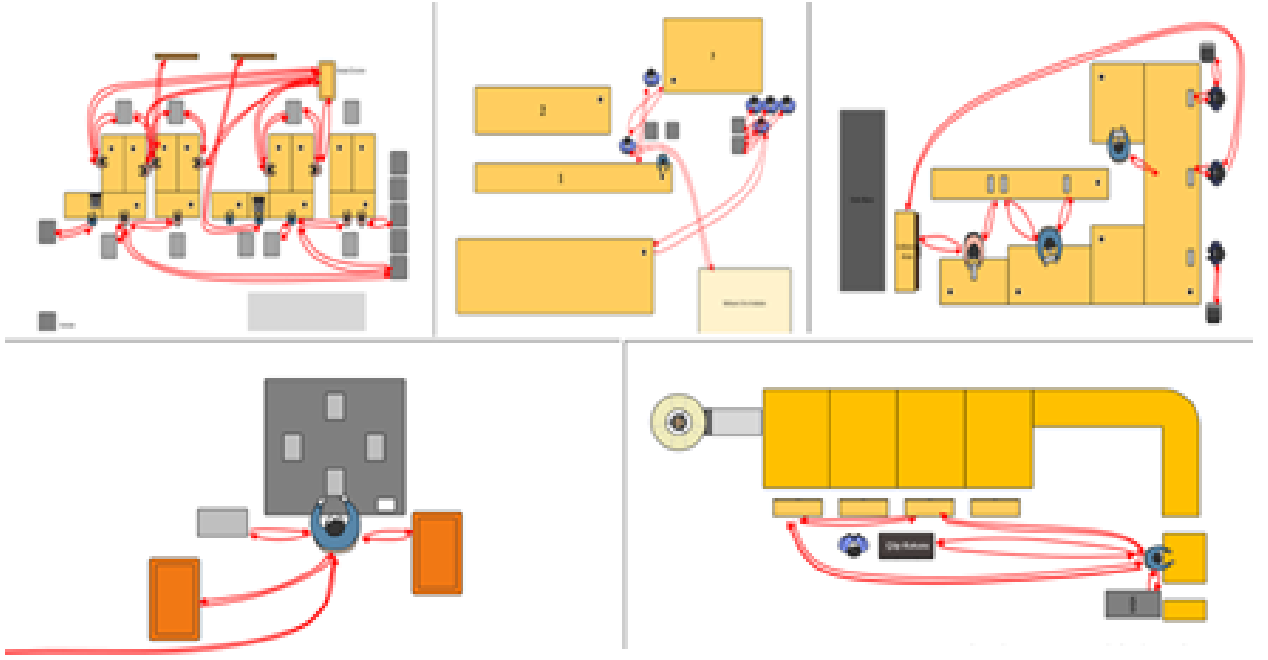
Çalışmanın tüm ürünlerde uygulanması yerine DAH sürecinin ilk adımında bir ürün ailesi seçilmesi önerilmektedir (Womack ve Jones, 1998). Ürün ailesi seçilirken, ürünün en sık üretilen ürün olmasına karar verilmiştir. İşletme gizliliği sebebiyle üretim planı paylaşılmamakla birlikte, üretimin %37'sinin (en yüksek oran) genişleme tanklarının oluşturduğu bilgisi paylaşıldığı için ürün ailesi olarak genişleme tankları seçilmiştir. Seçilen ürün olan genişleme tankları, kapalı su ısıtma ve evsel sıcak su sistemlerini aşırı basınçtan korumak için kullanılan tanklardır. Mevcut durum Değer Akış Haritası (DAH) Şekil 2'de yer almaktadır. Mevcut DAH, 1. ve 2. işlemle nihai ürünün ana iki parçasının imalatıyla başlamaktadır. Söz konusu işlemlerde özel kalıplı presler kullanılarak metale şekil verilmektedir. 2 operatör tarafından gerçekleştirilen bu işlemin çevrim süresi 12 saniye, ürünler arası geçiş yaparken kalıp değişim süresi 7200 saniye olarak tespit edilmiştir. 3. işlemde, 2. işlem sonucunda imal edilen yarı mamule, tek operatör aracılığıyla 20 saniye süren kaynak işlemi yapılmaktadır. 4. işlem adımında, 1. ve 3. işlemde çıkan yarı mamullerin montajı toplam 7 operatörden oluşan bir istasyonda gerçekleştirilmektedir. Söz konusu montaj işlemi 34 saniye sürmektedir. Bu istasyonun farklı bir ürünün montaj işlemine geçilebilmesi için gerekli kalıp

değiştirme süresi ise 1800 saniyedir. 5. işlemde 7 operatör ürünü 7.5 saniyede boyamaktadır. Boyananenin farklı bir ürünün boyama işlemine geçebilmesi için gerekli ayar ve ön hazırlık süresi ise 4200 saniyedir. Boyanan ürünün 6. işlem adımında soğutulması gerekmektedir. Soğutma hattında 4 operatör çalışmaktadır ve hattan her 10.56 saniyede soğutulmuş bir ürün çıkmaktadır. 7. işlem ürünlerin test bölümüne alınmasına ilişkindir. Burada 5 paralel istasyon bulunmakta, her istasyonda 3 operatör tarafından 36 saniyede bir ürün teknik test işleminden geçmektedir. Test edilen ürünler 8. işlemde tek operatör tarafından 38.57 saniye süren görsel son kontrol işleminden geçmektedir. Son işlem olan 9. işlem ise ürünün paketlenmesine ilişkindir ve paketleme işlemi 10.28 saniye sürmektedir. Değer katan ve değer katmayan işlemler zaman ekseninde yer almaktadır. 1.054,080 saniyelik üretim akış süresinin sadece 168,31 saniyesinin değer katan işlemlerden oluşması süreçteki israfı gözler önüne sermektedir. Bu aşamada iş gören hareketleri ve fabrika içi taşımaları görebilmek amacıyla "Spagetti Diyagramları"ndan yararlanılmıştır. Oluşturulan Spagetti diyagramları Şekil 3'te verilmiştir.

Üretimde yer alan işlemler detaylı incelenmiş ve alt basamaklara indirgenmiştir. Tablo 1'de 1. işlem 18 basamaktan oluşmaktadır. Tablo 1'de ürüne herhangi bir değer katmayan (x), ürüne herhangi bir değer katmayan ama yapılması zorunlu (—) ve ürüne değer katan işlemler ( $\sqrt{\quad}$ ) olmak üzere üç grupta incelenmiştir. Ürüne herhangi bir değer katmayan işlemler, ürün üzerinde müşterinin talep ettiği şekilde değişiklik sağlamayan işlemlerdir. Ürüne herhangi bir değer katmayan ama yapılması zorunlu işlemler, müşteri açısından değeri olmasa da işin gerçekleşmesi için gerekli olan işlemlerdir. Ürüne değer katan işlemler ise müşterinin talep ettiği şekilde değişiklik sağlayan işlemlerdir (Türkan, 2010).



Şekil 2. Mevcut Durum Değer Akış Haritası



Şekil 3. Spagetti Diyagramları

Tablo 1

## 1. İşlem İçin Değer Ağacı

1.İŞLEM			
1	x	10	—
2	—	11	x
3	x	12	—
4	x	13	—
5	—	14	—
6	—	15	√
7	—	16	—
8	—	17	x
9	√	18	x

Fabrika vardiyada 8 saatten 2 vardiya çalışmaktadır. Mevcut DAH çizilirken işlemler arasında dengesiz ve miktarca fazla stok gözlemlenmiştir. Stokların sebepleri araştırıldığında kök nedenin kalıp değiştirme sürelerinin uzunluğu olduğu tespit edilmiştir. Kalıp değiştirme uzun olduğu için işletme sık kalıp değiştirmemeye adına ayarlanan bir kalıpla minimum 2 vardiya çalışmakta bu da yığın üretim yapmalarına sebep olmaktadır. Bunu önlemek adına SMED çalışması yapılarak kalıp değiştirmede trapez diş yükseltici destek aparatı kullanımı önerilmiştir. Bunun yanında kalıp değiştirmek için gerekli aparatların bulunduğu arabaların 5S'e göre

düzenlenmesi de yapılan öneriler arasındadır. Stokların kontrol altına alınabilmesi için stokun zorunlu olduğu bölümlere süpermarket kurulumu hedeflenmiş, tek parça akışın sağlanamadığı işlemlere de FIFO kuralı uygulanması hedeflenmiştir. İş gücünden ve stok alanından verim sağlamak için 5. ve 6. işlemler birleştirilmiştir. Hedeflenen gelecek durum DAH ve tek parça akışın sağlanabildiği hatlarda çekme istemini uygulayabilmek için kanban kartları tasarlanmıştır. İşlemler sınıflandırıldıktan sonra üretimde değer katmayan işlemlerin çoğunlukla hazırlık aşamasında olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle mevcut DAH'dan gelecek DAH'a (Şekil 4) ulaşmayı sağlayacak yalın üretim araçlarından biri olan SMED tekniğinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Zira üretimi geciktiren bazı işlemlerin, makine çalışırken yapılabileceği fark edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen makine çalışıyor-makine çalışmıyor analizi Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda kalıp değişimi 18 alt basamağa bölünerek incelenmiştir. Bu incelemenin amacı kalıp değiştirilirken izlenen adımların hangilerinin makine çalışırken hangilerinin makine çalışmıyorken yapıldığının analiz edilmesidir. Çalışmanın hedefi kalıp değiştirme süresini iyileştirmektir.

Tablo 2

## Makine Çalışıyor-Makine Çalışmıyor Analizi

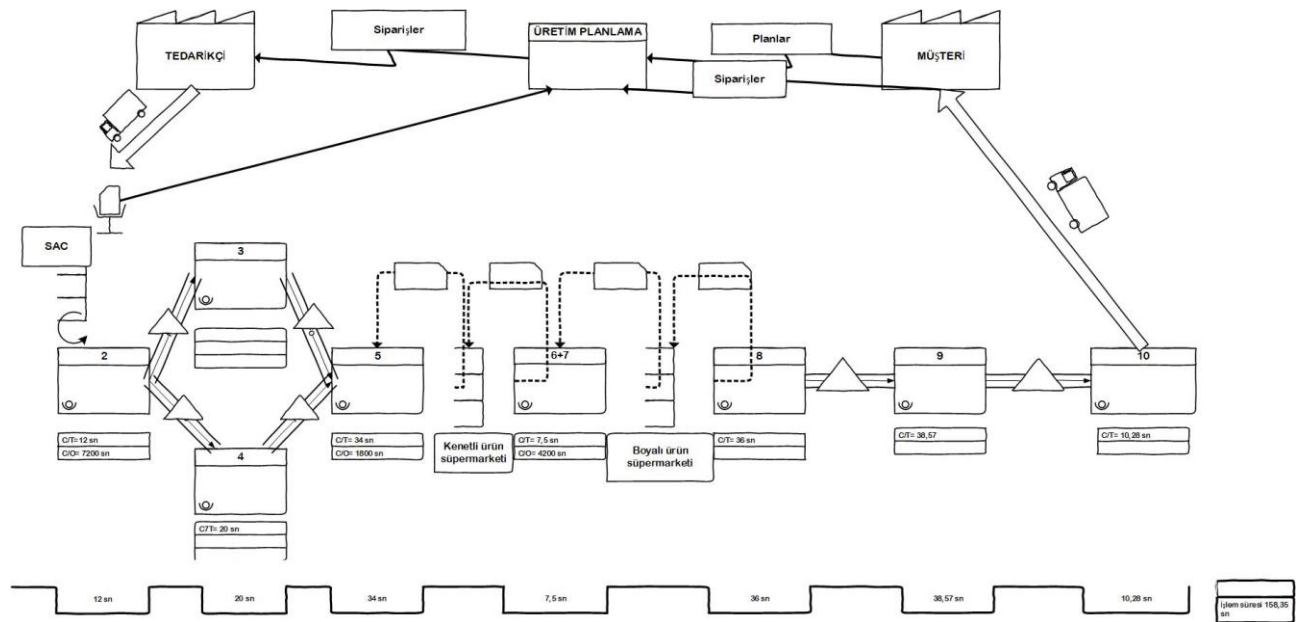
MAKİNE 1																	
Makine																	
Çalışıyor	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13	14	16	17	18		
Makine																	
Çalışmıyor									9	10							15

Bu analiz sonucunda hazırlık sürelerinin kısaltılması için,

- Kalıp bağlantı elemanlarının bulunduğu aracın düzenlenmesi
- Kalıpların ilgili makinelerin arkasına yerleştirilmesi ya da uygun yakın yerlere taşınması
- Kalıpla ilgili parçaların araca doldurulup tek seferde getirilmesi
- Kalıp değişiminde trapez kullanarak işlemin standartlaştırılması gibi çözümler önerilmiştir.

Kalıp değişiminde trapez kullanarak işlemin standartlaştırılması kapsamında işletmede 1 ve 2 numaralı işlemlerin yapıldığı hatta kalıp değiştirme süresinin ortalama 45 dakika olduğu gözlemlenmiştir. Bu sürenin içerisinde değiştirilecek kalıbın forklift ile getirilmesi için ortalama 12 dakika,

kullanılacak alet edevat ve aparatların toplanması için 10.2 dakika ve uygun yüksekliğin ayarlanabilmesinde kullanılacak levha sayısına deneme yanılma yoluyla karar verilmesi için ortalama 15 dakika harcadığı tespit edilmiştir. Önerilen "trapez diş yükseltici destek" isimli kalıp değiştirme aparatı ile pabuç kullanımıyla ve kalıp bağlantı elemanlarının bulunduğu aracın düzenlenmesi ile kalıp süresinden alet edevat arama ve levha ayarlama süresinde düşüş sağlanabilecektir. Vardiya amiri ve üretim sorumlusunun deneyimleri bu sürenin ortalama 20 dakikaya düşeceğini öngörmektedir. Kalıp değiştirme sırasında trapez diş yükseltici destekler kullanarak pabuçlardaki yükseklik ayarları çalışanların deneme yanılma yolu ile yapmasını engeller. İşlem standartlaşır ve hızlanır. Bu sayede kalıp değiştirme süresinde %55.56'lık iyileşme beklenmektedir. Şekil 5'te örnek bir trapez diş yükseltici destek gösterilmektedir.



Şekil 4. Gelecek Durum Değer Akış Haritası





Şekil 5. Trapez Diş Yükseltici Destek

Mevcut durum analiz edildikten sonra yalnız çevrim süresi olarak da adlandırılan “takt süresi” hesaplanmıştır (Rother ve Shook, 1999).

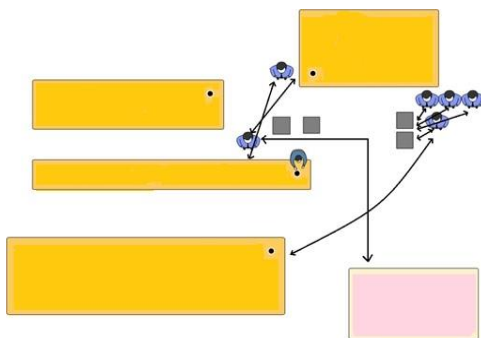
$$\text{Takt zamanı} = \frac{\text{vardiyada kullanılabilen iş zamanı}}{\text{vardiya başına müşteri talep miktarı}} \quad (1)$$

Bir vardiyada yemek (30 dk) ve çay molaları (30 dk) haricinde kullanılabilir zaman 7 saattir. Bir vardiyada ortalama talebin 600 adet olduğu kabulüyle takt zamanı Denklem (1) aracılığıyla 42 saniye olarak tespit edilmiştir.

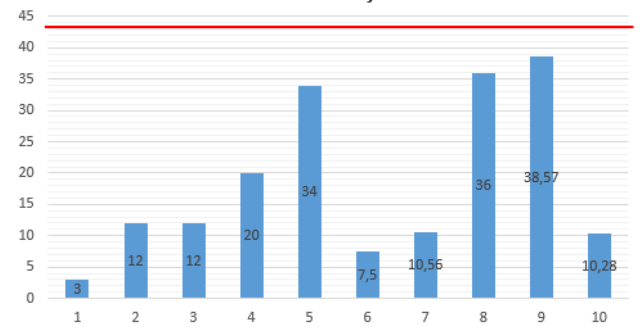
$$\text{Takt zamanı} = \frac{(7 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s}}{600 \text{ adet}} = \frac{25200}{600} = 42 \text{ s/adet} \quad (2)$$

Gözlemler sonucu hesaplanan alt işlemlerin çevrim süreleri ile takt zamanı kıyaslanarak Şekil 6’da gösterilmiştir.

Şekil 6’da verilen mevcut durum çevrim sürelerine göre, çevrim süreleri takt zamanının altındadır. Yapılması gereken tek parça akışı sağlayacak şekilde birleştirilebilir süreçlerin olup olmadığına bakılması



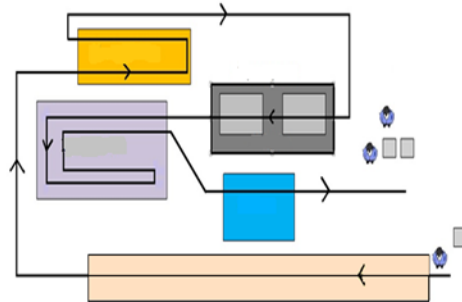
Şekil 7. 5. ve 6. İşlemlerin Birleştirilmesi

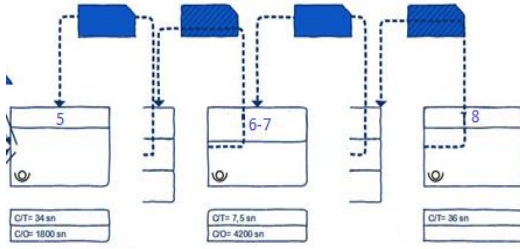


Şekil 6. Takt Zamanı ve Mevcut Çevrim Süreleri

ve uygun olan her yere sürekli akış sisteminin kurulmasıdır. Bu bağlamda Şekil 7’de görüleceği üzere 5. ve 6. işlemlerin birleştirilmesi önerilmiştir. Bu amaçla mevcut durumda bulunan soğutma alanı yerine boyanmış ürün stok alanı oluşturulması planlanmıştır. Böylelikle 6. işlemden kaybedilen alan, zaman ve işçiliğin sisteme kazandırılması hedeflenmiştir. Bu iyileştirme ile işlem süresinde %6,27’lik bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir.

Sürekli akışın uygulanmadığı yerlerde ise üretimin kontrol altına alınabilmesi için süpermarket kurulması seçeneği değerlendirilmelidir. Zorunlu olmadıkça stok ve malzeme taşınmasından kaçınmak için süpermarket oluşturma kararı verilmemiştir. Bu durumlarda süpermarket kurmak yerine iki süreç arasında akışı sağlamak için FIFO (First In First Out) hattı kurmak önerilmiştir. Şekil 8’de süpermarketin hangi süreçler arasında konumlandırılması gerektiği gösterilmiştir.





Şekil 8. Süpermarketin Konumlandırılması

Fabrikada süpermarketin kurulacağı alana karar verildikten sonra süpermarkete yerleştirilecek ürünlere karar verilmiştir. Seçilen ürün ailesi için gerekli malzemeler listelenmiştir: Braket, Ventil, Pul, Dişli Boru.

Süpermarkete koyulacak malzemeler belirlendikten sonra izleyen adımlar uygulanmıştır (Apilioğulları, 2010):

1. Hattın ürün bazında saatlik malzeme ihtiyacı tespiti
2. İş istasyonlarında kaç saatlik malzeme olacağına karar verilmesi
3. Malzemenin depodan itibaren nasıl bir yol izleyeceğinin belirlenmesi

Seçilen ürün ailesi bazında listelenen malzemelerin saatlik ihtiyacı tespit edilmiş, iş istasyonlarında kaç saatlik malzeme olacağına karar verildikten sonra Tablo 3 oluşturulmuştur.

İzlenecek sonraki adım tur sayısının belirlenmesidir. Tur zamanının artırılması süpermarket stok kapasitesini, kullanılacak alanı ve kutu adet sayısını etkileyecektir. Bu nedenle işletme koşullarına en uygun tur sayısının belirlenmesi gerekir. Tur sayısı belirlenirken kutu içi adetler ve günlük üretim miktarı dikkate alınmıştır. Tablo 4'te görüleceği üzere belirtilen saat aralıklarında günlük iki tur yapılarak süpermarket ve istasyonun beslenmesi gerekmektedir.

Tablo 3  
Malzemelerin Hammadde Stok Alanına Gelişleri

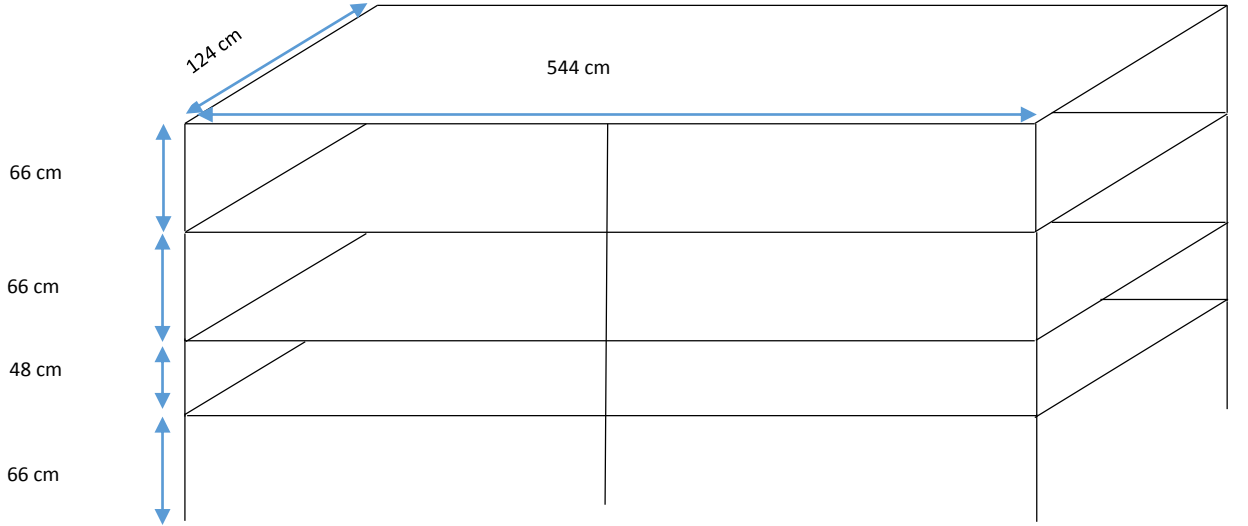
DGT/(Ürün Kodu) Malzeme Adı	Dişli Boru	Ventil	Diyafram	Braket
Malzeme Kodu	A	B	C	D
Birim Kullanım Miktarı	1	1	1	1
Günlük Üretim	1200	1200	1200	1200
Günlük İhtiyaç	1200	1200	1200	1200
Günlük Üretim Zamanı(Saat)	16	16	16	16
Saatlik İhtiyaç(Adet)	75	75	75	75
Kutu Tipi	Koli	Koli	Koli	Koli
Kutu İçi Adedi	500	1000	630	5300
Saatlik Kutu İhtiyacı	0,15	0,075	0,12	0,014
Taşıma Şekli	Transpalet	Transpalet	Transpalet	Transpalet

Tablo 4  
Tur Sayısı ve Süpermarket İçin Kutu Adetlerinin Belirlenmesi

DGT				
Malzeme Adı	Dişli Boru	Ventil	Diyafram	Braket
Malzeme Kodu	A	B	C	D
Tur Aralığı	8 saat/vardiya	8 saat/vardiya	8 saat/vardiya	8 saat/vardiya
Bir tur için üretim ihtiyacı	3	1	2	4
Yedek kutu sayısı	1	1	1	1
İş istasyonunun toplam kutu ihtiyacı	4	2	3	5

Tur sayısı ve malzemelerin konulacağı kutuların boyutlarına karar verilmeden önce süpermarketin ölçüleri alınmış ve ölçüler Şekil 9'da verilmiştir.

Ekte verilen ölçüler dikkate alınarak malzeme kutularının boyutları aşağıdaki Tablo 5'te verilmiştir.



Şekil 9. Süpermarket Ölçüleri

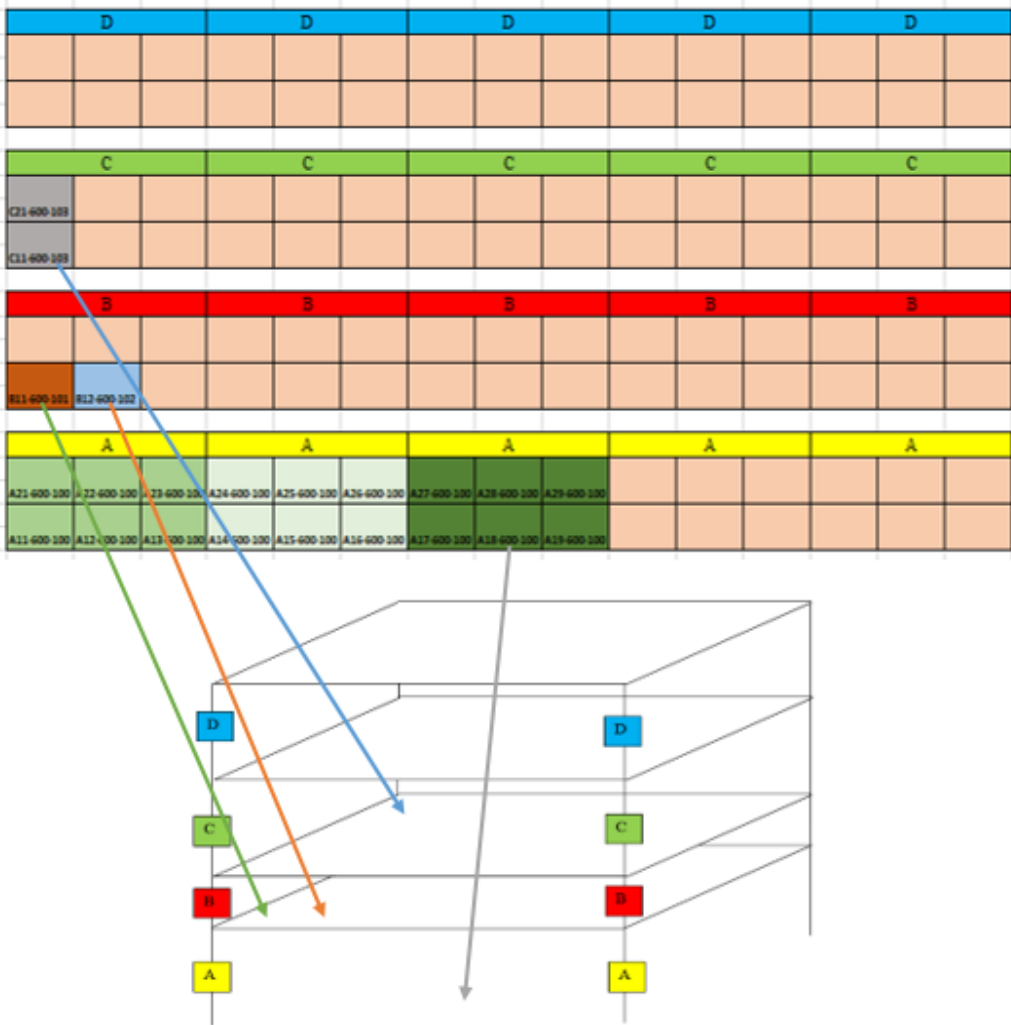
Tablo 5  
Malzeme Kutularının Boyutları

Malzeme Adı	Malzeme Kodu	Kutu Ölçüleri (uzunluk*genişlik*yükseklik)	Kutu İçi Adedi
Dişli Boru	A	25*15*11 cm	200
Ventil	B	15*9*7 cm	600
Diyafram	C	142*112*53 cm	315
Braket	D	13*30*20 cm	150

Süpermarkette bulunan her dolu kutu üzerinde kanban kartının takılı olması gerekmektedir. Kanban kartlarıyla bilgi iletiminin yapılması yani süpermarketten bir adet kanban kartının ilgili sürece gelmesi süpermarketten bir adet kutunun çekilmesi ve stokların bir kutu azalması anlamına gelmektedir. Üretimde ve süpermarketten malzeme çekilmesinde kanban sisteminin oturtulması sayesinde herhangi bir planlama yapmaya gerek kalmadan sistem kendi kendine işleyebilmektedir (Apilioğulları, 2010). Süpermarket alanı kullanımının kolay olması ve karışıklığın engellenmesi için rakamlardan ve

harflerden yararlanılarak adreslendirme yapılmıştır. Çalışma sonucu önerilen adreslendirme Şekil 10'da gösterilmiştir.

Adreslendirmenin süpermarket üzerindeki yerlerinin gösteriminin örneklendirilmesi için Tablo 6 incelenebilir. Burada görüleceği üzere, seçilen ürün ailesine ait bir parça için süpermarket adresi, B11-600-101 adresi şeklindedir. B11 süpermarketteki konumu, 600 hangi ürün ailesine ait olduğunu, 101 hangi parça olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 10. Adreslerin Süpermarketteki Yer Gösterimi

Tablo 6  
Süpermarketin Adreslendirilmesi

DGT için	Malzeme Kodu
Diyafram 1	100
Diyafram 2	100
Diyafram 3	100
Dişli Boru	101
Ventil	102
Braket	103
DGT Ürün Kodu	600
YGT Ürün Kodu	601

Kanban kart sayıları ise Denklem (2) aracılığıyla (Leone ve Rahn, 2002) hesaplanarak Tablo 7'de verilmiştir. Denklem (3)'te yer alan KS: Kanban sayısı, GTA: Günlük talep adedi, ESY: Emniyet stoku yüzdesi, ÇS: Çevrim süresi ve KK: Koli kapasitesini göstermektedir.

$$KS = \frac{GTA \cdot (1 + ESY) \cdot \text{ÇS}}{KK} \quad (3)$$

Aşağıda (2) numaralı denklem aracılığıyla ventil ürünü için kanban kart sayısı hesabı örneği verilmiştir.

$$KS = \frac{1200 \cdot (1 + 0,10) \cdot 2}{1200} \approx 3 \text{ adet} \quad (4)$$

Kanban kart sayıları hesaplandıktan sonra, çalışmanın son aşamasında ise üretim ve çekme kanbanları tasarlanmıştır. Çekme ve üretim kanbanı tasarlanırken farklı renkler kullanılarak çalışan tarafından kolay ayırt edilmesine ve çalışan tarafından kolay algılanabilir olmasına dikkat edilmiştir. Gerekli tüm bilgilerin yer aldığı kartlarda parça resimleri de kullanılarak yanlış üretimin engellenmesi hedeflenmiştir. Bu kartların örnekleri Şekil 11'de yer almaktadır. Çekme kanbanı mavi, üretim kanbanı ise sarı renkte tasarlanmıştır.

Tablo 7  
Kanban Kart Sayıları

Ürün Adı	Kanban Kart Sayısı
Ventil	3
Dişli Boru	4
Diyafram	3
Braket	4

## 5. Tartışma

Bu çalışma kapsamında endüstriyel ürünler üreten bir işletmede genişleme tankı üretimi üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları kuramsal bilgilerin uygulama ile birleştirilmesi anlamında önemlidir. Çalışma süresince genchi gembutsu tekniği kullanılarak çalışma gerçekleştirilen alanda bire bir gözlem gerçekleştirilmiştir. Süreci tanıyabilmek ve stokları tespit edebilmek için mevcut durum DAH çizilmiştir. Gereksiz hareket ve taşımaları görebilmek için de Spagetti diyagramları oluşturulmuştur. Stokların tespit edilmesinin ardından stok oluşmasının başlıca sebebinin kalıp değiştirme olduğu gözlemlenmiş, bu gözlem sonucunda SMED çalışmaları yapılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmaların devamında süpermarket ve birleştirilebilir işlemleri içeren gelecek durum DAH önerilmiştir.


## 6. Sonuçlar

Yalın üretim çalışmaları uzun soluklu çalışmalardır. Uygulamanın gerçekleştiği süre boyunca bazı kazanımlar elde edilmiş, bazı kazanımların ise elde edilmesi planlanmıştır. Çalışmalar sonucunda gerçekleşen ve beklenen iyileşmeler izleyen şekilde özetlenebilir:


- Dikey genişleme tankı üretimi için yapılan 5. ve 6. işlemlerin birleştirilmesiyle işlem süresinde % 6,27'lik bir iyileşme kaydedilmiş ve 6. işlemde kaybedilen alan, zaman, işçilik sisteme kazandırılmıştır.
- Kalıp değiştirme sırasında trapez diş yükseltici destekler kullanılarak 45 dakika olan kalıp değiştirme süresinin ortalama 20 dakikaya düşeceği öngörülmektedir. Bu sayede kalıp değiştirme süresinde %55,56'lık iyileşme beklenmektedir.

**TASARLANAN KANBAN KARTLARI**

Çekme Kanbanı

Önceki Operasyon		Sonraki Operasyon
Stok Raf Numarası: _____		
Parçanın Numarası: _____		
Parçanın Adı: _____		
Araba Tipi: _____		
Kutu Kapasitesi	_____	<b>Operatör</b> Veli Yıldız
Kutu Tipi	_____	
Kanban Sırası	_____	

Üretim Kanbanı

Operasyon Adı		
Stok Raf Numarası: _____		
Parçanın Numarası: _____		
Parçanın Adı: _____		
Araba Tipi: _____		
		<b>Operatör</b> Ali Yıldız

Şekil 11. Kanban Kart Tasarımları

- Gelecek durum DAH önerilen ve konumları belirtilen süpermarketin kurulması ile belirtilen tur sayısının uygulanmasıyla işçi işi bırakıp istasyondan ayrılmak zorunda kalmaz. Tur sayısı ve kanban kartları ile istasyon beslenir. Önerilen sistemin kurulmasıyla ara stok ve taşımalarda azalma olması beklenmektedir. Kaybedilen zaman ve işçilik sisteme kazandırılmış olacaktır.
- Önerilen kanban kart sistemiyle kanban kart tasarımı sayesinde karışıklıkların önlenmesi, fazla üretimin önüne geçilmesi, gereksiz stok, taşıma ve hareketlerin kontrol altına alınması ve işletmede çekme sisteminin gerçekleştirilmesi beklenmektedir.
- Çalışmanın temel amacı olan yalın üretim felsefesinin işletme kültürü haline getirilmesi piyasadaki rekabet ortamında işletmeye avantaj sağlayacaktır.

Uygulama yapılan işletmenin etik kuralları gereğince veri paylaşımı yapılmaması, işletmenin tesis içi yerleşimin sürekli değişiklik göstermesi gibi nedenlerden dolayı önerilen sistemlerin uygulanmasında sıkıntılar yaşanmıştır. İyileşmeler gerçekleştirilmeden işletmenin bu çalışma

sonuçlarını benimseyip benimsemeyeceği bilinmemektedir. Yalın üretimin işletme kültürü haline gelebilmesi için Kaizen felsefesinin benimsenmesi gerekmektedir. Gelecekte aynı işletmenin diğer ürün aileleri için de mevcut durum DAH çizilerek, tespit edilen problemlerin çözümü için uygun yalın araçlar kullanılmasının işletmeye büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları hem bu konuda çalışma yapmak isteyen akademisyenler, hem de sektör uygulayıcıları için değerlidir.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

**Kaynaklar**

Almmani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A. & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques, *Computers &*

- Industrial Engineering*, 66, 461-469. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.011>
- Apilioğulları, L. (2010). *Yalın Dönüşüm*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Ashif, M., Goyal, S. & Shastri, A. (2015). Implementation of lean tools-value stream mapping & SMED for lead time reduction in industrial valve manufacturing company. *Applied Mechanics and Materials*, 813-814, 1170-1175. doi:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.813-814.1170>
- Benjamin, S. J., Murugaiah, U. & Marathamuthu, M. S. (2013). The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24 (5), 792-807. doi: <https://doi.org/10.1108/17410381311328016>
- Boran, S. & Ekincioglu, C. (2017). A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92, 3941-3951. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0424-9>
- Deniz, N. & Ozcelik, F. (2018). Improving healthcare service processes by lean thinking. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (4), 739-748. doi: <https://doi.org/10.5505/pajes.2017.89814>
- Dinis-Carvalho, J., Guimaraes, L., Sousa, R. M. & Leao, C. P. (2019). Waste identification diagram and value stream mapping-A comparative analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10 (3), 767-783. doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0030>
- Gunasekaran, A. & Ngai, E. W. T. (2012). The future of operations management: An Outlook and analysis, *International Journal of Production Economics*, 135, 687-701. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.11.002>
- Henrique, D. B., Rentes, A. F., Filho, M. G. & Esposto, K. F. (2016). A new value stream mapping approach for healthcare environments, *Production Planning & Control*, 27 (1), 24-48. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1051159>
- Hines, P., Silvi, R. & Bartolini, M. (2002). *Lean Profit Potential*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre.
- Junior, M. L. & Filho, M. G. (2010). Variations of the Kanban system: Literature review and classification, *International Journal of Production Economics*, 125, 13-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Kanat, S. ve Güner, M. (2006). Tam zamanında üretim sisteminin tekstil ve konfeksiyon sanayine uygulanabilirliği. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16 (4) , 274-278. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/tekstilvekonfeksiyon/issue/23625/25162>
- Karasu, M. K. & Salum, L. (2018). FIS-SMED: A fuzzy inference system application for plastic injection mold changeover, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94, 545-559. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0799-7>
- Kılıç, A. ve Ayvaz, B. (2016). Türkiye otomotiv yan sanayinde yalın üretim uygulaması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15 (19), 29-60. Erişim adresi: <http://acikerisim.ticaret.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11467/1466/M00720.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R. & Alvelos, H. M. (2016). Applying value stream mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry, *International Journal of Production Research*, 54 (6), 1708-1720. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055349>
- Leone, G., & Rahn, R. (2002). *Fundamentals of Flow Manufacturing*, Colorado: Flow Publishing Inc
- Leonardo, D. G., Sereno, B., Anna da Silva, D. S., Sampaio, M., Massote, A. A. & Simões, J. C. (2017). Implementation of hybrid Kanban-CONWIP system: a case study, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28 (6), 714-736. doi: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2016-0043>
- Liker, J.K. & Hoseus, M. (2010) Human resource development in Toyota culture. *International Journal of Human Resources Development and Management*, 10, 34-50. doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJHRDM.2010.029445>
- Liker, J.K. (2015). *Toyota Tarzı*. İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- McIntosh, R. I., Culley, S.J., Mileham, A.R. & Owen, G.W. (2000). A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology, *International Journal of Production Research*, 38(11), 2377-2395. doi: <https://doi.org/10.1080/00207540050031823>

- Ohno, T., (1998). *Toyota Ruhü*. İstanbul: Scala Yayıncılık.
- Orbak, A. Y. ve Bilgin, S. (2005). *Kanban sisteminin bir uygulama örneği*, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nda Sunulmuş Bildiri, İstanbul.
- Powell, D. J. (2018). Kanban for lean production in high mix, low volume environments. *IFAC PapersOnLine*, 51 (11), 140-143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>
- Rahman, N. A. A., Sharif, S.M. & Esa, M. M. (2013). Lean manufacturing case study with kanban system. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174-180. doi: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Rother, M. & Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek*. İstanbul: Yalın Enstitü Derneđi.
- Sarı, E. B. (2018). Üretim hattı tasarımında değer akış haritalama tekniğinin kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 56, 67-81. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/36761/370934>
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*, Cambridge: Productivity Press.
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang X. & Chong H. Y. (2017). A cross-sector review on the use of value stream mapping, *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906-3928. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- Silva, I. B. & Filho, M. G. (2019). Single-minute exchange of die (SMED): A state-of-the-art literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102, 4289-4307. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03484-w>
- Singh, J., Singh, H. & Singh I. (2018). SMED for quick changeover in manufacturing industry a case study. *Benchmarking: An International Journal*, 25 (7), 2065-2088. doi: <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0122>
- Suzaki, K. (2013). *İmalatta Mükemmellik Yolu*, İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Tanık, M. (2010). Kalıp ayar sürelerinin SMED metodolojisi ile iyileştirilmesi: Bir yalın altı sigma uygulaması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 117-140. Erişim adresi: <http://www.sobbiad.mu.edu.tr/index.php/asd/article/view/328/292>
- Tuzkaya, U. R. ve Aksu, İ. (2013). Üretimde ara stok yönetim süreçlerinin iyileştirilmesi ve bir uygulama. *Beykoz Akademi Dergisi*, 1(2), 47-75. doi:<https://doi.org/10.14514/BYK.m.21478082.2013.1/2.47-75>
- Türkan, Ö. U. (2010). Üretimde yalın dönüşümün temel performans kriterleri. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 28-41. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baunfbed/issue/24282/257363>
- Uzun Araz, Ö., Araz, C. ve Özgür, E. (2015). Dinamik üretim sistemleri için kanban sayısının belirlenmesi: bütünleşik bir yöntem, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22 (4), 285-296 doi: <https://doi.org/10.5505/pajes.2015.30306>
- Wesana, J., Gellynck, X., Dora, M. K., Pearce, D. & De Steur, H. (2019). Measuring food and nutritional losses through value stream mapping along the dairy value chain in Uganda. *Resources, Conservation & Recycling*, 150, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104416>
- Williams, S. (2009). *The lean toolkit part 2*. CircueTree, 22(5).
- Womack, J.P. & Jones, D.T. (2010). *Yalın çözümler*. İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Womack, J.P. & Jones, D.T. (1998). *Yalın düşünce*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos D. (1990). *Dünyayı değiştiren makine*, İstanbul: Otomotiv Sanayi Derneđi.