

# ÜRETİMDE ARA STOK YÖNETİM SÜREÇLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA

UMUT RIFAT TUZKAYA<sup>(1)</sup>, İREM AKSU<sup>(2)</sup>

## ÖZ

Üretimin pek çok aşamasında girdileri çıktılara dönüştüren süreçler yer almaktadır. Süreçler bir araya gelerek sistemleri oluştururlar. Bu yüzden bir üretim sistemi iyileştirilmek istenirse bu sistemi süreçlerine bölüp incelemek gereklidir. (ya da -gerek-mektedir-)

Stok yönetimi de iyi incelenmesi gereken süreçlerden biridir. Günümüzün rekabet şartlarında şirketlerin maliyetlerinde en ufak azalma, şirketler için rekabet avantajı sağlamaktadır. Stok yönetimi, aslında pek çok şirketin stoklarda farkında olmadığı; fakat organizasyonlardaki büyük maliyet kaynaklarından biridir. Stokların iyi yönetilmesi hem üretimin devamlılığını sağlayarak müşteri tatminini artırmaya hem de gereksiz stokları yok ederek bir maliyet kaynağını yok etmeye yaramaktadır.

Bu çalışmada stok yönetimi bir süreç olarak incelenmiş ve süreç tanımı, süreç iyileştirme ve süreç iyileştirme teknikleri anlatılmıştır. BSH firmasının soğutucu sistemler fabrikasındaki SofD (Shell of The Door) biriminin stok hesapları üretiminin devamlılığını temel alacak şekilde formülize edilmiştir. Aynı vaka üzerinden ara stokların yok edilmesi için yapılan çalışmalara değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ara stok, stok yönetimi, süreç iyileştirme, süreç yönetimi.

**JEL Kodları:** D24, M11, L23

## ABSTRACT

Processes where inputs are transformed into outputs are in almost every step of production. Processes make up systems and that is why a system should be divide to processes if a production system is aimed to be improved.

Inventory management is one of the processes that need to be examined. In today's

1 Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, tuzkaya@yildiz.edu.tr

2 Endüstri Mühendisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, aksu16@hotmail.com

competitive environment, companies should eliminate even the smallest amount of costs, in order to have a competitive advantage. Inventories are one of the largest cost sources that most people do not know of. Good management of inventory enables us to sustain production by improving customer satisfaction and to eliminate a cost source.

This study examines inventory management as a process. Process is defined along with process improvement and techniques. Literature that sees inventory management in a cost point of view is studied and a formula on inventory calculations of a machine called QS Innerdoor at BSH Solo Cooling Factory is used to reduce/eliminate buffer stocks.

**Key Words:** Process management, process improvement, stock management, buffer stock.

**JEL Codes:** D24, M11, L23

## 1. Giriş

Süreç, üretimin her aşamasında yer alan bir kavramdır. Girdi ve çıktı oranlarının belirlenmesinde önemli rol oynayan süreçler, değişen koşullar ve mükemmel bir sürecin var olmasının imkânsızlığından dolayı sürekli iyileştirilebilirler.

Süreçlerin iyileştirilmesi, hızla değişen günümüz şartlarında ve maliyet azaltmanın rekabet avantajı sağladığı üretim ortamında çok önemlidir. Bu yüzden süreçlerde, katma değer yaratan veya yaratmayan aktivitelerin tespiti zorunludur. Böylece süreçlerimize aslında değer katmayan aktiviteleri yok ederek zaman, maliyet ve süreçlerin yalınlaştırılması açısından büyük faydalar sağlamış oluruz.

Bu çalışma stok yönetiminin iyileştirilebilir bir süreç olduğunu anlatmaktadır. İlk bölümde sürecin tanım ve özellikleri, sürecin yönetimi, süreç iyileştirme ve süreç iyileştirmede kullanılacak yöntemler, araçlar ve teknikler açıklanmıştır. Daha sonra ise BSH Ev Aletleri Solo Soğutucu Fabrikası'ndaki SofD(3) biriminde uygulanan süreç iyileştirme çalışması incelenmiştir. Bu incelemede SofD makinesinin stoklarının gereğinden fazla olduğunun tespit edilmesi, balık kılıçığı ve süreç akış diyagramı gibi süreç iyileştirme araçlarından yararlanılarak analiz edilmesi, BSH'da kullanılan ve maliyetten önce üretimin devamlılığını esas alan (kanban hesabında da kullanılan) stok hesaplama formülü ve stok yönetimi açıklanmıştır. Çalışmanın sonucunda ise SofD makinesindeki gereksiz ara stokların yok edilmesiyle elde edilenler açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. Süreç İyileştirme

Süreç iyileştirme; işletmelerin iş süreçlerinin ve organizasyonel yapılarının, yapılacak olan inceleme ve analizler sonucunda, uygulanacak olan belirli yöntemler ile döngü sürelerini azaltmak, maliyetleri düşürmek, kalite ve iş performanslarında artış sağlamak amacı ile yapılan ve müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamayı hedefleyen çalışmadır (Harrington, 1991: 14).

Süreçler farklı işlem basamaklarından oluşurlar. Süreç içerisindeki bu işlem basamaklarını;

- Katma değer yaratan işlem basamağı,
- Sürecin işleyişi için gerekli işlem basamağı,
- Katma değer yaratmayan işlem basamağı

olarak ayırmak mümkündür.

---

3 Shell-of-the-Door'un kısaltmasıdır.

Katma değer yaratan işlem basamakları, müşteri beklentilerinin karşılanabilmesi için süreçte yapılması gerekli olan işlemlerdir. Sürecin işleyişi için gerekli olan işlem basamakları, politika ve yönetmeliklere uyulması gibi sürecin maliyetini arttıran, ancak müşteri açısından hiç bir şey ifade etmeyen işlem basamaklarıdır. Katma değer yaratmayan işlem basamakları ise, müşteri açısından herhangi bir değer yaratmayan depolama, taşıma, yeniden işleme ve onay gibi işlemlerdir.

Süreç iyileştirme genel olarak sürecin performans düzeyinin artırılmasıdır. Süreç performansı, sürecin kaynaklarının en iyi şekilde kullanması ve bunun takip edilmesidir. Yapılan iyileştirmelerin ardından sürecin performansı arttıkça, yeniden işleme ve israf azalacağı için süreç daha hızlı işleyecek ve çevrim süresi kısılacaktır. Süreç iyileştirme, iş akışından katma değer oluşturmeyen adımların elimine edilmesidir. Süreçlerdeki tüm ana oyuncular süreç iyileştirmeye dâhil olduğunda, toplu olarak israfı, maliyetleri, kullanılan zaman ve malzeme miktarını azaltmaya odaklanabilirler. Böylece işler daha çabuk, daha ucuz, daha kolay ve en önemlisi daha güvenli yapılabilir.

Süreci oluşturan temel unsurlar; girdi, girdiyi sağlayan tedarikçi, çıktı, çıktıları kullanan müşteri, süreç performans ölçütleri, müşteri ihtiyaç ve beklentileri ile süreç aktiviteleridir. Süreç hiyerarşisi Roberts (1994: 27) tarafından, süreç düzeyi, alt süreç düzeyi ve ödev düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Süreç, bir ya da daha fazla alt süreçten oluşur ve neyin başarmak istendiğini açıklar. Alt süreç, birden fazla kişi tarafından yapılan işlerden oluşur ve sürecin nasıl organize edildiği açıklar. Ödev, bir kişi tarafından yapılır ve işlerin nasıl yapıldığını açıklar. Süreçleri ve süreç iyileştirmeyi tanımladıktan sonra aşağıda süreç iyileştirmede kullanılan yöntem ve metodolojiler kısaca açıklanmıştır.

#### **a. Süreç iyileştirme yöntemleri ve metodolojisi**

Her organizasyon için süreçlerin kalitesini iyileştirmek ve kabul edilebilir performans kalitesini sürdürmek kritik başarı faktörleridir. Süreç iyileştirme için kullanılan birçok metodoloji mevcuttur. Bunlar; toplam kalite yönetimi, kaizen, altı sigma, değişim mühendisliği, tam zamanında üretim, yalın yönetim, yalın altı sigma, Poka-Yoke ve süreç mükemmelleştirmedir. Bu yöntemlerden en çok kullanılan birkaçını sırayla açıklamak gerekirse;

##### *i) Toplam kalite yönetimi*

Toplam Kalite Yönetimi (TKY), bir kuruluşta üretilen mal ve hizmetlerin, işletme süreçlerinin ve personelin sürekli iyileştirilmesi ve geliştirilmesi yoluyla önceden belirlenmiş müşteri gereksinimleri ve beklentilerinin tüm çalışanların katılımıyla optimum maliyet düzeyinde karşılanması, kuruluş performansının iyileştirilmesi için stratejiler geliştirilmesi ve bununla ilgili planların uygulamaya konulmasıdır (Bozkurt, 2003: 12). Toplam

kalite yönetiminin verimlilik ve daimi kaliteyi artırırken maliyetleri düşürme, işlem sürelerini kısaltma ve savurganlığı önleme gibi amaçları bulunmaktadır.

#### *ii) Altı sigma*

Altı sigma ise, toplam kalite yönetiminin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde kullanılabilen bir yöntemdir. Hedefi hata oranlarını milyonda 3,4 seviyesine düşürmektir. Altı sigma araçları, toplam kalite yönetiminin temel kavramları olan süreç yönetimine, sürekli iyileştirmeye ve takım çalışmasına metodolojik bir yaklaşım, bir çözüm önerisi getirmektedir. Altı sigmanın getirdiği metodolojik yaklaşım toplam kalite yönetimindeki önemli kriterlerden stratejik hedefler belirlemede, kilit süreçlerin belirlenmesinde ve süreç iyileştirmelerde kullanılabilir.

#### *iii) Değişim mühendisliği*

Değişim mühendisliği kavramı maliyet, kalite, esneklik ve hız gibi çağın en önemli performans ölçütlerinde çarpıcı geliştirmeler yapmak amacıyla karar ve iş süreçlerinin temelden yeniden düşünülmesi ve yeniden tasarımı şeklinde tanımlamaktadır. Değişim mühendisliğinde eski süreç yöntemleri terkedilerek sürecin yeniden tasarımı esastır. Burada süreç kavramı, bir araya geldiklerinde müşteri için değer oluşturacak faaliyetler dizisini ifade etmektedir (Gershon, 2010: 6).

#### *iv) Tam zamanında üretim*

Tam zamanında üretim (TZÜ), Japon otomobil endüstrisinde uygulanan birçok uygulamadan geliştirilmiştir. Çok basitçe, bir envanter politikası şeklinde tanımlanabilir. Japon Kanban sistemi üzerine yapılandırılmıştır. Parçaların sipariş verilmesi ve takibi Kanban sistemiyle sağlanır; fazla envanter; fazla kapasite, fazla zaman vb. kaynakların israfıdır. TZÜ bu israfları azaltmaya odaklanarak sistemi sürekli olarak geliştiren bir yöntemdir. İsrif edilen kaynakları ortaya çıkarmak israfları yok etmeye teşvik edecektir. TZÜ ve TKY beraber ele alındığında iyi çalışmakta ve birisi olmadan diğeri uygulanması başarıyı getirememektedir (Gershon,2010: 6).

#### *v) Yalın yönetim*

Yalın yönetim de tıpkı tam zamanında üreticim gibi israfın yok edilmesi fikrinden yola çıkar. TZÜ'den iki farkı vardır. Birincisi şirketin organizasyon yapısından gelir. Yalın organizasyon yönetimin pek çok seviyesini ortadan kaldırır ve herkesi süreçlere daha yakın hale getirir. İkinci özelliği ise daha güçlü süreç analizidir. İş süreçlerindeki her adım tek tek değerlendirilir. Süreçler katma değer yaratan faaliyetler etrafında yeniden tasarlanırken katma değeri olmayan faaliyetler yok edilmeye çalışılır. TZÜ'ye göre süreçlerdeki

israfları yok etme üzerine daha fazla yapılandırılmıştır (Gershon,2010: 6).

## **b. Süreç iyileştirmede kullanılan araçlar ve teknikler**

Süreçleri anlamak böylece süreçleri sistematik bir yaklaşımla iyileştirmek bazı basit araç ve tekniklerin bilinmesiyle sağlanır. Bu araçların ve tekniklerin etkili kullanılması için gerçekte bu süreçte çalışan insanlar tarafından uygulanması gerekir. Süreç çalışanlarının süreç iyileştirmeye bağlı kalması ise üst yönetimin kaliteyi geliştirmeye verdiği önemle bağlantılıdır (Department for Business Innovation & Skills, 2013).

Süreç geliştirmede sıkça kullanılan araçlar ve teknikler şöyledir (Büyükköse, 2008: 53; Department for Business Innovation & Skills, 2013):

- Süreç haritalama
- Süreç akış şemaları
- Sebep sonuç diyagramı
- Beyin fırtınası
- Pareto analizi
- İstatistiksel süreç kontrolü
- Histogram
- Kuvvet sahası analizi - Serpilme diyagramları
- Kontrol şemaları
- Kontrol çizelgeleri
- Matriks analizi

Uygulama bölümünde de görüleceği gibi yukarıda belirtilen süreç geliştirme araç ve tekniklerinden belli başlıları bu çalışma kapsamında da kullanılmıştır.

## **3. Uygulama**

Bu bölümde Bosch Siemens Ev Aletleri A.Ş. tesislerinde kullanılan SofD iş birimindeki ara stoklarında yapılan süreç iyileştirme çalışmaları anlatılmıştır. Uygulamanın amacı SofD makinesine ait stokların azaltılması, bu stokları yönetmeye en uygun sistemin bulunup uygulanması, optimal stok seviyesinin belirlenmesidir. Çeşitli süreç iyileştirme araçları kullanılarak analizler yapılmış, Kanban formülü yardımıyla stoklar hesaplanmış ve ne kadar stok tutulması gerektiğine karar verilmiştir.

Stok sayımıyla ilgili SofD makinesinde kullanılan herhangi bir veri toplama yöntemi bulunmadığından veriler yapılan sayımlarla ortaya çıkmış, 7 günlük bir stok sayımı gerçekleşmiştir. Üretim ortamında bulunan stoklar, ara ve hazır stoklar, buzluk kapağı ve ana kapak olmak üzere gruplandırılarak sayılmıştır. Sonuçta elde edilen verilerle hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

## a. Mevcut sürecin tanıtımı

Söz konusu süreç iyileştirme uygulaması Bosch Siemens Ev Aletleri A.Ş. Soğutucu Fabrikası'nda yapılmıştır. Soğutucu fabrikasının yıllık üretim adedi 1,2 milyondur. KSV (Çift kapılı), KSU (no-frost) ve KSG (Tek kapılı) buzdolapları üretilmektedir. Buzdolapları çeşitli özelliklerine göre (yükseklik, genişlik, derinlik) çeşitli modellere ayrılmaktadır. Fabrikadaki üretim hatları NF (No-Frost) ve STBF (Static Top-Bottom Buzluk kapağı) şeklinde ayrılmaktadır. STBF üretim hatlarından 3 tane vardır ve bunlar S1, S2 ve S3 olarak ayrılmaktadır. Uygulamada STBF hatlarında bulunan kapı döküm makinelerini besleyen SofD makinesindeki süreç iyileştirme çalışması açıklanmıştır.

SofD makinesi bir ısıl şekillendirme makinesidir. Solo soğutucu fabrikasında ön üretim aşamasında yer alan bir makinedir. SofD makinesinde plastik rulolar işlenerek buzdolabı kapılarının iç yüzeyi üretilir. Makinenin çevrim süresi 16 saniyedir. 16 saniyede bir buzluk kapağı ve ana kapak olmak üzere bir takım SofD üretir. Yani SofD'ler buzluk kapağı (dondurucu kısmı) ve ana kapak (dolap kısmı) olmak üzere ikiye ayrılır. SofD, buzdolabı kapılarının üretiminde kullanılır. SofD makinesi %8 hurda oranı ve vardiyada 1170 adet üretim kapasitesiyle çalışmaktadır. SofD makinesinde 10 farklı model SofD üretilmektedir.

Plastik rulolar halinde hammadde kullanan SofD makinesinde, SofD üretiminin yanı sıra makine operatörünün yapması gereken birtakım işler vardır. Bunlardan biri SofD makinesi içinde plastik plakaları ısıl şekillendirme esnasında kesilip artan kısımlarının biriktiği kenar kesme ünitesinin düzenlenmesidir. Bunun dışında operatör kalıp değişimi, rulo değişimi, makine ayarlarının yapılması, hurdaların ayrılması gibi işleri de yapmaktadır.

Bir sonraki süreçte, üretilen SofD'lerin metal şekillendirme istasyonlarında gerekli işlemleri gören sac kapı yüzeyleriyle aralarına poliüretan doldurulmak suretiyle kapı dökümü yapılır. SofD'lerin kapı döküm işlemine uygun hale gelmesi için bazı ek işlemler yapılır. Bu işlemler delme ve bantlamadır. Delme ve bantlama işlemleri, SofD'nin kapı döküm aşamasında poliüretanın uyguladığı yüksek basınç yüzünden şişip şeklinin bozulmasını engeller. Tablo 1'de makine operatörü, delme ve bantlama operatörlerinin yaptığı işlerin tanımları gösterilmiştir.

**Tablo 1:**  
**SofD Makinesi Operatör ve İş Tanımları**

Operatörün adı	Operatörün iş tanımı	
Operatör 1	Makine operatörü	Çıkan SofD'lerin kontrolü
		Hatalı SofD'leri hurdaya ayırma
		SofD'leri arabaya istifleme (6 adet)
		Dolu ana kapak arabasının götürülüp, boş arabanın getirilmesi (300 adette 1 kez)
		Dolu buzluk kapağı arabasının götürülüp, boş arabanın getirilmesi (240 adette bir kez)
		Kenar kesmeleri düzenlemek
		Kalıp değiştirme
		Makinenin ayarlarının yapılması
		Yedek rulo koyması
		Rulonun değiştirilmesi
		Operatör 2
Hatalı ana kapakları hurdaya ayırma		
Dyke'ları delme		
Raf kollarını delme		
Operatör 3	Bantlama operatörü	Destek parçasının alınması ve montajı
		6/8/10 adet bant almak
		Ana kapakları bantlama
		Buzluk kapaklarını kontrol etme
		Ana kapak ve buzluk kapaklarını arabaya yükleme
		Dolu hazır SofD arabasını hazır stok alanına götürme boş araba getirme

Yukarıda tanımları verilmiş operatörlerin sayısı, talebe ve makinenin çalışma kapasitesi-ne bağlı olarak değişir. SofD makinesinin 3 vardiya çalıştığı durumdaki toplam operatör sayısı Tablo 2'de görüldüğü gibidir.



**Tablo 2:**  
**Operatör Sayısı**

<b>Operatör tanımı</b>	<b>Operatör sayısı</b>
Makine operatörü	3 vardiya * 1 operatör = 3 operatör
Delme operatörü	3 vardiya * 1 operatör = 3 operatör
Bantlama operatörü	3 vardiya * 2 operatör = 6 operatör
Toplam	12 operatör

SofD makinesinde üretilen SofD'ler 3 adet statik buzdolabı hattının kapı dökümlerini beslemektedir. S1, S2, S3 hatları olmak üzere SofD makinesinin 3 adet iç müşterisi vardır. SofD makinesinin çevrim süresi 16 saniye, kalıp değişim süresi 20 dakikadır. SofD hazırlama kısmı ise delme ve bantlamadan oluşan süreçleri kapsamakta işçilerin bir SofD'yi hazırlaması yaklaşık 20 saniye sürmektedir. Statik hatlardaki kapı dökümlerde ise S1 kapı döküm makinesinin çevrim süresi 70 saniye, kalıp değişim süresi 11 dakikadır. S2 kapı döküm makinesinin çevrim süresi 70 saniye, kalıp değişim süresi 3 dakikadır. S3 kapı döküm makinesinin çevrim süresi 70 saniye, kalıp değişim süresi 5 dakikadır.

SofD makinesi ile SofD hazırlama (delme-bantlama) süreci arasında çevrim süresi farkı vardır. Bu, ara stok oluşmasının birinci sebebidir. Makinenin günde yaklaşık 2 farklı model üretebilmesi fakat müşterilerinin gün içinde 4 farklı model talep etmesi, kayıp süreler (arıza, kalıp değişimi, hurda vb.) gibi etmenler talep edilecek modellerin stoklarının elde tutulmasını gerektirir. Bu da büyük miktarlarda ara stok oluşmasına neden olur. SofD ara stokları ana kapak ve buzluk kapakları olmak üzere ayrılarak farklı arabalara konmak suretiyle stoklanmaktadır. Çünkü ana kapaklara delme ve bantlama işlemleri uygulanırken buzluk kapakları için böyle bir uygulama gerekmez.

Ana kapak arabalarının boyutu 233\*133 cm ve kapasitesi 300 adettir. Küçük arabalara ise buzluk kapağı ara stoku ve hazır SofD stokları konmaktadır. Küçük arabaların boyutları 110\*90 cm'dir ve buzluk kapağı için kapasiteleri 240 adettir.

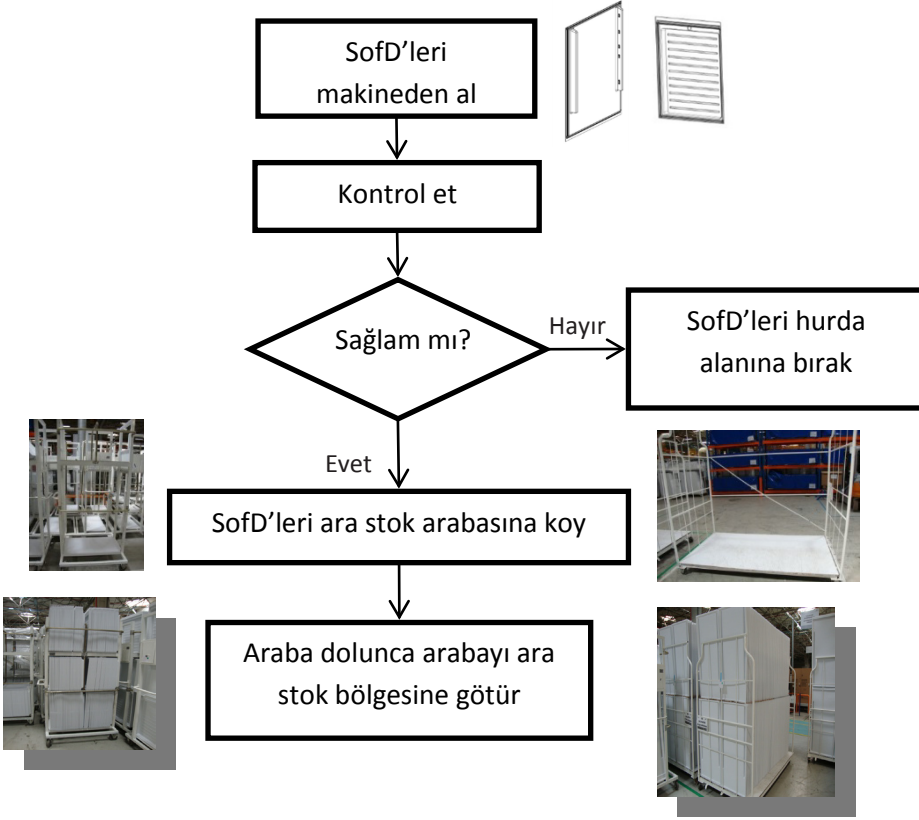
Ara stoktaki ana kapaklar önce delme sonra bantlama yapılarak kapı döküm sürecine hazır hale getirilir. Hazırlanan SofD'ler 16 buzluk kapağı üste 16 ana kapak alta olmak üzere küçük arabalara koyularak üretime hazır halde stok alanına bırakılır. S1-S2-S3 hatlarındaki kapı döküm süreçlerinde SofD'ye ihtiyaç doğduğunda çalışanlar gelip transpaletle hazır stok alanından SofD'ler arabalarını alarak S1-S2-S3 hatlarındaki kapı dökümlere götürürler. SofD'nin üretim sürecini sırasıyla açıklarsak; SofD makinesinde 16 saniyede bir ana kapak ve buzluk kapağı olmak üzere bir takım SofD üretilir. Makineden çıkan ana kapak ve buzluk kapakları robot kol ile konveyörün üzerine bırakılır. 6'lık gruplar üst üste konur. Konveyörle ilerleyip çıkan 6'lık ana kapak ve buzluk kapağı gruplarını alan

operatör en üstteki ana kapakları kontrol edip ana kapak ara stok arabasına yükler. Yine 6'lık grubun en üstündeki buzluk kapağı kontrol edilerek buzluk kapağı ara stok arabasına yüklenir. Ana kapak ve buzluk kapağı arabaları dolunca operatör tarafından ara stok alanına itilip bırakılarak boş arabalar getirilir.

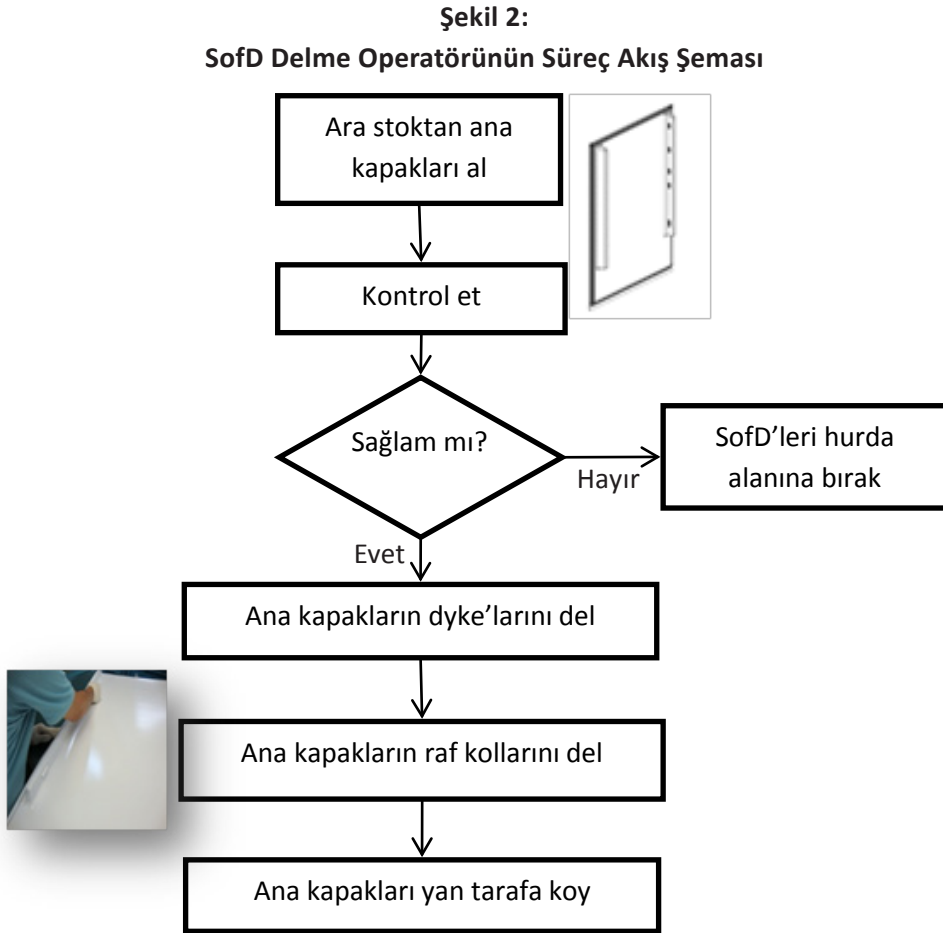
Hazırlama istasyonunda ise delme operatörü ara stoktan aldığı ana kapakları kontrol eder. Makine çıkışında %100 kontrol sağlanamadığı için tekrar kontrol etmek gereklidir. Hurda olanları ayrılır; sağlamları önce tepelerinden sonra ise raf kollarından delinir (raf kollarının sayısı modele göre değişmektedir). Daha sonra yan masada bantlanmak üzere yana bırakılır.

Bantlamada 2 operatör görev almaktadır. Bunlar karşılıklı konumlanmışlardır. Önce raf destek parçaları alınarak takılır. Daha sonra bu parçaların desteklenmesi ve kapı dökümde SofD'nin şişmesinin önlenmesi için modele göre 6/8/10 adet bant koparılarak 2 operatör tarafından bantlama işlemi uygulanır. Hazırlanan ana kapak hazır SofD arabasına konulur. Bu işlemler olurken aynı zamanda diğer bir eleman ara buzluk kapağı stokundan aldığı buzluk kapaklarını tek tek kontrol eder. Hurda olanları ayırır. Sağlamaları ise hazır SofD arabasına yerleştirir. Dolan arabalar hazır SofD stok alanına ittirilir, boş arabalar alınıp getirilir. Şekil 1'de makine operatörünün süreç akış şeması görülmektedir.

**Şekil 1:**  
**SofD Makine Operatörünün Süreç Akış Şeması**



Şekil 2’de delme operatörünün süreç akış şeması görülmektedir.



Gerçekleştirilen süreç iyileştirme çalışması SofD makinesinin stoklarını azaltmaya yöneliktir. Ara stok ve hazır SofD stoku olmak üzere iki tip stok bulunmaktadır. Tablo 3 ve Tablo 4’de temmuz ayında yapılan stok sayımları, stok araba sayıları ve kullanılan alanlarla ilgili veriler bulunmaktadır.

**Tablo 3:**  
**SofD Ara Stok Bilgileri**

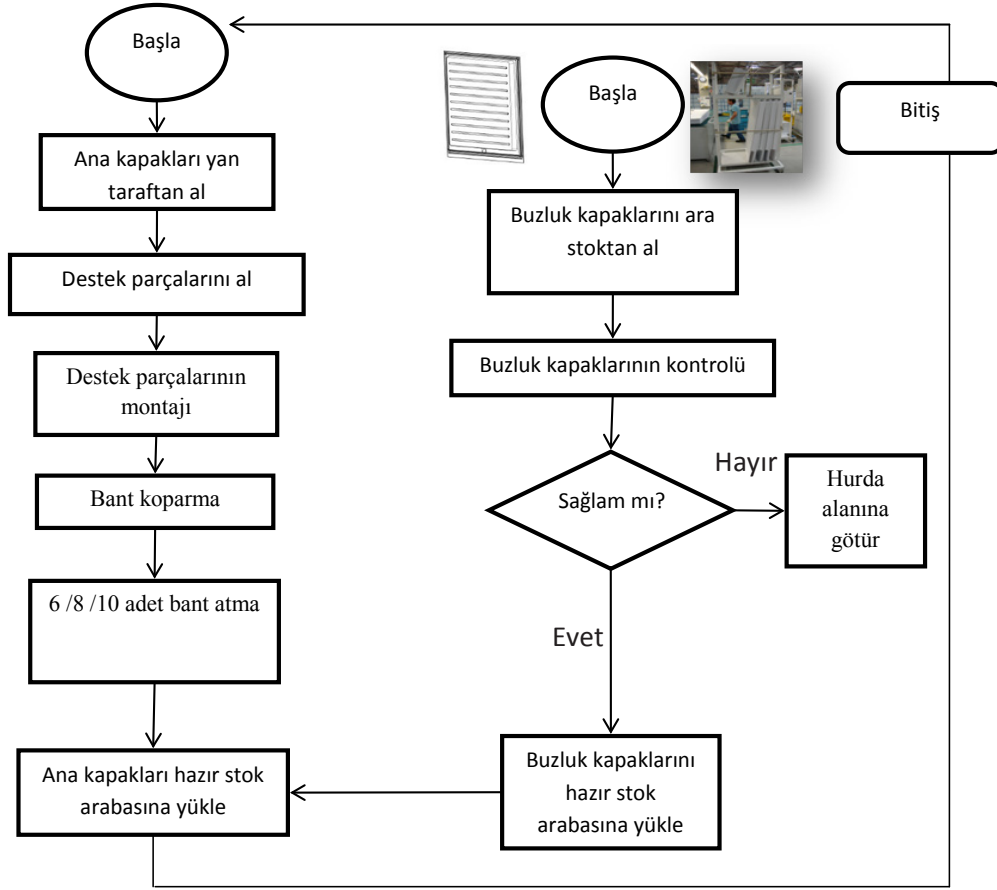
Ölçüm Alanları	Ölçüm Sayısı							Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	
Statik hatların günlük talebi (adet)	2143	2492	2449	2581	2602	2343	2577	2455
Buzluk kapağı ara stok miktarı(adet)	6960	2577	6574	7694	7150	8040	9362	6908
Ana kapak ara stok miktarı (adet)	2545	3266	3047	2904	3452	7446	7267	4275
Buzluk kapağı ara stok arabası sayısı (adet)	9	10	10	11	11	10	11	10
Ana kapak ara stok arabası sayısı (adet)	8	11	10	10	12	25	24	14
Buzluk kapağı ara stoklarının kapladığı alan (m2)	8,91	9,90	9,90	10,89	10,89	9,90	10,89	9,90 (m2)
Ana kapak ara stoklarının kapladığı alan (m2)	24,80	34,10	31,00	31,00	37,20	77,50	74,40	43,40 (m2)

**Tablo 4:**  
**SofD Hazır Stok Bilgileri**

Ölçüm Alanları	Ölçüm Sayısı							Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	
Statik hatların 1 saatlik talebi (adet)	89	104	102	108	108	98	107	102
1 saatlik süre içinde bulunan hazır SofD stok miktarı (adet)	184	662	572	356	400	944	398	502
Hazır SofD araba sayısı (adet)	8	41	30	20	20	58	25	29
Hazır SofD stoklarının kapladığı alan (m2)	7,92	40,59	29,70	19,80	19,80	57,42	24,75	28,57(m2)

Şekil 3’de SofD makinesi bantlama ve buzluk kapağı kontrol operatörlerinin süreç akış şeması görülmektedir.

**Şekil 3:**  
**SofD Makinesi Bantlama ve Buzluk Kapağı Kontrol Operatörlerinin**  
**Süreç Akış Şeması**



Stok miktarları, kullanılan araba sayıları ve stokların kapladığı alanlar belirlendikten sonra fazla stokun nedenlerini belirleme ve çözümü için beyin fırtınası yapılmıştır. İşletmedeki imalat departmanı, üretim sistemleri departmanı ve SofD makinesi çalışanları bir araya gelerek konuyla ilgili fikir üretmişlerdir. Beyin fırtınası sonucu ortaya çıkan fazla stok nedenleri Şekil 4’teki sebep sonuç diyagramında gösterilmiştir.

Yapılan mevcut durum analizlerinden sonra mevcut stok miktarıyla ilgili problemlerin nedenleri ve şu anki sürecin nasıl işlediğine ilişkin veriler ortaya çıkmıştır. Stok fazlalığının olduğu bariz bir gerçektir. Esas sorun aslında ihtiyaç duyulan stokun ne kadar olduğudur. Bir sonraki kısımda BSH’da yapılan stok yönetimi ve ilgili hesaplama detayları

aşağıda anlatılmaktadır.

## **b. İşletmedeki stok yönetimi**

BSH Ev Aletleri şirketinde stok yönetiminde maliyet faktörü ikinci plana atılırken üretimin devamlılığını sağlamak ve üretimi durdurmamak en önemli faktördür. Stok yönetiminin en genel kuralları “ne kadar sipariş verilmeli?” ve “ne zaman sipariş verilmeli?” işletmede stok yönetiminin temelini oluşturur. Genel olarak stok yönetimi 3 aşamada ele alınır.

### *i) Makine analizlerinin yapılması*

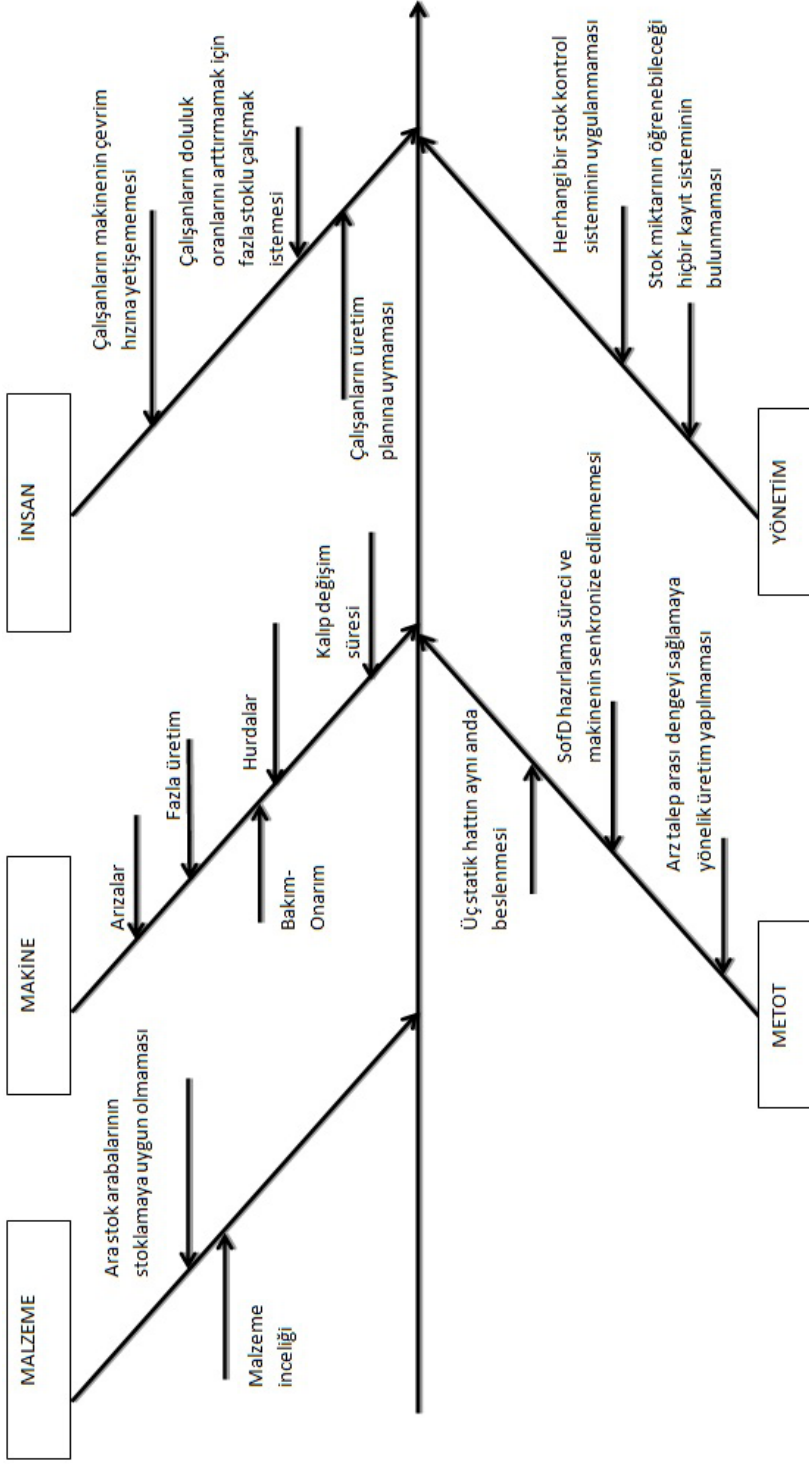
İşletmede tam zamanında üretim sistemi uygulanmaya çalışılmaktadır. Fakat üretimin hemen hemen tüm aşamalarının fabrikada gerçekleştirilmesi bu sistemin mükemmel bir şekilde uygulanmasına engel olmaktadır. Makinelerin arıza yaptığı durumlar, kalıp değişimleri, hurda oluşumu, bakım-onarım faaliyetleri sıfır stokla çalışmaya en büyük engellerdir. Bu yüzden işletmede stok yönetiminde ilk önce makine analizleri yapılmaktadır. Yapılan analizlerle makinelerde kayıpların hangi sebeplerle oluştuğu belirlenir. Bu kayıpların ne kadar süre olduğunu hesaplamak, kayıp zamanlarda oluşabilecek talebin karşılanması için ne kadar stok tutmamız gerektiğini anlamamıza yardımcı olacaktır.

### *ii) Stok hesaplamaları*

İşletmede kanban sayısı hesaplama formülüyle ne kadar stok tutulması gerektiği hesaplanır. ABC-XYZ analizleri yapılarak dağıtım noktaları, stoklama yöntemi (depo, süpermarket vb.), stok kontrol metotları (Kanban, sipariş ile üretim) ile ilgili kararlar verilir. Daha sonra bu stokların hangi yöntemle yönetileceğinin kararı alınır. İşletmede kullanılan stok yönetim yöntemleri; Tek Parça Akışı, FIFO, Süpermarket, Planlama' dır.

**FIFO (ilk giren ilk çıkar) yöntemi:** İlk giren ilk çıkar yöntemi, ilk olarak üretilen ürünlerin sonra üretilenlere göre daha önce kullanılması felsefesini temel alır. Uygulanan FIFO yöntemlerinde bir istasyonda FIFO uygulanıyorsa bu istasyonda üretilen parçalardan önce üretilenler bir sonraki istasyonda kullanılmak üzere diğer istasyona sevk edilir. BSH'da FIFO sisteminde önceden belirlenmiş bir stok miktarı bulunur. İki istasyon arasında bu miktarı aşan stok olursa üretim durdurulur. Tek parça akışından sonra en az stok tutulan stok yönetim yöntemidir. İki istasyon arasındaki çevrim süresi farkının, bekleme ve makine kayıplarının az olması gerekir.

**Şekil 4:**  
**QŞ SofD Makinesinde Fazla Stok ve Stok Problemleri Sebep-Sonuç**  
**Diyagramı**





**Tek parça akışı:** Bir dönemde üretim hattından çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da aynı dönem içinde üretilmesi ve tüm üretim birimlerinin kanban ilkesine göre en küçük lotlarla çalışılabilmeleri bazı ön şartlara bağlıdır. Öncelikle, üretkenliğin yüksek, üretim zamanlarının ise çok kısa olması gereklidir. Üretim akışı içinde hem çalışanların, hem de bitmiş ve işlenmekte olan parçaların bekleyerek zaman kaybetmemeleri gerekir.

**Süpermarket:** Kanban (Japonca “kart”) görsel olarak süreçler arası bilgi akışını kontrol eden yöneten ve malzeme akışını düzenleyen bir araçtır. Kanban iç ya da dış müşterinin malzeme veya ürünü tükettiğinin sinyalini verir. İç ya da dış tedarikçi istendiğinde bu üründen tekrar üretir ya da müşterisine tedarik eder. Eğer müşteri ve tedarikçi bu yöntemle iletişim kurarsa dışarıdan bir müdahaleye gerek duymazlar. Bu da kendini kontrol eden bir döngü ortaya çıkmasını sağlar. Süpermarket ise sürekli malzeme akışının mümkün olmadığı iş istasyonlarında gerekli malzemelerin bulunduğu bir tampon bölge olarak yer alır. Süpermarketlerde bir sonraki iş istasyonun kullanacağı hammadde ve montajı yapılacak parçaların minimum ve maksimum miktarları belirlenmiştir. Malzemeler tanımlanan minimum değerinin altına düştüğünde bir önceki iş istasyonu süpermarketteki maksimum değere varıncaya kadar gerekli parçaları üretmeye başlar.

Süpermarket, FIFO presibine göre çalışır. Süpermarket, Kanban sisteminin uygulanmasında kullanılan yardımcı bir araçtır. Müşteri odaklı sürekli akış üretimi için geçici bir çözüm yoludur. Fakat en kötü durum senaryosu baz alındığından tutulan en fazla stok miktarı FIFO yöntemine göre çok daha fazladır.

**Planlama:** İşletmede planlamayla stok yönetimi aslında “Çekme” sistemiyle üretim yapılmasıdır. 1. istasyonda üretilen parça 2. istasyona aktarılır. Burada tutulacak stok miktarı talebe bağlı olarak değil planlamaya bağlı olarak belirlenir. Çoğunlukla bu sistemde emniyet stokları da işe dahil olduğu için stoklar şişer ve olması gerekenden çok daha fazla olur. Kontrol edilmesi oldukça zor ve çalışanlara bağlı bir sistemdir.

### *iii) Geliştirme potansiyelleri*

Makine analizleri sonucu ortaya çıkan kayıpların nasıl yok edilebileceği ve hangi geliştirmelerin uygulanabileceğiyle ilgili çalışmalar yapılır.

### **c. Kanban formülasyonu ile stok hesaplanması**

İşletmede uygulanmaya çalışılan üretim sistemi TZÜ'dür. Bu yüzden işletmede sıfır stokla çalışılmak istenmekte ancak sıfır stokla çalışılmayan durumlarda ise olabildiğince az stokla çalışılmaktadır. Bu formülasyon işletmede Kanban sayısı hesaplanmasında kullanılmaktadır. İşletmede stoklar 4 farklı yöntemle yönetilmekte; Kanban kullanılmayan durumlar için Kanban sayısı yerine formülle stok miktarı hesaplanmaktadır. Genel stok

hesaplamaları için literatüre baktığımızda maliyeti ön plana koyan; örneğin sipariş maliyeti, elde bulundurma maliyeti vb. stok hesaplama formülleri kullanılırken işletme için önemli olan, maliyetten çok üretimin devamlılığı olmaktadır. Gereğinden az stok bulundurulduğunda, montaj hatlarının durmasının maliyeti stok tutma maliyetinden kat be kat fazladır. Bu yüzden işletme üretimin devamlılığını esas alan bu sistemi tercih etmektedir. Aşağıda BSH'da bulunan stok hesaplama formülünün açıklaması yer almaktadır (Salgado ve Varela, 2010: 6).

$$K=RE+LO+WI+TI+SA \quad (1)$$

#### **RE: İkmal Süresi Stoku (Replenishment Time Coverage)**

$$RE = \frac{PR * RT_{loop}}{POT * SNP} \quad (2)$$

PR[adet/periyot] : Periyot süresince ihtiyaç

RT<sub>loop</sub> [Dak.] : Döngü için ikmal temin süresi

POT [Dak./Periyot]: Periyod için planlanan çalışma zamanı

SNP [Adet]: 1 kanban için parça sayısı

#### **LO: Lot Miktarı Stoku (Lot Size Coverage) (Eğer LS>SNP)**

$$LO = \frac{LS}{SNP} - 1 \quad (3)$$

LS [Adet]= Lot miktarı

SNP [Adet]: 1 Kanban için parça sayısı

#### **WI: Günlük Stok Dalgalanmasından Oluşan En Yüksek Stok (Withdrawal Peak Coverage)**

$$WI = \frac{WA-LS}{SNP} \quad (4)$$

WA: Periyot içinde tahmin edilen maksimum çekme miktarı

LS [Adet]= Lot miktarı

SNP [Adet]: 1 kanban için parça sayısı

#### **TI: Zaman Boşluğu Stoku (Time Gap Coverage)**

$$TI = \frac{PR}{POT * SNP} * |T_{customer} - T_{supplier}| \quad (5)$$

Tcustomer[Dak.] : Müşterinin model deęiřtirmesi

Tsupplier [Dak.] : Tedarikçinin model deęiřtirmesi

### SA: Emniyet Stoku

$$SA = \frac{PR * \alpha * 60}{POT * SNP} \quad (6)$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

$\alpha_1$  = Kaynağın performansındaki dalgalanmalar

$\alpha_2$  = Müşteri talebindeki dalgalanmalar

$\alpha_3$  = Tanımlanmamış problemler

SofD makinesinin BSH stok formülüne göre hesaplanmasının detaylı anlatımı aşağıdaki gibidir. Bu noktada SofD makinesi talebe göre üretim yaptığından farklı vardiya senaryoları düşünülerek stok hesaplamaları yapılmıştır.

#### i) Lot miktarı stoku hesabı (LO)

LO hesabında makinelerin belirli çalışma süreleri vardır. Fakat bu çalışma sürelerinin tamamında üretim yapamazlar. Bu çalışma süresinin içinde üretim yapılan sürenin dışında, arızalar, kalıp değişimleri, hurda, bakım onarım çalışmaları da bulunmaktadır. Makineden talep edilen model sayısının 6 olduğunu varsayalım. 5 kalıp değişimi yapıp 6 modeli üretecek zaman bulunmuyorsa (kayıp zamanlar nedeniyle) her modelde lot miktarlarını birleştirerek üretim yapmak zorunda kalınır. SofD makinesi üzerinden açıklarsa Tablo 5'teki sonuçlar elde edilecektir.

**Tablo 5:**  
**SofD Makinesi Talep Bilgileri**

	Vardiya Sayıları		
	9 vardiya için	8 vardiya için	7 vardiya için
<b>Yıllık talep (adet)</b>	836.550	743.600	650.650
<b>Günlük talep (adet)</b>	2.925	2.600	2.275
<b>Makine çevrim zamanı (saniye)</b>	16	16	16
<b>Haftalık ortalama talep (adet)</b>	17.550	15.600	13.650

SofD makinesinde 2 vardiya çalışılan durumda 2 operatör bulunmaktadır. Mola süresin de operatörün biri çalışmazken diğeri çalışmakta böylece makine hiç durmamaktadır Ayrıca 2 operatör çalışmanın kalıp değişim süresini 23 dakikadan 20 dakikaya indirdiğ varsayılmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda statik hatlardaki kapı dökümlerinin 9 vardiya, SofD makinesinin 2 vardiya ve 2 operatörle çalıştığı durum için stok hesabı Tablo 6 ve Tablo 7’de yapılmıştır.

**Tablo 6:**  
**SofD Makinesinin 2 ve 3 Vardiya Çalıştığı Durumda Kalıp Değişimi Yapılabilecek Süre Hesabı**

		<b>Toplam Çalışılabilen Süre (dakika)</b>	<b>Mola Süresi (dakika)</b>	<b>Arıza Süresi (dakika)</b>	<b>Üretim Yapılan Süre (dakika)</b>	<b>Kalıp Değişimi Yapılabilecek Süre (dakika)</b>
<b>Makinenin 2 vardiya çalışması</b>	<b>9 vardiya için</b>	60 dakika*8 saat*2 vardiya =960	0	148,7	(2925 adet* 16 saniye)/60 saniye=780	(960-148,7 -780)=31,3
	<b>8 vardiya için</b>	60 dakika*8 saat*2 vardiya= 960	0	148,7	(2600 adet* 16 saniye)/60 saniye= 693,3	(960-148,7- 693,3)=118
	<b>7 vardiya için</b>	60 dakika*8 saat*2 vardiya =960	0	148,7	(2275 adet* 16 saniye)/60 saniye= 606,7	(960-148,7- 606,7)=204,6
<b>Makinenin 3 vardiya çalışması</b>	<b>9 vardiya için</b>	3 vardiya*60 dakika*8 saat=1440	3 vardiya*50 dakika =150	223	2925 adet-gün*16 saniye/60 saniye=780	1440-150- 223-780=287
	<b>8 vardiya için</b>	3 vardiya*60 dakika*8 saat=1440	3 vardiya*50 dakika =150	223	(2600 adet* 16 saniye)/60 saniye= 693,3	1440-150- 223-693,3 = 373,7
	<b>7 vardiya için</b>	3 vardiya*60 dakika*8 saat=1440	3 vardiya*50 dakika =150	223	(2275 adet* 16 saniye)/60 saniye= 606,7	1440-150- 223-606,7= 460,3

**Tablo 7:**  
**SofD Makinesi 2 Vardiya Çalıştığında Kalıp Değişim Sayısı Hesabı**

		Kalıp Değişimi Yapılabilir Süre (dakika)	1 kalıp değişiminin süresi (dakika)	1 günde değiştirilebilen kalıp sayısı
Makinenin 2 vardiya çalışması	9 vardiya	31,8	20	$31,3/20 = 1,6$
	8 vardiya	118	20	$118/20 = 5,9$
	7 vardiya	204,7	20	$204,7/20 = 10,2$
Makinenin 3 vardiya çalışması	9 vardiya	287	23	$287/23 = 12,5$
	8 vardiya	373,7	23	$373,7/23 = 16,2$
	7 vardiya	460,3	23	$460,3 / 23 = 20$

Müşterilerinin SofD makinesinden talep ettiği model sayısı 4 iken yukarıdaki tabloya göre 3 statik buzdolabı hatlarının toplamda 9 vardiya çalıştığı durumlarda SofD makinesinin kalıp değişimi için kalan süresi 31,3 dakikadır. Bu sürede makine ancak 1,6 kere kalıp değiştirebilir. Kalıp değişimine yeterli süre olmadığı için yeni bir model üretilmeye başlandığında lot birleştirilerek üretilir. Diğer senaryolarda 4 kalıp değişimi için yeterli süre olduğu için lot birleştirmeye gerek kalmaz ve tutulması gereken lot stok miktarı sıfırdır.

Tablo 8’de görüldüğü gibi yeterli kalıp değişim süresi olmadığından 1,5 günlük lotlar birleştirilerek SofD üretilmeli başka bir deyişle bir modelden 1,5 günlük talebi karşılayacak miktarda SofD üretilmelidir.

**Tablo 8:**  
**SofD Makinesi 2 Vardiya Çalıştığında Lot Stok Hesabı**

1 günde üretilebilecek model sayısı	1,6
1 günde talep edilen model sayısı	4
Lot birleştirme süresi	$4/1,6 = 2,556$
Stok günleri	3
Stoktan gelen lot miktarı	1,5
Lot miktarından kaynaklanan stok	$1,5 * 2925 = 4385,5$

## ii) İkmal süresi stoku hesabı (RE)

İkmal süresi stoku üretim motifinden kaynaklanır. Örneğin günde 2 farklı model üretiliyorsa ve A modeli üretilirken B modeline de talep varsa, A üretirken elde B modeli de bulunmalıdır. İkmal stok hesabında iki durum söz konusudur. Birinci durumda, istenen model kadar kalıp değişimi yapılamayan durumdur. SofD makinesinin 2 vardiya çalıştığı ve statik kapı döküm makinelerinin toplamda 9 vardiya çalıştığı durumda günlük üretilen model sayısı ikidir. O yüzden bir günün yarısında A modelini diğer yarısında B modelini üretir. Bu yüzden 0,5 günlük ikmal süresi stoku tutmak gereklidir.

İkinci durumda istenen model kadar kalıp değişimi yapılabilen durumdur. İkmal süresi hesabında, gündeki yapılacak kalıp değişim sayısına göre talebi karşılamak için kaçlık lot'larda üretim yapılması gerektiği hesaplanır. Daha sonra günlük kaç adet farklı ürüne ihtiyaç duyuluyorsa bunlardan birini üretirken diğerlerine ne kadar talep olabilir ve bunun için ne kadar stok tutulmalı sorularının cevabı bulunur.

Yapılan hesaplama statik hatların 9 SofD makinesinin 3 vardiya çalıştığı durum üzerinden açıklanır; aşağıdaki tabloda görüleceği üzere makinenin üretebileceği model sayısı 12'dir. 3 ayrı statik hattaki kapı dökümler beslenmektedir. Her hattın günlük talebi ise 3'er vardiya çalıştıkları durumda 975 adet SofD'dir. Buradan hat başı talep 975, 3 hat olduğu için 3 ile çarpılır ve günlük üretilen model sayısına bölünür. Böylece 225'lik lotlarla çalışılması gerektiği ortaya çıkar. Fakat hazırlamadan sonra yüklenecekleri arabaların bir tanesinin alabileceği SofD kapasitesinin 15 olması ve kapı dökümlerin 30'luk lotlarla çalışması nedeniyle yönetiminin kolay olması göz önüne alınarak lot sayısı 240 olarak karar verilir.

Günde 3 farklı model üretilen göz önüne alınırsa (farklı hatlar için) 240 tanesini üretmek için geçen süre  $240 \times 16$  saniyedir (makinenin çevrim süresi). A-B-C üretim motifine göre üretim yaptığımız bu durumda örneğin C'yi üretime kadar A ile B'yi üretmekle geçen süre  $240 \times 2 \times 16 / 60 = 128$  dakikadır. Bu sürede 2 kez kalıp değişimi yapılır. Bu yüzden  $2 \times 20 = 40$  dakika kalıp değişimine harcanır. C üretildikten sonra hazırlamaya gitmesi gerekir ve bu yüzden 1 arabayı dolduracak C'nin hazırlanması 4 dakika sürmektedir. Toplamda 204 dakikalık bir süreyi kapatacak stok bulundurulması gerekir. Bu süre müşteri sayısı ile çarpılıp müşterilerin çevrim süresine bölünürse 408 adet SofD ikmal stoku bulundurulması gerektiği ortaya çıkar (Tablo 9).

**Tablo 9:**  
**SofD Makinesi İkmal Süresi Stok Hesabı**

	3 vardiya			2 vardiya	
	9 vardiya	8 vardiya	7 vardiya	8 vardiya	7 vardiya
<b>Günlük üretilen model</b>	12	17	20	6	11
<b>Müşteri sayısı</b>	3	3	3	3	3
<b>Günlük talep</b>	2.925	2.600	2.275	2.600	2.275
<b>Hesaplanan lot</b>	225	153	114	433	207
<b>Varsayılan lot</b>	240	150	105	450	210
<b>Müşterinin çevrim süresi</b>	79	79	79	79	79
<b>Önceki model için bekleme süresi</b>	128	80	56	240	112
<b>Kalıp değişim süresi</b>	46	46	46	40	40
<b>Bir arabayı doldurmak için gereken zaman</b>	4	4	4	4	4
<b>Toplam zaman</b>	178	130	106	284	156
<b>İkmal stok miktarı</b>	408	298	243	651	358

*iii) Günlük stok dalgalanmasından oluşan en yüksek stok değeri hesabı (WI)*

Bu stok çeşidi arz ile talep arasında vardiya farkı olduğunda oluşur. Örneğin 3 statik hat 3 vardiyadan 9 vardiya çalışmış olsun. SofD makinesi ise 2 vardiya çalışmış olsun. 2 vardiyada 9 vardiyalık ihtiyaç karşılandığı için günlük stok seviyesi önce artacak sonra azalarak dalgalanacaktır. Bu da günlük belli miktarlarda stok fazlalığı yaratmaktadır.

**Tablo 10:**  
**SofD Makinesi 2 ve 3 Vardiya Çalıştığında Günlük Stok Dalgalanması**

		S1 Talep	S2 Talep	S3 Talep	Toplam Talep	Arz	Fazlalık
<b>Makinenin 2 vardiya çalışması</b>	Pazartesi 1. vardiya	325	325	325	975	1.463	487,5
	Pazartesi 2. vardiya	325	325	325	975	1.463	487,5
	Pazartesi 3. vardiya	325	325	325	975	0	0
<b>Makinenin 3 vardiya çalışması</b>	Pazartesi 1. vardiya	325	325	325	975	975	0
	Pazartesi 2. vardiya	325	325	325	975	975	0
	Pazartesi 3. vardiya	325	325	325	975	975	0

Tablo 10' da görüldüğü gibi 2. vardiyanın sonunda 1. vardiyadan 487,5 ve 2. vardiyadan 487,5 olmak üzere toplamda 975 adet stok bulunmaktadır. 3. vardiyanın sonunda ise üretim yapılmadığından elde olan stoklar eritilerek tekrar WI'dan kaynaklanan stok miktarı sıfıra düşer. SofD makinesinin 3 vardiya çalıştığı durumda ise talebe göre her vardiyada talebi karşılamaya yönelik üretim yapıldığından stoklarda dalgalanma oluşmaz.

*iv) Emniyet stoku hesabı (SA)*

Emniyet stoku, işletmede üst yönetimle alınan bir karardır. SofD makinesi için 1 saatlik emniyet stok miktarı kararlaştırılmıştır. 1 saatlik stok miktarı, stoku müşteri çektiği için müşterinin çevrim süresine göre ayarlanır. Günde en fazla 4 farklı model talep edilebildiğinden 4 ayrı model için 1 saatlik emniyet stoku tutulur. 60 dakikalık stok 60 saniyeyle çarpılıp saniye cinsine çevrilir. Daha sonra müşterinin çekme süresi olan 70 saniye bölünerek model başına tutulacak stok miktarı belirlenir. Daha sonra 4 model için stok tutulacağından 4 ile çarpılır. 206 adet SofD emniyet stoku olarak tutulmalıdır.

60 dakikalık stok 60 saniyeyle çarpılır daha sonra müşterinin çevrim süresine bölünür ve 3 adet müşteri (3 statik hat- FIFO yöntemi kullanıldığı ve 3 farklı FIFO hattı yapılacağı baz alınmıştır) olduğu için 3 ile çarpılır. Sonuç olarak 154 adet SofD'yi emniyet stoku olarak tutmak gerektiği ortaya çıkar.



v) *Kalan malzeme stoku hesabı (RE)*

Müşterinin talebini karşılamak üzere üretilen ürünler bazen talep olmaması nedeniyle stokta kalırlar. Bu tür stoklara da kalan malzeme stoku denir. SofD üretimi için belirlenen politikaya göre üretilen modelin bir hafta içinde talep olmazsa dış koşullardan etkilenip (toz, kir vb.) kullanılmaz hale geldiği kabul edilir. Bu yüzden bir hafta sonunda bu ürünler geri dönüşüme gönderilirler.

SofD makinesinin 10 farklı model üretebildiği kabulüyle ve statik hatlardaki kapı dökümlerin günde 4 farklı model talep ettiği bilindiğine göre  $10-4=6$  farklı model kalan malzeme olabilir.

Hazır stok arabaları 16 adet SofD takımı aldığından  $16*6=96$  adet SofD'de kalan malzeme olarak düşünülebilir.

**d. Uygulama sonucu**

SofD makinesinin vardiya senaryolarına göre yapılan stok hesaplamalarının sonuçları Tablo 11' de görüldüğü gibidir;

**Tablo 11:**  
**SofD Makinesi ve STBF Hatları Vardiya Sayılarına Göre Stok Sayısı**

		Statik hatları vardiya sayısı		
SofD vardiya sayısı	SofD operatör sayısı	9 vardiya	8 vardiya	7 vardiya
3 vardiya	1 operatör	622	452	397
2 vardiya	2 operatör	6.709	1455	512

Bu stok hesaplamaları sonunda SofD makinesinin stoklarının azaltılabilir olduğu görülmektedir.

Tablo 12'de statik hatların talebine göre SofD makinesinin çalışması gereken vardiya sayısı, SofD makinesi operatör sayısı ve stok miktarı görülmektedir.

**Tablo 12:**  
**SofD Makinesi ve STBF Hatları Vardiya Sayılarına Göre Araba Sayısı**

Statik hatların vardiya sayısı	Talep miktarı	SofD makinesinin vardiya sayısı	Operatör sayısı	Stok miktarı	İhtiyaç duyulan hazır SofD arabası sayısı
9	2.925	3	1	622	$622/15 = 42$ araba
8	2.600	3	1	452	$452/15 = 30$ araba
7	2.275	2	2	512	$512/15 = 34$ araba

Görüldüğü gibi çeşitli vardiya senaryoları için tutmamız gereken en fazla stok miktarı 622 adettir.

Süreç iyileştirme kapsamında esas stok fazlalığını oluşturan ara stokların ortadan kaldırılması için şöyle bir yöntem tasarlanmıştır. Makine 300'lük lotlarla çalışacak bir modelde 300 SofD üretimi yaptıktan sonra kalıp değiştirecek ve yeni bir modelin üretimine geçecektir. Bu sırada SofD hazırlama çalışanları 300'lük bir lotun üretimi ile kalıp değişimi süresinin toplamı zarfında 300 adet SofD'yi hazırlayacaktır. Yani ara stok seviyesi 300 adede düşmüş olacaktır. Teoride ideal sistem, makine ve SofD hazırlama çalışanlarının senkronize olması ve sıfır stokla çalışılmasıdır. Fakat yapılan deneme ve ölçümlerde çalışanların çevrimlerinin 16 saniyeye düşemediği tespit edilmiştir. Bu yüzden 300'lük ara stokla çalışma sistemi uygulanması planlanmıştır.

SofD stoklarının FIFO ile yönetilebileceği ortaya çıkmıştır. Ara stoklar elimine edilip vardiyalara göre yapılan stok hesaplamalarında stok miktarlarının benzer rakamlar çıkması çok dalgalanma olmayan bir stok miktarı olduğunu göstermektedir. Bu da bize sistemde FIFO'nun uygulanabilir olduğunu gösterir. Vardiya senaryolarına göre yapılan hesaplamalar sonucu 3 farklı hat S1-S2-S3 için 3 ayrı FIFO kanalı oluşturulacaktır. Örneğin S1 FIFO kanalında S1'in ihtiyacı olan SofD modelleri hazırlanıp konulacaktır. Bu durum diğer kanallar için de geçerlidir. Hatlardan gelen çalışan, kendi hattına ait olan kanala gelerek ihtiyacı kadar SofD arabasını alıp götürecektir. Boş arabalar ise ayrı bir kanala getirilip bırakılacaktır. SofD hazırlama çalışanları boş arabaya ihtiyaçları olduğunda bu kanaldan gerekli sayıda arabayı alacaklardır.

Yapılan hesaplamalar sonucu ihtiyaç duyulacak en fazla araba sayısı 42'dir. Fakat sistemin yeni olması ve umulmadık arıza ve makine duruşları göz önüne alınarak yaklaşık %40'lık bir emniyet oranı koyulursa FIFO kanallarının 60 adetlik olması gerekmektedir. Bu da hat başına S1-S2-S3 için 20 araba demektir.

FIFO sisteminin uygulanması ve yönetilmesi çok daha kolaydır. Ara stoklu sistemde ara stok arabaları arka arkaya model ayrımı yapmadan dizilmekte herhangi bir model için

sipariş geldiğinde ara stok alanında doğru modelin bulunduğu arabayı bulmak için bir arayış başlamaktadır. Bu da gereksiz zaman kaybıdır. Yeni sistemle hazırlanan SofD'ler küçük arabalara yüklenecek üzerinde hangi model olduğu yazan bir bilgi kartı bulunacak ve hangi hatta kullanılacaksa S1-S2-S3 o hatta ait FIFO kanalına bırakılacaktır. Boş araba kanalından da arabalar alınarak doldurulacaktır.

Yeni sistemle en kötü senaryoda 6.000'lerde olan ara stok 300 adede düşürülmektedir. Bu da stoklarda %95'lik bir iyileştirme demektir. Ara stokların 300'e düşürülmesiyle kullanılan ara stok arabaları da yok olacak ve bu da 53,3 m2 alan kazancı sağlamaktadır. Ara stokların depolandığı arabalar buzluk kapağı arabası 10 adet, ana kapak arabası 14 adet artık kullanılmayacaktır.

**Tablo 13:**  
**İyileştirme Oranları**

	Mevcut Durum	Planlanan durum	İyileştirme oranı
<b>Ana kapak ara stok miktarı (adet)</b>	4.275	300	93%
<b>Ana kapak araba sayısı (adet)</b>	14	1	93%
<b>Ana kapak ara stoklarının kapladığı alan (metrekare)</b>	43,4	3,09	93%
<b>Buzluk kapağı ara stok miktarı(adet)</b>	6.908	300	96%
<b>Buzluk kapağı araba sayısı (adet)</b>	10	2	80%
<b>Buzluk kapağı ara stoklarının kapladığı alan(metrekare)</b>	9,9	1,98	80%
<b>Hazır stok miktarı (adet)</b>	502	600	
<b>Stok yönetim sistemi</b>	Planlama	FIFO	

Yüksek ara stoklarla çalışılan sistemde 7 israfın (fazla üretim, fazla stok, gereksiz taşıma, kusurlu üretim, gereksiz işlem, gereksiz insan hareketi ve gereksiz bekleme) hepsi bulunmaktaydı. Elimizdeki stok yeterli olmasına rağmen fazla üretim yapma, fazla stok tutma, çalışanların ara stok arabalarını ara stok bölgesine taşıması, tekrar bu bölgeden alınan ara stok arabalarının SofD'lerin hazırlandığı montaj masasına getirilmesi vb. gibi israflar yok edilmiştir.

SofD'ler stoklanmaya uygun olmayan ara stok arabalarında ve arada herhangi bir seperatör olmadan bekletildikleri için hurdaya çıkmaktadırlar. Ara stokların azalmasıyla hurda oranında da azalma görülecektir. Ayrıca hurdalar makine çıkışında fark edilemediği zaman belki günlerce ara stokta durmaktadır. Yeni sistemde hurdaların fark edilip geri dönüşüme

yollanma süresi kısalmaktadır.

SofD'lerin FIFO sistemiyle stoklanıp yönetilmesinin başka yararları da vardır. Fabrika içi lojistik aktivitelerinde malzeme taşıma için milkrun sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde milkrun trenleriyle montaj hatlarına gereken tüm parçalar taşınmaktadır. FIFO sistemine geçerek ileride SofD'lerin taşınmasında milkrun sistemine dahil edilebilir.

#### 4. Sonuç

Süreç analizi yapılarak, süreçlerdeki sorunların ortaya çıkarılması hayati önem taşıyan bir konudur. Süreç analizinin ardından süreç iyileştirme ve problem çözme teknikleri kullanılarak sorunlar, problemler ve bunların nasıl ortadan kaldırılacağı araştırılır. Sonrasında da çözüm yolları uygulanarak süreç iyileştirmesi yapılması uygun olacaktır.

BSH Solo Soğutucu Fabrikası'nda yapılan bu çalışmayla SofD makinesindeki stok yönetim süreci incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu stokun gereğinden fazla olduğu anlaşılmıştır. Kullanılan problem çözme ve süreç iyileştirme teknikleriyle bu problemlerin sebepleri ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra yapılan stok hesaplamalarıyla tutulması gereken stok miktarı ortaya konmuştur. SofD makinesi stokları için en uygun sistemin FIFO ile stok yönetimi olduğu görülmüştür.

Makinede eskiden beri yapılan tek parça akışı çalışmaları, hazırlama çalışanları ve makinenin senkronize olamamasından dolayı hayata geçirilememektedir. Tek parça akışı yerine 300 adetlik (bir ara stok arabalık) ara stokla çalışma sistemi tasarlanarak 300 adetlik SofD'nin üretim süresi ve kalıp değişim süresi, 300 adetlik SofD'nin hazırlanma süresine eşitlenmiştir. Böylece bir çeşit senkronizasyon sağlanmıştır. Ara stoklar çok büyük bir oranda yok edilmiştir. Ara stokların yok edilmesiyle alan kazancı sağlanmış, ara stok arabalarının büyük bir kısmının kullanımına gerek kalmamıştır. FIFO ile çok basit ve kolay yönetilebilen bir stok sistemi ortaya çıkmıştır.

İşletmeler stok yönetiminin önemli bir konu olduğunu unutmamalı ve ellerindeki stok miktarlarını neden bu kadar tuttuklarını sorgulamalıdır. Stok yönetiminin de iyileştirilecek bir süreç olduğu unutulmamalı ve daima iyileştirilebilecek yanlar olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

#### KAYNAKÇA

**Bozkurt, Rıdvan (2003)** *Kalite Çemberleri*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.

**Büyükköse, Başel ve Mehtap Vesile (2008)** *Süreç Yönetimi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

**Department for Business Innovation & Skills (2013)** <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-innovation-skills> Eriřim tarihi 28 Kasım 2013.

**Gershon, Mark (2010)** "Choosing Which Process Improvement Methodology to Implement", <http://na-businesspress.homestead.com/JABE/Jabe105/GershonWeb.pdf> Eriřim tarihi: 12 Nisan 2013.

**Harrington, H. James (1991)** *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy For Total Quality, Productivity, and Competitiveness*, New York: McGraw-Hill.

**Oakland, John S. (2001)** *Statistical Process Control*, Oxford: Butterworth-Heinemann.

**Roberts, Lon (1994)** *Process Reengineering: The Key to Achieving Breakthrough Success*, Milwaukee: ASQC Quality.

**Salgado, Pedro ve Leonilde R. Varela (2010)** "Cellular Manufacturing With Kanbans Optimization In Bosch Production System", <http://goo.gl/34syji> Eriřim tarihi: 24 Aralık 2012.

