

KONFEKSİYON ÜRETİMİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS IN CLOTHING PRODUCTION

Yrd. Doç. Dr. Önder YÜCEL
Ege Ü. Bayındır MYO
e-mail: onder.yucel@ege.edu.tr

ÖZET

Konfeksiyon üretimi artan otomasyona rağmen emek yoğun yapısını korumaktadır. Bu durum insan kaynaklı hataların oluşumuna da olanak sağlayabilmektedir. Bu çalışmada bir tür hata belirleme ve önceliklerine göre derecelendirme yöntemi olan hata türü ve etki analizi (HTEA) yöntemi açıklanarak bir konfeksiyon işletmesindeki uygulaması analiz edilmiştir. İşletmede HTEA ekibi oluşturulmuş ve işletme içersinde hata üreten faktörler belirlenmiştir. Bu faktörlerden dikim hatalarının giderilmesi, öncelikli giderilecek hata olarak kararlaştırılmıştır. Dikim hatalarını gidermeye yönelik HTEA sistematigi uygulanmıştır. Uygulamanın sonuçları 12 haftalık üretim sürecinde izlenmiştir. İşletmenin jean pantolon üretim hattında % 4,1'lik gömlek üretim hattında ise % 5,2'lik bir dikim hatası azalması sağlanmıştır. Ayrıca, hata giderme zamanında ise 966,3 dakikalık bir kazanç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hata Türü ve Etki Analizi, Konfeksiyon, Dikiş Hataları

ABSTRACT

Although the increasing automation, human factor is of big importance in the clothing sector. For this reason, faults made from human are observed in the clothing production. In this study application of failure mode and effect analysis that is used for defining the potential fault types and to decrease the negative effect on production systems were carried out in a selected clothing factory. Failure mode and effect analysis team was established to determine the causes of fault. The team was decided to eliminate the seam fault in the production lines. In the result of this technique, it was obtained % 4.1 decrease of seam fault in the trouser production line and % 5.2 decrease of seam fault in the shirt production line. Additionally, 966.3 minutes shortage was provided in the fault repairing time.

Key Words: Failure Mode and Effect Analysis, Clothing, Seam Faults

Received: 04.05.2006

Accepted: 28.02.2007

1. GİRİŞ

Bir işletmenin rekabet gücü, ürettiği hizmet veya ürünlerin ulaştığı kalite düzeyi ile ilişkilidir. Tüm işletmelerin temel amacı ürün ve hizmetlerinde maksimum kaliteyi yakalamak ve bunu sürdürebilmektir. İşletmelerin pazarlardaki başarısını olumsuz etkileyen faktörlerden birisi ürün veya hizmetlerindeki kalite değişkenlikleridir. Özellikle bu değişkenliklerin kabul edilebilir düzeyleri aşması, işletmelerin yaşadıkları pazar kayıplarının en büyük nedenlerindendir.

Konfeksiyon sektörü yapısından kaynaklanan bir takım özellikler nedeniyle kalite değişkenliklerinin yoğun olarak görüldüğü sektörler arasındadır. Artan otomasyona rağmen emek yoğun bir üretim olma özelliği, gerek insan gerekse organizasyon kaynaklı değişik üretim ve süreç hatalarına zemin hazırlayabilmektedir. Özellikle yoğun üretim düzeylerinde bu hatalar, ürün kalitesinde

büyük değişimlere neden olabilmektedir. Bu değişimlerin yaratmış olduğu müşteri memnuniyetsizliği işletmelere büyük parasal kayıplar yaşatabilmektedir. Bu durum işletmeleri, hammadde temini, ürün tasarımı, imalat ve organizasyon gibi üretimin değişik süreçlerinde hatayı ve olası etkilerini önceden belirleyebilen bilimsel tekniklere yöneltmiştir. Hata türü ve etkileri analizi yöntemi bu konuda işletmelere büyük kolaylıklar sağlayan bir teknik olarak ön plana çıkmıştır. İlk olarak ABD ordusunda geliştirilen daha sonraları ise otomotiv ve diğer endüstrilere yayılan bu teknik, kalitesizliği önlemeye yönelik bir üretim sisteminin temelini oluşturmaktadır. Bu teknik yardımıyla hataların önceden tahminlenmesi ve kıt kaynakların daha etkin kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

Bu çalışmada hata türü ve etkileri analizi yönteminin metodolojisi açıklanmış ve

bir konfeksiyon işletmesindeki uygulaması analiz edilmiştir.

2. HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

2.1 Tanımı ve Temel Faydaları

Günümüzde gerçek zamanlı kontrol teknikleri yerine önleyici kontrol tekniklerinin ön plana çıkması hata türü ve etkileri analizi yönteminin önemini arttırmıştır. Bu yöntem aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır;

HTEA, hatalar üzerine odaklanarak bilinen veya potansiyel hataların risklerini ortaya koyan, bu risklere göre hata türlerini önceliklendiren ve bu hataların olmaması için gerekli planlamalar yapan analitik bir tekniktir (1,2). Bu tekniğin temel faydaları aşağıda verilmiştir;

- Ürün, süreç ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın meydana gelmesini engellemek için

hata türlerini sistematik olarak gözden geçirir.

- Ürün, süreç, hizmeti ya da bunların fonksiyonelliğini etkileyebilecek her türlü hatayı ve bu hatanın etkilerini tanımlar.
- Tanımlanan bu hatalardan hangilerinin ürün, süreç ya da hizmet operasyonlarında daha kritik etkilerinin olduğunu belirler, bu yüzden meydana gelebilecek en büyük hasarı ve hangi hata türünün bu hasarı üretebileceğini tanımlar.
- Montajda, montaj öncesinde, üründe ve süreçte hataların oluşum olasılığını ve bunun nereden kaynaklanabileceğini (tasarım, süreç, vb.) belirler.
- Diğer kaynaklardan elde edilmesi mümkün olmayan hata oranlarını ve türlerini tanımlayarak gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
- Güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
- Bir ürün için değişikliklerin olabilecek etkilerini tanımlar.
- Montaj hatalarının olabilecek kötü etkisinin nasıl giderilebileceğini tanımlar (3).

2.2. Hata Türleri ve Etkileri Analizinin Aşamaları

Hata Türü ve Etki Analizi dokuz temel aşamadan oluşmaktadır;

1. HTEA amaçları ve düzeylerinin belirlenmesi için HTEA planlaması
2. HTEA'nin gerçekleştirilmesi için özel prosedürlerin, temel kuralların ve kriterlerin tanımlanması
3. Fonksiyonlara, etkileşim alanlarına, faaliyet aşamalarına, faaliyet türlerine ve çevreye göre sistemin analizi.
4. Proseslerin, karşılıklı bağlantıların ve bağımlılıkların gösterilmesi için hata ağacı şemalarının, görev ve güvenilirlik şemalarının oluşturulması ve analizi.
5. Potansiyel hata türlerinin tanımlanması
6. Hata türlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması
7. Hataları önleyecek ve kontrol edecek önlemlerin tanımlanması.

8. Önerilen önlemlerin etkilerinin değerlendirilmesi.

9. Sonuçların belgelendirilmesi (3).

2.3. Hata Türleri ve Etkileri Analizinin Öğeleri

Hata türleri ve etkileri analizinin öğeleri bir analizi oluşturan ilgili bilgilerin bütünüdür. Bu öğelerin belirlenebilmesi için takım yaklaşımı esastır

2.3.1. Fonksiyonlar ve Hata türleri

Fonksiyon, analiz edilecek ürün ya da sürecin amacıdır. Eğer bir sistem söz konusuysa, alt sistemler de dikkate alınmalıdır. Potansiyel hata türleri ya da hata kategorileri, başarısızlığın ne şekilde oluştuğunun açıklanması ile tanımlanabilmektedir. Hata türleri beş hata kategorisinden birine ait olabilir;

- Tam hata
- Kısmi hata
- Aralıklı hata
- Zamanla oluşan hata
- Kullanımda ortaya çıkan hata

Hataların beş gruba ayrılmasının amacı HTEA takımının tüm olası hata türlerinin tanımlayabilmesini sağlamaktır (4).

2.3.2. Sonuçlar (Etkiler)

Fonksiyonlar ve hata türleri belirlendikten sonra HTEA sürecindeki aşama hata türü oluştuğunda gerçekleşebilecek potansiyel sonuçları tanımlamaktır. Bu takımın yapacağı bir beyin fırtınası faaliyetidir. Sonuçlar belirlendikten sonra HTEA modelinde etkiler olarak yer alacaktır

2.3.3. Şiddet

Hatanın müşteriye olan etkilerinin şiddetinin, 1 ile 10 derecesinde tahmin edilmesidir. Şiddet, hatanın oluşuktan sonra müşteriye göre ciddiyetini temsil eden bir faktördür. Şiddet sıralaması, müşteri ile ilgili olarak, sadece ürün tasarımın aksiyonları tarafından değiştirilebilir. Bu sıralama imalat kontrollerinden etkilenmez. Şiddet sadece hatanın etkisine dayandığından, hatanın belirli bir etkisi için bütün potansiyel hata sebepleri, en azından aynı ağırlık sıralaması almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Şiddet (Hata Ağırlığı) Değeri Verilmesi

Kriter	Sıralama
Araç veya sistem performansı üzerinde dikkate değer herhangi bir etkiye sebep olmayacak bu hatanın küçükte olsa beklentisinin olduğu durum. Müşteri büyük bir olasılıkla hatayı göremeyecek.	1
Düşük şiddet sıralaması. Hafif müşteri rahatsızlığına sebep olan hatanın küçük te olsa beklentisinden kaynaklanan durum. Müşteri büyük bir olasılıkla sadece çok küçük bir alt sistem veya araç performansı azalmasını fark edecektir.	2 3
Orta şiddet sıralaması, bazı müşteri tatminsizliklerine sebep olacak hataların varlığının söz konusu olduğu durum. Müşterinin konforu bozulacak veya hata müşteriyi rahatsız edecektir..	4 5 6
Yüksek oranda müşteri tatminsizliği, kullanıma uygun olmayan bir araç veya uygun olmayan alt sistem.	7 8
Çok yüksek şiddet sıralaması. Bir hata türünün potansiyel güvenlik problemlerini içerdiği durumlarda söz konusudur.	9 10

2.3.4 Nedenler

Sonuçlar (etkiler) ve şiddet belirlendikten sonra hata türünün nedenleri belirlenecektir. Tanımlama en şiddetli etkileri olan hata türlerinden başlamalıdır. Nedenler, oluş ihtimallerine göre sınıflandırılmaktadır. Ortaya çıkma olasılığı, bir hatanın oluşma ihtimalidir.

2.3.4.1 Oluşum

Oluşum sıralaması tahmin edilirken, ortaya çıkacak ve böylece belirtilen hata cinsiyle sonuçlanacak hatanın potansiyel sebebinin olasılığı düşünülür. Bu tahmin yapılırken, hata cinsi ve hatanın sebebinin, müşteriye ulaşmadan önce kontrol edilmediği varsayılır. Tablo 2.'de verilen istatistiksel oranlar sadece yol gösterici ve açıklama amacını taşımaktadır.

Tablo 2. Oluşma Olasılığının Verilmesi

Kriter	Sıralama	Spesifikasyon Limitleri Dışındaki İstatistiksel Oran
Uzak oluşma olasılığı. Yapabilirlik spesifikasyonlarda en az $x+4\sigma$ gösterir.	1	0 – 1/10.000
Düşük oluşma olasılığı. Süreç İstatistiksel Kontrol altındadır. Yapabilirlik spesifikasyonlarda en az $x+3\sigma$ gösterir.	2	1/10.000-1/5.000
	3	1/5.000-1/2.000
	4	1/2.000-1/1.000
	5	1/1.000-1/500
Orta oluşma olasılığı. Genellikle büyük oranda değil de hataları ara sıra yaşayan önceki süreçlere benzer süreçlerle ilişkilidir. Süreç İstatistiksel kontrol altındadır; fakat yapabilirlik spesifikasyonlar içerisinde $x+2,5\sigma$ ' den daha fazladır.	6	1/500-1/200
Yüksek oluşma olasılığı. Genellikle olumsuzlukların sık sık yaşandığı önceki süreçlere benzer süreçlerle ilişkilidir. Süreç, istatistiksel kontrol altındadır. Yapabilirlik spesifikasyonlarda $x+2,5\sigma$ veya daha azdır.	7	1/200-1/50
	8	1/50-1/20
Çok yüksek oluşma olasılığı.	9	1/20-1/5
	10	1/5-1

Tablo 3. Saptanabilirlik Değerinin Verilmesi

Kriter	Sıralama	Hatanın Müşteriye Ulaşma Olasılığı
Ürünün hatalı bir şekilde gönderilmesi çok az bir olasılıktır. Hata bir sonraki operasyon tarafından rahatlıkla tespit edilir. Hata " fonksiyonel " olarak çok açık bir karakteristiktir.	1	%0-%1
Ürünün hatalı bir şekilde gönderilmesi düşük bir olasılıktır. Hata açık bir karakteristiğe sahiptir.	2	%1-%10
	3	%10-%20
	4	%20-%30
Ürünün hatalı bir şekilde gönderilmesi orta bir olasılıktır. Hata kolaylıkla tespit edilebilen bir karakteristiktir.	5	%30-%40
	6	%40-%50
	7	%50-%60
Ürünün hatalı bir şekilde gönderilmesi yüksek bir olasılıktır. Hata gizli bir karakteristiktir	8	%60-%70
	9	%70-%80
Ürünün kesinlikle hatalı bir şekilde gönderilmesi çok yüksek bir olasılık. Ürün kontrol edilmez veya kontrol edilebilir değildir. Hata görünmez niteliktedir, imalat ve montaj hatlarında fark edilemez.	10	%80-%100

2.3.5 Kontrol

HTEA tekniğinde kontroller amaçlarına göre sınıflandırılmaktadır:

Tip (1): Bu kontroller nedenin ya da hata türünün ortaya çıkışını engelle-

mekte ya da ortaya çıkma olasılığını azaltmaktadır.

Tip (2): Bu kontroller neden ya da hata türünü belirlemede ve düzeltici faaliyette yön vermektedir.

Tip (3): Bu kontroller ürün müşteriye ulaşmadan hatayı ortaya çıkarmaktadır. Müşteri bir sonraki faaliyet, alt faaliyet ya da nihai tüketici olabilir (5).

2.3.5.1 Saptanabilirlik

1 ile 10 derecelendirme ile parça veya bileşen, imalat veya montaj hattını terk etmeden önce, tanımlanan hatanın sebep olduğu bir kusuru bulma olasılığının tahmin edilmesidir. Hatanın oluşma sebebi kabul edilmeli ve daha sonra hatanın yükünü önlemek için mevcut tüm kontrollerin yeterlilikleri tayin edilmelidir. (Tablo 3.) (5).

2.3.6 Risk Öncelik Sayısını Belirlenmesi

Risk Öncelik Sayısı (RÖS), kritiklik sayısı göstergesidir. RÖS her bir hata türü veya nedeni için ortaya çıkma, önemlilik, ve saptama gibi üç risk faktörü esas alınarak belirlenen sayısal değerdir.

Çarpma işlemi ile $RÖS = O \times \Phi \times S$

Toplama işlemi ile $RÖS = O + \Phi + S$

RÖS değeri süreçteki hata türlerinin yukarıdan aşağıya sıralanmasını sağlar, hataların göreceli önemini gösterir ve iyileştirme faaliyetlerinin alınmasında öncelik sıralamasını belirler. Yüksek RÖS sayıları iyileştirici önlemlerin uygulanmasında ve istatistiksel süreç kontrol uygulamasında öncelikle ele alınması gerekenleri gösterir.

Risk öncelik puanının minimum değeri 1 ve maksimum değeri ise 1000'dir. Uygulamalarda genelde $RÖS \geq 100$ ise düzeltici ve önleyici faaliyetler başlatılır (5).

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada HTEA tekniği konfeksiyon üretimi yapan bir işletmeye uygulanmıştır. İşletmeye ait çeşitli üretim değerleri Tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4. İşletmenin Üretim Değerleri

Üretim Bandı	Toplam Makine Sayısı	Ürün grubu	Ortalama Kapasite
2	62	Jean Pantolon Gömlek	650 550

Tablo 5. Etken Faktörler

Önem Sırası	Faktörler
1	Yüksek Dikim Hatası Oranları
2	Üretim Bantlarındaki Düşük Verimlilik
3	Kumaş ve Yardımcı Malzeme Teminindeki Gecikmeler
4	İşçi Devamsızlıkları
5	İşten Ayrılma Oranlarındaki Artışlar
6	Yoğun Mesai Programı
7	Bölümler Arası İletişim Sorunları
8	Yoğun Makine Arızaları
9	Motivasyon Eksiklikleri

Tablo 6. Dikilen modeller ve hata değerleri

Model	Üretim Değeri	Hatalı Ürün Sayısı	Yüzde Değer (%)
Jean Pantolon	14763	1536	10,4
Klasik Erkek Gömleği	12572	1497	11,9

Tablo 7. Belirlenen Dikim Hataları ve Miktarları

Hata Türü	Model	Hata Adeti	Model	Hata Adeti
Ölçü Daralması		479		143
Adım Uyumsuzluğu		87		68
Dikiş Doğrultusundan Sapma		161		91
Gevşek Dikiş		81		71
Dikiş Yığılması		83		68
Dikiş Atlaması	J E A N	109	K L A S İ K	86
Esneme		-		11
Dikiş Kayması	P A N T O L O N	89	G Ö M L E K	93
Sökük		258		16
Dikiş Büzülmesi		76		68
Hatalı Yaka Takma		-		229
Cep Yeri Hatası		149		198
Düğme Hatası		29		81
İlik Hatası		44		33
Toplam		1645		1256

Tablo 8. HTEA Ekibinin Belirlediği RÖS Değerleri

Hata Türü	Oluşma Olasılığı (O)	Şiddet (S)	Saptanabilirlik (S)	RÖS (OxSxS)
Ölçü Daralması	7	8	8	448
Adım Uyumsuzluğu	3	4	3	36
Dikiş Doğrultusundan Sapma	6	7	6	252
Gevşek Dikiş	5	7	2	70
Dikiş Yığılması	5	6	2	60
Dikiş Atlaması	6	7	6	252
Esneme	2	3	2	12
Dikiş Kayması	7	7	6	294
Sökük	5	7	2	70
Dikiş Büzülmesi	5	8	2	30
Hatalı Yaka Takma	7	8	9	504
Cep Yeri Hatası	7	8	8	448
Düğme Hatası	6	8	5	240
İlik Hatası	7	8	5	280

İşletmede HTEA 'nın uygulaması, aşağıda verilen sıralamaya göre gerçekleştirilmiştir.

- HTEA ekibinin oluşturulması: Her iki işletme için üretim mühendisi, kalite mühendisi, planlama mühendisi, model-kalıp mühendisi, satın alma sorumlusu ve üretim bandı sorumlusunun yer aldığı HTEA ekibi oluşturulmuştur.
- Problemin Belirlenmesi: Araştırma kapsamındaki işletmede görülen sorunlar önem düzeylerine göre sıralanmış ve öncelikli olarak çözülecek sorun belirlenmiştir.
- Sistem analizi: Çözülecek soruna ait sistemin analizi yapılarak hata türleri, etkileri ve nedenleri belirlenmiştir.
- Değerlendirme: Bu aşamada her bir hatanın, şiddet, olasılık, keşfedilebilirlik ve risk öncelik katsayısının (RÖS) değerleri bulunmuştur.
- Düzeltilici önlemlerin alınması: Sorunun işletme koşullarına uygun çözümleri ortaya konulmuştur.
- Uygulama ve Kontrol: Soruna ait çözümler uygulanarak sonuçları kontrol edilmiştir.

Tablo 9. Ortalama Hata Giderme Birim Zamanları (sn)

Hata Türü	Birim Zaman (sn)
Dikiş Kayması	135
Sökük	124
Büzgü	111
Düğme Hatası	68
Dikiş Yığılması	154
Dikiş Atlaması	159
Dikiş Gevşekliği	147

Tablo 10. Toplam Hata Giderme Zamanları (4 Haftalık)

Hata Türü	Birim Zaman (sn)	Adet	Aylık Toplam Hata Giderme Zamanı (sn)
Dikiş Kayması	135	182	24570
Sökük	124	274	33976
Büzgü	111	144	15984
Düğme Hatası	68	110	7480
Dikiş Yığılması	154	151	23254
Dikiş Atlaması	159	195	31005
Dikiş Gevşekliği	147	159	23373
Toplam Aylık Hata Giderme Zamanları = 159642 sn = 2660,7 dak.			

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İşletmede oluşturulan HTEA ekibinin belirlediği ve üretim prosesini direkt veya indirekt olarak etkileyen faktörler önem sırasına göre Tablo 5 de gösterilmiştir

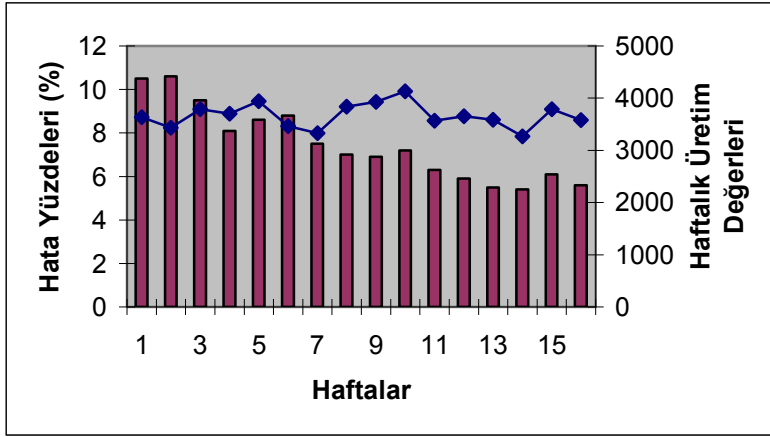
HTEA ekibi öncelikli olarak ürünlerde görülen dikim hatalarını azaltmaya yönelik çalışmalarını başlatma kararı almıştır. Bu amaçla dört haftalık bir üretim süreci izlenerek bu süreçte dikilen ürünlerin hataları belirlenmiştir. Tablo 6.'da işletmenin dört haftalık üretim değerleri, dikilen modeller ve hata değerleri, Tablo 7.'de belirlenen hata türleri ve miktarları, Tablo 8 de ise HTEA ekibinin belirlediği RÖS değerleri verilmektedir. RÖS değerlerinin belirlenmesinde Tablo 1, 2 ve 3'ten yararlanılmıştır.

Üretimde giderilebilen dikim hatalarının ortalama hata giderme birim zamanları REFA(6) sistemine göre belirlenmiştir (Tablo 9).

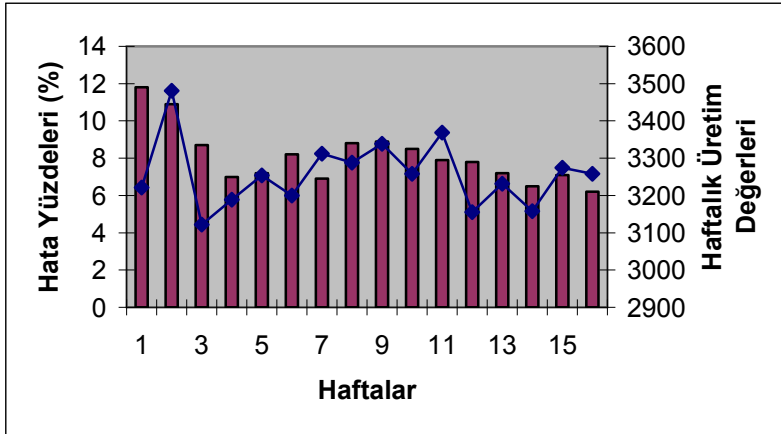
Tablo 11. Toplam Hata Giderme Zamanları (12 Haftalık)

Hata Türü	Birim Zaman (sn)	Adet (12 Haftalık)	Ortalama Aylık Hata Miktarı	Aylık Toplam Hata Giderme Zamanı (sn)
Dikiş Kayması	135	295	98	13230
Sökük	124	474	158	19592
Büzugü	111	280	93	10323
Düğme Hatası	68	246	82	5576
Dikiş Yığılması	154	325	108	16632
Dikiş Atlaması	159	405	135	21465
Dikiş Gevşekliği	147	303	101	14847

Toplam Aylık Hata Giderme Zamanları = 101665 sn = 1694,4 dak.



Şekil 1. Jean Üretim Bandındaki Hata Değişimi



Şekil 2. Gömlek Üretim Bandındaki Hata Değişimi

İşletmede ilk dört haftada oluşan hataların toplam hata giderme zamanları Tablo 10 da, HTEA tekniğinin uygulanmasını takip eden üç aylık üretim sürecinde oluşan hataların toplam hata giderme zamanları ise Tablo 11 de verilmiştir.

HTEA ekibinin almış olduğu kararların uygulamaya konulmasını takip eden üç

aylık zaman sürecinde hata düzeyleri izlenmiştir. Jean ve gömlek bandında tespit edilen hataların üç aylık değişimi Şekil 1. ve 2.'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Üç aylık üretim zamanı içerisinde, HTEA ekibinin aldığı ve yönetime sunduğu dikim otomatları ile ilgili karar yüksek maliyet nedeniyle uygulamaya geçirilememiştir.

5.TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüzde global rekabet, artan müşteri talepleri ve değişen teknoloji işletmeleri esneklik, hız, kalite ve maliyet konularında daha sistematik davranmaya zorlamaktadır. Bu baskılar altında kalan işletmelerin, pazarlardaki varlıklarını sürdürebilmeleri tüm yönetsel ve üretim faaliyetlerinde yüksek kalite anlayışını benimsemelerini gerekli kılmaktadır. Temel girdi, teknoloji ve işgücü açısından benzer kaynaklara sahip işletmelerin rekabetçi gücü bu kaynakları hangi etkinlik düzeyinde yönetebildiğine bağlıdır. Üretimde hata oluşturabilecek nedenleri önceden belirleyerek gerekli önlemleri alan işletmelerde, mevcut kaynakların tam etkinliği sağlanabilmekte ve yüksek verimliliğe ulaşabilmektedir.

Bu çalışmada, işletmelerde hatalı ürün ve hizmet üretme olasılığını minimize eden bir teknik olarak kabul edilen HTEA tekniği bir konfeksiyon işletmesine uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.;

- İşletmede HTEA ekibi oluşturulmuş ve işletme içi hata kaynakları belirlenmiştir. Bu hatalardan, yüksek oranda müşteri tatminsizliğine yol açan dikiş hatalarını önlemeye yönelik çalışmalar başlatılmıştır. HTEA ekibi öncelikli olarak, ölçü daralması, hatalı yaka takma, cep yeri hatası, dikiş doğrultusundan sapma ve atlama hatalarını riskli hatalar olarak değerlendirmiştir.

- Yıkamalı ürünlerde sanfor işlemi görmüş kumaşlar kullanılması uygun görülmüştür.

- Önceden sadece orta beden jean pantolonlar için yapılan yıkama çekmesi testlerinin tüm beden seti için yapılması kararlaştırılmıştır.

- Tüm dikim yerleri için giysi kalıplarına verilen sabit dikiş paylarının çekme testi sonuçları ve yapılacak dikiş türüne göre düzenlenmesi önerilmiştir.

- İşletmenin özellikle farklı gömlek modellerinin dikildiği gömlek bantında

üretimde girecek her yeni model dikim operatörleri için bir risk taşımaktadır. Aynı modelde ve yüksek miktarlarda siparişlerin azaldığı günümüz koşullarında bu risk daha da artmaktadır. Küçük parti siparişlerde operatörlerin modele alışması için geçen süre oldukça azalmıştır. Bu nedenle üretime girecek her yeni model için bant ve üretim sorumluları ile bir model değerlendirme toplantısının yapılması, hata oluşabilecek yerlerin önceden belirlenmesini ve hatasız bir dikim yapılmasını sağlayacaktır.

- Dikilecek her modeldeki operasyonun ayrıntılı birer dikim talimatı hazırlanacaktır..

- İşletmede, içerisinde endüstri mühendisinin de yer alacağı metod değerlendirme ve analiz bölümü kurulacaktır. Bu bölüm çalışma yerleri ve metodlarının ergonomik açıdan değerlendirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılmasından sorumlu olacaktır. Çalışma ergonomisinin sağlanması konfeksiyon gibi emek yoğun sektörlerde işçi verimliliği ve kaynak tasarrufu açılarından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca işletmenin bölücü ve dinlenme zamanı payları yeniden belirlenecektir. Belirlenen bu oranlar dahilinde her bir operasyonun birim zamanları tespit edilecektir.

- Dikimdeki işçilerin iş yükleri yeniden değerlendirilerek %85 -100 arasında yer alması sağlanacaktır.

- Yapılan gözlemlerde, dikiş makinelerinde oluşan basit birtakım ayar bozukluklarının tamiri için tamir teknisyeninin beklendiği ve bu durumda kayıp zamanların oluştuğu belirlenmiştir. Bunu önlemek amacıyla çalışanlara bölümler halinde temel ayar ve tamir teknikleri öğretilerek ve basit

makine sorunlarının operatörler tarafından giderilmesi sağlanacaktır.

- Mesai saati bitiminde dikiş makineleri operatörler tarafından temizlenecektir.

- Makine bakım bölümünün etkinliğini artırmak amacıyla makine genel bakım faaliyetleri sistematik olarak aylık ve üç aylık periyotlarda düzenlenecektir.

- Atıl durumdaki bazı makineler faal hale getirilerek eğitim bandı kurulacaktır. Bu bantta özellikle yeni alınan operatörler için iki haftalık bir eğitim ve oryantasyon eğitimi verilecektir.

- Yıkamalı ürünlerde kullanılan dikiş ipliği yıkama koşullarına uygun olarak seçilecektir.

- İşletme çalışanlarındaki yaratıcı güçleri ortaya çıkararak sisteme katmak ve işbaşarımlarını yükseltmek amacıyla motivasyon yönetiminin tüm işletme birimlerinde uygulanması benimsenmiştir. Çalışanlara verimlilik ve hatasızlık primi verilecektir.

- Bazı operasyonların hatasız ve kısa zamanda gerçekleştirilmesi amacıyla üretime dikim otomatlarının alınması teklif olarak yönetime sunulacaktır.

Araştırmanın başladığı işletmede dört haftalık üretim sürecinde hatalı ürün oranları jean bandı için ortalama % 11,5, gömlek bandı için ortalama % 12,9 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın tamamlanmasını takip eden oniki haftalık üretim sürecinde hata oranları, jean bandı için ortalama % 7,4, gömlek bandı için ortalama % 7,7 olarak tespit edilmiştir.

HTEA ekibinin almış olduğu kararların uygulanması sonucunda jean bandındaki hatalı ürün oranı % 4,1, gömlek

bandındaki hatalı ürün oranı ise % 5,2 azalmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Ortalama Hata Değişimleri

Üretim Bandı	Ort Dikim Hatalı Ürün Yüzdesi (Başlangıç) (%)	Uygulama Sonrası Ort Dikim Hatalı Ürün Yüzdesi (%)	Fark (%)
Jean	11,5	7,4	4,1
Gömlek	12,9	7,7	5,2

Üretimde giderilebilecek hatalar için harcanan hata giderme zamanları aylık ortalama 2660,7 dakikadan, 1694,4 dakikaya düşmüştür. 966,3 dakikalık fark üretim için kullanılmıştır (Tablo 13)

Tablo 13. Giderilebilen Hataların Aylık Toplam Zamanı

Ortalama Aylık Hata Giderme Zamanları (Dk) (Başlangıç)	Uygulama Sonrası Ortalama Aylık Hata Giderme Zamanları (Dk)	Kazanılan Zaman (Dk)
2660,7	1694,4	966,3

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Erginel, N.M., "Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model Ve Uygulaması" Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 5, Sayı 3, s 17-26, 2004
2. Besterfield, D., "Total Quality Management" Second Edition, Prentice Hall, USA 1999.
3. Yılmaz, B. S., "Hata Türü ve Etki Analizi" DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 2, Sayı 4, s 133-150, 2000.
4. [http:// www.fmeca.com](http://www.fmeca.com) (Erişim : 02.03.2006)
5. Bilgin, M. "Tasarımda Kalite ve FMEA Metodu" Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004.
6. MPM-REFA, "İş Etüdü ve Yöntem Bilgisi" Kitap 2, Veri Saptama, 1988.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.