

BİR HAZIR GİYİM ÜRETİM HATTINDA YALIN ÜRETİM UYGULAMASININ HAT PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Cemal KARA¹

Ahmet PEKER²

ÖZET

Bu çalışmada, Konya'da tekstil sektöründe faaliyet gösteren entegre bir işletmenin hazır giyim üretimi yapan konfeksiyon bölümünde, seri üretime alternatif olarak yalın üretimin uygulanabilirliği araştırılmıştır. İşletmede pilot olarak seçilen bir üretim hattında uygulanan yalın üretim ile elde edilen sonuçlar, seri üretim sonuçları ile karşılaştırılarak, yalın üretim uygulamasının hat performansı üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Bu amaçla, seçilen hattaki yalın üretim uygulamasının seri üretime göre değişimini değerlendirebilmek için bazı metrikler belirlenmiştir.

Metriklerden elde edilen sonuçlara göre; dikim kalitesinde % 8,85, müşteri programına uygun teslimatta % 32,65, hücre etkinliğinde % 3,07, işgücü sirkülasyonunda % 37,22, işgücü stabilitesinde % 71,26, yalın üretim seviyesinde % 127,29, girişten sevkıyata tedarik zamanında 90 saat, modelden modele değişim zamanında 36.93 dakika, stok devir hızında 12.8 gün ve aylık öneri miktarında 88 adet iyileşme sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: yalın üretim, stoksuz üretim, seri üretim,

GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamı boyunca sürdürdüğü mal ve hizmet üretimi ile yönetim teknikleri, zamana ve teknolojiye bağlı olarak çeşitli aşamalardan geçmiştir. Emek-sanat türü üretim uygulamaları ile bireysel ve kişiye özel nitelikte, çoğunlukla sanatsal bir değere sahip ürünlerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu dönem, Henry Ford'un ünlü T modeli ile birlikte başlayan seri üretim sistemi ile geride kalmıştır. Seri üretim ise kitleler halinde üretimi sağlamıştır.

Ancak kitle halinde üretimin giderek artan ve çeşitlenen müşteri isteklerini yerine getirememesi, müşteri odaklı yaklaşımı temel alan yalın üretim sisteminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yalın üretim sistemi; seri üretim sistemi ile karşılaştırıldığında, eldeki kaynakların yarısını kullanarak mevcut üretim kadar yada daha fazla üretim yapmayı sağlayan yönetim düşüncelerini ve üretim tekniklerini ortaya koymaktadır (Güleş 1999).

Ohno (1983)'ya göre yalın üretimin temel taşları; toplam kalite yaklaşımı, tam zamanında üretim, sıfır stok, sıfır hata ve yalın yönetim anlayışının benimsenmesidir.

¹Endüstri Yük. Müh. , Beyteks Konfeksiyon İmalat, İhracat, Ticaret A.Ş., Beyşehir / KONYA

² Prof. Dr., S. Ü., Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KONYA

Yönetimin yalın olması, "gerçekten gereksinme olmayan her şeyden kurtulmak" anlamındadır. Bunlar, üretimle ilgili gereksiz işlemler olabileceği gibi, organizasyon modelinde gerçekten ihtiyaç duyulmayan görevlerden, elemanlardan ve bunların maliyetinden de kurtulmaktır. Yada, işletmelerin daha az sürede, daha az enerjiyle, daha az bir alanda, daha az bir insan gücü ile üretim yapmalarını sağlamaktır. Bu şekilde; gecikme, bürokrasi, israf ve iletişim hataları gibi sorunlar da ortadan kalkacaktır (Özçelikel 1994).

Yalın düşünce, Japonca'da "muda" kelimesi ile ifade edilen, israf'a karşı alınmış önlemler bütünüdür. Üretimde israftan söz edilecek olursa; talep yokken üretilen ve envanterde biriken ürünler, yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, gerekli olmayan süreç aşamaları, çalışanların ve ürünlerin zorunlu olmadığı halde bir yerden başka bir yere nakledilmesi, önceki aşamalarda zamanında tamamlanamayan işlemler nedeniyle boş bekleyen işçiler ve müşterinin beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler israfı örnek olarak gösterilebilir (Womack ve Jones 1998).

Bunlar, hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetlerdir. Yalın düşünce, israfı yol açan yanlış uygulamaları, işlem ve işlevleri ortadan kaldırmak ve bunlara karşı önlemler almak üzere ortaya atılan bir felsefe, bir düşünce biçimidir.

Yalın düşünce; değer tanımlanması, değer yaratan adımların en iyi ve doğru biçimde sıralanması, bu adımların gerektiği eksiksiz atılması ve giderek daha yüksek etkinlikle gerçekleştirilmesinin yollarını gösterir. Bu tanımdan hareketle yalın düşüncenin öğeleri; değer, değer akımı, akış, çekme ve mükemmellik olarak sıralanabilir (Womack ve Jones 1998).

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada; günümüzde başta otomotiv olmak üzere değişik sektörlerde uygulanan yalın üretim sistemi tekniklerinin, tekstil sektöründe bir hazır giyim işletmesinde uygulanması amaçlanmıştır. Uygulama, Konya'nın Beyşehir ilçesindeki entegre bir tekstil işletmesinin konfeksiyon işletme bölümü ile bu bölümde oluşturulan bir pilot bant üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ocak 2002 tarihi itibarıyla işletmenin mevcut durumu ve yalın üretime uygunluk seviyesi belirlenmiştir. Daha sonra İşletmede yalın üretime geçiş ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. Çalışma prosedürü belirlendikten sonra personelin eğitimine geçilmiştir. Ekim 2003 – Ocak 2004 tarihleri arasında gerekli ölçümler yapılmıştır. Çalışmada performans ölçütü olarak on bir adet metrik belirlenmiştir. Çalışmanın ileri aşamasında bunlara iki adet daha performans kriteri eklenmiştir.

Yalın Üretim Seviyesi

Yalın üretim seviyesinin belirlenmesi; işletmenin strateji, yapı ve güç olarak nerede olduğunun sezgisel bir değerlendirmesidir. Buna göre, yalın üretim seviyesi; işletmenin plan, pilot, yayılma, entegrasyon ve mükemmellik aşamaları dikkate alınarak bir puanlama ile belirlenmiştir (Anonim 2001a).

$$\text{Yalın üretim seviyesi} = \frac{\text{Gelişmenin Anahtarı Seviye Puanları Toplamı} \times 100}{\text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Puan}}$$

İşletme Yerleşimi

Üretimde bilgi yada malzemenin bir prodesten diğerine dönüşerek akması, "Girdi – İşlem – Çıktı/Girdi – İşlem – Çıktı" zincirinin oluşmasına bağlıdır. Bu zincir üzerinde oturtulan işler ile israf engellenir (Ballard ve Howell 1994). Proses yaklaşımı ile akışın sağlanması için, tüm makine ve ekipmanların doğru seçilmesi ve yerleşim planlarının akışa olanak verecek biçimde değiştirilmesi gerekir. Bu değişiklikler, yalın düşüncenin öğeleri olarak ifade edilen değer, değer akımı, akış, çekme ve mükemmellik için yapılması gereken en önemli uygulamalardır (Womack ve Jones 1998).

Bant Dengeleme

Pilot bandı üretime başlatmadan önce makinelerin nasıl yerleşeceğinin, operatörlerin hangi operasyonları yapacağını takt zamanına göre dengelenmesi işlemi, bant dengeleme olarak adlandırılmıştır. Takt zamanı; mevcut çalışma zamanının, istenilen üretim miktarına oranı ile elde edilen bir değerdir. Değişkenliği sipariş miktarına göre azalan veya artan değerler şeklinde kendini gösterir. İstenilen üretim miktarı arttıkça takt zamanı azalır, istenilen üretim miktarı azaldıkça takt zamanı artar (Anonim 2001c).

Takt Zamanı = Mevcut çalışma zamanı (s) / İstenilen üretim miktarı (adet)

Tek Seferde Doğru Oranı

Bir kontrol parçasının toplam değer akımı boyunca ilk defada geçiş seviyesidir. Bir işlemi tamamlayan ve kalite gereklerini karşılayan parça yüzdesi olarak da ifade edilir. Bu metrik ile amaçlanan, hiçbir hatanın bir sonraki prosese geçmemesi ve hiçbir hata yapılmamasıdır (Anonim 2001b).

$$RFT @ EP = \frac{(\text{İşlem görmüş toplam parça} - \text{Toplam retler}) \times 100}{\text{İşlem görmüş toplam parça}}$$

EP: Değerlendirme yapılan nokta

Modelden Modele Değişim Zamanı

Bir dikim bandında bir modelden diğer bir modele geçiş için harcanan zamanın dakika cinsinden göstergesidir. Üretime giren modelin, bandın son makine operasyonundan çıkan ilk parçasının üretilmesi için geçen süredir. Bu süre ne kadar az ise dikim bandının o kadar esnek olduğu anlaşılır.

Değer Katma Oranı

Değer katma oranı, bir proses içindeki faaliyetlerin değer katan-katmayan ayrımı yapılarak değer katan faaliyetlerin oranının belirlenmesidir. Değer katma oranından sürekli iyileştirme için odaklanacak bölgeleri belirlemede faydalanılır. Değer katmayan faaliyetler üzerinde çalışılarak bunların ortadan kaldırılması yada iyileştirilmesi amaçlanır (Anonim 2001b).

Değer Katma Oranı = (Değer Katan Zaman / Toplam Üretim Tedarik Süresi) x 100

Üretim Tedarik Süresi = Çevrim Zamanı x Proses İçi Stok (WIP)

Hücre Etkinliği

Bir grup makine/prosesin neden olduğu israfın belirlenmesi için kullanılır. Bir grup makine veya ekipmanın kullanılabilirliği, performansı ve kalite oranının ölçümüdür (Anonim 2001b). Diğer bir ifadeyle kısıtlı operasyonlar için, kapasite kullanımının bir ölçümüdür (Örneğin Dikim).

Hücre Etkinliği = Kullanılabilirlik x Performans x Kalite Oranı

Kullanılabilirlik = Operasyon Zaman / Net kullanılabilir zaman

Performans = (İdeal Çevrim Zamanı x Toplam Parça) / Operasyon Zamanı

Kalite Oranı = (Toplam Parça - 2. Kalite veya Defolar) / Toplam Parça

Girişten – Sevkiyata Tedarik Zamanı (D2D)

Ham malzemelerin bitmiş mamule ne kadar hızlı dönüştürüldüğünü saat cinsinden ölçümler. Malzeme kabulünden paketlemeye kadar geçen zamanı ifade eder. Değer akım haritasından faydalanılarak hesaplanabilir. Büyük emniyet stokları ile çalışılarak daha fazla parça üretilebilir ancak malzemelerin akış hızı düşer. Bu yüzden yalın üretim sistemi için önemli metriklerden birisidir (Anonim 2001c).

$$D2D = \frac{\text{Bir Kontrol Parçasının Stoktaki Toplam Parçası}}{\text{Dikim Bant Sonu oranı}}$$

$$\text{Dikim Bant Sonu Oranı} = \frac{\text{Haftada bitmiş parça sayısı}}{\text{Haftadaki programlanmış çalışma saati (molalar hariç)}}$$

İşgücü Sirkülasyonu ve Stabilitesi

$$\text{İşgücü Sirkülasyonu} = \frac{\text{İşten çıkan kişi sayısı} \times 100}{\text{Ortalama Çalışan Sayısı}}$$

$$\text{İşgücü Stabilitesi} = \frac{\text{Bir yıl veya daha fazla süre çalışan sayısı} \times 100}{\text{Toplam çalışan sayısı}}$$

Öneri Miktarı

Dilek ve şikayet kutularından çıkan öneri toplamının, değerlendirmeye alınan toplam ay sayısına oranı ile hesaplanan aylık ortalama öneri sayısıdır. Yalın üretim sisteminin temelini teşkil eden katılımıcılığın sağlanması ve sürekli iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilebilmesinde, çalışanların önerilerinin miktarı önemli bir kriterdir. Öneri miktarı katılımıcılığın ne ölçüde sağlandığının bir göstergesidir (Anonim 2001c).

Stok Devir Hızı

Depoda yer alan toplam hammadde stokunun kaç günde devir edeceğinin göstergesidir. Yalın üretimin sıfır stok ilkesi için takip edilen bir metriktir. Çok fazla miktarda stokla çalışmak malzemenin akış hızını düşürecektir.

$$\text{Stok Devir Hızı} = \frac{\text{Depoda yer alan stok miktarı (ton)}}{\text{Günlük üretim miktarı (ton)}}$$

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Yalın Üretim Seviyesinin Belirlenmesi

Yalın üretim sisteminin ilkeleri ve prensipleri dikkate alınarak, firmanın çalışmaların başlangıcındaki, Ocak 2002 tarihindeki yalın üretim seviyesi ile Ocak 2004 tarihinde yapılan değerlendirmede ulaşılan yalın üretim seviyesi belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge1. Pilot bandın yalın üretim seviyesi (■2002 Ocak ve ■2004 Ocak)

GELİŞMENİN ESASLARI	GELİŞMENİN ANAHTARLARI	SEVİYE*				
		1	2	3	4	5
STRATEJİ	Müşteri Odaklılık Müşteri istekleri ve bunların karşılanmasının sağlanması hususunda firmayı bilgilendiren bir zamansal yönetim içinde, güvenilir geri besleme ve bilgi işlem metotları		■		■	
	Liderlik ve Stratejik Planlama Müşteri beklentilerinin somut politikalara, organizasyonel yapılara ve üretim gücüne dönüştürülmesi yeteneği ve yönetimin esinlendiği vizyon	■		■		
YAPI	Organizasyon Mimarisi Bürokrasiyi ortadan kaldırmak, işletme giderlerini azaltmak ve pazar koşullarına tepkiselliği sağlamak için gereksinim duyulan birbirine bağlı takımların yapısı	■	■			
	Yalın Tedarik Zinciri Rekabetçiliği sağlamak üzere, işletmenin tedarikçilere, stratejik iş ortaklarına ve kuruluşlara karşı oluşturduğu işbirlikçi, güvene dayalı ilişkiler kümesi	■	■			
	Bilgi Mimarisi Organizasyondaki herkesin önemli bilgileri doğru zamanda, doğru faaliyet için doğru şekilde almasını sağlayan açık, yapılandırılmış bilgi akışı		■		■	
GÜÇ	İyileştirme Teknolojisi Stratejik zayıflıkların ve kök nedenlerin bulunması, kalite sorunlarının analizi için güvenilir metotlar ve etkin çözümlerin bulunması ve standartlaştırılması	■		■		
	Üretim Yönetimi Müşterinin gerçekten istediğinin üretilmesi için, firmalara tedarik sürelerini ve stoklarını azaltmada yardımcı olan israfı azaltma tekniklerinin toplamda düzenlenmesi	■	■			
	Ekipman Yönetimi Ekipman ve proseslerin hazır ve çalışır durumda olmasını sağladığı gibi uygun işletim ve bakım da sağlayan bir toplam verimli bakım yaklaşımı	■		■		
	Ürün /Proses Mühendisliği Müşteriyi memnun edecek hızlı ve sürekli olan tasarım ve yeni ürünlerin üretilmesi için eş zamanlı mühendislik uygulaması ve diğer tüm gerekli araçlar	■	■			

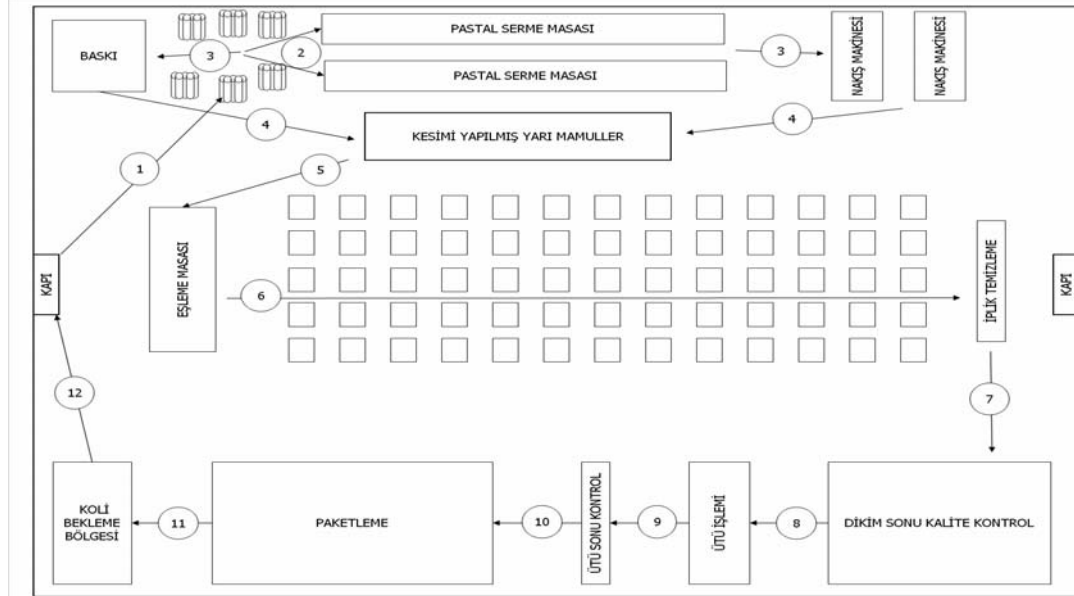
* 1: Plan 2: Pilot 3: Yayılma 4: Entegrasyon 5: Mükemmellik

Çizelge 1'de tespit edilen seviye ile gelişmenin anahtarlarının 5x9'luk bir matris oluşturduğu dikkate alındığında; tüm gelişme anahtarları için alınan tam puanlar (5 puan) toplamda mükemmellik seviyesinin en üst düzeyi olan 45 puanı (5x9 = 45) vermektedir.

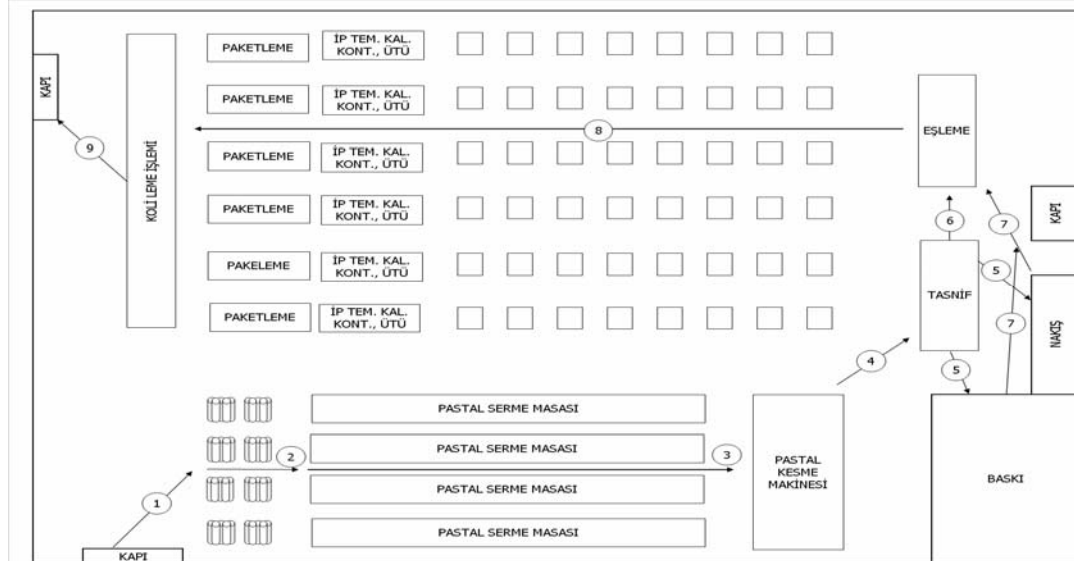
Ocak 2002 tarihinde belirlenen yalın üretime uygunluk toplam puan 11 olarak hesaplanmıştır. Mevcut durumda firmanın yalın üretim olarak $(11/45) \times 100 = \% 24.44$ 'lük bir değerde olduğu saptanmıştır. Ocak 2004 de, alınan toplam puan ise 25 olarak hesaplanmıştır. Yalın üretime uygunluk yüzdesi hesaplandığında $(25/45) \times 100 = \% 55.55$ 'lik bir değer elde edilmiştir. Buna göre, Ocak 2004 tarihinde Ocak 2002'ye göre yalın üretim sisteminde mükemmellik seviyesine ulaşmak için $\% 127.29$ 'luk bir gelişme sağlanmıştır.

İşletme Yerleşiminin Değiştirilmesi

Yalın üretim sisteminin hazır giyim üretimi için fabrika yerleşimindeki anlayışı kesimden-paketlemeye bir yerleşim planıdır (Anonim 2001b). Burada kesim prosesi başlangıcı, paketleme prosesi ise bitişi gösteren iki noktadır. Bu iki nokta arasındaki proseslerin ürün akışını aksatmayacak şekilde yerleşimi yalın üretim gereği yeniden yapılmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. İşletmenin seri üretimdeki alan haritalandırması (Ocak 2002)



Şekil 2. İşletmenin yalın üretimdeki alan haritalandırması (Ocak 2004)

Pilot Dikim Bandı Uygulamaları

Pilot bant uygulamaları; pilot bant ekibinin seçilmesi, bant dengeleme çalışmalarının yapılması, tek seferde doğru oranı, üretim/tamir adetlerine ait günlük verilerin toplanması, modelden modele değişim zamanı, değer katma oranı ve hücre etkinliğinin hesaplanmasını içermektedir.

Pilot Bant Ekibinin Seçilmesi

Yalın üretim çalışmalarının pilot bölgesi olarak seçilen dikim prosesinde "basic t-shirt" dikim işlemleri için aşağıdaki makine bilgilerine sahip çalışanlar dikim elemanları içerisinde ustalık – acemilik ilişkisi gözlemlenmeden rassal olarak seçilmişlerdir. Karışık bir ekip (usta-acemi) oluşturulmasında amaç, pilot bant çalışmalarının ortalama süresinin ne olacağını görmek istenmesidir. Usta elemanlardan yada acemi elemanlardan bir ekip oluşturmak yerine, işletmenin mevcut bantlarının da bir gerçeği olan usta-acemi karışımı bir bant kurulması uygun görülmüştür. Acemi tanımlaması yalın üretim sistemi gereği olan çoklu yetenekli işgücü ilkesi dikkate alınarak hiç makine bilgisi olmayan yada bir makine kullanabilen operatörler için yapılmıştır. Usta tanımlaması ise iki veya daha fazla farklı makineyi kullanabilen operatörler için kullanılmıştır .

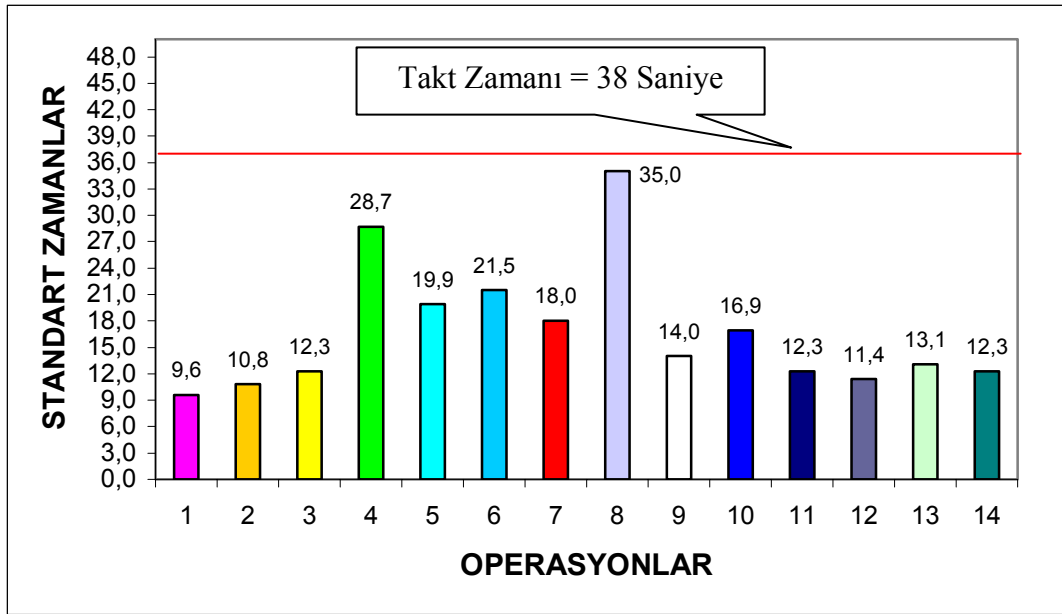
Yalın üretim takımı 20 kişilik bir ekip olarak seçilmiştir. Basic T-shirt modeli dikimine göre bant dengeleme çalışması yapılarak bu ekipten 10 makine operatörü, 1 iplik temizleme, 2 kalite kontrol, 1 ütücü, 1 paketleme ve 1 bant sorumlusu olmak üzere 16 kişilik bir dikim bandı kurulmuştur. Geriye kalan 4 kişi değişmeli olarak diğer dikim bantlarında eğitim amaçlı çalıştırılmıştır. Basic T-shirt modeli için 10 operatörlü küçük bir dikim bandı kurulmasındaki amaçlardan birisi de bandın esnekliğinin (changeover: modelden modele değişim zamanı) diğer bantlarla karşılaştırılmak istenmesidir.

Bant Dengelemesinin ve Pilot Bant Yerleşiminin Yapılması

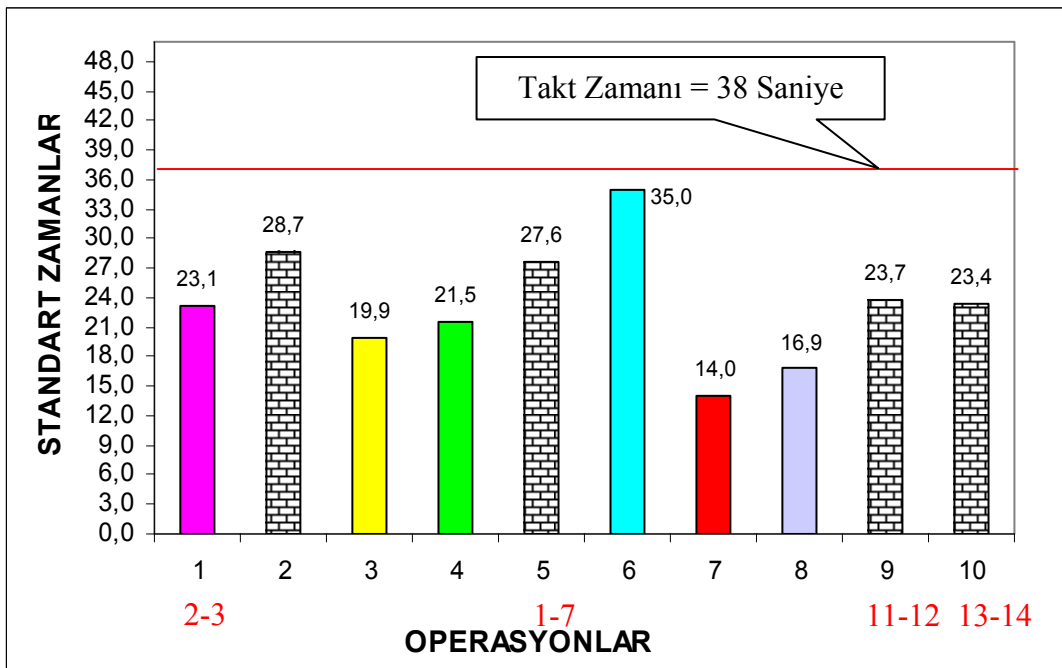
Bant dengeleme çalışmaları için öncelikle mevcut dikim bandına ait veriler toplanmıştır. Pilot banttan üretilmesi istenilen 850 adetlik ürün miktarı için 32 400 saniyelik mevcut çalışma zamanında, takt zamanı ($32400/850 = 38,11$) yaklaşık 38 saniye hesaplanmıştır (Şekil 3). Takt zamanına göre mevcut bantta yer alan operasyonların hangilerinin birleştirilebileceği öncelik sıraları dikkate alınarak belirlenmiştir (Şekil 4).

Şekil 3'de görüldüğü gibi, tüm operasyonların standart zamanları takt zamanının altındadır. Bu durumda dengelenmiş bir pilot bant için yapılması gereken takt zamanını aşmayacak şekilde operasyonların birleştirilmesidir. Operasyon birleştirmede öncelik kısıtı ve makine kısıtları dikkate alınarak aşağıda belirtilen operasyonlar birleştirilmiştir.

1. Omuz çatma (2) +Omuz Kanalı (3); (Overlok-Reçme) $10,8 + 12,3 = \underline{23.1 s}$
2. Etiket Takma (7) + Ribana Hazırlama (1); (Singer-Singer) $18 + 9,6 = \underline{27.6 s}$
3. Biye Takma (11) + Biye Zig zag (12); (Singer-Singer) $12,3 + 11,4 = \underline{23,7 s}$
4. Biye Kap. ve Etiket Tak.+ Yaka Gaze (Singer-Singer) $13,1 + 12,3 = \underline{25,4 s}$



Şekil 3. Mevcut duruma (seri üretim) göre operasyonların süreleri

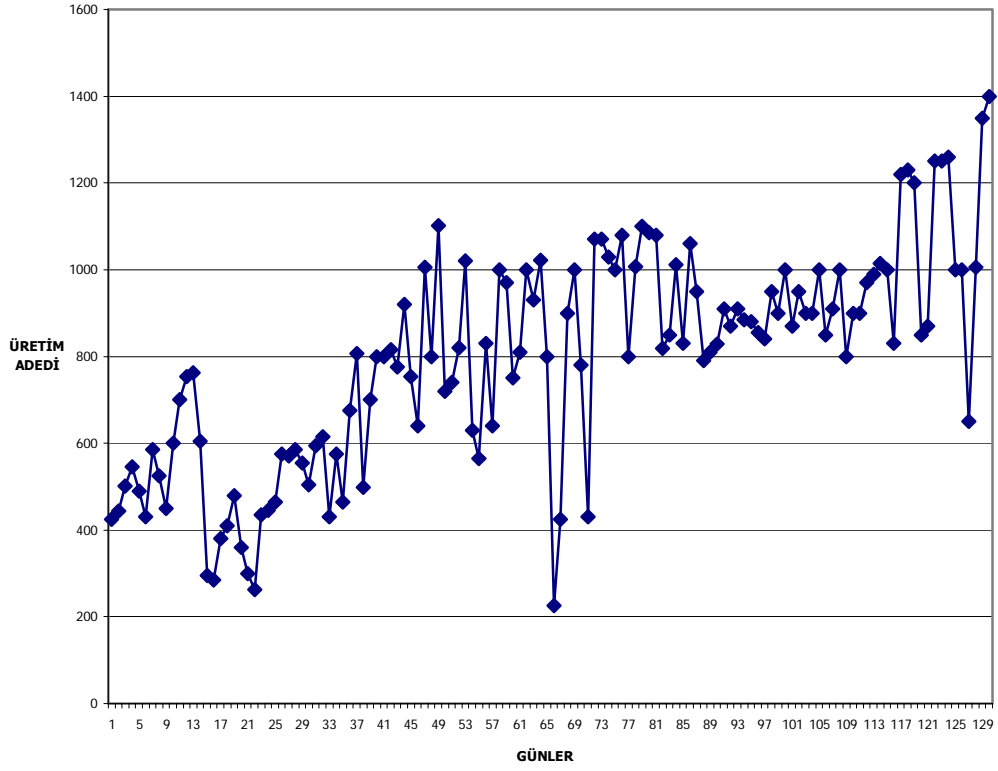


Şekil 4. Dengelenmiş (yalın üretim) pilot bant operasyon süreleri

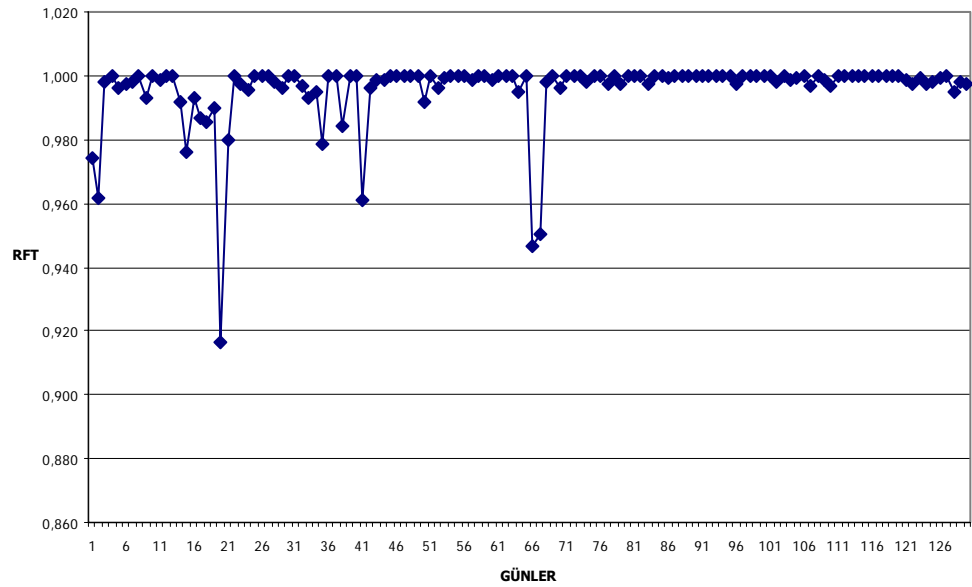
Pilot Bant Verilerinin Toplanması

Pilot bant çalışmalarına ait üretim miktarı, dikim tamiri miktarı ve tek seferde doğru oranı (RFT) verilerine ait grafiksel gösterimler Şekil 5, 6 ve 7'de sunulmuştur.

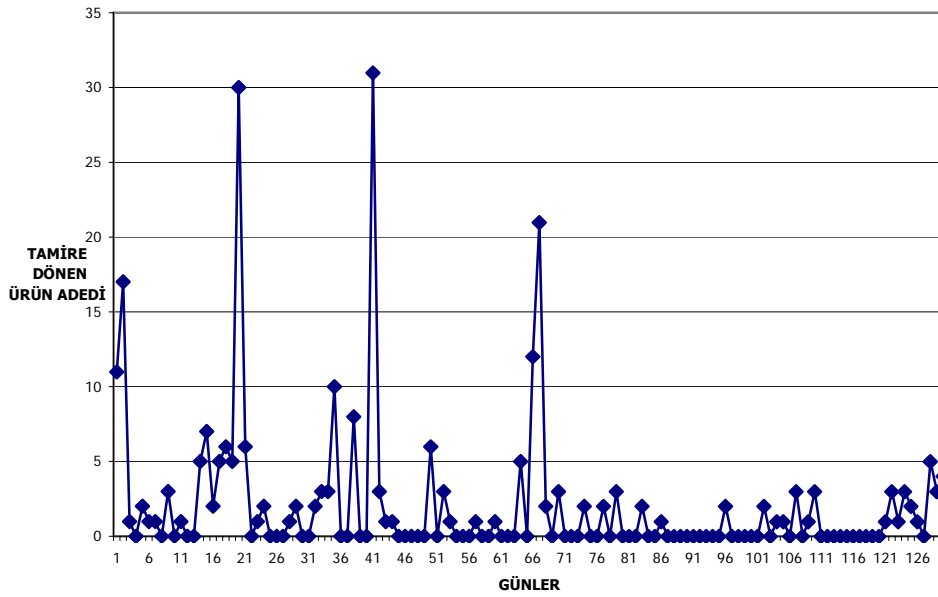
Toplam 132 günlük yalın üretim pilot bant çalışması sonucunda 71 gün sıfır dikim tamiri yani % 100 tek seferde doğru oranı ile çalışılmıştır.



Şekil 5. Üretim miktarı değişkenliği



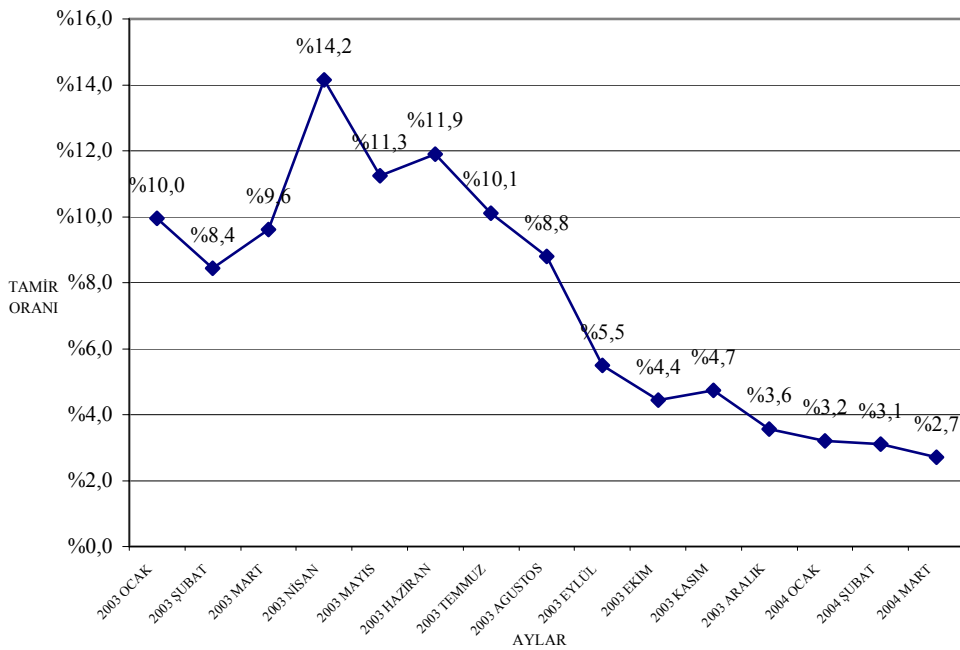
Şekil 6. Tek seferde doğru oranı değişkenliği



Şekil 7. Tamire dönen ürün miktarı değişkenliği

Tek Seferde Doğru Oranının Karşılaştırılması

Tek seferde doğru oranı için tüm işletmenin (6 dikim bandı) dikim sonu kontrolden tamire dönüş oranları ortalaması ile yalın üretim pilot bandının tamire dönüş oranları ortalaması hesap edilmiştir. Buna göre yalın üretim bandının tek seferde doğru oranı ortalaması % 99,6, diğer bantların ortalaması ise % 91,5 olarak tespit edilmiştir (Şekil 8). Yalın üretim bandında, tamir adedindeki belirgin düşüş diğer dikim bantlarını da olumlu etkilemiştir.



Şekil 8. İşletme geneli dikim tamir oranları

Modelden Modele Değişim Zamanlarının Karşılaştırılması

Modelden modele geçiş zamanı belirlenirken siyah renkli basic t-shirt modelinden kırmızı renkli (true red) basic t-shirt modeline geçiş zamanı dikkate alınmıştır. Böyle bir seçimin yapılmasında amaç, karşılaştırma yapılacak mevcut sistem bandında da aynı tip bir değişikliğin yapılmasıdır.

Yalın üretim pilot bandında değişim zamanı; ilk operatörün değişim ve operasyon için harcadığı zaman üzerine toplam olarak diğer operatörlerin değişim ve operasyon sürelerinin eklenmesi ile 12 dakika 50 saniye olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu zaman ilk üretim parçasının dikim bandına girişi ile çıkışı arasındaki süreyi vermektedir. Aynı şekilde seri üretim uygulanan dikim bandında da ilk üretim parçasının banda girişi ile çıkışı arasındaki süre dikkate alınmış ve 49 dakika 43 saniye olarak hesaplanmıştır.

Değer Katma Oranının Karşılaştırılması

Çizelge 2. Seri üretim uygulanan bantta değer katma oranı

Operasyon	WIP (Adet)	CT (s)	VAT (s)	NVAT (s)	Üretim Tedarik Süresi (WIP * CT)
Ribana hazırlama	1	9,6	4,0	5,6	9,6
Omuz çatma	1	10,8	6,0	4,8	10,8
Omuz kanalı	18	12,3	9,0	3,3	221,4
Kol takma	52	28,7	20,0	8,7	1 492,4
Kol kanalı	11	19,9	15,0	4,9	218,9
Yaka takma	17	21,5	13,5	8,0	365,5
Etiket takma	10	18,0	10,0	8,0	180,0
Yan çatma	38	35,0	25,0	10,0	1 330,0
Etek Reçme	32	14,0	10,0	4,0	448,0
Kol reçme	25	16,9	11,9	5,0	422,5
Biye takma	24	12,3	7,3	6,0	295,2
Biye zigzag	16	11,4	4,0	7,4	182,4
Biye kapama	29	13,1	8,1	5,0	379,9
Yaka gaze	1	12,3	10,3	2,0	12,3
Toplam	275	235,8	154,1	82,7	5 568,9
Değer Katma oranı	$(154,1 / 5 568,9) * 100 = \% 2,7$				

Çizelge 3. Yalın üretim uygulanan bantta değer katma oranı

Operasyon	WIP (Adet)	CT (s)	VAT (s)	NVAT (s)	Üretim Ted.Sür. (WIP * CT)
Omuz çatma/Omuz kanalı	1	33,5	13	20,5	33,5
Kol takma	1	31,5	22	9,5	31,5
Kol kanalı	1	21,5	11	10,5	21,5
Yaka takma	1	34,4	15	19,4	34,4
Etiket takma/Ribana Haz.	1	33,2	12	21,2	33,2
Yan çatma	1	38,4	31	7,4	38,4
Etek Reçme	1	25,3	18	7,3	25,3
Kol reçme	1	29,1	17	12,1	29,1
Biye takma/zig zag	1	32,2	13	19,2	32,2
Biye kapama/Yaka gaze	1	19,2	7	12,2	19,2
Toplam	10	298,3	159	139,3	298,3
Değer Katma oranı	$(159 / 298,3) * 100 = \% 53,3$				

Hücre Etkinliğinin Karşılaştırılması

Seri üretim ve yalın üretim uygulanan üretim bantları için de aynı modelin üretimi için aşağıdaki veriler elde edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda hücre etkinliği hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Seri ve yalın üretim bantlarında hücre etkinliğinin karşılaştırılması

Üretim Bilgileri	Seri Üretim	Yalın Üretim
Operasyon zamanı (s)	30 268	29 670
Net kullanılabilir zaman (s)	32 400	32 400
Takt Zamanı (s)	14	38
Toplam Parça (adet)	2 150	775
Hatalı Parça (adet)	114	1
Kullanılabilirlik	0,934	0,915
Performans Oranı	0,994	0,992
Kalite Oranı	0,946	0,998
Hücre Etkinliği	0,878	0,905

Şekil 5. Girişten – Sevkiyata Tedarik Zamanının Karşılaştırılması

Üretim Bilgileri	Seri Üretim	Yalın Üretim
Haftada bitmiş parça sayısı (adet)	59 000	59 000
Haftalık programlanmış üretim süresi (h)	45	45
Ham Malzeme Stoku (22 günlük)	22	13
WIP (Proses içi stok – 6 günlük)	6	5
Bitmiş Mamuller (1 günlük)	1	1
Dikim Bant-Sonu oranı (adet / h)	1 311	1 311
Günlük üretim (adet / 9 h)	11 800	11 800
Stok toplamı (adet)	342 200	224.200
Girişten sevkiyata tedarik zamanı (h)	261	171

Şekil 6. Üretim miktarı, yerleşim alanı ve çalışan sayılarının karşılaştırılması

Üretim Bilgileri	Seri Üretim	Yalın Üretim
Günlük Üretim (adet)	2 150	850
Çalışan sayısı (kişi)	39	16
Üretim miktarı (adet/kişi)	55,12	53,12

Yalın üretim pilot bandı ile aynı modeli diken seri üretim bandının işletme içerisindeki kapladıkları alanın karşılaştırması yapılmıştır. Buna göre yalın üretim pilot bandı 65 m² (13x5) alan kaplarken, diğer bant 155 m² (31x5) alan kaplamaktadır. Pilot bantta çalışan kişi sayısı 16 iken, diğer bantta 39 kişi çalışmaktadır.

İşgücü Sirkülasyonu

İşletmede yalın üretimin bir gereği olarak işgücü kaynağının sirkülasyon oranında azaltma politikası izlenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir:

Önceki durum

Ocak 2002 işten çıkan kişi sayısı	: 255
Ocak 2002 ortalama çalışan sayısı	: 620
İşgücü sirkülasyonu = (255x100) / 620	= % 41.1

Yalın üretim sistemi

Ocak 2004 işten çıkan kişi sayısı	: 178
Ocak 2004 ortalama çalışan sayısı	: 689
İşgücü sirkülasyonu = $(178 \times 100) / 689$	= % 25.8

İşgücü Stabilitesi

İşletmede yalın üretimin bir gereği olarak işgücü kaynağının stabilitesini artırma politikası izlenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

Önceki durum

Ocak 2002 itibarı ile bir yıl veya daha fazla çalışan sayısı	: 308
Ocak 2002 itibarı ile toplam çalışan sayısı	: 696
İşgücü stabilitesi = $(308 \times 100) / 696$	= % 44.2

Yalın üretim sistemi

Ocak 2004 itibarı ile bir yıl veya daha fazla çalışan sayısı	: 503
Ocak 2004 itibarı ile toplam çalışan sayısı	: 664
İşgücü stabilitesi = $(503 \times 100) / 664$	= % 75.7

Stok Devir Hızının Karşılaştırılması**Çizelge 7. Stok devir hızının karşılaştırılması**

İşlemler	Seri Üretim	Yalın Üretim
Depo stok miktarı (ton)	82	43
Ortalama Ürün ağırlığı (gr)	265	265
Günlük üretim miktarı (adet)	11 500	11 500
Günlük üretim miktarı (ton)	3 047,5	3 047,5
Stok devir hızı (gün)	26,9	14,1

SONUÇ ve ÖNERİLER

İşletmede yalın üretim sisteminin kurulması amacıyla yapılan çalışmaların mevcut sisteme göre (seri üretim) avantaj ve dezavantajlarının ortaya konulabilmesi için toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki karşılaştırma çizelgesi hazırlanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Metrik verilerinin karşılaştırması

KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ (Metrikler)	Seri Üretim	Yalın Üretim	Değişim (%)
Tek Seferde Doğru Oranı, RFT (%)	91,50	99,60	8,85 +
Modelden Modele Değişim Zamanı (min)	49,43	12,50	74,71 -
Dikim Bandı Değer Katma Oranı, VAR (%)	2,70	53,30	1874,07 +
Hücre Etkinliği-Tüm Etkinlik, CEOE (%)	87,80	90,50	3,08 +
Girişten Sevkiyata Tedarik Zamanı, D2D (h)	261,00	171,00	34,48 -
Üretim Miktarı (Adet/kişi)	55,12	53,12	3,63 -
Dikim Bandı Yerleşim Alanı (m ²)	155,00	65,00	58,06 -
Dikim Bandı Çalışan Sayısı (kişi)	39,00	16,00	58,97 -
İşgücü Sirkülasyonu (%)	41,10	25,80	37,23 -
İşgücü Stabilitesi (%)	44,20	75,70	71,27 +
Öneri Miktarı (adet/ay)	8,00	96,00	1100,00 +
Stok Devir Hızı (gün)	26,90	14,10	47,58 -
Yalın Üretim Seviyesi (%)	24,44	55,55	127,29 +

Bu sonuçlara göre, ele alınan hazır giyim işletmesinde yaklaşık iki yıl süren eğitim çalışmaları ve dört ay süren ölçümlere dayanan çalışmalardan elde edilen veriler ışığında, pilot bantta gerçekleştirilen yalın üretim uygulamasından oldukça cesaret verici başarılı sonuçların elde edildiği; sadece, üretim miktarı (adet/kişi) metriğinde seri üretime göre daha düşük bir sonuç elde edildiği, bunun da çalışmaların ileri safhalarında giderilebileceği, diğer değerlendirme kriterlerinin tümünde yalın üretim uygulaması ile son derece belirgin olumlu sonuçlara ulaşıldığı saptanmıştır.

Günümüzde hazır giyim sektöründe yoğun bir küresel rekabetin yaşandığı bilinmektedir. Sektörün amiral gemisi niteliğindeki firmaların siparişlerinin bir bölümünü işgücü maliyetinin düşük olduğu ülkelere kaydırması gündemdedir. Ülkemizdeki hazır giyim sektörünü olumsuz etkileyebilecek bu gelişmeye karşı işletmelerin yalın üretime geçmeleri, ülkemizde bu sektörde faaliyet gösteren firmalara önemli bir avantaj sağlayacaktır.

Tekstil sektöründe yalın üretim sistemi prensip ve tekniklerinin uygulanması yolu ile kalite, verimlilik ve müşteri memnuniyetini artırma amacına yönelik yapılan bu uygulama çalışması ışığında yalın üretim sistemini uygulamak isteyen firmalara aşağıdaki öneriler yapılabilir:

1. Yalın üretim sistemi % 80 davranışsal, % 20 teknik uygulamalar içeren bir sistemdir. Bu yüzden sistematik çalışmalar, herkesin yalın üretim ilke ve prensiplerinden haberdar olmasını sağlayacak eğitim faaliyetleri ile başlamalıdır.
2. Eğitim faaliyetleri her kademedeki çalışan için planlanmalı ve yaratıcı düşüncüyü ortaya çıkaracak şekilde sonuçlar vermelidir.
3. Eğitim için her seviyedeki insanın anlayabileceği görsel gösterimler kullanılmalıdır. Diğer sektörlerde yalın üretim uygulamaları ile ilgili bilgiler ve elde edilen sonuçlar açıkça ifade edilmelidir. Bunun sonucu, herkesin yalın üretim sisteminin başarısı için çalışması olarak ortaya çıkacaktır.
4. Yalın üretim sistemi çalışmaları uygulamalarına geçmeden önce firmanın mevcut durumu tarafsız olarak değerlendirilmeli ve planlı bir geçiş uygulanmalıdır.
5. Planlı bir geçiş için bu çalışmada da belirtildiği gibi “plan – pilot- yayılma – entegrasyon – mükemmellik” aşamaları izlenebilir.
6. Her işletmenin farklı bir işletme kültürü olduğundan, bu çalışmada yer alan tüm uygulamaların aynen aktarılması istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, uygulama faaliyetleri, işletme kültürü dikkate alınarak yapılmalıdır.
7. Uygulama çalışmalarında yeni sisteme karşı oluşabilecek direncin kırılması için (örneğin; stoklu çalışmadan tek parça akışına dönülmesi) yalın üretim sisteminin ilkelerinde (tek parça akışı, tek seferde doğru; hatalı işin bir sonraki operasyona geçmemesi vb.) ısrarcı olmak gerekir. Çünkü çalışanların bu ısrarın neticesinde ortaya çıkan başarı ile, daha da istekli çalıştıkları tespit edilmiştir.
8. Pilot bir çalışma yapılması ve bu çalışmadan detaylı veri toplanması son derece önemlidir. Çünkü bu veriler, ileride tüm işletme geneli için yapılacak çalışmalara dayanak teşkil edecektir.

9. Hazır giyim ürünleri üretiminde stoklu çalışma, çoğu işletme için istenilen üretim miktarının alınabilmesinde vazgeçilmez bir durumdur. Bu noktada yalın üretim sistemini uygulayacak işletmelere tek parça akışına kademeli olarak (Örneğin her bir operasyon için 20 stoktan 10'a, 10'dan 5'e, 5'den 1'e gibi) geçiş yapmaları tavsiye edilebilir. Ancak böyle bir geçiş, hem tek parça akışı anlayışının yerleşmesinde hem de yalın düşüncenin öğelerinden "akış" ın getireceği hızın hissedilmesinde gecikmeye neden olacaktır. Dahası çalışanlar yedeksiz çalışma anlayışını daha zor kavrayacaklardır. Böyle bir durumda istenilen sonuçlar için daha fazla zaman gerekecektir.
10. Tüm işletme için proseslerin birbirleri ile olan bağlantıları ve fabrika yerleşimleri gözden geçirilmelidir. Kesimden koliye (cut to box) yerleşim sağlanmalıdır. Özellikle dikim bantlarının takt zamanına göre ayarlanabilmesi için hava ve elektrik tesisatının tavandan destekli yapılması gerekmektedir. Yerleşim hataları esnek ve akıcı bir üretimin önündeki en büyük engellerden birisidir.
11. Yalın üretim çalışmalarının sonuçlarını mevcut sistemle karşılaştırabilmek için, hem pilot çalışma hem de işletme geneli uygulamalarda, yalın üretim metriklerini (RFT, BCS, D2D, VAR, CEOE, Changeover vb.) elde edebilecek veri tabanı oluşturulmalıdır.
12. Yalın üretim çalışmalarının sadece üretim ile sınırlı kalmaması gerekir. Üzerinde çalışılması gereken diğer önemli iki nokta; yalın organizasyon ve yalın tedariktir.
13. Yalın üretim çalışmalarının başarıya ulaşmasında ve istenilen sonuçların elde edilmesinde en önemli faktör çalışanların katılımıdır. Sürekli iyileştirme faaliyetlerinin de temelini katılımçılık oluşturur. Bu yüzden mutlaka, çalışanların önerilerinin değerlendirildiği bir sistem kurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2001a. Lean Development Program Week One Participant Guide. The Productivity Group & Adidas Salomon Apparel Division
- Anonim. 2001b. Lean Development Program Week Two Participant Guide. The Productivity Group & Adidas Salomon Apparel Division
- Anonim. 2001c. Lean Development Program Week Three Participant Guide. The Productivity Group & Adidas Salomon Apparel Division
- Ballard, G., Howell, G. 1994. Lean Production Theory: Moving Beyond "Can-Do". Presented at the 2nd Annual Conference on Lean Construction at Catolica Universidad de Chile, Santiago, September.
- Güleş, H., K., 1999. Elektronik Veri Değişiminin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Yeri. S.Ü. Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, Sayı:3, Konya
- Ohno, T., 1983. Toyota Production System. Toyota Pres S. IX, Japan
- Özçelikel, H. 1994. Japon Yönetim Sistemleri, MESS Eğitim Vakfı Yayını, No: 177, İstanbul
- Womack, P., Jones, D.T., 1998. Yalın Düşünce. Sistem Yayıncılık, İstanbul