

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRMEDE
HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ
VE UYGULAMASI**

Endüstri Müh. Önder Sami ATAY

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

154320

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin DEMİREL



Yrd. Doç. Dr. Bahadır GÜZÖN

Prof. Dr. Nihan BÖRMEZ

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. HATA KAVRAMI.....	3
2.1 Hata Kavramı.....	3
2.2 Hataları Sınıflandırma.....	4
2.2.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hatalar.....	4
2.2.2 Sonuçlarına Göre Hatalar.....	4
2.2.3 Zamana Göre Hatalar.....	5
2.2.4 Nedenlerine Göre Hatalar.....	5
3. ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRME VE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA) TEKNİĞİNE GENEL BAKIŞ.....	6
3.1 Ürün Gerçekleştirme Kavramı.....	6
3.2 Ürün Gerçekleştirmede HTEA.....	10
3.3 HTEA Kavramı.....	12
3.3.1 HTEA' nin Tanımı.....	13
3.3.2 HTEA' nin Tarihçesi.....	14
3.3.3 HTEA' nin Uygulanma Nedenleri ve Özellikleri.....	17
3.3.4 HTEA Projesini Başlatma.....	23
3.3.5 HTEA Projesini Sona Erdirme.....	26
3.3.6 HTEA Çalışma Ekibini Oluşturma.....	26
3.3.7 HTEA Yararları.....	28
4. HTEA ÇEŞİTLERİ.....	29
4.1 HTEA Çeşitleri.....	29
4.2 Sistem HTEA.....	30
4.3 Tasarım HTEA.....	32
4.4 Proses HTEA.....	34
4.5 Servis HTEA.....	40

5.	HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TEKİNİĞİNİN UYGULAMA SÜRECİ	41
5.1	Karar Alma Süreci ve Hazırlık Çalışmaları	41
5.2	HTEA Takımını Oluşturma	43
5.3	HTEA Uygulama Süreci	44
5.3.1	Analiz Etme	45
5.3.1.1	Sistemin Analiz Edilmesi ve Uygulanacak Yaklaşımın Seçimi	46
5.3.1.2	Olası Hatalar	48
5.3.1.3	Olası Hata Etkileri	50
5.3.1.4	Olası Hata Nedenleri	51
5.3.1.5	Hata Tespiti	53
5.3.2	Değerlendirme	54
5.3.2.1	Oluşma (Sıklık-O)	56
5.3.2.2	Şiddet (Ağırlık-Ş)	57
5.3.2.3	Tespit (T)	58
5.3.2.4	Risk Öncelik Sayısı (RÖS)	59
5.3.3	Sonuçların Değerlendirilmesi	62
5.3.3.1	Düzeltilici Önlemler	64
5.3.3.2	İzleme	65
5.3.3.3	Doğrulama	66
6.	UYGULAMA	67
6.1	İşletmenin Tanıtımı	67
6.2	Proses Tanıtımı	67
6.2.1	Metal Kablo Kanalı	67
6.2.2	Kablo Kanalı İmalatı	70
6.3	HTEA Tekniği Uygulaması	72
6.3.1	HTEA Proje Takımı	72
6.3.2	Olası Hata Türleri	73
6.4	Uygulamanın Değerlendirilmesi	87
6.4.1	HTEA Tablosu Analizi İle Değerlendirme	87
6.4.2	Kalite Maliyetleri Analizi İle Değerlendirme	90
7.	SONUÇ	95
	KAYNAKLAR	97
	ÖZGEÇMİŞ	99

KISALTMA LİSTESİ

AIAG	The Automotive Industri Action Group
DÖF	Düzeltilici ve Önleyici Faaliyet
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis
HAA	Hata Ağacı Analizi
HTEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
KFG	Kalite Fonksiyonları Göçerimi
O	Oluşma (Occurance)
QS	Quality Standarts
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
RPN	Risk Priority Number
Ş	Şiddet (Severity)
T	Tespit (Detection)



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Ürün veya hizmet sunulması.....	8
Şekil 3.2	Ürün gerçekleştirme kurulumu.....	9
Şekil 3.3	Proses tabanlı kalite yönetim sistemi.....	10
Şekil 3.4	Ömür döngüsü tasarım metodolojisi, ürün ömrü döngüsü ve tasarım döngüsü.....	11
Şekil 3.5	Kalite yönetim metotları kullanımı.....	12
Şekil 3.6	HTEA ilişkileri.....	19
Şekil 3.7	QS 9000' nin ana unsurları.....	20
Şekil 3.8	Toplam kalite sisteminde HTEA' nın rolü.....	22
Şekil 3.9	Ürün mühendisliği ve HTEA yol haritası.....	24
Şekil 3.10	Tasarımın değerlendirilmesi.....	25
Şekil 3.11	Reaktif (tepkisel) ile proaktif (yapıcı ve önleyici) sistemin karşılaştırılması.....	27
Şekil 4.1	Hata çeşitleri ve aralarındaki ilişki.....	29
Şekil 4.2	Sistem ve alt sistem arasındaki etkileşim.....	30
Şekil 4.3	Sistem fonksiyonları arasında etkileşimin ayrıntılı biçimi.....	31
Şekil 4.4	Parça geliştirme.....	35
Şekil 4.5	HTEA modeli.....	38
Şekil 4.6	Tasarım HTEA ile Proses HTEA' nın sürekli gelişime etkisi.....	39
Şekil 5.1	HTEA yönetimi.....	41
Şekil 5.2	HTEA uygulama süreci.....	45
Şekil 5.3	Sistem geliştirme teknikleri.....	47
Şekil 5.4	Yaklaşımların şematize edilmesi.....	47
Şekil 5.5	Hata Nedeni—Hata Türü—Hata Etkileri ilişkileri.....	52
Şekil 5.6	HTEA uygulama sürecindeki analiz etme ve değerlendirme basamakları arasındaki ilişki.....	54
Şekil 5.7	RÖS hesaplanması.....	60
Şekil 5.8	Hata değerlendirme histogramı.....	61
Şekil 5.9	HTEA formu.....	63
Şekil 6.1	Kablo kanalı.....	68
Şekil 6.2	Kablo kanalı teknik resimleri.....	69
Şekil 6.3	Kablo kanalı imalatı prosesi.....	71
Şekil 6.4	Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre hata türü sayıları.....	87
Şekil 6.5	Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre HTEA değerleri.....	88
Şekil 6.6	Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre RÖS değeri 60 ve üzeri olan hata türleri sayısı.....	88

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1	HTEA yayınlarından bir kısmının listesi.....	15
Çizelge 5.1	Önemli ürün beklentilerinin bakış açıları farklılıkları.....	42
Çizelge 5.2	Değerlendirmede kullanılacak yöntemlerin seçim esasları.....	55
Çizelge 5.3	Hata oluşması puanlama kriterleri.....	56
Çizelge 5.4	Hata şiddeti puanlama kriterleri.....	57
Çizelge 5.5	Hata tespiti puanlama kriterleri.....	58
Çizelge 5.6	Uç noktalar.....	62
Çizelge 5.7	Tasarım HTEA düzeltici faaliyetleri.....	64
Çizelge 5.8	Proses HTEA düzeltici faaliyetleri.....	65
Çizelge 6.1	HTEA Takımı.....	72
Çizelge 6.2	HTEA projesi sonuç değerleri.....	89
Çizelge 6.3	Saat başına işçilik maliyetleri.....	90
Çizelge 6.4	Önleme maliyetleri grubundaki faaliyetler ve maliyetleri	91
Çizelge 6.5	Değerlendirme maliyetleri grubundaki faaliyetler ve maliyetleri	92
Çizelge 6.6	İçsel başarısızlık miktarlarının karşılaştırılması.....	93
Çizelge 6.7	Dışsal başarısızlık miktarlarının karşılaştırılması.....	94



ÖNSÖZ

Tez konusunu belirlerken göstermiş olduğu duyarlılığı ve yönlendirmeyi çalışmamın tamamında esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin Demirel' e, uygulama sırasındaki yardımları ve katkılarıyla Elis Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş. personeline, kaynak araştırması, incelenmesi ve tezimin yazılması sırasında destek olan arkadaşlarım Hülya Satıcı, Ö. Ömer Aydın, Özgün Okumuş, Emre Özbay ve aileme teşekkür ederim.



ÖZET

Günümüz ekonomisinde üretilen ürünleri satılması sadece fiyat avantajına değil, ürünlerin kalitesine ve daha da önemlisi müşteri ihtiyaçlarına ne kadar cevap verdiğine bağlıdır. Ürünlerin müşteri tarafından belirlenmiş şartları eksiksiz ve sürekli karşılamaları için hem tasarım aşamasında hem de üretim aşamasında ciddi planlamalar yapılmalı ve yapılan planlamalardan elde edilen sonuçlar hayata geçirilmelidir.

Ürünlerin müşteri ihtiyaçları karşılamalarının sağlanması, bir başka deyişle ürün karakteristiklerine ve üretim koşullarına hem iç müşteri hem de dış müşteri gözüyle bakmanın sistematik ve bilimsel önemli yaklaşımlarından biri olan Hata Türü ve Etkileri Analizi sayesinde üründe ve üretim aşamasında oluşabilecek hatalar en aza indirilebilir.

Bu çalışmada Hata Türü ve Etkileri Analizinin ürün gerçekleştirme aşamasındaki uygulamaları açıklanmaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizinin ürün gerçekleştirme aşamasında uygulanması, bu aşamada meydana gelebilecek potansiyel hataların belirlenmesi, bu potansiyel hatalarının sebeplerini, ürün, ürün gerçekleştirme prosesi ve müşteri üzerindeki etkileri, oluşma sıklıkları ve mevcut sistemdeki kontrol yöntemlerinin tespit edilmesi ile yapılır. Bu tespitlerden elde edilen sonuçlar üç temel faktörle incelenir. Potansiyel hataların sebepleri, Şiddet (S) faktörü ile değerlendirilir ve 1-10 arasında bir skalada puanlandırılır. Potansiyel hataların etkileri Oluşma (O) faktörü ile ve mevcut kontrol sistemleri Tespit (T) faktörü ile değerlendirilir ve şiddet faktörü gibi 1-10 arasında bir skalada puanlandırılırlar. Elde edilen bu faktör puanları çarpılarak potansiyel hataların Risk Öncelik Katsayısı belirlenir. RÖS (Risk Öncelik Katsayısı) yüksek olan hatalar için önleyici tedbirler alınarak uygulanır. Önleyici faaliyetler uygulandıktan sonra RÖS yeniden hesaplanarak sağlanan gelişim ve risklerdeki azalma gözlenir. Bu yöntemle ürün gerçekleştirme prosesinde hatalar oluşmadan önlenmiş olmakta ve ürünün müşteri istek ve ihtiyaçlarını yerine getirme kabiliyeti artmaktadır.

Hata Türü ve Etkileri Analizi ürün gerçekleştirme aşamasında hataların önlenmesinin yanı sıra, ürünlerin kalite planlamasına ve kalite yönetim sistemi planlamasına ciddi anlamda bir katkıyı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: HTEA, hata önleme, ürün gerçekleştirme.

ABSTRACT

In today's economic conditions, marketing and selling of produced products depend not only price advantage but also product quality and fulfillment of customer requirements. In order to satisfy requirements determine by customer, serious plans have to be made and outputs got from these plans have to be realized at design and production stage.

With Failure Modes and Effect Analysis that is one of the systematic and scientific method to provide to satisfy customer demands, in other words to monitor product characteristic and production condition as an inside or outside customer, potential failures on product and at production stage are minimized.

In this study, implementation of Failure Modes and Effect Analysis to product realization process are mentioned. Applications of Failure Modes and Effect Analysis to product realization process are realized by determined of potential failures in process, detection of potential failure causes, effect of these failures on product, production process and customers, frequency of occurrence and control systems in used process. Results of these detections are analyzed by three factors. Causes of potential failures are analyzed with Severity (S) factor and evaluated with a scale 1 to 10. Effects of potential failures are analyzed with Occurrence (O) factor and Current controls are analyzed with Detection (D) factor. These factor are also evaluated with scales 1-10. By multiplying factor points Risk Priority Number is calculated for each potential failure. Preventive actions are taken for high RPN (Risk Priority Number) potential failures. After actions are taken RPNs are re-calculated and improvement on process and reduction of risks are monitored. Failure Modes and Effect Analysis is a technique provide to prevent occurrence and improve the product's ability on fulfilling customer demands and requirements.

Failure Modes and Effect Analysis provide not only prevent occurrence and also an infrastructure to prepare quality plans for product and quality management system planning.

Keywords: FMEA, prevent failure, product realization.

1. GİRİŞ

Globalleşme ile zorlaşan rekabet koşullarında işletmelerin, rekabet gücüne sahip olabilmesi ve dinamik pazarda hayatta kalarak mücadeleden galip çıkabilmesi için uygulama alanlarının bütününde en yüksek performansı elde edebilmek zorundadırlar.

Türkiye ve uluslar arası ticarete pay almak isteyen ve gerçekten büyümeyi hedefleyen işletmeleri hedefe ulaştıracak en temel kavram kalitedir. Bunun en kestirme yolu müşteri beklentilerini algılayıp bunu sağlayacak (ürün veya hizmetin tasarımı aşamasından başlayarak) planlı ve sistematik bir kavram olan toplam kalite yaklaşımının uygulanmasıdır. Bu bağlamda Toplam Kalite Yönetimi, işletmelerin tüm çalışanlarının aktif katılımıyla faaliyetlerini sürekli olarak iyileştirmeleri, çalışanların ve müşterilerin memnun edilerek karlılığa ulaşılması şeklinde tanımlanır.

İşletmeler, yasal zorunluluklar ve müşteri beklentilerinin süratle değişmesinin getirdiği belirsizliğin ve riskin oluşmasını engelleyebilmeye veya en azından minumum seviyeye çekebilmeye yönelik teknikleri ürün gerçekleştirmenin her aşamasında sistemli bir şekilde kullanılmasına ihtiyaç duyarlar.

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) tekniği, bilinen ve olası hataları son kullanıcıya ulaşmadan tanımlanmasını ve etkilerini analiz ederek ortadan kaldırılmasını (önlenmesi) amacıyla kullanılmaktadır.

İkinci bölümde, hata kavramı incelenmekte ve tanımların yanı sıra hata çeşitlerinin meydana geldiği aşamaya, sonuçlarına, zamana ve nedenlerine göre sınıflandırılması yapılmaktadır.

Üçüncü bölümde, ürün gerçekleştirme kavramı ve ürün gerçekleştirme içerisindeki Hata Türü ve Etkileri Analizi ele alınmakta olup HTEA kavramı, tarihçesi ve özellikleri bahsedilmektedir.

Dördüncü bölümde, HTEA tekniğinin çeşitlerinden Sistem, Tasarım, Proses ve Servis HTEA incelenmektedir.

Beşinci bölümde, HTEA tekniğinin uygulama süreci bahsedilmekte ve ayrıntılı olarak hazırlık, analiz ve değerlendirme çalışmaları belirtilmektedir.

Altıncı bölümde, ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş.' nin ürünlerinden metal kablo kanallarının ürün gerçekleştirme sürecindeki üretim aşamasına HTEA tekniğinin uygulanişından bahsedilmektedir.

Yedinci bölümde, uygulama çalışmasının sonuçlarının değerlendirilmekte ve öneriler sunulmaktadır.



2. HATA KAVRAMI

İnsanların, makinaların, malzemelerin, yöntemlerin ve benzeri ürün veya hizmet faktörlerinin istenen performans ve özellikleri sağlayamamasından dolayı çıktılarda meydana gelen istenmeyen değişimlere hata denilmektedir. Bu bölümde hata kavramı ve hataların sınıflandırılmasından bahsedilmektedir.

En gelişmiş teknolojiye sahip ve oldukça iyi planlanmış ürün gerçekleştirme yapılarında bile bir çok faktörün etkisi ile bir takım hata, arıza ve kusurlar oluşabilir. Ürün gerçekleştirme sürecinde meydana gelecek hatalar şayet müşterilere kadar ulaşır ise işletmeler hakkında müşteriler olumsuz bir kanıya sahip olabilirler. Aynı zamanda bu süreçte ortaya çıkan hataların telafisi oldukça zor ve yüksek maliyetlidir. İnsan—makina sistemleri sürekli olarak değişen ve gelişen müşteri taleplerini karşılayabilmeleri için ürün gerçekleştirme ürünlerin hatasız ve kaliteli üretimini yapabilmelidir bu ayrıca müşterilerden gelecek şikayetleri minimuma indirecek ve işletme verimliliğini artıracaktır.

2.1 Hata Kavramı

Hata, kısaca bir birimin sahip olması gereken özelliklerinden bir sapma olarak tanımlanır. Bir sistem, bir ürün için hata, istenen işlevlerini yerine getirememe durumudur. Bu durumda genelleştirilmiş ifadeyle hata, tanımlanan işlevlerini yerine getirme kabiliyetindeki kayıp olarak tanımlanabilir (Baraçlı,1998).

Diğer bazı hata tanımları ise (Boran,1996);

- Birimin, istenen işlevini yerine getirmek için işlevsel kabiliyetinin bitimi,
- Belirlenen limitlerle istenen işlevini yerine getirmek için sistem veya sistem bileşeninin yeterli olmayışı,
- Program isteklerinden, program işleminin sapması şeklindedir

Müşteride güven duygusunu yaratmak, kalitede süreklilik, fiyat—kalite—termin açılarından daha iyi rekabet edebilme, yüksek verimlilik vb. nedenlerden dolayı sistem içerisinde oluşan veya oluşma ihtimali bulunan hataların tespitinden daha ziyade çalışmalar ortadan kaldırılmaya yönelik olmalıdır.

İşletmelerin bütün fonksiyonlarının birbirleri ile olan ilişkilerindeki uyum işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için hayati önem taşımaktadır. Hedeflere ulaşmak veya aşmak için özellikle imalat işletmeleri pazarlama ve ürün gerçekleştirme fonksiyonlarını birbirleri ile yakın işbirliğine zorlamalıdır. Pazarlama, müşterilerin taleplerini belirleyen ve yine ürün gerçekleştirme sonrası fiziksel olarak şekillenen ürünün beklentilere ne kadar uyabildiğini araştıran ve ölçen bölümdür. Müşteri odaklı olan pazarlama bölümü, müşteri gereksinimlerini mükemmel yakın bir şekilde, üretimi de içerisine alan ürün gerçekleştirme faaliyetlerine aktarmakla yükümlüdür.

2.2 Hataları Sınıflandırma

Kaynaklarda farklı şekillerde çeşitlendirilen hatalar genel olarak meydana geldiği aşamaya göre, sonuçlarına göre, zamana göre ve nedenlerine göre sınıflandırılabilir.

2.2.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hatalar

Meydana geldiği aşamaya göre hatalar şu şekilde sınıflandırılabilir (Baraçlı, 1998);

- Tasarımla ilgili hatalar, işlemsel zorlanmanın, tasarım dayanıklılığını aştığı zaman ortaya çıkan hatalardır,
- Üretimle ilgili hatalar, tasarım özellikleri, üretim sürecindeki faktörlerle bozulduğu zaman gözükten hatalardır,
- Kullanımla ilgili hatalar, normal çalışma ömrü esnasında aşırı işlemsel zorlama veya bakımla ilgili sorunlardan kaynaklanan hatalardır .

2.2.2 Sonuçlarına Göre Hatalar

Sonuçlarına göre hatalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Baraçlı, 1998);

- Felaket getirici hata, ölüme ve çok büyük sistem hasarına yol açan hatalardır,
- Kritik hata, ciddi yaralanma, mal hasarına ve küçük sistem hasarına neden olabilen hatalardır,
- Marjinal hata, küçük yaralanma, küçük mal hasar veya küçük sistem hasarına neden olan hatalardır,
- Küçük hata, yaralanma, mal hasarına neden olmayan planlanmış bakım ve tamir gerektiren hatalardır,
- Önemsiz hata, etkileri hissedilmeyen hatalardır.

2.2.3 Zamana Göre Hatalar

Zamana göre hatalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Baraçlı, 1998);

- Ani hatalar, ürün veya sistemin zorlanması sonucu işlevlerini aniden kaybetmesi sonucu ortaya çıkan hatalardır,
- Kademeli hatalar, aşınma ve eskimenin etkilerinin bir araya gelmesiyle zamanla ortaya çıkan hatalardır.

2.2.4 Nedenlerine Göre Hatalar

Tasarım hataları, ürün ve tasarım amaçlarını, performans isteklerini ve müşteri beklentilerini karşılamadığında ortaya çıkan hatalar olarak tanımlanabilir. Ürünün temel özellikleri olan yapı, fonksiyon ve görünüş özelliklerinin sağlanması sırasında (ürün gerçekleştirme ve/veya üretim) aşağıdaki hatalar oluşabilmektedir (Boran, 1996).

- Malzeme hataları, malzeme üzerinde işlem yapan sistemin geometrisinin, özelliklerinin değişmesi veya imalat, depolama elde tutma, taşıma, muayene, kullanım ve tamir

işlemleri sırasında aşırı kuvvet uygulaması sonucunda, zorlanma ile oluşur. Malzeme hatalarını iki sınıfta toplamak mümkündür . İlki, aşırı kullanma hataları, diğeri ise aşınma—eskime hatalarıdır.

- Ölçme hataları, hesaplanan değerle ölçülen cismin gerçek değeri oranındaki farktır (ölçüleri cismin gerçek ölçü değeri çok seyrek olarak bilinir). Bilimsel araştırmaların, sonuçları sayısal büyüklüklerle ifade edilebilen ölçmeler olmaksızın yürütülmesi düşünülemez. İmalatta, mamul veya parçalar için dizayn aşamasında saptanan ölçülerin şekil verme işlemleri sonunda gerçekleşme derecesinin bilinmesi zorunludur. Ayrıca işlemlerin uygulanması esnasında yapılan ara ölçmeler, tezgah ve takımların ayarlanması, işlem süresinin gereksiz yere uzamaması ve dolayısı ile maliyetlerin düşürülmesi açısından büyük önem taşır. Ölçme sonuçlarındaki değişimin; biri imalat işlemleri diğeri ölçme aletleri olmak üzere iki kaynağı vardır. Ölçme tekniğinin temel sorunu, değişmelerin ne kadarının hangi kaynaktan doğduğunu tespit etmektir.
- Karar verme hataları, elde hazır bulunan tüm seçeneklerden, birini seçme sürecidir. Karar vermede amaç, sistemin çok arzu edilen bir duruma gelmesini sağlamaktır. Karar verme durumunda olan kişi(ler), yani karar verici(ler) bazı nedenlerden dolayı, istenmeyen sonuçlara yol açarak hatalı kararlar verebilirler.
- Örnekleme hataları, özel durumlar dışında, daha ucuz, daha hızlı olduğu için % 100 muayene yerine kullanılan bir muayene yöntemidir. Ancak, herhangi miktardaki ürünün kabul edilebilirliğine dönük yapılan kabul örneklemesinde daima bir hata yapma söz konusu olmaktadır. Kabul örneklemesindeki bu hatalar iki sınıfta toplanır; kabul edilir nitelikteki bir partinin ürünün kabul edilmemesi ile ortaya çıkan hatalar ve red edilmesi gereken bir parti ürünün kabul edilmesi ile ortaya çıkan hatalardır.
- Mekanik hatalar, bir yapının, makinanın veya ondan beklenen fonksiyonu tatmin edici derecede yerine ivme yetisine sahip olmayan bir makina parçasının boyutunda şeklinde veya malzeme özelliklerindeki değişimdir. Herhangi bir makina mühendisinin öncelikli sorumluluğu dizaynın fonksiyonlarının tavsiye edilen dizayn ömrüne sahip olduğunu garanti etmesi ve zamanında piyasada rekabet edebilir özellikte olmasıdır.
- Sistem hataları, takım ve teçhizatlar kaçınılmaz olarak hata yaparlar ve böyle bir şey tamamıyla güvenilir bir sistem için söz konusu değildir. Bir kalemın ne zaman hata yapacağını tahmin etmek olanaksızdır; hatta bir kalemın bir dahaki 30 saniye içinde hata yapmayacağını kesin bir şekilde söylemek bile mümkün değildir. Neticede takımın özel

bir parçasının güvenilirliği üzerindeki tartışmalar tahminlerden daha ziyade istatistiksel analizler baz alınarak yapılır. İyi işletme dizaynları bir hatanın tanımlandığı ve önlendiği zaman aralığı içinde çalışmasını güvenli, mantıklı ve ekonomik olarak devam ettirebilme ve hataların etkilerini tahmin edebilme yeteneğine sahiptir.

- Yazılım hataları, ürün, donanımı, vb. gibi hatalarından farklı bir yapı göstermektedir. Bilgisayar yazılım kopyaları orijinalleriyle aynı olduğundan bunların arasındaki değişiklik söz konusu değildir, dolayısıyla buna bağlı bir hata beklenemez. Yazılım hatalarının en önemli kaynağı insandır.

Ürün gerçekleştirme sürecinde insan temelli bir çok hata oluşabilir. İnsan faktörünün içinde bulunduğu sistemler mükemmelde tasarlansalar bile önlenmesi zorunlu olan aşağıda sınıflandırılmış çeşitlilikte hataları oluşturabilirler (Parıltı, 2003).

- Unutkanlık,
- Alışkanlıklardan kaynaklanan hatalar,
- Tanımlama ve teşhis hataları,
- Amatör hataları (teknik bilgi eksikliği),
- Farkında olunan ve Kasti hatalar,
- Kasti olmayan dikkatsizliğe dayalı hatalar,
- Yavaş davranma ve kararsızlığa dayalı hatalar,
- Standart eksikliğinden kaynaklanan hatalar,
- Sürpriz hatalar,

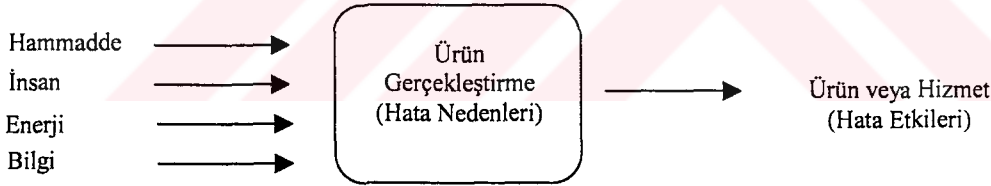
Hataların önlenmesi için; açık iletişimin oluşturulması, operasyon sistemini değiştirilmesi, müşteriye geri besleme sisteminin başlatılması, anahtar kalite ve prodüktivite belirleyicileri geliştirilmesi, sorun çözen takımların kullanılması, işlem ilişkilerini tanımlanması, işlem kontrol planları geliştirilmesi ve tamamlanması, giren malzemenin hatalarını önleyici bir sistem geliştirilmesi, yönetim değerlendirme sistemi üzerinde durulması, devamlı iyileşen bir mantık geliştirilmesi ve yönetimi önlem—oryantasyon sistemleri oluşturma üzerinde odaklanılmasının sağlanması gerekmektedir.

3. ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRME VE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA) TEKNİĞİNE GENEL BAKIŞ

Proses tabanlı kalite yönetim sistemi modelinde, yönetim, proseslerin planlanması, oluşturulması ve uygulanmasını sağlayan temel faaliyet ürün gerçekleştirme kavramıdır.

3.1 Ürün Gerçekleştirme Kavramı

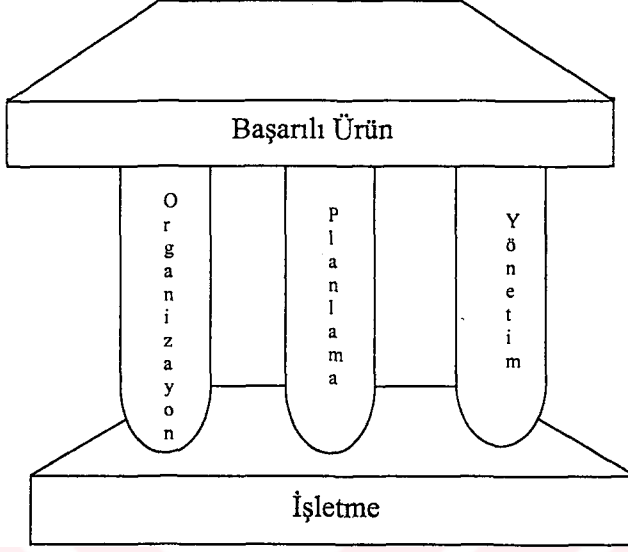
Ürün gerçekleştirme kavramı, bir işletmenin çeşitli kaynaklar kullanarak, topluma fayda sağlayacak bir ürün ya da hizmet sunması olarak tanımlanabilir. Şekil 3.1’ de ürün veya hizmet sunulması sürecinde gösterilen ürün gerçekleştirmede, ana hedef, müşterilerin belirlediği ürün karakteristiklerini en hızlı şekilde ve en düşük maliyetle karşılamaktır. Bu nedenle ürün gerçekleştirme aktivitelerinin temelinde oldukça yoğun planlama ve tasarım çalışmaları yapılmalıdır. Söz konusu çalışmalarda müşterilerin belirlediği ürün karakteristiklerini karşılamak için en uygun üretim yöntemi, kullanılacak hammadde, personel ve ekipmanlar ile belirlenen karakteristikleri ölçmek için kontrol yöntemleri belirlenmelidir.



Şekil 3.1 Ürün veya hizmet sunulması (Hammett, 1999)

İşletmeler varlıklarını koruyabilmek için, ürün veya hizmet proseslerini hatasız olarak tasarlamalı ve müşteriye hiçbir hata yansıtmamalıdır. Bu amaçla yapılan planlama çalışmalarına kalite yönetim sistemi içerisinde bulunan kalite planlama çalışmaları da denilmektedir. Son yıllarda elde edilen deneyimler, etkili olan ve farklılığa sahip üretilebilir ürünlerin proseslerini yaratabilmek için var olan genel prosesler yerine, detaylandırılmış ürün gerçekleştirme prosesinin kullanılması gerekliliğini belirtmişlerdir. Etkili bir ürün gerçekleştirme prosesi kurmak için Şekil 3.2’ de belirtilmiş 4 temel eleman bütünleştirilmelidir (Ishii, 2002).

gerçekleştirme prosesi kurmak için Şekil 3.2’ de belirtilmiş 4 temel eleman bütünleştirilmelidir (Ishii, 2002).

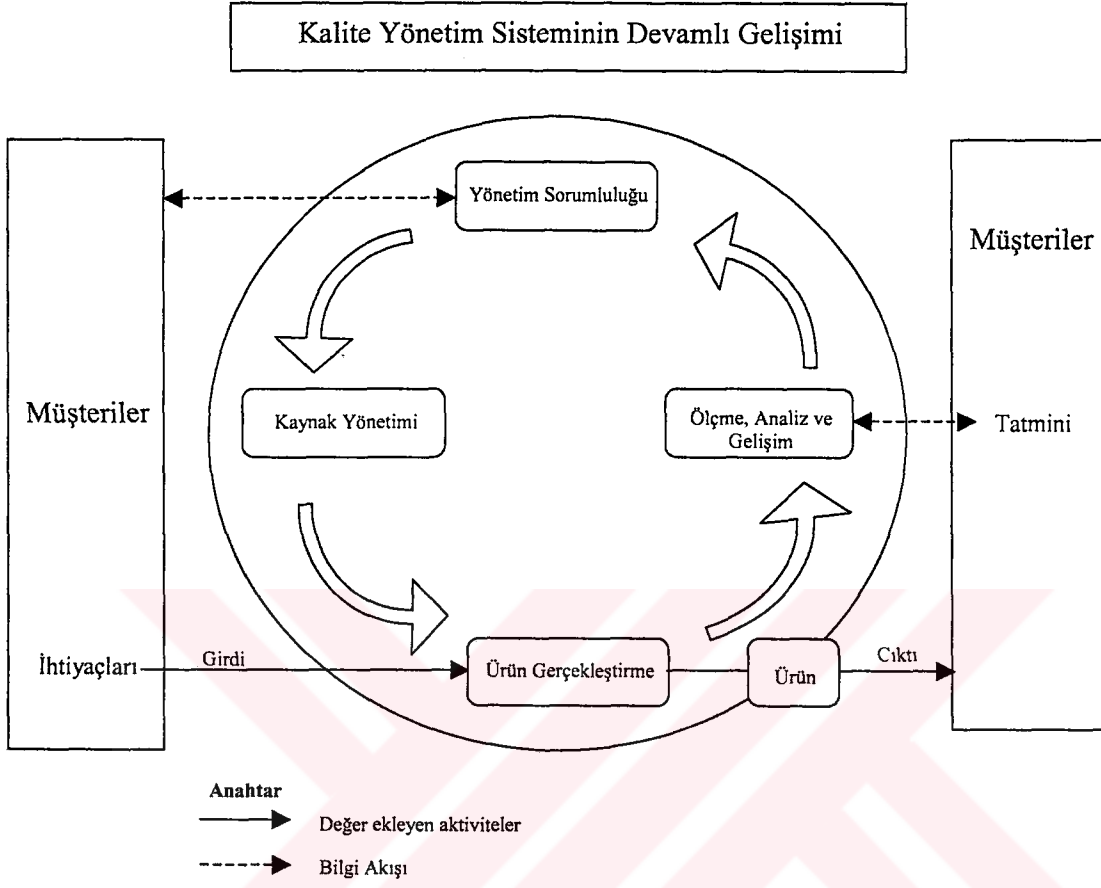


Şekil 3.2 Ürün gerçekleştirme kurulumu (Ishii, 2002)

ISO 9001:1994’ de ürün gerçekleştirme prosesinin planlaması Proses Kontrol Prosedürünün altındaydı. Fakat ISO 9001:2000’ deki müşteri odaklılık ve süreç bazlı yaklaşım ürün gerçekleştirme planlamasında; kuruluşun ürün şartlarını ve ürün için kalite hedeflerinin belirlemesini, ürün gerçekleştirme için gerekli proseslerini oluşturulmasını, ihtiyaç duyulan kaynakların sağlanmasını, ürüne özgü doğrulama, geçerli kılma, izleme, muayene ve deney faaliyetlerini belirlemesini, ürün kabulü için kullanılacak kriterlerin tespit edilmesini ve ürün—proses uygunluğunu göstermek için gerekli kayıtları belirlemesini şart koşmaktadır (Baş, 2002).

Bütünleşik bir ürün gerçekleştirme sisteminde, anahtar durumundaki mühendislik ve üretim hizmetlerinin bir bütün uygunluğu ile artan müşteri karlılığı ve pazarlama zamanı kazanılır. Sabit iş yükü ve fazla mesai azalması, gelişen nakit akışı ve karlılık, durmaksızın üretim ve azalan envanter bu sistemin faydalarından sadece birkaçı olarak karşımıza çıkmaktadır [1].

Şekil 3.3' de Deming' in PDCA döngüsünün, ISO/TS 16949:2002 standardı içerisindeki farklı bir yorumu gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Proses tabanlı kalite yönetim sistemi (ISO/TS 16949:2002)

3.2. Ürün Gerçekleştirmede HTEA

ISO/TS 16949:2002 standardına göre Ürün Gerçekleştirme aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır;

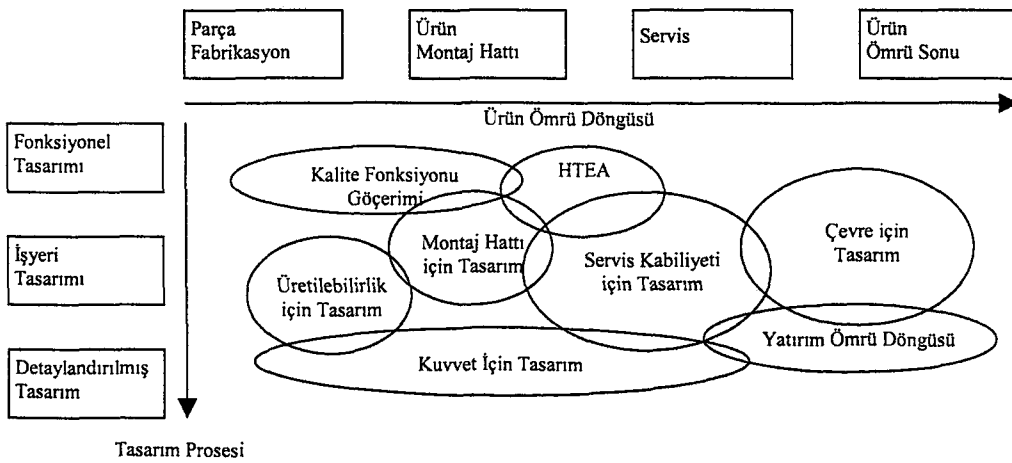
- Ürün Gerçekleştirmenin Planlanması (7.1),
- Müşteri İle İlişkili Prosesler (7.2),
- Tasarım ve Geliştirme (7.3),
- Satın Alma (7.4),
- Üretim ve Hizmetin Sağlanması (7.5).

Standardın Ürün Geekleştirme (7.) blmndeki Tasarım ve Geliştirme (7.3) maddesi ise HTEA alışmaları içermekte olup aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır;

- Tasarım ve geliştirme planlaması (7.3.1),
- Tasarım ve geliştirme girdileri (7.3.2),
- Tasarım ve geliştirme ıktıları (7.3.3),
- Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirmesi (7.3.4),
- Tasarım ve geliştirme doğrulaması (7.3.5),
- Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması (7.3.6),
- Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin kontrolü (7.3.7).

Standardın oklu disiplinli yaklaşımlar içerisine kattığı HTEA, proses ve ürün ile ilgili özel karakteristikleri belirleme ve proses ve ürün tasarım çıktılarını incelemeye kullanılmakla beraber, ürün ve hizmetin sağlanması çalışmalarının içerisinde de belirtilmektedir.

şekil 3.4' de gösterildiği gibi ürün gerçekleştirmenin planlama evresi içerisindeki, stratejik bilgi edinme ve birleşik hedefleri saptama amacıyla da HTEA kullanılan etkili bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır (Ishii, 2002).



şekil 3.4 ömrü döngüsü tasarım metodolojisi, ürün ömrü döngüsü ve tasarım döngüsü (Ishii, 2002)

Şekil 3.5’ de gösterildiği üzere diğer çoklu disiplinli yaklaşımlar veya tekniklerde ele alındığında kalite yönetim sistemi içerisindeki ürün gerçekleştirme prosesindeki HTEA’ nın yeri daha da anlaşılır olacaktır.

Güvence			TY		İPK		K				
			Denetimler								
KD							ŞY				
TG							ŞY				
Planlama			DT		DT						
HAA											
HTEA											
KFD											
İmalat ve malat	Ürün Tasarımı ve Geliştirme	Proses Planlama ve Geliştirme	Satın alma	Üretim	Sınıflandırma	Paketleme Ve Depolama	Satış Ve Dağıtım	Kurulum	Teknik Yardım ve Servis	Atma veya Yeniden Kullanılma	

ÜMT: Üretim ve Montaj için Tasarım
DT: Deney Tasarımı
HTEA: Hata Türü ve Etkileri Analizi
KFD: Kalite Fonksiyonu Göçerimi
KD: Kalite Değerlendirme
TG: Tasarım Gözden Geçirme

HAA: Hata Ağacı Analizi
İPK: İstatistiksel Proses Kontrol
TY: Tedarikçi Yönetimi
K: Kıyaslama
ŞY: Şikayet Yönetimi

Şekil 3.5 Kalite yönetim metotları kullanımı (Obenauf, 2001)

3.3 HTEA Kavramı

Sistemlerde arıza veya hatalara neden olan mekanizmalar bir bütünlük içerisinde meydana gelen rastsal veya doğal olaylar olabilir. Hataların mekanizmalara veya sebep olan parçalara göre ayrı ayrı ele almak ve sonra hataların bağımsız olması koşuluyla, sistemin güvenilirliğini genellemek, parça hatalarına göre inceleyip, önlem alınmasını mümkündür (olasıdır).

3.3.1 HTEA' nin Tanımı

1980 yılında yayınlanan ve bu konuda yayınlanmış ilk standartlardan biri olan MIL—STD 1629A' da HTEA' nın genel tanımı, sistemdeki her bir olası hata türünün, sistemdeki sonuçların veya etkilerini belirlemek ve önemlerine göre her bir hata türünü sınıflandırmak için analiz edildiği bir prosedürdür, şeklinde verilmektedir.

Stamatis (1995), bu tanımı daha da geliştirerek, HTEA, tasarım, proses, sistem ve hizmet ile ilgili bilinen ve/veya olası hataları, yanlışları ve problemleri müşteriye ulaşmadan belirlemeyi tanımlamayı ve, ortadan kaldırmayı amaçlayan mühendislik tekniğidir, şeklinde vermektedir. Literatürdeki tanımları oldukça fazla olan HTEA bazı örnek tanımları ise aşağıda verilmiştir.

Hata Türleri, Etkileri ve Kritiklik Analizi (HTEKA) olarak da bilinen HTEA, bir sisten veya proses tasarımının potansiyel hatalarını belirleyen, analiz eden ve dokümanlaştıran sistematik bir metottur [2].

HTEA, bilinen veya potansiyel hataların, problemlerin, yanlışlıkların vs. müşteriye ulaşmadan önce sistem, dizayn, proses ve/veya serviste tanımlanması ve elimine edilmesini garanti eden sistematik bir tekniktir [3].

HTEA, bir sistemin işletilmesinde hataların sonuçlarını ve kaynaklarını araştıran bir tasarım disiplini ve bir kalite aracıdır. Analizin amacı, tasarımdaki problemleri belirlemek ve tasarımı bu problemlerden kurtarmak için modifiye etmektir (Barkai, 2001).

HTEA, bir mamulde oluşabilecek tasarım ve/veya proses kökenli tüm hata türlerinin sistematik olarak yapılan analizidir. Her tür hatanın, müşteri üzerinde oluşturacağı etkiler üzerine analiz yapılır ve bu analizlerin hepsi ürün veya hizmet henüz pazara çıkmadan önce, tasarım ve/veya deneme üretimleri sırasında gerçekleştirilir. Böylece herhangi bir hata oluşmadan önlenmesi sağlanmaktadır [4].

HTEA, muhtemel hata türleri ve işleyişleri, bu hata türlerinin performans üzerindeki etkisi ve muhtemel önleme yolları üzerine odaklanmış bir yöntemdir. HTEA sonucu ortaya, hata türlerini ortadan kaldırmak üzere yapılabilecekler çıkar (Usuğ, 2002).

HTEA hata ortaya çıkmadan ve hatayı beklemediği için önlem almamış olan müşteriye ulaşmadan önce belirlenip giderilmesini sağlayan bir hata analiz tekniğidir. Bu özelliği ile hataları ortaya çıkararak onarmak amacını taşıyan kalite kontrol yöntemlerinden farklılık gösterir. Çünkü HTEA amacı hataları bulup onarmak değil, önlemek olan bir koruyucu tekniktir. Bu duruma hastalık-aşı ilişkisi örnek olarak verilebilir. İnsanlar hasta olmadan hasta olmamak için aşı olurlar. Benzer şekilde, HTEA da, ortaya çıkmadan hataların giderilmesini sağlayarak aşı görevi yapar (Boran, 1996).

3.3.2 HTEA' nin Tarihçesi

Müşteri tatmininin ön planda tutulduğu son yıllarda, istenen özellikleri sağlayan kusursuz ürün ve hizmet üretmek için kullanılması zorunlu hale gelen ve kullanım alanı hızla büyüyen HTEA tekniği şekilsel bir yapıda (HTEKA olarak) ilk defa, NASA' da uzay gemilerinin yapımında güvenilirliğin sağlanması amacıyla kullanıldı. Ancak 1950' li yıllarda, Boeing ve Martin Marietta şirketlerinin genel olarak yöntem ve mühendislikteki uygulama sürecini tanımladıkları bir el kitabı oluşturdıkları bilinmektedir (Boran, 1996).

HTEKA, kritik hata türlerini önem derecelerine göre sıralayan kantitatif bir yöntemdir ve bu sıralama işlemi, hataların ortaya çıkma olasılığına ve onların kritikliğine olan etkisine göre yapılır. Bugün HTEA bu kritiklik analizini içerdiğinden dolayı, iki sistem uygulamada uyum sağlarlar (Usuğ, 2002).

1960-1975 yılları arasında Nasa tarafından, 1969 yılında Aya ilk insan indirecek olan APOLLO projesinde uygulanmaya başlamıştır. Aya insan indirecek olan ürün bir tane ve çok pahalı olması nedeniyle hiçbir parça veya sistemin arıza yapmaması isteniyordu. Bunu sağlamak için HTEA uygulanmıştır. Aksi halde proje çerçevesinde sistemin yedeklenmesi gerekiyordu (Özay, 1999).

1965-1970 yılları arasında ABD Silahlı Kuvvetlerinde MIL-STD olarak, problemleri analiz etme yolu olarak kullanılmış ve 1970 yılında çok gizli olmaktan çıkarılmıştır (Özay, 1999).

1970-1975 yılları arasında, ABD Uçak Sanayinde kullanılan HTEA' nın ilk endüstriyel uygulamasını 1975 yılında Japon NEC firması başlatmış ve daha sonra bu uygulama bütün dünyada yaygınlaşmıştır (Usuğ, 2002).

1980 yılında FORD tarafından otomotiv sanayinde uygulanmaya başlatılmış, sistemde değişiklik yapılarak çok karmaşık askeri uygulamalar basitleştirilmiştir. Bu yöntem, Fransız Renault ve Citroen otomotiv şirketlerinde AMDEC olarak isimlendirilmiştir. 1985 yılında FORD uygulamasından farklı olmayan bir şekilde FIAT şirketinde uygulanmaya başlanmıştır (Özay, 1999).

2001 yılında ise Ristord nükleer araştırmalarda uygulanmak üzere Belçika' da HTEA prosedürü geliştirdi (Pentti ve Atte, 2002). Çizelge 3.1' de tarihsel sıralı HTEA ile ilgili yayınların bir kısmı belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 HTEA yayınlarından bir kısmının listesi (Steven ve Ishii, 2000)

Yıl	HTEA Yayını
1964	"Failure Effect Analysis", Transactions of NY Acad. Of Sciences
1974	US Department of Defense Mil-Std 1629 "Procedure for Performing a Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis"
1980	US DoD Mil-Std 1629A
1984	US DoD Mil-Std 1629A/Notice
1985	International Electrochemical Commission (IEC) 812 "Alaysis techniques for system reliability-procedure for failure mode and effect analysis"
1988	FORD published " Potantial Failure Modes and Effects Analysis in Design and for manufacturing and Assembly Processes Intruction Manual"
1994	SAE J1739 Surface Vehicle Recomend Practise
1995	"FMEA: from theory to execution" (D.H. Stamatis)
1996	Verbrand der Automobil Industrie, Germany VDA Heft 4 Teil 2
1996	"The Basic of FMEA" (R.E. Mc.Dermott et al)
1998	Proposal for a new FMECA standart for SAE (J. Bowies)
2000	TS/ISO 16949
2002	AIAG-QS 9000 Third Edition

Bugün de, otomotiv, beyaz eşya, elektronik gibi çeşitli sanayi kollarında üretilen ürünlerin yapısındaki karmaşıklığın artışı, beraberinde güvenilirlik isteklerinde de artışa neden olduğundan HTEA' nın daha çok kullanıldığı alanlar olması sağlanmıştır. HTEA tekniği kullanılan malzemenin, tasarlanan sürecin, kullanım çevresi özelliklerinin ve kullanıcı alışkanlıklarını göz önünde bulundurduğu özellikle son montaj işlemlerinde, kusursuz ürün üretmek için zorunlu bir araç olmaktadır (Boran, 1996).

1988 yılında Uluslar arası Standardizasyon Organizasyonu ISO 9000 serisini piyasaya çıkardı. Bu seri, tüm organizasyonların kalite yönetim sistemi biçimini, müşteri isteklerini, beklentileri ve ihtiyaçları üzerine yoğunlaşmasına zorladı. Otomotiv sektöründe ISO 9000 sistemi QS 9000 olarak isimlendirildi ve hatırı sayılan diğer otomotiv tedarikçileri de tasarım ve proses HTEA' sını ve geliştirdikleri kontrol planlarını içeren Gelişmiş Ürün Kalite Planını kullanmaları QS 9000' deki izlenen gelişmelerdi (Usuş , 2002).

HTEA ile ilgili standartlar ise aşağıda sıralanmıştır (Pentti ve Atte, 2002):

- *IEC 60812*, Uluslar arası Elektroteknik Komisyon tarafından yayınlananmıştır.,
- *MIL-STD 1629A*, 24 Aralık 1980 yılında Amerika Savunma sanayince yayınlanmış olup, otoriteler tarafından 1998 yılında iptal edilmiştir,
- *SAE J-1739*, Otomotiv Mühendisleri Prosedürü,
- *DIN 25448*, Almanya, (Ausfallffekten Analyse, Fehler Möglichkeits und Einfluß Analyse)
- *BS 5760*, İngiltere,
- *ISO/TS 16949:2002*, Uluslar arası Standardizasyon Enstitüsü,
- *AIAG-QS 9000*, Otomotiv Endüstrisi Hareket Gurubu,
- *AMDEC*, Renault Şirketinin (Analyse des Modes de Defaillance, de leurs Effets, et de leur Criticite),
- *IEEE STD 352-1975*, General Principles of Reliability Analaysis of Nuclear Power Generation Protection System.

3.3.3 HTEA' nin Uygulanma Nedenleri ve Özellikleri

1980'li yılların başından beri kalite alanında yapılan çalışmaların, sistem veya ürün/hizmet oluşturulmasının her aşamasında karşılaşılabilecek sorunları belirleyip ortadan kaldıracak, böylece hem güvenilirliği arttıracak, hem de kalitede sürekli iyileştirme sağlayacak teknikler geliştirme üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Sürekli iyileşme, geçmişteki sorunların öğrenilerek, gelecekte onların yeniden ortaya çıkmalarının önlenmesiyle gerçekleşecektir. Yazılı kaynaklarda kısaca FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) olarak tanımlanan Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) de bu amaca hizmet eden bir tekniktir. Bu teknik, gelecekte ortaya çıkması söz konusu olan olası hata şekillerini, bunların olası etkilerini ve olası nedenlerini belirleyip, ortaya çıkmalarını önlemeyi amaçlar. HTEA , ürünün tasarım veya prosesini geliştirme ve geliştirme yorumlamada yararlanılabilecek niceliksel bir tekniktir. HTEA , bu özelliklerinden dolayı Toplam Kalite Yönetimi'nde önemli bir yere sahiptir. Toplam Kalite Yönetimi'nde kaliteyi üretmek hedeflenir. Burada kontrol önemli olmakla beraber kontrol yoluyla hatayı yakalamak, istenen başarıya götürmemektir. Bunun yerine hatanın oluşum nedenlerine inerek ortaya çıkışını önlemek, dolayısıyla kusursuzluğu hedeflemek gerekmektedir (Boran, 1996).

HTEA' da değerlendirmenin analizi iki farklı şekilde olabilir: Birincisi, hatayı tanımlamak için geçmişe yönelik verileri kullanmak; (benzer ürün veya servisler için benzer verilerin analizi) garanti verileri, müşteri şikayetleri ve diğer uygun hazır veriler. İkincisi, istatistiksel sonuçlar, matematiksel modeller, simülasyonlar, eş zamanlı mühendislik ve güvenilirlik mühendisliği gibi yöntemler hataları tanımlamak ve belirlemek amacıyla kullanılabilir (Yılmaz, 1997).

HTEA' da kullanılan bir yaklaşımın diğerinden daha iyi veya birinin diğerinden daha doğru olduğu anlamına gelmez. Her ikisi de gereği gibi ve uygun bir şekilde kullanıldığı takdirde etkin, doğru ve uygun olabilir (Yılmaz, 1997).

Gereği gibi ve uygun yönetilen herhangi bir HTEA sistem, dizayn, proses ve serviste mevcut olan riski (iş) azaltabilecek yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bundan dolayı mantıklı ve gelişen bir potansiyel hata analiz metodu (yöntemi) görevlerin daha etkin yapılmasına müsaade eder.

HTEA sistem, tasarım, proses ve serviste hatalar müşteriye ulaşmadan önce, erken safhalarda önleyen en önemli yaklaşımlardan biridir (Stamatis, 1995).

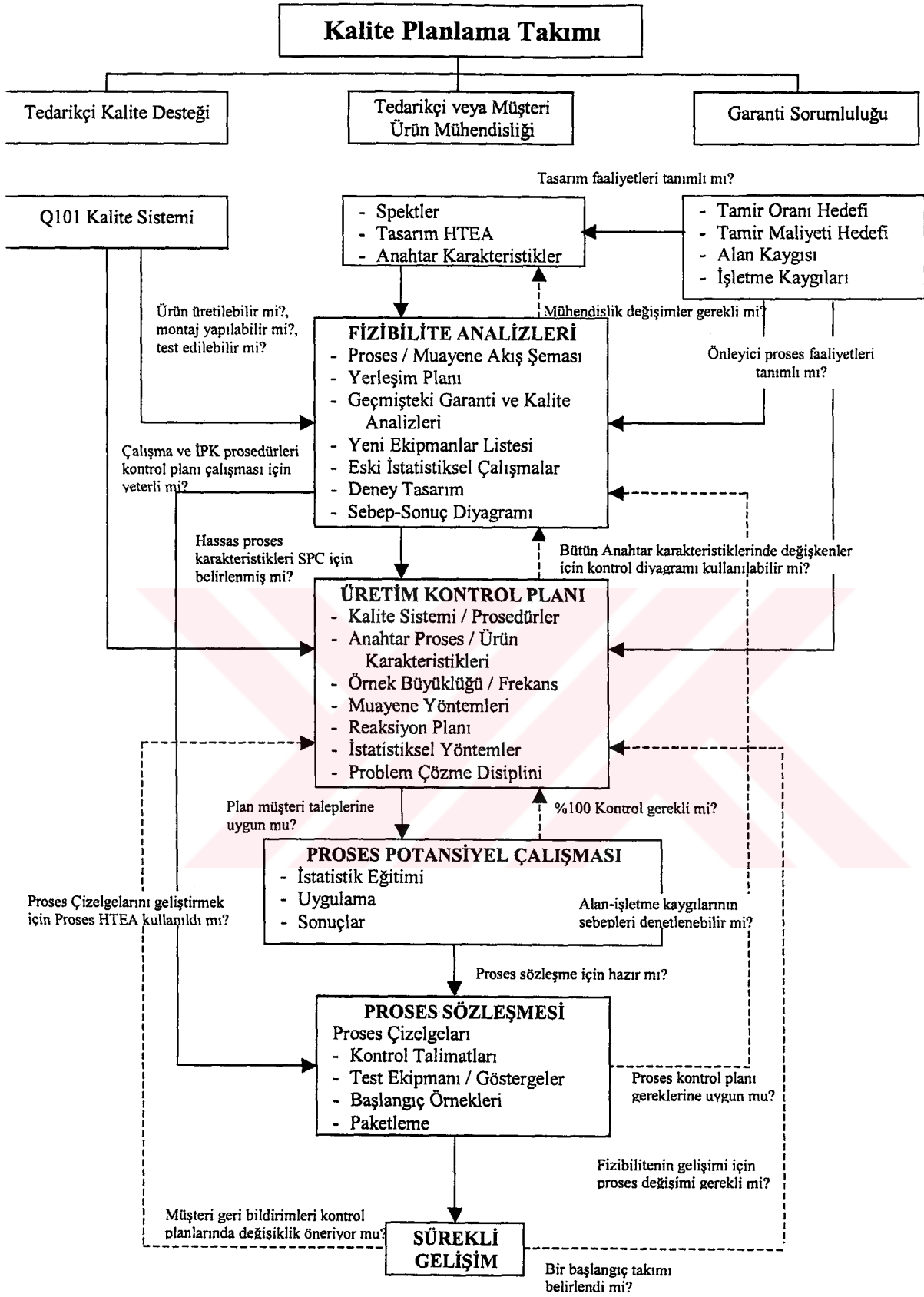
Müşteri memnuniyetini sağlamak için ürün kalitesi ve servis bir numaralı öncelik olmalıdır. Misyon, müşteri memnuniyetini kalitenin sürekli gelişimi ile artırmaktır. (Hata, kusur, yüksek maliyet gibi, müşteriye rahatsız eden unsurların sürekli eliminasyonu). Amaçları desteklemek için işletme pek çok kalite ölçütü kullanmalıdır. Bu ölçütler için bazen gösterge, kritik veya anlamlı karakteristikler tabirleri de kullanılır (Stamatis, 1995).

Bu karakteristiklerin seçiminde anahtar, kalite problemlerini ürün müşterinin eline geçmeden önce saptama ve çözme yeterliliğidir (veya müşteri memnuniyetsizliğini ölçme yeterliliğidir) (Yılmaz, 1997);

Kritik Karakteristikler, Yasal düzenleme veya ürün veya hizmet emniyetini etkileyebilen karakteristikler. Bu karakteristikler resim ve/veya prosedürlerde (HTEA fonlarındaki gibi) belirlemelidir.

Anlamlı Karakteristikler, Proses, ürün veya hizmet kalite özelliklerinin toplanması gereken verileridir. Şekil 3.6' da FORD Motor Company' nin HTEA ile ilgili diğer mevcut optimum tasarım araçları görülüyor. Anahtar Karakteristikler, prosese hızlı seri bildirim sağlayan ölçü göstergesi. kalite sorunlarının hızlı bir şekilde düzeltilmesine olanak sağlarlar. Müşteri memnuniyetsizliğinin (kalite sorunu ile ilgili) kalitatif ve kantitatif ölçümü gibi. HTEA' da üç tip anahtar karakteristik vardır (Stamatis, 1995).

- *Rehber karakteristik*, ürün veya servisin müşteriye ulaşmadan önce değerlendirilip analiz edilebilecek kalite ölçütü,
- *Ara karakteristik*, sevkiyat veya dağıtım sonrası fakat ürün veya hizmet müşterinin eline geçmeden önce değerlendirilip analiz edilebilecek kalite ölçütü,
- *Sabıkalı karakteristik*, ürün veya hizmet müşterinin eline geçtikten sonra müşteri memnuniyetini ölçmek için kalite ölçütünün değerlendirilip analiz edilmesi

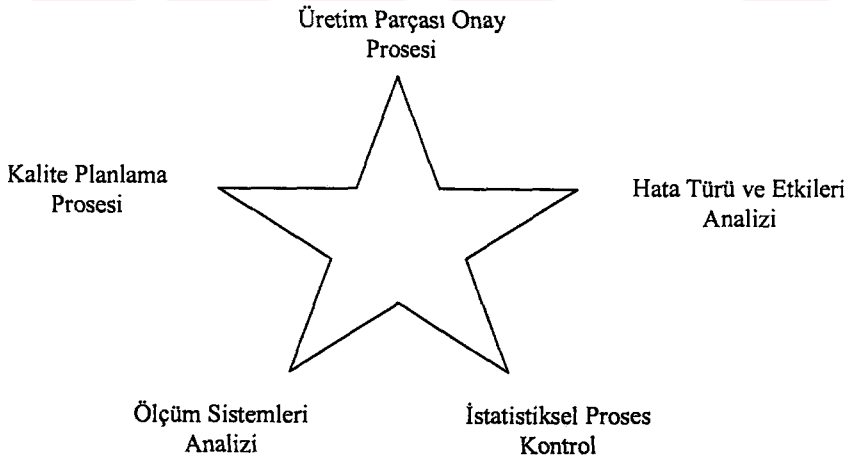


Şekil 3.6 HTEA ilişkileri (Stamatis, 1995)

HTEA' nın yinelemeli (iteratif) özellikteki prosedürü ile olası hatalar tanımlanır; her bir olası hatanın nedenleri belirlenir; müşteri üzerindeki etkileri değerlendirilir, uygulanan kontroller gözden geçirilir; düzeltici faaliyetler önerilir ve bunların uygulanması izlenir. Bu uygulama sürecinden HTEA' nın aynı zamanda bir sistem analizi tekniği ve bazılarının anladığı şekilde olası hataları alfabetik olarak listeleyen bir teknik olma yerine, kaliteyi geliştirmeyi sağlayan sistematik ve analitik kalite planlama aracı olduğu görülmektedir (Boran, 1996).

Burada hata türleri ve etkileri arasındaki ilişkilerin karmaşık olabileceği unutulmamalıdır. Örneğin, bir tek sebep bir çok etkileri oluşturabilir veya bir çok etkinin sebebi tek olabilir. Daha da karmaşık hale getirilirse nedenler başka sonuçlarında nedenleri olabileceği gibi, etkiler de diğer etkilere etken olabilir [2].

Benzer şekilde Otomotiv Endüstri Hareket Grubu (AIAG- The Automotive Industri Action Group-QS 9000) göre ise HTEA' da, bir bileşen, alt sistem veya sistem tasarım çalışmalarında potansiyel hatalarla karşılaşılabilir. Potansiyel hata türleri, daha üst kademelerdeki alt sistemler veya sistemler veya daha alt kademedeki etkilerin etkisi içerisinde potansiyel bir hatanın nedeni olabilir (Steven). Aynı zamanda HTEA, Şekil3.7 gösterildiği gibi QS-9000 beş ana unsurundan biridir (Usuğ, 2002).



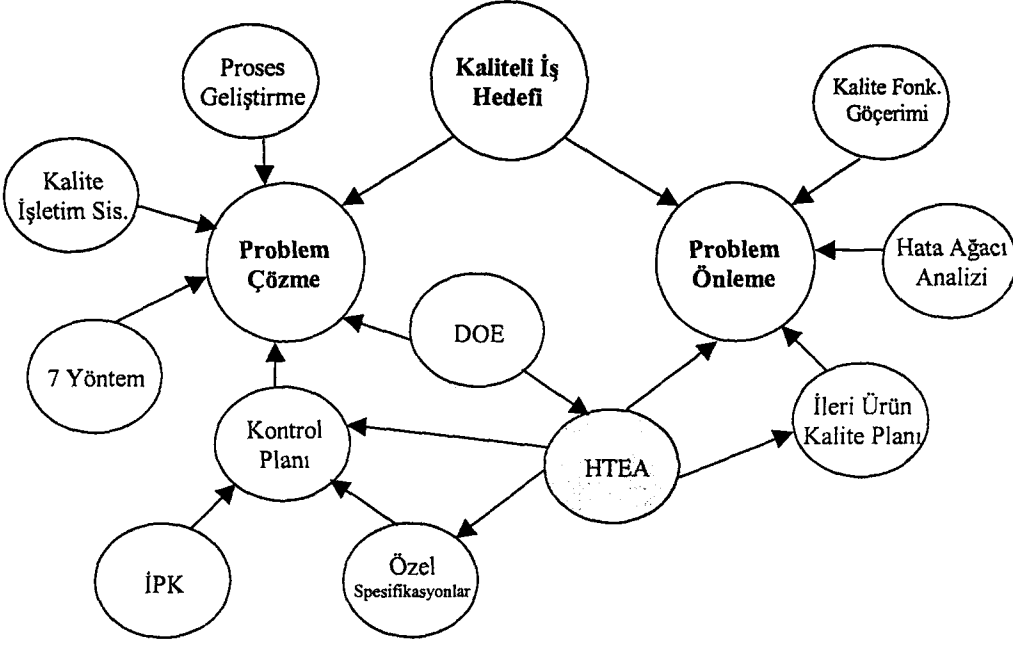
Şekil 3.7 QS 9000' nin ana unsurları (Usuğ, 2002)

HTEA, aşağıdan yukarı ve yukarıdan aşağı analizleri birleştiren sistematik bir analiz prosesidir. Yukarıdan sistemin fonksiyonel amaçları alt sistemin amaçlarına ayrıştırır, aşağıdan bileşenlerin davranışları her bir alt sistemin amacını gerçekleştirmek için gerekli fonksiyonlar şeklinde belirlenir. Hata türleri daha sonra tanımlanır ve sonuçlanan davranış değişiklikleri, amacı başarmadaki etkilerine göre sınırlıdır (Barkai, 1999).

HTEA' nın riskleri azaltma yollarını arayan bir teknik olması, işin en iyi şekilde yapılmasını bir sonraki aşamaya hatasız ulaşmasını sağlayacaktır. Böylece ortaya çıkabilecek olası hataların HTEA ile önlenmesiyle tasarımlar, prosesler ve sistemler daha güvenilir olacaktır (Boran, 1996). Bu özelliklerinden dolayı HTEA şekil 3.8'de de gösterildiği üzere , Toplam Kalite Sistemi içerisinde de önemli bir role sahiptir (Usuğ, 2002).

HTEA aynı zamanda birçok kararların verildiği bir süreci içerir. Olası hata şekillerinin, nedenleri ve etkilerinin neler olacağı, çeşitli olası durum ve koşullar değerlendirilerek kararlar verilmesiyle belirlenir. Ancak bu kararlar belirsizlik altında verildiğinden bu durumda HTEA, risk altında karar verme yöntemi olarak da tanımlanır.

HTEA ile elde edilen bilgiler tasarımda, üretim sürecinde değişiklikler yapma, kullanılan malzemeyi değiştirme, kalite kontrol ve kalite muayene ölçütlerini tekrar gözden geçirme gibi kararların verilmesinde kullanıldığından, yöntem böylece karar verme aracı olarak da değerlendirilir (Boran, 1996).



Şekil 3.8 Toplam kalite sisteminde HTEA' nın rolü (Usuş, 2002)

HTEA tekniğinin kullanım amaçları şu şekilde özetlenebilir (Vorley, 1999);

- “İlk seferde doğru yap”,
- Ürünlerin tasarım ve imalatıyla ilgili olası hata şekilleri ve nedenlerini belirleyip değerlendirmek,
- Olası hatanın ortaya çıkma şansını ortadan kaldırmak veya azaltmak için gerekli faaliyetleri belirlemek,
- Uygulama sürecini yazılı hale getirmek.
- Testler ve denemeleri birkaç ürün ile sınırlandırmak,
- Kural koyucu nedenler,
- Sürekli gelişim,
- Önleyici yaklaşım,
- Takım inşası,

3.3.4 HTEA Projesini Başlatma

HTEA bilinen veya potansiyel problemlerin eliminasyonu ile müşteri memnuniyetini maksimize eden bir metodolojidir. HTEA mümkün olduğunca erken, hatta bütün gerçekler ve bilgiler mevcut değilken başlatılmalıdır.

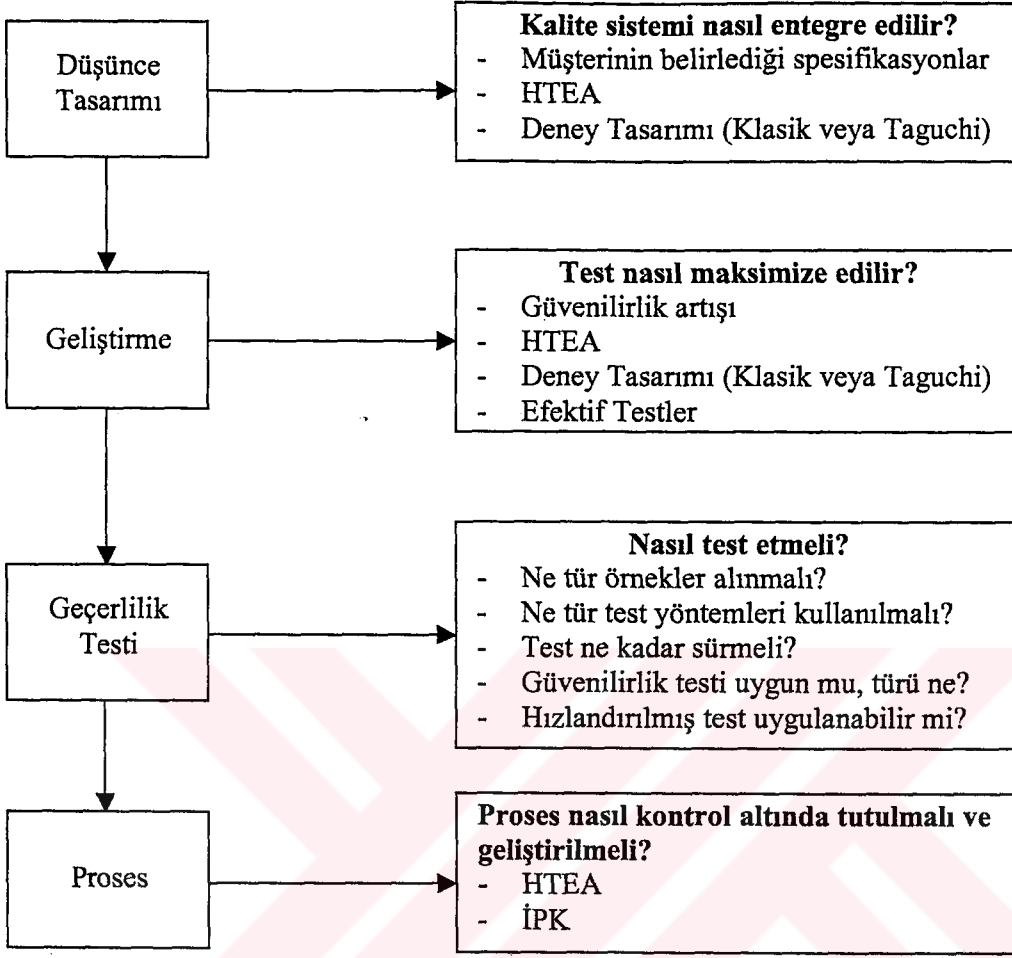
Gerçekten, başlamak için en iyi zaman var mıdır? Evet, bazı bilgiler oluşur oluşmaz HTEA başlamalıdır. Uygulamacılar bütün bilgilerin toplanmasını beklememelidir. Şayet, bu beklenirse HTEA asla yürütülemez. Çünkü bütün veri ve bilgilere hiçbir zaman sahip olunamaz. Gerçekten, ön hazırlık bilgileri ile bazı sistem kısıtları ve tasarım tanımları geliştirilebilir. HTEA hazırlığındaki bu ön fikirler Şekil 3.6’da gösterilmiştir (Stamatis,1995).

Açık olarak, HTEA programı, aşağıdaki gibi durumlarda başlatılmalıdır (Akın, 1998).

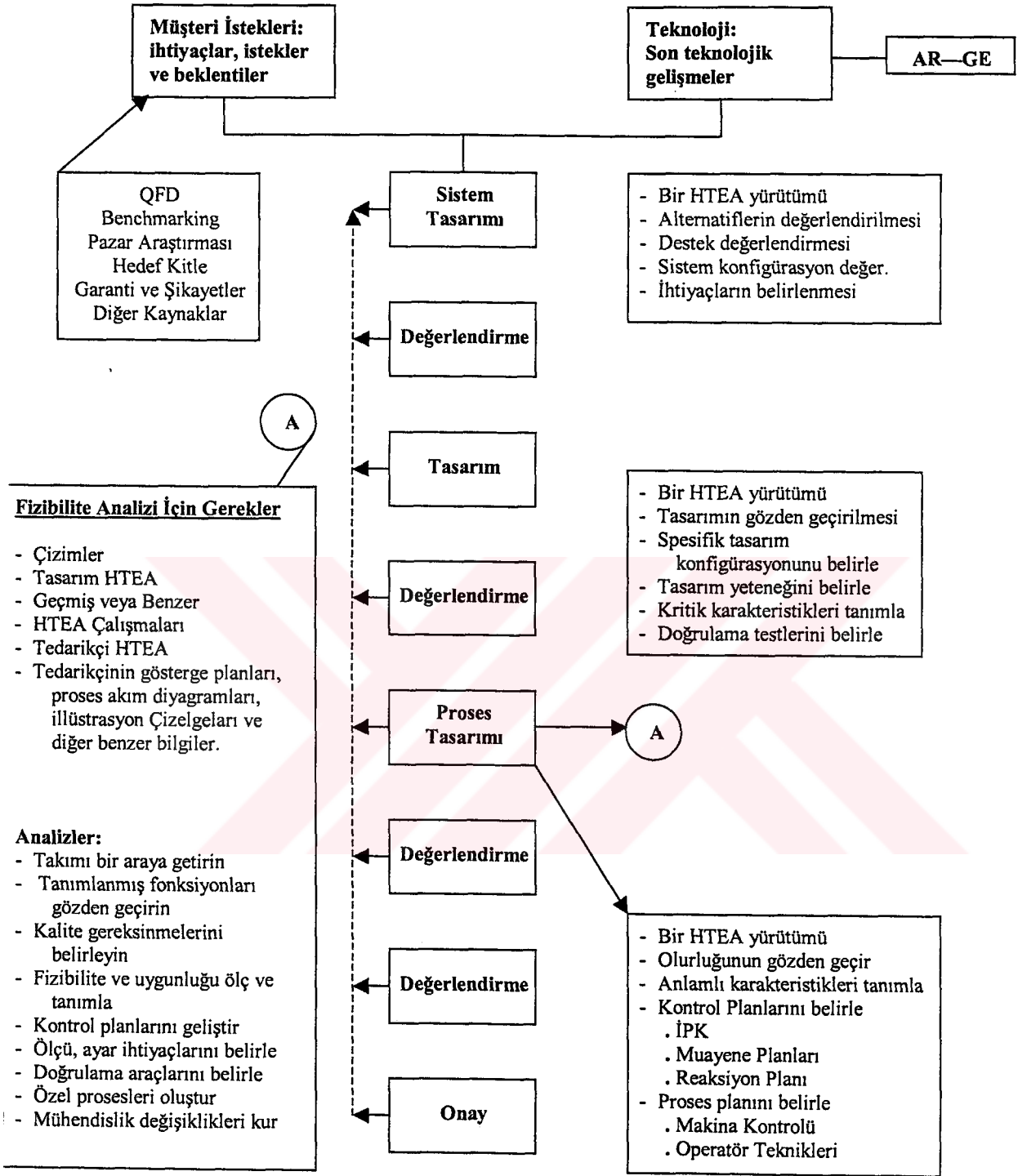
- Yeni sistemler, tasarımlar, ürünler, prosesler veya servisler tasarlanırken,
- Mevcut sistem, tasarım, ürün, proses veya servisler sebeplerine bakılmaksızın değiştirilirken,
- Mevcut koşullardaki sistem, tasarım, ürün proses veya servisler için yeni uygulamalar bulunurken,
- Mevcut sistem, tasarım, ürün, proses veya servislerin geliştirilmesi düşünüldüğü zaman.

HTEA, sürekli gelişim yolunun haritasıdır. Bu özelliği ile HTEA sistem fikrinden üretim ve servise kadar her aşamada başlatılabilir. Bu yol haritası Şekil 3.9’ da gösterilmiştir.

HTEA başladıktan sonra, yaşayan bir doküman olur. Sürekli gelişimin gerçek bir dinamik aracıdır. Başlangıç aşamasına bağlı değildir. Sistem, tasarım, ürün, proses veya servis süreçlerinin gelişimi için bilgileri kullanır. Sürekli olarak, gerektikçe güncelleştirilir. Tasarımın değerlendirilmesi, Şekil 3.10’ da verilmiştir.



Şekil 3.9 Ürün mühendisliği ve HTEA yol haritası (Stamatis, 1995)



Şekil 3.10 Tasarımın değerlendirilmesi (Stamatis,1995)

3.3.5 HTEA Projesini Sona Erdirme

HTEA' yı sona erdirmenin belli bir zamanı var mıdır? Evet, sadece, sistem, tasarım, ürün, proses veya servisin sona erdirilmesi veya sürdürülmesi kararı verildiği zaman. Açık olarak;

- *Sistem HTEA*, bütün donanımın belirlendiği ve tasarımın son şeklini aldığı noktada,
- *Tasarım HTEA*, üretime geçişin kesin tarihi saptandığında,
- *Proses HTEA*, bütün proseslerin belirlendiği, değerlendirildiği ve bütün kritik ve anlamlı karakteristiklerin kontrol planlarına taşındığı anda,
- *Servis HTEA*, sistem tasarımı ve bireysel görevlerin tanımlandığı, değerlendirildiği ve bütün kritik ve anlamlı karakteristiklerin kontrol planlarında adreslendiği zaman sona erdirilmesi düşünülebilir.

Bununla beraber, bu noktalarda sona erdirilmiş HTEA çalışmaları, gözden geçirme, değerlendirme ve/veya sistem, tasarım, ürün, proses veya servisin geliştirilmesinde, tasarım, ürün, proses veya servis var oldukça tekrar HTEA çalışmalarına açık olmalıdır. Genel bir kural olarak HTEA ürün ömrü süresince güncel olmalıdır (Stamatis, 1995).

HTEA' nın başarısı, çıkarılan sonuçları iyileşme ve gelişme programlarına dönüştürülmesiyle gerçekleşir. Organizasyonun tamamı tarafından bu gelişme stratejisi kabul görmediği durumlarda HTEA dinamiklik özelliğini yitirir (Akın,1998).

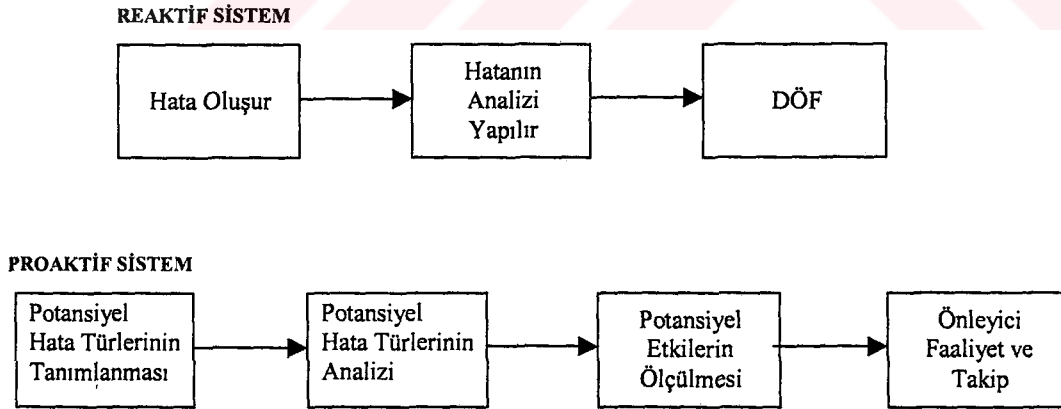
3.3.6 HTEA Çalışma Ekibini Oluşturma

HTEA, bir takım fonksiyonudur ve bireysel olarak yapılamaz. HTEA projeleri, spesifik projeye uygun bir takım tarafından yürütülür. İşletme belli kişilerden oluşmuş bir HTEA takımı kurarak tüm HTEA projelerini bu takıma yaptıramaz. Takım proje bazında kurulmalıdır. Spesifik bir problem için gerekli bilgi ve deneyim sadece bu spesifik probleme özgüdür. Bu sebeplerden dolayı, takım her bir HTEA projesi için fonksiyonlar arası ve disiplinler arası olmalıdır ki analiz çok yönlü olsun. Hiç bir durumda HTEA bir birey (tasarım veya proses mühendisi) tarafından yapılamaz. Bir birey HTEA formunu uygun olarak

doldurabilir fakat tek bir birey HTEA yürütümünde sınırlı bir bakış açısına ve önyargılara sahip olabilir. Eğer, zaman kısıtı bütün takımın çalışmalara katılmasına müsaade etmiyorsa, tavsiye edilen yöntem, FMEA takım liderine hataları takım huzurunda sunması ve tüm takım üyeleriyle değerlendirmenin yapılmasıdır (Stamatis, 1995).

HTEA ile içerilen kavram ve prosedürler yeni değildir; tasarım, planlama ve üretim faaliyetlerinde yer alan mühendisler, eskiden beri bu yöntemi, yöntemle ilgili çeşitli görüşleri ele alarak, kağıda dökmeden zihinlerinde şekilsel olmayan (informal) bir yapıda uygulamaktaydılar. Deneyimlerini esas alarak oluşturdukları düşüncelerini çok seyrek olarak herhangi bir kağıda karalamak şeklinde aktarmaktaydılar. Mükemmeli yakalamada etkin bir analitik teknik olan HTEA, bugün oluşturulmuş belirli bir düzen içerisinde gerçekleştirilirken yine çalışanların deneyim ve düşüncelerinden yararlanmaktadır (Boran, 1996).

HTEA' nın çalışanların bilgi ve deneyimlerini zorlamasından dolayı, Şekil 3.11'de de gösterildiği üzere, oluşturduğu sistem reaktif sistem yerine proaktif sistem halini almaktadır (Usuş, 2002).



Şekil 3.11 Reaktif (tepkisel) ile proaktif (yapıcı ve önleyici) sistemin karşılaştırılması (Usuş, 2002)

HTEA takımı, direkt yönetilip ve bir konu üzerine odaklanmayı sağlarsa, kendi spesifik yöntemlerini kullanırlarsa, ölçülebilir değerler kullanırlarsa ve bu çalışmaları organizasyon içerisine yayabilirlerse başarılı olurlar (Cayman, 2002).

Bütün çalışmalar dikkate alındığında, HTEA' nın üç ila yedi kişiden oluşan bir ekip olması ve katılan çalışanların değişik departmanlarda çalışması başarıyı artırıcı etkindir. Ekip elemanları hem bulundukları bölümün temsilcileri olup hem de kalite temsilcisi olmasından dolayı bulundukları departmanda diğer çalışanları teşvik etmelidirler. HTEA takım liderine HTEA animatörü denilmektedir (Akın, 1998).

3.3.7 HTEA Yararları

HTEA' nın yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Vorley, 1999)

- Ürünlerin veya hizmetlerin kalite, güvenilirlik ve emniyetini geliştirir,
- Şirketlerin toplumdaki imajını ve rekabet edebilirliğini geliştirir,
- Müşteri tatmininin artmasına fayda eder,
- Riski azaltmak için yapılan faaliyetlerin izlenmesini ve belgelenmesini sağlar,
- Tezgahlarda, donanımda ve kalıplarda olası değişikliklerin daha tasarım sırasında görülmesini ve kağıt üzerinde yapılan değişikliklerin maliyetinde azalma sağlar,
- Muhtemel hataların önceden görülmesi ve elimine edilmesi sonucunda, ürünün hazır olma ve pazara sunuş süresini kısaltır,
- Müşteri kullanımı sonrasında oluşacak hatalarında dikkate alınıp önlenmesi sonucunda garanti giderlerinde azalmanın sağlar,
- Ürün yükümlülüğünde daha az risk alınır,
- Azalan süreç içi hurdalar, erken işbirliği, planlama kabiliyetindeki artış, hata maliyetlerinde azalma, sistemin tümüne bakabilme vs....

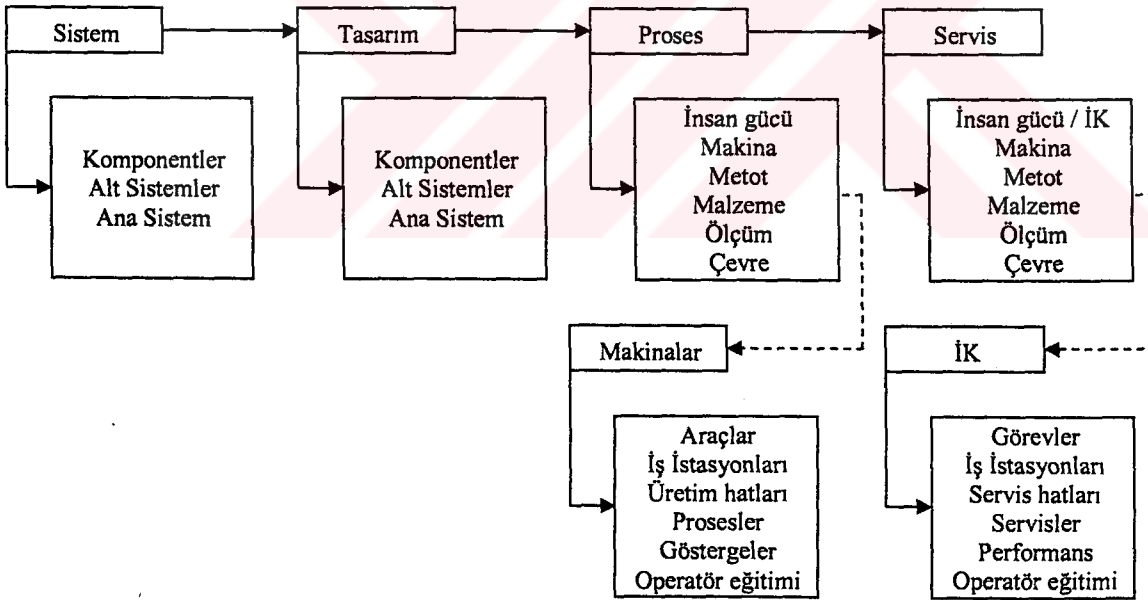
4. HTEA ÇEŞİTLERİ

Yeni veya varolan bir ürün veya hizmet geliştirme amacı kullanılan tekniklerden biri olan HTEA sırasıyla sistem, tasarım, proses ve servis adımlarından oluşmaktadır.

4.1 HTEA Çeşitleri

HTEA genel kullanım alanlarına göre,

- Sistem HTEA,
- Tasarım HTEA,
- Proses HTEA,
- Servis HTEA, olmak üzere dört çeşide ayrılmaktadır (Stamatis,1995). Şekil 4.1' de HTEA çeşitleri ve aralarındaki ilişkiler gösterilmektedir.



Odak: Sistemdeki hata etkilerini minimize etmek

Amaç / Hedef : Sistemin kalitesini güvenilirliğini ve sürekliliğini maksimize etmek

Odak: Tasarımdaki hata etkilerini minimize etmek

Amaç / Hedef : Tasarım kalitesini güvenilirliğini ve sürekliliğini maksimize etmek

Odak: Toplam prosesteki hataları minimize etmek

Amaç / Hedef : Toplam proses kalitesini, güvenilirliğini ve sürekliliğini ve verimliliğini maksimize etmek.

Odak: Toplam organizasyondaki servis hataları minimize etmek

Amaç / Hedef : Kalite güvenilirliği ve servis açısından müşteri memnuniyetini maksimize etmek

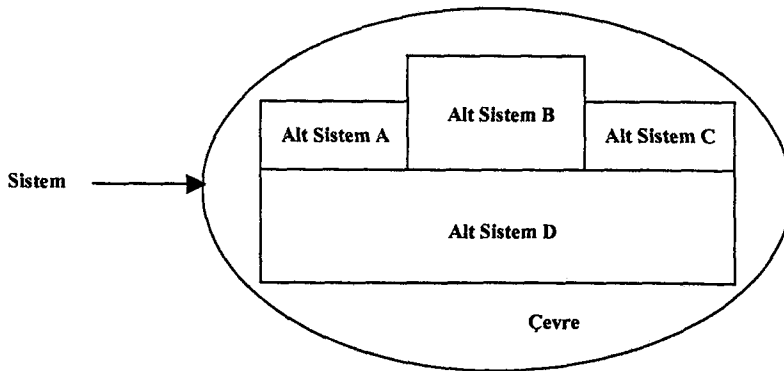
Şekil 4.1 Hata çeşitleri ve aralarındaki ilişki (Stamatis, 1995)

4.2 Sistem HTEA

Tasarım ve kavramların ön aşamalarında sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksikliklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki hata türlerini belirlemeye odaklanır (Akın,1998). Sistem HTEA, aşağıda belirtilen sistem kademelerini ve aralarındaki ilişkileri ayrıntılı inceleyerek en uygun tasarım alternatifinin seçilmesine yardımcı olur (Mohr, 2002).

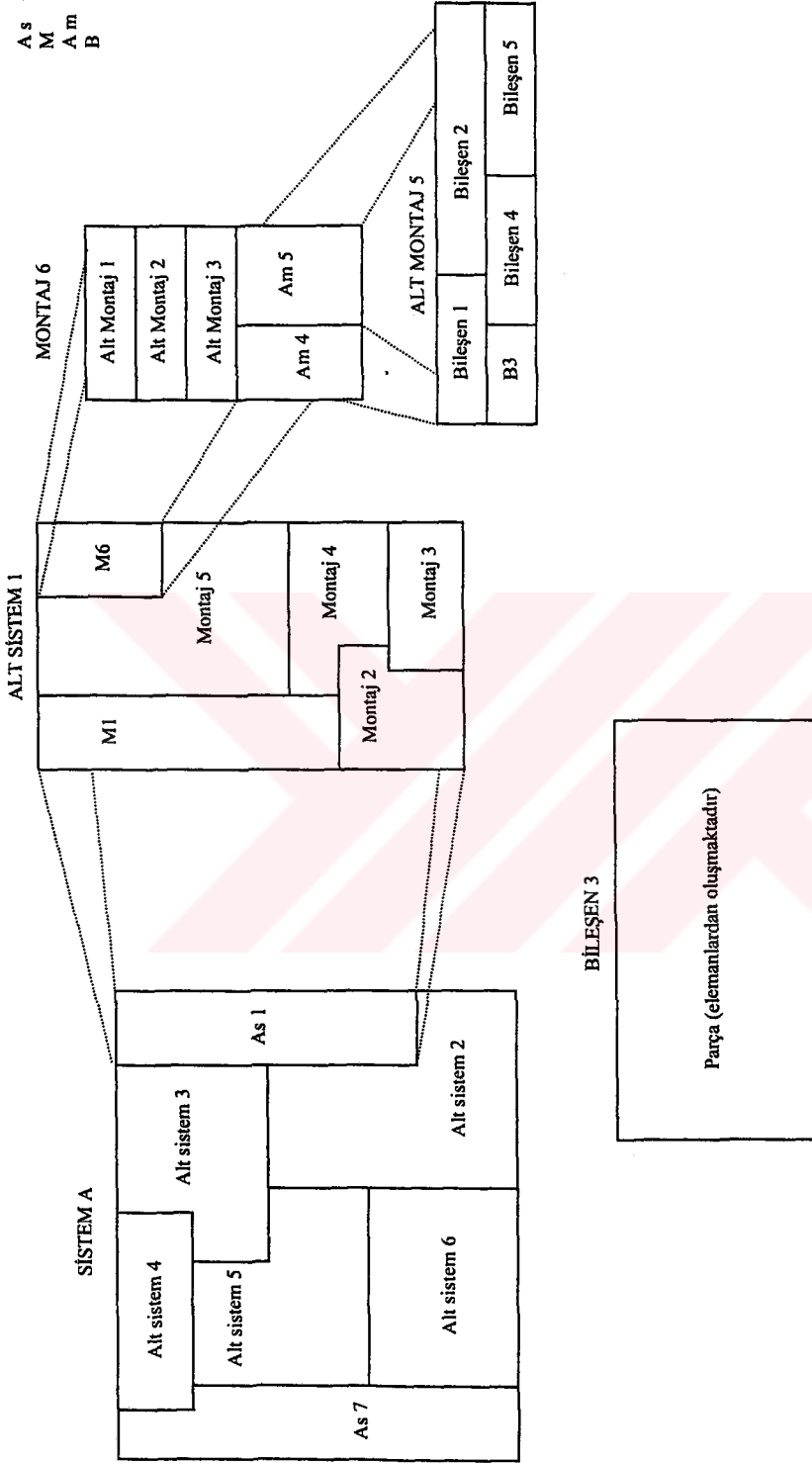
- Sistem, görevi bir misyonu veya işlevi başarmak olan alt sistemlerin birleşimi (materyal, araç, personel, olanaklar, yazılım vs.),
- Alt sistem, fonksiyonları bir misyonu başarmak için gerekli spesifik aktiviteleri elde etmek için birleştirilen montajlar birleşimi,
- Montaj, alt montajların birleşimi,
- Alt montaj, bileşenlerin birleşimi,
- Bileşen, parçaların birleşimi,
- Parça, en düşük üretilebilen parça,
- Etkileşim, sistem elemanları arasında istenilen ve temel etkileri üretmek için gerekli etkileşim noktalarıdır (enerji ve bilgi transferi etkileşimi vs..)

Daha da anlaşılır hale getirmek için, sistem ile alt sistem arasındaki ilişki Şekil 4.2' de resmedilmiştir. Alt sistem A, hem alt sistem B hem de alt sistem D ile etkileşim halinde olup etkileşim halinde olmadığı alt sistem C ile çevre içerisindeki transferler yolu ile bağlantı kurmaktadır. Alt sistem A ile alt sistem C arasındaki ilişkiyi tahmin etmek oldukça zordur. (Carlson, Vallance ve Taaffe, 2001).



Şekil 4.2 Sistem ve alt sistem arasındaki etkileşim (Carlson, Vallance ve Taaffe, 2001)

A s : Alt sistem
 M : Montaj
 A m : Alt montaj
 B : Bileşen



Şekil 4.3 Sistem fonksiyonları arasında etkileşimin ayrıntılı biçimi (Mohr, 2002)

Şekil 4.3' de Sistem HTEA' nın sistem kademeleri arasındaki etkileşim ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Sistem HTEA, etkin olarak uygulandığı zaman hata türü ile güvenlik konularını ortadan kaldıracak ve hataları azaltacak potansiyel faaliyetlerin listesini belirleyebilecek olup faydaları aşağıda sıralanmıştır;

- Potansiyel problemlerin bulunabileceği alanlar daralır,
- Sistem seviyesindeki teşhis prosedürleri için temel oluşturulmasına yardımcı olur,
- Fazlalıkların tespit edilmesine yardımcı olur,
- Optimum sistem tasarım alternatifinin seçilmesinde yol gösterir. (Akın,1998)

4.3 Tasarım HTEA

Tasarım HTEA, ürünün imalatına başlanılmadan önce uygulanan, ürünün imalatında, montajında ve müşteri tarafından kullanımında ortaya çıkabilecek tasarımdan kaynaklanan arızaların bulunması ve önlenmesi tekniğidir (Usuş, 2002).

Tasarım HTEA, ürünün güvenilirlik ve/veya emniyetine çok zarar verebilecek herhangi bir kritik durumu veya durumları veya zayıf noktalarını belirlemek için, tasarım analiz etmenin bir yoludur (Özay, 1999).

Tasarım HTEA, ürünlerin üretim kararı verilmeden önce uygulanır. Tasarımdaki hatalardan dolayı hizmet veya imalat aşamalarında ortaya çıkabilecek olası ürün hata şekillerini ele alır. Tasarım bütünlüğünü sürekli kılmak amacı doğrultusunda, tasarım aşaması dışında imalat, montajda, donanımda ve müşterinin kötü kullanımından dolayı üründe oluşacak tasarımla ilgili sorunları tanımlar. Bu teknik ile, sistem veya bileşenlerin güvenilirlik riskleri yazılı hale getirilir, her hata türünün etkisi analiz edilir ve düzeltici faaliyetler yani tasarım değişiklikleri tanımlanır. Tasarım HTEA, tasarımın değerlendirilmesine yardım etmek ve düzeltici faaliyet öncelikleri oluşturulması esaslarını sağlamak için tasarımın ilk aşamasından son aşamasına kadar sürekli olarak uygulanmalıdır. Tasarım HTEA yinelemeli (iteratif) yapısıyla, bu isteğe uygunluk gösterir (Boran, 1996).

Efektif bir Tasarım HTEA çalışması için, değişim mühendisliği, ürün geliştirme, pazarlama vb bütün teknik ve yöntemler ile iç içe olmalıdır. Şekil 4.4.' de diğer mühendislik disiplinleri veya süreç geliştirme teknikleri ile Tasarım HTEA' nın parçaları geliştirirken beraber oynadıkları rol belirtilmiştir. En optimum tasarım özelliklerini belirleme çabasında olan Tasarım HTEA başarısı için aşağıdaki bilgilerin realize edilmesi ve sistematığe uyulması gerekmektedir.

- Tasarıma odaklanma,
- Uyulması gereken dokümanlar,
 1. Standartlar,
 2. Güvenlik ve uyarı dokümanları,
 3. Benzer ürünler için geçerli dokümanlar,
- Genel bilgiler,
 1. Ürün fonksiyonları
 2. Müşterilerin ne istediklerini anlama,
 3. Müşterilerin ihtiyaçları, istekleri ve beklentileri,
 4. Müşterilerin doğru veya yanlış kullanabileceğini anlama,
- Gereksinimler,
 1. Tasarım gereksinimleri,
 - Elektriksel,
 - Mekaniksel,
 - Geçerliliği,
 - Hizmet ömrü,
 - Güvenlik,
 - Materyaller,
 - Çevre,
 - Kontroller,
 - Parça standardizasyonu,

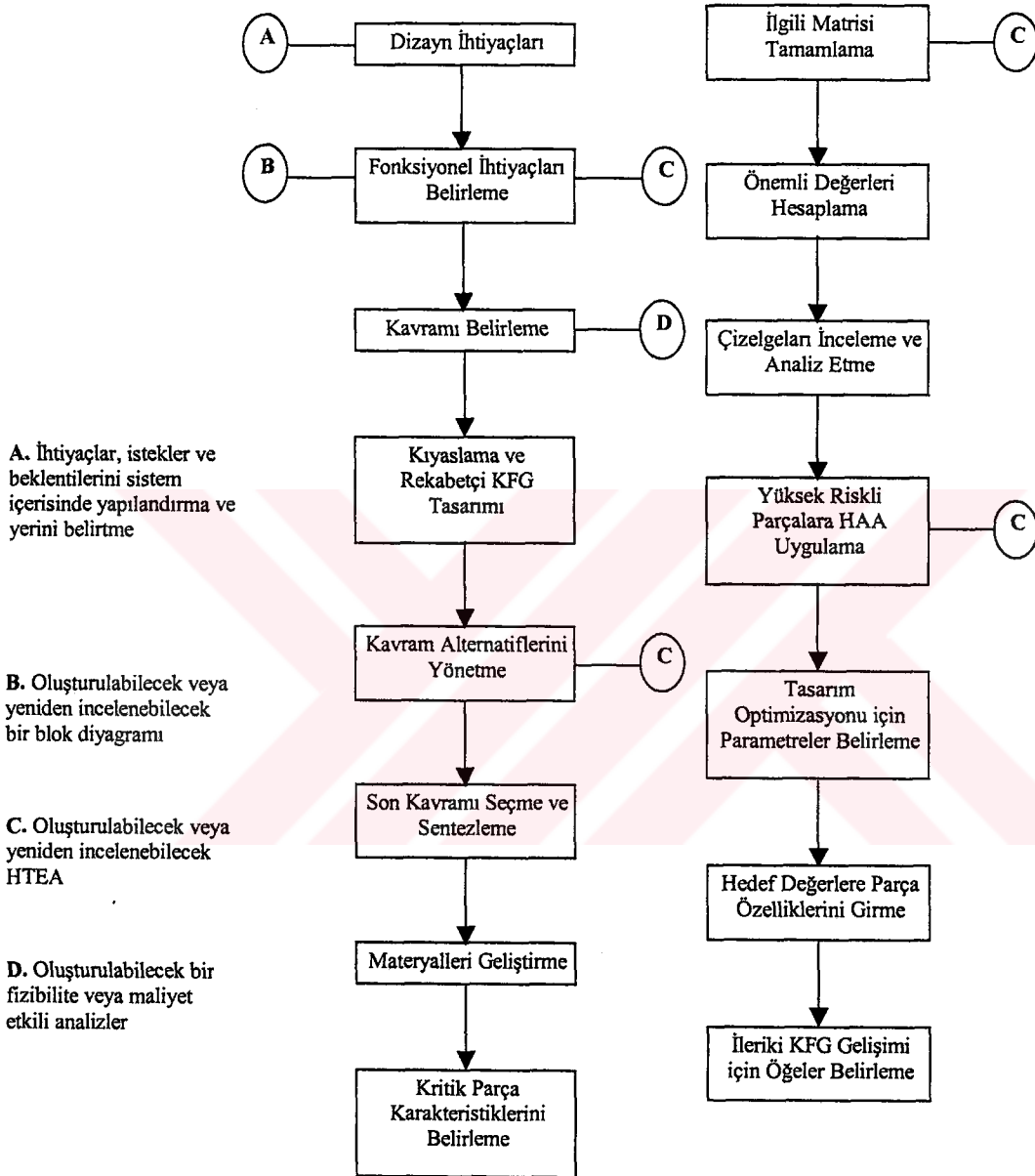
2. Bakım düşünceleri,
 3. Maliyet amacı,
 4. Tasarım alternatifleri,
 5. Kritik sistemler,
- Ürün garantileri,
 1. Dokümantasyon gereksinimleri,
 2. Test ve muayene gereksinimleri,
 3. Paketleme ve taşıma gereksinimleri, (Stamatis,1995).

Tasarım HTEA ile yukarıdaki maddelerden elde edilen bilgiler birçok alanda özellikle test ve muayene noktalarının saptanmasında, önleyici bakımın planlanmasında, işlemsel kısıtların ve faydalı ömrün belirlenmesinde kullanılacaktır. Bu yöntem ile tasarım hatalarının zamanında düzeltilmesi ve tasarım değişikliklerinin yapılması sağlanacağından, ortaya çıkacak hataları gidermek için harcanacak zaman kısıllanacak, insanlar hataların olumsuz etkileriyle karşı karşıya gelmeyecektir. Böylece ürün veya sistem güvenilirliği ve emniyetinde artışlar sağlanmış olacaktır. Bundan dolayı tasarım HTEA, tasarım yaklaşımlarıyla ilgili kararların verilmesinde ve tasarım seçeneklerinin değerlendirilmesinde yararlı bir araç olarak tanımlanır (Boran, 1996).

Tasarım HTEA' nın sağladığı yararları şu şekilde özetlenir(Ford, 1988);

- Tasarım istekleri ve tasarım seçeneklerinin objektif değerlendirilmesine yardım eder,
- Olası Hata şekilleri ve sistemin çalışmasında bunların etkilerini tasarımın gelişme aşamasında göz önünde tutulmasını sağlar,
- Gelişme ve iyileşme programları ve planlarında kullanılacak bilgiyi sağlar,
- Müşteri üzerindeki etkilerine göre listelenen olası hata şekillerini kullanarak tasarım geliştirmede öncelik sistemini oluşturur,
- Performansları azaltan riskleri izlemek ve sorunlarla ilgili önerilerde bulunmak amacıyla kolaylıkla anlaşılabilir ve değerlendirilebilen genel şekilsel form (HTEA Formu) oluşturulmasını sağlar,

- İlgili kişilerin düşüncelerinin analiz edilmesi, tasarım değişikliklerinin değerlendirilmesi ve önerilen tasarımların geliştirilmesi aşamalarında yararlanacakları kaynak olur.



Şekil 4.4 Parça geliştirme (Stamatis,1995)

Tasarımdaki olumsuzluklar, ürünün imalatı esnasındaki, imalat süreci kontrol yöntemleri ile giderilemeyeceğinden, imalat sürecine güvenmeyi bırakıp çıkacak sorunlar başlangıçta Tasarım HTEA aşamasında önlenmeye çalışılmalıdır. Tasarım HTEA tekniğinde iki yaklaşım söz konusudur. Birinci yaklaşımda, sistem ya da ürün bir bütün olarak ele alınarak başlanır ve en alt birime kadar analiz edilir. İkincisinde ise ki uygulamada da kabul görendir, parça bileşen gibi sistemlerin en alt düzeyindeki birimlerden başlanır, alt montaj, alt sistem gibi aşamaları geçerek sistemin ya da ürünün en son düzeyine kadar ilerlenir. (Boran,1996). Yani, ürün, kolay incelemek amacı ile bölümlere, alt elemanlara ayrılır; mühendislik dizayn verileri gözden geçirilir. Her bir montaj elemanının fonksiyonları, etkileri, ilişkileri değerlendirilir. Blok diyagramları kullanılır. Blok diyagramında montaj elemanları ve fonksiyonları listelenir. Ürüne etkisi olabilecek operasyonel ve çevresel hata mekanizmaları tespit edilir; elemanların potansiyel hataları belirlenir. Bazı elemanların birden fazla potansiyel hataya sahip olması mümkündür. Potansiyel hataların bir sonraki montaj operasyonunda veya nihai üründe meydana getirebileceği sonuçlar analiz edilir. Hataları önleyecek veya kontrol altında tutacak düzeltici faaliyetler hazırlanır. Ürün elemanlarının hata olasılıkları deneyimlerden faydalanılarak tesbit edilir, bu veriler doğrultusunda bütün sistemin hata olasılığı güvenilirlik teorisiyle hesaplanır [4].

4.4 Proses HTEA

Proses HTEA, tasarımı yapılmış ürünün en az hata ile müşteriye ulaşmasını sağlamak amacıyla, öngörülen özelliklere uyulmadığında imalat veya hizmet esnasında ortaya çıkacak sorunları tanımlamaya çalışır. Bu amaç gerçekleştirilirken proseste yapılacak iyileştirmeler, bu tekniğin aynı zamanda proses geliştirme yaklaşımı olarak tanımlanmasını sağlar . Proses HTEA, kusursuz ürünler üretmek için analizcilere montaj veya imalat proseslerinde kullandıkları makinaları, aletleri, prosesleri ve insan gücünün etkilerini analiz ederek, Şekil 4.5' de gösterildiği üzere, imalat proseslerini değerlendirebilme yani zayıf noktalarını belirleme olanağını verir (Boran, 1996).

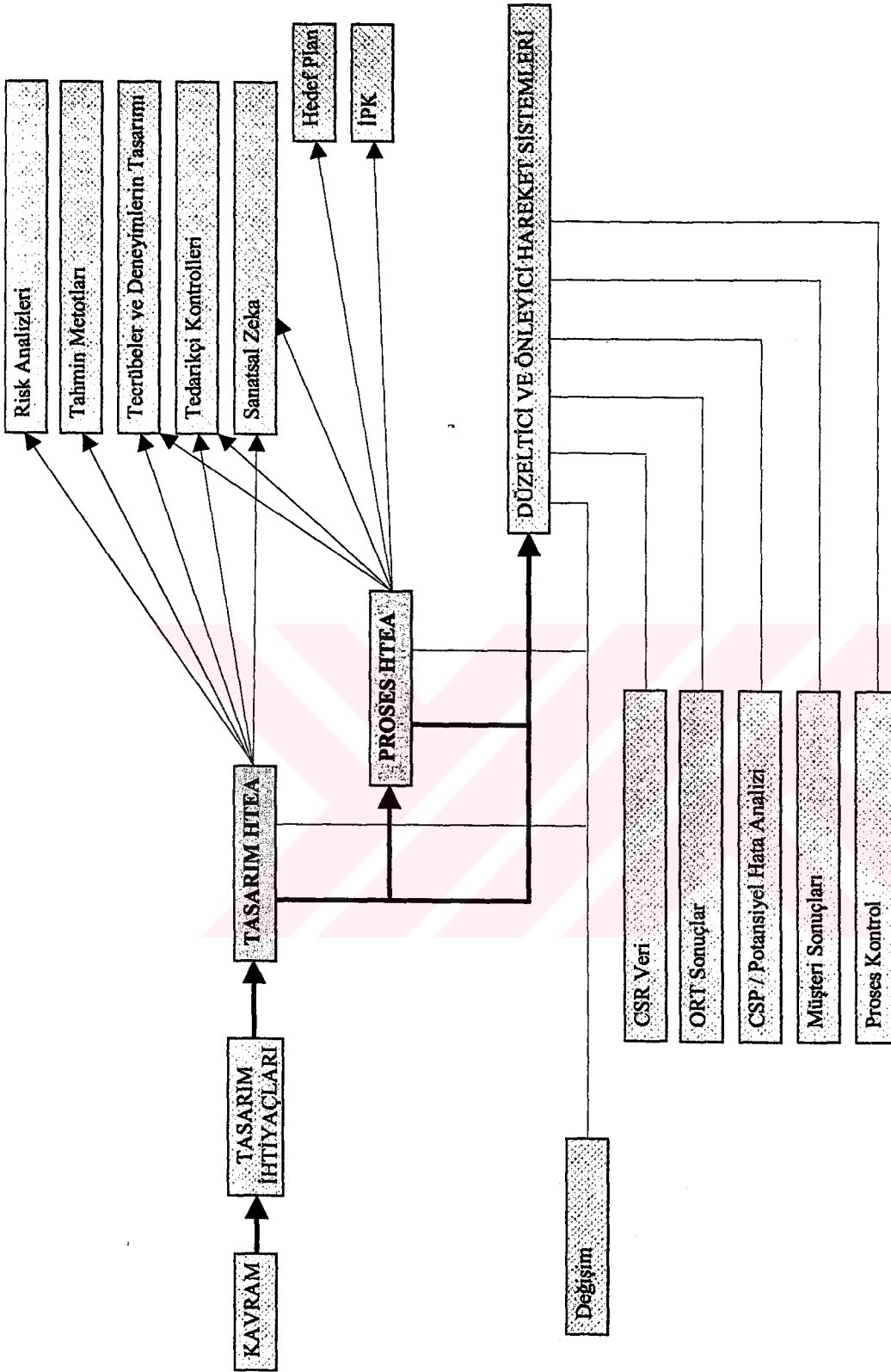
Donanım hataları, çalışanların hataları, uygun olmayan malzeme ve yöntemlerin kullanımı sonucu oluşan hatalar, Proses HTEA ile ürün üretime girmeden önce belirleneceğinden kusurları düzeltmek kolay olacaktır. Ancak, makina, malzeme, insan, yöntem, ölçme ve çevre

olarak tanımlanan üretim bileşenlerinin arasında etkileşimlerin olması Proses HTEA' nın daha zor ve zaman alıcı olarak tanımlanmasına neden olmaktadır (Stamatis, 1995).

Proses HTEA;

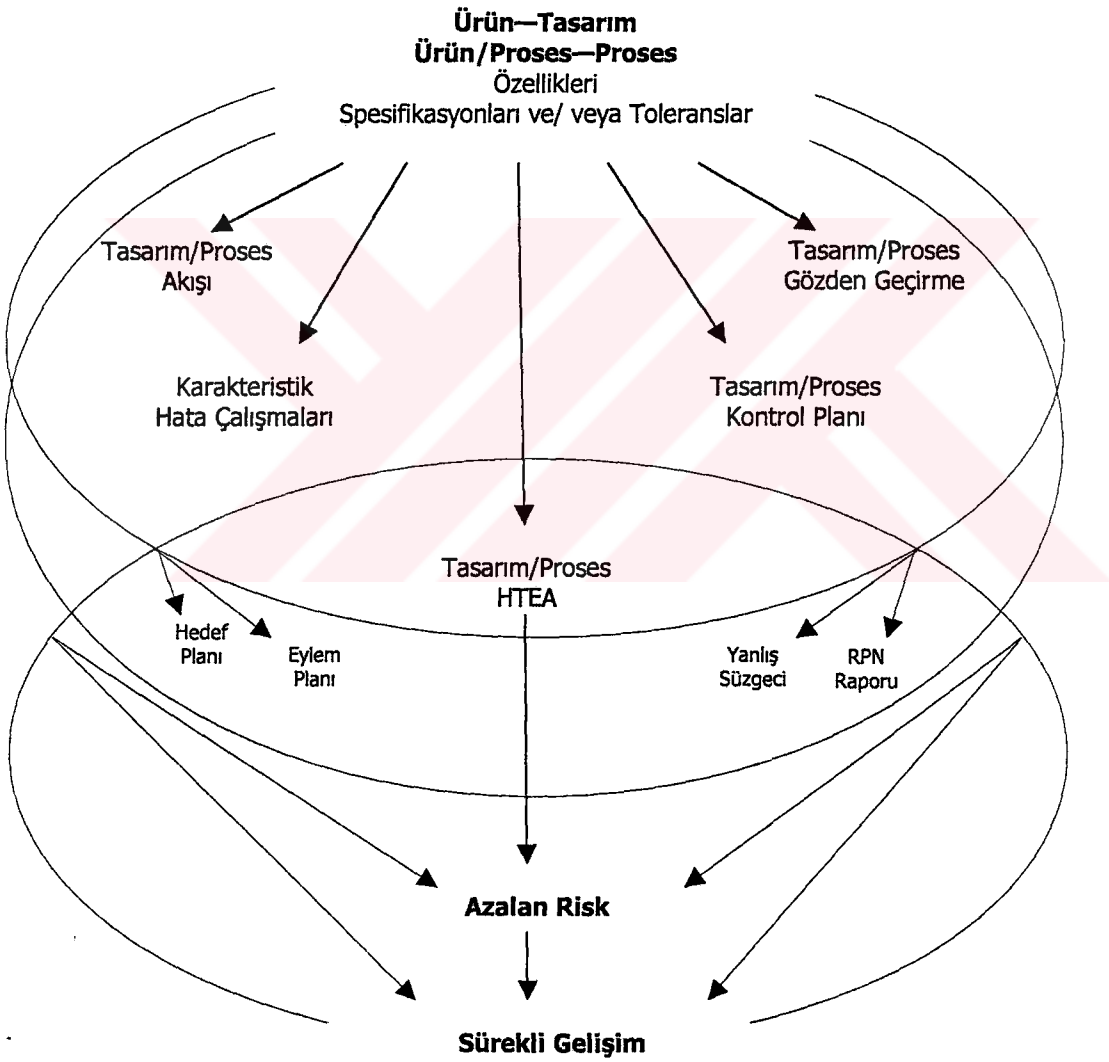
- Proses fonksiyonlarını ve ihtiyaçlarını tanımlama,
- Ürün veya proses ile alakalı potansiyel hata türlerini tanımlama,
- Potansiyel hataların müşterilere etkilerini değerlendirme,
- Potansiyel hata durumlarını belirleme veya meydana gelişlerini azaltmaya odaklanan proses değişkenlerini ve montaj veya üretim proses nedenlerini tanımlama,
- Proses kontrollerine odaklanan proses değişkenlerini tanımlama,
- Düzeltici ve önleyici hareketleri inceleyen öncelikli sistemleri kurma,
- Üretim veya montaj proseslerinin sonuçlarını dokümanlaştırma, amacıyla kullanılır (Carlson, Vallance ve Taaffe, 2001).

Etkin bir Proses HTEA; satın alma, araştırma ve geliştirme, üretim, kalite güvencesi, pazarlama gibi temel faaliyet adımlarını da içermeli ve üretim teçhizatının tanımının yapıldığı fakat henüz bunların imalatının yapılmadığı anda yapılmalıdır [4].



Şekil 4.5 HTEA modeli [3]

Tasarım HTEA ve Proses HTEA her ikisi de , henüz hatalar oluşmadan ortadan kaldırmayı hedefleyen, ancak ürün veya sistemin farklı aşamalarına uygulanan yaklaşımlardır. Uygulama sürecinde sadece yararlandıkları bilgiler açısından farklılıklar gösterirler. Her iki HTEA çeşidinden de çok olumlu sonuçlar elde edebilmek için yazılı belgelerin (raporların), analiz tamamlandıktan sonra rafta unutulup kalmaması, önerilen düzeltici faaliyetlerin uygulanması, sonuçların izlenmesi yani “yaşayan”, “dinamik” belgeler olması gerekir (Boran, 1996). Şekil 4.6’ da Tasarım HTEA ile Proses HTEA’ nın sürekli gelişimdeki önemi gösterilmektedir (Werwega, 2002).



Şekil 4.6 Tasarım HTEA ile Proses HTEA’ nın sürekli gelişime etkisi (Werwega, 2002)

Proses HTEA' nın sağladığı yararları şu şekilde özetlenir (Cayman,2002 ve Stamatis,1995);

- Bir çok üretim planlama prosesi içerisinde yer alan mantıksal mühendislik disiplinlerini formülüze eden sistematığı oluşturur,
- Ürün ile ilgili proses hata türlerini belirler,
- Hataların potansiyel müşteriler üzerindeki etkisini ölçer ve değerlendirir,
- Montaj veya üretim analizlerine yardımcı olur,
- Düzeltici hareketlerin kurulumunu sağlar,
- Değişimlerin oranlarını belgelendirir,
- Gelişen kontrol planlarına yardımcı olabilmek için önemli ve kritik özellikleri belirler.

4.5 Servis HTEA

Müşteriye servis henüz ulaşmadan analiz edilmesini sağlar. Bir Servis HTEA proses veya sistem yetersizliklerinden kaynaklanan hata türü nedenleri üzerinde çalışır (Stamatis,1995).

Bu analizin uygulanmasıyla; geliştirme faaliyetleri arasında önceliklendirme yapılması ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesi sağlanır. İş akışının, sistem ve proses analizinin etkin bir şekilde yapılması, işteki hataların ve kritik önemli işlerin belirlenmesinde ve kontrol planlarının oluşturulmasında yol göstermesi gibi avantajlar sağlar (Akın, 1998).

Servis HTEA' nın sağladığı yararları şu şekilde özetlenir (Cayman, 2002);

- İş akışının analiz edilmesine yardımcı olur,
- Proses ve/veya sistemin analiz edilmesine yardımcı olur,
- Görev tanımlarındaki eksiklikleri tamamlar,
- Kontrol planının gelişimine önemli ve kritik görevleri tanımlayarak yardımcı olur.

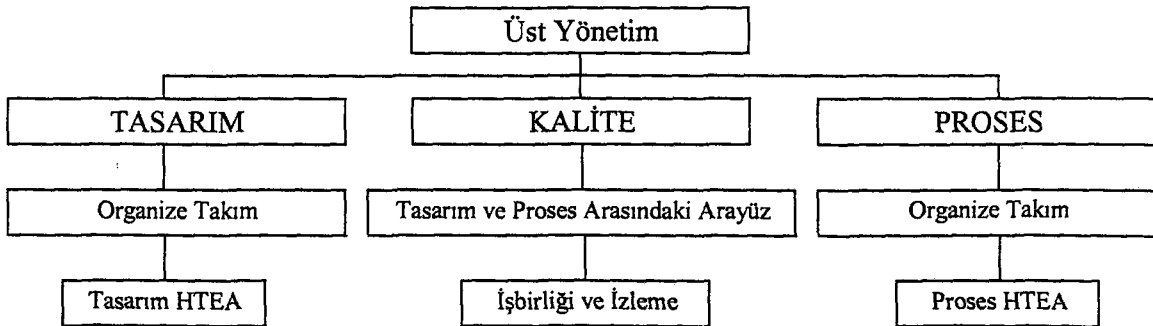
5. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TEKNİĞİNİN UYGULAMA SÜRECİ

Hatanın orijinine mümkün olduğunca yakın bir aşamada çözümlenerek, oluşmasını önlemeyi amaçlayan HTEA' nin uygulaması tüm sektörlerde başarı ile uygulanabilmektedir.

5.1 Karar Alma Süreci ve Hazırlık Çalışmaları

HTEA' nin son kullanıcıya ve dolayısıyla şirketlere olan faydası dikkate alındığında, bu çalışmanın bir ekip işi olduğu unutulmamalıdır. Tekniğin uygulanması proje ve sınırların seçimine bağlı olarak belirli bir zaman aldığına ve sonuçta bir sorumluluk, emek ve faydasına oranla düşük de olsa bir maliyet getirdiğine dikkat etmeliyiz (Keser, 1998). Yanı sıra, şirketlerin rekabet edebilmeleri için de, piyasa ve teknolojik değişiklikler sonucu ortaya çıkan, çeşitli operasyonlardaki hatalarını önleme veya riskleri azaltma mecburiyetindedirler (Akın, 1998). Bütün bunlar göz önüne alındığında HTEA çalışmasının başlatılması kararı, ürün gerçekleştirme sürecine katkıda bulunanların herhangi birinin girişimi veya talebi ile başlatılabilir olmasına rağmen, HTEA çalışmasının uygulanacağı birimin sorumlusunun onayı alınmak zorundadır.

Onay alınmadan herhangi bir HTEA çalışmasına girilmemeli ve çalışmanın başarılı olması için doğrudan üst yönetim desteği alınmalı ve üst yönetim bu çalışmaları yakından denetlemelidir. Şayet üst yönetimin çok ciddi kararlılığı olmaz ise beklenen sonuçlar görülemeyebilir (Keser, 1998). Şekil 5.1' de HTEA yönetimi açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 5.1 HTEA yönetimi (Kara-Zaitri, 1996)

Üst yönetimin başlangıçta çalışmaları yönetecek takım liderini seçmesi gerekmektedir. Takım liderinin uygulanan HTEA çeşidine göre konusunda deneyimli ve ilgili departmanlardan seçilmesi tavsiye edilir. Tasarım HTEA için tasarım, Proses HTEA için prosese hakim veya kalite çalışanlarından takım lideri belirlenmelidir.

Uygulamada başarı sağlanması Çizelge 5.1.' de belirtilen müşteri, şirket, ürün gerçekleştirme takımı ve toplumun farklı beklentilerinin birlikte değerlendirilmesi ve beklentilerin tatmininin sağlanması ile mümkün olacaktır (Ishii, 1999).

Çizelge 5.1. Önemli ürün beklentilerinin bakış açıları farklılıkları (Ishii, 1999)

	Müşteri	Şirket	Ürün Gerçekleştirme Takımı	Toplum
Kalite	-Başlangıçta kaliteyi algılayabilme -Tecrübeli kalite -Kullanım kolaylığı -Güvenlik -Müşteri tatmini -Sağlamlık -Güvenilebilirlik	-Ürün liderliği -Kar -Pazar payı -Pazar payı büyümesi -Maliyet liderliği -Teknoloji liderliği	-Müşteri tatmini -Rekabetçi mükemmellik -Ürün çeşitliliği -Üretilebilirlik -Üretimde sağlamlık -Kullanım -Hata oranları -Standarda uygunluk	-Toplum güvenliği -Kaliteli yaşam -Estetik
Değer	-Özelliklerin kıymet/maliyet değerinin rakiplerine göre avantajlı olması	-Yatırımın geri dönüşü -Gelecek ürünler için olası içermesi -Kar/maliyet olgusunun birleşimi	-Değer ekleme/geliştirme maliyeti -Sınıf (kar/maliyet) -Satış fiyatı/retim maliyeti	-Topluma yararı (kar/maliyet)
Maliyet	-Satınalma maliyeti -Kullanım maliyeti -Bakım maliyeti -Atıl maliyeti -Kullanım ömrü maliyeti	-Sermaye Yatırımı -Ürünü destekleyen maliyetler -Envanter taşıma maliyeti -Envanter miktarı -Şikayet oranı -Diğer maliyetler	-Geliştirme maliyeti -Kaynakları oluşturma -Mühendisliğin yeniden kullanımı -Yeniliklere odaklanma -Yeniden ve boşa çalışma -Üretim maliyeti	-Topluma maliyeti -Düzenleme maliyeti -Geri dönüşüm maliyeti -Atık maliyeti
Özellikler	-Kullanılabilirlik -Geniş kullanım alanları -Çeşitlilik	-Ürün grubu tamamlanabilirliği -Rekabetçi mükemmellik -Özellik yönünden mükemmellik	-Ürün çeşitliliği -Özellik çeşitliliği	-Çevresel nitelikler
Zaman	-Alıma kadar sipariş zamanı -Ne kadar zaman modaya uyacağı	-Karlılık zamanı -Ürünün pazardaki ömrü -Tam zamanında üretim -Üretim	-Pazardaki kalabilirlik -Pazarlama zamanı	-Ayrıştırma zamanı -Unutulmaya yüz tutma zamanı

Kısaca, sistem analizi esasına dayanan HTEA yöntemi (teknîği) uygulamasına başlamadan önce, analiz edilecek ürün veya sistem belirlenmeli ve uygulamanın nedenleri tanımlanmalıdır. Sonra sırasıyla, yöntemin uygulanmasını isteyen kişi(ler), analizi yapacak kişiler ve karar verecek kişi, çalışma sınırları ve ulaşılmak istenen rakamsal hedef başlangıçta açıkça tanımlanmalıdır (Boran, 1996).

5.2 HTEA Takımını Oluşturma

HTEA bir takım çalışması olup ferdi olarak yapılamaz. Spesifik bir proje için oluşturulan ekip, şirketin HTEA Takımı gibi hizmet edemez. Her problemin kendine ayrı özellik taşımasına ve dolayısı ile HTEA Takımı kurulurken takımın, çapraz ve çok fonksiyonel ve çok disiplinli olmasına özen gösterilmelidir (Keser, 1998).

Bir diğer özellik olarak işletmelerin tedarikçilerinden bir ilgili kişinin ve müşterilerin de gruba katılabileceği yukarıdaki özelliklere eklenebilir. Özellikle Tasarım HTEA uygulamasında, teknolojinin satın alındığı durumda satan işletmenin bu konuda bilgili bir elemanının grupta yer alması çok olumlu sonuçlar verecektir. (Boran, 1996)

Başarılı takım aşağıda sıralanmış özelliklere sahiptir (Cayman, 2002);

- Hedefe doğru direkt yönelme ve odaklanma,
- Kendi kimliklerini belirleme,
- Kullanılabilir ve ölçülebilir hedeflere sahip olma,
- Mükemmel sonuç için işbirliği yapma,
- Organizasyon yapısına sağlamlık getirme,
- Çapraz fonksiyona sahip olma,
- Kendilerine özgü yönetilme biçimleri ve takım kuralları yaratabilme,
- “Önce gelişim” her bir takım bireyinin bu amaçla yaşaması,
- Karşılaştıkları değişik kural ve pozisyonlara modifiye olma esnekliğine sahip olma.

HTEA Takımları oluşurken tek bir departmandan katılan personellerden kurulmamalıdır ve yanı sıra çalışılan konu ile ilgisi bulunmayan personelde davet edilmemelidir. Grup çalışması kurallarına riayet edilmeli ve katılımcı sayısı çok fazla olmamalıdır (Akın, 1998). Çalışmada alınan kararlara onay veren (kabul eden) kişi sorunun ilgili olduğu bölüm şefi, işletme müdürü olabilir. Karar verici olarak tanımlanan bir kişi uygulanacak düzeltici önlemlerin sorumlularını ve uygulama sürelerini de belirlemesi istenen, karar verme yetkisine sahip, hiyerarşi olarak üst düzeyde biri olmalıdır (Boran, 1996).

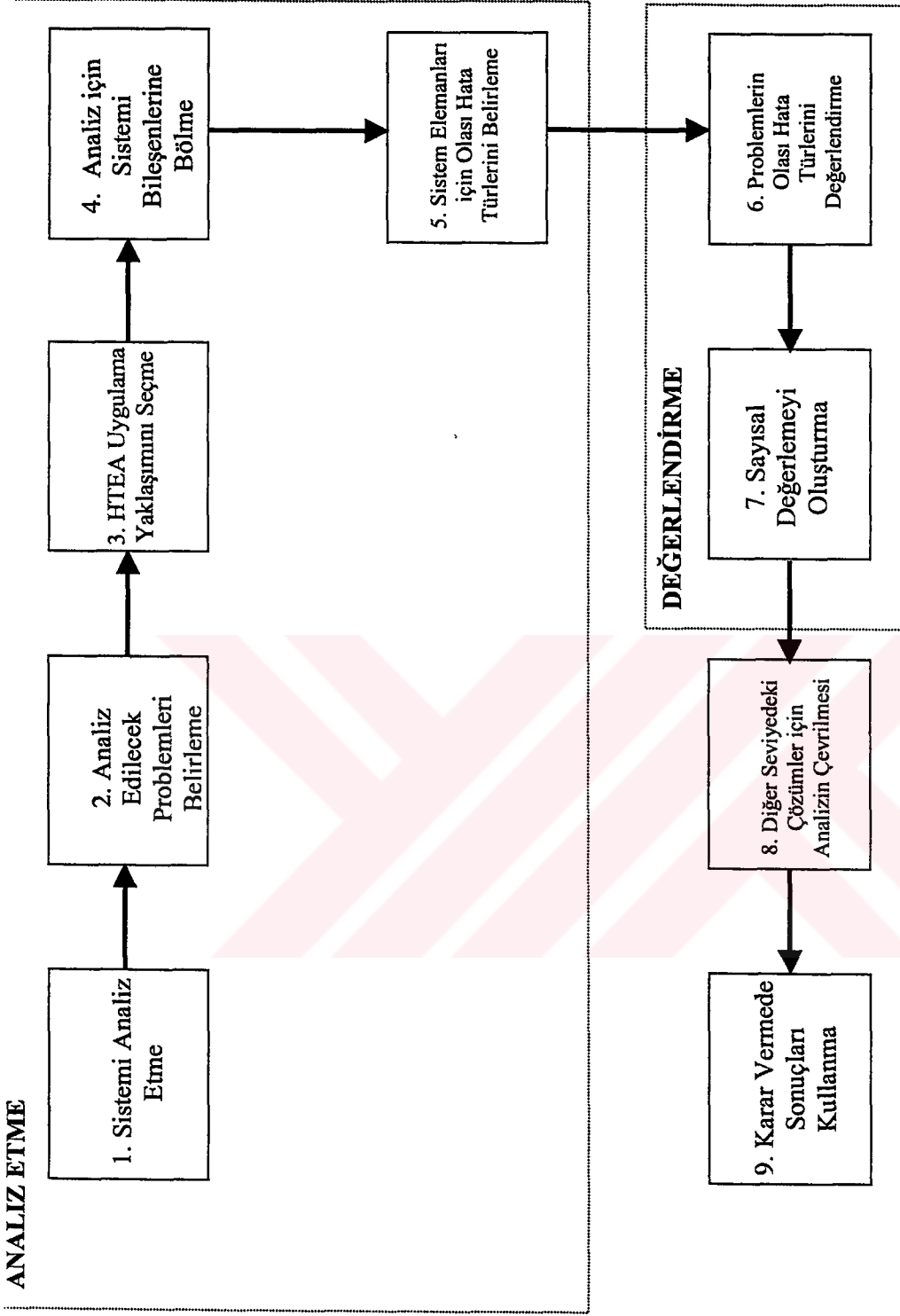
Tasarım ve Proses HTEA Takım üyeleri aşağıda sıralanmıştır (Keser, 1998);

- *Ürün / Hizmet Tasarımcısı*, Ürün veya hizmet ile ilgili malzemelerin seçiminde karar veren, ürünün veya hizmetin bileşenlerini ve karakteristik özelliklerini tanımlayan takım üyesidir,
- *Üretim Mühendisi veya Hizmet Operasyon Çalışanı*, Proses hakkında uzman olup ürün veya hizmetin nasıl oluşturulacağına ve prosesin ne şekilde gerçekleştirileceği konusunda karar verebilen takım üyesidir,
- *Kalite Yöneticisi*, Ölçü aletleri, kontrol ve laboratuvar tekniklerinin yanı sıra organizasyonel beceriler konusunda deneyim sahibi ve ürün veya hizmet güvenilirliği ile kalite yönetim sistemi hakkında bilgi sahibi takım üyesidir,
- *Pazarlama ve Satış Uzmanları*, Ürün veya hizmetin kullanılabileceği yerler ve kullanma koşulları hakkında deneyime sahip olup benzer ürün ve müşteri talepleri/şikayetleri konusunda yeterli veriye sahip takım üyesidir,
- *Satınalma Yetkilisi (Yan sanayi ve partner temsilcisi)*, yan sanayi veya hizmet desteği alınan ürün veya hizmet varsa bu konularda teknik bilgiye sahip takım üyesidir veya yan sanayi veya hizmet desteği alınan firmanın üyesi de olabilir,
- *Olası Diğer Takım Üyeleri*, servis yetkilisi, bakım uzmanı, planlama uzmanı, bilgi işlem uzmanı ve gereksinim duyulan uzman takım üyeleri.

5.3 HTEA Uygulama Süreci

Son kullanıcı olan müşterilere etki eden olası hata türlerini, ürün gerçekleştirme veya hizmet sunmaya yönelik çalışmalar içerisinde belirleyen ve risklerini değerlendiren sistematik yaklaşım HTEA uygulama süreci Şekil 5.2' de gösterilmiştir.

ANALİZ ETME



Şekil 5.2 HTEA uygulama süreci (RBDM, 2000)

5.3.1 Analiz Etme

5.3.1.1 Sistemin Analiz Edilmesi ve Uygulanacak Yaklaşımın Seçimi

1. Sistemi analiz etme aşağıdaki maddeleri içerir (RBDM, 2000);

- Tasarlanmış (Düşünülen) Fonksiyonlar,
- Çalışma Sınırları.

HTEA tekniği, ürün veya sistemler hakkında ayrıntılı bilgiler ister. Sistemi tanımaya yönelik bu çalışmalar da ürün veya hizmet sistemlerinin ancak ayrıntılı analiz edilmeleri ile sağlanır (Sistem HTEA). Bu aşamada, ürün veya sistemin fonksiyonları, çalışma şekli ve üretim şekli belirlenir. Fonksiyonlar, ürün veya sistemlerin ne işe yaradıkları ya da var olma sebepleri ile tanımlanır. Kolaylık sağlamak amacıyla, bilgilerin gösteriminde diyagramlardan da yararlanılabilir (Boran,1996).

Bir HTEA tekniğinin sistemi analizi sırasında bütün sistem geliştirme tekniklerinden ve bunlardan elde edilen bilgilerden yararlanılır. Aynı zamanda, HTEA ' dan elde edilen bilgiler bu tekniklerde kullanılabildiğinden bütünleşik HTEA sağlanmış olur. Test ve değerlendirme, kalite güvencesi, bütünleşik lojistik destek. sistem emniyeti, tasarım ve gelişme alanlarında yapılan çalışmaların her biri HTEA için önemli girdi kaynakları olacaktır (Stamatis,1995). Sistem geliştirme teknikleri ile ilişkileri Şekil 5.3' de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

HTEA çalışma sınırları, şartname, plan, geçmiş dönemde yapılan hata analiz sonuçları. önceki HTEA çalışmaları, akış diyagramları, müşteri şikayetleri, üretim sorunları (fireler, düzeltmeler), üretim ve kontrol planları, garantiler gibi kaynakların yardımıyla açıkça tanımlanmalıdır. Çalışma sınırları iki şekilde belirlenir. Birincisi tasarım veya üretim sürecinin bütün adımları içerir, diğeri ise çalışmaları ilerlemeye bağlı olarak zaman içinde gerçekleştirir (Boran,1996).

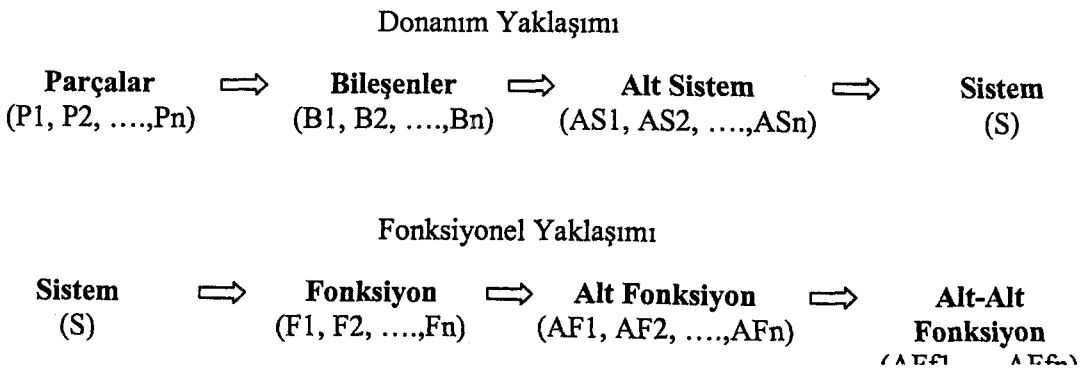
Şekil 5.3 Sistem geliştirme teknikleri (Stamatis, 1995)

Analiz edilecek problemleri belirleme aşağıdaki maddeleri içerir (RBDM,2000);

- Güvenlik Problemleri,
- Çevresel Olaylar,
- Ekonomik Etkiler.

HTEA uygulama yaklaşımını seçme aşağıdaki maddeleri içerir (RBDM,2000);

- Donanım Yaklaşımı (aşağıdan yukarıya),
- Fonksiyonel Yaklaşım (yukarıdan aşağıya),
- İkisinin Birleşimi (melez yapı).



Şekil 5.4 Yaklaşımların şematize edilmesi (RBDM,2000)

5.3.1.2 Olası Hatalar

Sistem bileşenlerine ayrıldıktan sonra olası hata türlerinin tanımlanmalıdır. Hata türü, hatanın gözlenen tarzı (türü)dır. Hatanın oluşma şekli bir fonksiyona bağlı olduğunda, hata türü, bir sistemin fonksiyonlarını yerine getirememesi durumu veya anormal işleyişidir. Daha genel olarak, hata türü yerine getirilememiş bir fonksiyon ve fonksiyonun yerine getirilememesi şeklindedir (Boran,1996). Bir ürün veya hizmet için, hangi durumda olursa olsun, tasarım veya proses yararlarını, performans gereksinimlerini ile müşteri ihtiyaçlarını sağlayamama hususu hata türü olarak tanımlanır (Özay, 1999).

Hata türü, fiziksel özellikler ile tanımlanır. Olası hata türünü belirlerken, hatanın ortaya çıkabileceği fakat oluşmasının gerekmeyeceği kabulü yapılır. Olası hata türü, genellikle hatanın oluşma türü ve sistemin çalışmasındaki etkisinin tanımını içerir (Boran, 1996).

Hata türlerini belirlerken aşağıdaki sorulara cevap aranmalıdır (Stamatis, 1995);

- Tasarımla veya prosesle ilgili olası sorun nedir?
- Parçanın spesifikasyonları karşılayamadığı durumlar nelerdir?
- Öngörülen mühendislik özelliklerini hiç göz önüne almadan, müşterini itiraz edebileceği düşünülen herhangi bir unsur var mıdır?
- Bir sonraki veya daha sonraki operatör neyi kötü olarak değerlendirecektir?
- Son kullanıcı (müşteri) neyi kabul edilmez olarak tanımlayacaktır?

Analizcilerin olası hata türlerini belirlemede yararlanacakları bir yaklaşım, ürün veya sistemin performans, bütünlük, istenildiği zaman kullanıma hazır olma, güvenilirlik, dayanıklılık, faydalı ömür, estetik gibi özelliklerin birkaçına veya hepsine sahip olma durumu önceden belirlendiğinde bunun gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek olabilir. Olması istenen ancak gerçekleşmeyen özellik hatayı gösterecektir (Boran,1996).

Hata türlerini, etkilerini ve sebeplerini belirlemek için aşağıdaki verilerden yararlanılabilir (Stamatis, 1995);

- Müşteri şikayet raporları,
- Test raporları,
- Garanti verileri,
- Güvenilirlik analizi sonuçları,
- Benzer ürün ve sistem bilgileri.
- Benzer ürünler için daha önceden yapılmış HTEA çalışmaları sonuçları,
- Simülasyon çalışmaları sonuçları.

Ortaya çıkabilecek olası hata türleri fonksiyonellikle ve donanımla ilgili olmak üzere iki şekilde belirlenebilir. Donanımla ilgili hata türüne örnek olarak şunlar verilebilir (Breining ve Kunz, 2002);

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - Kırılma | - Renk Uyumsuzluğu |
| - Deforme Olma | - Aşınma |
| - Korozyona Uğrama | - Delinme |
| - Açık devre (elektrik) | - Sıkışma |
| - Kısa devre (elektrik) | - İşlememe |
| - Gürültü | - Titreme |

Hata türlerini belirlerken, hata sebeplerinin listelenmesini takip eden düzeltici faaliyetleri muhakkak gerçekleştirmek gerekmektedir. Tecrübeler ile daha da ileriye doğru gitmek ve oluşma ihtimali az olan hataların oluşması sağlanabilir. Hata sebeplerinin doğruluğunu araştırma, sansür etme ve anında çözüm arama işlemleri yapılmayıp, hata türüne yol açabilecek bütün cisim ve temaslar ile ilgilenilmelidir (Keser, 1998)

5.3.1.3 Olası Hata Etkileri

Hata etkisi, hata türüyle bağlantılıdır. Etki, her bir hata şekliyle neden olunan, sistemin fonksiyonelliğindeki değişikliği gösterir. Olası hata etkisi, hatanın ortaya çıktığı kabul edildiğinde, müşterinin neyin farkında olacağı ile ilgilidir. Kısaca, hata ile karşılaşan müşterinin tepkisini, yani olası hatayla karşılaştığında oluşan sonuçları tanımlar. Buradaki müşteri bir sonraki bölüm yada işlem yapacak kişi veya son kullanıcı olabilir. Uygulamada genellikle müşterinin son kullanıcı olarak seçildiği görülmektedir. Bunun nedeni de ürünün satın alınma miktarının, kullanıcısının memnunluk derecesi ile ilgili olmasıdır. Bunun yanında parçanın bulunduğu grup, sistem, ürün, ara müşteri, yan sanayi, yasalara uygunluk, kullanıcı emniyeti üzerindeki sonuçlar yani etkiler de belirlenebilir (Boran, 1996). Sonuç olarak, bir hatanın etkisi, hata türünün, parçanın bulunduğu grup, müşteri, sistem ve yasalar üzerinde yarattığı sonuçtur (Özay, 1999).

HTEA çalışmalarında, bir hata türünün bir etkisi olduğu varsayılırdı, oysaki bir hata türünün birden fazla etkisi olabildiği bileşke durumlarda mevcuttur (Şekil 5.5) (Kara-Zaitri,1996).

Olası hata etkisi örnekleri aşağıda sıralanmıştır (Breiing ve Kunz, 2002);

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| - Gürültü | - Yanlış işlem |
| - Arızalanmaya yatkınlık | - Kesintili işlem |
| - Tekrar kullanılamama | - Tamir edilemeyen işlem |
| - Kazaya yatkınlık | - Müşteri memnuniyetsizliği |
| - Aşırı çaba isteme | - Kötü görünüş |
| - İmaj kaybı | - Uyumsuzluk |
| - Yaralanma veya ölüm | |

5.3.1.4 Olası Hata Nedenleri

Olası hata türünün oluşmasında etkili olacak unsurlar, neden olarak tanımlanır. Hatanın nedeni, hatanın türünü oluşturabilecek ilk anormalliktir. Hata nedenleri tasarım veya proses esnasında sorunların oluşma gerekçelerini gösterir. Hata nedenlerini ortaya çıkarmak için, “Olası hata türünde sonuçlanabilir işlem değişkenleri nedenleri nelerdir?” sorusuna yanıt aranır (Boran,1996).

Hata nedenlerinin belirlemesinde kullanılan en yaygın yöntem neden-sonuç (balık kılçığı) diyagramıdır. 3M + 1İ (makina, malzeme, metot ve insan, bazen ölçme ve çevre de katılabilir) olarak tanımlanan hata kaynaklarına göre nedenler beyin fırtınası yoluyla belirlenir. Burada grup üyelerinin deneyimlerinden yararlanma söz konusudur (Boran,1996).

Hata nedenlerine örnek olarak şunlar verilebilir (Breiing ve Kunz,2002);

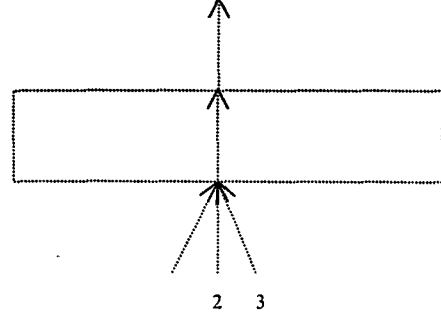
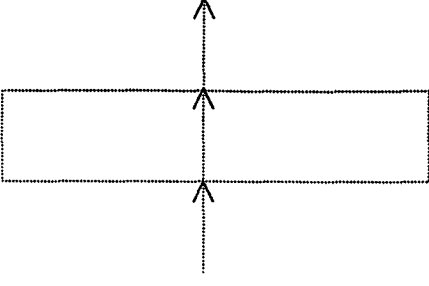
- | | |
|-----------------------------|---|
| - Aşırı yüklenme | - Uygun olmayan tasarım ömür kabulü |
| - Aşırı zorlanma | - Uygun olmayan bakım talimatları |
| - Dengesizlik | - Yanlış tanımlanmış malzeme kalınlıkları |
| - Kötü çevre koşulları | - İş gücünün eğitim yetersizliği |
| -Yanlış tanımlanmış malzeme | - Makina ayarlama hatası |

Hata türü, hata etkisi ve hata nedenleri birbirleriyle olan ilişkilerin belirlenmesi bir çok teknik yardımıyla sağlanmasına rağmen, müşteriye etki edebilme ihtimali olan bir hata türünün nedenini araştırırken bir çok verinin bir araya gelmesi beklenmemeli, sistem bir an önce analiz edilmelidir. Şekil 5.5’ de Hata nedeni—Hata türü—Hata etkisi aralarındaki ilişkiler gösterilmektedir (Kara-Zaitri,1996).

Hata Etkisi

Hata Türü

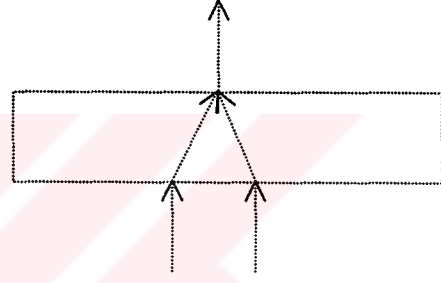
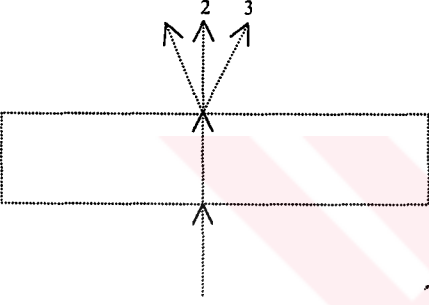
Hata Nedeni



Hata Etkisi

Hata Türü

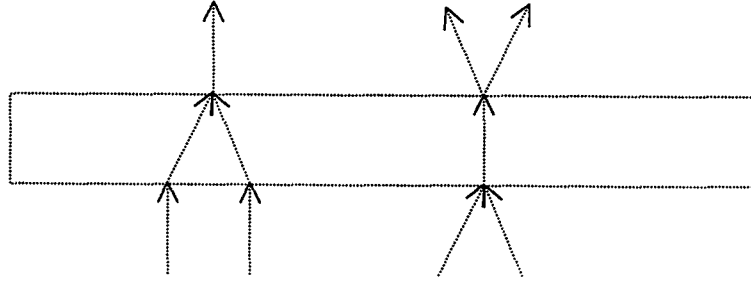
Hata Nedeni



Hata Etkisi

Hata Türü

Hata Nedeni



Şekil 5.5 Hata Nedeni—Hata Türü—Hata Etkileri ilişkileri (Kara-Zaitri, 1996)

5.3.1.5 Hata Tespiti

Ortaya çıktığı kabul edilen, bir hata nedeninin (türünün) müşteriye ulaşmasını önleyen uygulamalara hatanın tespiti denilmektedir. Hata tespit çalışmaları, hatanın müşteriye ulaşmaması için öngörülen bütün önlemleri içerir. Hataların saptanmasında temel yaklaşım kontroldür. Ancak hatalar, sadece kontrol ile bulunamaz. Sistem veya ürünün oluşturulması aşamalarında gerçekleştirilen diğer faaliyetler ile de hatalar fark edilebilir. Örneğin;

- *Tasarım aşamasındaki*, malzeme dayanımlarının hesapları, bitmiş parçalar üzerinde yapılan hesaplamalar, deneyler, ön üretimde yapılan denemeler etkin hata tespit yollarıdır,
- *Sistem veya ürünlerin tanımlanması aşamasında*, benzerleri üzerinde ölçümlendirme, düzenleme, deneme gibi konularda elde edilmiş olan deneyimler yine hataların bulunmasında kullanılır.
- *Üretime alınma aşamasında*, ürünün imalat ölçülerinin hesaplarından, proses yetenek hesaplarından, deneyimlerden hataların bulunmasında yararlanır.
- *İmalat sisteminin kurulması aşamasında*, montajın yapılamaması, operasyon sırasının izlenememesi, talimatlar, ürünün veya imalat yönteminin kontrolü, deneme üretimler, hataların bulunmasını sağlar.

Hata tespitinde yararlanılan bu olanaklar, hata tespit noktalarının her zaman hata kaynağının yakınında olamayacağı, uzağında da yer alabileceğini göstermektedir (Boran,1996).

Hata türü, nedeni ve sonuçlarını belirlemek amacıyla hata tespitinde kullanılan kontrol cihazı gibi araç ve gereçler, kontrol yöntemleri, kontrol sıklıkları gibi bütün ayrıntılar HTEA Çizelgesunda ilgili sütunlarda yer almalıdır. Bir hata türü (nedeni) için öngörülmüş bir hata tespit yöntemi yok ise yine belirtilmelidir. Bu tanımlama “tespit yok” şeklinde yapılır. Bir Hata türü veya nedeni için birden fazla yöntem kullanılıyorsa yine hepsi analiz esnasında tanımlanmalıdır. Böylece, hata tespit yöntemlerinin etkinliği artacak, maliyetler düşecektir (Boran,1996);

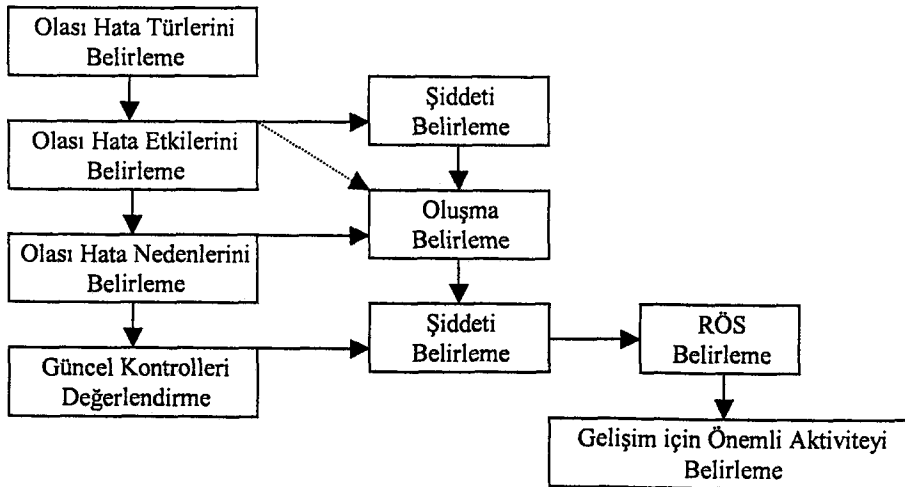
- Hata tespit yönteminin, hatanın olduğu en yakın yere yerleştirilmesini,
- Hata bulunamıyorsa. hata türünü bulabilecek yöntemin uygulamaya alınmasını sağlar.

5.3.2 Değerlendirme

Değerlendirme aşamasının olası hataların kritikliklerine göre sıralama işlemi yapıldığı kritikliği belirleyen ölçüt, kritiklik sayısı veya onun eşdeğeri olan “Risk Öncelik Sayısı- (RÖS)” dır. RÖS, risk faktörlerinin olasılık değerleri kullanılarak hesaplanır. Ancak uygulamada işlem kolaylığı sağlamak amacıyla risk durumu, olasılıksal bir değer yerine sayısal büyüklük olarak ifade edilir. Risk öncelik sayısı adı verilen bu sayı, hata oluşma ve tespit edilebilirlik risk faktörlerinin olasılık ile ve ağırlık risk faktörünün sözel olarak tanımlanan değerlerine belirli aralıkta yer alan sayılar atanıp matematiksel işlem uygulanması sonucu bulunur. Risk öncelik sayısının bir değeri veya anlamı yoktur, sadece hataların kritiklik yönünden göreceli olarak karşılaştırılmasını ve sıralanmasını sağlar (Boran, 1996). Şekil 5.6’ da HTEA uygulama sürecindeki analiz etme ve değerlendirme basamakları arasındaki ilişki gösterilmektedir (Hammett, 1999).

HTEA’ nın amacı bilinen olası hatalar müşteriye ulaşmadan engellemek olduğu için bazı tahminler yapılmalıdır. Değerlendirme esasları Çizelge 5.2’ de gösterilmiştir (Stamatis, 1995). Önceliğin belirlenmesi metodun en önemli noktası olup, bunu sağlayan üç kriter şunlardır (Akın, 1998);

- *Oluşma*, oluşma ve hatanın frekansıdır,
- *Şiddet*, hatanın ciddiyeti, ağırlığı ve etki gücüdür,
- *Tespit Edilebilirlik*, müşteriye ulaşmadan önce fark edilebilirliktir.



Şekil 5.6 HTEA uygulama sürecindeki analiz etme ve değerlendirme basamakları arasındaki ilişki (Hammett, 1999)

Çizelge 5.2 Değerlendirmede kullanılacak yöntemlerin seçim esasları (Stamatis, 1995)

Mevcut Durum	Kullanılacaklar	Yapılacak Seçim
Sistem bilinen bir diğer sisteme benzer veya geçmişe yönelik veriler	Benzer sistemlerin veya geçmişe yönelik veriler: Güvenilirlik verileri, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Sistemin veya benzer sistemlerin geçmişe yönelik veriler	Güvenilirlik, sistem, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon, kümülatif veriler ve / veya hata oranları	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Mevcut sayısal verilerin olmadığı yeni sistemler	Takım yargısı	Subjektif kriterler, takımda konsensüs sağlama
Tasarımı bilinen bir diğer tasarımlarla benzer veya geçmişe yönelik veriler	Benzer tasarımlar veya geçmişe yönelik veriler: Güvenilirlik verileri, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Tasarım veya benzer tasarımların geçmişe yönelik verileri	Güvenilirlik, tasarım, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon, kümülatif veriler ve / veya hata oranları	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Mevcut sayısal verilerin olmadığı yeni tasarımlar	Takım Yargısı	Subjektif kriterler, takımda konsensüs sağlama
Proses, İPK altındadır	İstatistiksel veriler, Güvenilirlik verileri, proses yeteneği, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Proses diğerlerine benzer veya geçmişe yönelik veriler	Geçmişe yönelik ve benzer sistemlerin verileri: Güvenilirlik verileri, proses yeteneği, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Hatalarla ilgili geçmiş veriler	Güvenilirlik , proses , mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyona dayalı geçmişe yönelik veriler	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Proses yeni ve mevcut sayısal hiçbir veri yok	Takım Yargısı	Subjektif kriterler, takımda konsensüs sağlama
Servis İPK altındadır.	İstatistiksel veriler, simlasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Servis diğerlerine benzer veya geçmişe yönelik veriler	Geçmişe dayalı veya benzer sistemlerin istatistiksel verileri: güvenilirlik verileri (kuyruk modeli), proses yeteneği, mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyon	Mevcut veriler ve / veya C_{pk}
Hatalarla ilgili geçmiş veriler	Güvenilirlik , proses , mevcut dağılımlar, matematiksel modellemeler, simülasyona dayalı geçmişe yönelik veriler	Mevcut veriler ve/veya kümülatif hata sayıları
Servis yeni ve mevcut sayısal hiçbir veri yok	Takım Yargısı	Subjektif kriterler, takımda konsensüs sağlama

5.3.2.1 Oluşma (Sıklık-O)

Hatanın oluşma sıklığını gösterir ve her bir olası hata türünün gerçekleşmesi olasılığı ile ilgilidir. Oluşma olasılık değerini belirlemek için iki farklı yaklaşım vardır. Birincisi, bir hata türü veya nedeni için oluşma olasılık değerini belirlemektedir. Diğerinde ise olasılık değeri hata nedeni ile onun sonucunda çıkan hata türü ilişkilendirilmesi ile bulunur. Neden oluşursa, hata türünün de oluşacağı alınır. Bu durumda olasılık değeri, hata nedeni oluşma olasılığı P_1 ile hata nedeni oluştuğundan sonra hata türüne yol açması koşulu olasılığı $P_{2/1}$ ' in çarpımı ile bulunur (Boran, 1996).

Hatanın oluşma olasılığının belirlenmesinde proses yetenek göstergesi C_{pk} ' da kullanılabilir. Bu durumda C_{pk} değeri büyüdükçe hatanın ortaya çıkma olasılığı küçülecektir.

Bir diğer yöntemde HTEA Takımınca olasılıkların tahmin edilmesidir. Bu tahminler sırasında, hatanın ve sebebin ürün müşteriye ulaşmadan çıkmamış olacağı kabul edilir. Derecelendirme 1 ile 10 arasında yapılmaktadır (Usuş, 2002).

Çizelge 5.3 Hata oluşması puanlama kriterleri [5]

Oluşma	Oluşma Olasılığı	C_{pk}	Oluşma Değerleri (O)
<i>Çok Düşük:</i> Hatanın oluşması olası değil	0-1/100000	$C_{pk} \geq 1,67$	1
<i>Düşük:</i> Nispeten birkaç hata	1/100000- 1/10000	$C_{pk} \geq 1,30$	2
<i>Düşük:</i> Nispeten birkaç hata	1/10000-5/10000	$C_{pk} \geq 1,20$	3
<i>Orta:</i> Ara sıra meydana gelen hata	5/10000-1/1000	$C_{pk} \geq 1,10$	4
<i>Orta:</i> Ara sıra meydana gelen hata	1/1000-1/400	$C_{pk} \geq 1,00$	5
<i>Orta:</i> Ara sıra meydana gelen hata	1/400-1/40	$C_{pk} \geq 0,94$	6
<i>Yüksek:</i> Tekrarlı hata	1/40-1/20	$C_{pk} \geq 0,86$	7
<i>Yüksek:</i> Tekrarlı hata	1/20-1/8	$C_{pk} \geq 0,78$	8
<i>Çok Yüksek:</i> Hata hemen hemen kaçınılmazdır	1/8-1/2	$C_{pk} \geq 0,55$	9
<i>Çok Yüksek:</i> Hata hemen hemen kaçınılmazdır	½-1	$C_{pk} \geq 0,55$	10

5.3.2.2 Şiddet (Ağırlık-Ş)

Şiddet ile müşteriye yansıyan olası hata sonuçlarının düzeyi değerlendirilir. Hata şiddeti etkiye karşılık gelir ve aralarında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Hatanın etki düzeyi arttıkça ağırlık da artar (Boran, 1996). Hata şiddeti, hatanın müşteri üzerinde etkisinin önem derecesidir (Akın, 1998).

Çizelge 5.4. Hata şiddeti puanlama kriterleri [5]

Şiddet Sınıfları	Açıklama	Şiddet Değeri (Ş)
Etkisi yok	Ürün performansı ve proses üzerinde hiçbir etkisi yok.	1
Çok önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde çok önemsiz etki, hata müşteriler tarafından fark edilemez.	2
Önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde önemsiz etki, hata müşteriler tarafından fark edilemez.	3
Küçük	Ürün performansı veya proses üzerinde küçük etki, hata müşteriler tarafından fark edilir ve ürün kullanımında bazı rahatsızlıklar yaşanır.	4
Orta	Ürün performansı veya proses üzerinde orta şiddette etki. Müşteri ürünün kullanımında bazı rahatsızlıklar duyar. Kolaylık / rahatlık sağlayan bazı parçalar düşük performans ile çalışır.	5
Önemli	Parçanın yeniden işlenmesi / onarılmasına neden olur. Ürün performansı düşüktür. Ürün çalışmaktadır fakat kolaylık / rahatlık sağlayan bazı parçalar çalışmaz. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.	6
Büyük	Ürün / Proses üzerinde büyük etki. Ürün kullanılamaz. Üretimin ayıklanması ve bir bölümünün (%100' den az) hurdaya ayrılması gerekir. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.	7
Çok büyük	Üretimin tümü hurdaya ayrılabilir. Ürün kullanılmaz hale gelip temel fonksiyonlarını kaybeder. Müşteri büyük hoşnutsuzluk duyar.	8
Ciddi	Emniyetle ilgili arıza, yasalar ile uyumsuz bir arıza. Hata bir ikaz meydana gelir.	9
Felaket getirici	Emniyet ile ilgili bir arıza, yasalar ile uyumsuz bir arıza. Hata herhangi bir ikaz olmadan meydana gelir.	10

5.3.2.3 Tespit (T)

Olası hatanın, bir sonraki aşamada veya son müşterinin kullanımı esnasında ortaya çıkacağı varsayıldığından, öngörülen tespit önlemlerinden geçmiş olması gerekir. Bu nedenle, tespit ile ilgili olasılık değeri, ortaya çıktığı varsayılan hata nedeninin ya da şeklinin müşteriye ulaşabilme olasılığı olarak tanımlanır. Bazı işletmelerin bu olasılık değerini, hatanın müşteriye ulaşmama olasılığı olarak aldığı görülmektedir. Olasılık değerleri, analiz edilen birimlerin benzerlerinin geçmiş dönem verilerinden, ürün iç denetlemelerinden bulunabilir. Olasılık durumu kestirilemediği durumlarda ona bir değer verebilmek için grup üyelerinin deneyimlerine başvurulur (Boran, 1996).

Derecelendirme (puanlama),hata oluştu düşüncesiyle hareket edilerek, mevcut kontrol olanaklarıyla hata türüne sahip parçanın sevkini önleme olanağına göre belirlenir. Sonuç olarak, ürün veya hizmetin son kullanıcıya ulaşmadan oluşum sürecinde tespit edilebilme olanağı puanlama sistemine yansıtılmıştır (Akin, 1998).

Çizelge 5.5 Hata tespiti puanlama kriterleri [5]

Tespit Durumu	Açıklama	Tespit Değeri (T)
Hemen hemen kesin	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi hemen hemen kesindir.	1
Çok yüksek	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi çok yüksek.	2
Yüksek	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi yüksek.	3
Ortanın üstü	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi ortanın üstündedir.	4
Orta	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi ortadır.	5
Az	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi azdır.	6
Çok az	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi çok azdır.	7
Zor	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi zor.	8
Çok zor	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi çok zor.	9
İmkansız	Kontrollerin hata türünün belirlenmesi tespit etme imkanı yok.	10

5.3.2.4 Risk Öncelik Sayısı (RÖS)

Risk Öncelik Sayısı (RÖS), kritiklik sayısı göstergesidir. RÖS her bir hata türü veya nedeni için “önemlik”. “oluşma” ve “tespit” gibi üç risk faktörü esas alınarak belirlenen sayısal değerdir. RÖS değerinin hesaplanmasında, sözel veya olasılıksal olarak tanımlanan risk faktörlerinin belirli bir sayı aralığında atanan değerleri alınır. RÖS ile her bir hata türü (nedeni) için riskler tanımlandığından en büyük RÖS’ ye sahip olandan başlayarak uzun dönemde ortadan kaldırılması kısa dönemde en aza indirilmesi için alınacak düzeltici önlemler belirlenir (Boran, 1996).

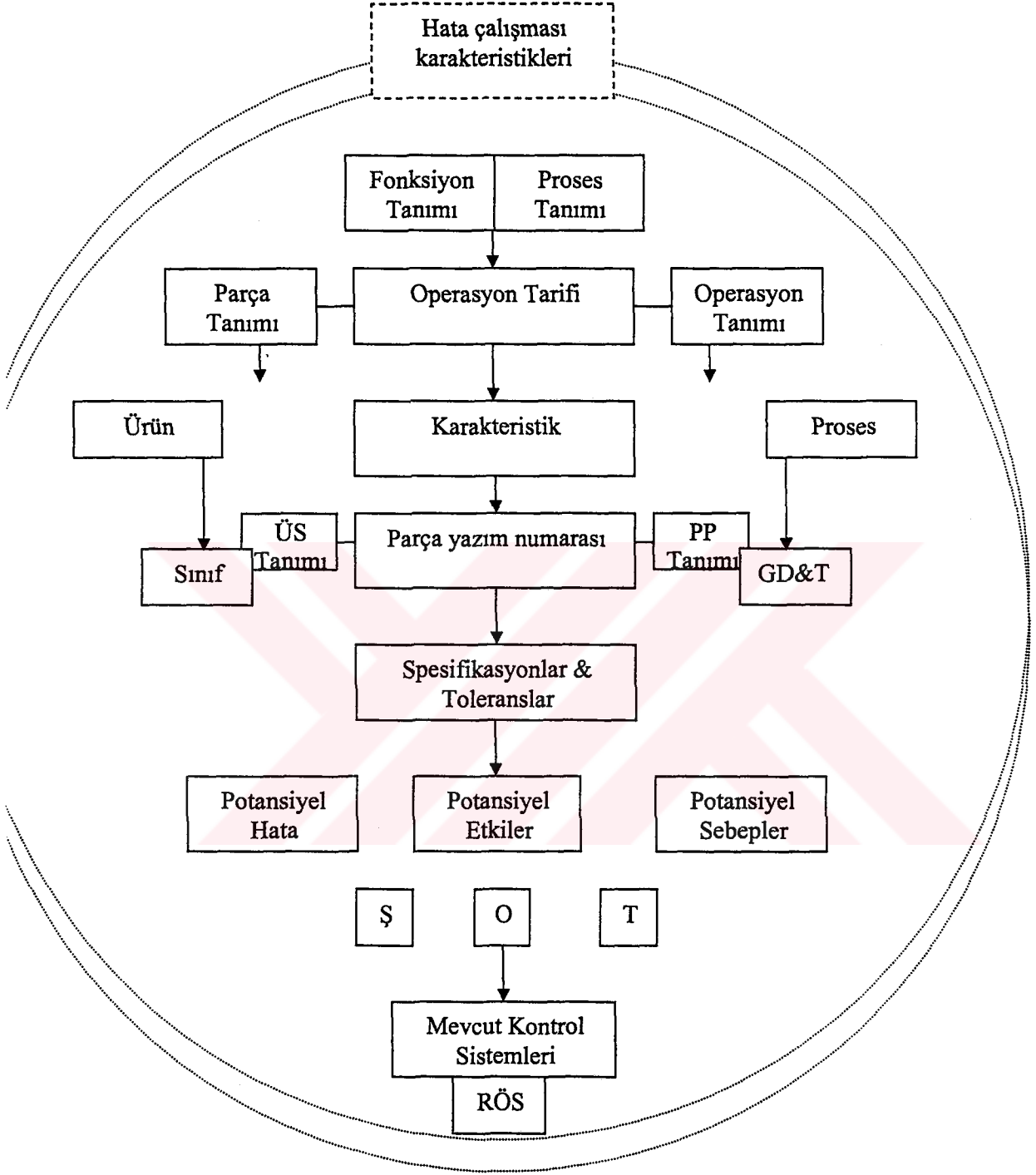
RÖS değerlerin bulunmasında yer alan üç faktörün (Şiddet, Oluşma, Tespit) değerlerinin analizcilerin kişisel yargılarına göre belirlenmesi, risk düzeyine göre önceliklerin belirlenmesinde yeterlidir. Ancak değerlendirmelerin kişi yargıları esas alınarak yapıldığı raporda belirtilmelidir. Kişi deneyim ve yargılarına göre değer ataması yapıldığında aynı düzeyde değerlendirme yapabilmek için tüm değer atama işlemleri belirli bir zaman dilimi içinde tamamlanmalıdır (Boran, 1996).

Risk Öncelik Sayısı (RÖS), Oluşma (O), Şiddet (Ş) ve Tespit (T) değerlerine iki farklı matematiksel işlem uygulanması ile hesaplanır (Usuş, 2002);

- Çarpma işlemi ile $RÖS = O \times \text{Ş} \times T$
- Toplama işlemi ile $RÖS = O + \text{Ş} + T$

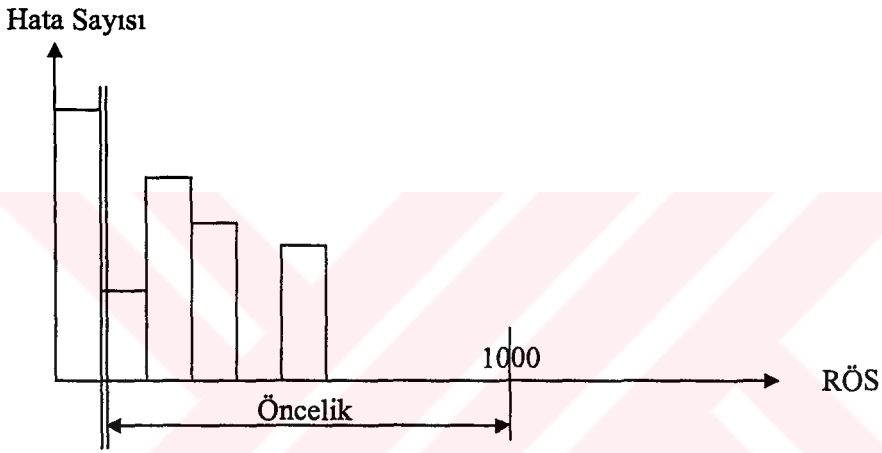
Ancak uygulamada yaygın olarak kullanılan yaklaşım risk faktörleri olan oluşma, şiddet ve tespit değerleri ile çarpma işlemi yardımıyla RÖS’ yi hesaplamaktır. Şekil 5.7’ de RÖS’ ün hesaplama süreci gösterilmektedir.

Bu katsayı, hataların önemini ve düzeltici önemlerin önceliğini belirlediğinden dolayı katsayının büyük hesaplandığında iyileştirme faaliyetleri bir an önce başlatılmalıdır.



Şekil 5.7 RÖS hesaplanması (Werwega, 2002)

Analizi yapılan ürün veya sistemin öngörülen kalitesi hakkında genel bir fikir edinmek için RÖS'lerden yararlanılır. RÖS değerlendirmede Şekil 5.8' de gösterilmekte olan bir histogramdan yararlanılması kolaylık sağlar. Ayrıca gerçekleştirecek iyileştirme çalışmalarının izlenmesi de kolaylaşır. Histogramda RÖS değerine göre sınıflandırma yatay ekseninde, sınıf aralıklarına karşılık gelen hata sayıları dikey ekseninde yer alır. Histogram üzerindeki çift çizgi ile gösterilen eşik değerin sağ tarafında kalan hatalar en fazla risk taşıdığı için öncelikle ele alınması gerekir. Alınacak önlemler ile bu tür hataların RÖS'leri eşik değerin altına çekilmeye çalışılır (Boran, 1996).



Şekil 5.8 Hata değerlendirme histogramı (Boran, 1996)

Küçük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak sınıflandırılan risk esas alındığında, RÖS'lerin bir niteliksel değerlendirmesi şu şekilde yapılabilir (Yılmaz, 1997).

- Riskin küçük olduğu durumda düzeltici faaliyete gerek yoktur,
- Risk büyüklüğü orta olduğu durumda, bazı düzeltici önlemlerin alınması gerekebilir,
- Riski yüksek olduğu durumda, düzeltici önlemler alınmalıdır,
- Riskin çok yüksek olduğu durumda, mutlaka düzeltici önlemler alınmalıdır. Gerekirse ürün veya sistem tasarımı, proses üzerinde değişiklikler yapılmalıdır.

RÖS değerlerine göre düzeltici önlem alma kararları ise (Usuğ, 2002):

- $RÖS < 40$ ise önlem almaya gerek yoktur,
- $40 \leq RÖS \leq 100$ önlem alınmasında fayda vardır,
- $RÖS > 100$ ise mutlaka önlem alınması gerekir.

Aşağıdaki örnekte bazı uç noktalar ele alınarak verilen kararlar gösterilmiştir. (Stamatis, 1995);

Çizelge 5.6 Uç noktalar

Oluşma	Şiddet	Tespit	
1	1	1	İdeal durum (hedef) Faaliyet gereksiz
1	1	10	Durum Hakimiyeti Faaliyet gereksiz
1	10	1	Hatalar kullanıcıya ulaşmıyor Faaliyet gereksiz
1	10	10	Hatalar müşteriye ulaşıyor Alınmalı
10	1	1	Sık hatalar, saptanıyor, maliyet yüksek Alınmalı
10	1	10	Sık hatalar, müşteriye ulaşıyor Alınmalı
10	10	1	Çok ağır ve sık hatalar, müşteriye ulaşmıyor Alınmalı
10	10	10	Çok büyük problem Acil Önlem

Aynı RÖS değerine sahip iki veya daha fazla hata varsa, öncelikle ağırlığı ve sonrada tespit değeri yüksek olan hata ele alınmalıdır. Ağırlığı yüksek olan hatalar önceliklidir çünkü bu değer hatanın etkisini göstermektedir. Tespit oluşma değerinden daha önemlidir. Burada söz konusu olan hatanın müşteriye ulaşmasıdır. Müşteriye ulaşan hatalara, sık oluşan hatalardan daha öncelikli yaklaşılmalıdır (Boran, 1996).

5.3.3 Sonuçların Değerlendirilmesi

Analiz ve değerlendirme sonuçları belirlendikten sonra bilgiler HTEA Formuna aktarılır. Şekil 5.9' da HTEA Formu gösterilmiştir.

... Sistem

..... Alt Sistem

..... Parça

Parça No

Kilit Takım

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Proses Sorumlusu

Anahtar Tarih

FMEA No

Sayfa No

Hazırlayan

FMEA Tarihi

Rev. Tarihi

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖs	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tanımlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası			
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit

Şekil 5.9 HTEA formu [5]

5.3.3.1 Düzeltici Önlemler

Düzeltici önlemler, olası hata şekillerini veya nedenlerini ortadan kaldırmak veya olumsuz etkilerini minimize edilmesi için tasarım, üretim süreci, malzeme veya üretim yönetimi gibi çeşitli unsurlarda yapılacak değişikliklerdir. Düzeltici önlemleri ile RÖS değerleri aşağıya çekilmeye çalışılır. RÖS değerlerinin küçültülmesi, ağırlık, tespit, oluşma gibi risk faktörlerine atanan değerlerin küçültülmesiyle gerçekleşir (Boran, 1996).

Risk azaltmak için bütün kararların burada alınması gerekmektedir. Sistemin analiz kademelerine inilerek, HTEA analizi ile ilgili kavramların tamamı her birim için özelleştirilmelidir (Keyserling, 2000). RÖS değerini en küçükleme çalışmalarında, aşırı çabalar, aşırı maliyetler getireceğinden maliyet hedefi göz önünde bulundurulmalıdır.

Düzeltici faaliyet çalışmaları sonrasında RÖS değerleri aynı kriterlere göre baştan hesaplanmalı ve minumuma çekilmeye çalışılmalıdır.

Tasarım HTEA risk değerlendirmesini etkileyen tipik örnek düzeltici faaliyet Çizelge 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.7 Tasarım HTEA düzeltici faaliyetleri (Stamatis, 1995)

Düzeltici Faaliyet	Oluşma	Şiddet	Tespit
Ürünün yeniden tasarımı	E	E	E
Mevcut kontrolün geliştirilmesi	H	H	E
Parça malzemelerinin değiştirilmesi	E	H	E
Uygulamayı değiştirme	E	E	E
Konu ile ilgili çevre koşullarını değiştirme	E	E	E
Güvenilirlik programları geliştirme	E	H	E
HTEA programı uygulama	H	H	E
İPK programları uygulama	E	E	E
Kalite planı geliştirme	H	H	H
E= Evet H=Hayır	H	H	H

Proses HTEA risk değerlendirmesini etkileyen tipik örnek düzeltici faaliyetler izelge 5.8’ de verilmiştir.

Çizelge 5.8 Proses HTEA düzeltici faaliyetleri (Stamatis,1995)

Düzeltici Faaliyet	Oluşma	şiddet	Tespit
Prosesin yeniden tasarımı	E	B	E
Ürünün yeniden tasarımı	B	B	B
Mevcut kontrolün geliştirilmesi	H	H	H
Parça malzemelerinin değiştirilmesi	B	H	B
Uygulamayı değiştirme	H	B	B
Konu ile ilgili evre koşullarını değiştirme	H	B	H
Güvenilirlik programları geliştirme	E	H	E
Çalışanların eğitimini geliştirme	B	H	E
HTEA programı uygulama	E	E	E
İPK programları uygulama	E	H	E
Kalite planı geliştirme	E	H	E
E= Evet B=Belki H=Hayır			

5.3.3.2 İzleme

HTEA tekniğinin bu adımı, öngörülen düzeltici önlemlerin, yeterli etkinlikte uygulanmaya alınıp alınmadıklarının doğrulanması ve yeni sonuçların incelenmesi ve değerlendirilmesi aşamasıdır. Düzeltici önlemlerin devreye alınması açısından büyük önem taşır. Bu aşamada kritik RS değerleri ortadan kaldırmıncaya kadar çözümler incelenir ve değerlendirilir (Usuğ,2002).

5.3.3.3 Doğrulama

Her şey yolunda gidiyor diyebilmek için gerçekleştirilmesi gereken analizin en son aşamasıdır. Doğrulamada amaç, düzeltici önlemlerin uygulandığını doğrulamak ve yeni oluşan hataları belirlemektir. Doğrulamada amaç, Ürünün üretimine geçilmeden önce düzeltici önlemlerin uygulanmasının doğrulanması ve sistemin, zaman içinde değişime uğramadığının doğrulanmasıdır. Ayrıca uygulamaya alınan önlemlerin, öngörülen önlemler ile uyum gösterip göstermediklerinin doğrulanması da yapılabilir (Yılmaz,1997).



6. UYGULAMA

Otomotiv sektörü başta olmak üzere tüm sektörlerde hataların önlenmesine yönelik olarak kullanılan HTEA, QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000 ve diğer Kalite Yönetim Sistemleri dahilinde zorunluluk haline gelmiştir.

6.1 İşletmenin Tanıtımı

HTEA projesini gerçekleştirdiğimiz işletme olan ELİS Elektrik ve Elektronik San. ve Tic. A.Ş., 1993 yılında ELİS Elektrik San. ve Tic. Ltd. Şti. unvanıyla Bayrampaşa' da kurulmuştur. 1999 yılında nevi değişikliğine giderek şimdiki unvanını alan işletme, Güneşli' de 8.000 m² kapalı alan içerisinde yaklaşık 100 çalışanı, geniş ve teknolojisi yeni makine parkı birlikteliğiyle imalatına devam etmektedir. Çalışma hayatının 20. yılını kutlayan işletme, kablo kanalı imalatına sırasıyla elektrik panoları, 19" rack kabin sistemleri, döşeme altı kanal sistemleri ve endüstriyel alan donanım çözümleri imalatlarını ekleyerek sektöründe ilk üç içerisine girmiştir. Yurt içi satışlarının yanı sıra üretimlerinin %20' si yurt dışı satmakta olan işletme, ürünlerinde ve servislerinde kaliteye önem vermiş olup ISO 9001:2000 belgeli bir kuruluştur. Özellikle, AR—GE çalışmalarına çalışanların bakış açısı destekleyici ve katılımcı olmuştur. Grup şirketleri sayesinde sektör içerisinde uzmanlaşma sağlamışlardır. Aşağıda grup şirketleri listelenmiştir;

- ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş. (1983),
- ELİS Endüstriyel Mamuller İç ve Dış Ticaret Ltd. Şti.(1999),
- Özgür Ulaş Saç Kablo Kanalı Üretim ve Pazarlama Ltd. Şti. (1991),
- E.P.T. Elektrik İnşaat Taahhüt San. Tic. Ltd. Şti. (2003),

6.2 Proses Tanıtımı

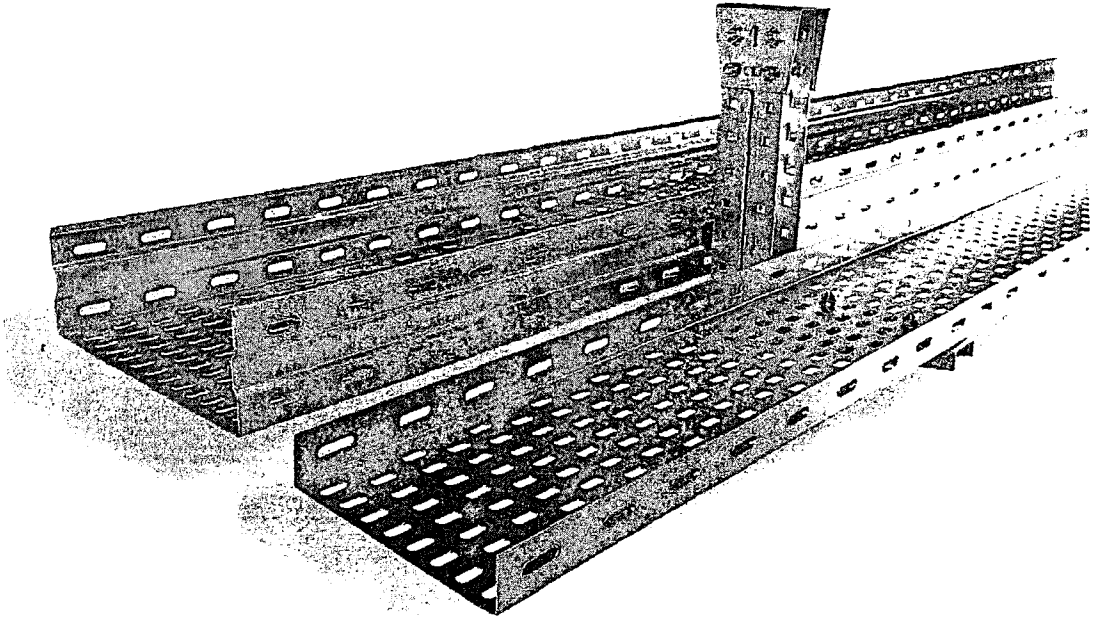
6.2.1 Metal Kablo Kanalı

Çalışmamıza konu olan ürün Metal Kablo Kanalıdır (Şekil 6.1, 6.2). Kablo kanalları, kablolar için optimum korumayı, kolay kablo döşemeyi ve kabloların düzenli olmasını sağlar. Kabloların fazla ısınmasından oluşan kayıp ve hatalarını yeterli ısı boşaltımı sağlayarak

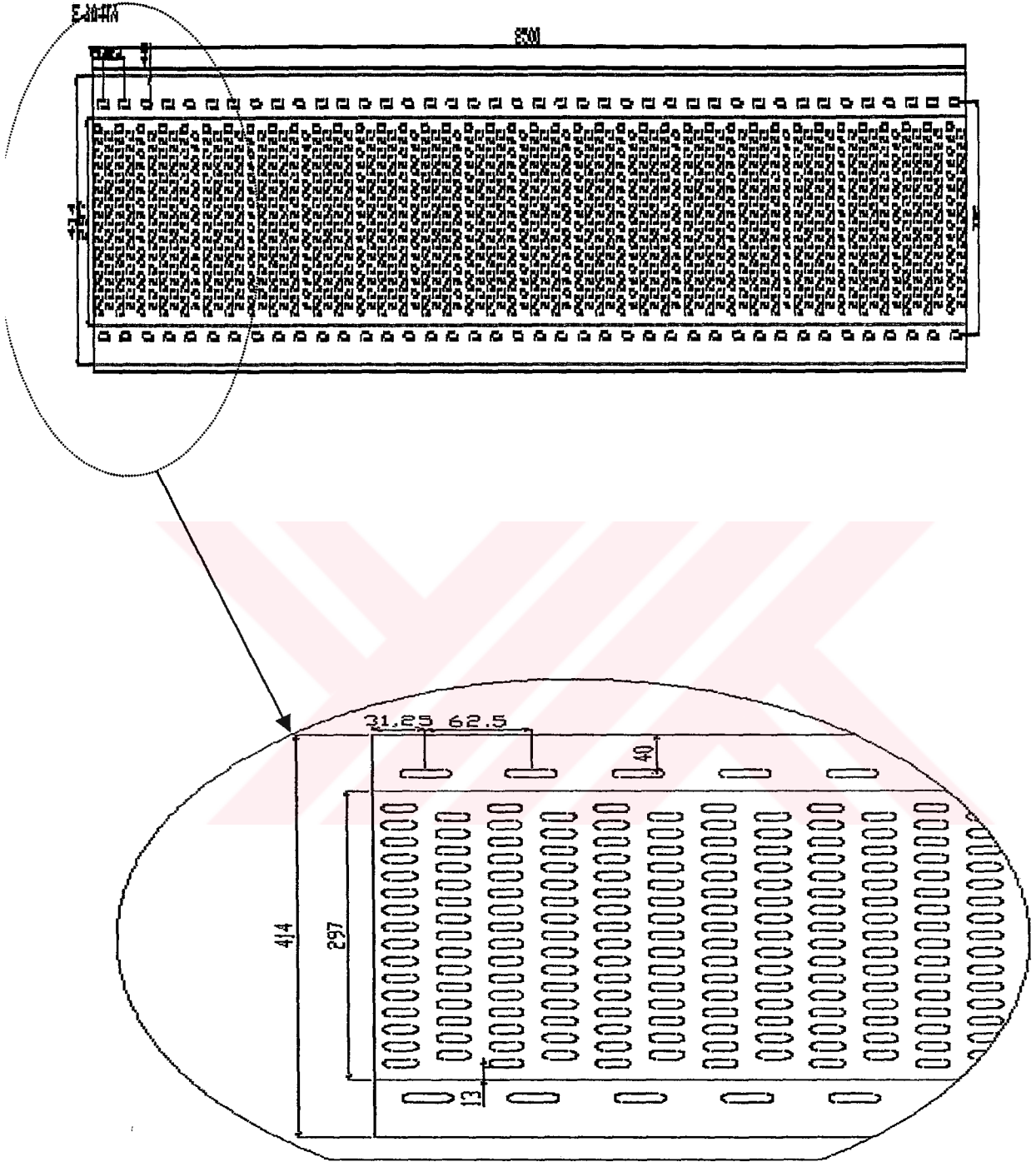
(perfore) önüne geçer. Kablo kanalının boyutu, sac kalınlığı, ve diğer özelliklerini belirleyen ana etmen kullanılacak kablonun çapıdır, bu çap ölçülerine göre eşdeğer kablo kanalı seçimi yapılır.

Metal kablo kanalları, kullanılacağı harici veya dahili ortamlara göre yüzey korumaları yapılmaktadır. Çevre koşullarına göre en uygun yüzey koruma yöntemi belirlenmeli ve bu karara göre kablo kanalının kaplanma işlemi gerçekleştirilmelidir. Aşağıda kablo kanallarının yüzey koruma yöntemlerinden kısaca bahsedilmiştir.

- *Sıcak Daldırma Galvaniz*, deniz suyu içerisinde 10-15 yıl, ağır endüstriyel koşullarda 15-20 yıl, normal atmosferik koşullarda 40 yıl süresince herhangi bir bakım gerektirmeyen, kablo kanallarının ergitilmiş çinko havuzuna daldırılarak çinko kaplama elde edilen yüzey koruma yöntemidir (Çinko miktarı: 122gr/m²—300gr/m²),
- *Elektro Galvaniz Kaplama*, yağlama özelliği ve çinko kaplamanın homojen dağılımı sayesinde korozyona karşı dayanım sağlayan, kaplama sonrası form verilebilen, kaynak yapılabilen yüzey koruma yöntemidir (Çinko miktarı: 18gr/m²—54gr/m²),
- *Pre—Galvaniz Kaplama*, kuru iç mekanlarda korozyona karşı etkin koruma sağlayan özellikle kesim yerlerinden sacın çürümesini engelleyen yüzey koruma yöntemidir.
- *Elektrostatik Toz Boya*, metallerin ve toz boya materyalinin bir manyetik ortam içerisinde farklı elektrikle yüklenmeleri, bunun sonucunda toz materyalin mıknatıs etkisiyle metal yüzeyi kaplaması esasına dayanan bir yüzey koruma yöntemidir.



Şekil 6.1 Kablo kanalı



Şekil 6.2 Kablo kanalı teknik resimleri

6.2.2 Kablo Kanalı İmalatı

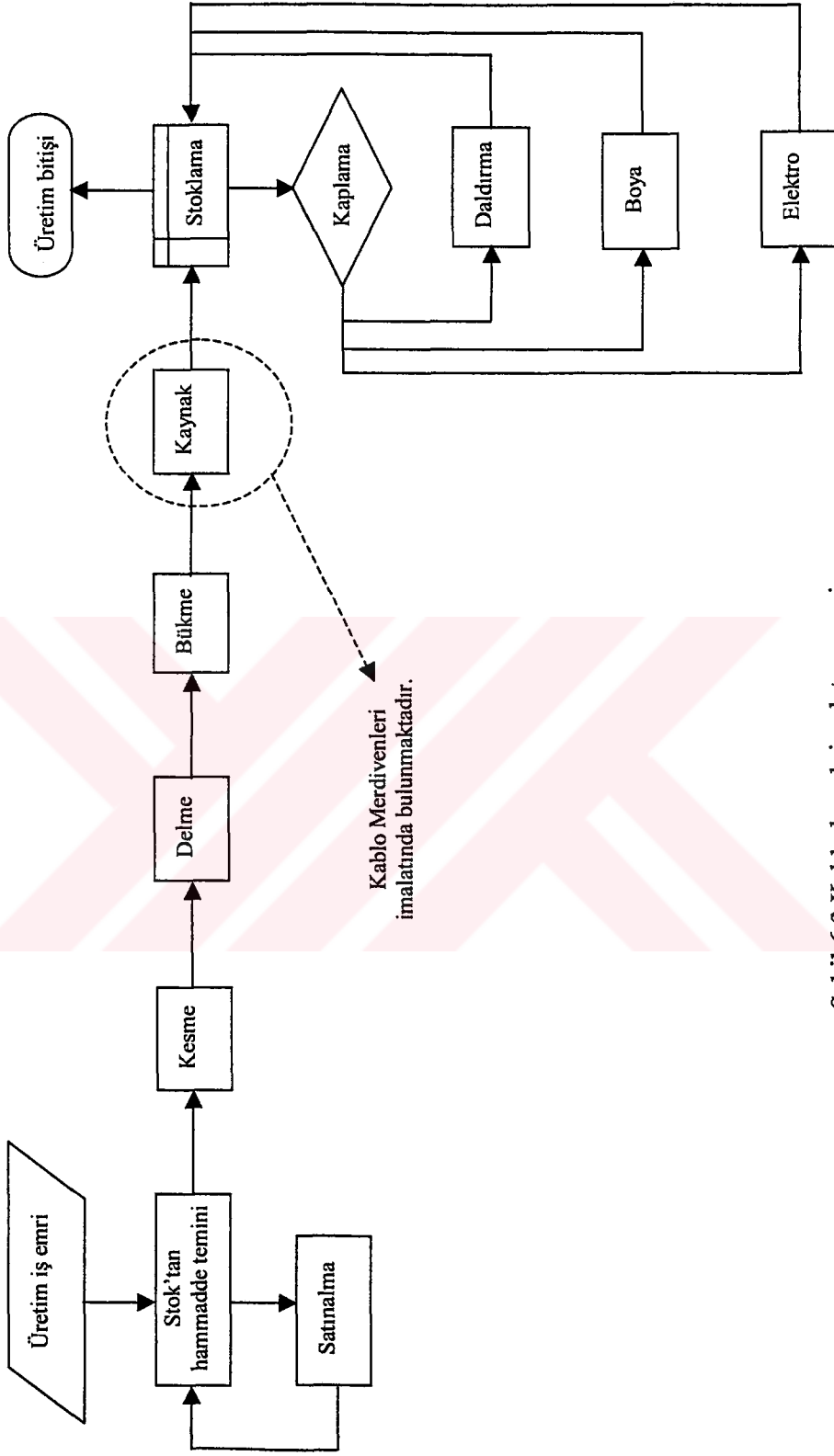
Hammaddesi soğuk haddelenmiş sac olan kablo kanalının imalat prosesi Şekil 6.3' de gösterilmiştir. Plaka halindeki saclar üretilcek kablo kanalı boyutlarına göre giyotin tezgahında bant kesme işlemine tabii tutulur (Kesme İşlemi). 50mm-300mm kablo kanal genişliğine arası 2 işçi, daha geniş ölçülerde 4 işçi ile yapılan bu işlemde dikkat edilmesi gereken anahtar işlem seri bant kesim öncesinde tezgah ayarlamasıdır. Çelik cetvel yardımıyla tezgahın ayarlanması gerçekleştirilmekte olup belirli aralıklarda ölçü kaçıklığının olup olmadığı kontrol edilmektedir. Kesme işleminde dikkat edilmesi gereken diğer bir hususta sac kalınlığına uygun giyotin kullanılmalıdır. Bant kesimi yapılmış olan saca “siyah kablo kanalı” denilmektedir.

Bant halindeki siyah kablo kanalları preslerde delik delme işlemine tabii tutulur (Delme İşlemi). 50mm-300mm kablo kanal genişliğine arası 1 işçi, daha geniş ölçülerde 2 işçi ile yapılan bu işlemde kalıbın pres tezgahına bağlanması ve hatve ayarlaması büyük önem taşımaktadır.

Delik delme işlemi bitmiş yarı mamuller istiflenilerek abkant tezgahına kenar büküm işlemine tabii tutulurlar (Büküm İşlemi). 50mm-300mm kablo kanal genişliğine arası 2 işçi, daha geniş ölçülerde 4 işçi ile yapılan bu işlemde eksen ayarlaması büyük önem taşımaktadır. Ağır hizmet tipi denilen kablo kanallarında mukavemeti artırıcı etki sağlaması amacıyla büküm işleminden önce yine abkant tezgahında form verme işlemine tabii tutulurlar.

Büküm işlemi tamamlanmış siyah kablo kanalları kaplama cinsine göre ilgili yüzey koruma tesisine götürülür ve yine kaplama özelliğine göre gerekli işlemlere tabii tutulur. ELİS Elektrik ve Elektronik San. ve Tic. A.Ş. kaplama işlemlerini fason olarak yaptırmaktadır.

Kaplaması yapılmış mamul haldeki kablo kanallarının paketlenmesi de en az üretim kadar hassasiyet gerektirmektedir. Kablo kanalları kadar imalatı kadar tesisteki montaj işleminde kullanılan diğer sacdan yapılmış ürünlere de kablo kanalı aksesuarları denilmektedir. Özellikle askı sistemleri en önemli aksesuar kısmını oluşturmaktadır.



Şekil 6.3 Kablo kanalı imalatı prosesi

6.3 HTEA Tekniği Uygulaması

AR—GE çalışmalarına önem veren ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.ř., kablo kanal grubu ürün yelpazesini genişletmektedir. Bu nedenle mevcut imalatını gerçekleştirdiği kablo kanallarında modifikasyon yapmayı planlamaktadır. Geliştirilen kablo kanallarının üretim prosesinde meydana gelebilecek (olası) hataların belirlenmesi ve önlenmesi amacıyla HTEA projesini başlatmıştır. Bu proje kapsamında takip eden çalışmalar yapılmıştır.

6.3.1 HTEA Proje Takımı

HTEA proje çalışmasına başlanılmadan önce, HTEA tekniği ve işletmede uygulanabilirliği konusunda st yönetime bilgi verilmiştir. Karmaşık olmayan bir prosese sahip kablo kanalı imalatına tekniğin düşük maliyet, kısa zaman içinde uygulanabileceği aktarılmıştır. st yönetimin onayı alınarak, ürün gerçekleştirme içerisinde rol alan ilgili kişilerde 7 kişilik bir takım oluşturulmuştur. Takım oluşturulurken prosesin her aşamasını kapsamasına azami dikkat edilmiştir. HTEA Takım yeleri izelge 6.1’ de belirtilmiştir;

Çizelge 6.1 HTEA Takımı

Ad Soyad	İşletmedeki Görevi	HTEA Takımındaki Görevi
İsa TUNCEL	Ar-Ge Departmanı Sorumlusu	Takım Lideri
Deniz YALÇIN	Satış Pazarlama Dpt. Sorumlusu	ye
Mirsad MAYIN	Kablo Kanalı İmalat Sorumlusu	ye
Mümtaz DEMİR	Kablo Kanalı Kalite Güvence Sor.	ye
Sami KIRNAPI	Yüzey Koruma Bölüm Sorumlusu	ye
M. zkan KARDAş	Teknik Ressam	ye
nder Sami ATAY	HTEA Proje Sorumlusu	ye

Bir günlük eğitim sürecine tabii tutulan takım yeleri, prosesin analiz edilerek; olası hatalarını, olası hataların sebepleri ve üretim prosesine ve ürüne etkisini, üretim aşamasında olası hataların nasıl kontrol edildiğini tanımlamak ve riski yüksek çıkan olası hatalara karşı nasıl önlem alınacağını belirlemek için bir ay boyunca haftada iki gün (arşamba, Cumartesi) iki’ şer saatlik (10:00;12:00) oturumlarda bir araya gelerek HTEA çalışmasını gerçekleştirmiştir.

6.3.2 Olası Hata Türleri

Uygulama çalışmasının ilk ve ikinci oturumunda geçmiş tecrübelerle dayanılarak beyin fırtınası yöntemiyle aşağıda belirtilen olası hata türleri tanımlanmıştır,

İmalata hazırlık aşamasında ki olası hata türleri aşağıda sıralanmıştır;

- İş emrine göre hatalı kesim ölçülerinin ($a=en$, $b=boy$) hesaplanması,
- İş emrine göre hatalı saç kalınlığının ($s=saç\ kalınlığı$) belirlenmesi,
- İş emrine göre hatalı saç plaka sayısının belirlenmesi,
- Saç kalınlığına göre hatalı giyotin tezgahı belirlenmesi,
- Kablo kanalı özelliğine göre hatalı baskı kuvvetine sahip pres tezgahı belirlenmesi,
- Kablo kanalı özelliğine göre hatalı pres kalıbı belirlenmesi,
- Kablo kanalı boyutlarına göre hatalı abkant tezgahı belirlenmesi,
- Özel imalat ürünlerinde iş emri bilgi eksikliği (kablo kanalı imalat sorumlusuna),
- Özel imalat ürünlerinde yetersiz bilgi aktarımı (ustalara),
- Yapılacak işe uygun olmayan personel tercihi,
- Personel sayısının hatalı belirlenmesi,

Kesme işleminde ki olası hata türleri aşağıda sıralanmıştır;

- Saç deposundan hatalı ölçülerde (a , b) saç alınması,
- Saç deposundan hatalı kalınlıkta saç (s) alınması,
- Saç yüklenirken eksik veya fazla miktarda saç plakasının alınması,
- Girdi kontrol işleminde gözden kaçmış veya depolama sırasında deformeye uğramış saçların imalata alınması,
- Saç kalınlığına göre hatalı giyotin makinesi seçimi,
- İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması,
- İş emrine uygun olmayacak ölçüde saç kesimi,
- İş emrine uygun olmayacak miktarda kesim işleminin yapılması,

- Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması,
- Kesimi biten siyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi,
- Kesimi biten ürünlerin (siyah kablo kanalı) iş emrine uygun olmayan hatalı prese taşınması,

Delme işleminde ki olası hata türleri aşağıda sıralanmıştır;

- İş emrine uygun olmayacak kalıbın prese bağlanması,
- Kalıbın hatalı olarak pres tezgahına bağlanması (hatalı pozisyonlama),
- Olası hatalı hatve ayarlama hatası,
- İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması,
- İş emrine uygun olmayacak özellikte delme işlemi,
- Hatlı hatveye göre delme işlemi,
- Kanal başlangıç ve bitiş noktalarında hatve kaçıklığı,
- İş emrine uygun olmayacak miktarda delme işlemi,
- Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması,
- Delme işlemi biten siyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi,
- Kesimi biten ürünlerin (siyah kablo kanalı) iş emrine uygun olmayan hatalı abkant tezgahına taşınması,

Bükme işleminde ki olası hata türleri aşağıda sıralanmıştır;

- İş emrine uygun olmayacak kalıbın abkant presine bağlanması,
- İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması,
- İş emrine uygun olmayacak özellikte bükme işlemi
- İş emrine uygun olmayacak özellikte olası hatalı eksende bükme işlemi,
- İş emrine uygun olmayacak şekilde eksik bükme işlemi,
- İş emrine uygun olmayacak miktarda bükme işlemi,
- Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması,
- Bükme işlemi biten siyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi,
- Bükme işlemi biten siyah yarı mamullerin uygun olmayan alanda bekletilmesi,

Kaplamaya hazırlık, kaplama, kaplama sonrasında ki olası hata türleri aşağıda sıralanmıştır;

- Siyah yarı mamulleri iş emrine göre uygun olmayacak kaplama işlemine gönderme,
- Kaplama öncesinde siyah yarı mamulü fazla bekletme,
- İş emrine göre uygun olmayacak miktarlarda kaplama işlemine gönderme,
- Olası hatalı istifleme ile kaplama işlemine gönderme,
- Çevre koşullarından korumadan kaplama işlemine gönderme,
- Kaplama işlemi yapılan siyah kablo kanallarını takip edememe,
- Kaplaması biten kablo kanallarını standartlara uygun olmaması,
- Kaplaması biten kablo kalanlarının sipariş miktarına uygun olmaması,
- Kaplaması biten kablo kanallarının olası hatalı istifleme ile sevkiyat deposuna getirme,
- Çevre koşullarından korumadan kaplama işleminden sevkiyat depoya getirme,
- Sevkiyat deposunda olası düzensiz istifleme,
- Siparişe uygun olmayan miktarlarda sevkiyat,
- Siparişe uygun olmayan kablo kanalları sevkiyatı,
- Çevre koşullarından korumadan sevkiyat,

Hata türlerinin tanımlanması çalışmaları sonrasında, kablo kanal imalatına etkilerini belirlendi ve önemlerine göre dokümanlaştırma sağlandı. Olası hataların oluşması, şiddeti ve tespit edilebilmesi puanlamaları yapıldı. Bu derecelendirme sonucunda RÖS hesaplamaları gerçekleştirildi. RÖS göre (risklere göre), olası hataların müşteriye ulaşmamasını sağlayacak düzeltici ve önleyici faaliyetler tartışıldı ve çalışmaların tamamı HTEA formuna aktarıldı.

61 adet olarak tanımlanan hata türlerinin RÖS katsayısı 60 ve üzeri olanlarının özellikle iyileştirilmeye tabii tutulması konusunda takım karar aldı. Toplam 16 adet olan bu hata türlerinin yanı sıra maliyet oluşturmada iyileştirme yapılabilecek diğer hata türleri içinde düzeltici faaliyet kapsamında öneriler geliştirildi. Sonraki sayfalarda uygulamanın HTEA formu üzerindeki tanımlanmaları gösterilmektedir.

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mırsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D.Yalçın, M. Demir, S. Kınapçı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 01
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası				
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	RÖS
Hazırlık	İş emrine göre hatalı kesim ölçülerinin (a=en,b=boy) hesaplanması	Ürün boyutlarının hatalı olmasıyla montaj problemi oluşur.	6	Dikkatsizlik ve yanlış yorumlama	4	Ürünlerin kesim ölçüm Çizelgesuna bakılması	2	48	İş emirlerinin kesim ölçümlerini de içermesi	Bilgi İşlem ve Planlama dpt. (15 iş günü)	Mevcut yazılım çıktısına ekleme	6	3	2	36
Hazırlık	İş emrine göre hatalı saç kalınlığının (s=saç kalınlığı) belirlenmesi	Ürün kaplama esnasında deformasyona uğrar, müşteriye sevk edilemez.	8	Dikkatsizlik	3	Ürünlerin kesim ölçüm Çizelgesuna bakılması	2	48	İş emirlerinin kesim ölçümlerini de içermesi	Bilgi İşlem ve Planlama dpt. (15 iş günü)	Mevcut yazılım çıktısına ekleme	8	2	2	32
Hazırlık	İş emrine göre hatalı saç kalınlığının (s=saç kalınlığı) belirlenmesi	Ürünün fiili maliyeti artış meydana gelir.	4	Dikkatsizlik	3	Ürünlerin kesim ölçüm Çizelgesuna bakılması	2	24	İş emirlerinin kesim ölçümlerini de içermesi	(Bilgi İşlem ve Planlama dpt. (15 iş günü)	Mevcut yazılım çıktısına ekleme	4	2	2	16
Hazırlık	İş emrine göre saç plaka sayısının eksik belirlenmesi	Sipariş miktardan az üretim olur, sevkiyat gecikir.	4	Dikkatsizlik ve yanlış hesaplama	4	Hesaplamının yeniden yapılması	4	64	Plaka ölçüleriyle üretilebilecek ürün hesabı	Planlama dpt. (15 iş günü)	Çizelgeler hazırlandı	4	3	4	48
Hazırlık	İş emrine göre saç plaka sayısının fazla belirlenmesi	Sipariş miktardan fazla üretim olur.	3	Dikkatsizlik ve yanlış hesaplama	4	Hesaplamının yeniden yapılması	4	48	Plaka ölçüleriyle üretilebilecek ürün hesabı	Planlama dpt. (15 iş günü)	Çizelgeler hazırlandı	3	3	4	36
Hazırlık	Saç kalınlığına göre hatalı giyotin tezgahı belirlenmesi	Kanal kenarları deformasyona uğrar.	5	Dikkatsizlik	2	Gözle	3	30							

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mürsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D.Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardeş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003
 HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 02
 Rev. Tarihi :

Proses Aşanası	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası				
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	RÖS
Hazırlık	Kablo kanalı özelliğine göre hatalı baskı kuvvetine sahip pres tezgahı belirlenmesi	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir, kanal delik çeperleri deformasyona uğrar, kablo zedelenmesi oluşur.	6	Dikkatsizlik ve hatalı hesaplama	4	Kalıp ve kalıp özellikleri çizelgesi	2	48	Tezgahların hangi kanal ve kalıplarla çalışabileceği tespiti çalışmaları	Kanal İmalat Bölüm Sorumlusu ve Ar-Ge Departmanı (15 iş günü)	Tezgahlar ile üretilebilecek kanallar eşleştirildi.	6	2	2	24
Hazırlık	Kablo kanalı özelliğine göre hatalı pres kalıbı belirlenmesi	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir, kanal delik çeperleri deformasyona uğrar, kablo zedelenmesi oluşur.	6	Dikkatsizlik ve kalıp listesini incelememe	4	Kalıp ve kalıp özellikleri çizelgesi	2	48	Kalıpları daha fonksiyonel hale getirme, imalathane ile kalıp hane iletişimini belgelendirme	Kanal İmalat Bölüm Sorumlusu, Kalıp hane ve Ar-Ge Departmanı (45 iş günü)	Bir kalıbın birkaç kanalda kullanılması sağlandı ve kalıp isteme belgesi oluşturuldu.	6	2	2	24
Hazırlık	Kablo kanalı boyutlarına göre hatalı abkant tezgahı belirlenmesi	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir, 90° büküm sağlanamaz, montaj problemi oluşur.	6	Dikkatsizlik	2	Büküm işlemi esnasında gönye ile	4	48	Tezgahların hangi kanal ve kalıplarla çalışabileceği tespiti çalışmaları	Kanal İmalat Bölüm Sorumlusu ve Ar-Ge Departmanı (15 iş günü)	Tezgahlar ile üretilebilecek kanallar eşleştirildi.	6	2	2	24
Hazırlık	Özel imalat ürünlerinde iş emri bilgi eksikliği (kablo kanalı imalat sorumlusuna)	Hatalı üretim yapılır.	8	Siparişi eksik alma, iş emrine kaydetmeme	4	Müşteri temsilcisi kontrolü	4	128	Satış departmanı ile teknik ressam ortak çalışması sistemi kurma	Paz. ve Satış Dpt ile Ar-Ge Dpt. (5 iş günü)	Her özel imalat resmedildi, ayrıntılar not düştüldü.	8	2	3	48

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

HTEA No : 01
Sayfa No : 03
Rev. Tarihi :

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
Hedef Tarih : 15.05.2003
HTEA Tarihi : 25.05.2003

Parça : Metal Kablo Kanalı
Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
Parça No : 1000.100.20.15
25.05.2003
Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol Sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası			
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit
Hazırlık	Özel imalat ürünlerinde olası hatalı imalat	Ürünün siparişteki özellikleri yansıtmaz.	7	Ustalara yetersiz bilgi aktarımı	5	Numune ürün	5	175	Özel imalat üretimini ilk ürünlerinin teknik resmine uygunluğuna bakma	Paz. ve Satış Dpt ile Ar-Ge Dpt. (5 iş günü)	Bölüm sorumluları özel imalatla ilgili imalat toplantısı düzenledi.	7	3	3
Hazırlık	Yapılacak işe uygun olmayan personel tercihi	Hatalı üretim yapılır.	8	Yetmiş personel eksikliği ve dikkatsizlik	2	Ustabaşlarının dikkati	2	32						
Hazırlık	Personel sayısının hatalı belirlenmesi	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir.	3	Dikkatsizlik	2	Ustabaşlarının dikkati	2	12						
Kesme	Saç deposundan hatalı ölçülerde (a, b) saç alınması	Standart hurda miktarı artar, fiili maliyet fazlalaşır	4	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	3	Şerit metre	4	48						
Kesme	Saç deposundan hatalı kalınlıkta saç (s) alınması	Ürün kaplama esnasında deformasyona uğrar, müşteriye sevk edilemez.	8	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	3	Mikrometre	4	96	Mikrometre vb ölçüm cihazı kullanımı konusunda eğitim	Kalite Yönetim Bölümü (20 iş günü)	Eğitim programına katıldı ve personel eğitildi	8	2	3
Kesme	Saç deposundan hatalı kalınlıkta saç (s) alınması	Ürünün fiili maliyeti artış meydana gelir.	4	İş emrini incelememe, mikrometre kullanmama ve dikkatsizlik	2	Mikrometre	4	16						

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardeş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003
 HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 04
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tanımlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası				
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	
Kesme	Saç yüklenirken eksik miktarda saç plakasının alınması	Sipariş miktarından az üretim olur.	4	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Üretilen miktarla iş emrini karşılaştırma	3	24							
Kesme	Saç yüklenirken fazla miktarda saç plakasının alınması	Sipariş miktarından fazla üretim olur.	3	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Üretilen miktarla iş emrini karşılaştırma	3	18							
Kesme	Girdi kontrol işleminde gözden kaçmış veya depolama sırasında deformeye uğramış saçların imalata alınması	Kullanılmaz ürün oluşur.	8	Dikkatsizlik	2	Göz ile	3	48							
Kesme	Saç kalınlığına göre hatalı giyotin makinesi kullanılması	Kanal kenarları deformasyona uğrar.	5	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Gözle	3	30							
Kesme	İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması	Ürün boyutlarının hatalı olmasıyla montaj problemi oluşur.	6	Dikkatsizlik ve yetersiz ölçüm	3	Çelik cetvel, Ürünlerin kesim ölçüm Çizelgesuna bakılması	3	54	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Bölüm İmalat sor. ve Kalite yönetim Sorumlusu (15 iş günü)	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenesi yapıldı	6	2	2	24
Kesme	İş emrine uygun olmayacak ölçüde saç kesimi	Ürün boyutlarının hatalı olmasıyla montaj problemi oluşur.	6	Dikkatsizlik ve yetersiz ölçüm	3	Çelik cetvel, şerit metre	3	54	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Bölüm İmalat sor. ve Kalite yönetim Sorumlusu (15 iş günü)	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenesi yapıldı	6	2	2	24

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 05
 Rev. Tarihi :

HTEA Tarihi : 25.05.2003

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası			
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit
Kesme	İş emrine göre eksik miktarda kesim işleminin yapılması	Sipariş miktarından az üretim olur.	4	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Üretilen miktarla iş emrini karşılaştırma	3	24						
Kesme	İş emrine göre fazla miktarda kesim işleminin yapılması	Sipariş miktarından fazla üretim ve gereksiz stok oluşur.	3	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Üretilen miktarla iş emrini karşılaştırma	3	18						
Kesme	Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	3	Yetersiz personel olması	2	Ustabaşlarının dikkati	2	12						
Kesme	Kesimi biten siyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	3	Dikkatsizlik	3	Ustabaşlarının dikkati	2	18						
Kesme	Kesimi biten ürünlerin (siyah kablo kanalı) iş emrine uygun olmayan hatalı prese taşınması	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	3	Dikkatsizlik	2	Ustabaşlarının dikkati	3	18						
Delme	İş emrine uygun olmayacak kalıbın prese bağlanması	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir, kanal delik çeperleri deformasyona uğrar, kablo zedelenmesi oluşur.	6	Kalıpları tanıma konusunda personel yetersizliği ve iş emrini incelememe	3	Kalıp ve kalıp özelliklerini çizelgesi	2	36						

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırnapçı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 06
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Faaliyetler Sonrası			
										Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit
Delme	İş emrine uygun olmayacak kalıbın prese bağlanması	Üretim yavaşlar.	3	Kalıpları tanıma konusunda personel yetersizliği ve iş emrini inceleme	3	Kalıp ve kalıp özellikleri çizelgesi	2	18					
Delme	Kalıbın hatalı olarak pres tezgahına bağlanması (hatalı pozisyonlama)	Ürünün montajında zorluk oluşur.	5	Kalıpları tanıma konusunda personel yetersizliği ve beceri eksikliği	3	Çelik cetvel, ustabaşı incelemesi	5	75	Kalıpların bağlantı noktalarını standart yapma	Aynı cıvata ve standart bağlantı noktaları geliştirildi	5	2	3
Delme	Olası hatalı hatve ayarlama hatası	Kablo ısınması oluşur.	4	İş emrini inceleme ve dikkatsizlik	4	Çelik cetvel, ustabaşı incelemesi	5	100	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenmesi yapıldı	4	3	3
Delme	İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir, kanal delik çeperleri deformasyona uğrar, kablo zedelenmesi oluşur.	6	Tezgah ayarlaması konusunda tecrübesiz personel olması	4	Çelik cetvel, ustabaşı incelemesi	5	120	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenmesi yapıldı ve eğitim düzenlendi	6	3	3
Delme	İş emrine uygun olmayacak özellikte delme işlemi	Üretim yavaşlar, sevkıyat gecikir, kanal delik çeperleri deformasyona uğrar, kablo zedelenmesi oluşur.	6	İş emrini inceleme ve dikkatsizlik	3	Ustabaşı incelemesi	5	90	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenmesi yapıldı ve eğitim düzenlendi	6	3	3

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilitli Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 07
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası				
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	RÖS
Delme	Hatalı hatveye göre delme işlemi	Kablo ısınması oluşur.	4	Tecrübesiz personel ve dikkatsizlik	3	Göz ile	6	72	Dayamaları gözden geçirme ve ölçülendirme	İmalat Bölüm Sor. (20 iş günü)	Dayamalar ayarlandı ve hatve ayağı için cetvel monte edildi	4	3	4	48
Delme	Kanal başlangıç ve bitiş noktalarında hatve kaçıklığı	Kablo montajında kablo kesikliği oluşur.	7	Tecrübesiz personel ve dikkatsizlik	5	Göz ile	6	210	Personel eğitimi, dayama düzeneği, kontrol sıklığını artırma	İmalat Bölüm Sor., Kalite Yönetim Dpt. (30 iş günü)	Personel eğitim programına alındı, gözlemler artırıldı, teşvik verildi	7	3	4	94
Delme	İş emrine uygun olmayacak miktarda delme işlemi	Kablo ısınması oluşur.	3	Tecrübesiz personel ve dikkatsizlik	3	Göz ile	6	54	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Bölüm İmalat sor. ve Kalite yönetim Sorumlusu (25 iş günü)	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlenmesi yapıldı ve eğitim düzenlendi	3	3	3	18
Delme	Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	4	Yetersiz personel olması	2	Ustabaşlarının dikkati	2	16							
Delme	Delme işlemi biten sıyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	4	Dikkatsizlik	3	Ustabaşlarının dikkati	2	24							

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D.Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardeş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 08
 Rev. Tarihi :

HTEA Tarihi : 25.05.2003

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası			
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit
Delme	Kesimi biten ürünlerin (siyah k.k.) iş emrine uygun olmayan hatalı abkant tezg. taşınması	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir.	4	Dikkatsizlik	2	Ustabaşlarının dikkati	2	16						
Bükme	İş emrine uygun olmayacak kalıbın abkant presine bağlanması	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir, 90° büküm sağlanamaz, montaj problemi oluşur.	6	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Kalıp ve kalıp özellikleri çizelgesi	2	24						
Bükme	İş emrine uygun olmayacak şekilde hatalı tezgah ayarlaması	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir, 90° büküm sağlanamaz, montaj problemi oluşur.	6	Tezgah ayarlaması konusunda tecrübesiz personel olması	2	Gönye, Ustabaşı incelemesi	2	24						
Bükme	İş emrine uygun olmayacak özellikte bükme işlemi	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir, 90° büküm sağlanamaz, montaj problemi oluşur.	6	Tecrübesiz personel ve dikkatsizlik	3	Gönye	4	72	Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü	Bölüm İmalat sor. ve Kalite yönetim Sorumlusu (25 iş günü)	Form hazırlanarak kontrol periyot düzenlemesi yapıldı ve eğitim düzenlendi	6	3	3
Bükme	İş emrine uygun olmayacak özellikte olası hatalı eksende bükme işlemi	90° büküm sağlanamaz, montaj problemi oluşur	6	Tecrübesiz personel ve dikkatsizlik	3	Ustabaşı incelemesi	3	54						

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Mirsad Mayın
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırapçı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003
 HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 09
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası	Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	RÖS
Bükme	Bölüm sorumlusunca atanan işçi sayısına uyulmaması	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	4	Yetersiz personel olması	2	Ustabaşlarının dikkati	2	16								
Bükme	Bükme işlemi biten siyah yarı mamullerin hatalı istiflenmesi	Üretim yavaşlar, sevkiyat gecikir.	4	Dikkatsizlik	3	Ustabaşlarının dikkati	2	24								
Bükme	Bükme işlemi biten siyah yarı mamullerin uygun olmayan alanda bekletilmesi	Kaplama öncesi ürün paslanır, üretim yavaşlar.	4	Dikkatsizlik	3	Ustabaşlarının dikkati	2	24								
Kaplama ve sevk	Siyah yarı mamulleri iş emrine göre uygun olmayacak kaplama işlemine gönderme	Hatalı kaplama oluşur, üretim yeniden yapılır	6	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Kaplama sorumlularının incelemesi	3	36								
Kaplama ve sevk	Kaplama öncesinde siyah yarı mamulü fazla bekletme	Kaplama öncesi ürün paslanır, üretim yavaşlar.	4	Dikkatsizlik	2	Kaplama sorumlularının incelemesi	3	24								
Kaplama ve sevk	İş emrine göre uygun olmayacak miktarlarda kaplama işlemine gönderme	Sipariş miktarı sağlanamaz, stok veya eksik üretim olur.	6	İş emrini incelememe ve dikkatsizlik	2	Kaplama sorumlularının incelemesi	3	36								

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

HTEA No : 01
Sayfa No : 10
Rev. Tarihi :

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
Hedef Tarih : 15.05.2003

HTEA Tarihi : 25.05.2003

Parça : Metal Kablo Kanalı
Proses Sorumlusu : Sami Kırmacı
Parça No : 1000.100.20.15
25.05.2003
Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D. Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardeş, Ö.S. Atay

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası			
										Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit RÖS
Kaplama ve sevk	Olası hatalı istifleme ile kaplama işlemine gönderme	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir.	4	Dikkatsizlik, ürünler ve kaplama konusunda eksik tecrübe	4	Kaplama sorumlularının incelemesi	2	32					
Kaplama ve sevk	Çevre koşullarından korumadan kaplama işlemine gönderme	Kaplama öncesi ürün paslanır, üretim yavaşlar.	4	Dikkatsizlik	3	Kaplama sorumlularının incelemesi	2	24					
Kaplama ve sevk	Kaplama işlemi yapılırken sıyah kablo kanallarını takip edememe	Üretim yavaşlar, sevkیات gecikir.	4	Dikkatsizlik, ürünler ve kaplama konusunda eksik tecrübe	4	Kaplama sorumlularının incelemesi	5	80	Yüzey Koruma Sor. ve İ.K. (15 iş günü)	Fason' da devamlı çalışacak personel istihdamı	4	3	36
Kaplama ve sevk	Kaplama işlemi yapılırken sıyah kablo kanallarını takip edememe	Sipariş miktarı sağlanamaz, stok veya eksik üretim olur.	6	Dikkatsizlik, ürünler ve kaplama konusunda eksik tecrübe	4	Kaplama sorumlularının incelemesi	5	120	Yüzey Koruma Sor. ve İ.K. (15 iş günü)	Fason' da devamlı çalışacak personel istihdamı	6	3	54
Kaplama ve sevk	Kaplaması biten kablo kanallarını standartlara uygun olmaması	Ürünün kullanım ömrü kısılır	5	Hatalı kaplama	4	Kalite kontrol, kaplama kalınlığı ölçüm cihazı kull.	4	80	Yüzey Koruma, İmalat Bölüm ve Kalite Yönetim Sor. (25 iş günü)	Ocaklara uygun fason planlaması yapıldı, eğitim düzenlendi	5	3	45
Kaplama ve sevk	Kaplaması biten kablo kanallarının sipariş miktarına uygun olmaması	Sipariş miktarı sağlanamaz, stok veya eksik üretim olur.	6	Kaplama ocaklarında mamul kaybı	4	Sipariş formu	3	72	Yüzey Koruma Sor. ve İ.K. (15 iş günü)	Fason' da devamlı çalışacak personel istihdamı	6	3	54

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Parça : Metal Kablo Kanalı
 Proses Sorumlusu : Sami Kırmacı
 Parça No : 1000.100.20.15
 25.05.2003
 Kilit Takım : İ. Tuncel, M. Mayın, D.Yalçın, M. Demir, S. Kırmacı, M.Ö. Kardaş, Ö.S. Atay

Hazırlayan : Önder Sami ATAY
 Hedef Tarih : 15.05.2003
 HTEA Tarihi : 25.05.2003

HTEA No : 01
 Sayfa No : 11
 Rev. Tarihi :

Proses Aşaması	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkisi	Şiddet	Potansiyel Hatanın Sebepleri	Oluşma	Mevcut Kontrol sistemleri	Tespit	RÖS	Önerilen Faaliyetler	Sorumlular & Planlanan Tamamlanma Tarihi	Faaliyetler Sonrası				
											Yapılan Faaliyetler	Şiddet	Oluşma	Tespit	
Kaplama ve sevk	Kaplama biten kablo kanallarının olası hatalı istifleme ile sevkıyat deposuna getirme	Üründe çarpıklar oluşur.	5	Dikkatsizlik	2	Kaplama sorumlularının incelemesi	2	20							
Kaplama ve sevk	Çevre koşullarından korumadan kaplama işleminden sevkıyat depoya getirme	Kaplamanın dışa vurması meydana gelir.	5	Dikkatsizlik	3	Kaplama sorumlularının incelemesi	3	30							
Kaplama ve sevk	Sevkıyat deposunda olası düzensiz istifleme	Üründe çarpıklar oluşur, müşteriye hatalı ürün sevk edilir	6	Dikkatsizlik	3	Sevkıyat sorumlusunun incelemesi	3	54	Depoyu daha kullanışlı hale getirme	Sevkıyat , Mamul Depo ve Planlama Sorumlusu (40 İş günü)	Depo daha kullanışlı hale getirildi.	6	2	3	36
Kaplama ve sevk	Siparişe uygun olmayan miktarlarda sevkıyat	Sipariş miktarı sağlanamaz.	5	Dikkatsizlik, iş emrini incelememe, eksik üretim	4	Sevkıyat sorumlusunun incelemesi	3	60	Depoyu daha kullanışlı hale getirme	Sevkıyat , Mamul Depo ve Planlama Sorumlusu (40 İş günü)	Depo daha kullanışlı hale getirildi.	5	3	3	45
Kaplama ve sevk	Siparişe uygun olmayan kablo kanalları sevkıyatı,	Kanal montajı gecikir, yeniden sevk yapılır	5	Dikkatsizlik, iş emrini incelememe	3	Sevkıyat sorumlusunun incelemesi	3	45							
Kaplama ve sevk	Çevre koşullarından korumadan sevkıyat	Kaplamanın dışa vurması meydana gelir.	5	Dikkatsizlik	3	Sevkıyat sorumlusunun incelemesi	3	45							

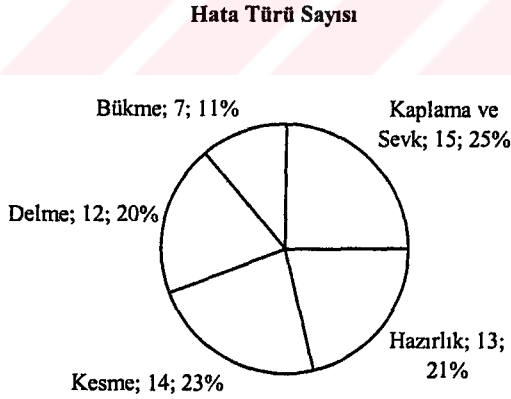
6.4 Uygulamanın Değerlendirilmesi

6.4.1 HTEA Tablosu Analizi İle Değerlendirme

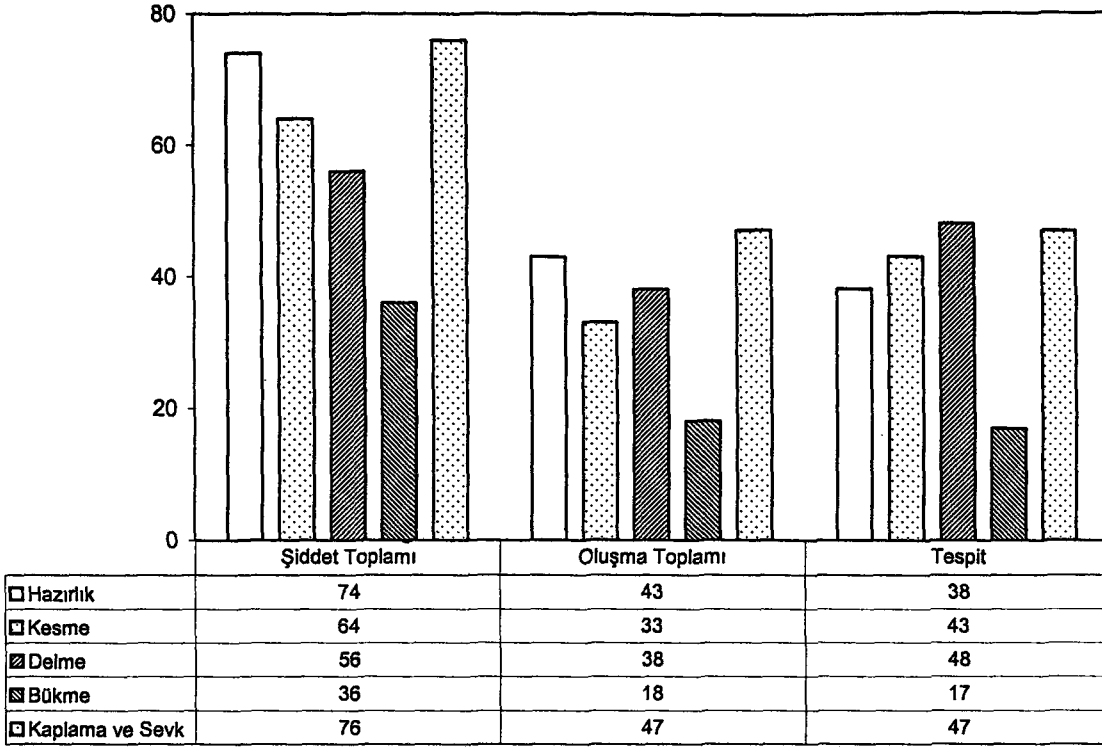
ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş. HTEA projesinde, yeterli bilgiye sahip takım üyeleri çalışma süresince katılımcı bir tutum sergilemesi hem hata türlerinin belirlenmesinde hem de önleyici faaliyetlerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamış, takım üyelerinin projeyi sahiplenmesi diğer çalışanlarında proje ile ilgili çalışmalarda daha belirgin olarak yapma iradelerini ortaya koymalarını sağlamıştır.

Ürün gerçekleştirmede ki üretim prosesinde 61 adet olarak belirlenen hata türü sayısının proses aşamalarındaki dağılımı Şekil 6.4' de gösterilmektedir.

Hatanın şiddeti, ortaya çıkması ve tespitinin proses aşamalarındaki değerleri de Şekil 6.5' de belirtilmiştir.

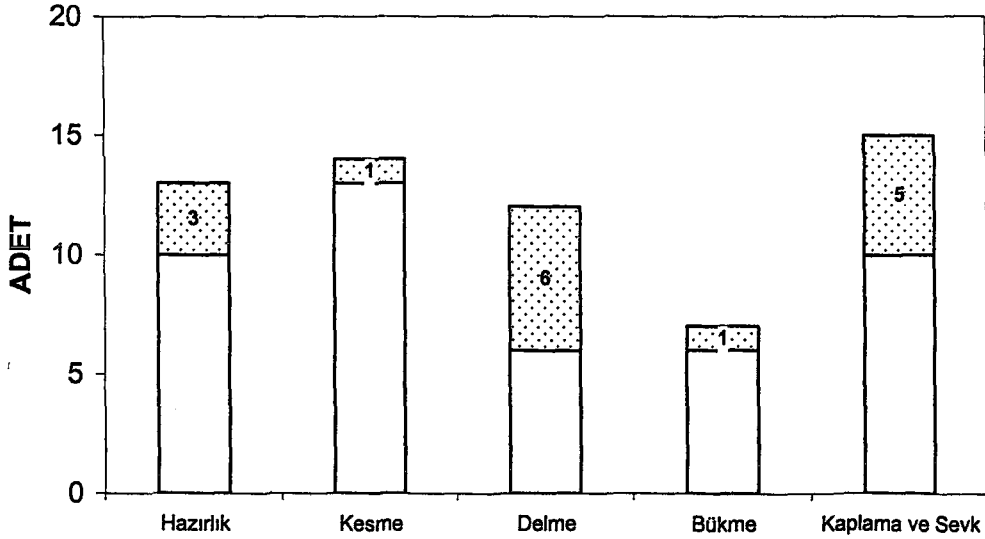


Şekil 6.4 Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre hata türü sayıları



Şekil 6.5 Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre HTEA değerleri

RÖS değerinin hesaplanması sonucunda 60 ve üzeri hesaplanan hata türleri ile zaman ve maliyet açısından işletmeye etki yapmayacak önleyici faaliyetlerle RÖS değeri minimuma çekilebilecek hata türleri için düzenleyici faaliyetler geliştirilmeye çalışıldı. Şekil 6.6' da RÖS değeri 60 üzerinde olan hata türlerinin toplam hata türü içerisindeki miktarı gösterilmektedir.



Şekil 6.6 Metal kablo kanalı üretim aşamalarına göre RÖS değeri 60 ve üzeri olan hata türleri sayısı

61 adet hata türünün %26' sının (16 adet) RÖS değeri 60 ve üzerinde hesaplanmış olup %44' ü (27 adet) için faaliyet önerilmiştir. Önerilen faaliyetler sonucunda %48' lik bir azalma sağlanarak 16 adet olan kritik hataların sayısı 2' ye düşürülmüştür.

Çizelge 6.2 HTEA projesi sonuç değerleri

	Hazırlık	Kesme	Delme	Bükme	Kaplama ve Sevk	Toplam
Toplam Hata Türü Sayısı (adet)	13	14	12	7	15	61
Hatanın Şiddet Puanlama Toplamı	74	64	56	36	76	306
Hatanın Oluşma Puanlama Toplamı	43	33	38	18	47	179
Hatanın Tespit Puanlama Toplamı	38	43	48	17	47	193
RÖS Toplamı	753	478	831	238	758	3058
RÖS 60 ve üzeri Hata Türü Sayısı (Adet)	3	1	6	1	5	16
Toplam Hata Türü Sayısı içerisindeki Payı %	23%	7%	50%	14%	33%	26%
Yeniden RÖS Hesaplanan Hata Türü Sayısı (adet)	10	3	7	1	6	27
Toplam Hata Türü Sayısı içerisindeki Payı %	16%	5%	11%	2%	10%	44%
Öneri Geliştirilen Hata Türlerinin Öneri Öncesi RÖS değerleri	679	204	721	72	466	2142
Öneri Geliştirilen Hata Türlerinin Öneri sonrası RÖS değerleri	351	96	334	54	270	1105
Genel İyileşme Oranı	48%	53%	54%	25%	42%	48%
RÖS 60 ve üzeri Hata Türü Sayısı (Adet)	1	0	1	0	0	2
Hata Türü Sayısına Göre İyileşme Oranı (RÖS 60 üzeri)	90%	100%	86%	100%	100%	93%

Çizelge 6.2' de elde edilen değerler ışığında da belirtilebileceği gibi HTEA çalışması, fayda maksimizasyonu sağlayan, hataları bulma anlayışını tamamiyle değiştirerek hataları önleme felsefesini getiren disiplinler arası bir yaklaşımdır.

6.4.2 Kalite Maliyetleri Analizi İle Değerlendirme

Kalite maliyetleri, düşük kalite nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir ve uygunluk kalitesi ile ilgilidir. Uygunluk kalitesini sağlamak, uygunluk kalitesinden sapmaları önlemek ve ürünleri belirlenen standartlara uygun olarak üretmek amacı ile yürütülen faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan giderler kalite maliyetini oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda kalite maliyetleri, aşağıdaki gibi dört ana başlıkta toplanmıştır (Kaygusuz, 1998) ve ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş.' nde yapılan uygulama bu başlıklar altında değerlendirilmiştir.

- Önleme maliyetleri,
- Değerlendirme maliyetleri,
- İçsel başarısızlık maliyetleri,
- Dışsal başarısızlık maliyetleri.

Metal kablo kanalı bölümünde yapılan çalışmanın işçilik maliyetleri açısından da elde edilen başarı diğer bölümlerin işçilik maliyetleri ile de kıyaslanmıştır. Çizelge 6.3' de bölümlerin saat başına düşen işçilik maliyetleri gösterilmektedir. Burada her bir dönem 3 aylık periyotlar halinde kabul edilmiş olup, kablo kanal bölümünün işçilik maliyetindeki iyileşme gözlenebilmektedir.

Çizelge 6.3 Saat başına işçilik maliyetleri

\$ / saat	2002 1. Dönem	2002 2. Dönem	2002 3. Dönem	2002 4. Dönem
Kablo Kanal	4,87	4,39	3,97	3,92
Pano	4,73	4,64	4,58	4,76
Endüstriyel	5,72	5,52	5,66	5,84
19" Sistemler	4,86	4,77	5,12	4,98

Önleme maliyetleri, belirli standartlara uymamanın neden olduğu olumsuzlukları (hata, arıza ve başarısızlıklar) azaltmaya yönelik faaliyet maliyetleridir. Üretim tasarım maliyetleri, tedarik maliyetleri, kalite planlama maliyetleri, kalite yönetim maliyetleri, kalite eğitim maliyetleri, kalite denetim maliyetleri vb.. gibi kendi içerisinde ayrıma tabii tutulmaktadır. Uygulamada önleme maliyetleri içerine katılabilecek önerilen faaliyetler ve oluşan maliyetleri Çizelge 6.4' de belirtilmektedir.

Çizelge 6.4 Önleme maliyetleri grubundaki faaliyetler ve maliyetleri

Önerilen Faaliyet	Maliyet (\$)
İş emirlerinin düzenlenmesi için gerçekleştirilen yazılım ve eşleştirme faaliyet maliyetleri	800
Plaka ölçülerine göre hazırlanan çizelgelerin oluşturulma maliyeti	400
Tezgahların çalışabileceği en uygun kalıbı ve metal kablo kanallarının üretilebileceği en uygun tezgah tespit çalışmaları maliyeti	550
Kalıpların daha fonksiyonel hale getirilme faaliyetleri	3000
Depolarda yapılan düzenleme çalışmaları	3000
Depo düzenleme çalışmasının bir parçası olarak alınan 2.el forklift	5000

Özellikle depolarda yapılan düzenleme çalışmaları sırasında işletme içerisinde dağınık halde bulunan yarı mamul ve yardımcı malzeme depoları bir araya getirildi, tedarik edilen yardımcı malzeme, ham madde ve yarı mamullerin kabulü birkaç noktadan yapılırken tek bir noktadan yapılması sağlandı, aynı şekilde yarı mamul veya mamul çıkışı ile fasona sevk edilen ve fasondan teslim alma faaliyetleri için çalışan personel sayısı 8 iken bu sayı 4 çekildi (atıl olan personel fasonlarda çalışacak personel olarak tayin edildi ve maliyeti fason firma ile paylaşıldı). Depo düzenleme çalışması sırasında daha önce depo olarak kullanılan alan 450m²' lik alan imalat için kullanılabilir hale getirildi.

Kalıpların daha fonksiyonel hale getirilmesi sayesinde ustalık gerektirmeden herhangi bir kalıp belirlenmiş olan tezgaha rahatlıkla bağlanabilecek hale getirildi. Kalıpların tamamı standart bağlama noktalarına sahip oldu ve her bir kalıbın çalışmadığı durumlarda bekleyeceği raf belirlendi, kalıpların temizliğinin ve bakımını rahatlıkla yapılabileceği düzenekler oluşturuldu.

Değerlendirme maliyetleri, girdi, çıktı ve yarı mamullerin incelenmesi ve test edilmesine yönelik olarak gerçekleştirilen faaliyet maliyetleridir. Ürün tasarım, nitelik ve test maliyetleri, tedarik edilen malzemelere ilişkin kabul testi maliyetleri, ürün gerçekleştirme sürecinin içerisinde ve son aşamasındaki muayene ve test maliyetleri, süreklilik ve kalibrasyon maliyetleri vb.. gibi kendi içerisinde ayrıma tabii tutulmaktadır. Uygulamada değerlendirme maliyetleri içerine katılabilecek önerilen faaliyetler ve oluşan maliyetleri Çizelge 6.5' de belirtilmektedir.

Çizelge 6.5 Değerlendirme maliyetleri grubundaki faaliyetler ve maliyetleri

Önerilen Faaliyet	Maliyet (\$)
Kalibrasyon maliyeti (daha önce kalibre edilmesine gerek duyulmayan bütün ölçüm cihazları kalibrasyonu gerçekleştirildi)	250
Ölçüm cihazlarının kullanımı ile ilgili eğitim düzenleme maliyeti	600
Seri imalat öncesi imalat sorumlusu kontrolü sağlanma maliyeti (aylık)	100
Tüm ölçümler için hatanın tespitini kolaylaştıracak makine düzeneklerinin yeniden düzenleme maliyetleri	1250

Özellikle ölçüm cihazları ile ilgili eğitim üzerinde duruldu kanal bölümünde bulunan 40 personelin tamamı (daha önce ölçüm cihazı kullanmayı bilenlerin sayısı 8 personel ile sınırlı idi) mikrometre, çelik cetvel ve kumpas kullanımı konusunda eğitildi, kaplama kalınlığını ölçüm cihazının kullanılması konusunda da depo personeli eğitime tabii tutuldu. Böylece üretilen ürünlerin boyutsal kontrolleri her işçi tarafından kolaylık ile yapılabilir hale gelmesi ile bu tür hatalar önlenmeye çalışıldı.

Tüm tezgah ve makinelere numarator takılarak üretim miktarının tespiti sırasında harcanan zaman, kalıpların baskı sayısına göre yeniden taşlama işlemi zamanı vb bir çok süre alan faaliyetin önlemleri. Aynı zamanda makine düzenekleri yeniden gözden geçirilmesi ile makinelerin bakım planları yürürlüğe konuldu böylece bağlama zamanları ve makinelerin arızalanma riskinin azaltılmasına çalışıldı.

İçsel başarısızlık maliyetleri, ürün veya hizmetin müşteriye tesliminden önce ortaya çıkan fire, hurda ve yeniden işleme tabii tutmaya yönelik faaliyet maliyetleridir. Tasarım başarısızlık maliyetleri, tedarik edilen ürünlerin red edilme maliyetleri, malzeme inceleme ve düzeltme maliyetleri, yeniden çalışma maliyetleri, hurda maliyetleri vb.. gibi kendi içerisinde ayrıma tabii tutulmaktadır. Uygulamada içsel başarısızlık sonucunda ortaya çıkan üretim rakamları Çizelge 6.6' da belirtilmektedir.

Çizelge 6.6 İçsel başarısızlık miktarlarının karşılaştırılması

	2002 1. Dönem	2002 2. Dönem	2002 3. Dönem	2002 4. Dönem
Üretim Miktarı	450 ton	538 ton	884 ton	686 ton
Yeniden işlem miktarı	12 ton	14 ton	12 ton	8 ton
% olarak yeniden işleme	%2,5	%2,5	%1,4	%1,2
Hurda miktarı	4 ton	3 ton	4 ton	3,2 ton
% olarak hurda	%1	%0,8	%0,5	%0,45
Fire miktarı	4,5 ton	5,9 ton	9 ton	7 ton
DÖF sayısı Kanal Bölümü	4	2	2	1
DÖF sayısı Genel	12	10	10	8

2002 yılının özellikle üretim yönünden en yoğun olarak geçen dönem olmasına rağmen yaklaşık 20 ton olarak oluşabilecek yeniden işleme miktarını 8 ton kadar azaltarak 40 adet işçisi ile 8 ton günlük üretim yapabilme kapasitesine sahip olan tesisin 1 gün fazladan çalışılması önlenmiştir. Benzer şekilde üç dönemde yaklaşık 10 ton kadar oluşabilecek hurdanın önlenmiş olup işletmeye 10.000\$ kazanç sağlanmıştır.

Özel imalatlardan oluşan kayıplar oluşturulan teknik çizim sistemi ve özel imalat öncesi toplantılar ile minumum seviyeye getirilmiştir. Hurda oluşumunda büyük pay sahibi olan özel imalatların yanı sıra fason işlemlerinin yanlış uygulandığı yarı mamullerde de azalma gözlemlenmiştir.

Dışsal başarısızlık maliyetleri, müşteriye teslim edilen ürünlerin, beklenen gereksinimleri karşılamaması ile ortaya çıkan faaliyet maliyetleridir. Şikayetleri araştırma maliyetleri, iade edilen ürünler, düzeltme maliyetleri, garanti gereklerinin yerine getirilme maliyetleri, kamusal ve yasal zorunluluklar, müşteri kaybedilme maliyetleri vb.. gibi kendi içerisinde ayrıma tabii tutulurlar. Uygulamada dışsal başarısızlık sonucunda ortaya çıkan bazı değerlerin kıyaslaması üretim rakamları Çizelge 6.7’ de belirtilmektedir.

Çizelge 6.7 Dışsal başarısızlık miktarlarının karşılaştırılması

	2002 1. Dönem	2002 2. Dönem	2002 3. Dönem	2002 4. Dönem
Müşteri şikayet miktarı	12 adet	10 adet	8 adet	8 adet
Kanal bölümü ile ilgili müşteri şikayet miktarı	6 adet	3 adet	2 adet	1 adet
Termin zamanına bağlı kanal bölümü müşteri şikayet miktarı	4 adet	1 adet	-	-
İade edilen kanal sipariş miktarı	2 adet	1 adet	-	-

Müşteri taleplerinin karşılanmasının zorunlu olduğu rekabet koşullarında müşteri kaybetmenin maliyeti de oldukça büyüktür, önceki yıllarda özellikle teslim zamanlarından dolayı bir çok müşteri ile sadece bir kere çalışma yapılmış olup 2002 yılının son üç döneminde herhangi bir müşteri kaybı yaşanmamıştır.

Genel olarak önleme maliyetlerinin toplam kalite maliyetleri içerisindeki payının %10’ unu, değerlendirme maliyetlerinin %25’ ini ve içsel-dışsal başarısızlık maliyetlerinin %50-%75’ ini oluşturduğu düşünülürse yapılan HTEA projesinin ELİS Elektrik Elektronik San. ve Tic. A.Ş.’ ne katkısı gelecek yıllarda daha da olumlu düzeyde olacaktır.

7. SONUÇ

Hata oluşmadan önlemeyi amaçlayan HTEA, önlemeye dayalı geliştirdiği faaliyetler sayesinde hataların son kullanıcıya etkisini minimize edebilmektedir. Başarılı bir HTEA için zamanlama ne kadar önemliyse HTEA takımı ve üst yönetim desteği de aynı derecede önemlidir.

Uygulama esnasında herhangi bir organizasyonel değişim, yetersiz bilgiye sahip HTEA takımı ve eksik organizasyonel katılımın olması çalışma süresini ve etkinliğini azaltan başlıca etmenlerdir.

HTEA Takım üyelerine eğitim verilmesinin yanı sıra her bir takım üyesinin kendi bölümünde çalışma arkadaşlarına da eğitim vermesinin sağlanması uygulamamızın etkinliği açısından faydalı olmuştur. Ayrıca, toplantılar esnasında her hangi bir bilgiye ihtiyaç duyulması anında ilgili personel toplantıya davet edilmiştir. Böylece edinilmiş bilgilerin ihtiyaç duyulduğu anda gerekli kişilerden sağlanması daha sonuç alıcı düzeltici ve önleyici faaliyetlerin geliştirilebilmesini sağlamıştır.

Aynı zamanda kalite maliyetlerini azaltıcı etkisi incelenmiş olup bir çok noktada ölçülebilir performans ölçütleri ile HTEA' nın başarısı ortaya konulmuştur. Her sistem gibi HTEA' nın getirdiği avantajlar da süreklilik oluşturulduğu zaman maksimum verimi verecektir.

HTEA yalın bir sisteme (ürüne) uygulandığında çok etkili olmaktadır. Karmaşık sistemlerde potansiyel hataların çok sayıda ve birbirine girmiş olması, sebeplerin tespit edilebilirliğinin ekonomik olmaması HTEA uygulamalarını güçleştirse de HTEA' nın sistemsal yaklaşımı sayesinde karmaşık sistemlerde de başarıyla uygulanmaktadır.

Daha sonraki çalışmalarda da, eğitim verilmiş takım üyelerini tıpkı birer takım lideri gibi düşünerek, kendi bölümleri içerisinde düzenli bir ortam hazırlanarak eğitim vermelerinin sağlanması uygulamanın verimini üst seviyeye çıkarılması sağlanabilir.

Öte yandan, diğer kalite iyileştirme tekniklerinden faydalanma ile yani eşzamanlı bütünleşik bir sistemsel çalışma yapılamaması uygulamanın eksik yönü olup sonraki çalışmalarda bu yapı üzerinde odaklanılması daha da başarılı örnekler ortaya çıkaracaktır.

HTEA çalışmaları ürün gerçekleştirme prosesindeki hataların giderilinceye kadar prosesin durması veya devam etmesi kararının alınmasını desteklemesi ve kısa süre içerisinde giderilmesini sağladığı gözlemlenmiştir. Dizayn ve spesifikasyonlarda yapılabilecek değişiklikleri belirleme özelliği sayesinde ürün yelpazesinin genişlemesini de sağlamaktadır.

Hataları önleyecek programlar hazırlayabilmekte olup HTEA, tezgah ve proses akışını gerçekleştiren donanımda hangi elemanların yenilenmesi gerektiği belirleyebilmektedir. İhtiyaç duyulan bakım süresi ve gerek duyulan bakım araç ve gereci tespiti ve azaltması sayesinde de gerekli görülen testlerin belirlenmesini de sağlamaktadır.

HTEA, önceki tekniklerin hataları ve problemleri bulup ortadan kaldırma anlayışını, hataları veya problemleri henüz oluşmadan giderilmesi anlayışı olarak değiştirmiştir. İşletmelerde yapılan eğitim faaliyetlerin de “sıfır hata” felsefesi üzerinde durulması, “hataları oluşmadan önleyebilme” felsefesinin anlaşılabilir olmasına yardımcı olmuştur.

HTEA uygulaması yalnız bir proje için değil bir sürekli bir gelişim faaliyeti olarak görülmelidir. Bu sayede tüm yapının dinamik olması sağlanacak ve son kullanıcıya ulaşmadan hataların belirlenmesi ve etkilerinin minimum yapılması amacına ulaşılacaktır.

KAYNAKLAR

Akın B., (1998), Hata türü ve etkileri analizi (HTEA), Bilim Teknik Yayınevi.

Baraçlı H. , (1998), Sıfır hataya ulaşmada poka-yoke tekniği ve ayakkabı sektöründe uygulama çalışması, YTÜ Doktora Tezi.

Barkai J. , (1999), Automatic generation of a diagnostic ekspert systems from failure mode effects analysis (FMEA) information, 1999-01-0060, SAE Technical Paper Series, Michigan.

Baş T. ,(2002), ISO 9000:2000 Kalite Yönetim Sistemi, Sistem Yayıncılık.

Boran S. ,(1996), Hata şekli ve etkileri analizi' nin bulanık küme yaklaşımıyla çözümlenmesi olanağı, YTÜ Doktora Tezi.

Breiling A.J. , Kunz A.M., (2002), Critical consideration and improvement of the FMEA, Center of Product Development, Swiss Fedaral Institute of Technology Zurich.

Carlson W., Carlson C. , Vallance G. Ve Taaffe C., (2001), Surface vehicle recommended practise.

Cayman Business Systems, (2002), Failure mode and effects analysis revision N.980815.

FORD Motor Company,(1988), Design FMEA Manual.

Hammett P., (1999), Failure mode and effect analysis, Total Quality Management- University of Michigan.

Ishii K. , (2002), Design for manufacturability product definition, Notes for ME317A, Departman of Mechanical Engineering, Stanford University.

ISO/TS 16949:2002, Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive productionand relevant service part organizations, Technical Spesification Second Edition, ISO.

Kara-Zaitri C., (1996), Failure modes effects and criticality analysis, Maintence Management Concepts and Practise.

Kaygusuz, S.Y., (1998), Kalitesizliğin önemli bir boyutu kalite maliyetleri, Uludağ Üniversitesi İşletme Bölümü Dergisi.

Keser K. , (1998), Hataların şekillerinin, etkilerinin ve öneminin analizi, TEMSA Otomotiv Grubu Önce Kalite / Eğitim Notları.

Keyserling W.M., (2000), IQE 539 notes: failure modes and effects analaysis (FMEA), Industrial and Operations Engineering-University of Michigan.

MIL—STD 1629A, (1980), Procedures for performing a failure mode, effects and criticality anaylsis, Military Standard.

Mohr R.R. , (2002), Failure modes and analysis, JACOBS Sverdrup.

Obenauf J., (2001), Introduction to Quality Management, Lehrstuhl für Qualitätswesen (LQW), Dortmund.

Özay S. ,(1999), Ürün geliştirmede toplam kalite yönetim tekniklerinden hata türü ve etkisi analizinin incelenmesi ve bu tekniğin bir otomotiv firmasındaki uygulaması, Marmara Üniv. Yüksek Lisans Tezi.

Parlıt N. , (2003), Müşteri Memnuniyetinin Sağlanması Hatasız Üretim Aracı: Poke Yoke, Gazi Üniversitesi İşletme Bölümü Yayını.

Pentti H. , Atte H. , (2002), Failure mode and effects analysis of software-based automation systems, STUK-YTO-TR 190, Helsinki.

RBDM, (2000), Risk-based decision-making guidelines, Vol 3. Procedures for assessing risks, chapter 9. Failure modes and effects analysis .

Stamatis D.H., (1995), Failure mode and effects analysis, ASQC Quality Press.

Steven K. , Ishii K. , (2000), Scenario-based FMEA: a life cycle cost perspective, DETC2000/RSAFP-14478, 2000 ASME Design Engineering Technical Conferences, Maryland.

Usuş C. ,(2002), Hata türleri ve etkileri analizi (HTEA) ve üretim ve hizmet sektörü uygulamaları, Marmara Üniv. Yüksek Lisans Tezi.

Vorley G. , (1999), Failure mode effect analysis, Quality Management & Training Limited.

Werwega S. , (2002), QSE-FMEA/APQP solution: training manual, QSE-inc.

Yılmaz A. , (1997), Hata türü ve etki analizi, İTÜ Yüksek Lisans Tezi.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.altek-inc.com/content/ipr.doc>

[2] <http://www.ucalgary.ca/design/toolbox/FMEA.pdf>

[3] <http://www.fmeainfocentre.com>

[4] <http://www.Mym1z.net/Kalite/FMEA/index.htm>

[5] <http://www.Reliasoft.com>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	03.10.1978	
Doğum yeri	Trabzon	
Lise	1992-1995	Erzurum Fen Lisesi
Lisans	1996-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi Endüstri Mühendisliği
Hazırlık	2000-2001	İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İngilizce Hazırlık Programı
Yüksek Lisans	2002-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği

