

**T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ YÖNTEMİ VE OTOMOTİV
YAN SANAYİDE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selda İSTİF

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Murat KARABEKTAŞ

Ekim 2021

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ YÖNTEMİ VE OTOMOTİV
YAN SANAYİDE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selda İSTİF

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28/10/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ	BAŞARI DURUMU
Jüri Başkanı: Doç. Dr. Murat KARABEKTAŞ	Başarılı
Üye: Prof. Dr. Semra BORAN	Başarılı
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aslan ÇOBAN	Başarılı

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edilmiştir. Görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Selda İSTİF

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Murat KARABEKTAŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyim konusunda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Semra BORAN ve Sakarya Uygulamalı Bölümler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bölümü Dr. Öğr. Üyesi Aslan ÇOBAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
SİMGELER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Literatür Araştırması.....	3

BÖLÜM 2.

HATA VE HATA SINIFLANDIRMASI	7
2.1. Meydana Geldiği Evreye Göre Kusur Sınıflandırması.....	7
2.2. Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması	8
2.3. Zamana Göre Hata Sınıflandırması	9
2.4. Nedenlerine Göre Hata Sınıflandırması.....	9
2.5. Tasarım Hataları	10
2.6. Üretim Kaynaklı Hatalar.....	11
2.7. Karar Verirken Yapılan Hata.....	11
2.8. Örneklem Hataları.....	12
2.9. Hata (Kusur) Maliyetleri.....	12

BÖLÜM 3.

HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)	13
3.1. Hata Türü Etkileri Analizi	13
3.2. HTEA Yararları	16
3.3. HTEA Organizasyonu	18

3.4. HTEA' nın Çeşitleri.....	19
3.4.1. Sistem HTEA	19
3.4.2. Tasarım HTEA	19
3.4.3. Proses HTEA.....	20
3.4.4. Servis HTEA	22
3.5. HTEA Tarihçesi.....	22
3.6. HTEA Hata Türü ve Etkileri Analizinin Önemi.....	23
3.7. Risk Öncelik Sayısının Değerlendirilmesi (RÖS).....	24
3.8. HTEA' nın Başlatılması ve Tamamlanması	25
3.9. Uygulama Adımları	26
3.10. HTEA' nın Diğer Kalite Teknikleri ile İlişkisi.....	27

BÖLÜM 4.

GRI İLİŞKİ ANALİZİ	30
4.1. Gri İlişki Analizi	30
4.2. Gri İlişki Analizi Uygulama Adımları.....	32

BÖLÜM 5.

OTOMOTİV YAN SANAYİDE GRI HTEA UYGULAMASI.....	35
5.1. Parça tanımı, Özellikleri ve İş Akış Planı.....	35
5.2. Mekanik Salmastra HTEA Uygulaması	42
5.2.1. HTEA uygulama kapsamını belirleme	42
5.2.2. HTEA takımı oluşturma	42
5.2.3. Hata türlerinin olası hata etkileri, nedenleri ve mevcut kontrolleri belirlenmesi	43
5.2.4. Sıklık, önem ve keşfedilebilirlik değerlerinin belirlenmesi ve rös değeri hesaplama.....	43
5.3. Önem, Sıklık ve Saptama Değerlerinin Belirlenmesi.....	46
5.4. RÖS Değerlerine Göre Önlem Alınacak Hata Türlerinin Belirlenmesi	46
5.4.1. Karşılaştırmalı serileri belirleme	48
5.5. Gri ilişki katsayıları	49
5.6. Gri ilişki derecesi	50
5.7. Ağırlıklı Gri İlişki Analizi Esaslı HTEA	51

BÖLÜM 6.

SONUÇLAR	55
-----------------------	-----------

KAYNAKLAR	57
------------------------	-----------

EKLER.....	60
-------------------	-----------

KISALTMALAR

AIAG	: Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu
ASQC	: Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu
HTEA	: Hata Türleri ve Etkileri Analizi
K	: Keşfedile bilirlik ()
O	: Ortaya Çıkma Olasılığı
Ö	: Önem
QFD	: Pazar Gereksinimlerine Göre Tasarım Kalite Özellik Uygulaması
RPN	: Risk Priority Number (Risk Öncelik Sayısı)

SİMGELER

$X_{0(k)}$,	: Standart seriler
$X_{j(k)}$,	: Karşılaştırmalı seriler
Δ	: Simetrik Fark (Delta)
γ	: Gri İlişki Derecesi (Gama)
ϵ	: Gri İlişkisel Katsayı
ς	: Gri İlişki Katsayısı
τ	: Gri Ağırlık Katsayısı

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1: Siyah, beyaz ve gri bilgiler	31
Tablo 5.1: Kimyasal kompozisyon	37
Tablo 5.2: Mekanik kompozisyon.....	37
Tablo 5.3: 42CrMo4 Isıl İşlem Bilgileri	38
Tablo 5.4: Önem Değerlendirme Tablosu.....	44
Tablo 5.5: Talaşlı imalat işletmesi sıklık değerlendirme tablosu.....	44
Tablo 5.6: Talaşlı imalat işletmesi Keşfede bilirlık Değerlendirme Tablosu	45
Tablo 5.7: Hata türleri ve Klasik HTEA RÖS değerleri	45
Tablo 5.9: Gri-RÖS değerleri ve sıralaması.....	51
Tablo 5.10: Farklı Varsayımlar Altında Gerçekleştirilen Üç Modelin Karşılaştırılması	53

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: HTEA yöntemi aşamaları	15
Şekil 3.2: HTEA Takımı	19
Şekil 3.3: Kalite Sistemi İçinde HTEA'nın Yeri	28
Şekil 3.4: Üretimde Klasik Anlayış Yaklaşımı	28
Şekil 3.5: Toplam Kalitenin Üç Bölgesi	29
Şekil 5.1: Müşteriden Gelen İade Oranları	36
Şekil 5.2: Mekanik Salmastra İş Akış Şeması	40
Şekil 5.3: RÖS Dağılım Grafiği	47

HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ YÖNTEMİ VE OTOMOTİV YAN SANAYİDE UYGULAMASI

ÖZET

Günümüzde imalatın karmaşık ve ayrıntılı bir süreç olması nedeniyle çok sayıda hata ortaya çıkmaktadır. Hatalar analiz edilerek ciddi ve büyük hataları belirlenerek tekrarlanmalarını önlemek için gerekli düzeltici faaliyetler geliştirilerek uygulanmalıdır. Bu yöntemlerden biri olan Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bir ürün veya süreçteki hataların tanımlanması ve bunların müşteriye olan olası etkilerinin değerlendirilmesiyle, öncelikli iyileştirme alanlarının saptanmasına olanak tanır. HTEA yönteminde hata öncelik sıralaması, hataların meydana gelme olasılığı, fark edilmeme olasılığı ve önemine yönelik puanların çarpımıyla hesaplanan Risk Öncelik Katsayısına (RÖS) göre yapılmaktadır. Ancak yöntemin uygulamasında farklı riske sahip hataların aynı önceliği alması ve risk çarpanlarının eşit ağırlıklı olması gibi eleştirilene özellikleri vardır. Ayrıca risk çarpanlarının alacağı değerler uzmanlar tarafından belirlendiği için atanan değerler uzmana göre değişebilmekte yani subjektiflik söz konusudur. Bu çalışmada HTEA'nın bu eleştirilen olumsuz özelliklerini gidermek amacıyla Gri ilişki analizi yöntemi entegre edilir. Gri- HTEA yöntemi gerçek hayat problemine uygulandı RÖS değeri 120'den büyük olan hatalar önceliklendirildi, müşteriye ulaşmalarını önlemek amacıyla düzeltici faaliyetler geliştirildi. Bu çalışmada HTEA gri ilişki analizi yönteminin otomotiv yan sanayinde üretilen bir parçaya uygulanması amaçlanmıştır. İlk olarak literatür araştırması yapılmış ve yöntemin uygulanışı incelenmiştir. Daha sonraki aşamada HTEA gri ilişki analizinin otomotiv yan sanayinde üretilen mekanik salmastra parçasına uygulanması gerçekleştirilmiş ve yapılan uygulama detaylı olarak açıklanmıştır. Çalışmada talaşlı imalatla ortaya çıkan RÖS değeri 120'den büyük olan hatalar ele alınarak HTEA ve gri ilişki analizi önceliklendirilmiştir. Sonuç olarak işletmeler açısından hataların birbirlerini etkilemesi durumunun araştırılmasının son derece önemli olduğu, aynı zamanda işletmelerde zaman, kalite, emek, para ve müşteri kaybına neden olacak endüstriyel bir problem olarak ele alınması gerektiği vurgulanmıştır ve yöntemin sonuçlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu yöntem işletme içerisinde ortaya çıkacak ve/veya bir sonraki işlemde olacak hatalar için önceliklendirme sıralamasında daha düşük öncelik vermiştir. Buda bir sonraki işletme içerisindeki süreç aşamasında ortaya çıkacak ve çalışanlar tarafından otomatik olarak düzeltilecek olan hataların önceliklendirmede geriye atılarak HTEA ekibinin zaman kaybı yaşamadan işletme için önemli olan hata türlerine yönelmeleri sağlamaktadır. Belirlenen hatalar incelendiğinde hataların %80 azaldığı müşteri siparişlerinde %50 artış olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hata türleri ve etkileri analizi, gri ilişki analizi, otomotiv yan sanayi, risk öncelik katsayısı.

FAULT TYPE EFFECTS ANALYSIS METHOD AND ITS APPLICATION IN AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY

SUMMARY

Failure Mode Effect Analysis(HTEA) can be defined as a risk analysis technique that enables the determination of prior improvement fields by identifying the potential failures of a product or process and considering the possible effects of these failures on customers. Production is very detailed, wide and big process in machining which brings many serious risks in processes of production. Practices which are about prioritization of the established defects and determination of big and serious defects become importance. Accordingly, in the early stages, machining with incomplete information and limited samples is very important to a business. Grey system theory is one of the prediction methods that can be built with a small sample and yet has a strong ability to make short-term predictions. Priority ranking of HTEA is determined by Risk Priority Number (RPN) which is calculated by multiplication of occurrence, undetectability and severity of failures. But this analysis has some drawbacks which are possibility of different risks having same priority and ignorance of weights of risk factors. In this study, application and disadvantages of this technique was examined. In the third part; The concept of quality, its relationship with the type of error and its effects, and its place in the quality management system are mentioned. In the fourth chapter, the classification of errors is explained. In the fifth chapter, Gray teory analysis is explained in detail. In the application part, the errors with an RPN value greater than 120, which we discussed in machining, were handled and prioritized with gray relationship analysis and error type and effects analysis. Then HTEA was modified using by grey relational analysis to eliminate of these disadvantages, and an industrial application related with the subject was given. As it will emerge from this business style and/or be a result, it will not be preferred more in prioritization. This will be checked in detail from a financial point of view, which consists of the FMEA's time budget resulting from the operating process as a whole and magnified in detail. Observations consisting of 80% of those produced from designated computers and 50% in selected orders.

Keywords: Failure modes and effects analysis, gray relationship analysis, automotive supplier industry, risk priority coefficient.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İşletmelerin, sıkı rekabet ortamlarında hayatlarını sürdürebilme şartlarından en önemli olanı “sıfır hata” seviyesini yakalamaktır. O yüzden hata önleme tekniklerini kullanmaya başlamışlardır. Müşteriye ulaşmadan hatanın belirlenip, ortadan kaldırılmasını hedefleyen hataların önlenmesi tekniklerinden en önemlilerinden birisi Hata Türü ve Etki Analizi yöntemidir.

Bu yöntemin son yıllarda oldukça yaygın kullanılmaya başlandığı gözlenmektedir. Yöntem kullanılmaya başlandığından bu yana hızlı artış göstermesinin en önemli nedeni, diğer teknikler gibi sadece hatayı ortaya çıkarmakla yetinmemesi, hataların ortaya çıkmasının önlemini alacak önlemlere de yer vermesidir.

Bu çalışmada, hata türü etki analizi yönteminin faydaları, uygulanması sırasında meydana gelen zorlukları ve otomotiv sektöründeki uygulamaları incelenmiştir.

Talaşlı imalatta süreçteki değişkenliğin sebeplerini araştırarak, bunları analiz etmek suretiyle sürecin kontrol altına alınmasını sağlayan Hata Türü ve Etki Analizi sıklıkla tercih edilmektedir.

Bir ürün veya süreçte çıkabilecek hataların belirlenmesinde ve ortaya çıkmasında Hata Türü ve Etki Analizi (HTEA) yönteminden yararlanılmaktadır. Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedilebilirlik (K) gibi değerler hata önceliklendirmede kullanılmaktadır. Bu üç değerın çarpımı ise RÖS değerini vermektedir. Ancak bu uygulamanın değişik hataların aynı önceliği alabilmesi ve risk etkenlerinin ağırlıklarının dikkate alınmaması gibi bir takım etkenleri bulunmaktadır. Aynı şekilde karşılaşılan tüm belirsizliklerin önüne geçmek için Gri İlişki Analizi ile HTEA yöntemleri birlikte kullanılarak yeni RÖS değeri hesaplanması yapılmıştır.

Bu çalışmada ilk olarak HTEA uygulaması ve yetersizlikleri araştırılmıştır ve üretim hata türleri belirlenmiştir. Bu hata türlerinin doğru belirlenmesi HTEA için kritik bir önem

taşımaktadır. Bu işlem işletme ortamında her birimden temsilcilerin katılımıyla hiç bir ayrıntı gözden kaçırılmadan yapılmalıdır Daha sonra bu yetersizliklerin giderilebilmesi amacıyla HTEA gri ilişki analizi birlikte kullanılarak bir sanayi uygulamasına yer verilmiştir.

Benzer şekilde bu belirsizlik çözümü olarak Gri İlişki Analizi ile HTEA yöntemleri bir arada kullanarak Gri-HTEA yöntemi incelenmiştir ve RÖS değerleri bu yeni yöntem ile hesaplanmıştır (Geum vd, 2011) .

RÖS değeri 120'den büyük olan hatalar ele alınmıştır. Üretim HTEA için RÖS değerlerini hesaplayabilmek için gerekli olan olasılık önem ve keşfedilebilirlik değerleri bu değerlere ulaşılabilecek göstergeler ya hiç bulunmamakta ya da eksik veriler içermektedir. Eksik verileri ortadan kaldırmak için Gri İlişki analizi kullanılmıştır. Bu analizde veriler matris ile çözülerek nitel veriler elde edilmiştir.

Sonuç olarak mekanik salmastra parçasının işletmede uygulanmış ve elde edilen sonuçları yeni RÖS değerlerinin işletme içinde müşteriye yansıtılmadan çözülebilecek ya da bir sonraki işlemde ortaya çıkacak hataların önceliklendirmesinde etkili olmuştur. İşletmeler açısından hataların birbirlerini etkilemesi durumunun araştırılmasının son derece önemli olduğu söylenebilir. Bu aynı zamanda işletmelerde zaman, kalite, emek, para ve müşteri kaybına neden olacak endüstriyel bir problem olarak ele alınmalıdır. Önerilen yeni yöntem ile bu dezavantajlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Yeni yöntem birikimli olarak hata türleri arasındaki ilişkileri ve birbirlerine olan etkileri belirlemiştir. Bu sayede ortaya daha nesnel bir risk önceliklendirme sırası çıkarmaktadır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde, Hata türleri, hata tanımlarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise; Kalite kavramından, kalite kavramının hata türü ve etkileri ile ilişkisinden ve Kalite Yönetim Sistem'indeki yerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde, hataların sınıflandırılması anlatılmıştır. Beşinci bölümde Gri İlişki analizi detaylıca açıklanmıştır. Altıncı bölümde, uygulama işletmesi, üzerinde çalışılan süreç ve bu sürece ait hata/hata türleri ait tanımlamalar açıklanmıştır. Ayrıca, bu üç yönteme ait uygulama sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Son bölümde ise, yöntemin sonuçlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Gri İlişki Analizi klasik yöntemle göre çok fazla avantajlı olan ve daha kullanışlı, pratik, etkili, esnek olduğu için seçilmiştir. Bunu pratikte, detaylı bir şekilde daha iyi

görebilmek için hatalar klasik yöntemlere göre de önceliklendirilmiştir. Bunun dışında standart seri değerleri ve faktör ağırlıkları gibi bazı parametrelerin sonuç üzerindeki etkisinin gözlemlenmiştir.

1.1. Literatür Araştırması

Bu bölümde, HTEA ve HTEA-Gri İlişki Analizi yönteminde yapılan araştırmalar üzerine yapılan yayınlar taranmıştır ve yayın tarihlerine göre aşağıda verilmiştir

(Sofyalıoğlu,2011). Bu çalışmada öncelikle bu yöntemin uygulanması ve eksiklikleri incelenmiştir. Ardından, bu kusurları ortadan kaldırmak için HTEA gri ilişkisel analiz kullanır ve konuyla ilgili endüstri uygulamalarına yer verilmiştir.

(Der-Chiang Li,2010) çalışmasında, son derece rekabetçi bir iş ortamında etkili ve verimli karar vermeyi başarmak için, bir işletmenin karşılaşılan hataları uygun bir şekilde analiz edip çözüm bulması gerektiğini savunmuştur. Gri sistem teorisi, bir sistemle oluşturulabilecek hataların tahmin yöntemlerinden biri olduğundan bahsetmiştir. Bu çalışmasının amacı, kavramına dayalı gelişmiş bir tahmin modeli ortaya koymak olmuştur. Bu teori, gri tahmin modelinin çeşitli durumlarda uygulanabilirliğini genişletmek için kullanılmıştır. Bu yöntem, veri dönüştürme yaklaşımını genişleterek, gri modelin veri ana hatlarını ve bilgi eğilimini oluşturmuştur. Araştırmada, titanyum alaşımı yorulma limiti üzerinde yapılmıştır. Kullanılan yöntemin performansını doğrulamak için ham veri olarak sıcaklık değişkeni olarak kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar, bu yöntemin yalnızca uygulama kapsamını genişletmediğini, aynı zamanda tahmin doğruluğunu da arttırdığını göstermektedir.

(Qiao-Xing Li,2006) çalışmasında; Gri sistemler teorisi, eksik bilgileri kullanarak belirsiz problemleri incelemek için acil bir çalışma oluşturmuştur. Gri sistemler teorisinin basit tanıtımının yardımıyla, mevcut problemi daha fazla incelemek ve gri sayı hakkında bazı hesaplamalar yapılmıştır. Gri matris teorisi ve klasik girdi-çıkıtı analizi yardımıyla, gri girdi-çıkıtı analizini yapılması önerilmiştir. Gri Leontief katsayısı matrisinin matris sonuçları belirsiz durum altında girdi-çıkıtı analizini inceleyerek problemin çözümünde önemli yere sahip olduğunu belirtmiştir.

Chang vd. çalışmasında, HTEA risk öncelik katsayısının üç değerin çarpımı ile belirlenir. Ancak elde edilen değer subjektif değerlendirmeye dayalıdır ve göreceli önem değerlerini içermez. Bu çalışma, HTEA'nın etkinliğini arttırmayı amaçlamaktadır.

Bu amaçla Gri İlişki uygulanır. Bulgu sonuçları Gri İlişkinin tarafsız ve kolay olduğunu ortaya koymaktadır. HTEA'nın sistem güvenilirliğini artırmada ve ürün kalitesini geliştirmek için geniş bir alanda kullanıldığını söylemiştir.

Ayrıca RÖS üç değerin çarpımı ile oluşur, bunlar hatanın önemi, ortaya çıkma olasılığı ve keşfedilmesi değeridir.

Yazarlar yaptıkları bu çalışmada gri ilişki analizini RÖS -düşük etki değerleri ve sıralı ağırlık kurallarına göre değerlerini modifiye etmek için kullanmışlardır. DEMATEL yönteminde, hata türü ve hata nedenleri arasındaki direk ve endirekt ilişkilerin incelenmesi araştırılmıştır. Birçok zaman bir hata nedeni birçok hata türüne neden olmakta ve bu sebeple yüksek RÖS değerleri meydana gelmektedir. Sonuçta çalışmanın klasik yöntemlere göre daha etkili olduğu gösterilmiştir.

(Wang Chengpeng, Li Fuguo,2013) çalışmalarında, Gri İlişki analizi, sistematik analizde matematiksel istatistiksel yöntemlerin kusurlarını ortadan kaldırır ve modelin emin olmadığı sisteme çözüm sunmaktadır. Bazı araştırmacılar, birçok alanda proses parametrelerinin optimizasyonunu araştırmışlardır, Bazı bilim adamları, Gri İlişkinin uygulamasını genişletmek için yenilikçi gri-Taguchi yöntemi teorisini yarattılar. Bu makalenin amacı, problemlere etkili bir yöntem sunmaktır. Sistemi etkileyen önemli kalıp yapısal parametrelerini bulunması gri analiz ve istatistiksel yöntemi entegre ederek süreç geliştirilerek deneysel sonuçlar verilmiştir.

(Huang, Wang ve Gai, 2011) çalışmalarında, emlak piyasası talebini ve mekanizmasını etkileyen ana faktörleri analiz ederek, faktörleri göstermek için Gri İlişkiye dayanan bir gayrimenkul talep analizi modeli kurmuştur. Çin'in emlak piyasasını etkileyen ve sonunda hangi faktörün en önemli veya daha az önemli olduğunu tespit etmişlerdir. En küçük kareler yöntemi ve regresyon birleştirilerek üç yıllık gayrimenkul talebinin trendi tahmin edilmiştir.

(Kong, Wang ve Wu,2009) çalışmalarında, seri üretimde ve yaşamda karar verilmesi gereken birçok belirsiz problem olduğunu bu problemlerin basit kümeler ve bulanık kümeler ile çözüleceği üzerine durmuştur. Kararın değerlendirilmesinin esas yöntemi tek

ve basittir, aynı karar probleminden farklı bir değerlendirme esası kullanarak farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu çalışmada, doğru sonucu elde etmek için, bulanık esnek küme karar problemlerini tartışılmıştır. Gri ilişkisel analize dayalı yeni bir algoritma sunulmuştur. Yeni algoritmanın değerlendirme tabanları çoktur. Çalışmada çoklu değerlendirme ile daha kolay temellere dayanan kararlar alınmıştır. İncelenen iki durum için sonuçlar gösteriyor ki yeni algoritma karar problemlerini çözmek için etkili kılınmıştır.

(Bahrami, Bazzaz ve Sajjadi,2012) çalışmalarında, günümüzde proje uygulamaları ve yönetiminin, güncel teknolojiye dayalı olarak organize edilerek risk ve maliyet kavramlarının analiz edildiğini belirtmişlerdir. Bu makalede, projelerin uygulanmasında ve yönetiminde yenilik nedeniyle etkili Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA) tekniğinin kullanılması önerilmiştir. HTEA tekniği sistematik olası hataları belirlemek, önlemek, ortadan kaldırmak veya kontrol etmek için kullanılabilen ekip çalışmasına dayalı araçlar bir sistem/süreç/projedeki nedenlerdir. Çalışmalarında, HTEA' nın işlevleri ve amaçları tanıtıldıktan sonra teknik, bu tekniğin kullanımı projelerin uygulanması ve yönetiminde açıklanmıştır. Çalışmanın sonunda, sistematik olarak gerçekleştirmek için proje uygulamasının çeşitli aşamalarında HTEA tekniğini kullanılarak süreçlerin iyileştirilmesi ve proje maliyetlerinin düşürülmesi amaçlanmıştır.

(Ramere ve Laseinde,2021) çalışmalarında, üretim hedeflerine ve sistem performansına ulaşmada HTEA' nın oldukça önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Elektromekanik takım ve motor imalat endüstrilerindeki tesis altyapısının, süreç boyunca uygun değer verimlilikte performans göstermesi beklenmektedir. Motor endüstrisi istatistiklerinden otomotiv üretim planındaki önemli bir sorun, büyük ölçüde eskiyen takım ile bağlantılı olan beklenmedik duruş süresi ile üretim kesintisi sırasında hata nedeniyle çok zaman kaybedilir. Üretim hatlarındaki hatalı bileşenlerin bulunması, onarılması ve değiştirilmesi amaçlanmıştır. Bu, üretimde düşük verime dönüşür ve performans, donanımla operasyon el yaşam döngüsü boyunca kademeli olarak düşer.

Bu çalışmada, optimize edilmiş duruma dayalı bir bakımı dikkate alan otomotiv imalat endüstrisinde bu tür durumları önlemek Hata Türü ve Etki Analizi (HTEA) kullanılmıştır. Her bir bileşenin ve montaj hattının durumunu tahmin etme yaklaşımı koşula dayalı

performans seviyesi tahmini, bakım programlarını ve bunları ortadan kaldıran stratejileri formüle etmeye yardımcı olmak için tasarlanmıştır.



BÖLÜM 2. HATA VE HATA SINIFLANDIRMASI

Hata kişinin veya kurumun, durumun ve zamanın gerektirdiği gerçeklere uygun davranışı göstermemesidir. Benzer şekilde (Landers,1963), bir hatayı "birim veya sistem, parametreler belirli sınırları aştığı için amaçlanan işlevini yerine getiremiyor" olarak tanımlar. Bu durumda sistemin, ürünün veya birimin hatasını istenen özelliklerden sapma veya istenen işlevi yerine getirememe veya başarısızlığıdır. Cihazın istenilen işlevini gerçekleştirmesidir.

- Sistem veya sistem bileşeni, belirtilen düzeyde istenen işlevi gerçekleştirmek için yeterli değil
- Programın uygulamadan beklenen sapmasıdır.

Hata incelemeleri iki gruba ayrılır.

- Nicel yaklaşım,
- Nedensel yaklaşım

Hata güvenilirliği analiz çalışmaları aşağıdaki yollardan biriyle gerçekleştirilebilir: Nicel bir yöntem kullanarak nicel bir biçimde araştırılmıştır. Hataların nicel temsili, hataların anlaşılmasını ve değerlendirilmesini geliştirir. Kaynağa bağlı olarak farklı şekillerde farklılık gösteren hatalar genel olarak aşağıdaki gibi kategorize edilebilir: Meydana geldiği aşamaya göre (Yılmaz,1997),

- Sonuçlarına göre,
- Zamana göre,
- Nedenlerine göre.

2.1. Meydana Geldiği Evreye Göre Kusur Sınıflandırması

Hatalar meydana geldikleri aşamaya göre sınıflandırılabilir.

- Tasarım hatası, işlevsel stres toleransı aşıldığında oluşan bir hatadır.

- Üretimle ilgili kusurlar, üretim sırasındaki faktörler nedeniyle tasarım özellikleri bozulduğunda ortaya çıkan kusurlardır.
- Kullanım hataları, aşırı işlevsel stres seviyeleri veya kullanım ömrü boyunca bakımla ilgili sorunlar nedeniyle çalışmama

2.2. Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması

Sonuçlara bağlı olarak, farklı hata sınıflandırmaları yapılabilir. En yaygın sınıflandırmalar şunlardır (Yılmaz,1997):

- Hata süresine veya sistemde ciddi hasara neden olan hatadır.
- Kritik bir hata, önemli donanım kaybına ve sistemde ciddi hasara neden olan bir hatadır.
- Küçük hata, küçük bir mülk kaybı veya küçük bir mülk kaybı anlamına gelir.
- Küçük hatalar, yaralanmaya, mal hasarına veya sisteme zarar vermeyen ve planlanmamış bakım ve onarım gerektiren hatalardır.
- Başka bir sınıflandırmada, sistem veya ürünün işlevselliğine bağlı olarak ortaya çıkan bir hatadır.
- Son hatalar,
- Aralıklarla meydana gelen hatalar şeklindedir.

Yakın zamanda bir hata olması durumunda, sistem veya ürün çalışmayı durduracak, çalışamaz hale gelecek ve düzgün çalışacaktır. Dolayısıyla bu tür hatalara "onarılmaz hatalar" denilebilir. Aralıklı hatalar, farklı nedenlerle farklı aralıklarla meydana gelen ve farklı düzeltmelerle yeniden çalışılan ürün veya sistem hatalarıdır. Hata kısa bir süre devam eden. "Düzeltilbilir hatalar" olarak da bilinir.

Hata sınıflandırması, insan, makine ve malzemelerin ortaya çıkan hızına bağlı olarak da yapılabilmektedir. Bu nedenle hataları

- Ani hatalar,
- Belirli bir gecikmeyle oluşan hatalar olarak sınıflandırılabilir (Yılmaz,1997).

Uygun olmayan şekilde üretilmiş ilaçlar anında gözle görülür zehirlenmelere neden olabilir, ancak doku zamanla kaybolur.

Ayrıca hatasını hızlı sonuçlarla düzeltmek de hızlıdır.

Hatayı, hatanın ne sıklıkta oluştuğuna bağlı olarak sınıflandırabilirsiniz.

Bu sınıflandırma, olasılık değerleri atanarak niteliksel veya niceliksel olarak yapılabilir.

Hata oranı sınıflandırması aşağıdaki gibidir (Yılmaz A,1997):

- En sık rastlanan hatalar, olasılığı 0,20 'den yüksek olanlardır.
- En sık görülen hatalar, olasılıkları 0.10 ve 0.01, 0.001 ve <0, 01.'den büyük olanlardır.
- Çok nadir hatalar <olasılığı olanlardır. 0.001'de meydana gelen hatalar aşağıdaki gibi kategorize edilir:
- Bağımlılık hataları, diğer hatalardan kaynaklanan hatalardır.
- Bağımsız hatalar, diğer hataların sonuçlarından etkilenmeyen hatalardır.

2.3. Zamana Göre Hata Sınıflandırması

Hataların zamansal sınıflandırması farklı şekillerde gerçekleştirilebilir. Oluşturulan sınıflandırmaya bağlı olarak iki tür hata vardır (Jersey,1999):

- Ani hata,
- Aşamalı hata

Ölümcül hata, bir ürün veya sistemin bir kayıp nedeniyle işlevini yerine getirememesi durumudur: beklenmedik ve ani zorlama nedeniyle. Bu tür bir hata, hava veya kullanım koşullarından bağımsız olarak ortaya çıkar.

Örneğin, zemindeki keskin bir nesnenin araçta neden olduğu delinme, lastiğin ve aracın durumundan bağımsız olarak meydana gelir. Kademeli hatalar, aşınma ve yaşlanmanın birleşik etkileri nedeniyle zamanla meydana gelen hatalardır. Bu, zaman içinde ürün veya sistem performansında bir kayıp veya çıktıda bir azalma ile kendini gösterir. Artımlı hatalar da hatayı hemen etkileyen hatalardır

2.4. Nedenlerine Göre Hata Sınıflandırması

Diğer hatalar, ürünün arızalanmasına neden olan hatanın nedenine göre sınıflandırılabilir. Ürüne göre hata nedenlerinin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir. İnsandan kaynaklanan hatalar,

- Malzemeden kaynaklanan hatalar,
- Makineden kaynaklanan hatalar,
- Yöntemden kaynaklanan hatalar,
- Ölçme yöntemlerinden kaynaklanan hatalar,
- Yönetim Hataları

Hataların bir numaralı nedeni insanlardır. İnsan hatasının nedenini belirlemek, mekanik veya fizikçilerden daha zordur. Bunun nedeni, insanın psikososyal olmasıdır. Psikolojik, fizyolojik ve sosyal faktörler, işleme, test etme ve test etme dâhil olmak üzere üretimin çeşitli aşamalarında insan hatasına neden olur.

2.5. Tasarım Hataları

Tasarım, bir işlevi yerine getirmek için yeni fiziksel boyutları, organizasyonları veya formları temsil eden fiziksel öğeler yaratma (icat etme) yeteneğidir. Bir tasarımın kalitesi, vaat edilen kaliteye ne ölçüde ulaşıldığı anlamına gelen "vaat edilen kalite" kavramı ile ilişkilidir. Tasarım kalitesi genellikle ağırlık, hacim ve dayanıklılık gibi fiziksel ölçümlerle belirlenir. Ayrıca estetik ve güzellik gibi sübjektif değerler de bir tasarımın kalitesini belirlemek için kullanılan özelliklerdir. Kapsamlı kalite kontrolün temeli, müşterilerin gelecek beklentilerinin belirlenerek eksiksiz ve ekonomik bir şekilde karşılanmasıdır.

Bu gereksinimi karşılamak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunların en ünlüsü "Pazar Gereksinimlerine Göre Tasarım Kalite Özellik Uygulaması (QFD)" dir. QFD, üretimin her aşamasında kalitenin tam olarak karşılanmasını sağlayacak şekilde müşteri beklentilerini ürün ve tasarımlara dönüştürmeyi amaçlar. Daha genel olarak, QFD, kalite işlevselliğini geliştirerek kaliteyi iyileştirmek olarak tanımlanır. QFD ile hatanın nedeni önceden belirlenebilir ve hatanın tekrar etmesi önlenir. Bu, bir ürün tasarım hedeflerini, performans ihtiyaçlarını ve müşteri beklentilerini karşılamadığında meydana gelen bir başarısızlık olarak tanımlanabilir. Örneğin, bir üründe istenen renk tonuyla eşleşmeyen tasarım kusurları, birbiriyle uyum olmayan öğeler ve öğe sayısında dengesizlik olduğu belirlendi. Tasarım hataları, operasyonel kısıtlamalar beklenen ömrü aştığında ve müşteri gereksinimleri tam olarak karşılanmadığında meydana gelir. Bu durumda ürün

veya sistem önceden belirlenen değerlerin dışında kullanılırsa veya çalışma koşulları nem veya sıcaklık gibi çevresel koşullar olarak tanımlanırsa hata oluşur (FIAT,00270).

2.6. Üretim Kaynaklı Hatalar

Müşterinin isteğine göre tasarım aşamasında beklenen ürün özelliklerinin üretim anında yansıtılması gerekmektedir. Ancak, üretim sırasında tasarlanan işlevsellik sağlanamazsa üretim hataları meydana gelir. Bir üretim hatası, bir üretim sürecinin amaçlanan amacına ulaşmaması durumudur. Üretim hataları, insan, makine, malzeme ve üretim yöntemleri gibi üretim faktörleri için gerekli özelliklerden veya ölçüm yöntemlerinden ve araçlardan sapmalardan kaynaklanır. Şartnamelere bağlı kalarak ve "baştan yaparak" kusursuz bir üretim elde edilir.

2.7. Karar Verirken Yapılan Hata

Karar verme, mevcut tüm seçeneklerden birini seçme sürecidir. Karar verme sürecinin amacı, sistemin en çok istenen duruma ulaşmasını sağlamaktır. Karar verici konumdaki kişiler, yani karar vericiler, çeşitli nedenlerle istenmeyen sonuçlara yol açan kötü kararlar verebilirler (Omdahl,1988).

Karar vermede hataya yol açan nedenler şunlardır:

- Karar verme işlevlerinin uygulanmasında organizasyon yapısı tutarsızdır.
- Karar vericinin doğası gereği hata yapma eğilimi
- Karar verici, karar verme konusundaki bilgisine değil, deneyimine dayanır.
- Karar vericilerin farklı akılları ve çıkarımları vardır.
- Karar verici, karar verme işlevini yerine getirmek için yeterli zekâya ve akla sahip değildir.
- Karar vericiler, karar vermek için kullanılan çeşitli bilgilerin her zaman aynı şekilde farkındadır ve bilgileri almaz veya bunlara erişmez.
- Karar verici, karar vermek için kullanılan bilgileri değiştirir, kaybeder veya yok eder.

Bu nedenlerle karar hataları yanlış, doğru, doğru, yanlış olarak kabul edilir nerede kalınacağına karar vermek mümkün değil. Hata olarak yanlış teşhis edilmiştir.

2.8. Örnekleme Hataları

Örneklemede, tüm yığın yerine belirli bir boyuttaki bir yığını veya havuzu test ederek gerçek yığın değerini tahmin etmek istersiniz. Ancak bu tahminler hatalar içermektedir. Buna örnekleme hatası denir. Örnekleme sonucunda elde edilen sonuçlara göre, yığına biraz güvenle karar vermede de hatalar vardır.

Yığın kararları verilirken, istatistiksel tahmin sıfır ayarlanır ve yığın veya dağıtım parametreleri hakkında bazı bilgiler yoksa alternatif tahminler yapılır. Boş hipotezin, numune tarafından gözlemlenen sonuçların belirli güven olasılığı ile uyumlu olup olmadığını belirlemeye çalışmak için istatistiksel bir test kullanılır.

- Örnekleme uyumu için kabul edilen varsayımlardır. (tip 1 hata)
- Bu istatistiksel karar verme sürecinde meydana gelebilecek örnekleme hataları iki kategoriye ayrılır: Örnekleme nedeniyle aslında yanlış (tip 2 hata)

İlk hatanın meydana gelme olasılığı α ile temsil edilir. α , kabul edilen bir partiyi reddetme veya kabul edilen bir birimin üretimini kesintiye uğratma olasılığını gösterdiği için “üretici riski” olarak tanımlanır.

2.9. Hata (Kusur) Maliyetleri

Kusur maliyetleri, üretim sırasında tanımlanan kalite standartlarından ürün veya malzeme özelliklerindeki sapmalardan kaynaklanan maliyetlerdir. Aşağıda bu maliyetlere bir örnek verilmiştir (Musubeyli,1999).

- Ürün reddedilirse, söz konusu ürün için toplam işçilik ve malzeme maliyetleri
- Yeniden işleme sırasında oluşan işletme ve malzeme maliyetleri
- Kesintili elden çıkarma ve/veya yeniden işleme nedeniyle üretim programlarının değişmesi ve değişmesi (fazla mesai gibi) nedeniyle ek maliyetler
- Hata oluştuğunda kaliteli personelin bu işlevi yerine getirmesi için işçilik maliyetleri Müşteri ve/veya şirket talebini tarayın ve kategorilere ayırın.

BÖLÜM 3. HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

3.1. Hata Türü Etkileri Analizi

HTEA ilk numune sürecinde çıkabilecek hataların ve bu hatalar ile ilgili sebeplerin sorumlu ekipler tarafından ele alınmasını; belirlenmesini, önceliklendirilmesini ve iyileştirme çalışmaları ile hata ortaya çıkmadan önlemeye çalışan kalite güvencesi uygulanmasıdır (Akpınar,2015). HTEA çalışması seri üretim öncesi veya seri üretim sonrası oluşabilecek hataların öngörülerek ortadan kaldırılması ve azaltılmasını sağlamaktadır. Ancak, birçok hata türü için verilerin toplanması ve analiz edilmesi zaman alıcı ve yoğun emek gerektirmektedir. HTEA belirlendiğinde, HTEA' nın verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için yalnızca belirlenen parçalar için verileri önceden seçmek ve analiz etmek önemlidir.

Tasarımın birçok bölümü için veya örnekleme ilk aşamasında HTEA gerekli olduğundan, önerilen model aynı zamanda ürün planlama ve planlama süresini de kısaltmaktadır (Musubeyli,1999). Bir hizmetin veya ürünün anlaşılmasından üretimine ve müşteriye sunulmasına kadar geçen süreçte meydana gelen hatalar istenmeyen bir durumdur. Ancak tasarımcı insan ise hatalar kaçınılmazdır. Asıl sorun, yapılan hatalardan ders çıkaramamak, onları durduramamak ve maliyetleri artmadan durduramamaktır. Öte yandan, hatalar alana bağlı olarak farklı önemdedir. Örneğin, üretim yöntemleri nedeniyle otomobil motorunun arızalanması çoğu otomobili durdurur, ancak uçak motoru hatası yüzlerce insanın hayatına mal olabilir. Sonuç olarak, iki ürünü üreten şirket, kusurlar nedeniyle mali kayıplara uğramaktadır. Ancak, bu kayıp havayolu iflasına yol açabilir. Bu açıdan bakıldığında, kusurlar müşteriye ulaşmadan giderilirse, şirketin pazar kaybetme maliyetini düşüreceği kesindir. Öte yandan, üretim sürecindeki hataların bir an önce önlenmesi ve ortadan kaldırılmasıyla üretim maliyetleri düşürülebilir.

HTEA, riski tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü analitik tekniktir. Hata Yöntemi ve Etki Analizi çalışmasında tespit edilen hatanın tamamı için önemlilik, olasılık ve tespit edilebilirlik tahminleri yapılmıştır (Akın,1998).

HTEA; ürün tasarımı ve montaj sürecindeki değişkenliği daha iyi kontrol etmek veya ortadan kaldırmak için kullanılan çok güçlü bir kalite aracıdır (Omdahl,1988).

HTEA' nın genel bir tanımı 1980'de yayınlanan MIL STD 1629A'da Hata Türü, Etkileri ve Kritiklik Analizi Uygulaması için Prosedürü bu mevzuda yayınlanan ilk standartlardan biri olmuştur. “Standart önem seviyesine göre her bir hata türünü belirleyerek sınıflandıran prosedür ” şeklinde tanımlanmıştır (Stamatis,1995).

"HTEA, müşterilere ulaşmadan önce bilinen ve / veya potansiyel olarak ilgili başarısızlıkları, hataları ve projelerin, süreçlerin, sistemlerin ve hizmetlerin sorunlarını tanımlar. Özetle, HTEA sistematik bir analiz olarak kabul edilir. Bir üründe oluşabilecek her türlü tasarım ve/veya süreç hatalarının önlenmesine yöneliktir. Müşteri kaynaklı her türlü kusur/hata etkisi olabilir ve tüm bu analizler, ürün piyasaya çıkmadan önce yapılır. Bu nedenle, bir hata oluşmadan önce kaçınılması garanti edilir.

Bir HTEA uygulamasının başarılı olabilmesi için uygulama henüz başlamadan aşağıda yer alan koşulların işletmelerce iyi bilinmesi gerekmektedir (Stamatis,1995).

- Hiçbir problemin birbiri ile aynı olmadığı, problemlerin öncelik ve önem derecelerinin farklı olduğu bilinmelidir.
- Müşterinin net şekilde bilinmesi gerekmektedir.
- İyileştirme faaliyeti yapılacak olan hizmet, ürün veya süreç net bir şekilde tanımlandıktan sonra ilgili amaç ve kurallar iyi bilinmelidir.

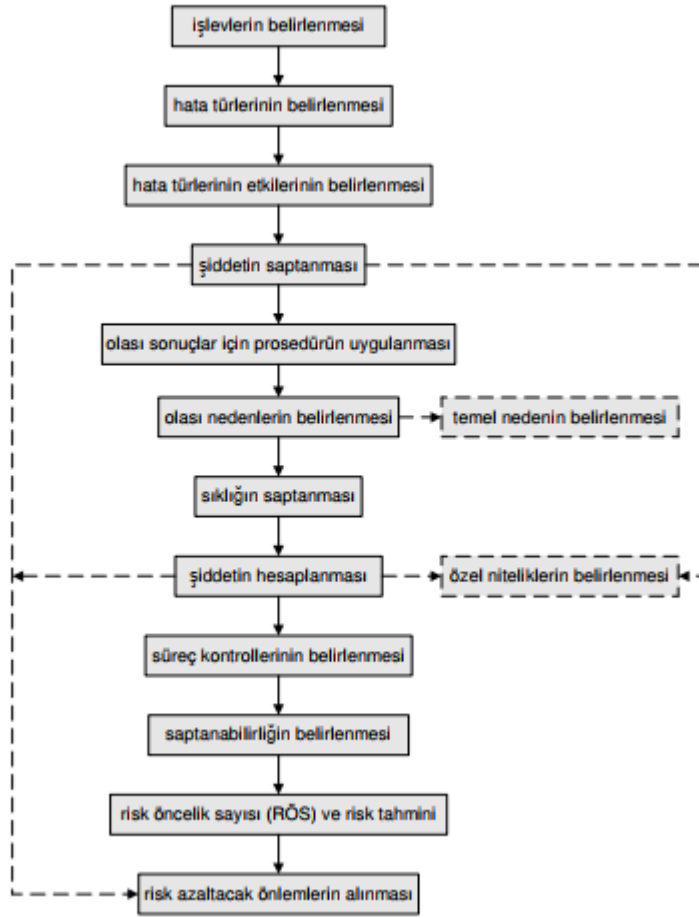
HTEA, bilinen veya olası sorunları azaltarak ve yok ederek müşteri memnuniyetini sağlayan bir yöntemdir. Bunu yapmak için HTEA' ya henüz ürün etkileri ve bilgileri bilmiyor olsak bile olabildiğince erken başlanmalıdır (Eryürek,2003).

HTEA, “sahip olduklarıyla en iyisini yap” ana fikrine odaklanmaktadır. Başarılı HTEA uygulamasının ilk adımı, zamanında harekete geçmektir. Bu, olaydan sonra değil, olay gerçekleşmeden önce önlem almanız gerektiği anlamına gelir.

HTEA da bir çalışma:

- Yeni bir sistem, ürün, süreç veya hizmet tasarlanırsa

- Mevcut bir sistem, proje, ürün, süreç veya hizmet nedensiz olarak değiştirilirse
- Mevcut sistem, proje veya ürün yeni bir uygulama bulunursa Süreç ve Hizmetler statüsü için
- Sistem, proje, ürün, süreç ve hizmetlerdeki gelişmeler dikkate alındığında başlatılmalıdır. Başlangıç aşamasından bağımsız olarak sistem bu bilgiyi bir proje, ürün, süreç veya hizmet geliştirmek için kullanır.



Şekil 3.1: HTEA yöntemi aşamaları (Airbus Industrie,1999)

Şekil 3.1' de HTEA yöntemi aşamaları gösterilmiştir.

HTEA, hataların önlenmesine katkı sağlayan bir tekniktir ve temel amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- Ürün veya süreçte oluşabilecek kusurların türleri ve bunların etkilerinin belirlenmesi

- Kritik ürün kusurlarının belirlenmesi,
- Hatanın nedeninin, etkisinin ve kapsamının belirlenmesi,
- Hataları ve önem derecesini ortadan kaldıran veya azaltan değişiklikleri, yöntemleri ve testleri belirleyerek ürününüzü iyileştirmeye yardımcı olması
- Ürününüzdeki veya sürecinizdeki olası hatalar
- Ürün tasarımının özelliklerini aşağıdakilerle birlikte analiz edilerek nihai ürünün müşterinin ihtiyaç ve isteklerini karşılamaını sağlamak için planlı üretim ve montaj süreci.
- HTEA ile ilgili temel kavramlar

Aşağıda, HTEA ile ilgili çeşitli kavramların bir açıklaması yer almaktadır.

- Hata türü: Hata sınıfı olarak da adlandırılır. İç ve dış müşterilerimizin ihtiyaç, istek ve beklentilerini karşılayamamasıdır. Bu, ürün veya sürecin beklenen işlevinin düzgün çalışmadığı veya hiç çalışmadığı anlamına gelir.
- Hata nedeni: Projenin veya sürecin bazı bölümlerinde bu tür bir hatanın nedeni olası hatalarla ilgilenecek, hata veya tüm performans üzerindeki etkisi belirlenir. Hata türünün ortaya çıkmasında etkilidir.
- Hata Etkisi: Sistem fonksiyonlarındaki değişikliklere neden olan hatalar.
- Keşfedilebilirlik (Saptama): Hata türünün müşteriye ulaşmasını engelleyen uygulamaların varlığına keşfedilebilirlik denir.
- Önem(Ö): Hatanın müşteri üzerindeki etkisinin sonuçlarının bir değerlendirmesi. [İncelemelerde, yaygın olarak 1-10 (çok düşük, çok yüksek) ölçeği kullanılır.]
- Ortaya Çıkma (O): Hatanın ortaya çıkma olasılığıdır.
- Risk öncelik numarası (ROS): Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedilebilirlik (K) değerlerinin çarpımıyla bulunan değerdir.

3.2. HTEA Yararları

HTEA 'dan bekleyeceğimiz başlıca yararlar;

- Emniyet
- Güvenilirlik
- Üretim teknolojisi alanlarındaki zayıflıklarımızın belirlenmesi ve önlem alınması

- Garanti maliyetlerini azaltmak için ürün kullanımı sırasında olası kusurları araştırılması ve önlenmesi
- Müşteri kullanımı sırasında doğacak hatalar dikkate alınıp önlenmesi sonucunda garanti giderlerinin de azalmasının sağlanması
- Üretim sırasında oluşması olası firelerde azalmanın sağlanması
- Ürün yükümlülüğünde daha az risk yüklenilmesi
- Sistemin(ürünün) tümüne erken bakışın sağlanması
- Tasarım sürecinde ofis, malzeme, aparat ve takımdaki olası değişikliklerin gözlemlenmesi
- Tasarım geliştirme faaliyetlerinin önceliklerinin belirlenmesinin sağlanması
- İşletmenin imaj ve rekabet edilebilirliğinin geliştirilmesinin sağlanması
- En iyi sistem tasarımının yapılmasının sağlanması
- Sistemin yarar sağlamayan kısımlarının belirlenmesine yardım etmesi
- Sistemdeki kârsız parçaların belirlenmesine yardımcı olur
- Sistem, tasarım, süreç ve servislerin geliştirme ve son doğrulama aşamalarında test programlarının oluşturulmasının sağlanması
- İmalat, süreç, montaj ve servisin başlangıç ölçütlerinin geliştirilmesinin sağlanması

Tasarım, süreç ve servis değişikliklerinde hataların analiz edilebilmesi için gelecekte kullanılabilir doküman sağlanması (Eryürek,2003)

HTEA tekniğinin mühendislik avantajları dışında diğer avantajları aşağıdaki gibidir;

- Rekabet sağlar,
- Şirketin pazardaki yerini belirler,
- Müşteri isteklerine yeterince cevap verir,
- Tasarım gelişiminde öncelik sağlar,
- Gelişimde zaman ve maliyeti azaltır,
- Sürekli gelişime yön vermesi,
- Organizasyonun kültürel olarak gelişimine katkı sağlar,
- Ürünün üretiminde yer alan tasarım, emniyet, imalat tekniklerinde eksik noktaların belirlenmesini sağlar,
- Ürünün pazara hızlı şekilde sunulmasını sağlar,

Avantajların hepsi incelendiğinde HTEA yönteminin, işletmelerin pazarda güvenilir bir yere getirdiği, üretilen ürünün kalitesiyle düşük maliyetle tasarımı ve tasarım, emniyet, imalat tekniklerinde eksik noktaların belirlenip maliyetlerini kontrol altına alarak hataların müşteriye yansımadan en erken biçimde önlenmesine yardımcı olduğu görülmektedir.

Geliştirdiği belgelendirme yapısıyla sürekli olarak güncelleştirilebildiğinden, uygulayan işletmelere sürekli kalite gelişimi müşteri memnuniyeti kazandırmaktadır.

3.3. HTEA Organizasyonu

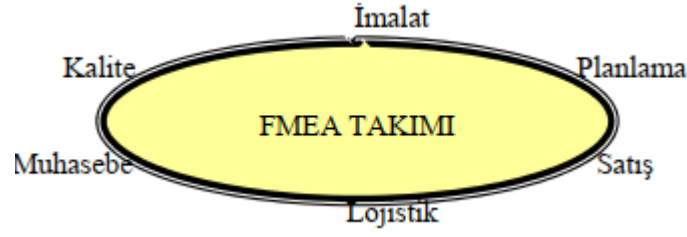
Proses HTEA ekibinin bir süreci incelerken üretim, kalite ve servis bölümlerinden gerekli verileri toplaması gerekmektedir.

Ekip üyeleri sürecin tasarımı, üretimi, montaj ve kontrol işlemleri konularında bilgili ve deneyimli olmaları gerekir. Bu nedenle ekibin süreci iyi tanıyan ARGE ve kalite temsilcilerinden oluşması gerekmektedir.

Ekip yöntemlerini anket, geçmiş yıllara göre yapılan istatistiksel çalışmalar, dilek, şikâyetler, beyin fırtınası, balık kılıcı (Neden-Sonuç) diyagramı, HTEA formları vb. kullanarak yapmalıdır.

Çalışmanın başarılı olması için çalışma grubunun oluşturulması ve çalışma şekli aşağıdaki gibidir:

- İlk olarak bir grup lideri seçilir,
- Gruptaki üye sayısı çalışma kapsamı ve büyüklüğüne göre değişir,
- Deneyimli ve süreç hakkında bilgi sahibi kişiler seçilmelidir,
- Üretim ve kalite güvence bölümü olması gereken üyelerdir (Şekil 3.2),
- HTEA çalışması 2 aylık sürede tamamlanmalıdır,
- Toplantılar en fazla 1 saat olmalıdır ve çalışma bitene kadar periyodik takip edilmelidir,
- Sayısal veriler kullanılarak objektif değerlendirme yapılmalıdır,
- Üst yönetim tarafından sağlanan katılım karar alınmasında etkili olacaktır.



Şekil 3.2: HTEA Takımı (Duman,2001)

3.4. HTEA' nın Çeşitleri

HTEA yöntemi benimsenmeye başlandığında süreçte oluşabilecek hataları tespit etmek ve işlevsel olarak ortadan kaldırmak için kullanılmıştır. Daha sonra tasarım ve hizmet alanlarında da HTEA uygulanmıştır. Genel olarak, bugün dört tür HTEA vardır. Bunlar (Sankar ve Prabhu,2001). Sistem HTEA, Proses HTEA, Tasarım HTEA ve Servis HTEA' dır.

3.4.1. Sistem HTEA

HTEA sisteminde hedefler şunlardır: Operasyonel faktörler (etkililik ve verimlilik) ile ekonomik faktörler arasında doğru dengeye ulaşmak ve dengeyi bulmak. HTEA sistemi, ilk ürün tasarımı ve tanımında sistem ve alt sistem analizi için kullanılır.

HTEA sistemleri üzerine yapılan araştırmalar, sistem hataları nedeniyle sistem fonksiyonları arasında oluşabilecek hata türlerine odaklanmaktadır. Ayrıca sistemler ve sistem öğeleri arasındaki ilişkiyi de anlatmaktadır (Stamatis,1995).

3.4.2. Tasarım HTEA

Üretim başlamadan önce HTEA tasarımı uygulanır. Tasarım kusurları nedeniyle hizmet veya üretim aşamasında oluşabilecek mevcut ürün hata örnekleriyle ilgilenmektedir. Tasarım bütünlüğünü korumak için tasarım aşamasının dışında müşteriler tarafından yanlış kullanılan imalat, montaj, malzeme ve ürünlerde ortaya çıkan tasarımla ilgili sorunları tanımlar. Bu teknik sayesinde bir sistem veya bileşenin güvenilirlik riski kaydedilir, her bir hata türünün etkisi analiz edilir ve düzeltici faaliyetler veya tasarım değişiklikleri belirlenir (Yılmaz,1997). Özetle, bu adım, tasarımınızdaki olası hataları fiziksel olarak tanımlayan adımdır. HTEA tasarım yöntemlerine iki yaklaşım vardır. İlk

yaklaşım, sistemi veya ürünü bir bütün olarak başlatır ve en alt birime kadar tarar. İkinci yöntem, sistemin parça ve bileşenler gibi en düşük seviyeli birimleri ile başlar ve alt montajlar ve montaj alt sistemleri gibi aşamalardan geçerek sistemin en alt seviyesine, sistem veya ürüne kadar iner. Bu yaklaşımlardan birini seçmek, sisteminizin boyutuna ve soruna bağlıdır. Bu aslında kabul edilen ikinci yaklaşımdır.

HTEA tasarımı aşağıdaki konuları kapsamalıdır (Gül,2001):

- Tüm yeni (ilk numune) parçalar
- Eski parçaların yeni uygulamalarını
- Parça modifikasyonları (satın alma sırasındaki iyileştirmeler gibi) veya parça imalatı

HTEA Araştırma tasarımı, kalite güvencesi, üretim ve prototip tasarımı, alt sektörlerden gelen bilgilere dayalı olarak piyasaya sürülmeden kısa bir süre önce yapılmalıdır.

Bu, HTEA tasarım test aşamasından önce yapılmalıdır, ancak sistem geliştirme sırasında veya bazı durumlarda tasarım sürecinde bir ürün fizibilite çalışması yapılması tavsiye edilir (Gül, 2001).

Tasarım HTEA, tasarım kavramının tamamlanmasından sonra başlatılması, ürün geliştirme aşamasındaki değişikliklerle sürekli güncellenmesi ve nihai tasarımda tamamlanması gereken devam eden bir sertifikasyon sürecidir.

3.4.3. Proses HTEA

HTEA süreci, üretim ve montaj sürecini analiz etmek için kullanılır. Montaj sürecinden veya yanlış işlemde kaynaklanan hata türlerine odaklanır. HTEA sayesinde süreçlerde veya montajlarda yapılan iyileştirmeler de bu yaklaşımın süreç iyileştirmeye yönelik bir yaklaşım olarak tanımlanmasına olanak tanır. HTEA süreçleri, işin makineler, aletler, süreçler ve montaj ve üretim süreçleri üzerindeki etkisini analiz ederek üretim süreçlerini değerlendirme veya zayıflıkları belirleme yeteneği sağlar. Mükemmel ürünü yaratmak için üretim ve sürecin kapsamlı analizi yapılmalıdır (Yılmaz,1997). Ürün HTEA süreci tarafından üretilmeden önce malzeme hataları, çalışan hataları ve malzeme ve yöntemlerin yanlış kullanımından kaynaklanan hatalar tespit edilerek kusurlar kolayca düzeltilebilir. Ancak makineler, malzemeler, insanlar, yöntemler, ölçümler ve ortamlar

olarak tanımlanan imalat bileşenleri arasındaki etkileşimlerin varlığı, tanımlanan HTEA sürecini daha zor ve zaman alıcı hale getirmektedir (Stamatis,1995).

Proses HTEA' nın çıktıları şunlardır:

- Risk öncelik numarasına (RÖS) göre sıralanmış olası hata türleri listesi,
- Potansiyel olarak ölümcül ve/veya kritik hataların listesi,
- Kritik özellikler için önerilen potansiyel ve Kritik Çözüm Listesi,
- Hata raporları, olayları ortadan kaldırmak, önlemek, azaltmak ve algılama düzeylerini iyileştirmek için olası eylemleri listeler.

HTEA sürecinin faydaları şunlardır:

- Güvenliği ihlal edilen süreci tanımlayın ve bir düzeltici eylem planı önerin.
- Temel özellikleri belirleyin ve bir yönetim planı geliştirmeye yardımcı olun.
- Düzeltici eylemlere öncelik verin.
- İmalatı veya imalat süreçlerinin analizini destekler.
- Değişikliğin neden yapıldığını tanımlayın.

HTEA süreci bir üretim sürecini içermelidir.

- İlk numune / birçok parça
- Değiştirilmiş ürün / parça
- Yeni üretim teknolojisi HTEA süreç aramasına başlamadan önce, üretim sürecinin hangi bölümünün dikkate alınacağını tam olarak belirlemek gerekir.

Belirli bir ürün veya parça için üretim sürecinin tamamını kapsayacak hiçbir HTEA çalışması gerekmez.

İşleme, kalıplama, montaj ve kontrol gibi hammaddelerden çeşitli makinelerden bitmiş ürünlere kadar HTEA süreç araştırmaları bu tür faaliyetleri içeremez (Kudláč,2017). Üretim süreci, her biri ürüne benzersiz bir karakter kazandıran bağımsız ana faaliyetlere veya aşamalara bölünmüştür. Ürün komple bir sistem veya genel grubuysa, daha küçük parçalara bölünmesi gerekebilir. Kısmi analiz, grubu "teknik olarak basit" öğelere bölerek gerçekleştirilir. Ancak bu şekilde üretim süreci için gereken ayrıntı düzeyine ulaşılabilir. HTEA süreci, üretim takımı tanımlandığında ancak üretilmediğinde gerçekleştirilmelidir. Sonuç olarak, ürün özellikleri karşılandığında güvenilirlik artar. HTEA süreci, bir süreç akış şemasıyla başlamalıdır. Bu akış şeması, her işlem tarafından üretilen ürünün

özelliklerini tanımlamalıdır. Belirli etki tespitleri ve belirli büyüklük değerlerinin tahminleri, sorumlu tasarım mühendislerinden veya mümkünse ilgili HTEA tasarım şirketlerinden alınabilir. Bir süreç içinde birden fazla bitişik işleminiz varsa ve bunların farklı türde olası hataları varsa, bu işlemlerin her birini ayrı bir işlem olarak listelemek faydalı olabilir. Uygun bir ürün/parçanın üretimi veya montajı için gerekli tüm işlem adımları şematik olarak çizilerek daha detaylı olarak incelenir.

3.4.4. Servis HTEA

HTEA hizmeti, hizmetin müşteriye ulaşmadan önce analizidir. Bu analizi uygulayarak, geliştirme faaliyetleri, ilk olarak ne yapılması ve hangi değişikliklerin yapılması gerektiğinin bir tanımını içerir.

İş ve yönetim planlamanız için gereken iş akışı kılavuzları, etkin sistemler ve süreç analizi, hataların ve kritik görevlerin belirlenmesi gibi faydalar sağlar.

3.5. HTEA Tarihçesi

İlk olarak Amerikan Ordusu tarafından HTEA tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Askeri Prosedür olarak adlandırılan MIL-P-1629 “Hata Türü, Etkileri ve Riskinin Analizi Üzerine Prosedürler” 9 Kasım 1949 tarihinde başlatılmıştır. Personel ve teçhizat güvenliği açısından sınıflandırılan, sistem ve teçhizat hatalarının değerlendirilmesi için kullanılmış bir güvenilirlik saptama tekniğidir.

NASA tarafından aya insan indirecek olan APOLLO projesinde 1960 – 1965 yılları arasında uygulanmaya başlanmıştır. Tek bir ürün olması ve maliyetli olması nedeniyle, herhangi bir parçanın veya sistemin hata yapmaması isteniyordu.

ABD uçak sanayi, Ford Motor Şirketi ve Japon NEC firmasında 1970 – 1975 yılları arasında uygulama alanı bulunmuştur. Ford ve General Motors firmaları tarafından genel standart olarak 1988 yılında Chrysler belirlenmiştir. 1993 yılında Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu (AIAG) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) endüstri çapında HTEA standardı oluşturmuştur. QS9000, ISO/TS 16949, ISO 9001/2000 kalite sistemlerinde günümüzde zorunlu olarak uygulanmaya başlamıştır. Günümüzde gittikçe yaygınlaşan HTEA uygulaması otomotiv sektörleri başta olmak üzere diğer birçok alanda uygulanmaya başlamıştır.

3.6. HTEA Hata Türü ve Etkileri Analizinin Önemi

Müşterilerimizin ihtiyaçlarının, yasal ve düzenleyici yükümlülüklerinin hızlı gelişimi, olası hataları tespit etmeyi ve ortadan kaldırmayı çok önemli hale getirmektedir.

HTEA ihtiyacı, kişisel güvenlik ve çevre sağlığı gibi alanlarda giderek daha önemli hale gelmektedir. HTEA bir hareket belgesidir. Her zaman en son geliştirme ve inşaat süreçlerini dikkate almaktadır.

HTEA, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak, üretim veya montaj verilerinin tüm özelliklerini analiz etmek, bunları önlemek veya sıklıklarını azaltmak için tasarlanmıştır. Hatanın nedenini belirleyebilir ve karşı önlemler alabilmektedir. Müşteri ihtiyaçları zaman içinde hızla değişir, bu nedenle işletmelerin olası sorunları belirlemek ve önlemek için sürekli olarak teknikleri kullanmaları her zamankinden daha önemlidir. HTEA süreci bu nedenle üretim ve montaj aşamalarının sorunlarına sistematik bir yaklaşım sağlamayı amaçlamaktadır. HTEA, genellikle yeni süreçlerin geliştirilmesindeki tüm teknik deneyimi içerir.

- Kısaca, HTEA yapılması aşağıda belirtilen konu başlıklarını amaçlar:
- Yasa gereklilikleri ya da emniyeti ters yönde etkileyebilecek muhtemel hata nedenlerini belirlemek,
- Ürünün seri imalata başlamadan evvel muhtemel tasarım yetersizliklerini belirleme
- İmalata başlamadan evvel muhtemel süreç yetersizliklerini belirlemek,
- Kritik karakteristikleri ve önemli fonksiyonları belirlemek,
- HTEA için gerekli sistemli bir analiz aşağıda belirtilen gibi yapılır:
- Ürünün bütün detayları (Tasarım HTEA) ya da süreç çalışmaları (Süreç HTEA) göz önüne alınır.
- Tüm hata/hata çeşitleri, her parça ya da çalışmada aranır.
- Yapılan analizler uygun formlar üzerine adım adım kaydedilir.

3.7. Risk Öncelik Sayısının Değerlendirilmesi (RÖS)

Risk Öncelik Sayısı, literatürde birçok şekilde kullanılmıştır. (Boran,1996)'a göre, Risk Öncelik Sayısı, kritiklik sayısı göstergesidir. RÖS Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedile bilirlik (K) gibi üç risk faktörü ele alınarak belirlenmektedir.

Belirlenen Önem-Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedile bilirlik (K) değerlerinden Risk Öncelik Sayısı hesaplanır. Bu konuda iki farklı yaklaşım mevcuttur.

- Çarpma ile $RÖS = Önem \times Olasılık \times Keşfedile\ bilirlik$
- Toplama ile $RÖS = Önem + Olasılık + Keşfedile\ bilirlik$

En yaygın kullanımı çarpma ile RÖS değeri hesaplanmasıdır. HTEA sistem içinde aksaklıkları belirleyerek alınan önlemler sonrası yeni RÖS değerinin hesaplanmasıyla tamamlanmaktadır.

Risk öncelik katsayısı bulunduğundan sonra hata türlerini hesaplanan değere göre büyükten küçüğe sıralanmaktadır. Bu aşamada önlem alınacak hatanın türleri belirlenerek alınacak önlemler tartışılır. Önlem alınacak hatanın türünü belirlemenin standart bir yolu olmadığından RÖS değerleri sınıflandırılır.

RÖS hesaplanırken;

Hatanın Ortaya Çıkma Olasılığı (O); hatayı oluşturan nedenlerin gerçekleşme olasılığıdır.

Hatanın Keşfedile bilirliği (K); mevcut hatanın müşteriye ulaşmadan saptanabilmesidir.

Hatanın Önemi (Ö); müşteriye ulaştığında hatanın etkisinin büyüklüğünü gösterir.

Hatanın Önemi (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedile bilirliği (K) belirlenirken 1-10 değer aralığı kullanılarak sayısal değerler atanır.

Sayılarla karşılık gelen Ortaya Çıkma Olasılığı Tablo 5.6'da verilmiştir.

Keşfedilme olasılığı 1 olan değer; hatanın keşfedile bilirliğinin kuvvetli yani müşteriye ulaşma olasılığının düşük olduğu durumu 10 ise, fark edilebilirliğin düşük, müşteriye ulaşma olasılığının yüksek olduğu durumu ifade etmektedir. Hatanın önemi 1 ise; hatanın müşteriler tarafından fark edilmediği durumu, 10 ise, hatanın müşterilerde çok önemli memnuniyetsizliğe yol açtığı durumu ifade etmektedir. Bu önem derecelerine atanan değer, memnuniyetsizliğe, onarım masraflarına, can güvenliğinin tehlikede olup olmamasına bağlı olarak artacaktır (Tay ve Lim,2006; Baysal vd, 2002; Raouf vd, 1996).

Bu değerler ayrılarak RÖS değer kümesindeki kategorilerin aralığı belirlenebilir. En büyük RÖS değerine sahip olan hata türünden başlanarak düzeltilme yapılmalıdır. Bu seviyelere göre önleyici tedbirler alınması sağlanmaktadır (Sequera,2011).

Düzeltilici önlem Ford Motor Şirketi'nde Şu Şekilde vermektedir:

- RÖS < 40 ise önlem almaya gerek yoktur.
- 40 <= RÖS <= 100 önlem alınmasında fayda vardır.
- RÖS > 100 ise mutlaka önlem almak gerekir.

Renault firması ise uygulamada RÖS > 100 olan hatalar için en büyük RÖS değerinden başlayarak önlem almaktadır.

Önem değeri yüksek olan RÖS değerleri aynı olan RÖS değerler arasında öncelikli olarak incelenmektedir.

Değerlendirmeler sonucunda alınacak önlemlerdeki amaç RÖS değerlerini aŐaęıya çekmektir. Planlar, üretim yöntemleri, iş süreçleri, organizasyon ve tasarımdaki değişiklikler sıklık derecesini düşürmek için yapılacak faaliyetlerdir. Ürün veya sistemde değişiklik yapılarak önem derecesi düşürülmektedir.

Mevcut veya olası ürün ve süreç hatalarını saptamak ve başlangıçta önlem almak amacıyla süreç planlaması ve ürün tasarımının iyileştirilmesi için etkin araç olarak HTEA kullanılmaktadır (Akao,1990).

3.8. HTEA' nın Başlatılması ve Tamamlanması

- Yeni ürünler ve süreçler tasarlanırken,
- Mevcut tasarımlar ve süreçler deęiŐtiriliyorken,
- Sorun çözüldüğünde (tekrarını önlemek için)
- Ürünün ilk teknik çizimi tamamlandıktan sonra HTEA süreci başlar. Kontrol planı tamamlanır.
- HTEA' yı süreç gereksinimlerine uyarlayarak ürün tasarımında, uygulamasında, çevrede, malzemelerde veya montaj sürecinde değişiklikler varsa, HTEA' nın tamamlanması Şu durumlarda gerçekleşir:
- Ürün tasarımının üretimi tamamlanmışsa, HTEA tasarım çalışması tamamlanmış sayılır.

- Tüm önemli ve önemli özellikler belirlenip planlandığında HTEA süreç çalışması tamamlanır.
- Kontrol gerçekleştirilmiş kabul edilir. Planı tamamlandığında, bir Süreç HTEA çalışması tamamlanmış var sayılır.

3.9. Uygulama Adımları

Hataların en erken şekilde ortadan kaldırılması HTEA uygulamasına başlama zamanına bağlıdır. Hataların zamanında görülmemesi ortadan kaldırılmasını güçleştireceği gibi zor ve maliyetli olacaktır. Yeterli sayıda risk içeren süreçlerde HTEA uygulamak daha doğru olacaktır (Chi,2020).

HTEA uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

- HTEA kapsamının belirlenir
- Takım oluşturulur
- Kurallar ve hipotezlerin belirlenir
- Tüm bilgiler toplanır
- Sistemden istenilenler belirlenir
- Sisteme dair akış diyagramları, tablolar, kontrol formları ve bunların birbirleri ile ilişkileri belirlenir.
- Sistemde etkili olabilecek operasyonel ve çevresel faktörler belirlenir.
- Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedilebilirlik (K) gibi hata önceliklendirmede kullanılacak değerler belirlenerek bu değerlerin çarpımı ile RÖS değeri belirlenir.
- RÖS değeri sonucuna göre önlem alınacak hata türleri belirlenir.
- Önlem alınacak hata türleri belirlendikten sonra yapılacak düzeltici faaliyetler belirlenir.
- HTEA tablosu hazırlanır.
- Düzeltici faaliyetler ve önleme faaliyetleri takip edilir.
- Güncel sonuçlara göre kontrol raporları revize edilir.

3.10. HTEA' nın Diğer Kalite Teknikleri ile İlişkisi

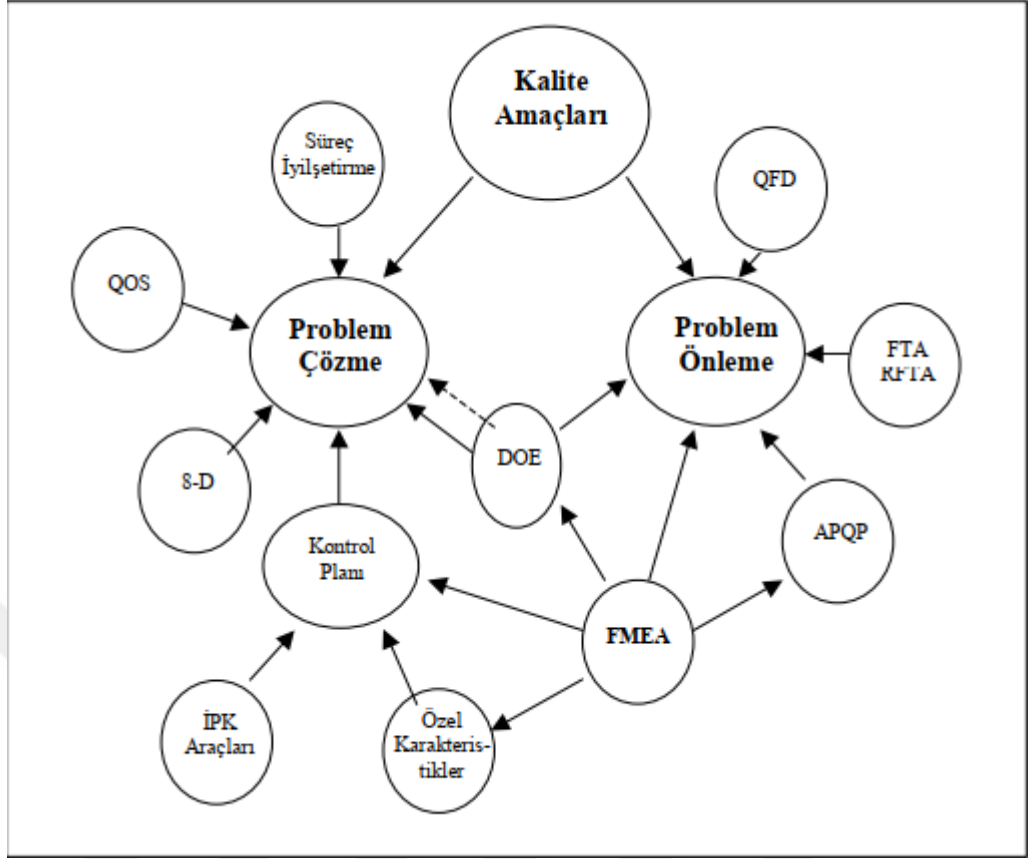
1980'li yılların başından itibaren kalite alanındaki araştırmalar, üretim sürecinin, sistemin veya ürün/hizmetin her aşamasında ortaya çıkan sorunları tespit eden ve ortadan kaldıran teknolojiler geliştirmeye odaklanmıştır.

Kalite iyileştirme, sürekli iyileştirme, geçmişteki sorunların farkında olmak ve gelecekte tekrar etmelerini önlemekle ilgilidir. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bu amaç için faydalı bir tekniktir. HTEA, ürün tasarımı veya süreçlerini iyileştirmek ve yorumlamak için kullanılabilen nicel bir yöntemdir.

Bu özelliklerinden dolayı HTEA, tam kalite kontrolünde önemli bir yer tutmaktadır. Komple kalite kontrol, yüksek kaliteli üretimi hedeflemektedir. Burada kontrol etmek önemlidir, ancak kontrolü ile bir hata tespit edilmesi istenen başarıyı sağlamaz. Bunun yerine, hatasının nedenini araştırmalı, hatasının oluşmasını önlemeli ve bütünlüğünü hedeflemelisiniz. Bu nedenle, HTEA teknolojisi tam kalite kontrolünde önemli bir rol oynar (Kasa ve Boran, 1993).

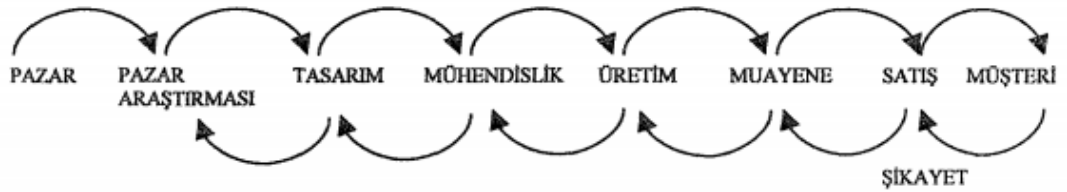
HTEA, kalite yönetim sisteminin de önemli bir parçasıdır. Şekil 3-3'de, tipik bir kalite sisteminde HTEA'nın yerini ve rolünü göstermektedir. Şekildeki bazı yöntemler ile HTEA arasındaki ilişki aşağıda açıklanmıştır.

Hata ağacı analizi (FTA), bir olayın olası etkilerinin grafiksel ve mantıksal bir birleşimini sağlar. FTA'lar, hataların nedenlerini ve potansiyelini araştırarak HTEA'yı incelemek için kullanılabilir (Stamatis,1995). Bir kontrol planı, bir üreticinin belirli bir ürün, süreç veya hizmet için kalite planlama faaliyetlerinin bir özetidir. Plan, müşteri için önemli olan ve özel dikkat gerektiren süreç parametrelerini ve tasarım özelliklerini listeler. HTEA ayrıca önemli ve önemli özellikleri tanımlar ve yönetim planlaması için başlangıç noktasıdır (Stamatis, 1995).



Şekil 3.3: Kalite Sistemi İçinde HTEA'nın Yeri (Aran,2006)

Toplam kalite anlayışını temelindeki 'ilk defada doğruyu yapmak' ilkesinin, klasik yönetim modelinden nasıl ayrıldığı şekil 3.4'de gösterilmektedir.

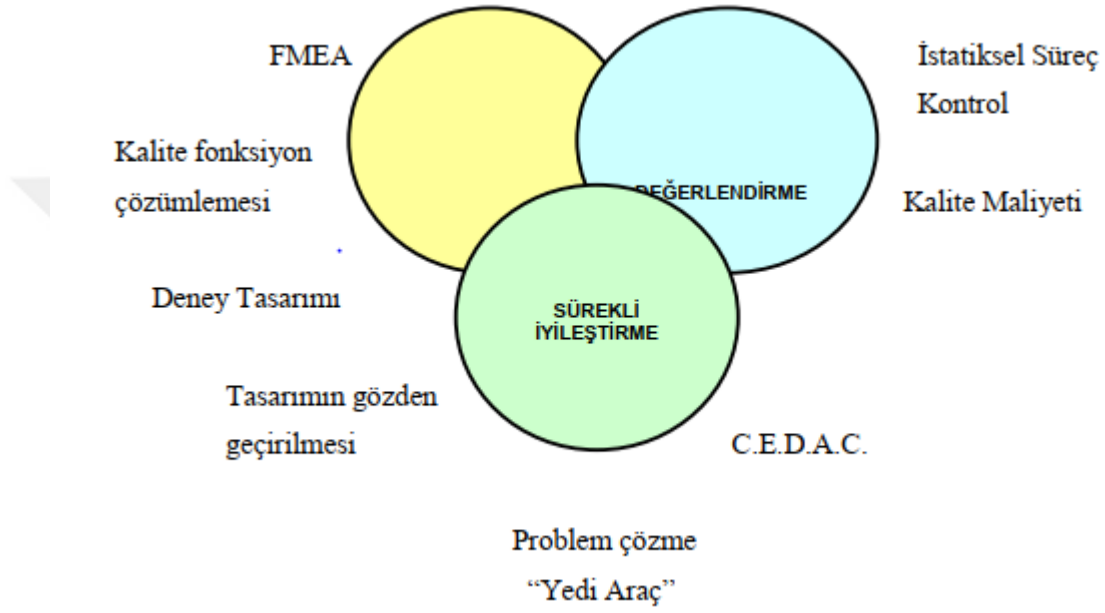


Şekil 3.4: Üretimde Klasik Anlayış Yaklaşımı (Kayabaşı,2004)

Klasik üretim sisteminde, pazar araştırması yapılarak elde edilen sonuçlar tasarım bölümüne iletilmekte, ön şekillendirmesi yapılan ürün teknik özelliklerin verilmesi için mühendislik bölümüne gönderilmektedir. Bir sonraki aşamada isteklere ve şartnamelere

göre tasarlanan ürünün üretimine geçilmektedir. Yapılan kontroller ile ürün belirlenmekte ve müşteriye sunulmaya hazır hale gelmektedir.

Müşteriden gelen şikâyet, ürün geliştirme yönünün tersine ilerledikçe çakışmalar ve gecikmeler yaratmaktadır. Bu anlamda reaktif olan kalite geliştirme yöntemi ile şikâyetlerin amacına ulaşması uzun zaman almakta ve bu sırada tüketici tatminsizliği oluşmaktadır. Şekil 3.5’de Toplam kalitenin üç bölgesi gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Toplam Kalitenin Üç Bölgesi (Duman,2001)

Bu şekil önleme, değerlendirme ve sürekli iyileştirmeyi göstermektedir. Bu unsurlar, liderlerin güçlendirilmesini ve her operasyonun bilimini oluşturmasını gerektiren HTEA yönetiminin anlayışını ve felsefesini, organizasyonunu, yöntemlerini ve sistemlerini içerir.

BÖLÜM 4. GRİ İLİŞKİ ANALİZİ

4.1. Gri İlişki Analizi

Gri ilişki analizi, 1982'de Deng Qiong tarafından önerilen gri ilişki analizine dayanmaktadır (Deng,1989). Gri ilişkinin amacı, belirsiz bilgiye sahip olmak veya hiçbir bilgiye sahip olmadan karar vermeyi kolaylaştırmaktır (Deng,1989). Gri ilişki analizinde yetersiz ve eksik bilgi gri bilgi veya gri eleman olarak tanımlanır. Gri İlişkisel Analizi tamamen beyaz bilgiye odaklı olup, siyah bilgiyi barındırmaz. Siyah ve beyaz bilgi arasındaki bilgi seviyesini belirlemektedir. Gri sistemde bilinen bilgilerin dışında bilinmeyen bilgiler de vardır. Sistemdeki iki öge veya iki alt sistem arasındaki ilişkinin bir ölçüsüne "gri ilişki" denir. Bu ölçüm, analiz edilen öğeler arasındaki benzerliği göstermektedir. İki eleman arasındaki değişim sürekli olduğunda, elde edilen değişiklikler aynı anda meydana gelirse; unsurlar arasındaki ilişki daha yüksektir, birlikte meydana gelmiyorsa ilişki düşüktür.

Literatüre bakıldığında Gri ilişkisel analizinin farklı birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. Havayolu ağlarının tasarımında (Hsu ve Wen, 2000), şirketlerin finansal verilerinin karşılaştırılmasında (Feng ve Wang,2000), Tayvan'da taşımacılık sektöründe (Tsai ve Ling,2009), Asya ülkelerinin turizmdeki rekabetinde, hisse senedi seçiminde, sigortacılık, lojistik vb. alanlarda sıklıkla kullanılmıştır.

Karaatlı çalışmasında, Türkiye'de turizm hareketliliğini içeren 2003-2014 yılları arasındaki performansı turizm geliri ziyaretçi sayısı, tesis sayısı, oda sayısı, yatak sayısı, toplam doluluk oranı (%), ortalama kalış süresi (gün), seyahat acente sayısı gibi ölçütler dikkate alınarak gri ilişki analizi hesaplanmıştır. Kriter ağırlıkları objektif şekilde değerlendirmişlerdir ve önemi en fazla olan ölçütlerin zamana bağlı olarak artan bir seyir izlediği görülmüştür. Bu bağlamda Gri İlişkisel Analiz Yönteminin sonuçlarına da kriter ağırlıkları önemli ölçüde etkileyerek Türkiye'nin turizm performansının zamana bağlı olarak artırdığı söylenilebilir.

Gri ilişki analizi, istatistik ve bulanık teori yöntemleri ile çözülemeyen problemler, sistemler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarıp analiz edilerek sistematik çözümler sağlayan bir karar verme yöntemidir (Liu ve Lin, 2006) .

Birçok endüstriyel sistem Gri İlişki Analizi' ni kullanarak süreçlerde belirsiz veya eksik olan bilgilerin üzerinde çalışma yapmaktadır.

Aşağıda tablo 4.1'de Siyah, beyaz ve gri bilgiler verilmiştir.

- “Siyah” bilinmeyen bilgi,
- “Gri” kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen bilgi,
- “Beyaz” tam bilinen bilgidir.

Tablo 4.1: Siyah, beyaz ve gri bilgiler (Liu ve Lin, 2006)

	Siyah	Gri	Beyaz
Bilgi	Bilinmiyor	Tam değil	Biliniyor
Görünüm	Koyu	Gri	Parlak
Süreç	Yeni	Eski yerine yeni	Eski
Özellik	Kaos	Karmaşık	Düzenli
Yöntem	Olumsuz	Geçiş	Olumlu
Tutum	Müsamaha içerir	Tolerans	Netlik
Çıkarım	Sonuç yok	Birden fazla çözüm	Tek çözüm

Gri İlişki Analizinde siyah ya da gri bilgiler beyazlaştırılmaya çalışılmaktadır. Gri ilişki analizinde iki veya daha fazla sistemde değişen ilişki ölçümlerini ifade etmektedir. Analiz sonucunda sistemler arası benzerlikler ve farklılıklar incelenmektedir. Genel olarak sistemler kurulurken sisteme etki eden faktörler ve bu faktörlerin birbirlerine olan bağımlılıkları üzerinden analizler yapılır. Faktörler arasında ilişkileri belirlemenin yanı sıra hangi faktörün öne çıktığının da önemi vardır. Örneğin regresyon analizi ile basit anlamda matematiksel yöntemler kullanarak sistem faktörleri üzerindeki etki oranları incelenir. Yine de bu ilişkiler aşağıdaki zayıf yönlere sahiptir (Hung,2003):

1. Güvenilir sonuçlar elde edebilmek için geniş kütledeki örneklerin kullanılmasına ihtiyaç olması
2. Mevcut verilerin bir takım tipik olasılık dağılımları göstermesinin istenmesi
3. Hesaplamaların bilgisayarlar aracılığıyla çok fazla yapılması
4. Bazen nicelik olarak yapılan analizlerin nitelik olarak yapılan analizlerle aynı sonuçlar içermemesi

Gri ilişki analizi bu zayıflıkların üstesinden gelerek bir sistemi oluşturan az sayıda ve eksik bilgilerden oluşan faktörler üzerine önemli bilgiler sunmaktadır. Bununla birlikte Gri ilişki analizi, belirsiz sistemlerin modellenmesi ve bilinmeyen bilgilerin tamamlanması üzerine analizler yaparak bir ilişki analizi yürütür (Chang,2003).

Basit bir hesaplama işlemi ve belirli hesaplama adımlarından oluşur.

4.2. Gri İlişki Analizi Uygulama Adımları

Gri İlişki Analizi, altı adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: Karşılaştırmalı Serilerin Saptanması

Oluşma olasılığı, tespit olasılığı ve hatanın ciddiyetine ilişkin m adet seri aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$X_i' = (X_i'(1), X_i'(2), \dots, X_i'(K)) \in X \dots \quad (4.1)$$

$i=1,2,m$

$X_i'(k)$, X_i' 'nin k. faktörünü gösterir. Eğer bütün bilgi serileri kıyaslanabilir ise, n bilgi serisi aşağıdaki matriste olduğu gibi tanımlanabilir.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1(1) & X_1(2) & \dots & X_1(k) \\ X_2(1) & X_2(2) & \dots & X_2(k) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_n(1) & X_n(2) & \dots & X_n(k) \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Farklı sebeplerden kaynaklı hataların ölçümü yapıldığında Gri ilişki analizinin ilk adımı tüm ölçütlerin aynı birime dönüştürülmesidir. Çok geniş değer aralıkları standartlaştırılarak veriler küçük bir aralığa çekilir. Verilerin normalleştirilmesinde en çok kullanılan yöntem lineer veri ön izlemidir. Burada dikkat edilmesi gereken “daha yüksek daha iyi”, “daha düşük daha iyi” ve “en ideal en iyi” ölçütlerinden hangisinin serinin özelliğini gösterdiğidir. Örneğin serideki noktaların küçük değerler olması istenen bir özellik ise lineer normalizasyonda küçük değer alan noktalar normalizasyonda “1” e yakın değerler alırken, büyük değer alan noktalar “0” ‘a yakın değerler alacaktır.

2. Adım: Standart (Referans) Serilerin Belirlenmesi

İki seri arasındaki ilişki derecesi olarak tanımlanabilir, bu yüzden standart seriler olarak adlandırılan amaç serileri $X_i' = X_{0(1)}, X_{0(2)}, \dots, X_{0(K)}$ Olarak tanımlanmaktadır (Girginer ve diğerleri, 2014).

$$X_i' = X_{0(1)}, X_{0(2)}, \dots, X_{0(K)} \quad (4.3)$$

3. Adım: Karşılaştırmalı Seriler ve Standart Seriler Arasındaki Farklılığın Elde Edilmesi
Karar faktörleri puanı ve standart seriler modeli arasındaki farklılık bulanık ilişki derecesini ortaya çıkarmaktadır.

4. Adım: Gri İlişki Katsayısının Hesaplanması

İlişki katsayısını hesaplamak için, hata türünün her üç risk faktörü, standart serilerle karşılaştırılır ve ilişki katsayısı aşağıdaki formülle açıklanır;

$$\gamma = X_{0(k)}, X_{i(k)} = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0j(k)} + \zeta \Delta_{max}} \quad (4.4)$$

Burada $j=1, m$ ve $k=1, n$

$X_{0(k)}$, ; standart seriler

$X_{j(k)}$, ; karşılaştırmalı seriler

$$\Delta_{min} = \left\| X_0(k) - X_j(k) \right\|$$

$$\Delta_{max} = \left\| X_0(k) - X_j(k) \right\|$$

$\zeta \in (0,1)$ arasındaki belirleyici bir katsayıdır. Bu katsayının amacı Δ_{0j} ve Δ_{max} arasındaki farkı ayarlamaktır. Çalışmalar ζ değerinin gri ilişkisel derece sonrası oluşacak sıralamayı etkilemediğini göstermektedir. Maksimum değer ilişki katsayısına etkisini azaltmak amacıyla, genellikle bu katsayı $\zeta = 0,5$ olarak alınmaktadır (Deng,1989).

5. Adım: Gri İlişki Derecesinin Belirlenmesi

Gri ilişki derecesi, karşılaştırmalı seriler ile standart (referans) seri arasındaki geometrik benzerliğin bir ölçüsüdür. İlişki derecesinin büyüklüğü, karşılaştırmalı ve standart seri arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Eğer karşılaştırılan iki seri birbirinin aynı ise, gri ilişki derecesi 1 olarak bulunur. Gri ilişkisel derece, karşılaştırılan serinin standart (referans) seriye ne kadar benzer olduğunu göstermektedir (Deng,1989).

$$\tau(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k:1}^n \gamma_{X_{0(k)}, X_{i(k)}} \quad (4.5)$$

n ; karar faktör sayısıdır.

Eğer her bir kriterin ağırlıkları verildiyse, kriterin gri ilişki katsayısı ile kriterin önem derecesine ilişkin ağırlık değeri çarpılarak gri ilişki derecesi bulunabilir.

$$\tau(x_0, x_i) = \sum_{k:1}^n \gamma_{X_{0(k)}, X_{i(k)}} \cdot W_i(k) \quad (4.6)$$

Burada $W_i(k)$; faktörlerin ağırlıklandırma katsayısı ve $\sum_{k:1}^n W(k) = 1$

6. Adım: Risk Önceliğinin Sıralanması

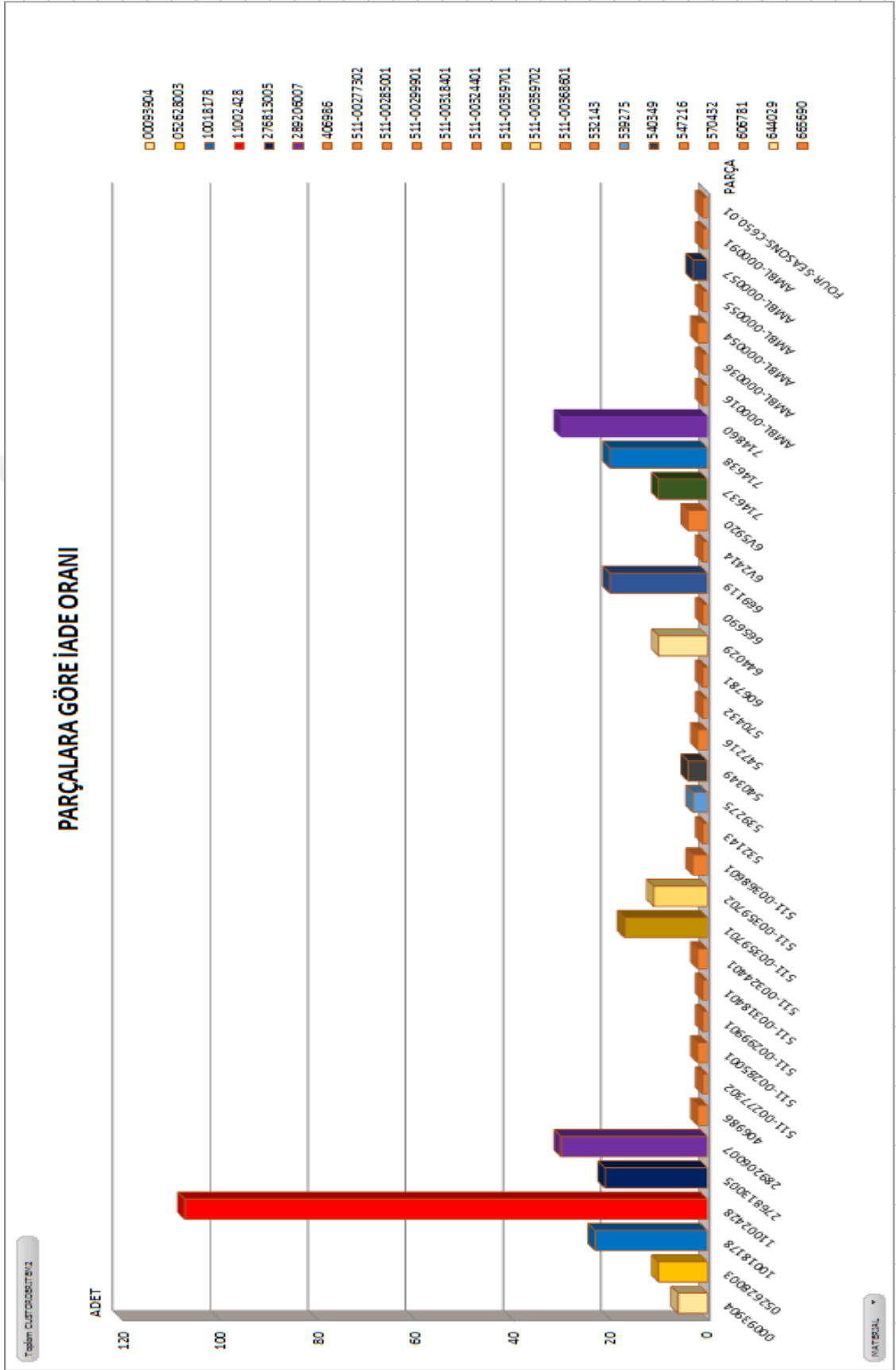
Karar verme problemlerinde standart (referans) seri ideal seri olarak seçildiğinde, karşılaştırması yapılacak faktör serilerinin referans seriye göre hesaplanacak gri ilişkisel derecesi kriterleri yakalama seviyesinin bir göstergesi olacaktır. Diğer bir ifadeyle gri ilişkisel derecesi en yüksek olan faktör serisi (alternatif) karar verme probleminde en iyi karar alternatifini gösterecektir.

BÖLÜM 5. OTOMOTİV YAN SANAYİDE GRİ HTEA UYGULAMASI

5.1. Parça tanımı, Özellikleri ve İş Akış Planı

Talaşlı imalat üretimi yapılan firmada örnek olarak seçilen parça en çok iade gelen mekanik salmastra parçasıdır. Aşağıda iade gelen parçalar Şekil 5.1’de gösterilmiş 107 adet iade gelen parçadır.

Mekanik salmastra, basitçe, dönen bir şaftın sabit bir mahfazadan geçtiği veya bazen mahfazanın şaft etrafında döndüğü bir kap (tipik olarak pompalar, karıştırıcılar, vb.) içinde sıvıyı içeren parçadır. Bir merkezkaç pompanın sızdırmazlığını sağlarken, büyük hacimli basınçlı sıvının kaçmasına izin vermeden dönen bir şaftın pompanın 'ıslak' alanına girmesini engeller. Salmastra, sıvıların ve gazların çevreye kaçmasını önlemek için dünya çapında çok çeşitli pompalarda ve döner ekipmanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 5.1: Müşteriden Gelen İade Oranları

Mekanik salmastra malzemesi 42CrMo4'dür. 42CrMo4 ıslah çeliği, sahip olduğu alaşımı itibariyle yüksek miktarda karbon içerir. Bu durumda ise sertleşmeye elverişli bir yapı elde eder. Islah işleminin sonunda ise belirli yüklerin altında yüksek tokluk özelliği gösterir. İndüksiyon edilebilirliği de oldukça iyi olan 42CrMo4 çeliğini kısaca son derece dayanıklı ve kaliteli bir malzeme olarak ifade edebiliriz. 42CrMo4 çelik grubunda çokça tercih edilen ve bugün çeşitli sektörlerde karşımıza çıkan bir malzemedir. Buna bağlı olarak da üretimi oldukça yüksek olan malzemedir. Kullanım alanlarına şöyle hızlıca bir göz atacak olursak ise 42CrMo4 çeliğin önemini biraz daha net bir şekilde görebiliriz. Mekanik salmastra 'da Sertlik değeri 32-38 HRC olarak istenmektedir. Mekanik salmastra malzemesi 42CrMo4 malzeme özellikleri aşağıdaki gibidir. Tablo 5.1'de kimyasal kompozisyon tanımlanmıştır.

Tablo 5.1: Kimyasal kompozisyon (Çelik ve Gavgalı, 1998).

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.38 - 0.45	max 0,4	0.6 - 0,9	max 0.025	max 0.035	0.9 - 1,2	0.15 - 0,3

Krom, karbür oluşturu element olduğundan takım çeliklerinde karbon ile birlikte aşınma direncini artırırken, yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılan çeliklerde, sürtünme direncini artırır (Çelik ve Gavgalı, 1998).

Molibden, mukavemet, sertlik, aşınma direnci ve tokluğu artırırken, temper gevrekliğini azaltır. Az miktarda molibden ilavesi ile kalın parçalarda üniform sertlik ve mukavemet artışı sağlanır. Tablo 5.2'de mekanik kompozisyon tanımlanmıştır.

Tablo 5.2: Mekanik kompozisyon (Çelik ve Gavgalı, 1998)

Nominal çap (mm):	16'ya kadar	16-40	40-100	100-160	160-250	250-330	330-660
Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ QT)	1100-1300	1000-1200	900-1100	800-950	750-900	700	600
Nominal kalınlık (mm):	0,3 – 3						
Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ A)	620						
Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ AC)	630						
Nominal kalınlık (mm):	8'e kadar	Ağu.20	20-50	50-80			
Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ QT)	1100	1000	900	800			
Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ C)	720						

Tablo 5.2: (Devamı) Mekanik kompozisyon (Çelik ve Gavgalı, 1998)

Rm - Çekme mukavemeti (MPa) (+ LC)	670					
Nominal çap (mm): veya yassı ürün kalınlığı için: 16'ya kadar		16-40	40-100	100-160	160 - 330	330-660
Re - Üst akma mukavemeti veya R p0.2 -% 0.2 geçirmezlik mukavemeti (MPa) (+ QT)	900	750	650	500-550	460-500	390
Nominal kalınlık (mm): R p0.2 % 0.2 geçirmezlik mukavemeti (MPa) (+ A)	0,3 - 3					
	480					

İslah çeliklerinde sertleşme birliktelik özelliklerinin yanında, yüksek dayanım ve süneklik de istenir. Yeterli seviyede sertlik elde edilebilmesi için, ıslah çelikleri diğerlerine nispeten yüksek karbon içerirler. Kalın kesitli parçalar için sertlik derinliğinin en önemli kriter olması sebebiyle, bu parçalar alaşımlı ıslah çeliklerinden imal edilirler (Brooks,1996).

İslah çeliklerinin seçiminde, parça boyutları ve dayanım değerleri ön plandadır. Alaşımsız ıslah çelikleri ancak küçük kesitli parçalarda verimli olabilir. Kalın kesitli parçalar için, sertlik dağılımının homojen olması, çeliğin alaşımlı olmasına bağlıdır. Sertlik dağılımının, malzeme alaşımlarına göre değişimleri Jominy testi sonuçları ile gözlenebilir. Jominy testi basit bir ifade ile; sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılan çubuk şeklinde bir malzemenin sadece bir ucundan soğutulmasıyla soğutulan uca olan mesafelerdeki sertleşme değerlerini ifade eder. Tablo 5.3'de ısıtım bilgileri verilmiştir.

Tablo 5.3: 42CrMo4 Isıl İşlem Bilgileri (Brooks,1996)

ISIL İŞLEM BİLGİLERİ								
Sıcak Şekillendirme Sıcaklığı (°C)	Yumuşatma Tavlama Sıcaklığı(°C)	Yumuşak Tavlama Sertlik > HB	Tavlama Sıcaklığı (°C)	Sertleştirme Soğutma Ortamı Sıcaklık	Su	Yağ	Meneviş Sıcaklığı (°C)	Sertlik (HRc)
850 - 1050							500 – 520	36 – 38
				(°C)	820 – 850	830 – 860	470 – 500	38 – 40
	680 – 750	241	840 – 880				440 – 470	40 – 42
							430 – 450	42 – 44
							420 – 440	44 – 46
				Sertlik (HRc)	54 – 56	54 – 56	380 – 420	46 – 48
							340 – 380	48 – 50
							320 – 340	50 – 52

4140 (42CrMo4) çeliğinin ısıtım işlemleri sonrasında;

- Isıl işlem metotlarının hepsinde artan bor oranı (17 ppm) ile birlikte mikro sertlik değerleri de artmış ve 32 ppm' de mikro sertlik değerleri düşmüştür.
- Isıl işlem metotlarından buzlu suda soğutma esnasında bor olmayan numunelerde mikro çatlaklar oluşurken, bor içeren numunelerde çatlak oluşmamıştır.
- Tüm numunelerde fırında ve açık havada soğutmalarda ferritik ve perlitik yapı açık bir şekilde görülmektedir.
- Oda sıcaklığında soğutulan mikro alaşım bor içerikli numunelerde bor olmayan numuneye kıyasla daha küçük tane boyutu elde edilmiştir.
- Artan mikro alaşım bor miktarı artan soğuma hızı ile birlikte beynit fazı dönüşümünü hızlandırmıştır.



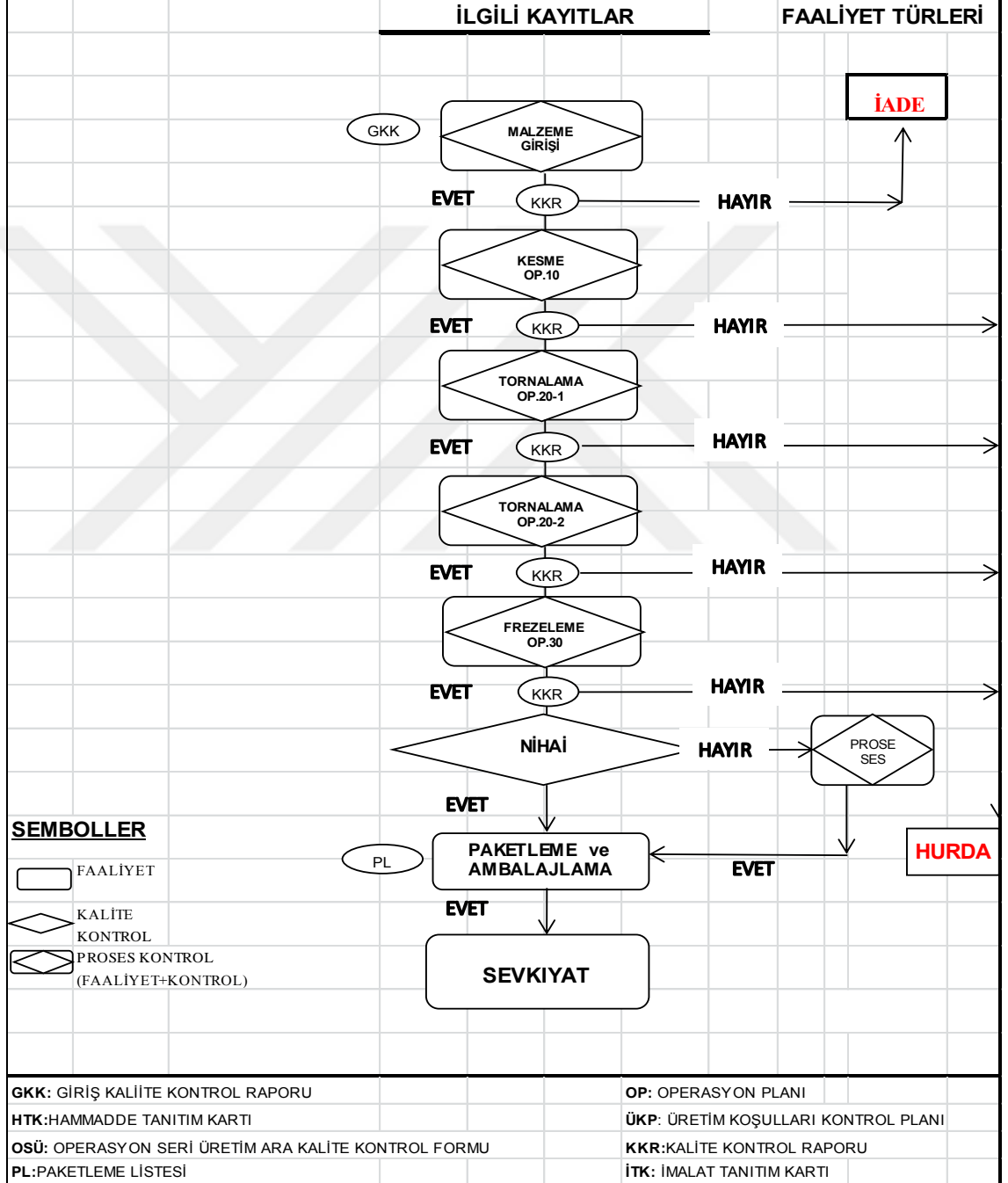
PARÇA İŞ AKIŞ DİYAGRAMI

PARÇA ADI: SEAL, GLAND SHAFT, WEAR-RING

PARÇA NO:

Parça Rev. No: 0

Rev. Tarihi:



Şekil 5.2: Mekanik Salmastra İş Akış Şeması

Mekanik salmastra parçasının iş akışı Şekil 5.5 'de verilmiştir. İlk olarak müşteriden gelen sipariş emirlerinin hızlı bir şekilde incelenip malzeme ihtiyaç planlaması yapılması ile başlamaktadır. Malzeme ihtiyacı incelendikten sonra malzeme sipariş isteği tedarikçiye gönderilmiştir ve malzeme alınmıştır.

- Malzeme alındıktan sonra ilk olarak Giriş Kalite Kontrol tarafından müşteri isteklerine uygun hammadde alınıp alınmadığına bakılmıştır. Teknik resimde verilmiş olan malzeme özellikleri kontrol edilerek teknik resme göre uygun hammadde olması durumunda malzeme uygun olarak kabul edilir. Eğer teknik resim şartlarını karşılamıyor ise tedarikçiye iadesi gerçekleştirilir.
- Üretime aktarılan her iş için üretim planlama sorumlusu tarafından bir iş kod numarasıyla form hazırlanır ve üretim operasyonları bu form üzerinde tanımlanır. Hazırlanan dosya üretime aktarılır
- İlk olarak kesme operasyonu gerçekleştirilir. Kesme operasyonu kontrol edilir onaylandıktan sonra kesme işlemi devam eder.
- Kesme işlemi dosyadaki âdete göre tamamlandıktan sonra 1. Torna operasyonu için kesilmiş olan malzemeler torna alanına çekilir. Mekanik salmastra parçasının 1. Operasyon ayarı yapılır ve parça işlenir. İşlenen parça kontrol edilip onaylandıktan sonra işlemeye devam edilir. Parça ölçülüp ölçüler teknik resme uygun işlenmemişse hurdaya ayrılır.
- Tornalama 1. Op işlemi dosyadaki âdete göre tamamlandıktan sonra 2. Tornalama işlemine geçilir. Mekanik salmastra parçasının 2.Torna Operasyon ayarı yapılır ve parça işlenir. İşlenen parça kontrol edilip onaylandıktan sonra işlemeye devam edilir. Parça ölçülüp ölçüler teknik resme uygun işlenmemişse hurdaya ayrılır.
- Tornalama 2. Op işlemi dosyadaki adete göre tamamlandıktan sonra Frezeleme Operasyonuna geçilir. Mekanik salmastra parçasının Freze Operasyon ayarı yapılır ve parça işlenir. İşlenen parça kontrol edilip onaylandıktan sonra işlemeye devam edilir. Parça ölçülüp ölçüler teknik resme uygun işlenmemişse hurdaya ayrılır.
- Nihai bitmiş parçalar kontrol edildikten sonra paketlenir. Paketlemesi bitmiş parçaların müşteriye sevki gerçekleştirilir.

5.2. Mekanik Salmastra HTEA Uygulaması

Üretimi yapılan mekanik salmastra parçasının HTEA çalışması aşağıdaki aşamalardan oluşmuştur

- HTEA uygulama kapsamı belirleme
- HTEA takımı oluşturma
- Hata Türlerinin Olası hata etkileri, nedenleri ve mevcut kontrolleri belirlenmesi
- Sıklık, önem ve saptama değerlerinin belirlenmesi ve RÖS değeri belirleme.
- RÖS değerlerine göre hata türlerinin önceliklendirilmesi ve alınacak önlemleri belirleme
- Karşılaştırmalı serilerin belirlenmesi
- Ağırlıklı gri katsayıların belirlenmesi

5.2.1. HTEA uygulama kapsamını belirleme

HTEA çalışması Proses HTEA olarak belirlenmiştir. Kapsam olarak iade gelen parçaların malzeme girişinden sevkiyata kadar, üretim iş akışında belirtilen ana operasyonlar, incelenecek ve firmanın genel iş akışındaki süreçler ele alınacaktır.

5.2.2. HTEA takımı oluşturma

Başlangıç olarak takım oluşturulmuştur. Takım üyeleri farklı bakış açılarının takımda hâkim olması hedeflenerek farklı bölümlerden seçilmeye çalışılmıştır. Takım üyeleri haricinde ihtiyaç dâhilinde işi yürüten ekiplerden personeller takıma dahil edilmiş ve süreç ile ilgili bilgi alınmıştır.

HTEA takımı aşağıdaki dört kişiden oluşturulmuştur:

- Kalite Kontrol Sorumlusu,
- İmalat Sorumlusu,
- Üretim Planlama Sorumlusu
- Kalite Sistemleri Sorumlusu,

5.2.3. Hata türlerinin olası hata etkileri, nedenleri ve mevcut kontrolleri belirlenmesi

Olası hataların türünü belirleme aşamasında öncelikle HTEA ile ilgili bir ön araştırma yapılmıştır. Ekip üyeleri ile beyin fırtınası teknikleri uygulayarak, hammadde, satın almadan sevkiyata kadar olan tüm süreçler incelenmiştir. İlk süreçten, mevcut ve olası hatanın türü tahmin edilmeye çalışılmıştır. İlk turda tüm ekip üyeleri ilgili süreçte ortaya çıkabilecek tüm hata türlerinin tahmini istenmiştir. Bulunan hata türü panoya yazılmıştır. İkinci turda ilgili sürece yazılan hatanın türü tüm ekip üyeleri tarafından onaylanmıştır ve hatanın türü belirlenmiştir.

Ekip üyeleri tarafından ilgili süreçte belirtilen olası hata türleri, HTEA formunda arka arkaya alt alta yazılmıştır. Olası hata türlerini tek tek sıralayarak, önce etkisi belirlenmiştir ve HTEA formuna kaydedilmiştir.

Ardından olası hata türlerinin nedeni belirlenmeye çalışılmıştır. Bu aşamada daha önce düzeltici faaliyet kayıtları, hurda kayıtları ve kılıçığı diyagramları kullanılmıştır. Olası hata türlerinin önlenmesi ve tespit edilmesi için mevcut kontroller tanımlanmış ve tabloda listelenmiştir. Bu aşamada bir kalite kontrol planı kullanılmıştır.

Olası hata etkileri, nedenleri ve mevcut kontrolleri HTEA formunda belirlenmiştir. HTEA Şekil A.1'de verilmiştir. Hata türlerinin belirlendikten sonra önem, meydana gelme ve keşfedilebilirlik değerleri her hata türü için belirlenmiştir. Belirlenen hata türleri eklerde verilmiştir. RÖS değeri 120'den büyük olan hata değerleri Tablo A.1'de HT1'den başlayarak HT35'e kadar verilmiştir.

5.2.4. Sıklık, önem ve keşfedilebilirlik değerlerinin belirlenmesi ve rös değeri hesaplama

Önem değeri değerlendirilirken Tablo 5.5'den yararlanılarak takım üyelerinden hem son müşteri üzerinde hem de üretimi etkileme açısından durumu değerlendirmeleri istenmiştir. Takım üyelerinin verdiği puanların en yüksek olanı alınarak HTEA tablosuna eklenmiştir.

Tablo 5.4: Önem Değerlendirme Tablosu (Wang,2003)

ETKİ	ÜRÜN/MÜŞTERİ ÜZERİNE ETKİLER	ÜRETİM/MONTAJ ETKİSİ	DEĞER
Uyarısız tehlike	Hatanın etkileri yasal düzenlemeleri ve araç gereksinimlerini uyarısız olarak etkiler.	Makine ve Montaj operatörünü uyarısız olarak tehlikeye düşürebilir.	10
Uyarılı tehlike	Hatanın etkileri yasal düzenlemeleri ve araç güvenliğini etkileyebilecek düzeydedir.	Makine ve montaj Operatörünü uyarılı olarak tehlikeye düşürebilir.	9
Çok yüksek tehlike	Alt sistem parçalarından dolayı, ürün verimli olarak çalışma fonksiyonlarını kaybeder.	Ürünün %100 ünün hurdaya ayrılması, hatın kapanması ve yeniden ayarlanması gerekir.	8
Yüksek tehlike	Alt sistem parçalarının fonksiyonlarını yerine getiremez, ürün performansında düşüşler yaşanır.	Ürünün bir kısmının hurdaya ayrılması gerekir. İlave işlemler ile sapmanın giderilmesi gereklidir.	7
Orta tehlike	Ürünün çalışmasını sağlayan alt sistem parçalarda müşteri rahatsız olur. Ürün performansı düşer.	Ürünün 100%ünden az bir kısmının yeniden üretilmesi ve ek işlemler yapılarak kontrolü gerekir.	6
Düşük tehlike	Ürün çalışabilir ancak konfor ve uygunluk açısından çalışmaz. Müşteri memnun edilememiştir.	Ürünün %100 ünün yeniden işlenmesi gerekebilir.	5
Çok düşük tehlike	Uyum ve çalışma uygun değildir. Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir. (%75 ten fazla)	Ürünün ayıklanması ve bir kısmının (%100 den az) yeniden işlenmesi gerekebilir.	4
Önemsiz tehlike	Uyum ve çalışma uygun değildir. Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir. (%50 den fazla)	Ürünün bir kısmının (%100 den az) yeniden işlenmesi gerekebilir.	3
Çok önemsiz tehlike	Uyum ve çalışma uygun değildir. Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir. (%25 ten fazla)	Ürünün bir kısmının (%100 den az) yeniden işlenmesi gerekebilir.	2
Tehlike yok	Belirli bir etkisi yok.	Proses veya Operatör üzerine etkisi yoktur.	1

Ortaya çıkma olasılığı 1 olan değer en düşük olasılığı, 10 ise en yüksek olasılığı göstermektedir (Tablo5.6).

Tablo 5.5: Talaşlı imalat işletmesi sıklık değerlendirme tablosu (Stamatis,1995)

HATA OLASILIĞI	HATANIN ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI (OLAYLAR, HATALAR/ÜRETİM ADEDİ)	DEĞER
Çok Yüksek	1.000 Parçada 100 / 10 parçada 1 parçadan az hata	10
Devamlı hatalar	1.000 Parçada 50 / 20 parçada 1 hata	9
Yüksek	1.000 Parçada 20 / 50 parçada 1 hata	8
Sık sık meydana gelen hatalar	1.000 Parçada 10 / 100 parçada 1 hata (10.000 ppm)	7
Orta	1.000 Parçada 2 / 500 parçada 1 hata (2.000 ppm)	6
Ara sıra meydana gelen hatalar	1.000 Parçada 0,5 / 2000 parçada 1 hata (500 ppm)	5
Düşük	1.000 Parçada 0,1 / 10.000 parçada 1 hata (100 ppm)	4
Nadiren meydana gelen hatalar	1.000 Parçada 0,01 / 100.000 parçada 1 hata (10 ppm)	3
Çok Düşük	1.000 Parçada 0,001 / 1.000.000 hata 1 hata (1 ppm)	2
	Önleyici kontrollerle hata olasılığı yok	1

Tablo 5.6: Talaşlı imalat işletmesi Keşfede bilirlilik Değerlendirme Tablosu (Wang,2003)

KEŞFEDE BİLİRLİK(Saptama)	ÖLÇÜT	PROSES KONTROLLERİ İLE SAPTANABİLME OLASILIĞI	DEĞER
Neredeyse İmkânsız	Hiçbir yakalama şansı yok	Hiçbir güncel proses kontrolü mevcut değil Hiçbir saptama analizi yapılamaz	10
Çok Uzak	Kontroller büyük olasılıkla yakalayamaz	Hata kolayca saptanamaz, tesadüfi denetimlerle yakalanabilir.	9
Uzak	Düşükte olsa yakalama şansı var	Operatör tarafından, görme, duyma, dokunma, koklama (Beş duyu) gibi kontrollerle, uzakta olsa yakalama şansı vardır.	8
Çok Düşük	Yakalama şansı var	Beş duyuya ilave olarak, ölçme yöntemleri ve master kontrolleri ile saptama şansı vardır.	7
Düşük	Kontrollerle saptanabilir	Operatörün uyguladığı ölçme yöntemleri ve master kontrolleri ile saptama şansı vardır.	6
Orta	Kontrollerle saptanabilir	Tezgâh ayarlama sonrası kontrollerle ve yapılan periyodik kontrollerle saptama şansı vardır.	5
Ortanın Üzerinde	Kontrollerin hatayı saptama olasılığı yüksek	Otomatik kontroller ve hatayı engelleyici uyarıcı sistemler ile saptanabilme şansı vardır.	4
Yüksek	Kontrollerin hatayı saptama olasılığı çok yüksek	Tüm hataları iş istasyonunda saptayan ve sonraki operasyona sevkine müsaade etmeyen kontroller ile yakalanır.	3
Çok Yüksek	Kontrollerle neredeyse tamamı saptanır	Hatalı üretimi engelleyecek otomatik kontroller ile hatanın, iş istasyonunda bulunarak otomatik olarak ayarlama yapan sistemler	2
Neredeyse Kesin	Kontrollerle tamamı saptanır	Hatalı üretimi engelleyecek fikstür, makine ve parçaların tasarlanması ile parçaya özel işleme hattı tasarımı yapılması	1

Belirlenen hata türlerine göre keşfedile bilirlilik değerleri için Tablo 5.7'den yararlanılmıştır.

Tablo 5.8'de; Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedile bilirlilik (K)değerlerini ölçmek için 10 temel puan kullanıldığı gösterilmiştir.

Tablo 5.7: Hata türleri ve Klasik HTEA RÖS değerleri

Hata Türü Kodu	Ö	O	K	Klasik RÖS Puanı
HT 1	5	7	5	175
HT 2	8	8	5	320
HT 3	6	6	5	180
HT 4	6	7	5	210

Tablo 5.7: (Devamı) Hata türleri ve Klasik HTEA RÖS değerleri

HT 5	6	7	5	210
HT 6	9	7	5	315
HT 7	8	7	5	280
HT 8	5	5	5	125
HT 9	6	7	3	126
HT 10	6	6	4	144
HT 11	6	6	4	144
HT 12	6	5	5	150
HT 13	6	5	5	150
HT 14	6	7	5	210
HT 15	6	7	5	210
HT 16	6	7	5	210
HT 17	8	7	5	280
HT 18	8	7	5	280
HT 19	6	6	5	180
HT 20	8	7	5	280
HT 21	8	7	5	280
HT 22	6	7	5	210
HT 23	7	6	4	168
HT 24	6	7	5	210
HT 25	6	7	5	210
HT 26	6	7	5	210
HT 27	6	7	5	210
HT 28	6	7	5	210
HT 29	6	7	5	210
HT 30	6	7	5	210
HT 31	6	7	5	210
HT 32	6	7	5	210
HT 33	6	7	5	210
HT 34	6	7	5	210
HT 35	8	8	5	320

5.3. Önem, Sıklık ve Saptama Değerlerinin Belirlenmesi

Talaşlı imalat işletmesi sıklık değerlendirme Tablo 5.8’de verilmiştir.

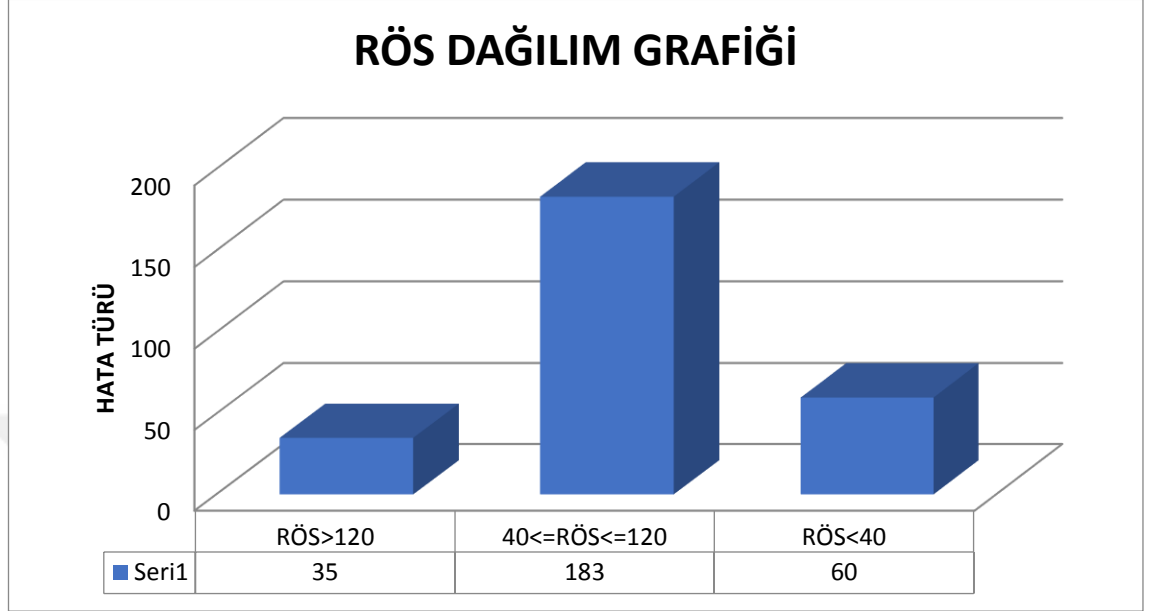
Talaşlı imalat işletmesi aşağıdaki RÖS değerlendirme ölçütlerini kullanmaktadır.

- RÖS < 40 ise önlem almaya gerek yoktur.
- 40 <= RÖS <= 120 önlem alınmasında fayda vardır.
- RÖS > 120 ise mutlaka önlem almak gerekir.

5.4. RÖS Değerlerine Göre Önlem Alınacak Hata Türlerinin Belirlenmesi

Toplamda belirlenen 278 adet hata türü üzerinde yapılan çalışmalarda 60 adet hata türünün 40 puanın altında olduğu 183 adet hata türünün 40 ile 120 puan aralığında olduğu,

35 adet hata türünün ise 120 puanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Şekil 5.6’da RÖS dağılım grafiği verilmiştir.



Şekil 5.3: RÖS Dağılım Grafiği

RÖS değeri 120 puanın üzerinde olduğu tespit edilen 35 hata için denklem 7’de bulunan fark matrisi elde edilir.

5.4.1. Karşılaştırmalı serileri belirleme

X1(1)	X1(2)	X1(3)		5	7	5
X2(1)	X2(2)	X2(3)		8	8	5
X3(1)	X3(2)	X3(3)		6	6	5
X4(1)	X4(2)	X4(3)		6	7	5
X5(1)	X5(2)	X5(3)		6	7	5
X6(1)	X6(2)	X6(3)		9	7	5
X7(1)	X7(2)	X7(3)		8	7	5
X8(1)	X8(2)	X8(3)		5	5	5
X9(1)	X9(2)	X9(3)		6	7	3
X10(1)	X10(2)	X10(3)		6	6	4
X11(1)	X11(2)	X11(3)		6	6	4
X12(1)	X12(2)	X12(3)		6	5	5
X13(1)	X13(2)	X13(3)		6	5	5
X14(1)	X14(2)	X14(3)		6	7	5
X15(1)	X15(2)	X15(3)		6	7	5
X16(1)	X16(2)	X16(3)		6	7	5
X17(1)	X17(2)	X17(3)		8	7	5
X18(1)	X18(2)	X18(3)		8	7	5
X19(1)	X19(2)	X19(3)	=	6	6	5
X20(1)	X20(2)	X20(3)		8	7	5
X21(1)	X21(2)	X21(3)		8	7	5
X22(1)	X22(2)	X22(3)		6	7	5
X23(1)	X23(2)	X23(3)		7	6	4
X24(1)	X24(2)	X24(3)		6	7	5
X25(1)	X25(2)	X25(3)		6	7	5
X26(1)	X26(2)	X26(3)		6	7	5
X27(1)	X27(2)	X27(3)		6	7	5
X28(1)	X28(2)	X28(3)		6	7	5
X29(1)	X29(2)	X29(3)		6	7	5
X30(1)	X30(2)	X30(3)		6	7	5
X31(1)	X31(2)	X31(3)		6	7	5
X32(1)	X32(2)	X32(3)		6	7	5
X33(1)	X33(2)	X33(3)		6	7	5
X34(1)	X34(2)	X34(3)		6	7	5
X35(1)	X35(2)	X35(3)		8	8	5

Denklem 7’de verilmiş olan \ddot{O} , O ve K değerleri kullanılarak referans matrisi oluşturulmuştur. Bu matris değerleri kullanılarak fark matrisi oluşturulmuştur ve Gri Ağırlık Katsayıları hesaplanmıştır.

5.5. Gri ilişki katsayıları

$\Delta 1(1)$	$\Delta 1(2)$	$\Delta 1(3)$		4	6	4
$\Delta 2(1)$	$\Delta 2(2)$	$\Delta 2(3)$		7	7	4
$\Delta 3(1)$	$\Delta 3(2)$	$\Delta 3(3)$		5	5	4
$\Delta 4(1)$	$\Delta 4(2)$	$\Delta 4(3)$		5	6	4
$\Delta 5(1)$	$\Delta 5(2)$	$\Delta 5(3)$		5	6	4
$\Delta 6(1)$	$\Delta 6(2)$	$\Delta 6(3)$		8	6	4
$\Delta 7(1)$	$\Delta 7(2)$	$\Delta 7(3)$		7	6	4
$\Delta 8(1)$	$\Delta 8(2)$	$\Delta 8(3)$		4	4	4
$\Delta 9(1)$	$\Delta 9(2)$	$\Delta 9(3)$		5	6	2
$\Delta 10(1)$	$\Delta 10(2)$	$\Delta 10(3)$		5	5	3
$\Delta 11(1)$	$\Delta 11(2)$	$\Delta 11(3)$		5	5	3
$\Delta 12(1)$	$\Delta 12(2)$	$\Delta 12(3)$		5	4	4
$\Delta 13(1)$	$\Delta 13(2)$	$\Delta 13(3)$		5	4	4
$\Delta 14(1)$	$\Delta 14(2)$	$\Delta 14(3)$		5	6	4
$\Delta 15(1)$	$\Delta 15(2)$	$\Delta 15(3)$		5	6	4
$\Delta 16(1)$	$\Delta 16(2)$	$\Delta 16(3)$		5	6	4
$\Delta 17(1)$	$\Delta 17(2)$	$\Delta 17(3)$		7	6	4
$\Delta 18(1)$	$\Delta 18(2)$	$\Delta 18(3)$		7	6	4
$\Delta 19(1)$	$\Delta 19(2)$	$\Delta 19(3)$	=	5	5	4
$\Delta 20(1)$	$\Delta 20(2)$	$\Delta 20(3)$		7	6	4
$\Delta 21(1)$	$\Delta 21(2)$	$\Delta 21(3)$		7	6	4
$\Delta 22(1)$	$\Delta 22(2)$	$\Delta 22(3)$		5	6	4
$\Delta 23(1)$	$\Delta 23(2)$	$\Delta 23(3)$		5	6	4
$\Delta 24(1)$	$\Delta 24(2)$	$\Delta 24(3)$		5	6	4
$\Delta 25(1)$	$\Delta 25(2)$	$\Delta 25(3)$		5	6	4
$\Delta 26(1)$	$\Delta 26(2)$	$\Delta 26(3)$		5	6	4
$\Delta 27(1)$	$\Delta 27(2)$	$\Delta 27(3)$		5	6	4
$\Delta 28(1)$	$\Delta 28(2)$	$\Delta 28(3)$		5	6	4
$\Delta 29(1)$	$\Delta 29(2)$	$\Delta 29(3)$		5	6	4
$\Delta 30(1)$	$\Delta 30(2)$	$\Delta 30(3)$		5	6	4
$\Delta 31(1)$	$\Delta 31(2)$	$\Delta 31(3)$		5	6	4
$\Delta 32(1)$	$\Delta 32(2)$	$\Delta 32(3)$		5	6	4
$\Delta 33(1)$	$\Delta 33(2)$	$\Delta 33(3)$		5	6	4
$\Delta 34(1)$	$\Delta 34(2)$	$\Delta 34(3)$		5	6	4
$\Delta 35(1)$	$\Delta 35(2)$	$\Delta 35(3)$		7	7	4

Fark matrisi değerlerine göre $\Delta_{min} = 0$, $\Delta_{max} = 9$ olarak belirlenmiştir. Belirleyicilik katsayısı (ζ) ise 0,5 olarak kabul edilmiştir. Fark matrisinden alınan değerlerden gri ilişki katsayıları hesaplanmıştır $\Delta 1(1)$ değeri için gri ilişki katsayısı aşağıdaki formülde hesaplanışı gösterilmiştir. Bu işlem fark matrisindeki her değer için tekrarlanmıştır.

$$\gamma = X_{0(k)}, X_{i(k)} = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{0j}(k) + \zeta \Delta_{max}}$$

5.6. Gri ilişki derecesi

v1(1)	v1(2)	v1(3)	0,529411765	0,428571429	0,529411765
v2(1)	v2(2)	v2(3)	0,391304348	0,391304348	0,529411765
v3(1)	v3(2)	v3(3)	0,473684211	0,473684211	0,529411765
v4(1)	v4(2)	v4(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v5(1)	v5(2)	v5(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v6(1)	v6(2)	v6(3)	0,360044648	0,428571429	0,529411765
v7(1)	v7(2)	v7(3)	0,391304348	0,428571429	0,529411765
v8(1)	v8(2)	v8(3)	0,529411765	0,529411765	0,529411765
v9(1)	v9(2)	v9(3)	0,473684211	0,428571429	0,692307692
v10(1)	v10(2)	v10(3)	0,473684211	0,473684211	0,6
v11(1)	v11(2)	v11(3)	0,473684211	0,473684211	0,6
v12(1)	v12(2)	v12(3)	0,473684211	0,529411765	0,529411765
v13(1)	v13(2)	v13(3)	0,473684211	0,529411765	0,529411765
v14(1)	v14(2)	v14(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v15(1)	v15(2)	v15(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v16(1)	v16(2)	v16(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v17(1)	v17(2)	v17(3)	0,391304348	0,428571429	0,529411765
v18(1)	v18(2)	v18(3)	0,391304348	0,428571429	0,529411765
v19(1)	v19(2)	v19(3)	0,473684211	0,473684211	0,529411765
v20(1)	v20(2)	v20(3)	0,391304348	0,428571429	0,529411765
v21(1)	v21(2)	v21(3)	= 0,391304348	0,428571429	0,529411765
v22(1)	v22(2)	v22(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v23(1)	v23(2)	v23(3)	0,428571429	0,473684211	0,6
v24(1)	v24(2)	v24(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v25(1)	v25(2)	v25(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v26(1)	v26(2)	v26(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v27(1)	v27(2)	v27(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v28(1)	v28(2)	v28(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v29(1)	v29(2)	v29(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v30(1)	v30(2)	v30(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v31(1)	v31(2)	v31(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v32(1)	v32(2)	v32(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v33(1)	v33(2)	v33(3)	0,473684211	0,428571429	0,529411765
v34(1)	v34(2)	v34(3)	0,473684211	0,428571429	0,692307692
v35(1)	v35(2)	v35(3)	0,391304348	0,391304348	0,529411765

5.7. Ağırlıklı Gri İlişki Analizi Esaslı HTEA

Tablo 5.8: Gri-RÖS değerleri ve sıralaması

Sıra No:	Klasik RÖS Puanı	Öncelik Sırası	Gri-RÖS Puanı	Öncelik Sırası
HT 1	175	6	0,502663	6
HT 2	320	1	0,43734	1
HT 3	180	5	0,49226	5
HT 4	210	4	0,477222	4
HT 5	210	4	0,477222	4
HT 6	315	2	0,449763	2
HT 7	280	3	0,449763	3
HT 8	125	10	0,529412	10
HT 9	126	10	0,531521	10
HT 10	144	9	0,515789	9
HT 11	144	9	0,515789	9
HT 12	150	8	0,510836	8
HT 13	150	8	0,510836	8
HT 14	210	4	0,477222	4
HT 15	210	4	0,477222	4
HT 16	210	4	0,477222	4
HT 17	280	3	0,449763	3
HT 18	280	3	0,449763	3
HT 19	180	5	0,49226	5
HT 20	280	3	0,449763	2
HT 21	280	3	0,449763	3
HT 22	210	4	0,477222	4
HT 23	168	7	0,500752	7
HT 24	210	4	0,477222	4
HT 25	210	4	0,477222	4
HT 26	210	4	0,477222	4
HT 27	210	4	0,477222	4
HT 28	210	4	0,477222	4
HT 29	210	4	0,477222	4
HT 30	210	4	0,477222	4
HT 31	210	4	0,477222	4
HT 32	210	4	0,477222	4
HT 33	210	4	0,477222	4
HT 34	210	4	0,477222	4
HT 35	320	1	0,43734	1

Gri İlişki Analizi Tabanlı-HTEA (Gri-HTEA), Klasik-HTEA 'da farklı olarak ağırlık katsayısı kullanılmaktadır. Aynı risk önceliğini alan hatalar ağırlık etkisi ile farklı sıralara gelmiştir.

Gri HTEA örnekleri incelendiğinde risk öncelik sayılarının sıralamalarında ve önceliklendirme işlemlerinde Klasik-HTEA 'ya göre, önemli süreçlerin iyileştirilmesi bakımından önemli faydalar sağladığı ortaya konulmuştur (Tablo 5.10). Gri ilişki özelliklerine bakıldığında; kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen ya da tamamlanmamış bilgi

adı verilen karmaşık durumlar için belirli toleranslara sahip birden fazla çözüm önerilebildiği görülmektedir.

Önem (Ö), Ortaya Çıkma Olasılığı (O) ve Keşfedilebilirlik (K) ağırlıkları aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$F_{\dot{o}top} = \sum_{F_{\dot{o}:1}}^n F_{\dot{o}1} + F_{\dot{o}2} + \dots + F_{\dot{o}n} \quad (4.9)$$

$$F_{otop} = \sum_{F_{o:1}}^n F_{o1} + F_{o2} + \dots + F_{on} \quad (4.10)$$

$$F_{ktop} = \sum_{F_{k:1}}^n F_{k1} + F_{k2} + \dots + F_{kn} \quad (4.11)$$

$$F_{top} = F_{\dot{o}top} + F_{otop} + F_{ktop} \quad (4.12)$$

Risk faktörlerinin önem düzeyini ağırlıklandırmaları istendiğinde ise, problemlerin Ö, K ve O değerleri izafi olarak ağırlıklandırılacaktır. İzafi ağırlıklar aşağıdaki formüllerle bulunmaktadır (Deng,1989).

$$W_{\dot{o}} = \frac{F_{\dot{o}top}}{F_{top}} \quad W_o = \frac{F_{otop}}{F_{top}} \quad W_k = \frac{F_{ktop}}{F_{top}}$$

Ayrıca izafi ağırlıklar toplamı 1'e eşittir.

$$W_{\dot{o}} + W_o + W_k = 1$$

$$k=1nW=1$$

$$W_{\dot{o}}=225631=0,36 \quad W_o=236631=0,38 \quad W_k=170631=0,27$$

Son olarak her hata türüne ait gri ilişki derecesi hesaplanarak, risk öncelikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada ilk olarak, her üç risk faktörünün eşit ağırlığa sahip olduğu varsayımı altında, gri ilişki dereceleri denklem 5' den yararlanarak hesaplanmıştır (Girginer ve diğerleri, 2014).

$$\tau_{01}(1) = \frac{1}{3} \sum_{k:1} \gamma_{01}(1) + \gamma_{01}(2) + \gamma_{01}(3) = \frac{1}{3} (0.53 + 0.43 + 0.53) = 0.49$$

$$W_{\dot{o}} = 0,36 \quad W_o = 0,38 \quad W_k = 0,27$$

Ardından risk faktörlerinin farklı ağırlıklara sahip olduğu varsayımı altında gri ilişki derecesi değerleri denklem 6 'ya göre yeniden hesaplanmıştır. Bu varsayım ve kabul edilen ağırlıklar altında 1. hata türünün RÖS aşağıdaki gibi hesaplanıp tabloya eklenmiştir.

$$\tau_{01}(1) = 0,53*0,36+0,43*0,38+0,53*0,27=0,49$$

Tablo 5.9: Farklı Varsayımlar Altında Gerçekleştirilen Üç Modelin Karşılaştırılması

Sıra No	RÖS	Sıra No	Gri RÖS(Risk faktörleri eşit ağırlığa sahip)	Sıra No	Gri RÖS (Risk faktörleri farklı ağırlığa sahip)	Sıra No
HT 1	175	6	0,502663	6	0,492101	6
HT 2	320	1	0,43734	1	0,428593	1
HT 3	180	5	0,49226	5	0,488731	5
HT 4	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 5	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 6	315	2	0,4393277	2	0,428593	1
HT 7	280	3	0,449763	3	0,442382	3
HT 8	125	11	0,529412	11	0,529412	11
HT 9	126	10	0,531521	10	0,516021	10
HT 10	144	9	0,515789	9	0,507789	9
HT 11	144	9	0,515789	9	0,507789	9
HT 12	150	8	0,510836	8	0,50935	8
HT 13	150	8	0,510836	8	0,50935	8
HT 14	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 15	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 16	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 17	280	3	0,449763	3	0,442382	3
HT 18	280	3	0,449763	3	0,442382	3
HT 19	180	5	0,49226	5	0,488731	5
HT 20	280	3	0,449763	3	0,442382	3
HT 21	280	3	0,449763	3	0,442382	3
HT 22	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 23	168	7	0,502663	6	0,491549	6
HT 24	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 25	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 26	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 27	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 28	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 29	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 30	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 31	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 32	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 33	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 34	210	4	0,477222	4	0,472039	4
HT 35	320	1	0,43734	1	0,428593	1

Bu yöntem önem derecesi yüksek olan hatayı önem, olasılık, keşfedilebilirlik verilerine ağırlıklar verilerek hatayı öne çıkarmıştır. farklı değerlerde ağırlıklandırılabilmesi işletmelerin kısıtlı kaynaklarının doğru kullanımı açısından, önem düzeyi yüksek hata türlerinin düzeltilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu yöntemlerde ağırlıklandırmalar temelde öznel yargılara ve çalışmayı yapan uzmanların bilgi becerisine ya da maliyet dağılımlara göre yapılmaktadır. Bu durum risk öncelik sırasının belirlenmesinde

sakıncalıdır. Hata türlerinin birbirleri üzerinde oluşturacağı birikimli etkileri göz ardı etmektedir. Bu eksiklikleri gidermek amacıyla yeni yöntem önerilmiştir.

Tablo 5.11’de sonuçlar karşılaştırılırsa iki farklı varsayım altında gerçekleştirilen ağırlıklı gri ilişki analizi yaklaşımında diğer sıralamaların klasik RÖS uygulamasına göre değiştiğini söyleyebiliriz. HT23 klasik HTEA’da 7. sıradayken Gri-HTEA ve ağırlıklandırma işlemi sonrası 6. sıraya gelmiştir. HT6 Klasik-HTEA ve Gri-HTEA da önem düzeyi 2. sıradayken ağırlıklandırma işlemleri sonrasında önem derecesine göre 1. sıraya gelmiştir. Gri İlişki Analizi kullanılarak elde edilen önceliklendirme değerlerine göre problemlere çözümler uygulanmıştır.

Bu yöntem işletme içerisinde ortaya çıkacak ve/veya bir sonraki işlemde olacak hatalar için önceliklendirme sıralamasında daha düşük öncelik vermiştir. Buda bir sonraki işletme içerisindeki süreç aşamasında ortaya çıkacak ve çalışanlar tarafından otonam olarak düzeltilecek olan hataların önceliklendirmede geriye atılarak HTEA ekibinin zaman kaybı yaşamadan işletme için önemli olan hata türlerine yönelmeleri sağlamaktadır. Belirlenen hatalar incelendiğinde hataların %80 azaldığı müşteri siparişlerinde %50 artış olduğu gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Hata türleri ve etkilerinin analizi son yıllarda endüstriyel alanda giderek daha fazla uygulanmaktadır. Bu yöneme yönelik uygulamaların popüler olmasının en önemli nedeni, diğer yöntemlerde olduğu gibi sadece hatayı ortaya çıkarmakla kalmayıp aynı zamanda olmasını engelleyecek önlemleri de içermesidir. Bu sayede hatalar müşteriye ulaşmadan tespit edilip düzeltilerek olası problemlerin önüne geçilir. Bu çalışma, HTEA uygulama sürecini tanımlayarak, olası olumsuz yönleri de ortaya koymayı amaçlamaktadır. Gözlenen en önemli olumsuzluklar, kurumda HTEA altyapısının olmaması ile ilgiliydi. Bu durumda kişilerin tecrübe ve yargılarına dayanarak hüküm vermek sağlıklı sonuçlara yol açacaktır. Özellikle kalifiye kişiler şirketten ayrıldığında sorun daha da belirginleşir. HTEA teknolojisi, pazardaki şirketlerin düşük maliyetle güvenilir, yüksek kaliteli ürünler tasarlamasını ve üretmesini sağlar. Daha düşük işletme maliyetlerini yöneterek, kesintileri müşterilerinizi etkilemeden önce mümkün olduğunca kaynağında çözmeyi hedefler. Bu teknik, geliştirilmiş belge yapısı ile sürekli olarak güncellenebilir ve uygulayıcı için sürekli kalite iyileştirme ve müşteri memnuniyeti sağlar. Yalnızca başarılı HTEA'nın başarılı olacaktır. Bunu yapmak için üst yönetim desteğine ve çalışan isteklendirme gerektirmektedir.

Risklerin birbirinden farklı olduğu Klasik yöntemde aynı RÖS değerleri elde edilebilir. Bu durumda; önemli hata türlerinin ihmal edilmesine neden olabilir. Klasik yöntemin diğer eksik tarafı ise önem, olasılık ve keşfedilebilirlik arasındaki göreceli ilişkiyi ihmal edip aynı önem derecesini vermesidir. Klasik yöntemin eksiklerini kaldırmak için Gri İlişki analiz kullanılarak farklı risklere sahip hatalarda önem, olasılık ve keşfedilebilirlik faktörlerine ağırlıklar verilerek farklı sıralamalar vermesidir.

Bu çalışmada, hata işleme türlerine bakılmıştır. Karşılaşılan problemlerin Gri İlişki Analizi ve HTEA yaklaşımları ile önceliklendirilmesi çalışması yapılmıştır. Bu tür hataların etkisi ve nedenleri dikkate alınarak risk öncelik sayıları hesaplanmıştır ve bu tür

hataların müşteriye ulaşmadan tespit edilmesi için mevcut kontroller yapılmıştır. Bu değerlerden ikisi 120 ve üzeri kriterleri karşılıyor ve tercih edilecekleri belirlenmiştir.

Bu nedenle, 1. aşamada elde edilen olumlu sonuçların, HTEA 'nın şirketteki çalışmalarına olan güveni artırması muhtemeldir. Hatalara Klasik HTEA kullanılarak önceliklendirme çalışması yapılmış, daha sonra Gri İlişki kullanılarak HTEA uygulanmış, sıralama ve önemin değiştiği sonuçlar ile belirtilmiştir.

Ayrıca önerilen yeni yöntem, Klasik-HTEA ve Ağırlıklı Gri ilişkisel-HTEA' nın aksine müşteri memnuniyetini ilk sıraya almak yerine önemsiz gibi görünen ancak müşteri memnuniyetini etkileyen en önemli etmenlerden olan taşıma hatalarını ilk sıraya yerleştirmiştir. Bu çalışma önem derecesi yüksek olan hataları ağırlıklandırma sonrası öne çıkarmıştır.

İşletmeler açısından hataların birbirlerini etkilemesi durumunun araştırılmasının son derece önemli olduğu söylenebilir. Bu aynı zamanda işletmelerde zaman, kalite, emek, para ve müşteri kaybına neden olacak endüstriyel bir problem olarak ele alınmalıdır. Önerilen yeni yöntem ile bu dezavantajlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Yeni yöntem birikimli olarak hata türleri arasındaki ilişkileri ve birbirlerine olan etkileri belirlemiştir. Bu sayede ortaya daha nesnel bir risk önceliklendirme sırası çıkarmaktadır. Böylece, tez çalışması ile araştırmacılara, endüstri uygulayıcılarına ve bilimsel yazına katkılar sağlamıştır. Hatalar minimuma indirilmiştir ve bu çalışma sayesinde müşteri iade oranı azalmıştır.

KAYNAKLAR

- A Knowledge Based HTEA to Support Identification and Management of Vehicle Flexible Component Issues
- Akao, Y, 1990. Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design. Productivity Press, Cambridge, MA
- Akın, Besim, Erol, Vedat, Erol, Çetin, Canan, ‘‘Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi’’ , Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1998. Aktaş, S.,
- Bozkurt, R. ve N. Asil (1995), ‘‘Kalite Politikası Oluşturma Süreci’’, MPM Verimlilik Dergisi, Cilt 24, Sayı 3, Sayfa 32-33
- Brooks, C.R., Principles of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, USA, 36-480., 1996.
- Bureau Veritas, İstatistiksel proses kontrol eğitim notu, İzmir, 2007 CNH, attribute gage R&R effectiveness, 2007
- Ceylan, H, Başhelvacı ş. V. (2011, Haziran), ‘‘Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama’’, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, Cilt 3, Sayı 2, s: 27
- Chang, C. L, Wei, C. C. ve Lee, Y. H. (1999) ‘‘Failure Mode and Effect Analysis Using Fuzzy Method and Grey Theory’’, Kybernetes, 28(9):1072-1080
- Chang, R. I. (1993), Total *Quality Management Goes Nowhere*, Training and Development, January, p. 23-29
- Cohen, L. , ‘‘Quality Function Deployment: How to Make QFD Work For
- Colin S. Howat Ph.D, ‘‘Fault Tree Analysis’’ , Plant & Environmental Safety,2002
- Çiğdem, S. , ‘‘Hata Türü ve Etkileri Analizi’’, 2.b.,Çayırova :Koç Holding Yayını,1995.
- Çiğdem, Sabri, 2006. Standart belgelendirme HTEA eğitim notları, İstanbul
- DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, ‘‘Measurement System Analysis(MSA) ’’, 2002.

- DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, "Potential Failure Mode And Effects Analysis(HTEA) ", 2001.
- Dasgupta ve Pecht, "Material Failure Mechanisms and Damage Models", Jour.
- DEDE, S. (2012). "Toplam Kalite Yönetimi ve İnovasyon Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Analizi", Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Demir, H. "Üretim/ İşlemler Yönetimi", Beta Bas. Yay. Dag. A.Ş., Türkiye, 1994.
- Deng, J. , "Introduction To Grey System Theory" , J Grey Syst, 1989.
- Deutschman, A., Fast ,Company, önce kalite dergisi sayı:97, 40s., Ankara,2006
Dil, S., istatistiki operasyon kontrol, Ford otasan İnönü fabrikası, Eskişehir, 2003
- Dhillon, "Mechanical Reliability Theory, Models and Applications", AIAA, USA,1988.
- Doğan, Ü, "Kalite Yönetimi ve Kontrolü" , İstiklal Matbaası,Türkiye, 1991.
- Duman, E. (2001), Hata Türü Ve Etkileri Analizi, yayınlanmamış yüksek lisans tezi,İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Duman, E. , "Hata Türü ve Etkileri Analizi" , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,2001.
- Düzgüner, E. (2002), Ürün Geliştirme Sürecinde Önleyici Kalite Güvence: HTEA Metodu Ve Bu Metodun Bir Sanayi İşletmesindeki Uygulaması, yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Ege, kalmem kalibrasyon ve metrolji eğitim merkezi boyutsal kalibrasyon eğitim notları, İzmir, 2006
- Elginkan Vakfı, verimlilik artırma teknikleri, Manisa, 2006
- Elliott, J.B. (1998), Risk Analysis - Two Tools You Can Use to Assure Product Safety and
- Engin, O. ve İ. Kaya (2004), "Trafik Kazalarının Önlenmesinde Hata Türü ve Etkileri Analizi (HMEA) Modeli", Polis Bilimleri Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 1-2.
- EQOC, "European Organization For Quality Control" , Glossary, 3rd Edition,
- Erboz, Y., Kalite kontrol ve seri imalatta istatistiki proses kontrolü, yüksek lisans tezi (basılmamış), Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2002
- Erdem, Emre, M., 2004. Toplam Kalite Yönetimi ve Uygulamada Bir Örnek,
- Ergör, Dr. Alp, "Çevresel Ve Mesleksel Risk Değerlendirme" , DEÜTF Halk Sağlığı AD Ulusal Toksikoloji ve Klinik Toksikoloji Sempozyumu, Mayıs 2003 – İzmir

- Eureka, W. E. & Ryan, N. E., "Customizing Your House" , ASI Press, Irwin, NewYork, 1995.
- Faz, Elektrik Motor Makine Sanayi Kalite Güvence Müdürlüğü, 2007
- FIAT–00270, "Desing HTEA Faiulure Mode And Effects Anlysis" , ,1989
- FIAT–9.01102, " Quality Of Supplies" , 2003.
- Ford Otosan AŞ., IPK eğitim notları, Eskişehir, 1998
- Hata Türü ve Etkileri Analizi" , DEÜ Mühendislik Fakültesi Bitirme Tezi, İzmir, 1997
- Havacılık ve uzay teknolojileri dergisi temmuz 2004 cilt 1 sayı 4 (87-101)
- Huang, G.Q. (2000), Failure Mode And Effect Analysis (HTEA) Over The www, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 16 (8): 603-608.
- IEEE Transactions on Reliability 40(5):531-536, 1991.
- Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using HTEA Technique
- İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Fakültesi Yüksek Lisans Tezi Reliability, The Validation Consultant, Booth Scientific Inc., p.12.
- M. Dudek-Burlikowska, Application of HTEA method in enterprise focused on quality, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 45/1 (2011) 89-102.
- Optimization of structural parameters for elliptical cross-section spiral equal-channel extrusion dies based on grey theory Received 28 September 2011; revised 10 November 2011; accepted 12 December 2011 Available online 16 January 2013
- Rotterdam, 1972.
- Sema Bilici, Fuat Kosanoğlu , (2021), International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, Cilt 33, Sayı 1, 2021, 131 – 142
- The Application and Research of a New Combinatorial Analysis and Forecasting Method in Real Estate Area based on Grey System Theory and Multivariate Linear Regression
- The foundation of the grey matrix and the grey input–output analysis Received 28 November 2006; accepted 6 December 2006 Available online 26 January 2007
- WANG, Y.-M., CHIN, K.S., POON, G., YANG, J., Risk Evaluation In Failure Mode and Effect Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean, Expert System With Applications, Volume 36, pp. 1-13, 2009.

EKLER

EK A: Hata Türleri ve Etkileri Analizi Formu



HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																			
Kesim operasyonu:Op 10	28	±0,5	(+ Tolerans üstü olabilir	Parçanın tornalama operasyonunda ilave işçiliğe yol açar	6	Programa veri girişi yanlış	Resim ve program veri mukayesesi	4	İlk numune doğrulama	2	48								
			(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	6	Programa veri girişi yanlış	Resim ve program veri mukayesesi	4	İlk numune doğrulama	2	48								
			Testere körelmiştir	Takım ömrünü ve amper üst limitini makine programında tanımlama	2	Ekran göstergesinden takip. 6 amperin üstü otomatik duruş ile	1	12											
Torna alama	Ø42	-0.009 -0.025	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
			(-) Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	6	7	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme		3	4	5	60		
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
			Darbe	Müşteri de redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	8	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	320					HT2			

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornalama Operasyonu Op:20-1	Ø40	-0,5	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48						
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme					
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak											
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek											
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36												
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							3	4	5	60	
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak											
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek											
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48												
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme											
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak											
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek											
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36												
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							HT3	3	4	5	60
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak											
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek											

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornaalama Operasyonu (Op:20)-1	Ø22.6 5	+0.05	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		(+)	Tolerans üstü olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT4	3	4	5	60	
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
	Ø31.7 5	+0.04	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		(+)	Tolerans üstü olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	9	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT5	3	4	5	60	
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
Kademe	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280										
			Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280										
Tırlama	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280										
			Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280										

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornaalama Operasyonu Opr:20-1	12.4	-0.25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36											
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT8	3	4	5	60					
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak										
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek										
	7.28	+0.25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36											
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT9	3	4	5	60					
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak										
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek										

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornalama Operasyonu Op:20-1	6	±0,25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36											
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT10	3	4	5	60					
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak										
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek										
	5.54	+0.15	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak						
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek						
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36											
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT11	3	4	5	60					
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak										
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek										

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornaalama Operasyonu Opr:20-1	1	+0.25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36													
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT13					3	4	5	60			
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48													
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme												
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36													
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT12					3	4	5	60			
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												
2.72	2.57		(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48							
Takım körelme						Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												
Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36													
Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT12					3	4	5	60			
Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak												
Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek												

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)															
CNC Tornalama Operasyonu Opr:20-1	1.37 1.27	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
					Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak				
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36								
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT13	3	4	5	60		
	3.683 3.556	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak				
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
					Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
		(+) Tolerans üstü olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak				
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
					Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36					
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT14	3	4	5

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Torna lama Operasyonu Opz01-1	Ø37.86 Ø37.78		(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme								
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
			(+) Tolerans üstü olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT15	3	4	5	60			
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
	Ø28.6	+0.05	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme								
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
			(+) Tolerans üstü olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT16	3	4	5	60			
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
			Kademe	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280							HT17		
			Tırlama	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280								HT18	

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																
CNC Tornaalama Operasyonu (Op:20-1)	Ø28.58	+0.08	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar sıfırlanarak bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT19	3	4	5	60			
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar sıfırlanarak bloke edilecek								
	Kademe	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280			HT20				
	Tırlama	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	280			HT21				
	2.56	-0.25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar sıfırlanarak bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT22	3	4	5	60			
Yanlış offset		Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak									
Yetkisiz programa müdahale		Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar sıfırlanarak bloke edilecek									

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																
CNC Tornalama Operasyonu Op:20-1	5.94	+0.25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT23	3	4	5	60			
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak								
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
	4.76	+0.13	(-) Tolerans altı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT24	3	4	5	60			
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak								
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)															
CNC Tornalama Operasyonu Op:20-1	Ra0.8	Max.	Max. Değerin üstünde	Yüzey ölçüleri (+) tolerans değerlerine yakın olması halinde düzeltme ve ilave işçilik maliyeti, (-) tolerans değerinde ise hurda, müşteriye iade	8		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48			
							Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme		
							Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek		Program Blokelendi
	Ra1.6	Max.	Max. Değerin üstünde	Yüzey ölçüleri (+) tolerans değerlerine yakın olması halinde düzeltme ve ilave işçilik maliyeti, (-) tolerans değerinde ise hurda, müşteriye iade	8		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48			
							Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme		
							Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek		Program Blokelendi

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																
CNC Tornalama Operasyonu Op:20-2	Ø68	±0,25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT26	3	4	5	60			
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak								
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
	Ø41	±0,25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48					
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme				
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak				
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek				
		Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
		Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT27	3	4	5	60			
		Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operator iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak								
		Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Tornalama Operasyonu Op:20-2	11.7	+0.25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
		(-) Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT28	3	4	5	60			
					Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
	3.2	+0.25	(+ Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
		(-) Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT29	3	4	5	60			
					Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak								
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																
55°	+5°	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48						
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme					
					Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak					
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek					
	-5°	(-) Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36						
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT30	3	4	5	60
					Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak					
					Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek					

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Frezleme Operasyonu Op.30-1	Ø60	±0,25	Tolerans dışı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
	Ø60	±0,25	Tolerans dışı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
	4x11	±0,25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak							
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
(-) Tolerans altı olabilir		Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36										
				Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme			HT31	3	4	5	60		
				Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırlacak									
				Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek									

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

CNC Frezleme Operasyonu Op:30-1	4XØ6.5	±0,25	(+) Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48									
			(-) Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
		Yanlış ayar				Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36										
		Ø2.5	±0,25	(+)	Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme						
								Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak						
	Yetkisiz programa müdahale							Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
	(-)		Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT32	3	4	5	60			
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	36	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak								
	3X8.15	+0,25	Tolerans dışı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme								
Yanlış offset						Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttıracak									
(-)		Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti artırır	6	Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek									
					Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48										
					Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme	HT33	3	4	5	60				

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)																				
CNC Frezleme Operasyonu Op.30-1	8	±0,25	Tolerans dışı olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48									
						Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme								
						Yanlış offset	Personel yeterliliğe göre yetkilendirme	3	İlk numune doğrulama	2	48	Operatör iş başı eğitimleri ile personel yetkilendirme adedi arttırılacak								
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
	3XØ2	±0,1	(+)	Tolerans üstü olabilir	Hurdaya yol açar	8	Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	48								
							Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	3	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	120	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme							
							Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	112	Programlar şifrelenerek bloke edilecek							
							Yanlış ayar	Yetkili personel tarafından ayar	3	İlk numune doğrulama	2	36								
		(-)	Tolerans altı olabilir	Düzeltilme işlemi ile maliyeti arttırır	6	Takım körelme	Takım ömrünün izlenmesi	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	210	Takım ömrü izleme tablosu ile izleme		HT34	3	4	5	60		
						Yetkisiz programa müdahale	Program blokesiz	7	İlk numune doğrulama	2	84	Programlar şifrelenerek bloke edilecek								
						Çapak	Müşteride redde yol açabilir	8	Operatörün gözardı etmesi	Operatör eğitimi	8	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	5	320			HT35			
							Max. Değerin üstünde olabilir.	İçte hurda ve müşteride iade	8	Ayna ayakları temiz değildir. Parçayı dayama yüzeyine tam dik yerleştiremem	Yetkin personel ile gerçekleştirme	5	Diğer çap ve boy ölçüsünde alınan önlemler, bu ölçülerin doğru olmasını da garanti altına alınacaktır	2	80					

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)														
Markalama	Marka yazı konumu	Markada kaçıklık	Müşteride redde yol açabilir	8	Yetkisiz müdahale	Yetkili personel tarafından ayar	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	2	112				
	Marka Derinliği	Yetersiz markalama			Markalama ucunun yüksekliğinin ayarlanması	Yetkili personel tarafından ayar	7	İlk numune ve ara kontrol doğrulama	2	112				
Paketleme ve Ambalajlama	Dizim düzeni	Parça yüzeyi deforme olabilir	Müşteride redde yol açabilir	6	Desteksiz dizim ile parça hareketi sonucu darbe	Parça dizim görsel yöntemli talimat	2	%100 Görsel kontrol	1	12				
	Paket ağırlık limiti	Parça taşıyıcının sağlık riskini artırabilir			Düzensiz yerleştirme ile adet aşımı									
	Paket ve palet Etiket bilgileri	Yanlış bilgi içeren etiketleme yapılabilir.	Ürün yanlış teslimat yerine giderek termine gecikmeye ve ilave maliyete yol açar	5	Etiketlerin yazdırma ve paket ve palet üzerine yapıştırma esnasında karışması	Paketleme Talimatı	2				10			

SEVERITY	Rank	Occurrence	Rank	Detection	Rank
No Effect:	1			Almost Certain	1
Minor disruption : Slight inconvenience to process	2	Very Low then 1/1.500.000	1	Very High	2
				High	3
Moderate Disruption : 100% or a portion of production may have to be reworked in station before it is processed.	4-3	Low 1-15.000-1/150.000	3-2	Moderately High	4
				Moderate	5
Moderate Disruption : 100% or a portion of production may have to be reworked off line and accepted.	6-5	Moderate 1/80-1/400-1/2.000	6-5-4	Low	6
				Very Low	7
Major or signifiçant disruption : 100% or a portion of product may have to be scrapped.	8-7	High 1/3-1/8-1/20	9-8-7	Remote	8
				Very Remote	9
Dangerous : May endanger operator with and without warning	10-9	Very High 1/2	10	Almost Impossible	10

Şekil Ek A.1: (Devamı) Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Tablo Ek A.1: Potansiyel Hata Türü, RÖS ve Faaliyet Planı

	Potansiyel Hata Türü	Yapılan Faaliyetler	Hatalı Parça Adeti
HT1	Tedarikçinin yanlış hammadde göndermesi	Tedarikçinin kalite sisteminin varlığı	5
HT2	42(-0.009/-0.025) çapta darbe olması	Operatör iş başı eğitimleri ve oryantasyon ile personel yetkinliği sağlanacak.	3
HT3	68±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	3
HT4	22,65+0,05 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	6
HT5	31,75+0,04 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	10
HT6	31,75+0,04 çapında kademe	Operatör iş başı eğitimleri ve oryantasyon ile personel yetkinliği sağlanacak.	10
HT7	31,75+0,04 çapında tirlama	Operatör iş başı eğitimleri ve oryantasyon ile personel yetkinliği sağlanacak.	8
HT8	12,4-0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek	1
HT9	7,28+0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve tezgahtan parçayı sökmeden önce kontrol etmesi sağlanacak.	1
HT10	6±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek.	1
HT11	5,54+0,15 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	1
HT12	2,72-2,54 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	1
HT13	1,37-1,27 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	3
HT14	3.683-3.556 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yanlış ofset alınmasından kaynaklı torna operatörlerine eğitim verilecek	2
HT15	Ø37.86-Ø37.78 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	2
HT16	28,6+0,05 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	4
HT17	28,6+0,05 çapında kademe	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek.	3
HT18	28,6+0,05 çapında tirlama	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde tirlama olmadığına dikkat edilecek.	5
HT19	28,58+0,08 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	4
HT20	28,58+0,08 çapında kademe	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek.	5
HT21	28,58+0,08 çapında tirlama	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde tirlama olmadığına dikkat edilecek.	3
HT22	2,56-0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yanlış ofset alınmasından kaynaklı torna operatörlerine eğitim verilecek	1
HT23	5,94+0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yanlış ofset alınmasından kaynaklı torna operatörlerine eğitim verilecek	1

Tablo Ek A.1: (Devamı) Potansiyel Hata Türü, RÖS ve Faaliyet Planı

HT24	4,76+0,13 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yanlış ofset alınmasından kaynaklı torna operatörlerine eğitim verilecek	2
HT25	7+0,2 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yanlış ofset alınmasından kaynaklı torna operatörlerine eğitim verilecek	2
HT26	68±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	1
HT27	41±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Takım ömrü izleme tablosu ile kaç adet parça yapıldığı kayıt altına alınacak	1
HT28	11,7+0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek	1
HT29	3,2+0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Torna operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek.	1
HT30	55°+5° ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	1
HT31	11±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Freze operatörlerine kullanılan takım ile alakalı eğitim verilecek ve parça yüzeyinde kademe kalıp kalmadığına dikkat edilecek.	1
HT33	2,5±0,25 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Freze ayarı yapılırken parçanın doğru şekilde aparata bağlanıp işlenmesi sağlanacak, operatörlere talimat verilecek.	1
HT34	2±0,1 ölçüsünün tolerans dışı ölçülmesi	Yetkin olmayan personelin yanlış ayar yapması program şifrelenerek engellenecek.	1
HT35	Ø2'de çapak olması	Tesviye talimatı hazırlanacak ve freze operatörlerine eğitim verilecek.	10