

**HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ  
VE  
MAKİNE SANAYİNDE BİR UYGULAMA**

**Pamukkale Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İşletme Anabilim Dalı  
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı**

---

**Oğuzhan BÜYÜKTUNA**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN**

**Mayıs 2012**

**DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı öğrencisi Oğuzhan BÜYÜKTUNA tarafından Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN yönetiminde hazırlanan “ HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ VE MAKİNE SANAYİNDE BİR UYGULAMA” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 06/06/2012 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

Jüri Başkanı

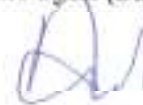
Yrd. Doç. Dr. İrfan ERTUĞRUL

Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN

Jüri Üyesi (Danışman)



Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 06/07/2012 tarih ve 12/174... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Turhan KAÇAR  
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Oğuzhan BÜYÜKTUNA

## TEŞEKKÜR

“Hata Türü ve Etkileri Analizi” gibi önemli bir konuda çalışma olanağı veren, çalışmalarım boyunca her türlü destek ve yardımı sağlayan çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN’a, çalışmanın uygulamasını yaptığım GERMETAL Makine San. & Müh. Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına ve aileme çok teşekkür ederim.

**Mayıs 2012**

**Oğuzhan BÜYÜKTUNA**

## ÖZET

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ VE MAKİNE SANAYİNDE BİR UYGULAMA

BÜYÜKTUNA, Oğuzhan  
Yüksek Lisans Tezi, İşletme ABD  
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN

Mayıs 2012, 115 Sayfa

İşletmeler, rekabet koşulları karşısında ilk seferde doğruyu üretmeyi, zaman ve maliyet avantajı kazanmayı, müşteriye hatasız ürün sunmayı ve müşteri memnuniyetini sağlamayı hedeflemektedir. Bu da işletmeleri, hata önleme tekniklerini kullanmaya zorlamaktadır. Hataları, müşteriye ulaşmadan önce belirleyip, ortadan kaldırarak kusursuzluğa ulaşmayı amaçlayan hata önleme tekniklerinin en önemlilerinden biri de Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemidir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi, mevcut hataları önlemenin yanı sıra mevcut durumda olmayan fakat ortaya çıkma olasılığı olan hataları kaynağında yok ederek, bu hataların oluşması durumunda ortaya çıkacak olan etkileri yaşanmamasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmada Hata Türü ve Etkileri Analizi tekniği, GERMETAL Ltd. Şti.'de nakil tankları sürecinde kullanılmıştır. Yapılmış olan Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışması ile hata türleri, sebepleri ve hata türlerinin müşterilere olan etkileri belirlenmiştir. Her bir hata türü için, hata olasılıkları, şiddetleri ve keşfedilebilirlik dereceleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucu olarak hesaplanan değerlere göre öneriler getirilerek sürecin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Hata Türü ve Etkileri Analizi, Risk Öncelik Sayısı, Nakil Tankı

**ABSTRACT**

**FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS**

**AND**

**APPLICATION OF MACHINE INDUSTRY**

BÜYÜKTUNA, Oğuzhan  
M. Sc. Thesis in Business Administration  
Supervisor: Assoc. Prof. Arzu ORGAN

May 2012, 115 Pages

**Business organizations aim for producing truth against conditions of competition for the first time, gaining time and cost advantage, presenting error free products and providing customer satisfaction. This required companies, forcing to use error prevention techniques. The most important prevention error technique, which aims for perfection by identifying errors before reaching the customers and putting them away, is failure mode and effects analysis method.**

**Failure mode and effect analysis, as well as to prevent errors in the present ,by removing errors which has possibility of occurrence in its source, aims for not to be lived the effects when they occur.**

**In this work, failure mode and effect analysis technique was used in the process of transport tanks in Germetal limited company. With the work of failure mode and effect analysis it is determined failure mode,their reasons and their effects on customers .For every type of error it is calculated error probability,intensity and degree of detectability. Values calculated according to the result of studies have been conducted to improve the process by bringing recommendations.**

**Keywords:** Failure mode and effect analysis, The number of priority risk, Transport tank.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	V
ABSTRACT .....	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLOLAR DİZİNİ .....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
GİRİŞ.....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

1.1. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA) TANIMLARI .....	3
1.2. HTEA’NIN TARİHÇESİ VE LİTERATÜR TARAMASI.....	5
1.3. HTEA İLE İLGİLİ KAVRAMLAR.....	8
1.4. HTEA’NIN AMAÇLARI .....	10
1.5. HTEA’NIN FAYDALARI .....	11
1.6. HTEA UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER .....	13
1.7. HTEA’NIN UYGULANDIĞI DURUMLAR .....	14
1.7.1. HTEA Ne Zaman Başlatılmalıdır?.....	14
1.7.2. HTEA Ne Zaman Sonlandırılmalıdır? .....	16
1.8. HTEA’NIN KALİTE SİSTEMİ İÇİNDEKİ YERİ .....	16
1.9. HTEA’NIN DİĞER KALİTE TEKNİKLERİ İLE İLİŞKİSİ.....	17
1.10. HTEA’NIN ÇEŞİTLERİ .....	19
1.10.1. Sistem HTEA .....	21
1.10.2. Servis HTEA .....	21
1.10.3. Tasarım HTEA .....	22
1.10.4. Süreç HTEA .....	26

## İKİNCİ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA) YÖNTEMİ

2.1. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN YÖNTEMİ .....	30
2.2. BAŞLANGIÇ ÇALIŞMALARI.....	34
2.2.1. HTEA Kapsamının Belirlenmesi .....	34
2.2.2. HTEA Takımının Kurulması.....	35
2.2.3. HTEA Uygulanacak Sürecin Belirlenmesi .....	36
2.3. HTEA YAPILAN SİSTEM, TASARIM, SÜREÇ VEYA SERVİSTE YER ALAN HATALARA YÖNELİK ÇALIŞMALAR .....	36
2.3.1. Olası Hata Türlerinin Belirlenmesi .....	37
2.3.2. Olası Hata Etkilerinin Belirlenmesi .....	38
2.3.3. Olası Hata Nedenlerinin Belirlenmesi.....	39
2.3.4. Mevcut Kontrollerin Belirlenmesi .....	40
2.4. HATA TÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	40
2.4.1. Ortaya Çıkma Değerinin Belirlenmesi .....	41
2.4.2. Şiddet Değerinin Belirlenmesi .....	44
2.4.3. Keşfedilebilirlik Değerinin Belirlenmesi .....	47
2.4.4. Risk Öncelik Sayısını Hesaplanması.....	49
2.4.5. HTEA Formu.....	50
2.5. RİSK ÖNCELİK SAYISININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	52
2.5.1. Önlem Alınacak Hata Türlerinin Belirlenmesi .....	52
2.5.2. Düzeltici Önlemlerin Belirlenmesi.....	53
2.6. ÖNLEMLERİN UYGULANMASI.....	54

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TEKNİĞİNİN

#### MAKİNE SANAYİNDE UYGULANMASI

3.1. UYGULAMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ.....	55
3.1.1. Uygulamanın Amacı .....	55
3.1.2. Uygulamanın Kapsamı.....	55
3.1.3. Uygulamanın Yöntemi .....	56
3.2. FİRMA TANIMI .....	56
3.3. UYGULAMA KAPSAMINA GİREN ÜRÜNÜN TANIMI.....	57



3.4. UYGULAMA EKİBİ .....	58
3.5. UYGULAMALARIN AŞAMALARI .....	58
3.6. ÜRÜNÜN ÜRETİM SÜRECİ AŞAMALARI.....	59
3.6.1. Kesme Bükme Süreci .....	60
3.6.1.1. Kesme Bükme Süreci Değerlendirilmesi .....	65
3.6.1.1.1. Yanlış Hammadde Kullanımı .....	65
3.6.1.1.2. Gövde Sacının Yanlış Ölçülerde Kesilmesi .....	66
3.6.1.1.3. Menhol Ağız Açmadaki Hatalar.....	66
3.6.1.1.4. Bombe Pulu Kesiminde Karşılaşılan Hatalar .....	66
3.6.1.1.5. Yay Parçası Çıkarmadaki Hatalar .....	66
3.6.1.1.6. Kenar Kıvrırma Hataları .....	67
3.6.2. Kaynaklı İmalat Süreci.....	68
3.6.2. Kaynaklı İmalat Süreci.....	68
3.6.2.1. Kaynaklı İmalat Süreci Değerlendirmesi .....	75
3.6.2.1.1. Bombelerin Gövdelere Puntalanamaması .....	75
3.6.2.1.2. Sacların Alın Alına Kaynatılamaması .....	76
3.6.2.1.3. Kaynak Hataları.....	76
3.6.2.1.4. Boşaltma Borusu Montaj Hataları .....	76
3.6.2.1.5. Boğaz İlave Sacı Montajı Hataları .....	77
3.6.2.1.6. Aksesuarların Yanlış Montajı.....	77
3.6.2.1.7. Cip Hattı Montajı Hataları.....	77
3.6.2.1.8. Poliüretan Basım Hataları .....	78
3.6.2.1.9. Şase Montajı Hataları .....	78
3.6.2.1.10. Eğer Ayak Montajı Hataları .....	78
3.6.3. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci.....	79
3.6.3.1. Mekanik ve Kimyasal Temizliğin Değerlendirilmesi .....	83
3.6.3.1.1. İç Gövde İç Kısım Mekanik Temizliği Hataları.....	84
3.6.3.1.2. İç Gövde İç Kısım Kimyasal Temizliği Hataları.....	84
3.6.3.1.3. Dış Gövde Mekanik Temizliği Hataları .....	84
3.6.3.1.4. Boğaz Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar.....	85
3.6.3.1.5. Aksesuar Parçalarının Mekanik ve Kimyasal Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar .....	85
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	86
KAYNAKLAR.....	89
EKLER .....	93
EK-1 .....	94
EK-2 .....	102
EK-3 .....	107
EK-4 .....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	115

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Ürün Mühendisliği ve HTEA Yol Haritası .....	15
Şekil 1.2. Risk Analizinde Eski ve Yeni Anlayışın Karşılaştırılması .....	17
Şekil 1.3. HTEA'nın Diğer Kalite TEknikleri İle İlişkisi.....	18
Şekil 1.4. HTEA Çeşitleri.....	20
Şekil 1.5. Tasarım HTEA Ekibinin Yapısı.....	24
Şekil 1.6. Süreç HTEA Ekibinin Yapısı.....	27
Şekil 1.7. Tasarım HTEA ve Süreç HTEA Farklılıkları .....	29
Şekil 2.1. HTEA Süreci.....	33
Şekil 2.2. HTEA Uygulanacak Ana Sürece Ait Sistem Yapısı Örneği.....	36
Şekil 2.3. Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik Derecelendirme Ölçeği .....	41
Şekil 2.4. HTEA Formu .....	51
Şekil 3.1. Nakil Tankı Üretim Hataları Balık Kılçığı Diyagramı .....	59
Şekil 3.2. Kesme Bükme Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği .....	65
Şekil 3.3. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği.....	75
Şekil 3.4. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği .....	83

## TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Olasılık Derecelendirme Tablosu.....	43
Tablo 2.2. Şiddet Derecelendirme Tablosu .....	43
Tablo 2.3. Keşfedilebilirlik Derelendirme Tablosu.....	61
Tablo 3.1. Kesme Bükme Süreci Hata Türleri ve Etkileri .....	61
Tablo 3.2. Kesme Bükme Süreci RÖS Hesaplaması.....	62
Tablo 3.3. Kesme Bükme Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması .....	63
Tablo 3.4 Kesme Bükme Süreci RÖS Karşılaştırması.....	64
Tablo 3. 5. Kaynaklı İmalat Süreci Hata Türleri ve Etkileri .....	69
Tablo 3.6. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Hesaplaması .....	71
Tablo 3.7. Kaynaklı İmalat Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması.....	73
Tablo 3.8. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Karşılaştırması.....	75
Tablo 3.9. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci Hata Türleri ve Etkileri .....	80
Tablo 3.10. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Hesaplaması.....	81
Tablo 3.11. Kesme Bükme Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması .....	82
Tablo 3.12. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Karşılaştırması.....	83

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ş	Şiddet
K	Keşfedilebilirlik
O	Olasılık
AIAG	The Automotive Industry Action Group - Otomoti Endüstrisi Faaliyet Grubu
ASQC	The American Society for Quality Control Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu
DOE	Desing of Experiments – Deneş Tasarımı
FTA	Fault tree Analysis – Hata Ağacı Analizi
HTEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
MIL – STD 1629A	Military Standardized
MKTT	Mekanik ve Kimyasal Temizlik Timi
PHTEA	Proses Hata Türü ve Etkileri Analizi
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
SHTEA	Sistem Hata Türü ve Etkileri Analizi
SHTEA	Servis Hata Türü ve Etkileri Analizi
SPC	Statistical Process Control – İstatistiksel Proses Kontrol
THTEA	Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi
QFD	Quality Function Deployment – Kalite Fonksiyon Göçerimi

## GİRİŞ

Günlük yaşantıda kullanılan kalite kavramı kullanım amacına göre değişik anlamlar ifade etmektedir. Kalite kavramı, kullanan kişiye göre, şartlara uygunluk olarak tanımlanabileceği gibi ihtiyaçları karşılama olarak da tanımlanabilmektedir. Gerçek anlamda kalite ise tüketici profiline gerekli önem verilerek, her profile uygun olacak şekilde ihtiyaçları karşılayan tüm özelliklerin bir arada bulundurulmasıdır.

Küreselleşmenin etkisini artırdığı son zamanlarda kalite, işletmelerin en önemli rekabet silahlarından biri haline gelmiştir. Son yarım yüzyıl içinde de kaliteli olmak hem yerel hem de küresel pazarda kalıcı olmanın ilk koşullarından olmuştur. Buna paralel olarak kalite amacına ulaşabilmek için birçok teknik geliştirilmiştir. Hata Türü ve Etkileri Analizi, hatanın mümkün olduğunca erken aşamada çözümlenmesine ve hata oluşumunun engellenmesine yönelik önemli bir tekniktir.

İşletme için çok değerli olan müşteri profili, işletmenin hayatta kalmasını sağlayacak geri bildirimlerin çıkış noktasıdır. Bu geri bildirimler sayesinde, modern işletmecilik için kalite kavramı daha da anlam kazanmıştır.. Çünkü yapılan bir hata varsa bu hatanın işletme tarafından bilinmesi çok önemlidir ve tekrarını engellemek gerekmektedir. Bu engelleme çalışmalarının başlaması için bilinmesi gereken, müşteri ve onun istekleridir.

Sıfır hata kavramına ulaşmak için kullanılacak analiz tekniklerinden birisi de Hata Türü ve Etkileri Analizi'dir. Diğer teknikler ile karşılaştırıldığında; Hata Türü ve Etkileri Analizi, kolay kullanımı, neredeyse tüm sektörlerde uygulanabilir olma ve daha anlamlı sonuçlar sunma gibi avantajlara sahiptir.

Hata Türü ve Etkileri analizi, hatalar üzerine odaklanarak bilinen veya potansiyel hataların risklerini ortaya koyan ve bu risklere göre hata türlerini önceliklendiren bir yöntemdir. Hatalı ürünlerin müşteriye ulaşmasını ve bu hataların oluşmasını engellemek için kullanılan Hata Türü ve Etkileri Analizi, temelinde takım çalışması ve istatistiksel analize dayanmaktadır.

Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin amacı; sistem, süreç ve ürünlere ait potansiyel hataların, ortaya çıkmadan önce, planlama ve geliştirme sırasında tespiti, önem derecelerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve önlenmesi için uygun önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Hata Türü ve Etkileri Analizi, hataların sistematik analizini ve giderilmesini sağlaması nedeni ile hataların oluşturabileceği risklerin minimizasyonuna, hata maliyetlerinin düşürülmesine, güvenilirliğin artırılmasına ve kalitenin sistematik olarak geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Birinci bölümde; genel hatlarıyla hata türü ve etkileri analizinden, yöntemin gerekliliği, amaçları, sağladığı faydalar ve kullanım alanlarından bahsedilmiş olup hata türü ve etkileri analizinin çeşitlerine yer verilmiştir.

İkinci bölümde; hata türü ve etkileri analizi yönteminin uygulama aşamasından, uygulama sırasında yardımcı olacak elemanlar ve diğer yardımcı yöntemlerden, alınması gereken düzeltici önlemlerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde ise hata türü ve etkileri analizinin makine sanayinde faaliyet gösteren firmada, araç üstü nakil tankının üretim süreci incelenip yöntemin nasıl uygulanacağına ve uygulanan yöntem sonucu elde edilen bulgular yardımıyla yapılan iyileştirmelere yer verilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

#### 1.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) Tanımları

HTEA, oluşabilecek potansiyel hataları tahmin ederek bunları önlemeye yönelik kullanılan bir tekniktir. Ürünlerin, tasarım ve üretimiyle ilgili meydana gelebilecek hata türlerinin ve sebeplerinin tanımlanmasına ve değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Bu teknikle, hatanın meydana gelme olasılığı azaltılacak ve müşterilerin ihtiyaçlarına ve beklentilerine karşılık verebilecek kalite düzeyinde ürün ya da hizmet üretilecektir.

HTEA yönteminin uygulanmasında elde edilen sonuçlarla üretilen ürünlerde ya da sunulan hizmetlerde hiçbir hata yapılmaması veya hataların etkisinin azaltılması sağlanacaktır. Bunun yanı sıra üretim maliyetleri de azaltılabilecektir. Hataların ve maliyetlerin azalabilmesi için çalışmalara mümkün olduğunca erken başlanması HTEA yönteminin başarı oranını arttıracaktır.

Bu durumları göz önünde bulundurarak HTEA için, hatanın mümkün olduğunca erken aşamada çözümlenmesi, hata oluşumunun engellenmesi amacı ile kullanılan bir kalite geliştirme yöntemidir diyebiliriz.

HTEA ile ilgili yapılmış tanımların bazıları şöyledir:

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 (Stamatis, 2003: 21).

HTEA; sistem, tasarım, proses ve serviste oluşabilecek hataların (problemler, yanlışlıklar, riskler vb.) değerlendirmesini yapan özel bir metodolojidir (Akın, 1998: 12).

HTEA, bir sistemi oluşturan elemanları etkileyebilecek hataların neden ve etkilerini, sistematik bir biçimde inceleyen analiz ve değerlendirme yöntemidir. Ürün hizmet veya proseste potansiyel olarak yanlış gidebilecek ve müşteriye ulaşabilecek hataların tespitini amaçlayan sistemli ve analitik bir kalite tekniğidir (Usuş, 2002: 20).

HTEA, yüzlerce hata türü için iyileştirme yapılmasının planlanması yerine, sistemin bütünü üzerinde en büyük katkıyı sağlayacak hata türlerini önceliklendiren bir yöntemdir. Ancak yüzlerce hata türü için, veri derleme ve analizi de büyük zaman ve işgücü gerektirmektedir. HTEA'nın başlangıcında ön eleme yapmak ve sadece önemli olarak belirlenen parçalar için veri derlemek, HTEA'nın etkinliğini artıracaktır. Tasarım aşamasında pek çok parça için HTEA yapılmasına ihtiyaç duyulabileceğinden önerilen model, ürün planlama ve planlama sürecini de kısaltmış olacaktır (Musubeyli, 1999: 18).

HTEA, potansiyel hataları belirlemek ve oluşan hataları önlemek adına ürün tasarımının ya da tasarım sonrası süreçlerin analizi için kullanılan bir sistemdir. HTEA süreci hata türlerini ürün, hizmet ya da süreç yollarında belirleyerek başlar. Proje ekibi girdilerden başlayıp müşteriye ulaşan çıktıya kadar sistemin her ögesini inceler ve her adımda "Burada nasıl bir hata oluşabilir?" sorusunu sorar (Williams, 2011: 1).

#### Hata Türü ve Etki Analizi;

- Kullanımı kolay ama güçlü ve pro-aktif bir mühendislik metodudur.
- Zayıf noktaları belirlemeye ve sıralamaya yardımcı olur.
- Birçok ürünün ve prosesin başlangıç aşamasında kullanılabilir.
- Yapısı itibariyle uzman olmayan kişiler tarafından da uygulanabilecek kolay kullanım özelliğine sahiptir ( <http://www.fmeainfocentre.com/> 23.11.2011).



## 1.2. HTEA'nın Tarihçesi ve Literatür Taraması

HTEA ilk defa 1950'li yıllarda ABD'de uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde kullanılmaya başlanmıştır.

1960-1965 yılları arasında NASA tarafından aya insan götürecektir olan APOLLO projesinde kullanılmıştır. 1965-1970 yılları arasında da Amerikan Silahlı Kuvvetlerinde MIL-STD (Askeri Standart) olarak problemleri toplama ve analiz etme yolu olarak uygulanmıştır.

1975 yılında yöntemin ilk endüstriyel uygulamasını Japon NEC firması başlatmış, daha sonra otomotiv ve tekstil sektöründe uygulanarak tüm dünyada yaygınlaşmıştır.

1980 yılında sivil sektörde ilk olarak Ford Motor Şirketi HTEA uygulamasına başlamıştır. Ford Motor Şirketi HTEA değerlendirme sistemini düzenleyerek çok karmaşık olan uygulama basitleştirilmiştir. 1985 yılı itibariyle FIAT şirketi de bu uygulamayı kullanmaya başlamıştır.

Bu yöntem, Fransız Renault ve Citroen otomotiv şirketlerince AMDEC adı altında kullanılmaktadır.

Şubat 1993'te Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu (AIAG) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) endüstri çapında Hata Türü ve Etki Analizi standardı oluşturmuştur. HTEA, QS 9000'in beş unsurundan biri olmuştur. Bu standart HTEA yapısı QS 9000 standardının geliştirilmesinde işbirliği yapan Chrysler, Ford ve General Motor şirketleri tarafından kabul edilmiştir ve desteklenmektedir.

1985 yılından beri Türkiye'de de uygulanmaktadır. Son dönemlerde kullanımı oldukça yaygınlaşan HTEA yöntemi; otomotiv sektörü başta olmak üzere, gıda, metal, deniz taşıtları imalatı, yazılım, nükleer tasarımlar, sağlık sektörü gibi pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

HTEA yöntemi üzerine, çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır.

Vandenbrande (1998), çevresel risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi üzerine çalışmıştır. Houten ve Kimura (2000), sanal ürün tasarımı ve görsel bakım sistemleri geliştirilmesinde kullanmışlardır (Eleren, 2007: 7).

Huang ve arkadaşları (1999), bilişim sektöründe çalışmış olup, çalışmalarında internet üzerinde HTEA'yı destekleyen prototip bilgisayar sisteminden bahsedilmiş ve analizini buna göre yapmışlardır.

Bolat (2000), çalışmasında HTEA'nın yararları üzerinde durmuştur. Yılmaz (2000), HTEA'nın turizm sektörüne de uygulanabileceğini ve sonucunda turistik işletmelerin müşteri tatminini sağlamasının kolaylaşacağını, maliyetlerin düşeceğini, rekabet gücünün artacağını ve imajının güçleneceğini ortaya çıkarmıştır.

Gül (2001), çalışmasında, 3. Hava İkmal Bakım Merkezi Komutanlığı Yer Telsiz Atölyesindeki bakım onarımı yapılan telsizlerdeki geniş bant anten sisteminde karşılaşılan hataları HTEA tekniğine göre analiz etmiş, sonuç olarak antenin bakım onarım maliyetinde %96 düşüş gözlemlemiştir.

Scipioni ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan çalışmada, HTEA Yöntemini HACCP adı verilen gıda güvenliği sistemi ile bütünleştirilmiş, ürünlerin kalitesini temin etmek için bir araç olarak ve üretim sürecinin işlemsel performansını geliştirmek niyetiyle kullanılmıştır.

Eryürek ve Tanyaş (2003), HTEA yönteminde maliyet odaklı yeni bir karar verme yaklaşımı üzerine çalışmışlardır. Hatanın etkisini, boyutunu ve maliyetini birlikte değerlendiren bir uygulama çalışması sonucunda, klasik HTEA tekniğinde önleyicilik boyutu kuvvetlendirilmiş, karar verme aşaması daha objektif hale getirilmiş, maliyet unsuru dahil edilmiş ve bütün olarak bakıldığında çok daha etkin hale gelmiştir.

Engin ve Kaya (2004), Trafik Kazalarının Önlenmesinde HTEA Modeli ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda HTEA tekniği kullanılarak trafik kazası oranının düştüğü görülmüştür.

2005 yılı sonrası HTEA üzerine yapılan araştırmalar, genellikle bulanık mantık tekniklerinin kullanıldığı çalışmalardır. Garcia, Schirru ve Frutuoso (2005), bulanık veri zarflama analizi yaklaşımını HTEA’da uygulamış; Kumar (2006), endüstriyel sistemlerin belirsiz davranışlarını tahmin için bulanık HTEA uygulaması yapmıştır. Chen ve Ko (2008), HTEA kullanarak bulanık doğrusal programlama modeli geliştirmiş; Wang, Chin, Poon ve Yang (2008), “Ağırlıklandırılmış Bulanık Geometrik Ortalama” metodunu geliştirerek risk değerlendirmesi yapmıştır. Sharma ve Kumar (2008) çalışmalarında endüstriyel sistemlerin belirsiz davranışlarını HTEA ile tahmin edilmesi konusunu araştırmış ve bir uygulamasını yapmışlardır (Canpolat, 2008: 6).

Eleren (2007), eğitim sürecinde başarısızlığa neden olan hata türlerini HTEA yöntemi ile değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda bir dönemlik iyileşmenin %21 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Eleren ve Soba (2007), İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği odaklı süreç geliştirme faaliyetlerinde HTEA yöntemini uygulamışlardır.

Hsu ve arkadaşları (2008), çalışmalarında bulanık analitik hiyerarşi prosesi için 4 adımda inceleme yapmışlardır. Bunun yanında HTEA kullanılmış ve 1, 5 ve 10 olasılık değerleri sırasıyla düşük, orta ve yüksek meydana gelme olasılıklarına göre kullanılmıştır.

Bluvband ve Grabos (2009), çalışmalarında değişik bir yaklaşım yapmışlardır. Umulan ve şimdiki olmak üzere olasılık, şiddet ve keşfedilirlik değerlerini iki şekilde analiz ederek iki farklı risk öncelik sayısı hesaplamış, aradaki farka göre analize devam etmişlerdir.

Yakıt (2011), Hata Türü ve Etkileri Analizi’nde Risk Öncelik Sayısı (RÖS)’nin hesaplanmasında toplama ve çarpma olmak üzere iki farklı yöntem kullanmıştır. Uygulama sonucunda RÖS hesaplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantaj oluşturduğu konular ile yöntemler arasındaki farklılıktan bahsedilmiştir.

### 1.3. HTEA ile İlgili Kavramlar

**Müşteri:** Hata türünden etkilenebilecek son kullanıcı olarak tanımlanır. Son kullanıcı; iç veya dış departmanlar/kişiler/süreçler olabilir.

**Fonksiyon:** Bir süreçten veya üründen gerçekleştirmesi beklenen amaçlardır.

**Hata Nedeni:** Hatanın türünü oluşturabilecek ilk anormallik olarak tanımlanır. Tasarım veya prosesin belli bir elemanının, bir hata türüne yol açabilen faktördür (Duran, 2007: 18).

**Hata ve Hata Türü:** Hata, bir ürün veya sürecin, kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirememesidir. Hata Türleri, hataların mekanizmalara veya sebep olan parçalara göre ayrı ayrı ele alınması ve sonra hataların bağımsız olması koşuluyla sınıflandırılmasıdır.

**Hata Etkisi:** Hata türü önlenmediğinde veya düzeltilmediğinde, hatanın son ürün halindeki etkisinin belirlendiği ve müşteri için tehlike oluşturabilecek durumların tanımlandığı aşamadır.

**Mevcut Kontroller:** HTEA yöntemi uygulanırken hatanın ortaya çıkmasını ve müşteriye ulaşmasını önlemek için yapılan işlemlerdir. Bu işlemler son adımdaki ürünün hatasını tespit etmek amaçlı değil, daha önceki adımlarda oluşacak hataları yakalayacak veya önleyecek özellikte olmalıdır.

**HTEA Elemanı:** HTEA uygulamasında incelenen konulardır. Hata türleri, hata etkileri, yapılan kontroller, gerçekleştirilen faaliyetler buna örnek olarak gösterilebilir.

**Keşfedilebilirlik:** Hata etkisinin müşteriye yansıyan sonuçlarının değerlendirilmesidir (Öztürk, 2008: 6).

**Şiddet:** Mevcut kontroller sayesinde hatanın bulunarak müşteriye ulaşmasını engelleme derecesidir.

**Ortaya Çıkma:** Hata nedeninin oluşması ve ürünün beklenen ömrü içinde kullanımını sırasında hata türüne yol açmasının ihtimalidir (Öztürk, 2008: 6).

**Risk Öncelik Sayısı (RÖS):** Şiddet, keşfedilebilirlik ve ortaya çıkma değerlerinin çarpılmasıyla bulunan, hatanın risk değerini gösteren bir ölçümdür. Bu değer, süreç içindeki endişelerin büyükten küçüğe doğru sıralanması ve bu sıralamaya göre faaliyetler için alınacak önlemlerin önceliğini belirler.

$$RÖS = Şiddet (S) \times Keşfedilebilirlik (K) \times Ortaya Çıkma (O)$$

**Kritiklik:** Hatanın ortaya çıkma ve müşteriye ulaşmadan bu hatanın saptanabilmesi ihtimallerinin çarpımıdır. Ek kalite planlaması gerektiren hataların önceliklerini belirlemede kullanılır.

**Kritik Karakteristikler:** Yasal düzenleme veya ürün veya hizmet güvenilirliğini etkileyebilen karakteristiklerdir. Genel olarak, kritik karakteristikler aşağıdaki faktörler tarafından belirlenir (Stamatis, 2003: 22-23).

- Mahkemeler – ürün sorumluluğu açısından
- Düzenleyici Kurumlar – formel düzenlemeler veya düzenlemeler açısından
- Endüstriyel Standartlar – genel kabul görmüş endüstriyel uygulamalar açısından
- Müşteri Talepleri – müşterilerin istekleri, ihtiyaçları ve beklentileri açısından
- Dahili Mühendislik İhtiyaçları – geçmiş veriler, yeni teknoloji veya ürün veya hizmet tecrübesi açısından

**Önemli Karakteristikler:** Proses, ürün veya hizmet kalite özelliklerinin toplanması gereken verileridir. Bu karakteristikler, müşteri - tedarikçi uzlaşması ile tanımlanır. Tedarikçinin özel tasarımı kullanılırken, müşteri karakteristiklerini ve kalite gereksinimlerini etkileyecek dâhili karakteristiklerin belirlenmesinde müşteri ve tedarikçi kalite planla takımlarının katılımı zorunludur. Bütün önemli karakteristikler fizibilite aşamasında belirlenmelidir.

**Anahtar Karakteristikler:** Prosese hızlı geri bildirim sağlayan ölçü göstergeleridir, kalite sorunlarının hızlı bir şekilde düzeltilmesine olanak sağlarlar. Aynı zamanda problemin kaynağında sağlarlar.

HTEA’da üç tip anahtar karakteristik vardır (Stamatis, 2003: 23-24);

- *Rehber Karakteristik:* Ürün veya servisin müşteriye ulaşmadan önce değerlendirilip analiz edilebilecek kalite ölçütüdür.
- *Ara Karakteristik:* Sevkiyat veya dağıtım sonrası fakat ürün veya hizmet müşterilerinin eline geçmeden önce değerlendirilip analiz edilebilecek kalite ölçütüdür.
- *Sabıkalı Karakteristik:* Ürün veya hizmet müşterilerinin eline geçtikten sonra müşteri memnuniyetini ölçmek için kalite ölçütünün değerlendirilip analiz edilmesidir.

**Özel Proses Karakteristikleri:** İmalat ve montaj sırasında değişkenliği belirli bir hedef değerde tutulması gereken proses karakteristikleridir.

**Özel Ürün Karakteristikleri:** Ürün güvenliğini etkileyebilecek, yasalara aykırı sonuçlara yol açabilecek veya müşteri memnuniyetinde önemli düşüşlere yol açabilecek ürün karakteristikleridir. ( Durhan, 2006: 14)

#### 1.4. HTEA’nın Amaçları

HTEA’nın temel amacı, bilinen veya olası hataların müşteriye ulaşmasını önlemektir. Bu amaçla, her hata riski değerlendirilmeli ve önceliklendirilmelidir. Öncelikli olarak ürün ve süreç geliştirme üzerine eğilmeli, daha sonra disiplinli bir tasarım gözden geçirilmelidir.

HTEA tekniğinin öncelikli amaçları da şunlardır (Yılmaz, 2000: 140):

- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları önceden belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemek,

- Nihai ürünün müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşıladığından emin olmak için, planlanan imalat ve montaj süreçleriyle bağlantılı olarak bir ürünün tasarım karakteristiklerini analiz etmek,
- Potansiyel hata türleri belirlendiğinde, onları ortadan kaldırmak için düzeltici önlemleri almak veya sürekli bir şekilde onların oluşma potansiyellerini azaltmak,
- Montaj veya imalat süreci için, sistemin dayandığı neden ve ilkeleri de yazılı hale getirmek,
- Titizlikle uygulandığı durumlarda, bir HTEA; süreç geliştirilmesinde mühendislerin düşüncelerini (deneyim ve geçmişteki problemlere dayanarak, mantık örgüsü içerisinde yalnız gidebilecek her birimin analizini içeren) özetleme amacını gütmektedir.

### **1.5. HTEA'nın Faydaları**

Yapılacak olan bir HTEA tekniği uygulaması aşağıdaki özetlenmiş olan fonksiyonların gerçekleşmesini sağlamaktadır (Yılmaz, 2000: 137-138).

- Ürün, süreç ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın bile oluşumunun engellenmesini sağlamak için hata türlerini sistematik olarak gözden geçirir.
- Ürün, süreç, hizmeti ya da bunların fonksiyonelliğini etkileyebilecek her türlü hatayı ve bu hatanın etkilerini tanımlar.
- Tanımlanan bu hatalardan hangilerinin ürün, süreç ya da hizmet operasyonlarında daha kritik etkilerinin olduğunu belirler. Bu yüzden meydana gelebilecek en büyük hasarı ve hangi hata türünün bu hasarı üretebileceğini tanımlar.
- Montajda, montaj öncesinde, üründe ve süreçte hataların oluşum olasılığını ve bunların nerelerden kaynaklanabileceğini (tasarım, süreç, vb.) belirler.
- Diğer kaynaklardan elde edilmesi mümkün olmayan hata oranlarını ve türlerini tanımlayarak gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
- Güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.

- Bir ürün için değişikliklerin olabilecek etkilerini tanımlar.
- Yüksek riskli bileşenlerin nasıl güvenilir hale getirilebileceğini tanımlar.
- Montaj hatalarının olabilecek kötü etkisinin nasıl giderilebileceğini tanımlar.

HTEA hataları önlemesi nedeniyle, hata maliyetlerini ve ürün riskinin azaltılmasını ve ürün güvenilirliğinin iyileştirilmesini sağlar. HTEA tekniği kararlı ve istikrarlı bir şekilde uygulandığında aşağıdaki faydalar elde edilir (Aran, 2006: 28-29).

- İncelenen ürünlerin kalite, güvenilirlik ve emniyetinin geliştirilmesi
- Ürün değişiklikleri için harcanan zaman ve maliyetlerin azaltılması
- Risklerin azaltılması için alınan önlemlerin dokümantasyonu ve takibi
- Güçlü kontrol planlarının oluşturulması için yardımcı olması
- Mümkün hataların tespit edilmesi ve bu hata etkilerinin ait şiddet derecelerinin değerlendirilmesi,
- Ürün ve proseslerdeki zayıf noktaların giderilmesi ve problemlerin önlenmesi ile seri üretimin sorunsuz gerçekleştirilmesi ve müşteri temrinlerinin daha iyi sağlanması
- Kritik ve önemli ürün karakteristiklerinin belirlenmesinde yardımcı bir araç olması,
- Üretimin daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi,
- Müşteri hizmetlerinin daha da iyileştirilmesi
- Hataların ürün geliştirme, imalat ve kullanım safhalarında önemli ölçüde azaltılması
- Hatalı ürün geliştirmelerinin ve müşteri şikâyetlerinin önlenmesi
- Tekrarlanan hataların devre dışı bırakılması veya tekrarlanmasının önlenmesi
- Ürünlerin hatalar nedeni ile sahadan geri çağırılma tehlikesinin azaltılması

Hata Türü ve Etki Analizi'nin sağladığı avantajlar incelendiğinde bu tekniğin, firmaların pazarda yüksek güvenilirliğe sahip, kaliteli ürünleri düşük maliyet ile tasarlamasını ve üretmesini sağladığı ve kötüye giden operasyon maliyetlerini kontrol altına alarak hataların müşteriye yansımadan en erken biçimde önlenmesine yardımcı olduğu görülmektedir.



Bu teknik, geliştirdiği belgelendirme yapısıyla s¼rekli olarak g¼ncelleřtirilebildiđinden, uygulayan firmalara sonsuz bir kalite gelişimi ve m¼řteri memnuniyeti kazandırmaktadır (Yılmaz, 2000: 139).

### 1.6. HTEA Uygulamalarında Karşılaşılan G¼çl¼kler

HTEA uygulamalarında bazı g¼çl¼kler ile karşılaşılabilmektedir. HTEA uygulamalarında karşılaşılan g¼çl¼klerin başlıcaları şunlardır (Yaylalı, 2008: 14):

- Veri kaynaklarının olmaması veya eksik olması,
- Ortak bir standart olmamasından dolayı kavram kargaşası,
- Y¼netim ve organizasyonda yer alan kişilerin y¼ntemin kullanılmasına isteksizlik duymaları.

Y¼ntemin iki temel olumsuzluğu s¼z konusudur. Birincisi, hataların ¼nlenmesine y¼nelik iyileştirmelerin saptanmasında yapılan değerlendirmenin kısmi s¼bjektifliđidir. “şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik kriterlerindeki puanlama kuralları, uygulama yapan bir kuruluştan bir diğerine g¼re değiştiğinden, HTEA’daki risk ¼ncelik g¼stergesi hesaplama y¼nteminin doğal bir s¼bjektiflik taşıdığı konusunda hem fikir olunmuştur” (Kara-Zaitri ve Flemming, 1997), diğerisi ise saptama ve ¼nleme b¼l¼mlerinin bazı uygulamalarda birbirinden kopuk kalmalarıdır, “Bazı uygulamalarda ¼z¼mler, ¼ncelik belirleme grubundan bağımsız başka gruplara havale edilmekte bu durum ¼alıřmanın b¼t¼nl¼đ¼n¼ bozarak etkinliğini azaltmaktadır” (Dale ve Shaw, 1990). Bu olumsuz y¼nlerin ortadan kaldırılmasının y¼ntemin uygulanması ile elde edilen sonu¼ların g¼venilirliđi ve doğruluğu a¼ısından yarar sağlayacağı a¼ıktır (Ery¼rek ve Tanyaş, 2003: 32-33).

Ery¼rek ve Tanyaş (2003), yaptıkları ¼alıřmada bu iki konuda iyileştirme i¼in ¼z¼m aramışlardır. Bu nedenle ¼alıřmadan beklentilerini aşağıdaki maddelerde tanımlamışlardır.

- Hata t¼rlerinin değerlendirilmesi ve ¼zerinde ¼alıřılacak hata sebeplerinin belirlenmesi m¼mk¼n olduğunca objektif ve matematik tabanlı bir y¼ntemle yapılmalıdır.

- Yaklaşım problem sebeplerinin önceliklendirilmesi yerine çözüm önerilerinin önceliklendirilmesi ve ideal çözüm yönteminin belirlenmesine yönelik olmalıdır.
- Karar verme süreci katılımcıların tecrübe seviyelerine duyarlılıktan mümkün olduğunca uzaklaştırılmalıdır.
- Yöntem mümkün olduğunca basit ve kolay uygulanabilir olmalıdır.

Bu beklentileri karşılayacak yeni yöntem, belirtilen maddeler dikkate alınarak tanımlanmıştır ve böylelikle geliştirilen yeni yöntem eskiye kıyasla, maliyet ve sonuç odaklı, verilere dayalı ve de önleyici hale getirilmiştir.

### **1.7. HTEA'nın Uygulandığı Durumlar**

Bir HTEA'nın uygulanmasını gerektiren durumlar aşağıda kısaca açıklanmıştır (Yaylalı, 2008 : 12)

- Emniyet, güvenlik ile ilgili parça ve fonksiyonlar söz konusu olduğunda,
- Ağır ve yüksek maliyet ile sonuçlanabilecek hata durumlarında,
- Yeni ürün ve süreç geliştirmelerinde,
- Yeni teknoloji, malzeme ve süreçlerde,
- Önemli tasarım ve süreç değişikliklerinde,
- Mevcut ürünün yeni uygulama alanlarında,
- Kalite açısından yüksek risk beklentisi olan problemlerli parça ve proseslerde uygulanmaktadır.

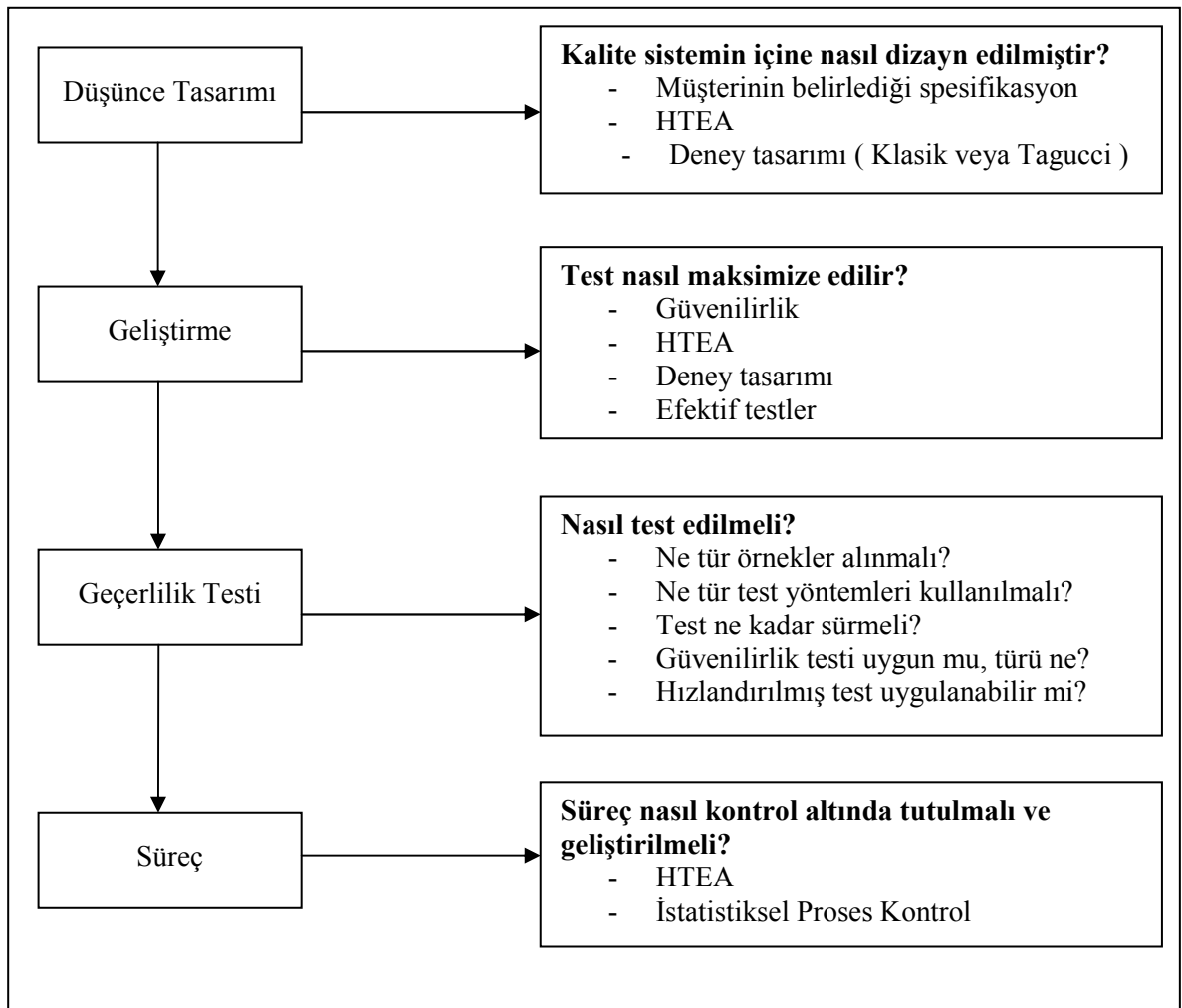
#### **1.7.1. HTEA Ne Zaman Başlatılmalıdır?**

HTEA, bilinen veya potansiyel problemlerin ortadan kaldırılması ile müşteri memnuniyetini maksimize eden bir metodolojidir. Bunu gerçekleştirmek için HTEA mümkün olduğunca erken, hatta bütün gerçekler ve bilgiler mevcut değilken başlatılmalıdır. HTEA, "sahip olduklarıyla yapabildiğinin en iyisini yap" sloganı üzerine odaklanır (Stamatis, 2003: 24)

HTEA programı aşağıdaki durumlarda başlatılmalıdır (Stamatis, 2003: 24);

- Yeni sistemler, tasarımlar, ürünler, prosesler veya servisler oluşturulurken,
- 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. Şekil 1.1’de bu yol haritası gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Ürün Mühendisliği ve HTEA Yol Haritası ( Stamatis; 2003: 26 )

HTEA başladıktan sonra yaşayan bir belge haline gelir. Sürekli gelişimin gerçek bir dinamik aracıdır. Başlangıç aşamasına bağlı değildir. Sistem, tasarım, süreç veya servis süreçlerinin gelişimi için kullanılır. Bu yüzden HTEA, gerektiği sıklıkta güncellenmelidir.

### **1.7.2. HTEA Ne Zaman Sonlandırılmalıdır?**

Her işletme kendi organizasyon yapısına ve isteklerine göre bir uygulama süreci oluşturur. Bunun için HTEA uygulamasının standart bir süreci yoktur ve ne zaman sona erdirileceği belirlenemez. Sadece sistem, tasarım, süreç veya servisin sona erdirilmesi veya sürdürülmesi kararı verildiğinde son bulur.

HTEA uygulamasının sonlandırılacağı bazı durumlar (Bayraktar, 2009: 4);

- Sistem HTEA, bütün donanımın belirlendiği ve tasarımın son şeklinin aldığı nokta,
- 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.

### **1.8. HTEA'nın Kalite Sistemi İçindeki Yeri**

Güvenilirlik, öngörülen kalitenin ve bağlı olduğu sistemin oluşturulması ve sürekliliğinin sağlanması anlamında, ürün kalitesinin en önemli kriteri olmasının yanında, müşteri tatmini açısından da çok önemli göstergesidir.

Güvenilirlik bir aletin veya sistemin verilen bir zaman süresi boyunca ve verilen çalışma koşulları altında, kendisinden beklenen işlevleri uygun bir şekilde yerine getirilmesi olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak; güvenilirlik ürünlerin veya sürecin önemli bir özelliği ve müşteri tahminini sağlamakta etkisi çok

fazla olan bir faktördür. Müşteriler kullandıkları ürünün hizmet süresinin uzun ve aynı zamanda sorunsuz bir süreç almasını istemektedir. Ürünler karmaşık hale geldikçe, geleneksel tasarım yöntemleriyle düşük hata oranlarını elde edebilmek güçleşmektedir.

Ürünün veya sürecin güvenilirliğini sağlamak için atılacak adım, ortaya çıkabilecek olan hataların türlerini ve bunların ürün ya da sürece etkilerini belirleyebilecek bir risk analizinin yapılması ve kurulacak veya kurulmuş olan bir sürecin güvenilirliğinin kontrol altına alınmasıdır. Risk analizinde eski ve yeni anlayış problem, kayıplar ve güvenilirlik açısından Şekil 1.2’de karşılaştırılmıştır (Çakar, 2010: 6).

<b>Eski Anlayış</b>	<b>Yeni Anlayış</b>
Problem Çözümü	Problemin Önlenmesi
Kayıp Maliyetlerin Çıkarılması	Kayıpların Önlenmesi
Güvenirliliğin Hesaplanması	%100 Güvenirlilik

**Şekil 1.2. Risk Analizinde Eski ve Yeni Anlayışın Karşılaştırılması** (Çakar, 2010: 6)

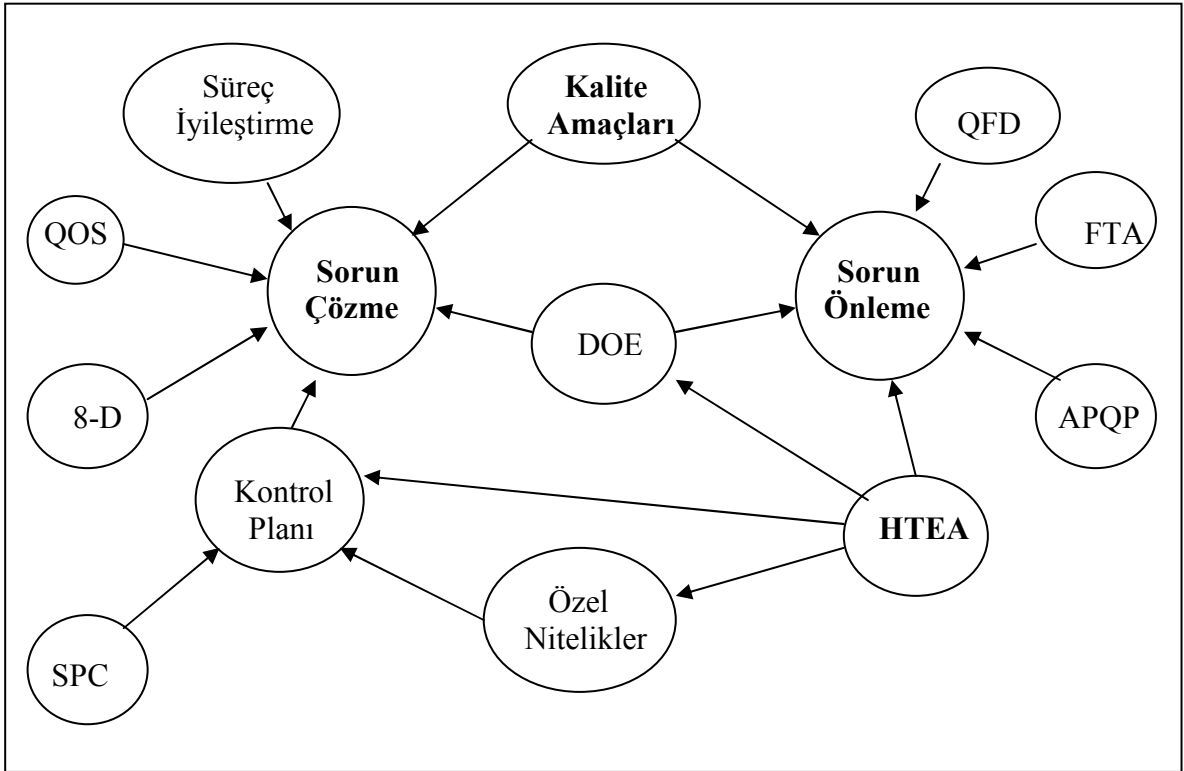
Bir ürünün güvenilirliğini sağlamak için; bir güvenlik programının geliştirilmesi, tedarikçi firmaların izlenmesi ve kontrol edilmesi, bir hata raporlama sisteminin oluşturulması, uygun hata analizlerinin yapılması, düzeltici faaliyetlerin yürütülmesi, hata arama sisteminin yapılandırılması, HTEA’nın tam olarak uygulanması gerekmektedir (Göktaş, 2010: 154).

### **1.9. HTEA’nın Diğer Kalite Teknikleri ile İlişkisi**

1980’li yılların başından beri kalite alanında yapılan çalışmaların, sistem veya ürün/hizmet oluşturmasının her aşamasında karşılaşılabilecek sorunları belirleyip, ortadan kaldıracak, böylece hem güvenirliliği artıracak, hem de kalitede sürekli iyileştirme sağlayacak teknikler geliştirme üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Sürekli iyileştirme, geçmişteki sorunların öğrenilerek, gelecekte onların yeniden ortaya çıkmalarının önlenmesiyle gerçekleşecektir. Hata Türü ve Etkileri Analizi’de bu amaca hizmet eden bir tekniktir. HTEA, ürünün tasarım veya sürecini geliştirme ve 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 birlikte kontrol yoluyla hatayı yakalamak, istenen başarıya götürmemektedir. Bunun yerine hatanın oluşum nedenlerine inerek ortaya çıkışını önlemek, dolayısıyla kusursuzluğu hedeflemek gerekmektedir. Bu yüzden ki, HTEA tekniği, Toplam Kalite Yönetimi'nde önemli bir işleve sahiptir (Boran, 1996: 41).

Kalite Yönetim Sistemleri'nin önemli bir parçası olan HTEA Yöntemi'nin yeri ve diğer kalite teknikleri ile olan ilişkisi ŞEKİL 1.3'de görülmektedir. Şekilde yer alan tekniklerden bazıları ile HTEA arasındaki ilişki aşağıdaki gibi özetlenmiştir.



Şekil 1.3. HTEA'nın Diğer Kalite Teknikleri İle İlişkisi (Çakar, 2010: 5)

Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analtsis – FTA), grafiksel ve mantıksal olarak normal ve hatalı olası olayların etkilerinin bileşimlerini yansıtır. FTA ile hata nedenleri ve ortaya çıkma olasılığı bulunarak HTEA çalışmasında yararlanılabilir (Stamatis, 2003: 45).

Kontrol Planı, üreticinin belirli ürün, süreç veya hizmet için kalite planlama faaliyetlerinin yazılı özetidir. Müşteri için önemli olan ve özel önem gerektiren süreç parametreleri ve tasarım karakteristikleri bu planın içinde yer almaktadır. HTEA'da kritik ve önemli karakteristikleri belirler ve kontrol planı için başlangıç noktasını oluşturur (Stamatis, 2003: 59).

Deney Tasarımı'nda (Design Of Experiments-DOE), bazı bağımsız değişkenler önceden belirlenmiş bir plana göre değiştirilir ve bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri tespit edilir. HTEA uygulamalarında, Deney Tasarımı'nın en uygun kullanılışı birçok bağımsız değişkenin veya hataların/hata nedenlerinin bileşik etkisinin belirlenmesidir (Kuvvetli, 2008: 32).

Kalite Fonksiyon Göçerimi (Quality Function Deployment – QFD), müşteri girdilerinin tasarım, imalat ve servise kadar iletilmesinin, biçimi eve benzeyen bir dizi matris kullanarak fonksiyonlar arası bir takım tarafından yapılan bir ürün (hizmet) geliştirme sürecidir. QFD ve HTEA'nın pek çok ortak tarafı vardır. HTEA genellikle, QFD içinde hata önleme aracı olarak kullanılmaktadır.

İstatistiksel Süreç Kontrol (Statistical Process Control – SPC), ortaya çıkma ve saptama değerlerini belirleyerek HTEA için hataların saptanmasında kullanılmaktadır (Mirzapour, 2010: 12).

### **1.10. HTEA'nın Çeşitleri**

HTEA yöntemi ilk olarak donanıma yönelik olarak yapılmıştır. Yöntem zaman içerisinde yaygınlaştıkça fonksiyonel olarak süreçteki olası hataların belirlenip bunların giderilmesi için kullanılmaya başlanmıştır. HTEA, daha sonraları tasarım ve hizmet alanlarında da uygulanma bulmuştur.

HTEA kullanım yerleri bakımından başlıca dört başlık altında ele alınabilir:

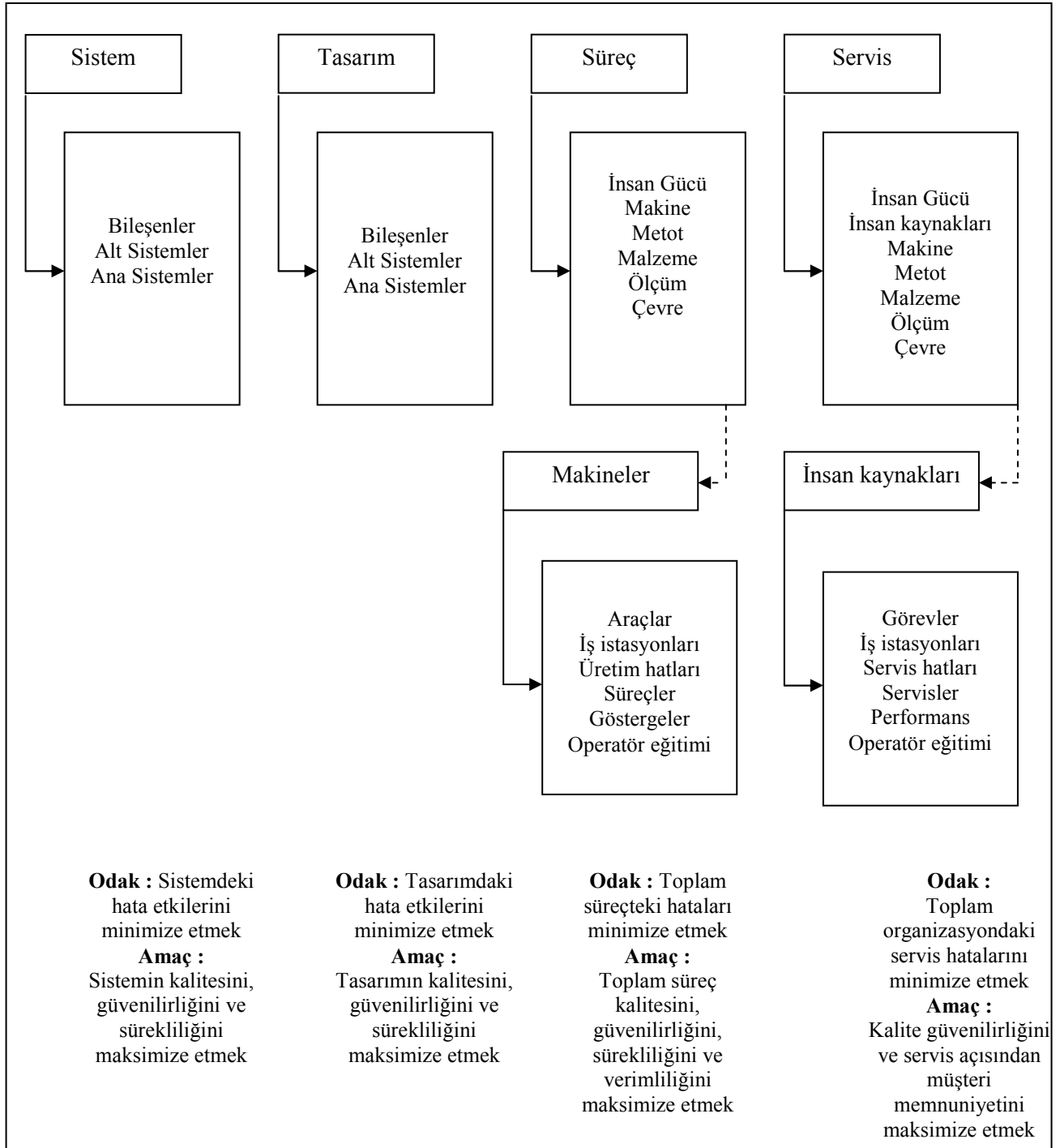
- Sistem HTEA (SHTEA)
- Tasarım HTEA (THTEA)
- Proses (Süreç) HTEA (PHTEA)

- Servis HTEA (SHTEA)

Ancak temel olarak bir ayrım yapmak gerekirse HTEA çalışmaları;

- Tasarım HTEA
- Proses HTEA

Olarak ikiye ayrılabilir. HTEA çeşitleri arasındaki ilişki şekil 1.4'de ele alınmıştır.



Şekil 1.4. HTEA Çeşitleri ( Stamatis, 2003: 41)



### 1.10.1. Sistem HTEA

Tasarım ve kavramların ön aşamalarında sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksikliklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır (Baykasoğlu ve Diğerleri, 2003: 158).

Hedef; operasyonel (etkinlik ve performans) faktörler ile ekonomik faktörler arasında uygun bir denge tanımlamak ve oluşturmaktır. Bu hedefe ulaşmak için Sistem HTEA çalışması; müşterinin belirlenmiş ihtiyaç, istek ve beklentileri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Sistem HTEA çalışmalarının sağlayacağı faydalar (Gönen, 2004: 36)

- Optimum sistem tasarım alternatiflerini seçmede yardımcı olmak
- Sistem içerisindeki fazlalıkların belirlenmesine yardım etmek
- Sistem seviyesindeki teşhis prosedürleri için bir temel oluşturulmasına yardımcı olmak
- Olası potansiyel hataların önceden belirlenme ihtimalini arttırmak
- Potansiyel hata türlerinin ve bunların sistem ve alt sistemler arasındaki ilişkilerinin belirlenmesini sağlamak

### 1.10.2. Servis HTEA

Servisi müşteriye ulaştırmadan önce meydana gelebilecek potansiyel hataların analiz edilmesini sağlar. İş akışlarının belirlenmesinde yol göstericidir.

Servis HTEA, sistem ve proses eksikliğinden kaynaklanan hata türlerini dikkate alır ve servis organizasyonundaki işleyişi aksatabilecek kritik ve önemli özellikleri belirleyerek, ortaya çıkabilecek hataların sistemi minimum düzeyde etkilemesini sağlayacak şekilde iyileştirilmesini amaçlar (Bektaş, 2007:16).

Servis HTEA çalışmalarının sağlayacağı faydalar;

- İş akışının analiz edilmesine yardımcı olmak
- Sistem ve/veya proseslerin analiz edilmesine yardımcı olmak
- İşlem yetersizliklerini belirlemek
- Kritik veya önemli işlemleri belirlemek ve kontrol planlarının geliştirilmesine yardımcı olmak
- İyileştirme çalışmaları için öncelikleri ortaya koymak
- Değişikliklerin ne amaçla yapıldığını dokümanete etmektir.

### **1.10.2. Tasarım HTEA**

Tasarım HTEA, üretim aşamasına geçmeden önce ürünün tasarımının analiz edilmesi için kullanılır. Üründen beklenen fonksiyonlar ile birlikte tasarım yetersizliklerine odaklanarak oluşabilecek potansiyel hataların belirlenmesinde kullanılır (Bluvband ve Grabov, 2009: 1). Bir başka deyişle Tasarım HTEA, ürünün tasarım sırasında olası hasar ve hata tiplerini, etkilerini ve nedenlerini analiz eden ve bunların meydana gelmemesi için önlemler alan bir yöntemdir (Akkurt, 2002: 311).

Tasarım FMEA, 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 imalatta, 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. Kısaca tasarımda mümkün olan tüm hataların belirlenmesi ve fiziksel olarak tanımlanması aşamasıdır (Yaylalı, 2008: 6).

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, 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. Bu yaklaşımlardan birinin seçimi, sistemin ve sorunun büyüklüğüne bağlı olacaktır. Uygulamada kabul gören bu iki yaklaşımdır.

Tasarım HTEA şu konuları kapsamalıdır (Gül, 2001: 35):

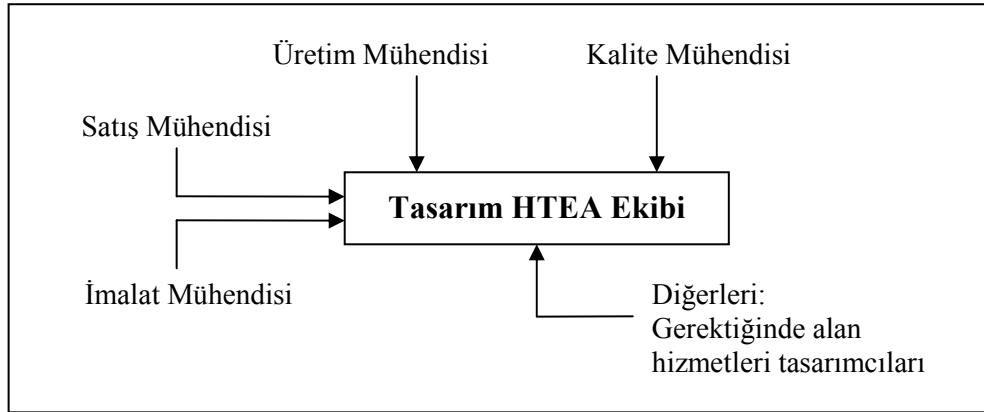
- Bütün yeni parçaları
- Eski parçaların yeni uygulamalarını
- Parça değişiklikleri, örneğin satın alınan veya imal edilen parçalardaki geliştirmeleri

Tasarım HTEA çalışması, kalite güvence bölümleri, üretim bölümleri ve yan sanayilerden sağlanan bilgilere dayanarak, prototip çizimleri yayınlanmadan hemen önce süratle yapılmalıdır. Tasarım HTEA'nın deneme safhasından önce, tasarım esnasında yapılması gerekirken, karmaşık ürünlerdeki ana riskli bölgeleri bulup ortaya çıkarmak için sistem geliştirilmesi esnasında veya bazı durumlarda ürün fizibilite çalışması esnasında dahi yapılması tavsiye edilebilir (Gül, 2001: 35).

Tasarım HTEA, tasarım aşamasında ürüne şu şekilde katkılarda bulunur (Söylemez, 2006: 20-21)

- Ürünün mümkün hatalarının ürün gerçekleştirilmeden önce tespit edilmesini sağlar,
- Uyulması gereken, ürün emniyet kurallarının tanımlanmasına yardımcı olur ve tasarım esnasında gerekli önlemlerin alınmasını sağlar,
- Ürün tasarım gereksinimleri ve alternatifleri ve alternatiflerin değerlendirilmesine yardımcı olur,
- Kritik ve önemli özelliklerin belirlenmesine yardımcı olur,
- Tasarım iyileştirmeleri için önceliklerin belirlenmesine yardımcı olur,
- Tasarım esnasında oluşturulan gerçekçi bir belgelendirme sistemi gelecekteki ürün tasarımları için rehberlik eder.

*Tasarım HTEA Ekibi:* HTEA çalışma ekibi genelde bir tasarım mühendisinin liderliğinde, kalite mühendisi, satış mühendisi, imalat mühendisi ve gereksinime göre diğer birimlerden elemanların katılımıyla oluşturulmaktadır.



**Şekil 1.5. Tasarım HTEA Ekibinin Yapısı** (Gönen, 2004: 47)

Yapısal olarak gösterilen HTEA ekibi genel olarak çekirdek ve destek ekip olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Çekirdek ekip üyeleri çapraz işlevsel ekip çalışmasının her aşamasına katılırlar, karar vericidirler ve eylemlerin gerçekleşmesinden sorumludurlar. Destek ekip üyeleri ise, özel görüş ve girdi sağlamak üzere, genelde gerektiği zaman katılırlar. Ekip üye sayısı beş ile on arasında olmalıdır (Koru, 2006; 46).

Çekirdek Ekip;

- Tasarım Mühendisi
- Üretim Mühendisi

Destek Ekip;

- Servis
- Tedarikçi / Yardımcı Sanayi
- Analiz / Test Operasyonları
- Kalite

Bu üyelerin yanı sıra bir sonraki üst veya alt grup, sistem veya bileşenin tasarımından sorumlu mühendisler de ekipte bulunmalıdır. HTEA, etkilenen fonksiyonlar arasındaki fikir alışverişini harekete geçirecek, bir ekip yaklaşımının ortaya çıkmasını sağlamalıdır.

Ekip lideri çalışmanın başarılı olması için aşağıdaki bilgi ve dokümanların hazırlanmasından sorumlu olmalıdır (Koru, 2006: 46-47)

- Tasarımın amacı ve müşterinin ihtiyacı,
- Ürünlerde görülen hatalar,
- Düşünülen ve var olan kontrol planları,
- İlgili detay çizimler, şemalar, şartnameler, talimatlar,
- Süreç ve montaj akış şemaları,
- Laboratuvar testleri ve talimatları,
- Parça örneği,
- Hata örneği

Tasarım HTEA'nın çıktıları (Aran, 2006: 70)

- Potansiyel ürün hata türlerinin listesi
- Potansiyel kritik ve belirleyici karakteristiklerin listesi,
- Kritik ve belirleyici karakteristikleri göstermek üzere yapılacak çalışmaların listesi,
- Ürün hata türlerini ortadan kaldıracak ya da tekrarını azaltacak tasarım önlemlerinin bir listesi

Tasarım HTEA'nın uygulanması sonucunda (Akın, 1998: 22):

- Potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi ile potansiyel hata türlerinin Risk Öncelik Sayısı tarafından ağırlandırılmış bir listesi elde edilir.

- Test, kontrol veya teşhis yöntemleri kullanılarak potansiyel parametrelerin listesi yardımıyla hata türü ve güvenlik sorunlarını ortadan kaldıracak veya hataları azaltacak potansiyel tasarım faaliyetlerini tespit etmek mümkün olacaktır.

#### 1.10.4. Süreç HTEA

Üretim ve montaj işlemlerini analiz etmek için kullanılır. Üretim ve montaj işlemlerinde aksaklıklara yol açan hata türleri üzerine odaklanır. Bu analiz üretim veya montaj sürecindeki eksiklerden doğabilecek hata türlerini ortadan kaldırmak ve üretim ve montaj prosesini analiz etmek amacıyla hizmet etmektedir (Akın, 1998: 22).

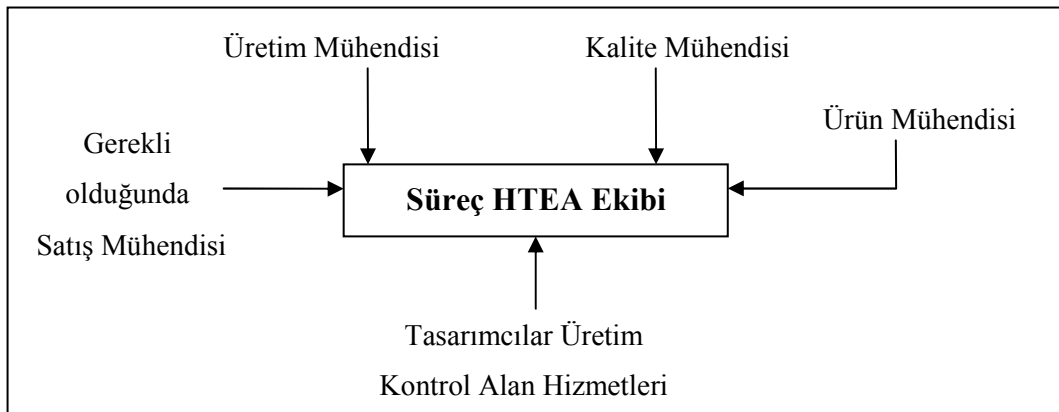
Süreç HTEA; herhangi bir süreçten sorumlu mühendis/ekip tarafından, süreçte ortaya çıkabilecek olası hata türleri ve ilgili sebeplerinin tüm kapsamıyla ele alındığı, tanımlandığı ve çözümlendiği analitik bir tekniktir. Bu teknik, süreç hata türüyle ilişkili ürünün potansiyelini belirler, hataların müşteri üzerindeki etkilerinin potansiyelini ortaya çıkarır, potansiyel imalat ve montaj süreci hata sebeplerini belirler ve hata şartlarını ortaya çıkarmak veya önlemek için kontrole yoğunlaşmada gerekli olan önemli süreç değişkenlerini belirler.

Bir süreç HTEA için müşteri normal olarak nihai müşteri (ürünü satın alıp kullanan) olarak görülmelidir. Ancak, müşteri bir sonraki ve daha sonraki imalat/montaj operasyonları ve servis operasyonları da olabilir.

Süreç HTEA, imalat sırasında ürüne ve sürece şu katkılarda bulunur (Söylemez, 2006: 23):

- Yeni üretim ve montaj süreçlerinin incelenmesine yardım eder,
- Olabilecek üretim hata ve hata etkilerinin göz önünde tutulmasını sağlar,
- Hatalı ürünlerin üretilme olasılığını azaltmak için kontrollere veya hataları keşfetmek için çeşitli yöntemlere mühendislik ve çalışanları odaklayarak sürecin olumsuzluklarının ortaya çıkmasını sağlar,
- Kritik ve önemli özellikleri belirler, iyileştirme faaliyetleri için öncelik sırası yaratır,
- Süreç değişiklikleri sırasında oluşturulan gerçekçi bir belgelendirme sistemi gelecekte geliştirilecek olan üretim ve montaj süreç tasarımları için rehberlik eder.

*Süreç HTEA Ekibi:* Proses HTEA ekibinin bir prosesi incelerken üretim, kalite ve servis bölümlerinden gerekli verileri toplaması gerekmektedir. Bu nedenle ekibin süreci iyi tanıyan, firma içindeki farklı bölümlerin temsilcilerinden oluşturulması gerekmektedir.



Şekil 1.6. Süreç HTEA Ekibinin Yapısı (GÖNEN, 2004: 64)

Süreç HTEA üretim mühendisinin liderliğinde sürdürülmekte, Kalite ve Üretim Bölümlerini kapsamaktadır. Süreç ile ilgili hatalara odaklanılmakta ve Tasarım HTEA'ya benzer şekilde ekipler oluşturularak uygulanmaktadır.

Çekirdek Ekip;

- Üretim Mühendisi
- Tasarım Mühendisi

Destek Ekip;

- İmalat
- Tedarikçi / Yardımcı Sanayi
- Bakım
- Kalite
- Bir sonraki operasyonun Süreç Mühendisi

Ekip lideri çalışmanın başarılı olması için aşağıdaki bilgi ve dokümanların hazırlanmasından sorumlu olmalıdır (Gül, 2001: 52):

- Detaylı teknik çizim ve resimler
- Prosesin akış şeması
- Taşıma şekli ve yapısı

- Muayene planı (kontrol önlemlerini göz önüne alan) ve mühendislik talimatları
- Yeni parça numunesi
- Kusurlu parça numunesi

Süreç HTEA'nın çıktıları (Durhan, 2006: 19):

- Risk öncelik sayısına göre sıralanmış potansiyel hata türleri listesi
- Kritik ve/veya önemli hata karakteristiklerinin potansiyel listesi
- Kritik ve önemli karakteristikler için önerilen potansiyel önlemlerin listesi,
- Hata türlerinin nedenlerini ortadan kaldıracak, ortaya çıkmalarını azaltacak ve saptanma düzeylerini iyileştirecek potansiyel önlemler listesi.

Süreç HTEA girdilerinin birçoğu Tasarım HTEA'dan veya Tasarım HTEA'nın önerilen eylemlerinin sonuçlarından gelir. Aynı zamanda, Tasarım ve Süreç HTEA'nın sütunları arasında da çok güçlü bir ilişki vardır. Etkileri ve onların şiddet dereceleri, Süreç HTEA'ya ilave edilen etkilerle doğrudan bağlantılıdır. Diğer ilişkiler daha güç fark edilir. Örneğin; tasarım sebepleri genelde süreç hata türlerine neden olurlar.

Süreç HTEA, yaşayan bir belgedir. Bunun için uygulamaya ön hazırlık çalışmaları sırasında ya da öncesinde başlanmalı ve bağımsız parçaları da göz önüne alarak, üst takımlara kadar olan bütün üretim çalışmalarını içine almalıdır. Süreç HTEA, ürünün tasarlandığı şekli ile tasarım amaçlarını karşılayacağını varsayar, tasarım zayıflığı nedeni ile oluşabilecek hataları kapsamaz. Bu sebeple oluşan hata etkileri ve bu etkilerin analizi tasarım HTEA'nın kapsamına girer (Söylemez, 2006: 25).

Süreç HTEA çalışmasında öncelikle(Koru, 2006: 50)

- Ürünün birincil ve ikincil fonksiyonları yazılır,
- Ürün fonksiyonlarını meydana getiren parçalar belirlenir.
- Her bir parçanın fonksiyonu belirlenir,
- Parçanın fonksiyonlarını yerine getirebilmesini sağlayacak özellikler belirlenir,
- Her bir parçanın aşamalarını sağlayacak süreç aşamaları belirlenir.



*Tasarım ve Süreç HTEA Arasındaki Farklılıklar*

Tasarım ve süreç HTEA arasındaki farklılıklar şekil 1.7'deki gibi belirtilmiştir.

<b>Tasarım HTEA</b>	<b>Süreç HTEA</b>
Ürünleri seri üretimine geçmeden önce tasarımında kullanılır.	Üretim ve montaj süreçlerinin tasarımında kullanılır.
Tasarım hatalarından kaynaklanan ürünler üzerindeki performans düşüren potansiyel hata türleri ile ilgilenir.	Üretim ve montaj hatalarından kaynaklanan performans düşüren potansiyel hata türleri ile ilgilenir.

**Şekil 1.7. Tasarım HTEA ve Süreç HTEA Farklılıkları** (Koru, 2006: 51)

## İKİNCİ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA) YÖNTEMİ

#### 2.1. Hata Türü ve Etkileri Analizinin (HTEA) Yöntemi

HTEA çalışmasının amacı problemleri müşteriye ulaşmadan belirlemek ve önlemektir. HTEA çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik tahmini yapılmaktadır. Buna bağlı olarak da alınması, planlanması veya göz ardı edilmesi gereken faaliyetler değerlendirilmektedir. Belirlenen bütün hatalara eşit önem verilmesi mümkün olamayacağından, HTEA ile hatalar öncelik sırasına konulmaktadır.

Bu yüzden HTEA çalışmalarına mümkün olduğunca erken başlanması gerekmektedir. HTEA çalışmalarının başlatılması için ürün veya proses ile ilgili bütün bilgilere ulaşılması beklenilmemelidir. Çünkü bütün bilgilere ulaşılması ya mümkün olmayacak ya da çok zaman alacaktır.

Bu metodun çalıştırılması için dört ön şartın herkes tarafından anlaşılması ve takip edilmesi gerekmektedir (Taşyürek, 2004:1).

*Bütün problemler aynı değildir.*

Bütün problemler aynı derecede önemli değildir. Burada dikkat edilmesi gereken problemin önceliğidir.

*Müşteri belirlenmelidir.*

HTEA'ya başlamadan önce müşteri belirlenmelidir. Bu genellikle son kullanıcı olmakla birlikte, bir sonraki operasyonda müşteri olarak kabul edilebilir. Bu problemin tanımlanması ve ele alınması için önemlidir.

*Proses bilinmelidir.*

Ele alınan proses ve amaç herkes tarafından bilinmelidir. Aksi takdirde yanlış yönlennmeler olabileceği gibi zaman kaybı da ortaya çıkar

*Önemeye yönlendirilmiş olmalıdır.*

HTEA'nın amacı devamlı iyileşme ve düzeltici faaliyetlerin başlatılması olmalıdır. Aksi takdirde yapılan HTEA çalışması statik bir çalışma olarak kalır.

HTEA'ya başlamadan önce aşağıdaki sorulara yanıt verilerek bir plan yapılmalıdır (Söylemez, 2006: 32).

- HTEA'dan kim sorumlu olmalıdır?
- Kimler nasıl katılacak?
- HTEA'ya ne zaman başlanmalıdır?
- Tasarım geliştirme esnasında HTEA'ya başlamalı mıyız?
- Hata türünün ortaya çıkması ve bulunmasını mı yoksa ortaya çıkması ve nedeninin bulunmasını mı oranlandırmalıyız?
- Göstergelerde hangi oran kriterlerini kullanmalıyız?
- Ekip fikir ayrılığına düştüğünde oranları nasıl etkili ve doğru bir şekilde birbirinden ayırabiliriz?
- Doğru olarak yapıyor muyuz?

Bu soruların bazıları HTEA'nın temeli ile ilgilidir ve bazıları da HTEA gelişimi sırasında ekip dinamiklerini korumak içindir. Çalışma bitiminde elde edilecek başarı bu sorulara verilen cevaplara bağlıdır.

Uygulama süreçlerindeki farklılıklara rağmen genel bir HTEA prosedürü şu şekilde verilebilir (Bayraktar, 2009: 4-5)

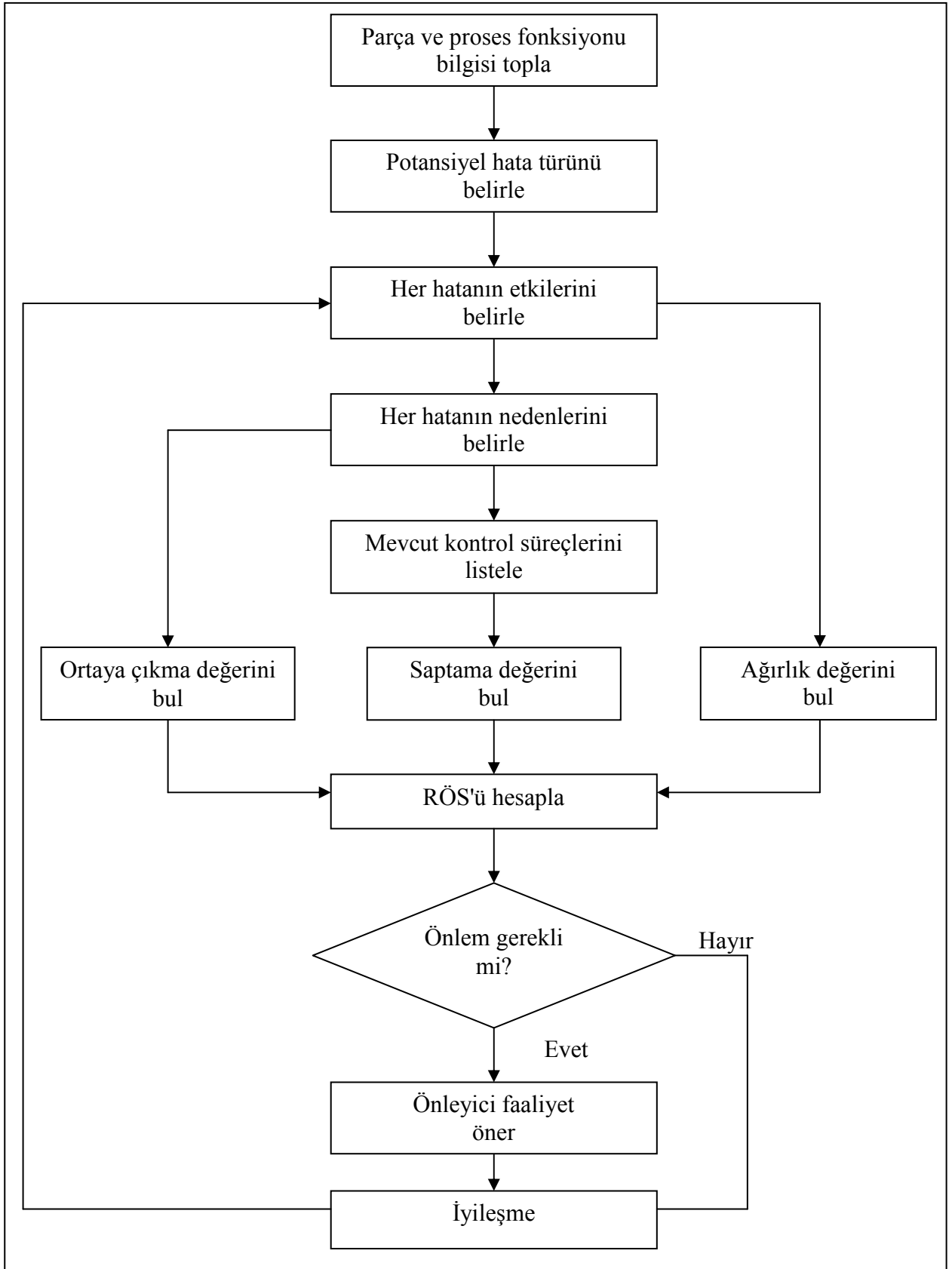
1. Sistemin tam olarak çalıştığında ne yapması gerektiği tam olarak bilinmelidir,
2. Bileşenleri daha iyi anlayabilmek için sistem alt sistemlere veya parçalara bölünmelidir,

3. Şemalar, akış diyagramları ve benzeri tablolar kullanılarak sistemin bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki ilişkiler belirlenmelidir,
4. Her sistem parçası için tam bir bileşen listesi oluşturulmalıdır,
5. Sistemi etkileyebilecek operasyon el ve çevresel faktörler belirlenmelidir. Bu faktörlerin tek tek bileşenlerin performanslarını nasıl etkilediği belirlenmelidir,
6. Her bileşene ait hata türü ve bu hata türlerinin sistem parçalarını, alt sistemleri ve tüm sistemi nasıl etkilediği belirlenmelidir.
7. Her hata türü için tehlike derecesi (ağırlık) saptanmalıdır (bunun için pek çok kalitatif sistem geliştirilmiştir),
8. Hata türünün ortaya çıkma ve saptanabilme ihtimali tahmin edilmelidir. Somut istatistiksel verilerin olmadığı durumlarda bu ihtimal kalitatif yöntemlerle saptanabilir,
9. Ortaya çıkma, ağırlık ve saptanabilme değerleri belirlendiğinde her hata türü için Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanabilir,
10. RÖS değerine bakılarak önlem alınması gereken hata türleri kararlaştırılmalıdır,
11. Sistem performansını arttırmak için hata türü ile ilgili çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu öneriler iki kategoriye ayrılır

*Önleyici Faaliyetler:* Bir hata durumunun önüne geçmek amaçlanır.

*Düzeltilici Faaliyetler:* Hata ortaya çıktığında kayıpları en aza indirmek amaçlanır.

12. Analiz Özetlenir. Bunun için HTEA formları kullanılır.



Şekil 2. 1. HTEA Süreci (Bayraktar, 2009: 6)

En genel haliyle yöntem beş ana adımda toplanabilir (Yaylalı, 2008: 37)

- Başlangıç çalışmaları,
- Olası hata türü, nedenleri, etkileri ve hatayı saptamak için kullanılan mevcut kontrollerin belirlenmesi,
- Ortaya çıkma, ağırlık ve saptama değerleri belirlenerek risk öncelik sayılarının belirlenmesi,
- Risk öncelik sayılarının sıralanarak önlem alınacak hataların ve önlemlerin belirlenmesi,
- Belirlenen önlemlerin uygulanması, Yeni RÖS değerlerinin hesaplanması.

HTEA Yöntemi sıralanan beş ana adım çerçevesinde açıklanmıştır.

## **2.2. Başlangıç Çalışmaları**

HTEA uygulamasına geçmeden önceki hazırlık aşamasını kapsamaktadır. Bu aşamayı üç başlıkta toplayabiliriz:

- HTEA kapsamının belirlenmesi
- HTEA takımının kurulması
- HTEA uygulanacak sürecin incelenmesi.

### **2.2.1. HTEA Kapsamının Belirlenmesi**

Çalışma esnasında gerekli olmayan alanlarda zaman kaybını önlemek açısından HTEA' nın sınırları ve amacı tam olarak belirlenmelidir. Bunun için yazılı bir doküman hazırlanıp, buna incelenecek sistem, tasarım, proses veya servis hakkında bilgilerde eklenebilir. Kapsam belirlenirken ayrıca HTEA takımının sorumlulukları da ortaya konmalıdır. HTEA takımı oluşturulduktan sonra da HTEA kapsamı ile ilgili değişikliklere gidilebilir (Yaylalı, 2008: 37).

HTEA bir ürünün tasarımında uygulanacaksa, tasarım fonksiyonları başlıklar halinde belirlenmelidir. Süreç HTEA için uygulanacaksa, üretim ya da üretim-mühendislik fonksiyonları başlıklar halinde belirlenmelidir.

Çalışılması gereken süreç veya ürünün özellikleri, herkes tarafından anlaşılacak şekilde tanımlanmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Uygulamanın alanları belirlendiği için ekip üyeleri avantaj sahibi olacaklardır. Bu, ekibin HTEA boyunca yanlış alanlara yönelmesini engellemeye yardımcı olur.

Büyük süreçler üzerinde çalışmak zor olacağı için, alt süreçler oluşturulmalıdır. Böylece özel gruplar bu alt süreçler üzerinde rahatlıkla çalışabilirler (McDermott ve diğerleri, 2009: 16).

### **2.2.2. HTEA Takımının Kurulması**

HTEA'nın yürütülmesi bir ekip işidir. Bir kişinin yapabileceği iş değildir. Çalışma ekibi üç ile yedi kişiden oluşabilir. İdeali beş kişidir. Ekibe katılanların incelenen ürünün tasarım, üretim, montaj ve kontrol işlemleri konularında bilgili ve deneyimli olmaları gerekmektedir. Ekibin doğal üyeleri Ar-Ge, üretim ve kalite temsilcileridir. Çalışma konusuyla ilgili diğer bölümlerdeki elemanlarda katılabilirler.

HTEA ekibinin amacı kısaca açıklanmıştır (Yaylalı, 2008: 39);

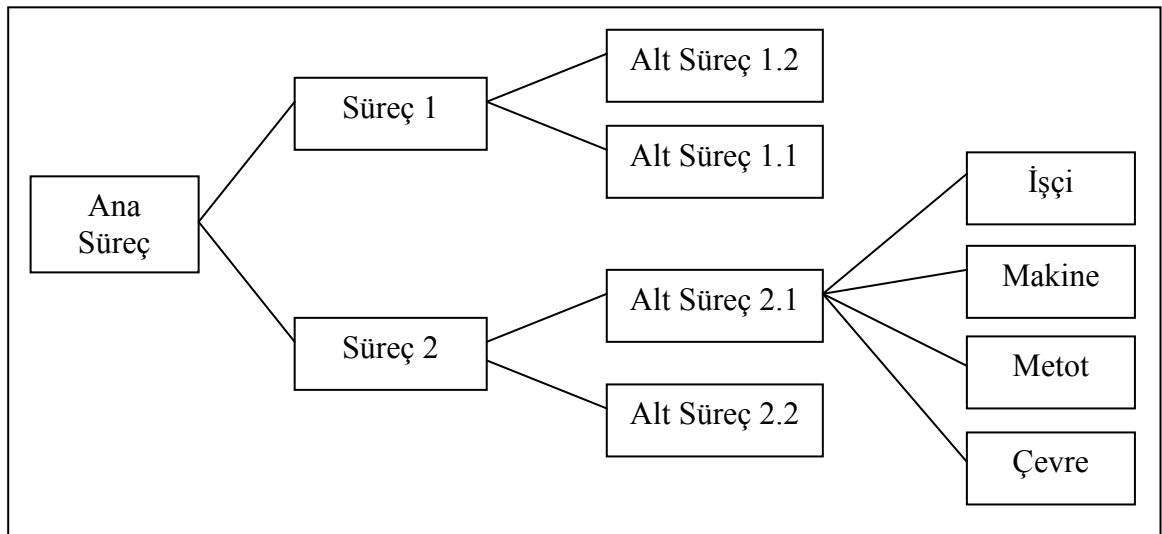
- Mümkün olan en erken zamanda tüm ilgili bölümlerin birlikte ve eşzamanlı çalışması
- Daha geniş bir bilgi ve tecrübe birikiminin kullanılması,
- Yeni fikirlerin arttırılması,
- Erteleme yerine, yerinde ve zamanında hızlı bir şekilde kararların alınması,
- Alınan kararların daha geniş katılımlı ortamda mutabakat sağlanması,
- Bölümler arası işbirliğinin geliştirilmesi ve teşvik edilmesi.

HTEA ekibi, değerlendirmeler ve analizler sonuçlanana kadar, çalışmaların hedeflerine uygun şekilde süresi üç saati geçmeyecek toplantılar düzenler. HTEA alışmaları iki ayı geçmemeli ve konu küçük kapsamlara bölünmelidir (Akın, 1998: 19).

### 2.2.3. HTEA Uygulanacak Sürecin Belirlenmesi

HTEA projelerinin başarılı olabilmesi için incelenen ürün veya sistem hakkında ayrıntılı bilgiye ulaşılmalıdır. Bu amaçla HTEA yapılacak konu ayrıntılı olarak incelenir.

İlk olarak HTEA uygulanacak süreci oluşturan fonksiyonlar, alt sistemler ve bileşenler şekil 2.2'deki gibi belirlenir (eber, 2010:57). Bu belirlenen süreçlerin ne işe yaradıkları, var olma sebepleri tanımlanır. Kolaylık sağlamak amacıyla, bilgilerin gösteriminde, akış diyagramları, işletim şartları, müşteri teknik şartnameleri ve tasarım özelliklerinin bulunduğu formlardan yararlanılır.



şekil 2. 2 HTEA Uygulanacak Ana Sürece Ait Sistem Yapısı rneği (ÇEBER, 2010: 58)

### 2.3. HTEA Yapılan Sistem, Tasarım, Süreç veya Serviste Yer Alan Hatalara Yönelik alışmalar

Başlangıç alışmaları bittiğinde HTEA'nın kapsamı, HTEA'yı yapacak kişiler ve HTEA yapılacak konu hakkında ayrıntılı bilgi elde edilmiş olur. Bu aşamadan sonra



sıra HTEA yapılacak konuda yer alan hatalarla ilgili kısımlara gelmiştir. Bu kısım aslında çoğu zaman inceleme kısmı ile iç içe girmiş durumdadır.

Daha sonra ki aşamalara önemli ölçüde etki edeceğinden bu aşama titizlikle ele alınmalıdır (Durhan, 2006: 28).

Bu alt başlık altında;

- Olası hata türlerinin belirlenmesi
- Olası hata etkilerinin belirlenmesi
- Olası hata nedenlerinin belirlenmesi
- Mevcut kontrollerin belirlenmesi konuları incelenecektir.

### **2.3.1. Olası Hata Türlerinin Belirlenmesi**

Olası hata, sistemde meydana gelmesi muhtemel olan fonksiyon yetersizlikleridir. Mevcut durumda oluşmamış fakat oluşabilecek potansiyele sahip hatalar için kullanılır. Sistem incelenirken önceden meydana gelmiş, hali hazırda devam eden ve ileride oluşabilecek hataların hepsi göz önünde bulundurulmalıdır. Olası hataları belirlemek için;

- Sistem, tasarım, süreç veya servis ile ilgili olası sorun nedir?
- Parçanın belirlenen şartları karşılayamadığı durumlar nelerdir?
- Öngörülen mühendislik özelliklerini hiç göz önüne almadan, müşterinin 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?

gibi bazı sorular sorulur. Sorulara aranılan yanıtlar, hata şeklini bulmaya yardımcı olur (Boran, 1996: 70).

HTEA takımının olası hata türlerini belirlemek için kullanılacak diğer 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. Başlangıç olarak da benzer parçalar için geçmişte yapılan HTEA çalışmalarının, kalite raporlarının dayanıklılık ve güvenilirlik sorunlarının, ömür testlerinin ve beyin fırtınası çalışmalarının incelenmesi ve yapılması uygundur (Aran, 2006: 44).

Uygulanacak teknikler için inceleme yaparken veri olarak garanti verileri, test raporları, müşteri şikayet raporları, benzer ürün ve sistem verileri, benzer ürünler için önceden hazırlanmış HTEA çalışmaları ve simülasyon çalışmaları sonuçları gibi kaynaklardan yararlanılır.

### **2.3.2. Olası Hata Etkilerinin Belirlenmesi**

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 ya da işlem yapacak kişi veya son kullanıcı olabilir.

Hata etkileri tanımlanırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir (Aran, 2006: 44):

- Bütün hata etkilerinin mümkün olduğunca tam ve doğru bir şekilde belirlenmesi,
- Fonksiyonun en üst seviyeye (sistem, araç, çevre) olan etkilerinin tanımlanması,
- Hata etkilerinin müşterinin fark edebileceği (tatmin olmama/rahatsız olma) şeklinde tanımlanması
- Etkiler zincirinin (örn: parça-grup-sistem) sonradan anlaşılabilir şekilde tanımlanması

### 2.3.3. Olası Hata Nedenlerinin Belirlenmesi

Olası hata nedeni, hatanın nerelerden nasıl oluşabileceğini belirtir. Hata ile nedeni arasında direkt bir bağlantı vardır ve “eğer.....olursa,.....olur” kalıbı kullanılarak potansiyel hata nedenleri belirlenir. Kök nedenleri bulmak çok önemlidir. Çünkü olası hataların yok edilmesinde uygun kontrollerin ve hareket planlarının oluşturulması gerekmektedir ve adımların doğru atılmasında kök nedenler oldukça önemli rol oynar. Bir hata birden çok nedenden meydana gelebilir ya da bir neden birden çok hataya neden olabilir. Bu nedenle neden-sonuç ilişkisinin iyi kurulması gerekmektedir (Down vd, 2008: 12).

Kısaca hata nedenleri, kritik durumları ortaya koyma ve en az harcamayla kalite hedeflerine ulaşma olarak tanımlanır.

Olası hata nedenleri belirlenirken dikkat edilmesi gereken hususlar (Yaylalı, 2008: 45);

- Bir hata nedeni bir veya birden fazla hata türüne yol açabilir.
- Birden fazla hata nedeni tek bir hata türüne yol açabilir.
- Bir hata nedeni bir veya birden çok faktörün bir araya gelmesi sonucu ortaya çıkabilir.

Hata nedenlerinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntem neden-sonuç (balık kılıcı) diyagramıdır. 4M + 1İ (makine, malzeme, metot, insan ve bilgi) olarak tanımlanan hata kaynaklarına göre nedenler beyin fırtınası yoluyla belirlenir. Burada grup üyelerinin deneyimlerinden yararlanma söz konusudur.

Neden-sonuç diyagramlarının yanı sıra nedenlerin üretilmesinde, geçmiş dönem kayıtlarının yer aldığı veri bankaları, analiz yöntemleri (hata ağacı analiz tekniği, blok diyagramları, simülasyon vb), yaratıcılık yöntemlerinden de yararlanılır.

#### **2.2.4. Mevcut Kontrollerin Belirlenmesi**

Mevcut kontroller HTEA çalışması yapıldığı sırada söz konusu hata türünün ortaya çıkmasını veya müşteriye ulaşmasını önlemek için kullanılmakta olan mekanizmalardır. HTEA çalışmasında düşünülmesi gereken kontroller sadece olası hata türünün saptanabilme derecesini bulmada katkıda bulunacak kontrollerdir. Bir hatanın ortaya çıkmasını önlemek veya azaltmak için yapılan kontroller ortaya çıkma derecesini bulmada katkı sağlarlar (Durhan, 2006: 32).

Mevcut kontroller genellikle hata/yanlış tespiti, İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK) ya da proses sonrası değerlendirmelerden oluşmaktadır.

HTEA formlarında mevcut kontrol noktaları ve yöntemleri belirtilmelidir. Eğer kontrol yok ise bu durum ve gerekliliği forma işlenmelidir.

#### **2.4. Hata Türlerinin Değerlendirilmesi**

HTEA kaynakları etkin bir şekilde kullanmak amacıyla hataları önceliklendirilir ve en yüksek önceliğe sahip hatadan başlanarak önlem alınır. Böylelikle aşama aşama hatalar kabul edilebilir bir düzeye indirilir. Hataların öncelik sıraları şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerlerine göre belirlenir.

Bu aşamada her bir olası hatanın risk esasına göre kritiklikleri belirlenir. MIL-STD 1629A (1984)'da kritiklik "Hata türü ve onun ortaya çıkma sıklığının sonuçlarının görelî ölçüsüdür" şeklinde tanımlanmaktadır. Kritikliği belirleyen ölçüt Risk Öncelik Sayısı (RÖS)'dir. Risk öncelik sayısı, risk faktörlerinin olasılık değerleri kullanılarak hesaplanır. Ancak uygulamada işlem kolaylığı sağlamak amacıyla kritiklik, olasılıksal bir değer veya anlamı yoktur, sadece hataların kritiklik yönünden göreceli olarak karşılaştırılmasını ve sıralanmasını sağlar (Söylemez, 2006: 37).

Değerlendirme aşamasında kullanılan olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik HTEA parametreleri olarak sayılabilir. Olasılık, şiddet, keşfedilebilirlik ölçeği vardır ve bu ölçek şöyledir:

Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ölçekler										
Olasılık	Hatanın Oluşması Olası Değil.....						Hata Oluşacak			
Şiddet	Hata Ciddi Değil.....						Hata Son Derece Ciddi			
Keşfedilebilirlik	Hata Bulunacak.....						Hata Bulunmayacak			

Şekil 2. 3 Olasılık, Şiddet, Keşfedilebilirlik Derecelendirme Ölçeği (KORU, 2006: 112)

#### 2.4.1. Ortaya Çıkma Değerinin Belirlenmesi

Hatanın ortaya çıkma sıklığını gösterir ve her bir olası hata türünün gerçekleşmesi olasılığı ile ilgilidir. Ortaya çıkma olasılık değerini belirlemek için iki farklı yaklaşım vardır. Birincisi, bir hata türü için ortaya çıkma olasılık değerini belirlemektir. Diğerinde ise olasılık değeri hata nedeni ile onun sonucunda ortaya çıkan hata türünün ilişkilendirilmesi ile bulunur. Neden oluşursa, hata türünün de oluşacağı esas alınır. Bu değer sözü edilen iki olasılık değerinin çarpımından bulunur (Boran, 1996: 64).

Ortaya çıkma olasılıklarına göre hataların sınıflandırılması, sınıf sayısı ve sınıfı tanımlayan olasılık değerleri açısından farklı şekillerde yapılmaktadır. Bu sınıflandırma MIL – STD 1629A'ya göre şu şekildedir;

*A Düzeyi*, ortaya çıkma olasılığı çok yüksek olan hatalar. Birim işleme zaman aralığında hataların ortaya çıkma olasılıkları çok yüksektir. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.20'den büyüktür.

*B Düzeyi*, ortaya çıkma olasılığı oldukça yüksek olan hatalar. Birim işleme aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları ortadadır. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.10 – 0.20 aralığındadır.

*C Düzeyi*, ara sıra görülen hatalar. Birim işleme zaman aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları küçüktür. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.01 – 0.10 aralığındadır.

*D Düzeyi*, oldukça az görülen hatalar. Birim işleme aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları çok küçüktür. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.001 – 0.01 aralığındadır.

*E Düzeyi*, son derece az ortaya çıkan hatalar. Hataların ortaya çıkma olasılıkları birim işleme zaman aralığında sıfıra yakındır. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.001'den küçüktür.

Tablo 2. 1 Olasılık Derecelendirme Tablosu

Hata Olasılığı	Hatalı Parça Oranı	Derece
<b>Çok Yüksek:</b> Israrıcı Hatalar	Her 1000 Parçada $\geq 100$ parça	10
	Her 1000 Parçada = 50 parça	9
<b>Yüksek:</b> Sık Hatalar	Her 1000 Parçada = 20 parça	8
	Her 1000 Parçada = 10 parça	7
<b>Orta:</b> Ara Sıra Hatalar	Her 1000 Parçada = 5 parça	6
	Her 1000 Parçada = 2 parça	5
	Her 1000 Parçada = 1 parça	4
<b>Düşük:</b> Az Hatalar	Her 1000 Parçada = 0,5 parça	3
	Her 1000 Parçada = 0,1 parça	2
<b>Uzak:</b> Hata Olasılığı Yok	Her 1000 Parçada = 0,01 parça	1

Kaynakça: (FORD FMEAHandbook\_V4.1, 2004: 4/35)

Hata nedeninin ortaya çıkma değerleri istatistiksel yöntemlerden ve benzer ürünlerden yararlanarak belirlenir. Her bir hata nedeninin, hata türünün oluşmasındaki katkısı ise Varyans Analizi, Taguchi Teknikleri, Bayes Analizleri gibi istatistiksel yöntemlerle veya benzer ürünlerin verilerinden yararlanılarak belirlenebilmektedir. Somut verilerin olmaması durumunda grup üyelerinin deneyimlerinden faydalanılır ve ortaya çıkma değerlerini kestirmeleri istenir. Sonuç olarak bu aşamanın sonunda her bir hata için kullanılan skalaya göre bir ortaya çıkma değeri saptanmış olur (Öztürk, 2008: 32).

### 2.4.2. Şiddet Değerinin Belirlenmesi

Şiddet, olası hata etkisinin müşteriye yansıyan sonuçlarının değerlendirilmesidir. Hata şiddeti etkiye karşılık gelir ve aralarında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Hatanın etki düzeyi arttıkça şiddette artar. Şiddet derecesini belirlemek için kullanılan veri kaynakları hata etkisini belirlemede kullanılanlarla aynıdır. Hata şiddetini belirlemek için müşteri anketlerinden, geri dönen ürünlerle ilgili tutulan kayıtlardan, geçmiş dönemlerde benzer ürün veya sistemler için tutulan kayıtlardan, laboratuvar deneyleri ve simülasyon çalışmaları sonuçlarından ve analizi gerçekleştiren kişilerin deneyimlerinden yararlanılır (Boran, 1996: 77).

Yapılan çalışmanın amacı hata türlerinin doğurabileceği sonuçları, niteliksel bir ölçü ile değerlendirebilmektedir. Sonuç olarak her bir hata türü doğurabileceği kayıplara göre sınıflandırılmış olur. Kayıplar sistemin hasar görmesi, fonksiyonunu yitirmesi, can kaybı, yaralanma şeklinde ortaya çıkar. Kayıp miktar ve çeşitleri, hata etkisinin derecesini belirler. Etki derecelerinin belirlemek için aynı zamanda sistemin girdi ve çıktılarındaki kayıpların esas alan tanımlar da kullanılabilir (Aran, 2006: 57).

Şiddet değeri MIL – STD 1629A’ ya göre şu şekilde sınıflandırılmıştır (MIL-STD 1629A, 1980: 10).

*Kategori 1- Felaket Getirici Hata:* Birimin fonksiyonel çıktısında ciddi ölçüde azalmaya yol açması ve can kayıplarına neden olması.

*Kategori 2 – Kritik Hata:* Birimin fonksiyonel çıktısında önemli ölçüde azalmaya neden olacak şekilde sistem hasarına yol açması ve çalışanlarda yaralanmalara neden olması.

*Kategori 3 – Küçük Hata:* Birimin fonksiyonel çıktısında küçük azalmalara, gecikmelere neden olacak şekilde sisteme küçük hasarlar vermesi ve çalışanlarda hafif yaralanmalara neden olması.



*Kategori 4 – Çok Küçük Hata:* Birimin fonksiyonel çıktısına etkisi olmayan programsız bakım ve onarımla giderilebilecek hatalardır. Çalışanlarda önemsiz yaralanmalara neden olur.

Bu sınıflandırma göz önünde bulundurularak hata etkisi veya etkileri değerlendirilir ve Tablo 2.2'deki gibi 1 -10 arasında puanlama sistemi kullanılarak bir skala oluşturulur.

Tablo 2. 2 Şiddet derecelendirme tablosu

Etki	- Kategori 1: 10-9-8 - Kategori 2: 7-6	- Kategori 3: 5-4 - Kategori 4: 3-2-1	Derece
	Müşteriye Etkisi	İmalatçı/Montaj Hattına Etkisi	
<b>Uyarısız Tehlikeli Etki</b>	Potansiyel hata türü, <u>uyarı vermeden</u> ortaya çıktığında güvenli araç kullanımını etkilemekte ve devletin yasal şartlarına uyumsuzluk göstermektedir.	Uyarısız olarak operatörü (makine veya montaj hattı) tehlikeye maruz kalabilir	10
<b>Uyarılı Tehlikeli Etki</b>	Potansiyel hata türü, <u>uyarı vererek</u> ortaya çıktığında güvenli araç kullanımını etkilemekte ve devletin yasal şartlarına uyumsuzluk göstermektedir.	Uyarılı olarak operatörü (makine veya montaj hattı) tehlikeye maruz kalabilir.	9
<b>Çok Yüksek</b>	Araç/ürün çalışmamaktadır. (Birincil fonksiyon kaybı)	Ürünün %100'ü hurdaya ayrılmakta ya da araç/ürün bir saati aşkın bir sürede onarılabilir.	8
<b>Yüksek</b>	Araç/ürün düşük performansta çalışmaktadır. Müşteri çok tatminsizdir.	Ürün ayıklanabilmekte ve bir kısmı (%100'den az) hurdaya ayrılmakta ya da araç/ürün tamir bölümünde yarım saat ile bir saat arası bir sürede onarılabilir.	7
<b>Orta</b>	Araç/ürün çalışmakta fakat konfor/uygunluk parçaları çalıştırmamaktadır. Müşteri tatminsizdir.	Ürünün bir kısmı (%100'den az) ayıklanmadan hurdaya ayrılmakta ya da araç/ürün tamir bölümünde yarım saatten daha az bir sürede onarılabilir.	6
<b>Düşük</b>	Araç/ürün çalışmakta fakat konfor/uygunluk parçaları düşük performansta çalıştırmaktadır. Müşteri biraz tatminsizdir.	Ürünün %100'ü yeniden işlenebilir ya da araç/ürün tamir bölümüne gitmeden onarılabilir.	5
<b>Çok Düşük</b>	Üründe gıcırdama ve tıkırdama söz konusudur, ürün konforlu çalışmaz. Kusur, müşterilerin büyük çoğunluğunca fark edilebilmektedir. (%75'inden fazla)	Ürün hurdaya ayrılmadan ayıklanabilmekte ya da bir kısmı (%100'den az) üzerinde yeniden işlenebilmektedir.	4
<b>Önemsiz</b>	Üründe gıcırdama ve tıkırdama söz konusudur, ürün konforlu çalışmaz. Kusur, müşterilerin %50'si tarafından fark edilebilmektedir.	Ürün hurdaya ayrılmadan bir kısmı (%100'den az) hat üzerinde fakat istasyon dışında yeniden işlenebilmektedir.	3
<b>Çok Önemsiz</b>	Üründe gıcırdama ve tıkırdama söz konusudur, ürün konforlu çalışmaz. Kusur, çok dikkatli müşteriler tarafından (%25'inden az) fark edilebilmektedir.	Ürün hurdaya ayrılmadan bir kısmı (%100'den az) hat üzerinde ve istasyon dâhilinde yeniden işlenebilmektedir.	2
<b>Yok</b>	Fark edilebilir bir etkisi yok.	Operasyonda veya operatörde hafif rahatsızlık oluşturmakta ya da hiç etkisi oluşmamaktadır.	1

Kaynakça: (FORD FMEAHandbook\_V4.1, 2004: 4/24)

Birçok durumda bir hata birden fazla etkiye sebep olabilir. Burada önemli olan hatanın değil, hata etkisinin değerlendirilmesidir. Bu nedenle her bir etki ayrı ayrı değerlendirilir ve ona göre şiddet değeri belirlenir (McDermott ve diğerleri, 2009: 36).

### **2.4.3. Keşfedilebilirlik Değerinin Belirlenmesi**

Hatanın keşfedilebilirliği, hatanın son kullanıcıya ulaşmaması olasılığı veya işletmenin uyguladığı kontrol işlemlerine bağlı olarak hatayı yakalayabilme yeteneğidir. Bir başka ifade ile benzer durumdaki kontrol yöntemlerinin uygunluk ve etkinlik açısından derecelendirilmesidir. Keşfedilebilirlik yeterince sağlanabiliyor olsa bile, fazla miktarda kontrol etmenin maliyet ve zaman açısından yük getirdiği düşünüldüğünde hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı çalışmalar yaparak, kontrol sayısını azaltmak en etkin yoldur (Erginel, 1999: 25).

Hatanın oluşması durumunda, hatanın müşteriye ulaşmadan fark edilmesi olarak tanımladığımız keşfedilebilirlik değerini derecelendirmek için Tablo 2.3'den yararlanırız. Tablo 2.3'de planlı ve etkin bir şekilde kontrol yöntemlerinin uygulandığı durumlarda hatanın müşteriye ulaşması olasılığının çok düşük olacağını, yapılan mevcut kontroller ile hatanın kesinlikle keşfedilebileceğini, "10" ise hatanın mevcut kontrol yöntemleri ile keşfedilemeyeceğini göstermektedir.

Derecelendirmede, 1 -10 puanlama sistemi uygulandığı gibi 1- 5 puanlama sistemi veya başka puanlama sistemleri de hatanın keşfedilebilmesi için kullanılmaktadır.

Keşfedilebilirlik değeri de, şiddet ve ortaya çıkma değerini belirlerken yararlanılan geçmiş dönem verilerinden ve takım üyelerinin deneyimlerinden yararlanılarak bulunur.

Tablo 2.3. Keşfedilebilirlik Derecelendirme Tablosu

Keşif	Kriter	Muayene Türleri			Keşif Yöntemlerinin Önerilen Aralığı	Derece
		A	B	C		
İmkânsız	Kontrollerde Keşfedilme imkânı yoktur.				Keşfedilemez veya kontrol edilemez.	10
Çok zor	Kontrollerde keşfedilmesi çok zordur.				Kontrol sadece dolaylı veya rastgele gözlemler ile yapılır	9
Zor	Kontrollerde keşfedilmesi zordur.				Kontrol sadece gözle muayene ile yapılır.	8
Çok az	Kontrollerde keşfedilmesi çok azdır.				Kontrol sadece iki defa gözle muayene ile yapılır.	7
Az	Kontrollerde keşfedilmesi azdır.				Kontrol İPK (istatistiksel süreç kontrolü) gibi çizelge yöntemleriyle yapılır.	6
Orta	Kontrollerde keşfedilmesi ortadır.				Kontrol, parçalar istasyonu terk ettikten sonra ölçüm cihazı ile veya %100 geçer/geçmez masterlar kullanılarak yapılır	5
Ortanın üstü	Kontrollerde keşfedilmesi ortanın üstüdür.				Hata bir sonraki operasyonda keşfedilebilir veya ilk parça set-up ayarında saptanabilir	4
Yüksek	Kontrollerde keşfedilmesi yüksektir.				Hata iş istasyonunda keşfedilebilir veya bir sonraki operasyonda (tedarik, seçme yerleştirme, onay) saptanabilir. Uygun olmayan ürün kabul edilmez	3
Çok yüksek	Kontrollerde keşfedilmesi çok yüksektir.				Hata iş istasyonunda keşfedilebilir. (otomatik ölçüm ve durma özelliği). Uygunsuz parça geçmez.	2
Neredeyse kesin	Kontrollerde keşfedilmesi kesindir.				Süreç/ ürün tasarımınca ürün hatadan arındırılmıştır. Hatalı parça yapılamaz.	1

Muayene Türleri:

- A. Hatadan Arındırılmış
- B. Ekipman Ölçümü
- C. Elle Muayene

Kaynakça: (FORD FMEAHandbook\_V4.1, 2004: 4/44)

#### 2.4.4. Risk Öncelik Sayısını Hesaplanması

Risk Öncelik Sayısı (RÖS), belirlenen ortaya çıkma (O), şiddet (Ş) ve keşfedilebilirlik (K) değerleri kullanılarak elde edilen bir değerdir. Hata sebeplerinin önemini gösterir ve faaliyetler için alınacak önlemlerin önceliğini tanımlar. Bu değer, süreç içindeki endişelerin büyükten küçüğe doğru sıralanması için kullanılır. Kendi içinde RÖS değerinin başka bir anlamı veya değeri yoktur. Chang ve Sun (2009)'a göre, sıralanmış hatalar içinde bir öncekinden daha yüksek RÖS değerine sahip hata türleri, en fazla risk teşkil eden ve dolayısı ile daha öncelikli iyileştirme faaliyeti gerektiren hataları ifade etmektedir.

RÖS'ü hesaplamak için iki farklı matematiksel işlem uygulamasında bahsedilebilir:

- Çarpma İşlemi ile
  - $RÖS = \text{Hatanın Olasılığı} \times \text{Hatanın Şiddeti} \times \text{Hatanın Keşfedilebilirliği}$
  - $RÖS = O \times Ş \times K$
- Toplama İşlemi İle
  - $RÖS = \text{Hatanın Olasılığı} + \text{Hatanın Şiddeti} + \text{Hatanın Keşfedilebilirliği}$
  - $RÖS = O + Ş + K$

Uygulamalarda yaygın olarak kullanılan yaklaşım risk faktörleri olan ortaya çıkma, şiddet ve keşfedilebilirlik değerleri, ortaya çıkma, şiddet ve keşfedilebilirlik olduğundan dolayı çarpma işlemi ile RÖS'ü hesaplamaktır.

RÖS bir olasılık değeri olarak da ifade edilebilir. Bunun için, bulunan RÖS değerleri olabilecek RÖS değerine bölünür. Dolayısıyla 0 ve 1 arasında değişecek RÖS değerleri için oluşturulan öncelik sırası 1-10 arasında değerler atandığı durumdaki sıralama ile aynı olacaktır.

RÖS değerinin hesaplanmasında kullanılan diğer yaklaşım risk faktörlerini toplamaktır. Toplama işlemi ile RÖS'ün belirlenmesi bir takım üstünlükler sağlar. Bu üstünlük, kritikliği belirlemede en önemli risk faktörü olan hata önemliliğinin, toplama

işlemlerle RÖS değeri üzerinde etkisinin, daha belirgin olarak görülmüştür (Boran, 1996: 74).

Değişik uygulamalarda RÖS değerini hesaplamak için farklı risk faktörlerinin de kullanıldığı görülmüştür. Ancak RÖS değeri hesaplanırken vazgeçilmeyecek iki risk faktörü olasılık ve şiddettir. Bir HTEA çalışmasında, grup üyeleri önceliklerin oluşturulmasında bu iki faktör dışında başka faktörleri de göz önünde bulundurmaya isteyebilir. Bu faktörler şunlar olabilir (Aran, 2006: 61):

- Hatanın müşteri beklentilerindeki etkisi,
- Hatanın iç maliyetlerdeki etkisi,
- Çalışanların tecrübesiz olma olasılığı,
- Hatanın işletmenin diğer proseslerindeki etkisi.

Faktörler saptandıktan sonra RÖS değerinin hesabında kullanılacak yöntem yine ekip tarafından belirlenebilmektedir.

#### **2.4.5. HTEA Formu**

HTEA süreci, HTEA çalışma sayfası kullanılarak dokümanite edilmelidir. Bu form HTEA hakkında önemli bilgiler sunarken, mükemmel iletişim aracı olmaktadır. HTEA form kopyaları gerektiğinde herkesin rahatlıkla ulaşabileceği merkez bir yerde olmalıdır.

HTEA formu şekil 2.4'deki gibi gösterilmiştir.



## 2.5. Risk Öncelik Sayısının Değerlendirilmesi

Risk Öncelik Sayıları bulunduktan sonra hatalar bu değerlere göre sıralanırlar. Sonuç olarak hatalar kritikliklerine göre sıralanmışlardır.

Bu aşamadan sonra, RÖS değerleri değerlendirilerek önlem alınacak hata türleri ile düzeltici önlemler belirlenir.

### 2.5.1. Önlem Alınacak Hata Türlerinin Belirlenmesi

RÖS değerleri, hataların önemini ve düzeltici önlemlerin önceliğini belirler. Bu değerlerin büyüklüğü ile orantılı olarak iyileşme faaliyetlerine gereksinim duyulmaktadır. İşletmeler farklı değerlendirme kıstaslarına göre düzeltici faaliyetlere başlayıp başlamama kararı alırlar.

Bu amaçla uygulanan yöntemlerden bir tanesi de RÖS değerleri için sınıf aralıkları oluşturarak bu sınıflar için histogram çizmektir. Böylelikle RÖS değerlerinin hangi aralıklarda yoğunlaştığı ve RÖS değerlerinin bariz olarak ayrıldığı noktalar belirlenebilir. Daha sonra bu ayrımlara göre öncelikli olarak önlem alınması gereken hata türleri belirlenir (Durhan, 2006: 43).

Şiddet derecesi ve RÖS değerlerinin karşılaştırılmasına göre:

- Şiddet Derecesi: 9, 10	RÖS > 40
- Şiddet Derecesi: 7, 8	RÖS > 100
- Şiddet Derecesi: 4, 5, 6	RÖS > 120
- Şiddet Derecesi: 1, 2, 3	RÖS > 150

Şiddet derecelerine göre RÖS değerlerinin yukarıda verilen sınır değerlerini aşması halinde bu hata türleri için iyileştirme kararı alınır.

RÖS değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

$RÖS \leq 40$	Risk Yok
$40 \leq RÖS \leq 100$	Risk Belirsiz
$RÖS \geq 100, O \geq 9, Ş \geq 9, K \geq 9$	Risk Var



Aynı RÖS değerine sahip iki veya daha fazla hata varsa, öncelikle şiddeti sonra da saptama değeri yüksek olan ele alınmalıdır. Şiddeti yüksek olan hata önceliklidir. Çünkü bu değer hatanın etkisini göstermektedir.

Keşfedilebilirlik, ortaya çıkma değerinden daha önemlidir. Çünkü burada söz konusu olan hatanın müşteriye ulaşmasıdır. Müşteriye ulaşan hatalara, sık oluşan hatalardan daha önceliklidir ( Yaylalı, 2008: 56).

### **2.5.2. Düzeltici Önlemlerin Belirlenmesi**

Düzeltici önlemler, olası hata şekillerini veya nedenlerini ortadan kaldırmak veya olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için tasarım, üretim süreci, malzeme veya üretim yönetimi gibi çeşitli unsurlarda yapılacak değişikliklerdir. Düzeltici önlemler ile RÖS değerleri düşürülmeye çalışılır. Bunun için olasılık, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerini azaltmak gereklidir. Bunların her birindeki her düşüş önemlidir ancak birlikte düşmeleri sağlanmalıdır (Söylemez, 2006: 41).

Hatanın ortaya çıkma faktörü ele alındığında, hatanın ortaya çıkma olasılığı birtakım önlemler ile azaltılabilir. Örneğin:

- Planlar, şartnameler,
- Üretim yöntemleri, üretim akış yöntemleri,
- Organizasyon,
- Tasarımlar,
- Çevre ve koruma koşulları, vb

üzerinde değişiklikler yapılarak hatanın ortaya çıkma olasılığı, dolayısıyla RÖS küçültülebilir.

Şiddet derecesini düşürmek için ise, ürün veya sistem tasarımı üzerinde değişiklikler yapılmalıdır. Bazı durumlarda şiddet derecesi değiştirilemeyebilir.

Keşfedilebilirlik faktörü için belirlenen dereceyi küçültmek için de şunlar yapılabilir:

- Kontrol sıklıkları artırılır,
- Kontrol yönteminin güvenilirliği artırılır,
- Uygun olmayan parçaların bir sonraki müşteriye ulaşmasını önleyecek fiziksel olanak sağlanır.

RÖS değerini düşürme çalışmalarında, aşırı çabalar aşırı maliyetler getireceğinden maliyet hedefi göz önünde bulundurulmalıdır (Boran, 1996: 81-82).

## **2.6. Önlemlerin Uygulanması**

Önlemlerin uygulamaya konması, HTEA' nın dinamik aşamasını oluşturur. Öncelikle önlemleri uygulayacak kişiler ve bunları ne kadar sürede uygulamaya koyacakları belirlenir. Daha sonra öngörülen önlemlerin yeterli etkinlikte uygulamaya alınıp alınmadıkları belirlenir. Önlemlerin devreye alınması çok önemlidir.

Bu aşamada kritik RÖS değerleri ortadan kaldırıncaya kadar çözümler incelenir ve değerlendirilir. RÖS değerinin istenilen düzeylere düşürülmesi hedefine ulaşıldığında yeni RÖS değerlerini bulmak, bazı durumlarda da ortaya çıkabilecek yeni hata türlerini saptamak için yeni bir HTEA uygulamasına başlanabilir (Durhan, 2006: 45).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ TEKNİĞİNİN MAKİNE SANAYİNDE UYGULANMASI

#### 3.1. Uygulamanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi

Konumuz ile ilgili uygulanacak tekniğin hangi amaç doğrultusunda yapılacağına, kapsamına ve kullanılan yöntemlerine ilişkin bilgiler bu başlık altında belirtilecektir.

##### 3.1.1. Uygulamanın Amacı

Uygulamanın amacı; HTEA ile ürün/prosesin olası hata türlerini belirlemek, onların etkilerini tanımlamak ve değerlendirmek, olası hatanın oluşma olasılığını azaltacak veya ortadan kaldıracak faaliyetlerin belirlenmesi ve sürecin dokümente edilmesidir.

Uygulamanın diğer bir amacı ise; üretimi zor olan ürünlerin olası hata türlerinden dolayı geri dönüşümleri engelleyerek zaman kaybını ve garanti kapsamı nedeniyle onarma, değiştirme, yenileme, hurdaya çıkarma, elden geçirme gibi giderleri yani kalitesizlik maliyetini azaltmak, müşteri memnuniyetini ve pazar payını arttırmaktır.

##### 3.1.2. Uygulamanın Kapsamı

Uygulama, Denizli’de paslanmaz gıda teknolojileri üzerine üretim yapan GERMETAL Ltd. Şti.’de gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın kapsamını, firmanın zengin ürün gamı arasında olan 4700 lt’lik izoleli araç üstü nakil tankları oluşturmaktadır. Ürün dört ayrı tanktan oluşup toplamda 18.800 lt hacminde uzun yol nakil tankı olarak tasarlanmıştır.

HTEA uygulanacak ürünün süreci, üç aşamada incelenmiş ve bu üç aşama için toplam 21 hata türü tanımlanmıştır. Uygulama süresi yaklaşık iki ay sürmüştür ve bu süre içerisinde dört araç üstü nakil tankı (16 adet) üretimi tamamlanmıştır.

### **3.1.3. Uygulamanın Yöntemi**

Analizde potansiyel hata türleri, bunların etkileri, sebepleri, kritiklikleri ve bu hataları ortadan kaldırmak için gerekli önlemlerin belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntem neden-sonuç diyagramlarıdır. Neden-sonuç diyagramlarından yararlanılarak hata kaynakları tanımlanmıştır. Tanımlanan bu hata kaynaklarına göre de beyin fırtınası yöntemi kullanılarak nedenleri belirlenmiştir.

Hata türlerini belirlemeden önce yol göstermesi amacıyla iş akış diyagramı çizilmiştir. Çizilen bu diyagram EK 1’de verilmiştir.

### **3.2. Firma Tanımı**

GERMETAL Makine San. & Müh. Tic. Ltd. Şti.; şarap, zeytinyağı, süt ve meyve suyu gibi sıvı gıdalara yönelik krom-nikel tank, gıda imalatında kullanılan krom-nikel makine ve ekipman üretimi yapan ve TS EN ISO 9001:2008 kalite yönetim sistemi kapsamında üretimini devam ettiren bir firmadır.

1998 yılında Denizli’de kurulan firma özellikle şarap fermantasyon ve stok tankları ile kısa sürede tanınmış, zeytinyağı ve meyve suyu sektöründe stok tankları, azot hattı ve dolum sistemlerinde önemli hizmetler vermiştir. Son yıllarda da süt sektöründe araç üstü süt nakil tankları, depolama ve soğutma tankları ile başarı kazanmıştır.

GERMETAL Ltd. Şti. her yıl ortalama 350 ton saç işleyerek toplamda yaklaşık 4.000.000 litre kapasiteli tank üretimi yapılmaktadır. 2005 yılı itibariyle ihracata da yönelen firma Kıbrıs, Cezayir, Hollanda ve Almanya gibi ülkelere ihracat yaparak ismini ve kalitesini tüm dünyaya duyurmaya başlamıştır.

Firma 5.000 m<sup>2</sup> kapalı üretim alanına sahip olmakla birlikte, gelişmiş makine parkı ile kesme bükme ve kıvırma işlemlerini kendi bünyesinde yaparak, otomatik kaynaklı üretim teknolojileri kullanmaktadır.

Firma bünyesinde 35 mavi yakalı, 14 beyaz yakalı olmak üzere toplam 49 personel çalışmaktadır.

Firmanın ürün yelpazesini,

- Süt Alım ve Ölçüm Sistemleri
- Süt Soğutma Tankları
- Süt Nakil Tankları
- Süt Depolama Tankları
- Pastörizasyon Sistemleri
- Ürün İşlem Tankları
- Kaşar Peyniri Proses Hattı
- Peynir Üretim Ekipmanları
- Cip Sistemi / Kimyasal Tanklar / Buzlu Su Ünitesi
- Şarap Stoklama Tankları
- Şarap Fermantasyon Tankları
- Şarap Proses Makineleri ve Üretim Ekipmanları
- Sirke / Pekmez / Meyve Suyu Üretim Ekipmanları
- Zeytinyağı Üretim Ekipmanları
- Etiketleme ve Sıvı Dolu Makineleri
- Pompalar oluşturmaktadır.

### **3.3. Uygulama Kapsamına Giren Ürünün Tanımı**

Araç üstü nakil tankları, firma bünyesindeki mühendisler tarafından, müşteri ihtiyaçlarına göre, parçalı veya yekpare gövdeli ve taşınacak olan sütün mesafelerine göre izoleli veya izolesiz olarak planlanan ve kalite standartları çerçevesinde paslanmaz çelikten imal edilen tanklardır.

Uygulama kapsamına giren ürün, 4700 lt izoleli araç üstü nakil tankıdır. Ürün, AISI 304 kalite paslanmaz çelik sacdan oluşmaktadır ve izole malzemesi olarak poliüretan kullanılmaktadır.

### **3.4. Uygulama Ekibi**

Takım çalışması olan HTEA için, uygulanacak ürünün üretim sürecinde çalışan

- Üretim Sorumlusu,
- Kalite Sorumlusu,
- Tasarım Sorumlusu,
- Satın alma Sorumlusu

İle çekirdek ekip oluşturulmuştur. Uygulamayı yapacak olan çapraz fonksiyonlu çekirdek ekibin içersine;

- Kesme Bükme Sorumlusu,
- Kaynaklı İmalat Sorumlusu,
- Mekanik ve Kimyasal Temizlik Sorumlusu

incelenecek olan süreçlerde dâhil edilmişlerdir.

### **3.5. Uygulamaların Aşamaları**

GERMETAL Makina San. & Müh. Tic. Ltd. Şti.' de gerçekleştirilen HTEA uygulaması, çalışmada da bahsedildiği gibi beş temel aşamadan oluşmaktadır.

- İşletmenin, ürünü ve üretim sürecinin incelenmesi,
- Süreçte meydana gelen hataların, hata nedenlerinin, hata etkilerinin ve bu hataları önlemede kullanılan mevcut kontrollerin saptanması,
- Ortaya çıkma, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerinin atanması, risk öncelik sayısının hesabı,
- Hataların RÖS'e göre sıralanıp önlem alınması gereken hataların önlemlerinin saptanması,
- Öngörülen önlemleri sonrası için ortaya çıkma, şiddet ve keşfedilebilirlik değerlerinin bulunup yeni RÖS değerlerinin hesaplanması.

### 3.6. Ürünün Üretim Süreci Aşamaları

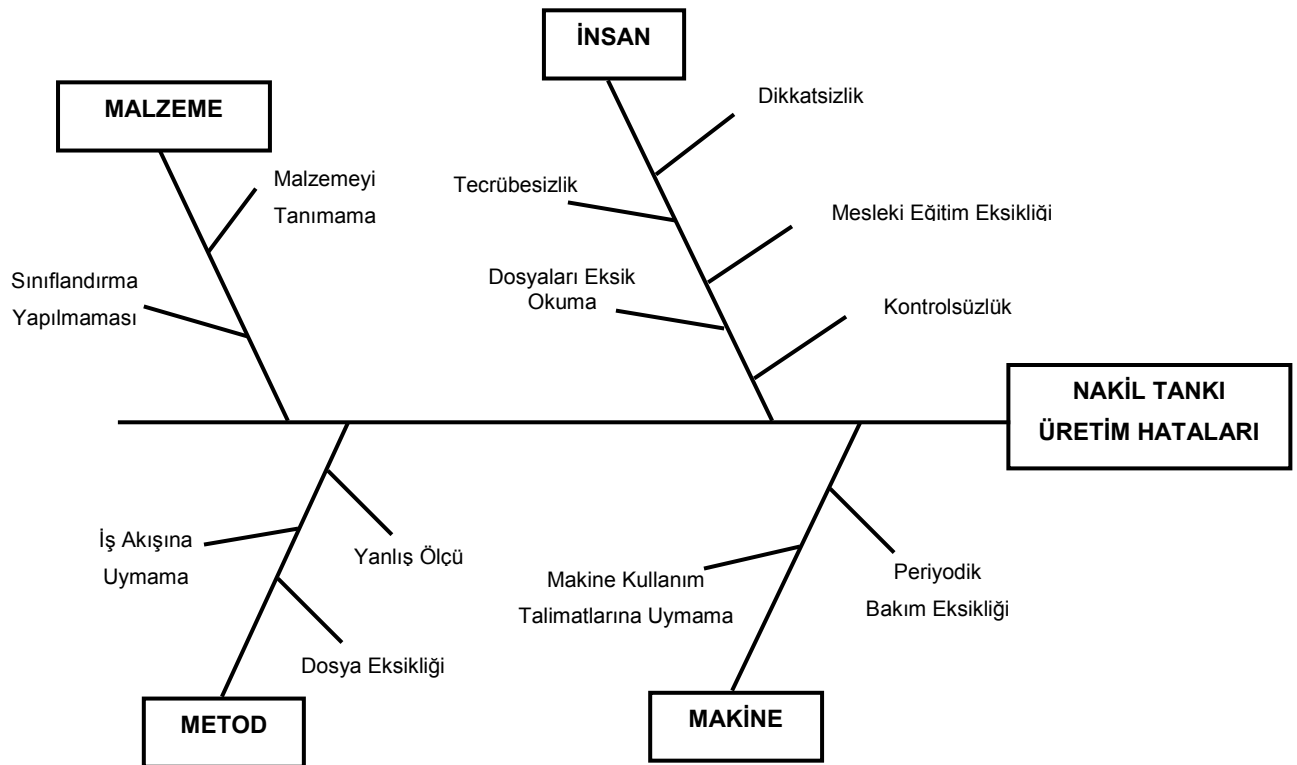
4700 lt izoleli araç üstü nakil tankı üretimi üç temel aşamadan oluşmaktadır.

Bunlar;

- Kesme Bükme
- Kaynaklı İmalat ve Montaj
- Mekanik ve Kimyasal Temizlik

Şeklindedir.

Çalışmada, genel olarak göz önünde bulundurulacak olan olası hata nedenleri balık kılıcı diyagramı kullanarak şekil 3.1'deki gibi tespit edilmiştir. Daha sonraki aşamada, yukarıda belirlenen üç süreç için balık kılıcı diyagramı yardımıyla ayrı ayrı beyin fırtınası yöntemi uygulanmıştır. Hata türleri saptanarak, her bir süreç için bu hataların etkileri ve nedenleri araştırılıp HTEA yöntemi uygulanmış ve süreçte iyileştirme sağlanmaya çalışılmıştır.



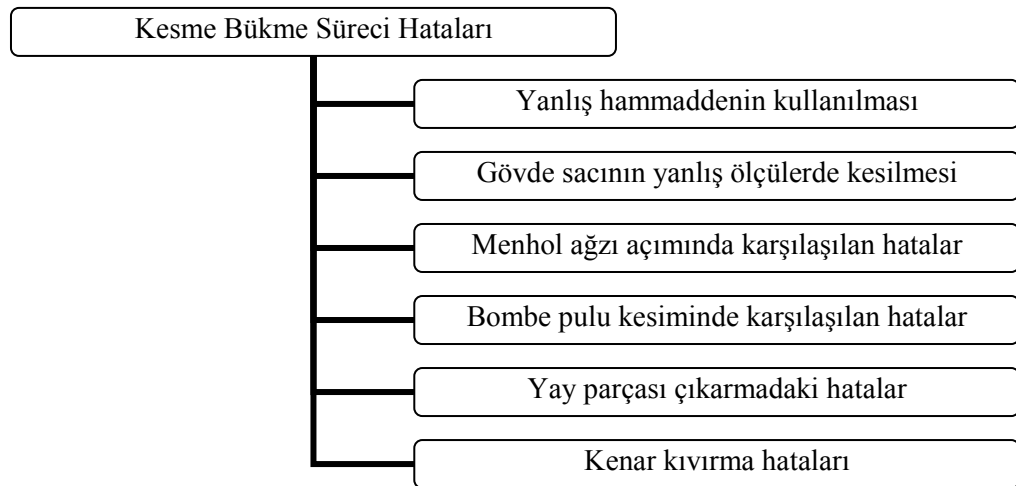
Şekil 3. 1 Nakil Tankı Üretim Hataları Balık Kılıcı Diyagramı

### 3.6.1. Kesme Bükme Süreci

Uygulama yapılan firma bünyesinde kesme bükme bölümünde 5 mavi yakalı personel çalıştırılmaktadır. Kesme ve bükme bölümünde, firmanın sahip olduğu hidrolik giyotin makas, hidrolik abkant pres, plazma kesim makinesi ve bu süreçte kullanılan diğer makine ekipmanlar ile imalatın ilk süreci başlamaktadır.

Süreç sacın hazırlanmasıyla başlayıp, ölçülerin belirlenmesi ve kesme işlemine başlaması ile devam etmektedir. Kesimi tamamlanan saclar, kaynaklı imalat bölümüne geçerken; kaynak işlemi tamamlanan bombeler, kenarlarının kıvrılması için tekrar kesme bükme sürecine dâhil edilir. Bombe sıvama makinesine giren bombeler kenarları kıvrılarak tekrar kaynaklı imalat bölümüne gönderilir ve kesme bükme bölümündeki süreç tamamlanmış olur.

Üretilen ürünün izoleli olması, oluşacak hataların hem iç gövdede hem de dış gövdede görülmesine neden olmaktadır. HTEA ekibi tarafından beyin fırtınası yöntemi kullanılarak altı potansiyel hatanın gerçekleşebileceği tespit edilmiştir. Bunlar;



Uygulama aşamasında, kesme bükme süreci için mevcut faaliyetler iş akış şeması üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu süreç takip altına alınmış ve hangi fonksiyon türünde, hangi hata türünün, hangi nedenle oluşabileceği ve sebep olabileceği etkiler belirlenmiştir ve Tablo 3.1’de gösterilmiştir.



**Tablo 3. 1 Kesme Bükme Süreci Hata Türleri ve Etkileri**

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ
1	HAMMADDE HAZIRLAMA	YANLIŞ HAMMADDE KULLANIMI	MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, KULLANILACAK KAYNAK TELİ CİNSİNİN DEĞİŞMESİ, ÇELİK DAYANIMININ DEĞİŞMESİ	SINIFLANDIRMA HATASI, DİKKATSİZLİK
2	KESME BÜKME	GÖVDE SACININ YANLIŞ ÖLÇÜLERDE KESİLMESİ	İZOLE SACININ GEÇİRİLEMESİ, İÇ GÖVDENİN GEÇİRİLEMESİ, TANK HACMİNİN DEĞİŞMESİ, İÇ BOMBELERİN MONTE EDİLEMESİ, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, EĞER AYAK ÜZERİNE KONULAMAMASI, POLİÜRETAN HACMİNİN DEĞİŞMESİ, HURDAYA AYIRMA	EKSİK İMALAT DOSYALARI, EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, TECRÜBE EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK, MAKİNE AYARSIZLIKLARI
3	KESME BÜKME	MENHOL AĞZI AÇMADAKİ HATALAR	İSTENİLEN ÇAPTA MENHOL AĞZI ELDE EDİLEMESİ, KULLANILACAK KAPAK CİNSİNİN DEĞİŞMESİ, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, MENHOLÜN YANLIŞ KOORDİNATLANDIRILMASI, İÇ MENHOL VE DIŞ MENHOL UYUMSUZLUĞU, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, TECRÜBE EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK, KESİM SIRASINDA PLAZMA TORCUNUN KAYDIRILMASI
4	KESME BÜKME	BOMBE PULU KESİMİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	PUL YAY PARÇASININ YANLIŞ ÖLÇÜDE ÇIKARTILMASI, BOMBENİN GÖVDEYLE UYUŞMAMASI, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, HURDAYA AYIRMA, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, ÇALIŞANIN BİLGİ EKSİKLİĞİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI
5	KESME BÜKME	YAYA PARÇASI ÇIKARMADAKİ HATALAR	ÇİN ŞAPKASININ YÜKSEKLİĞİNİN DEĞİŞMESİ, ÇAPIN DEĞİŞMESİ	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, ÇALIŞANIN BİLGİ EKSİKLİĞİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI
6	KESME BÜKME	KENAR KIVIRMA HATALARI	RADÜSÜN DEĞİŞMESİ, GÖVDEYLE UYUŞMAMA, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	RADÜS ÇAPININ GEREĞİNDEN ÇOK VEYA AZ KIVRILMASI, KIVIRMA SIRASINDA ÇAPIN ÖLÇÜLMEMESİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI

İncelenen ve elde edilen veriler doğrultusunda, kesme bükme süreci için tanımlanan fonksiyon türlerinin şiddet, olasılık ve saptama değerleri oluşturulan HTEA ekibi çalışma şekillerini, kullanılan ekipmanları göz önünde bulundurarak tespit etmiştir. Her hatanın oluşturduğu etkilere, bu hataların nedenlerine ve mevcut kontrollerine EK 2’de gösterildiği gibi ayrı ayrı değerler verilmiştir. Verilen her bir değerlerin ortalamaları alınarak hata için sadece bir tane değer atanmıştır. Atanan bu değerler ile çarpma yöntemi kullanılarak RÖS değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplama sonucu elde edilen değerler Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3. 2 Kesme Bükme Süreci RÖS Hesaplaması

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS
1	HAMMADDE HAZIRLAMA	YANLIŞ HAMMADDE KULLANIMI	MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, KULLANILACAK KAYNAK TELİ CİNSİNİN DEĞİŞMESİ, ÇELİK DAYANIMININ DEĞİŞMESİ	5	SINIFLANDIRMA HATASI, DİKKATSİZLİK	5	SAC ETİKETİNE BAKILMASI, REZERVE SAC OLUP OLMADIĞINA BAKILMASI, GÖZLE KONTROL	6	150
2	KESME BÜKME	GÖVDE SACININ YANLIŞ ÖLÇÜLERDE KESİLMESİ	İZOLE SACININ GEÇİRİLEMESİ, İÇ GÖVDENİN GEÇİRİLEMESİ, TANK HACMİNİN DEĞİŞMESİ, İÇ BOMBELERİN MONTE EDİLEMESİ, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, EĞER AYAK ÜZERİNE KONULAMAMASI, POLİÜRETAN HACMİNİN DEĞİŞMESİ, HURDAYA AYIRMA	8	EKSİK İMALAT DOSYALARI, EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, TECRÜBE EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK, MAKİNE AYARSIZLIKLARI	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, NİCEL KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	200
3	KESME BÜKME	MENHOL AĞZI AÇMADAKİ HATALAR	İSTENİLEN ÇAPTA MENHOL AĞZI ELDE EDİLEMESİ, KULLANILACAK KAPAK CİNSİNİN DEĞİŞMESİ, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, MENHOLÜN YANLIŞ KOORDİNATLANDIRILMASI, İÇ MENHOL VE DIŞ MENHOL UYUMSUZLUĞU, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	7	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, TECRÜBE EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK, KESİM SIRASINDA PLAZMA TORCUNUN KAYDIRILMASI	4	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	3	84
4	KESME BÜKME	BOMBE PULU KESİMİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	PUL YAY PARÇASININ YANLIŞ ÖLÇÜDE ÇIKARTILMASI, BOMBENİN GÖVDEYLE UYUŞMAMASI, MALİYETLERİN DEĞİŞMESİ, HURDAYA AYIRMA, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	7	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, ÇALIŞANIN BİLGİ EKSİKLİĞİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, NİCEL KONTROL, GÖZLE KONTROL	4	140
5	KESME BÜKME	YAY PARÇASI ÇIKARMADAKİ HATALAR	ÇİN ŞAPKASININ YÜKSEKLİĞİNİN DEĞİŞMESİ, ÇAPIN DEĞİŞMESİ	6	EKSİK İMALAT ÖLÇÜLERİ, ÇALIŞANIN BİLGİ EKSİKLİĞİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI	4	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, NİCEL KONTROL	2	56
6	KESME BÜKME	KENAR KIVIRMA HATALARI	RADÜSÜN DEĞİŞMESİ, GÖVDEYLE UYUŞMAMA, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	7	RADÜS ÇAPININ GEREĞİNDEN ÇOK VEYA AZ KIVIRILMASI, KIVIRMA SIRASINDA ÇAPIN ÖLÇÜLMEMESİ, MAKİNE AYARSIZLIKLARI	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	175

Hesaplanan RÖS değerlerine göre tüm hataların risk oluşturduğu ve hepsi için önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. En yüksek RÖS değerine sahip hata türünden başlamak üzere tüm hata türleri için önerilerde bulunulmuş ve sorumlular atanmıştır. Belirlenen tavsiye faaliyetlerinin dışında, beyin fırtınası ile de ilave tavsiye ve önlemler alınmıştır. Tablo 3.3'de görüldüğü gibi tavsiye faaliyetleri değerlendirilerek, gerçekleşmiş faaliyetler olarak forma kaydedilmiştir. Yeni durum için tekrar şiddet, olasılık ve saptama değerlendirilerek puanlandırılmış ve yeni RÖS hesaplaması yapılmıştır.

**Tablo 3. 3 Kesme Bükme Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması**

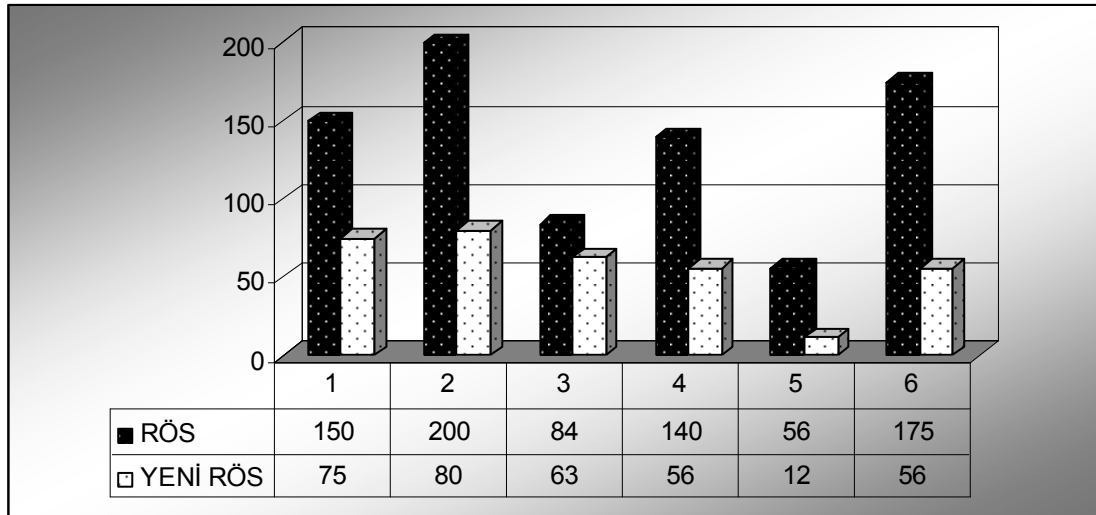
	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	TAVSİYE EDİLEN FAALİYETLERİ	SORUMLULUK & TERMİN	GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS
1	HAMMADDE HAZIRLAMA	YANLIŞ HAMMADDE KULLANIMI	ÜRETİMİ PLANLANAN ÜRÜN GRUPLARI İÇİN HAMMADDE REZERVLERİNİN SINIFLANDIRILMASI, KULLANIMI UYGUN REZERVLERİ İÇİN İŞ EMİRLERİNİN HAZIRLANMASI	ÜRETİM SORUMLUSU, KESME BÜKME SORUMLUSU	ÜRÜN GRUPLARI İÇİN SINIFLANDIRMA YAPILDI	5	3	5	75
2	KESME BÜKME	GÖVDE SACININ YANLIŞ ÖLÇÜLERDE KESİLMESİ	DOSYALARDAKİ VE ÖLÇÜLERDEKİ EKSİKLİKLERİN TAMAMLANMASI, MAKİNELERİN VE ÖLÇÜ ALETLERİNİN BAKIM VE KALİBRASYONUNUN YAPILMASI	TASARIM SORUMLUSU, ÜRETİM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU, KESME BÜKME SORUMLUSU	EKSİK OLAN DOSYALAR VE ÖLÇÜLER TAMAMLANDI, MAKİNELERİN VE ÖLÇÜ ALETLERİNİN BAKIMI VE KALİBRASYONU YAPILDI	8	2	5	80
3	KESME BÜKME	MENHOL AĞZI AÇMADAKİ HATALAR	İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLERİN TAMAMLANMASI, OPERATÖRE KONU HAKKINDA UYGULAMALI EĞİTİM VERİLMESİ, OPERATÖRÜN BİLİNÇLENDİRİLMESİ	TASARIM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU	İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLER TAMAMLANDI, KONU İLE İLGİLİ EĞİTİM PLANLAMA ÇALIŞMALARI BAŞLATILDI	7	3	3	63
4	KESME BÜKME	BOMBE PULU KESİMİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	MAKİNELERİN BAKIM VE KONTROLLERİNİN YAPILMASI, OPERATÖRE KONU HAKKINDA UYGULAMALI EĞİTİM VERİLMESİ, İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLERİN TAMAMLANMASI	BAKIM ONARIM SORUMLUSU, TASARIM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU	MAKİNELERİN BAKIM VE KONTROLLERİ YAPILDI, İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLER TAMAMLANDI	7	2	4	56

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	TAVSİYE EDİLEN FAALİYETLERİ	SORUMLULUK & TERMİN	GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS
5	KESME BÜKME	YAY PARÇASI ÇIKARMADAKİ HATALAR	MAKİNELERİN BAKIM VE KONTROLLERİNİN YAPILMASI, OPERATÖRE KONU HAKKINDA UYGULAMALI EĞİTİM VERİLMESİ, İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLERİN	BAKIM ONARIM SORUMLUSU, TASARIM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU	MAKİNELERİN PERİYODİK BAKIM PLANLARI YAPILDI, İMALAT ÖLÇÜLERİNDEKİ EKSİKLİKLER TAMAMLANDI, OPERATÖRN KONU İLE İLGİLİ EĞİTİM PLANLAMASI YAPILDI	6	1	2	12
6	KESME BÜKME	KENAR KIVIRMA HATALARI	MAKİNELERİN VE ÖLÇÜ ALETLERİN BAKIMININ VE KALİBRASYONUNUN YAPILMASI, KENAR KIVIRMA İŞLEMİ İÇİN ELEKTRONİK ÖLÇÜ ALETLERİNİN KULLANILMASI	KALİTE SORUMLUSU	MAKİNELERİN PERİYODİK BAKIM PLANLARI YAPILDI, ELEKTRONİK ÖLÇÜ ALETİ KULLANILMAYA BAŞLANDI	7	2	4	56

HTEA yöntemi uygulanarak ortaya çıkması olası kesme bükme sürecindeki riske neden olacak faktörlerin etkileri azaltılmıştır. Tablo 3.4’de ilk hesaplanan RÖS değeri ile önlemleri alınan hata türlerinin RÖS değerleri gösterilmiştir. İlk RÖS ile Yeni RÖS arasındaki karşılaştırma da grafik olarak Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 4 Kesme Bükme Süreci RÖS Karşılaştırması**

FONKSİYON MODU SIRASI	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS	%'lik RÖS DEĞİŞİMİ
1	5	5	6	150	5	3	5	75	50
2	8	5	5	200	8	2	5	80	60
3	7	4	3	84	7	3	3	63	25
4	7	5	4	140	7	2	4	56	60
5	6	4	2	56	6	1	2	12	78
6	7	5	5	175	7	2	4	56	68



Şekil 3. 2 Kesme Bükme Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği

### 3.6.1.1. Kesme Bükme Süreci Değerlendirilmesi

Hata türlerinin ortaya çıkma nedenleri;

- Eksik imalat ölçüleri ve eksik imalat dosyaları,
- Makine ayarsızlıkları,
- Dikkatsizlik ve bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Bu nedenlere göre HTEA ekibi tarafına sunulan öneriler, değerlendirmeye alınarak iyileştirme sürecine başlanmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonucu kesme bükme sürecinde % 56'lık başarı sağlanmıştır.

#### 3.6.1.1.1. Yanlış Hammadde Kullanımı

Yanlış hammadde kullanımından kaynaklanan hatanın sonucu RÖS değeri 150 olarak hesaplanmıştır. Bu hatanın ortadan kaldırılması için, ürün gruplarına göre hammadde rezervlerinin sınıflandırılması ve kullanıma uygun rezervlere göre iş emirlerinin hazırlanması önerisinde bulunulmuştur.

Yapılan öneriler doğrultusunda uygulama süreci içerisinde ürün gruplarının sınıflandırılması uygulanmıştır ve hatanın oluşma olasılığını 3'e düşürmüştür. Böylelikle iyileştirme sonucu hata türünde % 50'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.1.1.2. Gövde Sacının Yanlış Ölçülerde Kesilmesi

Gövde sacının yanlış ölçülerde kesilmesi sürecin en önemli hata türlerindedir. Eksik dosya ve eksik ölçülerden dolayı hurdaya çıkmayla sonuçlanan hata türünün RÖS değeri 200 olarak hesaplanmıştır. Hatanın değerini düşürmek için, eksik ölçü ve dosyaların tamamlanması ile ölçü aletlerinin bakım ve kalibrasyonun yapılması önerilmiştir.

Önerilen faaliyetlerin uygulanması ile RÖS değeri 80'e düşürülerek, % 60'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.1.1.3. Menhol Ağzı Açmadaki Hatalar

RÖS değeri 84 olarak hesaplanan hata türü eksik ölçü ve dikkatsizlik sonucu ortaya çıktığı saptanmıştır. Eksik ölçülerinin tamamlanmasıyla RÖS değeri 63'e düşmüş ve hata türünde %25'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.1.1.4. Bombe Pulu Kesiminde Karşılaşılan Hatalar

Bombe pulunun kesiminde karşılaşılan hatalar sonucu hesaplanan RÖS değeri 140'dır. Bu sorunun giderilmesi için, eksik imalat ölçülerin tamamlanması, makine ayarsızlıklarının giderilmesi ve çalışanların konu hakkında bilgilendirilmesi önerileri sunulmuştur.

Bu doğrultuda yapılan iyileştirmeler sonucu RÖS değeri 56'ya düşmüş ve %60'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.1.1.5. Yay Parçası Çıkarmadaki Hatalar

Yay parçasının çıkartılması, kesme bükme sürecinin en az RÖS değerine sahip hata türüdür. Eksik ölçülerden kaynaklandığı tespit edilen hata türünün, iyileştirme sonucu RÖS değerini 56'dan 12'ye düşürülmüş ve % 78'lik başarı sağlanmıştır.

### *3.6.1.1.6. Kenar Kıvrırma Hataları*

Kesme bükme sürecinde öncelik sırası olarak ikinci sırada olan hata türünün RÖS değeri 175 olarak hesaplanmıştır. Bu hata türü için, makinelerin ve ölçü aletlerinin bakım ve kalibrasyonun yapılmasının yanı sıra kenar kıvrırma işlemi için elektronik ölçü aleti kullanılması önerilmiştir.

Elektronik ölçü aletinin sürece dahil edilmesiyle RÖS değeri 56'ya düşürülmüştür. İyileştirme sonucu %68'lik başarı sağlanmıştır.

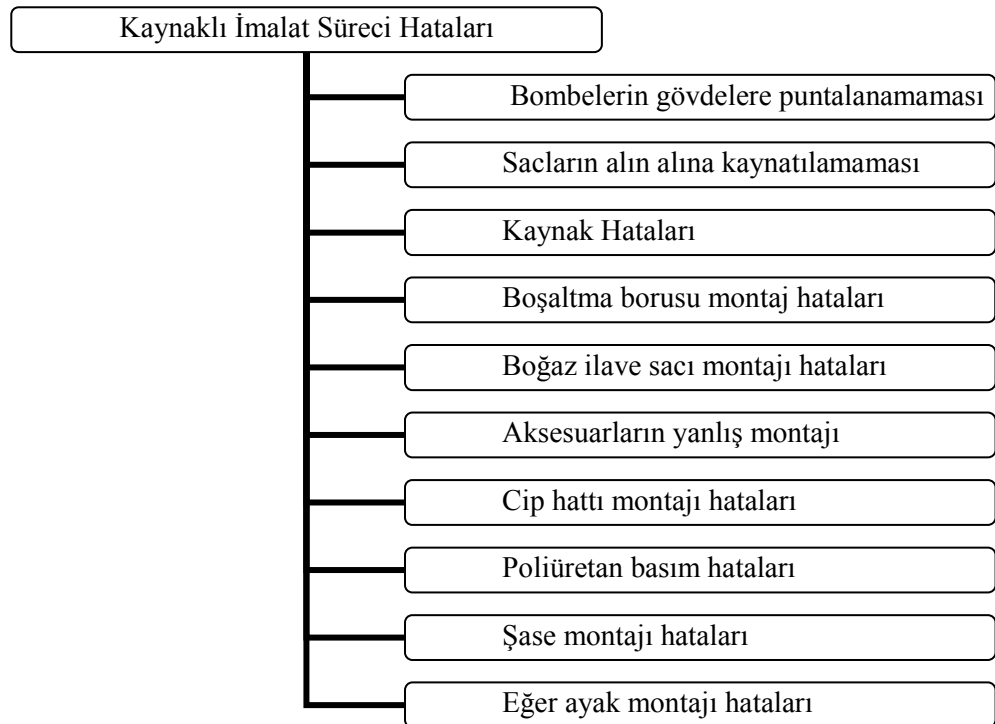
### 3.6.2. Kaynaklı İmalat Süreci

Uygulama yapılan firma bünyesinde üretimlerin yaklaşık %60'lık kısmını kaynaklı imalat bölümü oluşturmaktadır. Bu üretim sahasında 10 sertifikalı kaynak elemanı ve 10 yardımcı eleman olmak üzere toplam 20 mavi yakalı personel çalışmaktadır.

Firma, imalatını yaptığı makine ve ekipmanlarda sahip olduğu tig kaynak makinelerini ve otomatik kaynaklı üretim teknolojilerini kullanmaktadır

Sürecin %60'lık kısmını oluşturan kaynaklı imalat bölümünde, kesme bükme parkında işlemleri tamamlanan yarı mamuller, kaynak parkına sevk edilir. Kaynak ve montajı tamamlanan yarı mamuller, ürünün %80'lik kısmını oluşturmaktadır. Ürün, mekanik ve kimyasal temizliği yapılmak üzere diğer sürece dâhil edilerek, kaynaklı imalat süreci tamamlanır.

HTEA ekibi tarafından beyin fırtınası yöntemi kullanılarak on potansiyel hatanın gerçekleşebileceği tespit edilmiştir. Bunlar;





Uygulama aşamasında kaynaklı imalat süreci için mevcut faaliyetler iş akış şeması üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu süreç takip altına alınmış ve hangi fonksiyon türünde, hangi hata türünün, hangi nedenle oluşabileceği ve sebep olabileceği etkiler belirlenmiştir ve Tablo 3.5’de gösterilmiştir. +

**Tablo 3. 5. Kaynaklı İmalat Süreci Hata Türleri ve Etkileri**

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ
1	KAYNAKLI İMALAT	BOMBELERİN GÖVDELERE PUNTALANAMAMASI	BOMBENİN TEKRAR KIVIRILMASI, HURDAYA AYIRMA, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	BOMBE KIVIRMA İŞLEMİNİN AZ YA DA FAZLA YAPILMASI, ÖLÇME HATASI
2	KAYNAKLI İMALAT	SACLARIN ALIN ALINA KAYNATILAMAMASI	KAYNAK ŞERİDİNİN DÜZGÜN ÇIKMAMASI, KESİNTİLİ İŞLEM, YANLIŞ İŞLEM	GÖVDE SACININ KESİMİ SIRASINDAKİ KAYDIRMALAR, TECRÜBESİZLİK
3	KAYNAKLI İMALAT	KAYNAK HATALARI	ÇATLAK OLUŞUMU, DÜZENSİZ YÜZEY OLUŞUMU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	UYGUN OLMAYAN KAYNAK AĞZI AÇILMASI, UYGUN OLMAYAN KAYNAK TELİ KULLANIMI, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI, PUNTA ARALIKLARININ DOLDURULAMAMASI, EĞİTİM YETERSİZLİĞİ VE KAYNAK BİLGİSİ EKSİKLİĞİ
4	KAYNAKLI İMALAT	BOŞALTMA BORUSU MONTAJ HATALARI	BORUNUN BOMBEDEN GEÇİRİLEMEMESİ, BOŞALTMA BORUSUNDA SÜT BİRİKİMİ, KESİNTİLİ İŞLEM, ÇATLAK OLUŞUMU, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	AÇILAN DELİĞİN MERKEZLENEMEMESİ, BOŞALTMA BORUSUNUN EĞİMİNİN YANLIŞ VERİLMESİ, UYGUN OLMAYAN PANÇ KULLANIMI YA DA FAZLA ÇEKİRME, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI SONUCU ÇEKME VE GERİLME
5	KAYNAKLI İMALAT	BOĞAZ İLAVE SACI MONTAJI HATALARI	BOĞAZ KISMI PÜRÜZLÜ YÜZEY GÖRÜNTÜSÜ, KESİNTİLİ İŞLEM, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	MENHOLÜN UYGUN ÖLÇÜDE OLMAMASI, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI, UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI
6	KAYNAKLI İMALAT	AKSESUARLARIN YANLIŞ MONTAJI	KAPAĞIN, VANANIN YAMUK DURMASI, SATIŞ KAYBI, KALİTE GEREKSİNİMİNİN DEĞİŞMESİ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	MALZEME TANIMAMA / TECRÜBESİZLİK, KAPAK MONTAJ SIRASINDA TERAZİNİN ALINAMAMASI, YANLIŞ AKSESUAR MALZEMESİ KAYNATMA
7	KAYNAKLI İMALAT	CİP HATTI MONTAJI HATALARI	HATTA ÇEKME VE GERİLME, CİP DELİĞİNİN YANLIŞ KOORDİNATTA DELİNMESİ, CİP TOPU AÇISINDAKİ İSTENMEYEN UYGUNSUZ DEĞİŞİMLER, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	ÖLÇME HATASI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK, UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ
8	KAYNAKLI İMALAT	POLİÜRETAN BASIM HATALARI	İÇ GÖVDEDE GÖÇÜK OLUŞUMU, NAKİL SIRASINDA SÜTÜN BOZULMA RİSKİ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ, POLİÜRETAN TAŞMASI SONUCU YÜZEYDE LEKE OLUŞUMU	ÇALIŞMA SAHASINDAKİ OPTİMUM SICAKLIĞIN AYARLANAMAMASI, KARIŞTIRILACAK POLİÜRETAN MALZEMELERİNİN TAM ÖLÇÜSÜNÜN AYARLANAMAMASI, KARIŞIMIN TANKA BASILMASINDA KULLANILAN CİHAZIN VANALARININ TIKANIKLIĞI, STRETCH FİLMİ SARILMAMASI YA DA YETERSİZ SARIM SAYISINDA SARILMASI
9	KAYNAKLI İMALAT	ŞASE MONTAJI HATALARI	ŞASENİN EĞRİ İMALATINDAN KAYNAKLANAN DENGE PROBLEMİ, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	ÖLÇÜ ALMA HATASI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK
10	KAYNAKLI İMALAT	EĞER AYAK MONTAJI HATALARI	TANKLARIN EĞER AYAKLARA TAM YERLEŞTİRİLEMESİNDEN KAYNAKLANAN KÖTÜ GÖRÜNTÜ, DÜZGÜN YERLEŞTİRİLEMİYEN TANKLARIN NAKİL SIRASINDA AŞIRI TITREŞİM GÖSTERMESİ	U BOLDU RADÜS AÇISININ YANLIŞ ALINMASI, İMALATIN MANUEL YAPILMASI VE KÜÇÜK ÖLÇÜ FARKLILIKLARI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK

İncelenen ve elde edilen veriler doğrultusunda, kaynaklı imalat süreci için tanımlanan fonksiyon türlerinin şiddet, olasılık ve saptama değerleri oluşturulan HTEA ekibi çalışma şekillerini, kullanılan ekipmanları göz önünde bulundurarak tespit etmiştir. Kesme bükme sürecindeki değerlendirme metoduyla kaynaklı imalat sürecinin RÖS hesaplamaları yapılmıştır. Bu süreç için belirlenen hataların; etkilerine, nedenlerine ve mevcut kontrollerine ayrı ayrı verilen değerler EK 3’de gösterilmiştir.

Hesaplama sonucu elde edilen değerler Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Hesaplaması

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS
1	KAYNAKLI İMALAT	BOMBELERİN GÖVDELERE PUNTALANAMAMASI	BOMBENİN TEKRAR KIVIRILMASI, HURDAYA AYIRMA, ÇEKİÇ İZİ OLUŞUMU	6	BOMBE KIVIRMA İŞLEMİNİN AZ YA DA FAZLA YAPILMASI, ÖLÇME HATASI	4	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	120
2	KAYNAKLI İMALAT	SACLARIN ALIN ALINA KAYNATILAMAMASI	KAYNAK ŞERİDİNİN DÜZGÜN ÇIKMAMASI, KESİNTİLİ İŞLEM, YANLIŞ İŞLEM	6	GÖVDE SACININ KESİMİ SIRASINDAKİ KAYDIRMALAR, TECRÜBESİZLİK	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	150
3	KAYNAKLI İMALAT	KAYNAK HATALARI	ÇATLAK OLUŞUMU, DÜZENSİZ YÜZEY OLUŞUMU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	7	UYGUN OLMAYAN KAYNAK AĞZI AÇILMASI, UYGUN OLMAYAN KAYNAK TELİ KULLANIMI, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI, PUNTA ARALIKLARININ DOLDURULAMAMASI, EĞİTİM YETERSİZLİĞİ VE KAYNAK BİLGİSİ EKSİKLİĞİ	5	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	6	210
4	KAYNAKLI İMALAT	BOŞALTMA BORUSU MONTAJ HATALARI	BORUNUN BOMBEDEN GEÇİRİLEMEMESİ, BOŞALTMA BORUSUNDA SÜT BİRİKİMİ, KESİNTİLİ İŞLEM, ÇATLAK OLUŞUMU, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	6	AÇILAN DELİĞİN MERKEZLENEMEMESİ, BOŞALTMA BORUSUNUN EĞİMİNİN YANLIŞ VERİLMESİ, UYGUN OLMAYAN PANÇ KULLANIMI YA DA FAZLA ÇEKTİRME, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI SONUCU ÇEKME VE GERİLME	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	210
5	KAYNAKLI İMALAT	BOĞAZ İLAVE SACI MONTAJI HATALARI	BOĞAZ KISMI PÜRÜZLÜ YÜZEY GÖRÜNTÜSÜ, KESİNTİLİ İŞLEM, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	6	MENHOLÜN UYGUN ÖLÇÜDE OLMAMASI, AKIM ŞİDDETİNİN AYARLANAMAMASI, UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI	6	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	8	288
6	KAYNAKLI İMALAT	AKSESUARLARIN YANLIŞ MONTAJI	KAPAĞIN, VANANIN YAMUK DURMASI, SATIŞ KAYBI, KALİTE GEREKSİNİMİNİN DEĞİŞMESİ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	6	MALZEME TANIMAMA / TECRÜBESİZLİK, KAPAK MONTAJ SIRASINDA TERAZİNİN ALINAMAMASI, YANLIŞ AKSESUAR MALZEMESİ KAYNATMA	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	150
7	KAYNAKLI İMALAT	CİP HATTI MONTAJI HATALARI	HATTA ÇEKME VE GERİLME, CİP DELİĞİNİN YANLIŞ KOORDİNATTA DELİNMESİ, CİP TOPU AÇISINDAKİ İSTENMEYEN UYGUNSUZ DEĞİŞİMLER, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	7	ÖLÇME HATASI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK, UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	175

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS
8	KAYNAKLI İMALAT	POLİÜRETAN BASIM HATALARI	İÇ GÖVDEDE GÖÇÜK OLUŞUMU, NAKİL SIRASINDA SÜTÜN BOZULMA RİSKİ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ, POLİÜRETAN TAŞMASI SONUCU YÜZEYDE LEKE OLUŞUMU	7	ÇALIŞMA SAHASINDAKİ OPTİMUM SICAKLIĞIN AYARLANAMAMASI, KARIŞTIRILACAK POLİÜRETAN MALZEMELERİNİN TAM ÖLÇÜSÜNÜN AYARLANAMAMASI, KARIŞIMIN TANKA BASILMASINDA KULLANILAN CİHAZIN VANALARININ TIKANIKLIĞI, STRATCH FİLMİ SARILMAMASI YA DA YETERSİZ SARIM SAYISINDA SARILMASI	4	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	140
9	KAYNAKLI İMALAT	ŞASE MONTAJI HATALARI	ŞASENİN EĞRİ İMALATINDAN KAYNAKLANAN DENGE PROBLEMİ, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	6	ÖLÇÜ ALMA HATASI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK	5	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	150
10	KAYNAKLI İMALAT	EĞER AYAK MONTAJI HATALARI	TANKLARIN EĞER AYAKLARA TAM YERLEŞTİRİLEMESİN DEN KAYNAKLANAN KÖTÜ GÖRÜNTÜ, DÜZGÜN YERLEŞTİRİLEMİYEN TANKLARIN NAKİL SIRASINDA AŞIRI TITREŞİM GÖSTERMESİ	6	U BOLDU RADÜS AÇISININ YANLIŞ ALINMASI, İMALATIN MANUEL YAPILMASI VE KÜÇÜK ÖLÇÜ FARKLILIKLARI, TECRÜBESİZLİK / DİKKATSİZLİK	6	ÖLÇÜ ALETLERİ İLE KONTROL, GÖZLE KONTROL	5	180

Hesaplanan RÖS değerlerine göre tüm hataların risk oluşturduğu ve hepsi için önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. En yüksek RÖS değerine sahip hata türünden başlamak üzere tüm hata türleri için önerilerde bulunulmuş ve sorumlular atanmıştır. Belirlenen tavsiye faaliyetlerinin dışında, beyin fırtınası ile de ilave tavsiye ve önlemler alınmıştır. Tablo 3.7’de görüldüğü gibi tavsiye faaliyetleri değerlendirilerek gerçekleştirilmiş faaliyetler olarak forma kaydedilmiştir. Yeni durum için tekrar şiddet, olasılık ve saptama değerlendirilerek puanlandırılmış ve yeni RÖS hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 3.7. Kaynaklı İmalat Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması

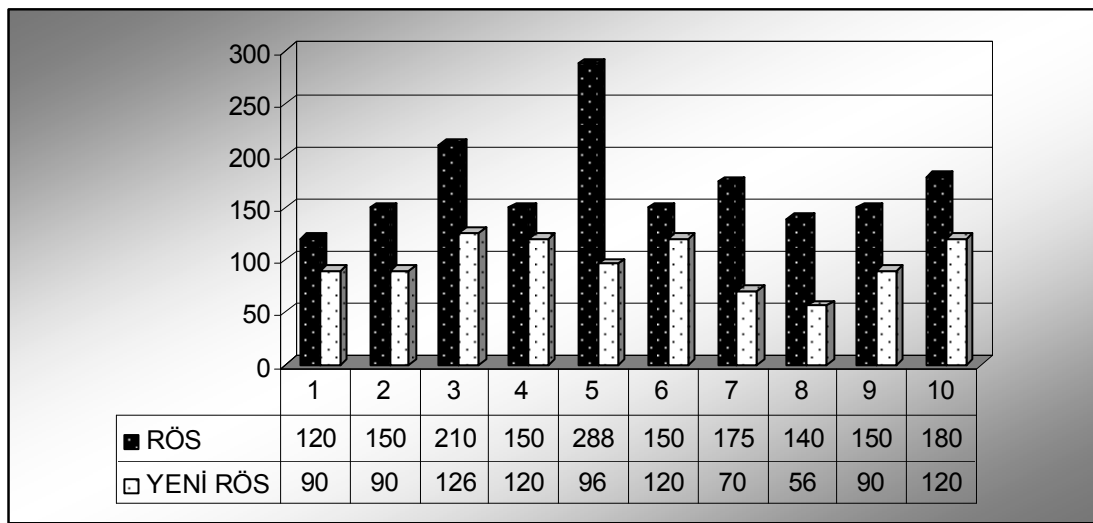
	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	TAVSİYE EDİLEN FAALİYETLERİ	SORUMLULUK & TERMİN	GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS
1	KAYNAKLI İMALAT	BOMBELERİN GÖVDELERE PUNTALANAMAMASI	ÖLÇÜ ALMA KONUSUNDA OPERATÖRE İŞ BAŞI EĞİTİM VERİLMESİ	KALİTE SORUMLUSU, ÜRETİM SORUMLUSU	OPERATÖRLERE ÖLÇÜ ALMA VE ÖLÇÜ ALETLERİ KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ VE PERİYODİK EĞİTİM PLANI OLUŞTURULDU	6	3	5	90
2	KAYNAKLI İMALAT	SACLARIN ALIN ALINA KAYNATILAMAMASI	OPERATÖRÜN DİKKATLİ OLMASI KONUSUNDA UYARILMASI	ÜRETİM SORUMLUSU	OPERATÖR DİKKATLİ OLMASI KONUSUNDA BİLGİLENDİRİLDİ	6	3	5	90
3	KAYNAKLI İMALAT	KAYNAK HATALARI	OPERATÖRE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLMESİ, KAYNAK TELLERİNİN SINIFLANDIRILMASI, KAYNAK BÖLGESİNİN TEMİZ OLMASI KONUSUNDA OPERATÖRÜN BİLGİLENDİRİLMESİ VE UYARILMASI	KALİTE SORUMLUSU, ÜRETİM SORUMLUSU	OPERATÖRLERE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLDİ VE KAYNAK İLE İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ, KAYNAK TELLERİNİN RENK SİSTEMEATİĞİ ÇERÇEVESİNDE SINILANDIRILMASI YAPILDI VE 5S FAALİYETLERİNE DAHİL EDİLDİ	7	2	6	84
4	KAYNAKLI İMALAT	BOŞALTMA BORUSU MONTAJ HATALARI	OPERATÖRE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLMESİ, PANÇ KULLANIMINI TAMAMEN KALDIRMAK AMACIYLA BOŞALTMA BORUSU ÇAPINDA STANDARTLAŞMA ÇALIŞMALARININ YAPILMASI İLE BOMBENİN ÜRETİM AŞAMASINDA BOŞALTMA BORUSU DELİĞİNİN AÇILMASI	KALİTE SORUMLUSU, TASARIM SORUMLUSU	OPERATÖRLERE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLDİ	6	4	5	120
5	KAYNAKLI İMALAT	BOĞAZ İLAVE SACI MONTAJI HATALARI	OPERATÖRE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLMESİ, ÜRÜN GRUBU ÜZERİNDE YAPILAN QFD ÇALIŞMASININ BİLGİLERİ OPERATÖRLERLE PAYLAŞILMALI, EKSTRA DİKKAT GEREKEN PROSES VE NOKTALAR BELİRLENMELİDİR.	ÜRETİM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU	OPERATÖRLERE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLDİ DİKKAT GEREKEN PROSES VE NOKTALAR BELİRLENDİ VE BİLGİLER OPERATÖRLERLE PAYLAŞILDI	6	2	8	96
6	KAYNAKLI İMALAT	AKSESUARLARIN YANLIŞ MONTAJI	ÖLÇÜ ALMA KONUSUNDA OPERATÖRLERE İŞ BAŞI EĞİTİM VERİLMESİ, AKSESUARLARIN SINIFLANDIRILMASI VE AKSESUARLAR HAKKINDA OPERATÖRLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ	KALİTE SORUMLUSU, ÜRETİM SORUMLUSU, SATIN ALMA SORUMLUSU	OPERATÖRÜN ÖLÇÜ ALMA VE ÖLÇÜ ALETLERİ KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ	6	4	5	120

	FONKSİYON MODU	POTANSİYEL HATA MODU	TAVSİYE EDİLEN FAALİYETLERİ	SORUMLULUK & TERMİN	GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS
7	KAYNAKLI İMALAT	CİP HATTI MONTAJI HATALARI	ÖLÇÜ ALMA KONUSUNDA OPERATÖRLERE İŞ BAŞI EĞİTİM VERİLMESİ, ÜRÜN GRUPLARI BAZINDA ÖZELLEŞTİRİLMİŞ KAYNAK VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ KONUSUNDA OPERATÖRLERİN EĞİTİMİ	ÜRETİM SORUMLUSU	OPERAÖTRLERE KAYNAK EĞİTİMİ VERİLDİ, OPERATÖRÜN ÖLÇÜ ALM VE ÖLÇÜ ALETLERİ KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ	7	2	5	70
8	KAYNAKLI İMALAT	POLİÜRETAN BASIM HATALARI	KARIŞIM ORANLARI HAKKINDAKİ TALİMATLARIN YENİLENMESİ, KULLANILAN CİHAZIN TEMİZLİĞİ KONUSUNDA OPERATÖRÜN UYGULANMASI, OPERATÖRLERİN KULLANDIKLARI MALZEMELERİN OPTİMUM ÇALIŞMA ARALIKLARI KONUSUNDA BİLGİLENDİRİLMESİ VE BU SÜREÇLERDE SIK SIK KONTROLLERİN YAPILMASI	ÜRETİM SORUMLUSU	KARIŞIM ORANLARI İÇİN TALİMATLAR YENİLENDİ, OPTİMUM SICAKLIK ARALIĞI HAKKINDA OPERATÖRLER BİLGİLENDİRİLDİ, CİHAZ TEMİZLİĞİ KONUSUNDA OPERATÖRLER UYARILDI	7	2	4	56
9	KAYNAKLI İMALAT	ŞASE MONTAJI HATALARI	ÖLÇÜ ALMA KONUSUNDA OPERATÖRLERE İŞ BAŞI EĞİTİM VERİLMESİ, OPERATÖRÜN DİKKATLİ OLMASI KONUSUNDA UYARILMASI	ÜRETİM SORUMLUSU	OPERATÖRÜN ÖLÇÜ ALMA VE ÖLÇÜ ALETLERİ KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ	6	3	5	90
10	KAYNAKLI İMALAT	EĞER AYAK MONTAJI HATALARI	ÜRETİM SÜREÇLERİNDE MEYDANA GELEN SAPMALARIN MİNİMUM DÜZEYE ÇEKME KONUSUNDA METOT ÇALIŞMALARININ YAPILMASI, ÖLÇÜ ALMA KONUSUNDA OPERATÖRLERE İŞ BAŞI EĞİTİM VERİLMESİ	ÜRETİM SORUMLUSU	OPERATÖRÜN ÖLÇÜ ALMA VE ÖLÇÜ ALETLERİ KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ, METOT ETÜDÜ KONUSUNDA ÇALIŞMALAR PLANLARA DAHİL EDİLDİ	6	4	5	120

HTEA yöntemi uygulanarak ortaya çıkması olası kesme bükme sürecindeki riske neden olacak faktörlerin etkileri azaltılmıştır. Tablo 3.8’de ilk hesaplanan RÖS değeri ile önlemleri alınan hata türlerinin RÖS değerleri gösterilmiştir. İlk RÖS ile Yeni RÖS arasındaki karşılaştırma da grafik olarak şekil 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.8. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Karşılaştırması

FONSIYON MODU SIRASI	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS	%'lik RÖS DEĞİŞİMİ
1	6	4	5	120	6	3	5	90	25
2	6	5	5	150	6	3	5	90	40
3	7	5	6	210	7	3	6	126	60
4	6	5	5	150	6	4	5	120	20
5	6	6	8	288	6	2	8	96	67
6	6	5	5	150	6	4	5	120	20
7	7	5	5	175	7	2	5	70	60
8	7	4	5	140	7	2	4	56	60
9	6	5	5	150	6	3	5	90	40
10	6	6	5	180	6	4	5	120	35



Şekil 3. 3. Kaynaklı İmalat Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği

### 3.6.2.1. Kaynaklı İmalat Süreci Değerlendirmesi

Sürecin kapsamındaki hata türlerinin nedenlerine göre verilen öneriler, HTEA ekibi tarafından değerlendirilmeye alınmış ve iyileştirme süreci başlatılmıştır. İyileştirme sonucu kaynaklı imalat sürecinde % 43'lük başarı elde edilmiştir.

#### 3.6.2.1.1. Bombelerin Gövdelere Puntalanamaması

Bombelerin gövdelere puntalanamaması kaynaklı imalat sürecinin en az RÖS değerine sahip hata türüdür. Operatörlere ölçü alma ve ölçü aletleri kullanımı hakkında bilgilendirme yapılmış ve periyodik eğitim planı oluşturulmuştur. İyileştirme sonucunda RÖS değeri 90'a düşürülmüş ve % 25'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.2. Sacların Alın Alına Kaynatılmaması

RÖS değeri 150 olarak hesaplanan hata türü operatörün dikkatsizliğinden kaynaklandığı saptanmıştır. Operatörün dikkatli olması konusunda uyarılmasıyla RÖS değeri 90'a düşürülmüş ve hata türünde % 40'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.3. Kaynak Hataları

Kaynaklı imalat sürecinde öncelik sırası iki olan hata türünün RÖS değeri 210 olarak hesaplanmıştır. Bu hata türü için kaynak eğitimi verilmesi ve kaynak tellerinin sınıflandırılması önerisinde bulunulmuştur. Kaynak eğitimi verilmiş ve kaynak tellerinin sınıflandırılması için renk sistematığı kullanılmış ve 5S faaliyetlerine dahil edilmiştir.

Bu iyileştirme sonucu RÖS değeri 84'e düşürülmüş ve % 60'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.4. Boşaltma Borusu Montaj Hataları

Boşaltma borusu montajında karşılaşılan hataların RÖS değeri 150 olarak hesaplanmıştır. Bu hata türü için, operatöre kaynak eğitimi verilmesi ve panç kullanımı tamamen ortadan kaldıracak, kesme bükme sürecine dâhil edilerek boşaltma borusu çapını standartlaştıracak önerilerde bulunulmuştur.

İkinci öneri tasarıma gireceğinden dolayı uygulanmayıp, operatöre kaynak eğitimi verilmiştir. İyileştirme sonucu hata türünün ortaya çıkma olasılığı 4'e indirilebilmiş ve hata türünde % 20'lik bir başarı sağlanmıştır.



### 3.6.2.1.5. Boğaz İlave Sacı Montajı Hataları

Boğaz ilave sacı montajında karşılaşılan hatalar 288 RÖS değeriyle kaynaklı imalat sürecinin en önemli hata türü olarak tespit edilmiştir. Bu sorunun iyileştirilmesi için operatöre kaynak eğitimi verilmesi ve firmanın önceden ürün grubu üzerinde yaptığı QFD çalışması ile elde edilen bilgiler operatörlerle paylaşılması, ekstra dikkat gereken proses ve noktaların belirlenmesi önerisinde bulunulmuştur.

Operatörlere kaynak eğitimi verilmiştir ve dikkat gereken proses ve noktalar belirlenerek bilgiler operatörlerle paylaşılmıştır. Böylelikle hata türünün RÖS değeri 96'ya düşürülmüş ve % 67'lik başarı sağlanmış.

### 3.6.2.1.6. Aksesuarların Yanlış Montajı

Aksesuarların yanlış montajı ile ortaya çıkan hata türünün RÖS değeri 150 olarak hesaplanmıştır. Ölçü alma ve ölçü aletleri kullanımı hakkında bilgi verilmesi ve satın alma sorumlusu tarafından aksesuarların sınıflandırılması çalışmasının yapılması ve aksesuar hakkında operatörlerin bilgilendirilmesi önerilmiştir.

İyileştirme için sadece operatöre ölçü alma ve ölçü aletlerinin kullanımı hakkında bilgi verilmiş ve RÖS değeri 120'ye düşürülebilmştir. Hata türünde % 20'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.7. Cip Hattı Montajı Hataları

Kaynaklı imalat sürecinde öncelik sırası dört olan hata türünün RÖS değeri 175 olarak hesaplanmıştır. Ölçü alma konusunda operatörlerin bilgilendirilmesi ile ürün grupları bazında özelleştirilmiş kaynak ve üretim yöntemleri konusunda eğitim verilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Verilen önerilerin uygulanmasıyla RÖS değeri 70' e düşürülmüş ve % 60'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.8. Poliüretan Basım Hataları

Poliüretan basımı ile ortaya çıkan hata türünün RÖS değeri 140 olarak hesaplanmıştır. Bu hata türü için, karışım oranları hakkındaki talimatların yenilenmesi, basım sırasında kullanılan cihazın düzgün temizlenmesi ile kullanılan malzemelerin optimum çalışma aralıkları hakkında operatörün bilgilendirilmesi ve bu süreçlerde kontrollerin sıklaştırılması olmak üzere üç öneride bulunulmuştur.

Verilen önerilerin uygulanması ile hata türünün RÖS değeri 56'ya düşürülmüştür. İyileştirme sonucu % 60'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.9. Şase Montajı Hataları

RÖS değeri 150 olarak hesaplanan şase montaj hatası için operatöre ölçü alma konusunda eğitim verilmesi konusunda öneri verilmiştir.

Verilen ölçü alma eğitiminin yanı sıra dikkatli olunması konusunda operatörlerin uyarılması sonucu RÖS değeri 90'a düşürülmüştür. Hata türü için % 40'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.2.1.10. Eğer Ayak Montajı Hataları

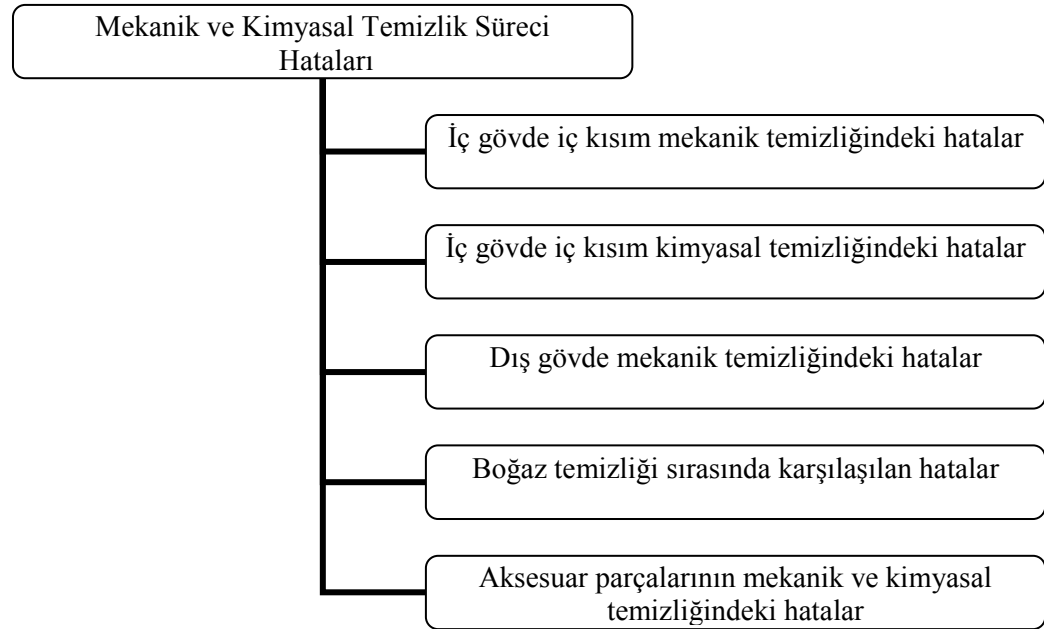
Eğer ayak montajı hataları sonucu hesaplanan RÖS Değeri 180'dir. Bu sorunun giderilmesi için, üretim süreçlerinde meydana gelen sapmaları minimum düzeye çekme konusunda metot çalışmalarının yapılması ve ölçü alma konusunda operatörlere iş başı eğitim verilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Metot çalışmalarının yapılması, uygulama süresi için uzun olacağından çalışma ileriki tarihe ertelenmiştir. Operatöre iş başı eğitim verilerek hata türünün RÖS değeri 120' ye düşürülmüş ve % 35'lik başarı sağlanmıştır.

### 3.6.3. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci

Bu üretim safhası mekanik ve kimyasal temizlik olmak üzere 2 ayrı timden oluşmaktadır. Kaynaklı imalat bölümünden gelen ürünler mekanik temizlik timi tarafından avuç taşlama ve zımpara makineleri ile temizlenerek son işlemin gerçekleştiği kimyasal temizlik timine bırakılır. Kullanılan sacın cinsine göre kimyasal temizliğe giren ürünler sevke hazır hale getirilir ve bu süreç tamamlanmış olur.

Bu süreçte HTEA ekibi tarafından beyin fırtınası yöntemi kullanılarak beş potansiyel hatanın meydana gelebileceği tespit edilmiştir. Bunlar;



Uygulama aşamasında mekanik ve kimyasal temizlik süreci için mevcut faaliyetler iş akış şeması üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu süreç takip altına alınmış ve hangi fonksiyon türünde hangi hata türünün hangi nedenle oluşabileceği ve sebep olabileceği etkiler belirlenmiştir ve Tablo 3.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 3.9. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci Hata Türleri ve Etkileri**

	FONKSİYON TÜRÜ	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ
1	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, TEMİZLEME ZORLUĞU	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, SİRAL DEVİR SAYISININ YANLIŞ AYARLANMASI, TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ
2	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM KİMYASAL TEMİZLİĞİ HATALARI	KULLANILAN SIVININ YETERSİZ UYGULANIŞI VE UYGULAMADAKİ YANLIŞLIKLAR	TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ
3	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	DIŞ GÖVDE MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, ÇATLAMA RİSKİ, ÇÖKÜNTÜLÜ YÜZEY OLUŞUMU, KAYNAK MUKAVEMETİNDE AZALMA, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ, ZİMPARA KULLANIMI KONUSUNDA YANLIŞLIKLAR
4	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	BOĞAZ TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	SİRALİN KAYDIRILMASI İLE OLUŞAN YÜZEY ÇİZİKLERİ, PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, TEMİZLEME ZORLUĞU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, TECRÜBESİZLİK, BİLGİ EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK
5	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	AKSESUAR PARÇALARININ MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	TEMİZLEME ZORLUĞU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ

İncelenen ve elde edilen veriler doğrultusunda, Mekanik ve Kimyasal Temizlik süreci için tanımlanan fonksiyon türlerinin şiddet, olasılık ve saptama değerlerini, oluşturulan HTEA ekibi çalışma şekillerini, kullanılan ekipmanları göz önünde bulundurarak tespit etmiştir. Diğer süreçlerdeki gibi değerler atanmış ve RÖS hesaplaması yapılmıştır. Mekanik ve kimyasal temizlik için belirlenen hataların değerleri EK 4’de gösterilmiştir.

Hesaplama sonucu elde edilen değerler Tablo 3.10’da gösterilmiştir.

**Tablo 3.10. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Hesaplaması**

	FONKSİYON TÜRÜ	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	POTANSİYEL HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL NEDENLERİ	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS
1	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, BAKTERİ OLUŞMA RİSKİ, TEMİZLEME ZORLUĞU	6	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, SİRAL DEVİR SAYISININ YANLIŞ AYARLANMASI, TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ	5	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	3	90
2	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM KİMYASAL TEMİZLİĞİ HATALARI	KULLANILAN SIVININ YETERSİZ UYGULANIŞI VE UYGULAMADAKİ YANLIŞLIKLAR	5	TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ	5	GÖZLE KONTROL	6	150
3	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	DİŞ GÖVDE MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, ÇATLAMA RİSKİ, ÇÖKÜNTÜLÜ YÜZEY OLUŞUMU, KAYNAK MUKAVEMETİNDE AZALMA, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	7	TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ, ZIMPARA KULLANIMI KONUSUNDA YANLIŞLIKLAR	5	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	3	105
4	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	BOĞAZ TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	SİRALIN KAYDIRILMASI İLE OLUŞAN YÜZEY ÇİZİKLERİ, PÜRÜZLÜ YÜZEY OLUŞUMU, TEMİZLEME ZORLUĞU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	6	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, TECRÜBESİZLİK, BİLGİ EKSİKLİĞİ VE DİKKATSİZLİK	6	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	3	108
5	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	AKSESUAR PARÇALARININ MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	TEMİZLEME ZORLUĞU, KÖTÜ GÖRÜNTÜ, MÜŞTERİ MEMNUNİYETSİZLİĞİ	7	UYGUN OLMAYAN KABA KAYNAK YAPIMI, TECRÜBESİZLİK / BİLGİ EKSİKLİĞİ	6	GÖZLE KONTROL, ELLE KONTROL	5	210

Hesaplanan RÖS değerlerine göre tüm hataların risk oluşturduğu ve hepsi için önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. En yüksek RÖS değerine sahip hata türünden başlamak üzere tüm hata türleri için önerilerde bulunulmuş ve sorumlular atanmıştır. Belirlenen tavsiye faaliyetlerinin dışında, beyin fırtınası ile de ilave tavsiye ve önlemler alınmıştır. Tablo 3.11’de görüldüğü gibi tavsiye faaliyetleri değerlendirilerek gerçekleşmiş faaliyetler olarak forma kaydedilmiştir. Yeni durum için tekrar şiddet, olasılık ve saptama değerlendirilerek, puanlandırılmış ve yeni RÖS hesaplaması yapılmıştır.

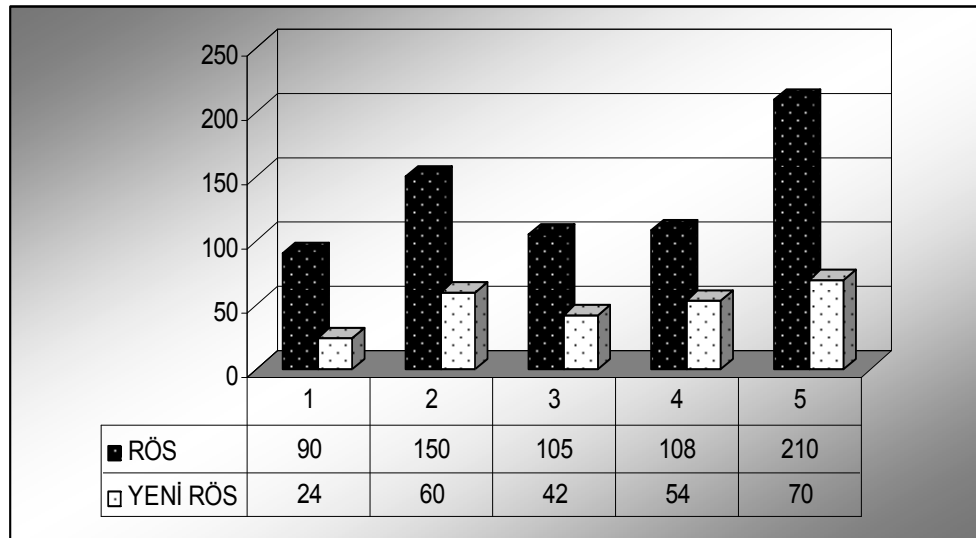
**Tablo 3.11. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci Son Durum RÖS Hesaplaması**

	FONKSİYON TÜRÜ	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	TAVSİYE EDİLEN FAALİYETLERİ	SORUMLULUK & TERMİN	GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS
1	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	MEKANİK TEMİZLİK HAKKINDA OPERATÖRÜN BİLGİLENDİRİLMESİ, SİRİAL KULLANIMI HAKKINDA OPERATÖRÜN BİLGİLENDİRİLMESİ, İŞLEM SIRASINDA KONTROLLERİN SIKLAŞTIRILMASI	MKTT SORUMLUSU, OPERATÖR	OPERATÖR MEKANİK TEMİZLİK KONUSUNDA VE SİRİAL KULLANIMI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLDİ, KONTROL SİSTEMİ TEKRAR DÜZENLENDİ	6	2	2	24
2	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	İÇ GÖVDE İÇ KISIM KİMYASAL TEMİZLİĞİ HATALARI	OPERATÖRÜN KİMYASAL SIVI HAKKINDA BİLGİLENDİRİLMESİ, UYGULAMA TALİMATLARININ YENİLENMESİ	MKTT SORUMLUSU	OPERATÖRE KULLANDIĞI KİMYASAL HAKKINDA EĞİTİM VERİLDİ, TALİMATLAR TEKRAR GÖZDEN GEÇİRİLEREK OPERATÖRE VERİLDİ	5	2	6	60
3	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	DİŞ GÖVDE MEKANİK TEMİZLİĞİ HATALARI	İŞLEME GÖRE KULLANILACAK ZİMPARA ÇEŞİDİNİN BELİRLENMESİ VE STANDARTLAŞTIRILMASI, ZİMPARA DİŞ YOĞUNLUĞU KONUSUNDA OPERATÖRÜN BİLGİLENDİRİLMESİ	MKTT SORUMLUSU, OPERATÖR	ZİMPARA ÇEŞİTLERİNİN KULLANILACAK İŞLEME GÖRE SINIFLANDIRILMASI YAPILDI, OPERATÖR ZİMPARA DİŞ YOĞUNLUĞU KONUSUNDA BİLGİLENDİRİLDİ	7	2	3	42
4	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	BOĞAZ TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	OPERATÖRÜN ETKİN BOĞAZ TAMİZLİĞİ KONUSUNDA BİLGİLENDİRİLMESİ VE EĞİTİM ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	ÜRETİM SORUMLUSU, KALİTE SORUMLUSU	OPERATÖRE BOĞAZ TEMİZLİĞİ HAKKINDA BİLGİ VERİLDİ	6	3	3	54
5	MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK	AKSESUAR PARÇALARININ MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİĞİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR	OPERATÖRÜN KULLANILAN AKSESUARLARIN ÖZELLİKLERİNİ VE KİMYASAL MALZEMELERE KARŞI TEPKİMELERİNİ BİLMESİ HUSUSUNDA EĞİTİMİ VE BİLGİLENDİRİLMESİ	KALİTE SORUMLUSU, ÜRETİM SORUMLUSU, MKTT SORUMLUSU	OPERATÖRE AKSESUARLA KİMYASAL MALZEMENİN GÖSTERECEĞİ TEPKİME KONUSUNDA VE MEKANİK TEMİZLİK HAKKINDA BİLGİ VERİLDİ	7	2	5	70

HTEA yöntemi uygulanarak, ortaya çıkması olası mekanik ve kimyasal temizlik sürecindeki riske neden olacak faktörlerin etkileri azaltılmıştır. Aşağıdaki tablo 3.11’de ilk hesaplanan RÖS değeri ile önlemleri alınan hata türlerinin RÖS değerleri gösterilmiştir. İlk RÖS ile Yeni RÖS arasındaki karşılaştırma da grafik olarak Şekil 3.4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Karşılaştırması

FONSIYON MODU SIRASI	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	YENİ RÖS	%'lik RÖS DEĞİŞİMİ
1	6	5	3	90	6	2	2	24	75
2	5	5	6	150	5	2	6	60	60
3	7	5	3	105	7	2	3	42	60
4	6	6	3	108	6	3	3	54	50
5	7	6	5	210	7	2	5	70	67



Şekil 3.4. Mekanik ve Kimyasal Temizlik Süreci RÖS Karşılaştırma Grafiği

### 3.6.3.1. Mekanik ve Kimyasal Temizliğin Değerlendirilmesi

HTEA ekibi tarafından belirlenen hata türlerinin nedenlerine göre sunulan öneriler, değerlendirilmeye alınarak iyileşme süreci başlatılmıştır.

Yapılan faaliyetler sonucu, mekanik ve kimyasal temizlik süreci için ortalama %62,5 değerinde iyileşme gerçekleştirilmiştir.

### 3.6.3.1.1. İç Gövde İç Kısım Mekanik Temizliği Hataları

İç gövde iç kısım mekanik temizliği hatalarının ilk RÖS değeri 90 olarak hesaplanmıştır. Bu hataların ortan kaldırılması için mekanik temizlik ve spiral kullanımı hakkında operatörlere bilgi verilmiştir. Bunun yanı sıra önerilen faaliyetlerin değerlendirilmesi sırasında tekrar beyin fırtınası oluşturularak, bakteri oluşma riskini azaltmak için uygulanan kontrolleri sıklaştırma önerisi ortaya konmuştur.

Bu öneride uygulama konarak hata türündeki iyileştirme % 75'lere çıkartılmıştır.

### 3.6.3.1.2. İç Gövde İç Kısım Kimyasal Temizliği Hataları

İkinci en önemli hata türümüz, iç gövdenin iç kısmının kimyasal temizliğinde karşılaşılan hatalardır. Buradaki hata, kimyasalın yetersiz kullanılışından kaynaklanmaktadır ve kolaylıkla keşfedilemediğinden kaynaklanan bir hata türü olması mevcut kontrol sisteminden farklı kontrol sistemi kurulması gerektiğini göstermektedir.

Şuan için sadece uygulamadaki talimatlar yenilenerek ortaya çıkma olasılığı aşağıya çekilebilmiştir. Bu iyileştirme sonucu hata türünde % 60'lık başarı sağlanmıştır.

### 3.6.3.1.3. Dış Gövde Mekanik Temizliği Hataları

Dış gövde mekanik temizliği hatalarının ilk RÖS değeri 105 olarak hesaplanmıştır. Bu hataların ortadan kaldırılması için, işleme göre kullanılacak zımpara çeşitlerinin belirlenmesi ve zımpara dış yoğunluğu konusunda operatörlerin bilgilendirilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Verilen öneriler değerlendirilerek uygulamaya konarak hata türünde %60'lık başarı elde edilmiştir.



#### *3.6.3.1.4. Boğaz Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar*

Boğaz temizliğinde karşılaşılan hataların hesaplanan ilk RÖS değeri 108'dir. Bu hatanın etkilerini ortadan kaldırmak için kaynakçı operatörüne eğitim verilmiş ve MKTT sorumlusuna etkin boğaz temizliği konusunda bilgi verilmiştir.

Yapılan iyileştirme sonucu hata türünde %50'lik başarı sağlanmıştır.

#### *3.6.3.1.5. Aksesuar Parçalarının Mekanik ve Kimyasal Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar*

Aksesuar parçalarının mekanik ve kimyasal temizliği sıradasın da karşılaşılan hatalar 210 RÖS değeri ile bu süreçteki en önemli hata türü olarak tespit edilmiştir. Bu hata türünde, yapılan kaba kaynağın mekanik temizliğinde oluşan çiziklerle karşılaşılmıştır. Kaynak operatörüne eğitim verilmesi mekanik temizliği kolaylaştırmış ve kimyasallarla oluşabilecek tepkimeler MKTT'ye anlatılarak bilinçlendirilmiştir. Hatanın ortaya çıkma olasılığını 2'ye düşürülmüştür.

Bu iyileştirme sonucu ilk durumu 210 olarak tespit edilen RÖS değeri 70'e düşürülerek % 67'lik başarı sağlanmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Müşteri memnuniyetinin üst düzeyde tutularak, maliyetlerin minimuma indirilmesini sağlamak, kalite yaratmanın temel koşullarındandır. Kaliteli üretimi yakalamak için hatasız ve eksiksiz ürün üretmek ve bunu müşteriye sunmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sıfır hata ya da sıfır hataya en yakın oranda üretim gerçekleştirmek için kullanılan kalite tekniklerinden biri de HTEA'dır. HTEA, tüm süreçleri düzeltmek veya daha iyi duruma getirmekte etkili bir araçtır. Dokümantasyon yapısı ve uygulanabilirliğindeki kolaylık nedeni ile sürekli kalite geliştirme adına kendini güncelleyen bir yapıya sahiptir. Uygulandığı alanda tekrar tekrar uygulanarak daimi iyileştirme de sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada uygulama alanı olarak makine sanayinde faaliyet gösteren GERMETAL Makine San. & Müh. Tic. Ltd. Şti. seçilmiştir. Hataların belirlenip iyileştirme sürecinin uzamaması için tek partide dört tankı inceleme olanağı veren araç üstü nakil tankları seçilmiş ve süreç HTEA uygulanmıştır. Uygulama süresi boyunca dört araç üstü nakil tankı (16 adet) üretilmiş olup, gerekli düzenlemelerle ciddi iyileştirmeler sağlanmıştır.

HTEA uygulamasının ilk adımı HTEA takımını oluşturarak başlamıştır. Takımda süreci iyi bilen sorumlular ve bir önceki adımdan etkilenen ve sürecin akışını etkileyen kişiler olmasına dikkat edilmiştir. Takımla beraber üretim alanı gezilmiş, üretimin işleyişi hakkında bilgiler paylaşılmıştır. Takım, toplantılarda beyin fırtınası yöntemi ile mevcut sorunları ve olası sorunları belirlenmiş, mevcut durumdaki kontroller değerlendirmiştir. Hataların nedenleri ve sebep oldukları ya da olabilecekleri etkiler ortaya çıkarılmıştır. Her bir hatanın ortaya çıkma, şiddet ve saptama değerleri 0-10 arası skala kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araç üstü nakil tankının üretim süreci üçe ayrılarak incelenmiştir. Bu üç süreç için toplam da 21 hata türü belirlenmiştir. Bu hata türlerinin RÖS değerleri hesaplandığında hataların çoğunun  $\geq 100$  kriterinde olduğu görülmüştür. Her bölüm çalışanı bir önceki bölümün son müşterisi olarak hazırlanan yöntemde, hataların birbirini tamamlaması durumu söz konusu olduğundan tüm hata türleri için iyileştirme yapılması kararlaştırılmıştır.

Kesme bükme süreci için göze çarpan en belirgin hata nedenleri ölçü ve dosya eksikliklerinin olmasıydı. Bu dosyaların, revizyonları yapılarak işe başlanmıştır. Çalışanlardaki ve teçhizatlardaki eksiklikler giderilerek bu bölümde % 56'lık başarı elde edilmiştir. Doğru kesim ve doğru bükme işlemlerinden dolayı hurdaya çıkma engellenmiş, bir sonraki bölüm olan kaynaklı imalattan düzeltme için geri dönüşler azaltılmıştır. Üretime başlamadan önce hazırlanan iş planına uyum artmıştır.

Kaynaklı imalat, üretimin en önemli sürecidir. Çalışan personelin dikkatli ve tecrübeli olması gerekmektedir. Çünkü hatalı üretim halinde ürünün düzeltilmesi, ürünün sıfırdan imal edilmesinden daha fazla zaman aldığı görülmektedir. Bu durumlar göz önünde bulundurularak önerilerde bulunulmuştur ve gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Hata oranlarının düşürülmesiyle maliyetlerde ve zaman kayıplarında azalmalar olmuş ve kaynaklı imalat süreci için uygulama sırasında % 43'lük başarı elde edilmiştir.

Mekanik ve kimyasal temizlik bölümü için önerilen faaliyetlerin uygulanmaya konması ile bir önceki bölümlerden sıfır hatalı üretime yakın olarak gelen ürünün % 62,5 değerinde iyileşme göstermesiyle sonuçlanmaktadır. Böylelikle daha az enerji kaybı harcanarak en temiz şekliyle kısa sürede ürün teslimi sağlanmıştır.

Uygulamaya başlamadan önce hedeflenen amaç doğrultusunda iyileştirmeler yapılarak firmanın kalitesizlik maliyetlerinin azaltılmasında ve müşteri memnuniyetinin artırılmasında başarı elde edilmiştir. Sonuç değerleri, mevcut ve potansiyel hataları sıfıra indirememiş fakat HTEA takımı tarafından eşik değeri kabul edilen 40 değerine kadar indirilmiştir.

HTEA tekniğinin uygulanması sonucunda %54 oranında iyileştirme kaydedilmiştir. Teknik hakkında unutulmaması gereken en önemli şey sağlanan iyileştirmenin devamlılığı için kontrollerin ve değerlendirmelerin sürekli yapılması gerektiğidir. Bunun için kayıtların, düzenli tutulması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durumun dikkate alınmasıyla üretim ekibi tarafından altı ayda bir risk değerlendirmesinin yapılması kararlaştırılmıştır.

Uygulama sırasında süreç HTEA'nın iyileştirilmesi için verilen önerilerin yanında tasarım HTEA kapsamında değerlendirilecek önerilerde verilmiştir. Firma tasarımla ilgili verilen önerilere sıcak bakmış olup verilerin yeterli düzeye ulaşması ile tasarım HTEA'yı uygulamaya koyacaklardır.

## KAYNAKLAR

- Akın B., (1998). *ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)*, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Akkurt M., (2002). *Kalite Kontrol Excel Destekli*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Algın A., (2007). *Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aran G., (2006). *Kalite İyileştirme Sürecinde Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat.
- Baykasoğlu A. vd, (2003). Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Gaziantep’te Orta Ölçekli Bir Firmada Uygulanması, *II. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi*, Konya, s.157-163.
- Bayrakdar O. M., (2009). *Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Taguchi Metodu’nun Bonfiglioli A.Ş.’de Ortak Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bektaş D., (2007). *Hata Türü Etkileri Analizi ve Film Kaplı Tablet Üretiminde Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Bluvband Z. and Grabov P., (2009). Failure Analysis of FMEA, *Reliability and Maintainability Symposium*, RAMS 2009, 344-347.
- Boran S., (1996). *Hata Şekli ve Etkileri Analizi’nin Bulanık Küme Yaklaşımıyla Çözümlemesi Olanığı*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Canpolat R., (2008). *Hata Türü ve Etkileri Analizi’nde Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Chang D., and Sun K., (2009). Applying DEA to Enhance Assessment Capability of FMEA, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 26, No. 6, ( 629 – 643).

- Çakar C., (2009). *Bir Petrol Sondaj Tesisinde Hata Türü ve Etkileri Analizi Tekniği İle Risk Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çeber Y., (2010). *Hata Türü Etkileri Analizi Yönteminin (FMEA) Üretim Sektöründe Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Down M., et al., (2008). *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual (4th Ed.)*, Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- Duran A., (2007). *Bina Doğalgaz İç Tesisatı İmalatı İçin Hata Türü ve Etkileri Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Durhan D., (2006). *Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eleren A., (2007). Eğitim Başarısının Artırılmasında Süreç Geliştirme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, C. IX, S. II, 1-25.
- Engin O. ve Kaya İ., (2004). Trafik Kazalarının Önlenmesinde Hata Modu ve Etkileri Analizi (HMEA) Modeli, *Polis Bilimleri Dergisi*, Cilt 6(1-2), s. 41-51.
- Erginel M. N., (2004). Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model ve Uygulaması, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 3, 17-26.
- Eryürek Ö. ve Tanyaş M., (2003). Hata Türü ve Etkileri Analizinde Maliyet Odaklı Yeni Bir Karar Verme Yaklaşımı, *İTÜ Dergisi*, C.2, S.6, s. 31-40.
- Ford Motor Company, (2004). *Failure Mode and Effects Analysis Handbook*, Ford Motor Company, Dearborn.
- Gül B., (2001). *Kalite Yönetiminde Hata Türü ve Etkileri Analizi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Göktaş P., (2010). *Havalimanı Karbon Akreditasyonu Süreci Uygulamalarının İyileştirilmesinde Hata Türü ve Etkileri Analizinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Gönen D., (2004). *Hata Türleri ve Etkileri Analizi ve Bir Uygulama Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

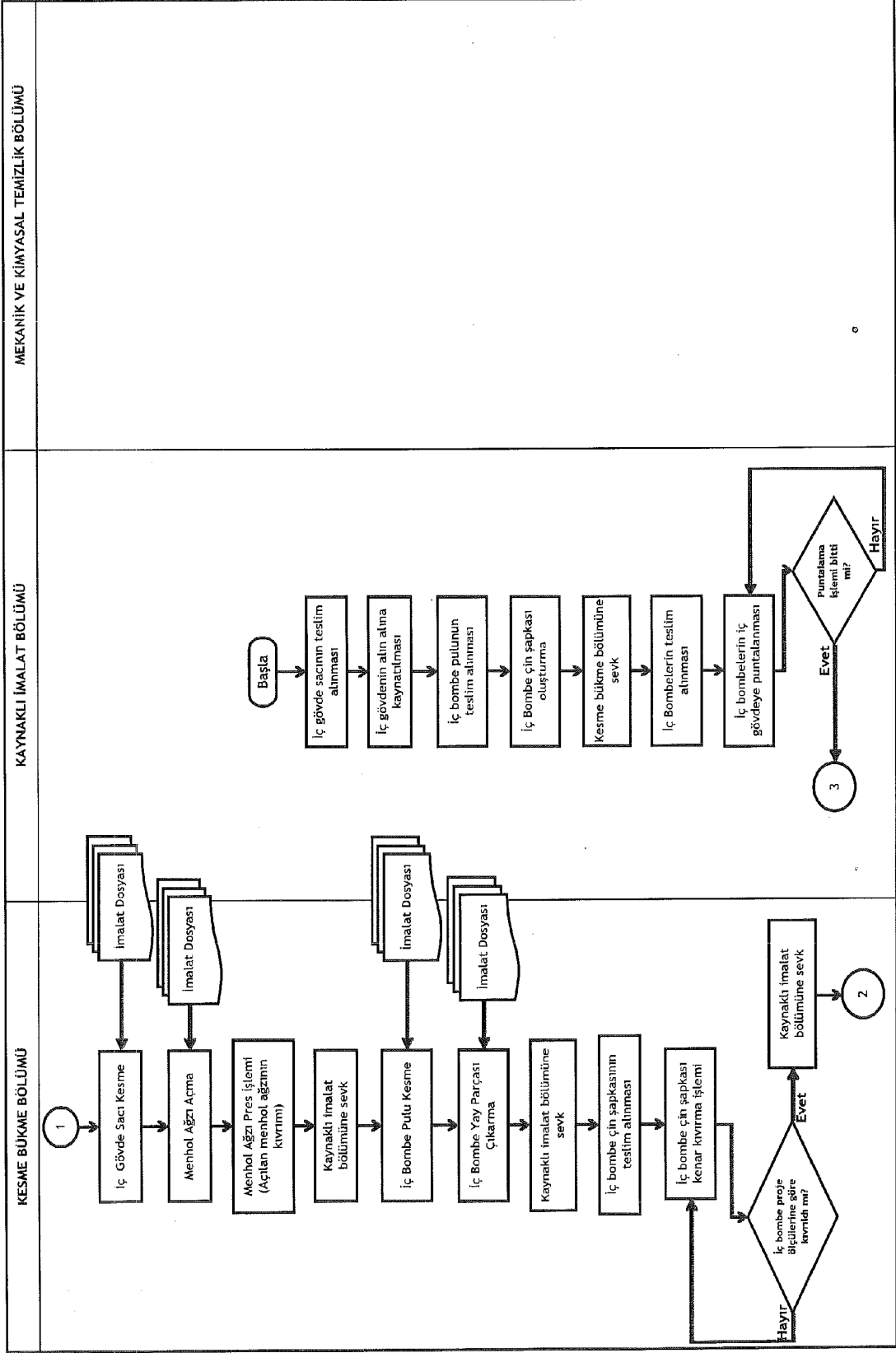
- Gönen D., Kadioğlu M., Uçmuş E., (2009). Makine İmalatı Yapan Bir İşletmede Tasarım Hata Türü ve etkileri Analizi İle Hata Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kalitenin İyileştirilmesi, *BAÜ FBE Dergisi*, Cilt:11, Sayı:1, 42-55
- Hu A., Hsu C., Kuo T. and Wu W., (2008). Using FMEA and FHAP to Risk Evaluation of Green Components, *IEEE*, s.1-6.
- Huang G., Nie M. and Mak K., (1999;). Web-Based Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), *Computers and Industrial Engineering*, Volume 37, Issues 1-2, 177-180.
- Koru E., (2006). *Otomotiv Yan Sanayinde Süreç Hata Türleri ve Etkileri Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Kuvvetli Ü., (2008). *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) in Statistical Models*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- McDermott R. E. , Mikulak R. J. , Beauregard M. R. *The Basics Of FMEA*, USA: Productivity Pres Book, 1996.
- MIL-STD-1629-A, (1980). *Procedures For Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis*, Department of Defense, USA.
- Mirzapour A., (2010). *Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bir Kaba Küme Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk T., (2008). *Hata Türü ve Etkileri Analizi'nde Bulanık Mantık Kullanarak Bir Kamu Hastanesinin Satın Alma Sürecinin İyileştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Scipioni A., et al. (2002). FMEA Methodology Desing, Implementation and Integration with HACCP System in A Food Company. *Food Control*, Volume 13, Number 8, 495-501.
- Stamatis D. H. (2003). *Failure Mode and Effects Analysis – FMEA From Theory to Execution*, ASQ Quality Pres, Wisconsin USA.
- Söylemez C., (2006). *Hata Türü ve Etkileri Analizi İş Güvenliği Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Usuğ C., (2002). *Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Üretim ve Hizmet Sektörü Uygulamaları*, Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

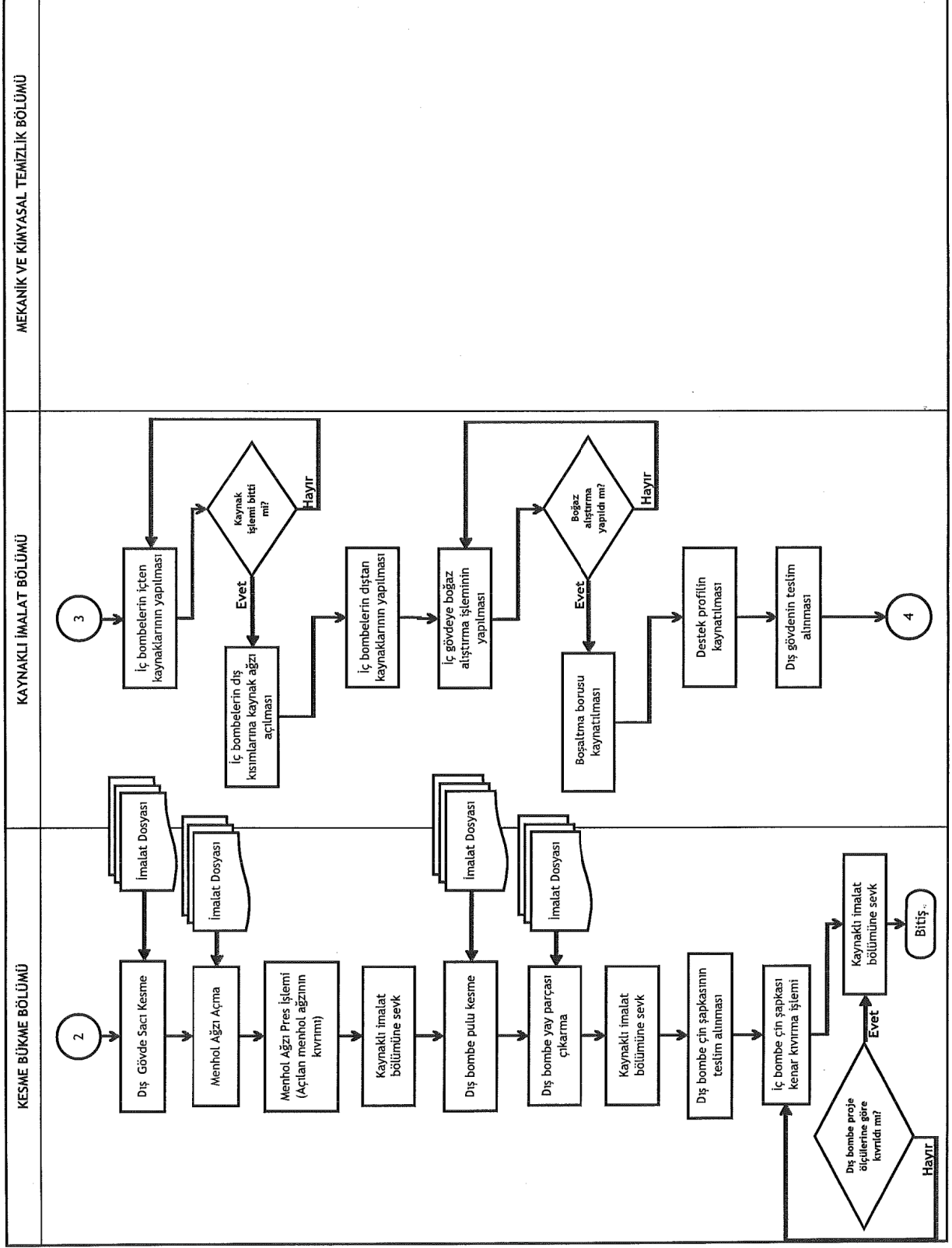
- Yakıt O., (2011). Hata Türü Etkileri Analizi'nde Kullanılan Risk Öncelik Sayısı Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Gamateks Tekstil San. Ve Tic. A.Ş. Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, C.3, S.5, 107-123.
- Yaylalı Ç., (2008). *Kalite İyileştirmede Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Bir Üretim Sürecinde Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yılmaz B. S. (2000). Hata Türü ve Etki Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 2, Sayı:4, 133-150.
- Failure Mode and Effect Analysis, 02/05/2012,  
<http://www.fmeainfocentre.com/>
- Taşyürek M., (2004). Hata Türü ve Etkileri Analizi – FMEA, 02/05/2012  
[http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=66&Itemid=99999999](http://www.isguvenligi.net/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=99999999)
- TİSK Yayınları, Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodolojisi, 02/05/2012  
<http://www.tisk.org.tr/yayinlar.asp?sbj=ic&id=1426>
- Williams T., Minimizing Risk; How to Aplly FMEA in Services, 02/05/2012,  
<http://www.isixsigma.com/tools-templates/fmea/minimizing-risks-how-apply-fmea-services/>

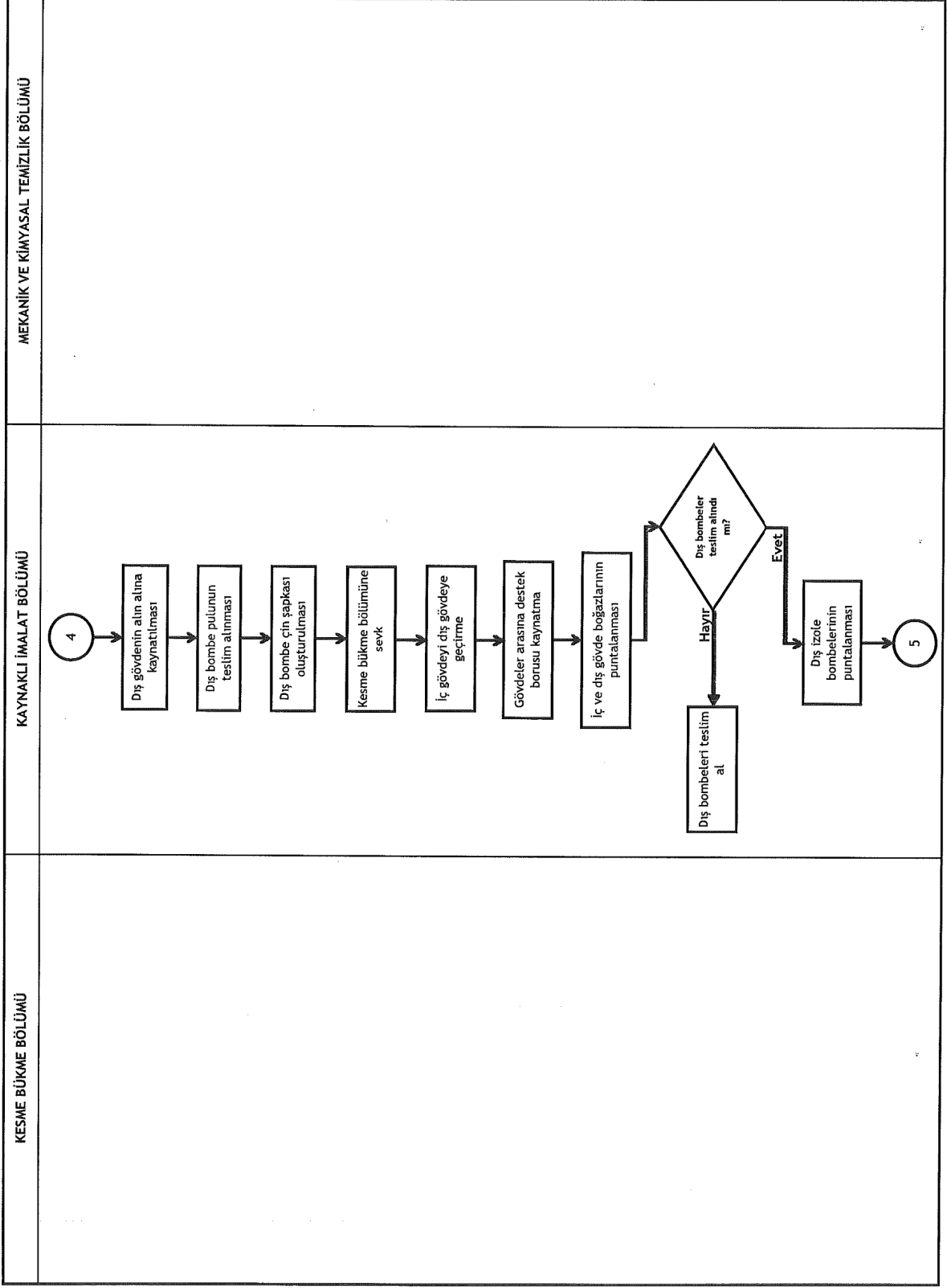


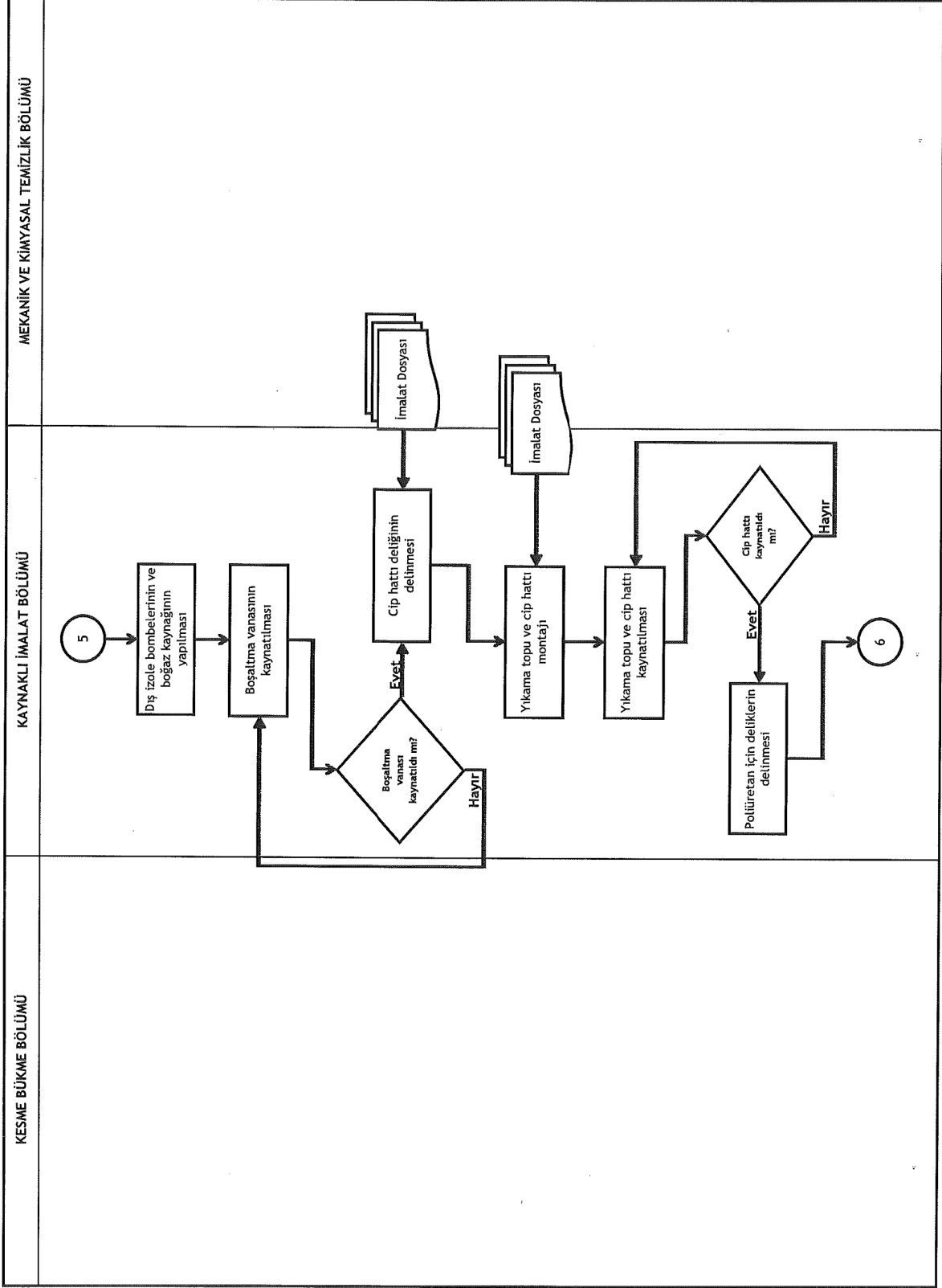
**EKLER**

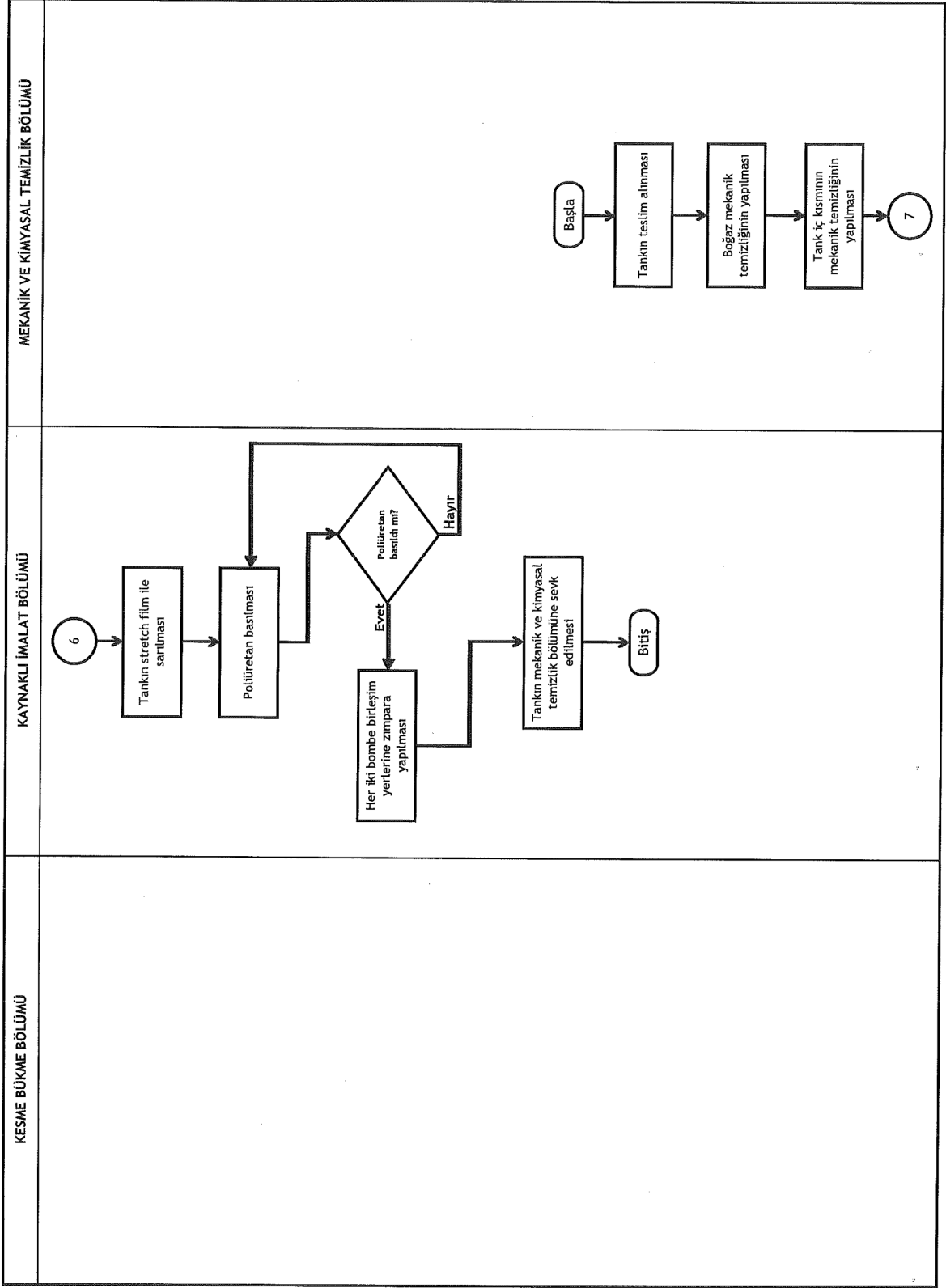
## EK-1

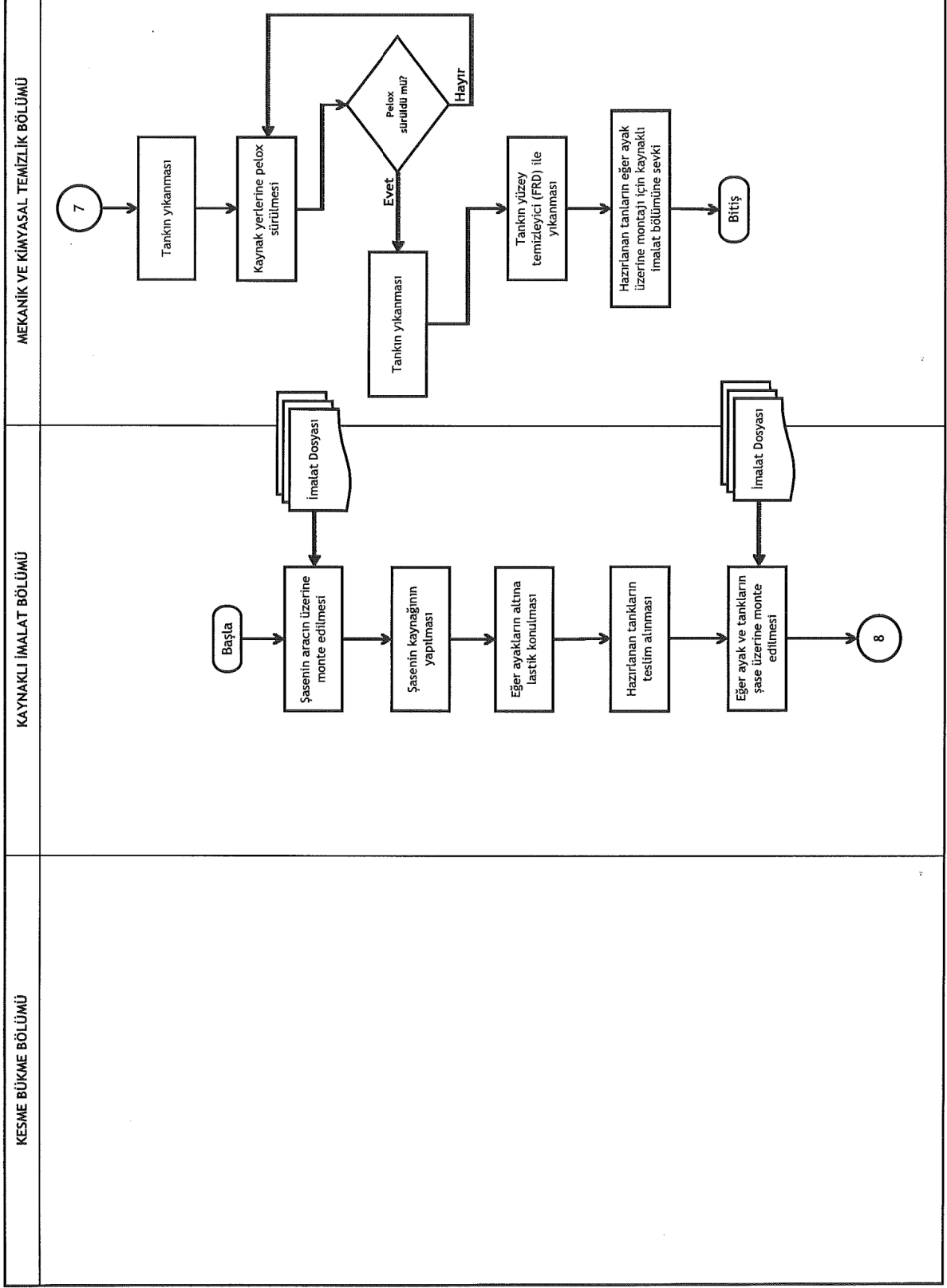


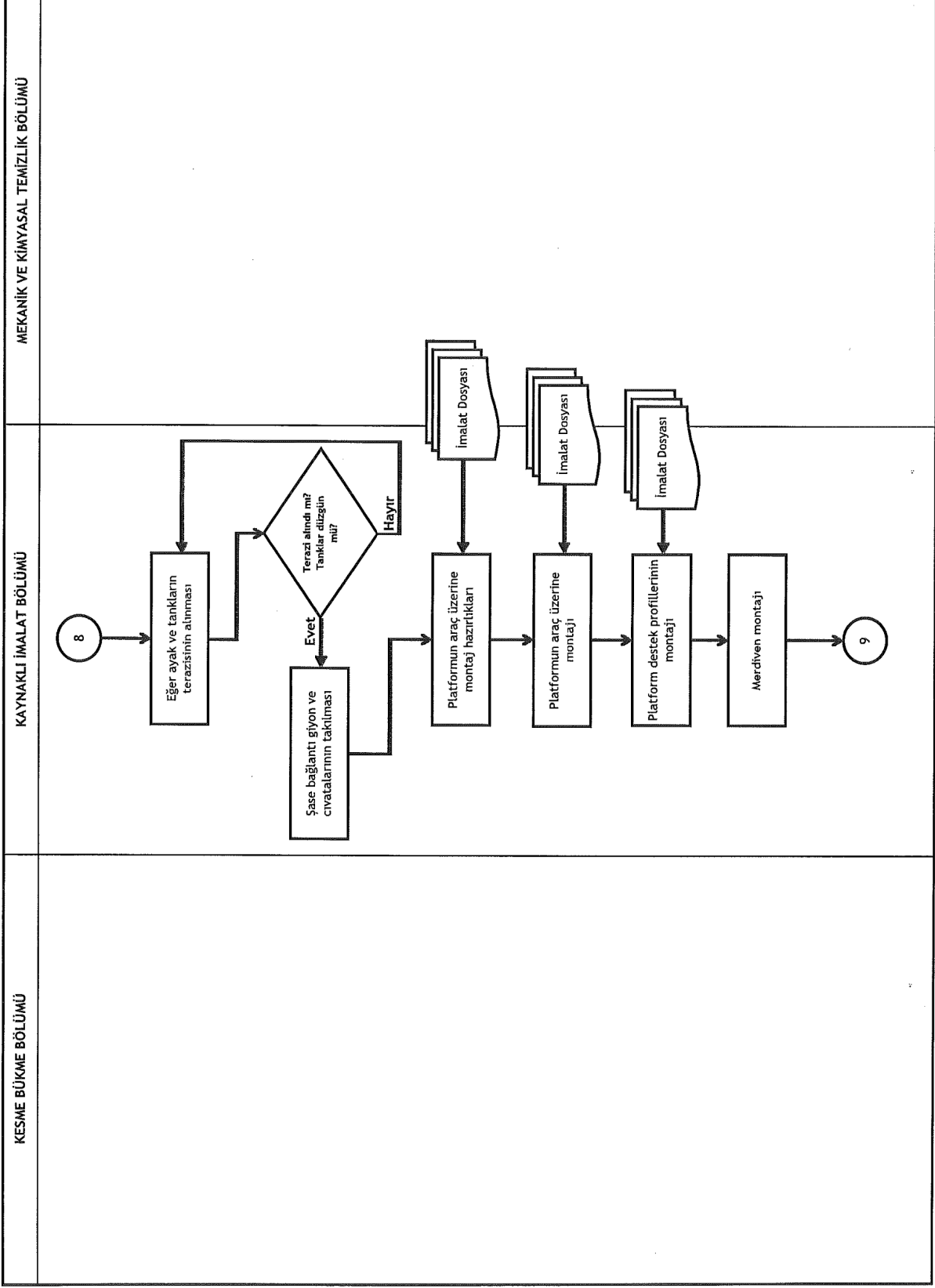




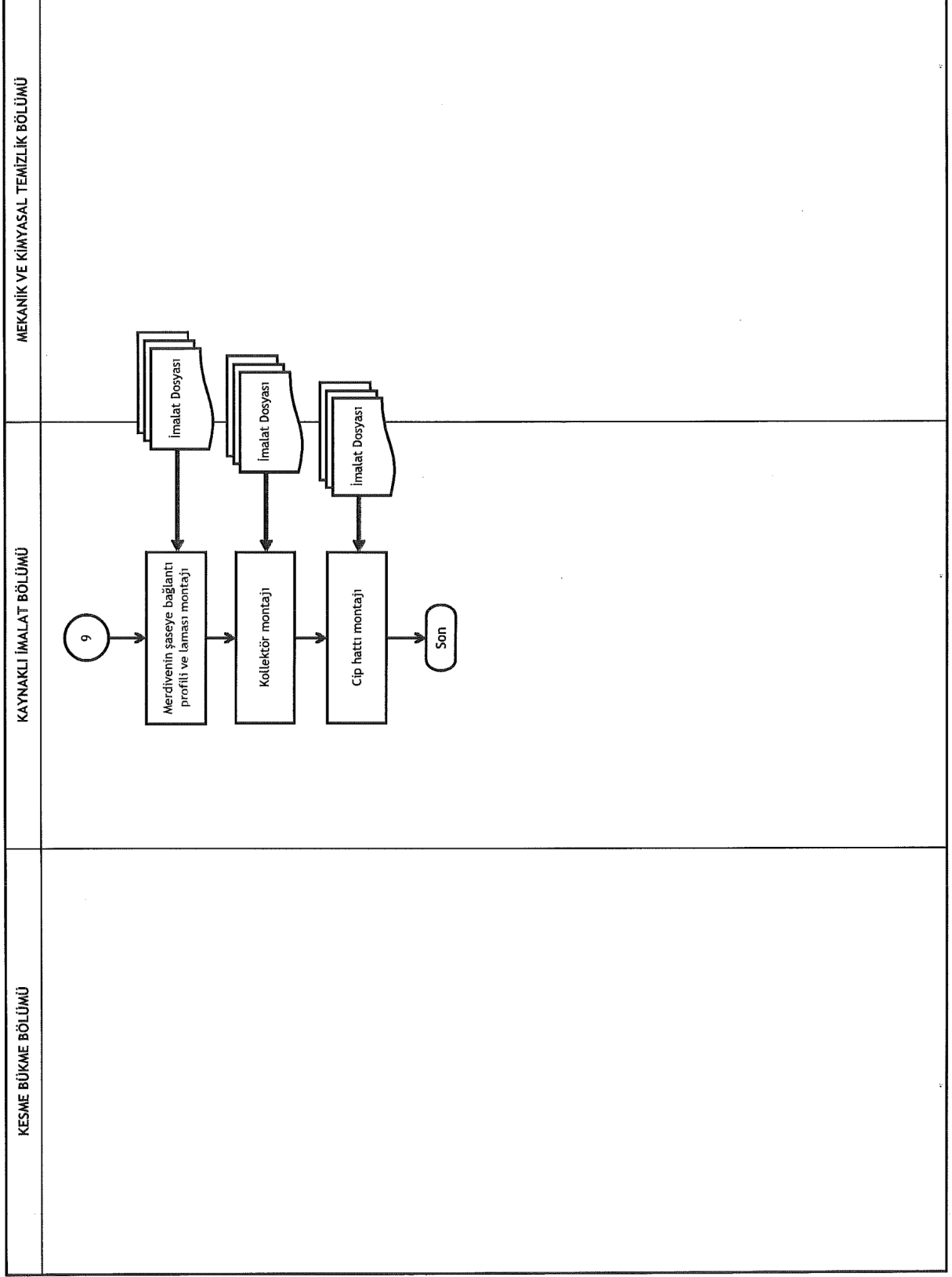












## EK-2

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 1								
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ								
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 1								
SORUMLU HTEA EKİBİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
		HAZIRLAYAN :					FAALİYET SONUÇLARI								
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Ham madde Hazırlama	Yanlış Ham madde Kullanımı	1. Maliyetlerin Değişmesi 2. Kullanılacak Kaynak Teli Cinsinin Değişmesi 3. Çelik Dayanımının Değişmesi	5	1. Sınıflandırma Hatası 2. Dikkatsizlik	5	1. Sac Etiketine Bakılması 2. Rezerve Sac Olup Olmadığına Bakılması 3. Gözle Kontrol	6	150	1. Üretimi Planlanan Ürün Grupları için Hammadde Rezervlerinin Sınıflandırılması 2. Kullanımı Uygun Rezervler için İş Emirlerinin Hazırlanması	Kesme Bükme Sorumlusu Üretim Sorumlusu	Ürün Grupları için Sınıflandırma Yapıldı	5	3	5	75

POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		HTEA NO : 1											
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ											
ÜRÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		SAYFA : 2											
BAŞLAMA TARİHİ :													
SORUMLU HTEA EKİBİ :		HAZIRLAYAN :											
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Kesme Bükme	Gövde Sacının Yanlış Ölçülerde Kesilmesi	1. İzole Sacının Geçirilememesi 2. İç Gövdenin Geçirilememesi 3. Tank Hacminin Değişmesi 4. İç Bombelerin Monte Edilememesi 5. Bakteri Oluşma Riski 6. Maliyetlerin Değişmesi 7. Eğer Ayak Üzerine Konulamaması 8. Polüretan Hacminin Değişmesi 9. Hurdaya Ayırma	5 5 5 5 4	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Nicel Kontrol 3. Gözle Kontrol	5 2 9	200	1. Dosyalardaki ve Ölçülerdeki Eksikliklerin Tamamlanması 2. Makinelerin ve Ölçü Aletlerinin Bakımının ve Kalibrasyonunun Yapılması	Tasarım Sorumlusu Üretim Sorumlusu Kesme Bükme Sorumlusu Kalite Sorumlusu	1. Eksik Olan Dosyalar ve Ölçüler Tamamlandı 2. Makinelerin ve Ölçü Aletlerinin Bakımı ve Kalibrasyonu Yapıldı	8	2	5	80

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 3								
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ								
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 3								
SORUMLU HTEA EKİBİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HAZIRLAYAN :								
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Kesme Bükme	Menhol Ağzı Açmadaki Hatalar	1. İstenilen Çapta Menhol Ağzı Elde Edilememesi 2. Kullanılacak Kapak Cinsinin Değişmesi 3. Maliyetlerin Değişmesi 4. Menholün Yanlış Koordinatlandırılması 5. İç Menhol ve Dış Menhol Uyumsuzluğu 6. Çekme İzi Oluşumu 7. Müşteri Memnuniyetsizliği	7 7 7 7 7 8 7 6	1. Eksik imalat Ölçüleri 2. Tecrübe Eksikliği ve Dikkatsizlik 3. Kesim Sırasında Plazma Torcunun Kaydırılması	4 3 5 4	1. Ölçü Aletleri İle Kontrol 2. Gözle Kontrol	3 2 4	84	1. İmalat Ölçülerindeki Eksikliklerin Tamamlanması 2. Operatöre Konu Hakkında Uygulamalı Eğitim Verilmesi 3. Operatörün Bilinçlendirilmesi	Tasarım Sorumlusu Kalite Sorumlusu	1. İmalat Ölçülerindeki Eksiklikler Tamamlandı Operatörün Konu ile İlgili Eğitim Planlama Çalışmaları Başlatıldı	7	3	3	63

		HTEA NO : 1													
		PROSES NO : KESME BÜKME BÖLÜMÜ													
		SAYFA : 4													
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA															
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ															
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT. İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI															
BAŞLAMA TARİHİ :															
SORUMLU HTEA EKİBİ :															
HAZIRLAYAN :															
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Kesme Bükme	Bombe Pulu Kesiminde Karşılaşılan Hatalar	1. Pul Yay Parçasının Yanlış Ölçüde Çıkarılması 2. Bombenin Gövdeyle Uyuşmaması	7 6 8	1. Eksik İmalat Ölçüleri 2. Çalışanın Bilgi Eksikliği 3. Makine Ayarsızlıkları	5 4 5	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Nicel Hesaplamalar 3. Gözle Kontrol	4 2 2 7	140	1. Makinelerin Bakım ve Kontrollerinin Yapılması 2. Operatöre Konu Hakkında Uygulamalı Eğitim Verilmesi 3. İmalat Ölçülerindeki Eksikliklerin Tamamlanması	Bakım Onarım Sorumlusu Tasarım Sorumlusu Kalite Sorumlusu	Makinelerin Periyodik Bakım Planları Yapıldı İmalat Ölçülerindeki Eksiklikler Tamamlandı	7	2	4	56



## EK-3

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							HTEA NO : 1				
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ				
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							SAYFA : 1				
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							HTEA NO : 1				
ÜRÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ				
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							SAYFA : 1				
SORUMLU HTEA EKİBİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							HTEA NO : 1				
HAZIRLAYAN :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA							PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ				
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALARI	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	RÖS SAPTAMA	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	RÖS SAPTAMA
Kaynaklı İmalat	Bombelerin Gövdelere Puntalanamaması	1. Bombenin Tekrar Kıvrılması 2. Hurdaya Ayırma 3. Çekiç İzi Oluşumu	6 4 8 5 6	1. Bombe Kıvrırma İşleminin Az ya da Fazla Yapılması 2. Ölçme Hatası	4 5 3 5 4 5 4 5 5 4 3 5 5	2. Ölçü Aletleri ile Kontrol 1. Gözle Kontrol	5 2 8 5 150	1. Ölçü Alma Konusunda Operatöre İş Baş Eğitim Verilmesi	Kalite Sorumlusu Üretim Sorumlusu	1. Operatörler Ölçü Alma ve Ölçü Aletlerini Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi 2. Periyodik Eğitim Planı Oluşturuldu	6	3	5 90
Kaynaklı İmalat	Saçların Alın Alına Kaynatılamaması	1. Kaynak Şeridinin Düzgün Çıkması 2. Kesintili İşlem 3. Yanlış İşlem	6 4 7 7	1. Gövde Sacının Kesimi Sırasındaki Kaydırmalar 2. Teçrübessizlik	5 4 5 5 4 3 5 5	2. Ölçü Aletleri ile Kontrol 1. Gözle Kontrol	2 8 6 210	1. Operatörün dikkatli olması konusunda uyarılması	Üretim Sorumlusu	1. Operatör Dikkatli Olması Konusunda Bilgilendirildi	6	3	5 90
Kaynaklı İmalat	Kaynak Hataları	1. Çatlak Oluşumu 2. Düzensiz Yüzey Oluşumu 3. Kötü Görüntü 4. Müşteri Memnuniyetsizliği	8 6 6 8	1. Uygun Kaynak Ağzının Açılmaması 2. Uygun Olmayan Kaynak Teli Kullanımı 3. Eğitim Yetersizliği ve Kaynak Bilgisi Eksikliği 4. Punta Aralıklarının Doldurulmaması 5. Akım Şiddetinin Ayarlanmaması	4 3 5 5 4 3 5 5 5	1. Gözle Kontrol 2. Elle Kontrol	8 4 4	1. Operatöre Kaynak Eğitimi Verilmesi 2. Kaynak Tellerinin Sınıflandırılması 3. Kaynak Bölgesinin Temiz Olması Konusunda Operatörün Bilgilendirilmesi ve Uyarılması	Kalite sorumlusu Üretim Sorumlusu	1. Operatörlere Kaynak Eğitimi Verildi 2. Kaynak Telleri Renk Sistematiği Çerçevesinde Sınıflandırılması Yapıldı ve 5S Faaliyetlerine Dâhil Edildi	7	2	6 84

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1									
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ									
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 2									
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1									
ÜRÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ									
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 2									
SORUMLU HTEA EKİBİ :		HAZIRLAYAN :					FAALİYET SONUÇLARI									
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	RÖS		
Kaynaklı İmalat	Boşaltma Borusu Montaj Hataları	1. Borunun Bombeden Geçirilememesi	6	1. Açılan Delğin Merkezlenmemesi	5	1. Gözle Kontrol	5	150	1. Operatöre Kaynak Eğitimi Verilmesi	Kalite Sorumlusu	1. Operatörlere Kaynak Eğitimi Verildi	6	4	120		
		2. Boşaltma Borusunda Süt Birikimi	7	2. Boşaltma Borusunun Eğiminin Yanlış Verilmesi	4	2. Ölçü Aletleri ile Kontrol	8	8	2. Panç Kullanımını Tamamen Kaldırmak Amacıyla Boşaltma Borusu Çapında Standartlaşma Çalışmalarının Yapılması	Tasarım Sorumlusu						
		3. Kesintili İşlem	5	3. Uygun Olmayan Panç Kullanımı ya da Fazla Çektirme	5					Bombenin Üretim Aşamasında Boşaltma Borusu Delğinin Açılması						
		4. Çatlak Oluşumu	8	4. Akım Şiddetinin Ayarlanamaması	6											
		5. Kötü Görüntü	5	5. Sonucu Çekme ve Gerilme	5											
		6. Müşteri Memnuniyetsizliği	5	6. Memnuniyetsizliği	5											
Kaynaklı İmalat	Boğaz İlave Sacı Montajı Hataları	1. Boğaz Kısmı Pürüzlü Yüzey Görüntüsü	6	1. Menholün Uygun Ölçüde Olmaması	6	1. Gözle Kontrol	8	288	1. Operatöre Kaynak Eğitimi Verilmesi	Üretim Sorumlusu	2. Operatörlere Kaynak Eğitimi Verildi	6	2	96		
		2. Kesintili İşlem	5	2. Uygun Olmayan Kaba Kaynak Yapımı	4	2. Elle Kontrol	8		2. Ürün Grubu Üzerinde Yapılan QFD Çalışmasının Bilgileri Operatörlerle Paylaşılmalı, Ekstra Dikkat Gereken Proses ve Noktalar Belirlenmelidir	Kalite Sorumlusu	2. Dikkat Gereken Proses ve Noktalar Belirledi ve Bilgiler Operatörlerle Paylaşıldı					
		3. Müşteri Memnuniyetsizliği	7	3. Akım Şiddetinin Ayarlanamaması	7						Operatör					



POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		HTEA NO : 1											
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ											
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		SAYFA : 3											
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ													
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI													
BAŞLAMA TARİHİ :													
SORUMLU HTEA EKİBİ :													
HAZIRLAYAN :													
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALARI	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	RÖS SAPTAMA	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	RÖS SAPTAMA
Kaynaklı İmalat	Aksesuarların Yanlış Montajı	1. Kapağın, Vananın Yamuk Durması 3. Kalite Gereksiniminin Değişmesi 4. Müşteri Memnuniyetsizliği 2. Satış Kaybı	6 6 6 6 5 7	1. Malzemeyi Tanımama / Teçrübesizlik 2. Kapak Montaj Sırasında Terazisinin Alınmaması 3. Yanlış Aksesuar Malzemesi Kaynatma	5 5 4 4 5 5	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Gözle Kontrol	5 2 8 4 5 2	1. Ölçü Alma Konusunda Operatöre İş Baş Eğitim Verilmesi 2. Aksesuarların Sınıflandırılması ve Aksesuarlar Hakkında Operatörün Bilgilendirilmesi 1. Ölçü Alma Konusunda Operatöre İş Baş Eğitim Verilmesi 2. Ürün Grupları Bazında Özelleştirilmiş Kaynak ve Üretim Yöntemleri Konusunda Operatörlerin Eğitimi	Kalite Sorumlusu Üretim Sorumlusu Satın Alma Sorumlusu	1. Operatörler Ölçü Alma ve Ölçü Aletlerini Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi	6 4 6 4 7 2	5 4 5 5 8 5	120 70
Kaynaklı İmalat	Cip Hattı Montajı Hataları	1. Hatta Çekme ve Gerilmeler 2. Cip Topu Açısındaki İstenmeyen Uygunsuz Değişimler 3. Cip Deliğinin Yanlış Koordinatta Delinmesi 4. Kötü Görüntü 5. Müşteri Memnuniyetsizliği	7 7 7 4 6	1. Ölçme Hatası 2. Teçrübesizlik / Dikkatsizlik 3. Uygun Olmayan Kaba Kaynak Kullanımı	5 5 5 5 5	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Gözle Kontrol	5 2 8 5 5	1. Operatörlere Kaynak Eğitimi Verildi 2. Operatörler Ölçü Alma ve Ölçü Aletlerini Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi	Üretim Sorumlusu Operatör	1. Operatörlere Kaynak Eğitimi Verildi 2. Operatörler Ölçü Alma ve Ölçü Aletlerini Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi	7 2 5 7	5 2 5 5	70

POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		HTEA NO : 1														
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ														
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		SAYFA : 4														
HAZIRLAYAN :																
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALARI	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	RÖS			
Kaynaklı İmalat	Poliüretan Basım Hataları	1. İç Gövdede Göçük Oluşumu 2. Nakil Sırasında Sütün Bozulma Riski 3. Müşteri Memnuniyetsizliği 4. Poliüretan Taşması Sonucu Yüzeyde Leke Oluşumu	7	1. Çalışma Sahasındaki Optimum Sıcaklığın Ayarlanamaması 2. Karıştırılacak Poliüretan Malzemelerinin Tam Ölçüsünün Ayarlanamaması 3. Karışımın Tanka Basılmasında Kullanılan Cihazın Vanalarının Tıkanıklığı 4. Stretch Filmin Sarılmaması ya da Yetersiz Sarım Sayısında Sarılması	4	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Gözle Kontrol	140	1. Karışım Oranları Hakkındaki Talimatların Yenilenmesi 2. Kullanılan Cihazların Temizliği Konusunda Operatörün Uyarılması 3. Operatörlerin Kullanışlılıkları Malzemelerin Optimum Çalışma Aralıkları Konusunda Bilgilendirilmesi ve Bu Süreçlerde Sık Sık Kontrollerin Yapılması	Üretim Sorumlusu Operatör	1. Karışım Oranları için Talimatlar Yenilendi 2. Optimum Sıcaklık Aralığı Hakkında Operatörler Bilgilendirildi ve Kontrol Sistemi Sıklaştırıldı 3. Cihaz Temizliği Konusunda Operatörler Uyarıldı	7	2	4	56		
			7	1. İç Gövdede Göçük Oluşumu	5	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol	2	150	1. Ölçü Alma Konusunda Operatöre İş Baş Eğitim Verilmesi 2. Dikkat Konusunda Uyarılması	Üretim Sorumlusu Operatör	1. Operatöre Eğitim Verildi 2. Dikkatli Olunması Konusunda Uyarıldı	6	3	5	90	
			4	1. Şasenin Eğri İmalatından Kaynaklanan Denge Problemi 2. Kötü Görüntü 3. Müşteri Memnuniyetsizliği	5	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Gözle Kontrol	8	8	8							

HTEA NO : 1		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
PROSES NO : KAYNAKLI İMALAT BÖLÜMÜ		SAYFA : 5													
HAZIRLAYAN :															
SORUMLU HTEA EKİBİ :															
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Kaynaklı İmalat	Eğer Ayak Montajı Hataları	1. Tankların Eğer Ayaklara Tam Yerleştirilememesinden kaynaklanan Kötü Görüntü 2. Düzgün Yerleştirilemeyen Tankların Nakil Sırasında Aşırı Titreşim Göstermesi	6	1. U Blodu RadüS Açısının Yanlış Alınması 2. İmalatın Manuel Yapılması ve Küçük Ölçü Farklılıkları 3. Tecrübesizlik / Dikkatsizlik	6	1. Ölçü Aletleri ile Kontrol 2. Gözle Kontrol	5 2 8	180	1. Üretim Süreçlerinde Meydana Gelen Sapmaları Minimum Düzeye Çekme Konusunda Metot Çalışmalarının Yapılması 2. Ölçü Alma Konusunda Operatöre İş Baş Eğitim Verilmesi	Üretim Sorumlusu Operatör	1. Operatörler Ölçü Alma ve Ölçü Aletlerini Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi 2. Metot Etüdü Konusunda Çalışmalar Planlara Dahil Edildi	6	4	5	120

## EK-4

POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		HTEA NO : 1													
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		PROSES NO : MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK BÖLÜMÜ													
POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA		SAYFA : 1													
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ															
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI															
BAŞLAMA TARİHİ :															
SORUMLU HTEA EKİBİ :		HAZIRLAYAN :													
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALARINI	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Mekanik ve Kimyasal Temizlik	İç Gövde İç Kısım Mekanik Temizliği Hataları	1. Pürüzlü Yüzey Oluşumu 2. Bakteri Oluşma Riski	6 5 8	1. Uygun Olmayan Kaba Kaynak Yapımı 2. Spiral Devir Sayısının Yanlış Ayarlanması	5 6 3	1. Gözle Kontrol 2. Elle Kontrol	3 3 3	90	1. Mekanik Temizlik Hakkında Operatörün Bilgilendirilmesi 2. Spiralın Kullanımı Hakkında Operatörün Bilgilendirilmesi	MKTT Sorumlusu Operatör	1. Operatör Mekanik Temizlik Konusunda ve Spiral Kullanımı Hakkında Bilgilendirildi ve Kontrol Sistemi Sıklaştırıldı	6 2 6	2 2 2	2 2 6	24
Mekanik ve Kimyasal Temizlik	İç Gövdenin İç Kısım Kimyasal Temizliği Hataları	1. Kullanan Sıvının Yetersiz Uygulanışı ve Uygulanmadaki Yanlışlıklar	5 5 5	1. Teoribesizlik / Bilgi Eksikliği	5 5 5	1. Gözle Kontrol	6 6 6	150	1. Operatörün Kimyasal Sıvı Hakkında Bilgilendirilmesi 2. Uygulama Talimatlarının Yenilenmesi	MKTT Sorumlusu	1. Operatöre Kullandığı Kimyasal Hakkında Eğitim Verildi 2. Talimatlar Tekrar Gözden Geçirilerek Operatöre Verildi	5 2 6	2 2 6	6 6 60	60

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					HTEA NO : 1								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					PROSES NO :MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK BÖLÜMÜ								
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA					SAYFA : 2								
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
ÜRÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
SORUMLU HTEA EKİBİ :		HAZIRLAYAN :					FAALİYET SONUÇLARI								
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAMA	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMIN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAMA	RÖS
Mekanik ve Kimyasal Temizlik	Dış Gövde Mekanik Temizliği Hataları	1. Pürüzlü Yüzey Oluşumu 2. Çatlama Riski 3. Çöküntülü Yüzey Oluşumu 4. Kaynak Mukavemetinde Azalma 5. Müşteri Memnuniyetsizliği	7 5 7 5 7 7 6	1. Tecrübesizlik / Bilgi Eksikliği 2. Zımpara Kullanımı Konusunda Yanlışlıklar	5 5 5	1. Gözle Kontrol 2. Elle Kontrol	3 3 3	105	1. İşleme Göre Kullanılacak Zımpara Çeşidinin Belirlenmesi ve Standartlaştırılması 2. Zımpara Dış Yoğunluğu Konusunda Operatörün Bilgilendirilmesi	MKTT Sorumlusu Operatör	1. Zımpara Çeşitlerinin Kullanılacak İşleme Göre Sınıflandırılması Yapıldı 2. Operatör Zımpara Dış Yoğunluğu Konusunda Bilgilendirildi	7	2	3	42
Mekanik ve Kimyasal Temizlik	Boğaz Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar	1. Spiralin Kaydırılması İle Oluşan Yüzey Çizikleri 2. Pürüzlü Yüzey Oluşumu 3. Temizleme Zorluğu 4. Kötü Görüntü 5. Müşteri Memnuniyetsizliği	5 5 6 5 7	1. Uygun Olmayan Kaba Kaynak Yapımı 2. Tecrübesizlik, Bilgi Eksikliği ve Dikkatsizlik	7 5 5	1. Gözle Kontrol 2. Elle Kontrol	3 3 3	108	1. Operatörün Etkin Boğaz Temizliği Konusunda Bilgilendirilmesi ve Eğitim Etkinliğinin Değerlendirilmesi	Üretim Sorumlusu Kalite Sorumlusu	1. Operatöre Boğaz Temizliği Hakkında Bilgi Verildi	6	3	3	54

		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA										HTEA NO : 1			
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA										PROSES NO : MEKANİK VE KİMYASAL TEMİZLİK BÖLÜMÜ			
		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA										SAYFA : 3			
PROJE KONUSU : ÜRETİM HATALARININ ENGELLENMESİ		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
ÜRÜNÜN ADI : 4700 LT İZOLELİ ARAÇ ÜSTÜ NAKİL TANKI		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
BAŞLAMA TARİHİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
SORUMLU HTEA EKİBİ :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
HAZIRLAYAN :		POTANSİYEL HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ PROSES HTEA													
PROSES FAALİYET / ŞARTLARI	POTANSİYEL HATA TÜRÜ	HATANIN POTANSİYEL ETKİLERİ	ŞİDDET	HATANIN POTANSİYEL SEBEPLERİ / MEKANİZMALAR	OLASILIK	MEVCUT KONTROLLER	SAPTAM	RÖS	ÖNERİLEN FAALİYETLER	SORUMLULAR HEDEF VE TERMİN	YAPILAN FAALİYETLER	ŞİDDET	OLASILIK	SAPTAM	RÖS
Mekanik ve Kimyasal Temizlik	Aksesuar Parçalarının Mekanik ve Kimyasal Temizliğinde Karşılaşılan Hatalar	1. Temizleme Zorluğu 2. Kötü Görüntü 3. Müşteri Memnuniyetsizliği	7 6 6 7	1. Uygun Olmayan Kaba Kaynak Yapımı 2. Tecrübesizlik / Bilgi Eksikliği	6 6 5	1. Gözle Kontrol 2. Elle Kontrol	5 6 3	210	1. Operatörün Kullanılan Aksesuarların Özelliklerini ve Kimyasal Malzemelere Karşı Tepkimesini Bilmesi Hususunda Eğitimi ve Bilgilendirilmesi	Kalite Sorumlusu MKTT Sorumlusu Üretim Sorumlusu	1. Operatöre Aksesuarla Kimyasal Malzemenin Göstereceği Tepkime Konusunda Bilgi Verildi	7	2	5	70

**ÖZGEÇMİŞ****Kişisel Bilgiler**

**Soyadı, Adı** : BÜYÜKTUNA, Oğuzhan

**Uyruğu** : T.C.

**Doğum Yeri** : Denizli

**Doğum Tarihi** : 28.11.1985

**e-mail** : [obuyuktuna@hotmail.com](mailto:obuyuktuna@hotmail.com)

**Eğitim**

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
Lisans	Uludağ Üniversitesi/ İşletme Bölümü	2009
Lise	Kazım Kaynak Lisesi	2004

**Yabancı Dil**

İngilizce